HAU
(3)

TRAITÉ DE GÉOLOGIE

III

Les Périodes géologiques

GR 236

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

LIBRAIRIE ARMAND COLIN

ÉMILE HAUG

TRAITÉ DE GÉOLOGIE

I. **Les Phénomènes géologiques**. In-8°, broché. . . . . **12** fr. **50**

II. **Les Périodes géologiques** :

FASCICULE I. In-8°, broché. . . . . **9** fr.
FASCICULE II. In-8°, broché. . . . . **10** fr.
FASCICULE III (et dernier). In-8°, broché . . . . . **11** fr.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

CHAPITRE XXXVII

SYSTÈME JURASSIQUE

1° Caractères généraux : Caractères paléontologiques. — Principaux faciès. — Limite inférieure (étage Rhétien). — Subdivisions.
2° Répartition géographique et principaux types du sous-système Liasique : Europe occidentale. — Bassin du Rhône et Alpes occidentales. — Segment oriental du système alpin. — Rameau méridional du système alpin. — Europe orientale et Asie. — Régions circumpacifiques. — Continent Nordatlantique. — Continent de Gondwana. — Afrique orientale et Madagascar.
3° Répartition géographique et principaux types du groupe Oolithique inférieur : Europe septentrionale et centrale. — Europe occidentale. — Bassin du Rhône et Alpes occidentales. — Segment oriental du système alpin. — Rameau méridional du système alpin. — Plateau désertique. — Russie méridionale et Asie. — Continent Nordatlantique. — Bord pacifique de l'Amérique. — Afrique orientale et Australie.
4° Répartition géographique et principaux types du groupe Oolithique moyen : Europe septentrionale. — Sillon de l'Europe centrale. — Zone des récifs lusitaniens et kimeridgiens. — Sillon des Dinarides. — Plateau désertique. — Europe orientale. — Asie méridionale. — Pourtour de l'océan Pacifique. — Afrique orientale et Madagascar.
5° Répartition géographique et principaux types du groupe Oolithique supérieur : Type boréal dans l'Europe septentrionale. — Europe occidentale. — Sillon de l'Europe centrale. — Récifs périphériques du sillon de l'Europe centrale. — Sillon des Dinarides. — Europe orientale. — Régions arctiques. — Asie méridionale. — Régions circumpacifiques. — Afrique orientale. — Centre des États-Unis.
6° Résultats généraux : Résultats paléogéographiques. — Provinces zoologiques. — Climats. — Mouvements orogéniques et épirogéniques. — Transgressions et régressions marines. — Phénomènes volcaniques et métamorphisme.

Alexandre de Humboldt se servait dès 1795 du terme de *calcaire du Jura* pour désigner les terrains dont sont constitués en majeure partie le Jura Suisse, le Jura Souabe et le Jura Franconien. Ce n'est qu'en 1829 que la position stratigraphique de cette formation fut précisée par Ami Boué et que, dans la même année, la dénomination de *terrain jurassique* fut introduite dans la science par Al. Brongniart. En Angleterre, les noms de *Lias* et de *série Oolithique* avaient

FACULTÉ des SCIENCES · PARIS
Géologie
Recherche
BIBLIOTHÈQUE
Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

été employés par W. Smith et par ses élèves pour désigner le même ensemble. On peut les conserver, mais en leur assignant la valeur de sous-systèmes [1-12].

1° CARACTÈRES GÉNÉRAUX

Caractères paléontologiques. — La flore [13, 14] de la période Jurassique se distingue au premier abord de celle de la période précédente par l'extinction complète des quelques types archaïques qui avaient survécu à la fin des temps primaires et par le nombre croissant des genres qui vivent encore de nos jours.

Parmi les Fougères, on rencontre, dès les premières couches jurassiques, des *Todea* et des *Marattia*, auxquelles viennent s'adjoindre bientôt d'autres types récents, des *Gleichenia*, des *Alsophila*, des *Dicksonia*, des *Osmunda*, des *Danæa* [13]. Les familles les plus abondamment représentées sont les Aléthoptéridées, les Dictyoptéridées, les Marattiacées, les Cyathéacées. Parmi les genres spéciaux, on peut citer *Thinnfeldia*, *Scleropteris*, *Stachypteris*, *Lomatopteris*, *Cycadopteris*.

Les Gymnospermes constituent l'élément prépondérant de la flore. Les Cordaïtées, toutefois, sont reléguées à l'arrière-plan; on n'a guère signalé que quelques graines, des moules d'étuis médullaires à diaphragmes transversaux et des feuilles rubanées du type des *Yuccites* triasiques. Par contre, les Cycadinées et les Conifères sont extrêmement abondantes. Les Cycadinées comprennent, outre les *Cycadées* proprement dites et les *Zamiées*, la curieuse famille des *Bennettitées*, dont on a décrit les inflorescences femelles sous le nom de *Bennettites*, les troncs sous celui de *Cycadoidea* et les appareils fructificateurs sous celui de *Williamsonia*, jusqu'au moment où l'on a trouvé, dans certains gisements, ces différents organes en connexion.

Les *Conifères* proprement dites sont représentées par de nombreux genres actuels, tels que *Araucaria*, *Widdringtonia*, *Pinus*, *Sequoia*, auxquels viennent s'ajouter des types spéciaux, tels que *Pagiophyllum*, *Brachyphyllum*, *Palæocyparis*.

Il convient de citer également plusieurs genres de *Ginkgoacées : Ginkgo*, *Baiera*, *Ginkgodium*.

La présence des Angiospermes au Jurassique est encore tout à fait problématique. Lignier a cependant décrit, sous le nom de *Propalmophyllum*, des bases de feuilles qu'il attribue sous toutes réserves aux Monocotylédones.

Les Invertébrés de l'époque Jurassique se répartissent de la manière suivante [15] :

PROTOZOAIRES

Foraminifères : *Lituolidæ* (tous les genres de la famille), *Nubeculariдæ* (*Nubeculariа*), *Peneroplidæ* (*Cornuspira*, *Orbitopsella*, *Spirocyclina*), *Miliolidæ* (*Miliola*), *Lagenidæ* (la plupart des genres de la famille), *Textularidæ* (*Textularia*, *Bulimina*, *Valvulina*), *Globigerinidæ* (*Orbulina*, *Globigerina*), *Rotalidæ* (*Discorbina*, *Planorbulina*, *Rotalia*, *Pulvinulina*).

Radiolaires : Genres nombreux de *Spumellariæ* et de *Nasselariæ*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

SPONGIAIRES

a) SILICISPONGIÆ.

MONACTINELLIDA et TETRACTINELLIDA (spicules isolés).

LITHISTIDA : *Tetracladina* (*Protetraclis*), *Anomocladina* (*Cylindrophyma*, *Melonella*), *Megamorina* (*Megalithista*), *Rhizomorina* (*Cnemidiastrum*, *Hyalotragos*, *Platychonia*).

HEXATINELLIDA : *Dictyonina* (*Tremadictyon*, *Craticularia*, *Sporadopyle*, *Cypellia*, *Staurodermа*, *Casearia*, *Porospongia*, *Pachyteichisma*).

b) CALCISPONGIÆ.

PHARETRONES (*Eudea*, *Peronidella*, *Eusiphonella*, *Corynella*, *Stellispongia*).

CŒLENTÉRÉS

a) ANTHOZOAIRES.

HEXACORALLIAIRES : *Amphiastræidæ* (*Amphiastræa*, *Aulastræa*, *Stylosmilia*, *Haplosmilia*, *Dendrogyra*, *Rhipidogyra*), *Stylinidæ* (*Stylina*, *Cyathophora*, *Phyllocœnia*), *Astræidæ* (*Stylophyllum*, *Heliastræa*, *Isastræa*, *Thecosmilia*, *Leptoria*), *Fungidæ* (*Anabacia*, *Genabacia*, *Leptophyllia*, *Latimæandra*, *Thamnastræa*), *Eupsammidæ* (*Haplaræa*), *Turbinolidæ* (*Trochocyathus*, *Thecocyathus*, *Pleurosmilia*), *Oculinidæ* (*Enallohelia*), *Stylophoridæ* (*Stylophora*, *Astrocœnia*, *Stephanocœnia*).

TABULÉS : *Chætetes*, *Pseudochætetes*.

b) HYDROZOAIRES.

HYDRACTINIES : *Ellipsactinia*, *Sphæractinia*.

STROMATOPORIDÉS : *Burgundia*.

AGALÈPHES : *Rhizostomites*.

ÉCHINODERMES

CRINOÏDES : *Apiocrinus*, *Millericrinus*, *Bourgueticrinus*, *Eugeniacrinus*, *Tetracrinus*, *Phyllocrinus*, *Cotyledermа*, *Plicatocrinus*, *Saccocoma*, *Pentacrinus*, *Extracrinus*, *Antedon*.

OPHIUROÏDÉS : *Ophiura*, *Aspidura*, *Ophiolepis*, *Ophiocten*, *Ophioglypha*, *Geocoma*, *Ophiurella*.

ASTÉROÏDÉS : *Astropecten*, *Pentaceros*, *Sphærites*, *Solaster*, *Tropidaster*.

ÉCHINOÏDÉS : *Cidaridæ* (*Cidaris*, *Rhabdocidaris*, *Diplocidaris*), *Salenidæ* (*Pellastes*, *Acrosalenia*), *Hemicidaridæ* (*Hemicidaris*, *Pseudocidaris*, *Acrocidaris*, *Glypticus*), *Diadematidæ* (*Pseudodiadema*, *Microdiadema*, *Diademopsis*, *Magnosia*, *Hemipedina*), *Echinidæ* (*Pedina*, *Pseudopedina*, *Stomechinus*, *Eodiadema*), *Cyphosomatidæ* (*Cyphosoma*), *Discoididæ* (*Holectypus*, *Pileus*, *Pygaster*, *Pachyclypeus*), *Clypeidæ* (*Clypeus*, *Pygurus*), *Dysasteridæ* (*Collyrites*, *Dysaster*, *Hyboclypeus*, *Grasia*, *Metaporhinus*), *Nucleolitidæ* (*Echinobrissus*).

VERMIDIENS

a) BRYOZOAIRES.

CYCLOSTOMES : *Diastoporidæ* (*Stomatopora*, *Berenicea*, *Diastopora*), *Idmoneidæ* (*Idmonea*), *Entalophoridæ* (*Entalophora*, *Spiropora*), *Fascigeridæ* (*Theonoa*, *Fasciculipora*), *Cerioporidæ* (*Ceriopora*, *Heteropora*, *Chilopora*).

b) BRACHIOPODES.

INARTICULÉS : *Lingula*, *Orbiculoidea*, *Discinisca*, *Craniscus*.

ARTICULÉS : *Thecideidæ* (*Lacazella*, *Thecidella*, *Eudesella*, *Davidsonella*), *Spiriferidæ* (*Spiriferina*, *Suessia*), *Diplospiridæ* (*Amphiclina*, *Koninckella*, *Thecospira*), *Rhynchonellidæ* (*Rhynchonella*, *Rhynchonellina*, *Acanthothyris*), *Terebratulidæ* (*Terebratulina*, *Terebratula*, *Dictyothyris*, *Glossothyris*, *Pygope*), *Terebratellidæ* (*Ismenia*, *Muehlfeldtia*, *Zeilleria*, *Aulacothyris*, *Eudesia*, *Antiptychina*, *Terebratella*), *Megathyridæ* (*Zellania*, *Megathyris*).

MOLLUSQUES

a) LAMELLIBRANCHES.

TAXODONTES : *Nuculidæ* (*Nucula*), *Ledidæ* (*Leda*), *Arcidæ* (*Beushausenia*, *Cucullæa*, *Arca*, *Isoarca*), *Pectunculidæ* (*Limopsis*).

ANISOMYAIRES : *Pinnidæ* (*Pinna*, *Pinnigena*), *Pernidæ* (*Gervilleia*, *Perna*, *Pernostrea*, *Inoceramus*), *Aviculidæ* (*Avicula*, *Oxytoma*, *Pteroperna*, *Pseudomonotis*, *Aucella*), *Mytilidæ* (*Myoconcha*, *Mytilus*, *Pachymytilus*, *Modiola*, *Hippopodium*, *Lithodomus*), *Pectinidæ* (*Pecten*, *Pseudopecten*, *Chlamys*, *Camptonectes*, *Entolium*, *Hinnites*), *Spondylidæ* (*Plicatula*, *Spondylus*), *Dimyidæ* (*Dimyodon*), *Limidæ* (*Lima*, *Limæa*, *Ctenostreon*), *Anomiidæ* (*Anomia*, *Placunopsis*), *Ostreidæ* (*Ostrea*, *Alectryonia*, *Lopha*, *Gryphæa*, *Liogryphæa*, *Exogyra*, *Terquemia*), *Vulsellidæ* (*Heligmus*).

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Schizodontes : *Trigoniidæ* (*Trigonia*), *Unionidæ* (*Unio*), *Cardiniidæ* (*Cardinia*).

Eulamellibranches : *Megalodontidæ* (*Megalodus, Pachyrisma, Durga, Dicerocardium*), *Cyprinidæ* (*Plesiocyprina, Anisocardia, Cypricardia, Isocardia*), *Cyrenidæ* (*Cyrena*), *Astartidæ* (*Astarte, Crassinella, Præconia, Opis*), *Carditidæ* (*Cardita, Palæocardita*), *Lucinidæ* (*Unicardium, Lucina, Corbis, Tancredia*), *Cardiidæ* (*Protocardia, Pterocardia*), *Veneridæ* (*Pronoella, Venus*), *Tellinidæ* (*Tellina, Quenstedtia*), *Myidæ* (*Corbula*), *Anatinidæ* (*Anatina, Thracia, Neæra*), *Pholadomyidæ* (*Homomya, Mactromya, Goniomya, Pleuromya, Ceromya, Gresslya, Pholadomya, Myopholas*), *Gastrochænidæ* (*Gastrochæna*), *Pholadidæ* (*Pholas, Martesia*), *Teredinidæ* (*Teredo*).

Pachyodontes : *Diceratidæ* (*Diceras, Heterodiceras, Monnieria*).

b) *SCAPHOPODES. Dentalium.*

c) *GASTÉROPODES.*

Diotocardes : *Pleurotomariidæ, Fissurellidæ, Euomphalidæ, Trochidæ, Patellidæ.*

Hétérocardes : *Neritidæ.*

Monotocardes : *Paludinidæ, Littorinidæ, Hydrobiidæ, Rissoidæ, Valvatidæ, Capulidæ, Pseudomelaniidæ, Melaniidæ, Nerineidæ, Actæonidæ, Bullidæ, Cerithidæ, Chenopidæ, Strombidæ, Turritellidæ, Vermetidæ, Xenophoridæ, Naticidæ, Cypræidæ, Scalaridæ, Pyramidellidæ, Eulimidæ, Fusidæ.*

Pulmonés : *Helicidæ, Limacidæ, Limneidæ, Physidæ.*

d) *Conularidæ* (*Conularia*).

e) *CÉPHALOPODES.*

Nautiloïdés : *Clydonautilidæ* (*Hercoglossa, Pseudonautilus*), *Nautilidæ* (*Genoceras*).

Ammonoïdés :

Phylloceratidæ (*Phylloceras* [fig. 295], *Euphyllites, Rhacophyllites, Sowerbyceras*);

Lytoceratidæ (*Lytoceras* [fig. 296], *Ectocentrites, Pleuracanthites*);

Deroceratidæ (*Deroceras, Microderoceras, Platypleuroceras, Tropidoceras, Bouleiceras, Hammatoceras, Erycites, Zurcheria, Sphæroceras, Emileia*);

Ægoceratidæ (*Psiloceras* [*pl. CI, 1*], *Schlotheimia, Wæhneroceras, Ægoceras, Liparoceras*);

Arietidæ (*Alsatites, Arietites, Coroniceras, Asteroceras, Echioceras, Tmægoceras, Paroniceras, Frechiella, Amaltheus, Haplopleuroceras, Sonninia, Witchellia, Pœcilomorphus*);

Polymorphidæ (*Agassiceras, Cymbites, Polymorphites, Amphiceras, Catulloceras, Tmetoceras, Arnioceras, Grammoceras, Oxynoticeras*);

Harpoceratidæ (*Lillia, Haugia, Pseudogrammoceras, Hildoceras, Dumortieria, Pleydellia, Harpoceras, Lioceras, Hyperlioceras, Hudlestonia*);

Cœloceratidæ (*Cœloceras, Dactylioceras, Peronoceras, Stepheoceras, Cadomites, Sutneria, Reineckeia, Aulacostephanus, Œcoptychius, Spiticeras, Himalayites*); *Cosmoceratidæ* (*Parkinsonia, Cosmoceras, Patoceras, Kepplerites, Macrocephalites, Morphoceras*); *Perisphinctidæ* (*Perisphinctes, Zigzagoceras, Proplanulites, Pictonia, Idoceras, Simoceras, Virgatites, Craspedites*);

Hoplitidæ (*Berriasella, Blanfordia, Acanthodiscus*);

Aspidoceratidæ (*Peltoceras, Aspidoceras, Waagenia*);

Cadoceratidæ (*Pachyceras, Cadoceras, Quenstedticeras, Cardioceras,* [*?*] *Garnieria*);

Lissoceratidæ (*Lissoceras, Cadomoceras, Eurynoticeras*); *Oppeliidæ* (*Oppelia-Œcostraustes, Strigoceras, Hecticoceras, Ochetoceras, Distichoceras, Creniceras, Streblites, Neumayria*).

Bélemnoïdés :

Belemnitidæ (*Belemnites, Dactyloteuthis, Megateuthis, Belemnopsis, Dicœlites, Pseudobelus, Duvalia, Cylindroteuthis, Diploconus*);

Belemnoteuthidæ (*Phragmoteuthis*);

Chondrophoridæ (*Trachyteuthis, Leptoteuthis, Geoteuthis, Beloteuthis, Teuthopsis, Kelæno, Plesioteuthis*).

ARTHROPODES

CRUSTACÉS.

Cirripèdes : *Archæolepas, Pollicipes.*

Ostracodes : *Cythere, Cytheridea.*

Isopodes : *Urda, Archæoniscus.*

Stomatopodes : *Sculda.*

Décapodes. Macroures : *Penæus, Æger, Udorella, Eryon, Scapheus, Mecochirus, Glyphæa, Pseudoglyphæa, Eryma, Pseudastacus, Etallonia, Magila.*

Brachyoures : *Prosopon.*

Xiphosures : *Limulus.*

INSECTES : Orthoptères, Neuroptères, Hémiptères, Coléoptères, Diptères, Hyménoptères.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

VERTÉBRÉS

POISSONS.

SÉLACIENS : *Diplospondyli* (*Notidanus*), *Asterospondyli* (*Hybodus*, *Acrodus*, *Asteracanthus*, *Cestracion*, *Palæoscyllium*, *Pristiurus*, *Orthacodus*), *Tectospondyli* (*Squatina*, *Asterodermus*, *Belemnobatis*), *Holocephali* (*Squaloraja*, *Myriacanthus*, *Chimæropsis*, *Ischyodus*, *Ganodus*).

DIPNEUSTES : *Sirenoidei* (*Ceratodus*).

GANOÏDES : *Cœlacanthidæ* (*Undina*, *Coccoderma*), *Chondrostei* (*Chondrosteus*, *Gyrosteus*, *Belonostomus*, *Saurichthys*), *Heterocerci* (*Oxygnathus*, *Centrolepis*, *Coccolepis*), *Lepidostei* (*Semionotus*, *Dapedius*, *Heterostrophus*, *Tetragonolepis*, *Lepidotus*, *Eugnathus*, *Caturus*, *Eurycormus*, *Ptycholepis*, *Ophiopsis*, *Histionotus*, *Macrosemus*, *Pleuropholis*, *Pholidophorus*), *Pycnodonti* (*Gyrodus*, *Microdon*, *Mesodon*, *Mesturus*), *Aspidorhynchi* (*Aspidorhynchus*, *Belonostomus*), *Amioidei* (*Pachycormus*, *Euthynotus*, *Hypsocormus*, *Megalurus*, *Oligopleurus*, *Œnoscopus*).

TÉLÉOSTÉENS : *Leptolepidæ* (*Leptolepis*, *Thrissops*, *Æthalion*).

AMPHIBIENS.

ANOURES : *Palæobatrachus.*

REPTILES.

RHYNCHOCÉPHALES : *Sauranodontidæ* (*Sauranodon*), *Sphenodontidæ* (*Homœosaurus*, *Eupos-saurus*, *Pleurosaurus*).

SAUROPTÉRYGIENS : *Plesiosauridæ* (*Plesiosaurus*, *Eretmosaurus*, *Pliosaurus*, *Megaloneurosaurus*).

ICHTHYOPTÉRYGIENS : *Ichthyosauridæ* (*Ichthyosaurus*, *Ophthalmosaurus*, *Baptanodon*).

CROCODILIENS : *Mesosuchia* (*Teleosaurus*, *Mystriosaurus*, *Pelagosaurus*, *Steneosaurus*, *Crocodileimus*, *Metriorhynchus*, *Geosaurus*, *Plesiosuchus*, *Dacosaurus*, *Alligatorium*, *Alligatorellus*, *Atoposaurus*, *Goniopholis*, *Machimosaurus*, *Nannosuchus*, *Theriosuchus*).

CHÉLONIENS : *Cryptodira* (*Thalassemys*, *Eurysternum*, *Tretosternum*), *Pleurodira* (*Idiochelys*, *Plesiochelys*), *Amphichelydia* (*Pleurosternum*, *Platychelys*, *Compsemys*).

DINOSAURIENS : *Theropoda* (*Ceratosaurus*, *Allosaurus*, *Labrosaurus*, *Streptospondylus*, *Megalosaurus*, *Compsognathus*, *Hallopus*, *Cœlurus*, *Thecospondylus*), *Sauropoda* (*Cetiosaurus*, *Camarasaurus* = *Atlantosaurus*, *Brontosaurus*, *Morosaurus*, *Apatosaurus*, *Diplodocus*), *Orthopoda* (*Camptosaurus*, *Trachodon* = *Hadrosaurus*, *Stegosaurus*, *Scelidosaurus*).

PTÉROSAURIENS : *Rhamphorhynchidæ* (*Dimorphodon*, *Dorygnathus*, *Rhamphocephalus*, *Campylognathus*, *Scaphognathus*, *Rhamphorhynchus*), *Pterodactylidæ* (*Pterodactylus*).

OISEAUX : SAURURÆ : *Archæopteryx.*

MAMMIFÈRES.

PANTOTHÉRIENS : *Triconodontidæ* (*Amphilestes*, *Triconodon*, *Spalacotherium*, *Phascolotherium*, *Dicrocynodon*), *Amphitheriidæ* (*Amphitherium*, *Amblotherium*).

ALLOTHÉRIENS : *Plagiaulacidæ* (*Plagiaulax*, *Ctenacodon*).

En résumé, la faune jurassique comprend un certain nombre de genres spéciaux, dont nous ne pouvons naturellement citer que les plus caractéristiques. Ce sont, parmi les Foraminifères, *Spirocyclina;* parmi les Spongiaires, *Cylindrophyma*, *Cnæmidiastrum*, *Hyalotragos*, *Tremadictyon*, *Cypellia;* parmi les Zoanthaires, *Anabacia*, *Enallohelia;* parmi les Échinides, *Glypticus*, *Clypeus;* parmi les Brachiopodes, *Acanthothyris*, *Rhynchonellina;* parmi les Lamellibranches, *Pernostræa*, *Hippopodium*, *Cardinia*, *Quenstedtia*, *Ceromya*, *Gresslya;* parmi les Céphalopodes, *Belemnites* et une grande partie des genres d'Ammonites énumérés plus haut; parmi les Poissons, *Asteracanthus*, *Undina*, *Eurycormus*, *Microdon*, *Aspidorhynchus*.

Si l'on fait abstraction des Ammonites, dont la distribution verticale est indiquée sur le tableau ci-contre, on ne peut mentionner qu'un petit nombre de familles qui soient exclusivement cantonnées dans le Jurassique, et le nombre des ordres spéciaux est encore plus

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

restreint. Nos connaissances, pour certaines de ces divisions, sont basées sur de rares ou d'uniques exemplaires trouvés dans les calcaires lithographiques de Solenhofen et de Cirin. Citons, parmi les Crustacés, *Urda*, *Sculda*, seuls représentants des Isopodes et des Stomatopodes jurassiques; parmi les Rhynchocéphales, *Sauranodon*, genre unique de la famille des *Sauranodontidæ*, *Homœosaurus*, *Pleurosaurus* et quelques genres voisins, qui, avec le genre *Hatteria* actuel (v. p. 60), sont les seuls représentants connus des *Sphenodontidæ;* parmi les Dinosauriens, *Compsognathus*, connu en un seul exemplaire, auquel se réduisaient pendant longtemps les données que nous possédions sur les *Compsognathidæ;* parmi les Oiseaux, enfin, *Archæopteryx*, dont on n'a trouvé jusqu'ici, à Solenhofen, que deux exemplaires, sur lesquels sont basés toutes nos connaissances relatives aux Oiseaux primitifs, ou *Saururæ*.

Il existe aussi plusieurs genres, plusieurs familles, voire des ordres qui atteignent au Jurassique le maximum de leur développement. En mettant à part les Ammonites, on peut citer les genres *Apiocrinus*, *Pentacrinus*, *Terebratula*, *Zeilleria*, *Gryphæa*, *Pleurotomaria*, *Nerinea*, *Harpagodes*, *Eryon*, *Ichthyosaurus*, les familles des *Cidaridæ*, des *Hemicidaridæ*, des *Dysasteridæ*, des *Pholadomyidæ*, des *Belemnitidæ*, des *Pterodactylidæ*, les ordres ou sous-ordres des Rhynchocéphales, des Sauroptérygiens, des Ichthyoptérygiens, des *Mesosuchia* (Crocodiliens marins), des *Sauropoda* (Dinosauriens).

On ne voit persister qu'un petit nombre de types archaïques, dont le développement maximum avait lieu au cours des temps paléozoïques. On ne peut guère citer que de rares représentants des Tabulés, des Stromatoporidés, des Spiriféridés (au début de la période), des Conularidés (*id.*), des Euomphalidés.

Les Nautiloïdés, les Crossoptérygiens, qui vivent encore de nos jours, sont en décroissance bien marquée. Les Tétracoralliaires, les Bellérophontidés, les Orthocératidés, les Stégocéphales (sauf peut-être dans les couches de passage au Trias), les Théromorphes ont totalement disparu de la scène.

Par contre, quelques éléments qui manquaient à la faune triasique manifestent pour la première fois leur existence. Ce sont notamment quelques familles de Zoanthaires (*Turbinolidæ*, *Oculinidæ*, *Stylophoridæ*), de Crinoïdes (*Eugeniacrinidæ*, *Holopidæ*, *Comatulidæ*). Puis nous citerons, parmi les Échinides, les premiers Glyphostomes exocycles et les premiers Atélostomes; parmi les Brachiopodes, les premiers *Megathyridæ;* parmi les Lamellibranches, de nombreuses familles (*Vulsellidæ*, *Cyprinidæ*, *Veneridæ*, *Donacidæ*, *Tellinidæ*,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Pholadidæ), et notamment les *Cyrenidæ* et les *Unionidæ*, qui habitent les eaux douces, et les *Diceratidæ*, premiers représentants des Rudistes, qui atteindront leur plein épanouissement au Crétacé. On rencontre également pour la première fois certaines familles de Gastéropodes, telles que les Ailés et certains types d'eau douce : les *Valvatidæ*, les *Paludinidæ*, les *Hydrobiidæ*, les *Melaniidæ*.

On sait déjà que, seule de toutes les familles d'Ammonoïdés du Trias, celle des *Phylloceratidæ* survit à la fin de la période. Ce sont des rameaux nouveaux, issus, comme on le verra plus loin, du genre *Psiloceras*, descendant direct de *Monophyllites*, qui s'épanouissent brusquement au début du Jurassique. Plus tard viennent s'adjoindre à eux d'autres familles, essentiellement cryptogènes.

En ce qui concerne les Vertébrés, c'est dans les dépôts jurassiques que nous rencontrons les premiers restes d'Amphibiens anoures (*Palæobatrachus*) et d'Oiseaux (*Archæopteryx*); mais les squelettes de ces animaux ne sont conservés que grâce à des circonstances toutes spéciales, aussi ne sommes-nous pas en droit d'affirmer que les groupes auxquels ils appartiennent n'ont pas déjà existé antérieurement. Ils sont en tous cas suffisamment spécialisés pour que l'on puisse supposer qu'ils avaient derrière eux une longue série d'ancêtres déjà très différenciés.

Principaux faciès. — Les *formations continentales* jouent un rôle beaucoup moins important au Jurassique qu'au Trias, elles prennent cependant un assez grand développement en Sibérie, ainsi que dans le Centre de l'Amérique du Nord, où elles renferment des gisements célèbres par les nombreux squelettes de Reptiles terrestres que l'on y a découverts. On ne connaît pas de *formations lacustres* incontestables, mais, en revanche, on a signalé, en divers points, des *formations lagunaires* et en particulier des dépôts de précipitation chimique, dolomies, gypses, sel gemme, etc. Des dépôts d'estuaire existent par exemple dans l'Indre et dans l'Aveyron, sur le pourtour du Plateau Central, et, tout à fait au sommet du système, dans le Boulonnais. Les Mollusques marins euryhalins y sont associés à des Mollusques d'eau douce, tels que des Cyrènes, des Paludines, etc.

Les *formations littorales* des mers jurassiques sont encore assez mal connues; cependant on a décrit des cordons littoraux constitués par des conglomérats, des surfaces perforées de trous de Mollusques lithophages et des formations coralliennes, qui peuvent être assimilées à des récifs frangeants.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Les *formations néritiques* sont extrêmement variées. Ce sont tantôt des dépôts détritiques, tantôt des dépôts zoogènes.

On rencontre toute la gamme des formations détritiques, depuis les brèches à très gros éléments jusqu'aux argiles les plus fines. A la première catégorie appartiennent les *brèches* jurassiques des Alpes occidentales (brèche du Télégraphe, brèche du Chablais, brèche de la Hornfluh), dont l'origine est encore très discutée. Des *arkoses* jouent un rôle considérable dans les dépôts liasiques du pourtour du Plateau Central. Les *grès* se signalent souvent par la prédominance de certains types de Mollusques, comme les Cardinies, dans le Lias, les Trigonies, dans le haut de la série. Souvent des débris végétaux y ont été entraînés par les courants. Les *grès glauconieux* sont assez fréquents dans le Jurassique de Russie, où ils renferment des nodules de phosphate de chaux. Les *sables* non cimentés sont plus rares, on y trouve quelquefois, comme par exemple à Glos et à Cordebugle, près de Lisieux, des coquilles de Mollusques avec leurs bandes colorées, dont la conservation ne le cède en rien à celle des plus beaux fossiles tertiaires.

Les *argiles* de la région néritique sont caractérisées par l'abondance des Lamellibranches (*Ostrea*, *Perna*, *Gervilleia*, *Trigonia*, etc.) et des Gastéropodes (*Pterocera*, *Alaria*, etc.). Dans les *marnes* on trouve en outre de nombreux Brachiopodes, des Bryozoaires, des Échinides. La prédominance des Gastéropodes indique des fonds couverts d'une abondante végétation. Dans le Lias supérieur, on connaît par exemple, sur de très grandes étendues, une faunule composée de Mollusques de petite taille (*Trochus*, *Turbo*, *Trigonia*, *Astarte*), qui devaient vivre, comme la faune de Saint-Cassian, au Trias, et comme celle de la rade de Messine, à l'époque actuelle, dans des prairies d'Algues extrêmement touffues.

Les formations zoogènes comprennent toute la série des sédiments allant des *calcaires construits*, édifiés par des Zoanthaires, aux *calcaires fins lithographiques*, en passant par les *brèches calcaires*, les *calcaires grossiers*, les *calcaires compacts*. Dans les régions agitées du pourtour des récifs, la précipitation chimique du calcaire autour de particules en suspension dans l'eau donne lieu à la formation d'*oolithes*.

Dans toutes ces formations avoisinant les récifs on rencontre en abondance des Crinoïdes, des Échinides (*Cidaris*, *Pseudodiadema*, *Clypeus*, *Pygurus*, etc.), des Brachiopodes (*Terebratula*, *Rhynchonella*), des Lamellibranches et des Gastéropodes à test épais (*Pachycardium*, *Diceras*, *Nerinea*, *Purpuroidea*, etc.). Lorsque les Cri-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

noïdes prédominent, on a affaire à des *calcaires à entroques*. Les calcaires jurassiques ne sont qu'exceptionnellement constitués par des accumulations de Foraminifères et les Siphonées, si importantes dans la formation des calcaires et des dolomies phytogènes du Trias, ne jouent plus qu'un rôle insignifiant.

Dans les formations néritiques, les Ammonites sont souvent très

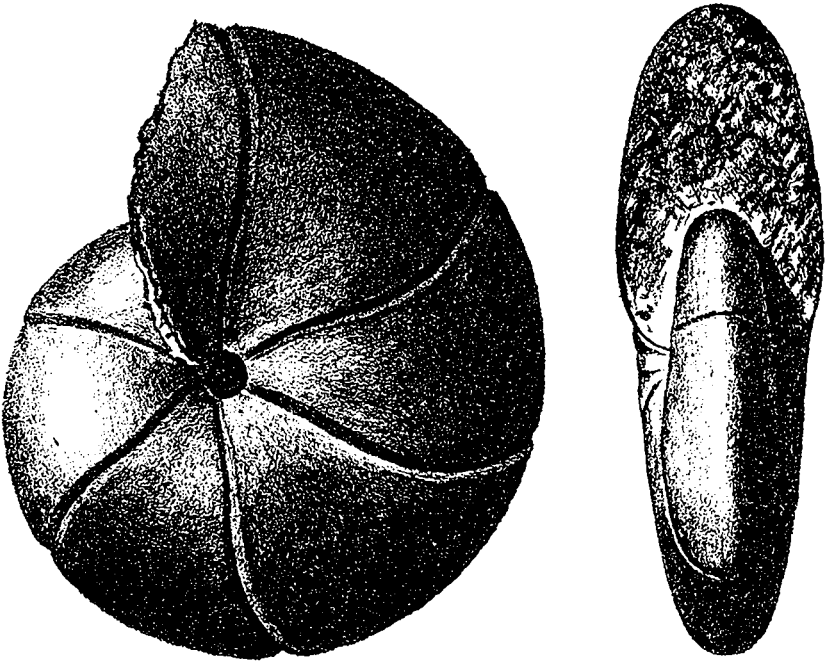


Fig. 295. — *Phylloceras Calypso* (d'après K. A. Zittel).
Tithonique supérieur. Stramberg (Moravie).

abondantes, mais leurs coquilles portent alors assez fréquemment des traces de flottage, elles sont plus ou moins endommagées par les chocs qu'elles ont subis. Elles sont toujours associées en forte proportion à d'autres Invertébrés qui ont vécu sur place.

Dans les formations bathyales, par contre, les Ammonites constituent l'élément essentiel de la faune, les autres Invertébrés, et en particulier les Échinides (à l'exception de quelques genres spéciaux), les Brachiopodes, les Gastéropodes, passent à l'arrière-plan. Le bon état de conservation des coquilles, souvent pourvues de leur péristome, l'existence de l'*Aptychus*[1], la présence d'échantillons de tout

1. On appelle ainsi un organe calcaire, tantôt bivalve, tantôt univalve (*Anaptychus*), que l'on rencontre dans la dernière loge de la plupart des genres d'Ammonites et dont

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

âge et celle de nombreuses variations individuelles d'une même espèce prouvent que, dans ces gisements, les Ammonites ont vécu aux endroits mêmes où l'on rencontre aujourd'hui leurs restes.

Les genres *Phylloceras* (fig. 295) et *Lytoceras* (fig. 296) ne se trouvent pas indistinctement dans toutes les formations bathyales. Ce n'est que dans les régions axiales des géosynclinaux et dans les parties les plus

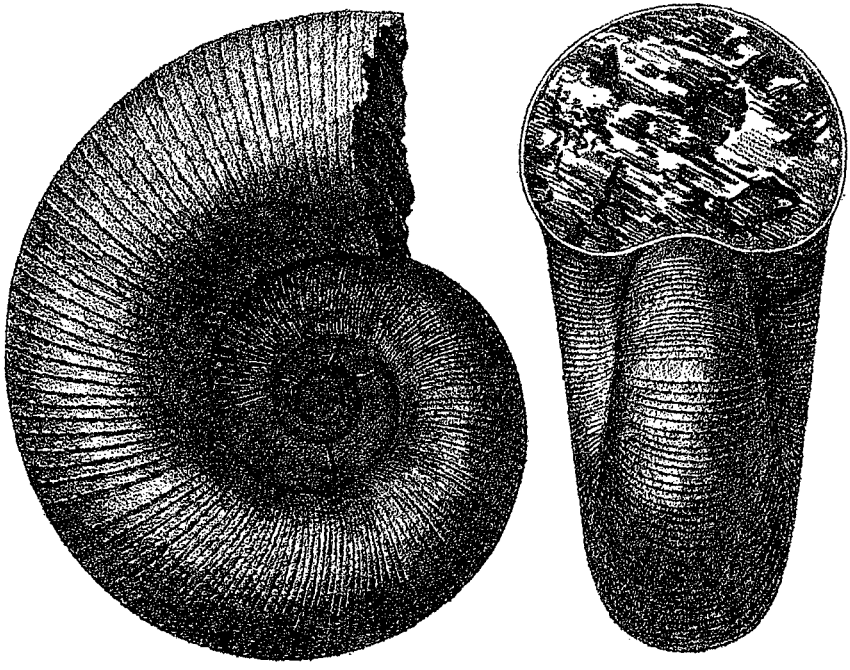


Fig. 296. — *Lytoceras Liebigi* (d'après K. A. Zittel).
Tithonique supérieur. Koniakau (Silésie autrichienne).

profondes des fosses qu'ils deviennent abondants, au point que le nombre de leurs individus surpasse quelquefois celui des individus de tous les autres genres réunis. Ailleurs on ne les rencontre qu'en petit nombre et presque uniquement dans les dépôts argileux.

On peut citer comme exemples de formations bathyales dans le Jurassique les *schistes bitumineux* et les *argiles noires* à Posidonomyes et à Céphalopodes, les argiles et les marnes à *nodules calcaires;* les *marnes à Ammonites pyriteuses*, les *calcaires compacts et sublithographiques*, bien stratifiés, à Ammonites et Lamellibranches du groupe des Myaires (*Pholadomya*, *Homomya*, *Pleuromya*, etc.), les *calcaires*

la fonction est encore mal connue. Les genres *Phylloceras, Lytoceras* et quelques autres en étaient dépourvus.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

noduleux et *grumeleux* à Spongiaires et Ammonites, alternant avec des marnes, les *calcaires rouges spathiques* à Ammonites, rappelant les calcaires de Hallstatt du Trias, les *calcaires rouges noduleux* à Ammonites (*calcare ammonitico rosso* des auteurs italiens).

On a quelquefois rangé ce dernier faciès dans la catégorie des *formations abyssales*, en raison de la dissolution qu'y a subi le test des Ammonites et de la disparition souvent complète, par suite d'une corrosion de la surface des bancs, de toute une moitié des coquilles [XI, 8]. Mais le fait que le test, constitué par de la conchite, a seul disparu, tandis que, dans le même sédiment, les *Aptychus* et les Bélemnites, formés de calcite, ont échappé à la corrosion, montre que la dissolution du calcaire n'est pas comparable à celle qui se produit dans les régions abyssales et qui affecte les deux formes du carbonate de chaux. D'ailleurs, on rencontre des Ammonites, des Gastéropodes, des Myaires à l'état de moules internes et dépourvus de leur test dans des formations appartenant aussi bien à la région néritique qu'à la région bathyale. La dissolution du test a eu lieu sans doute très peu de temps après l'enfouissement des coquilles.

L'attribution aux formations abyssales des schistes à Radiolaires ou *radiolarites*, assez fréquents dans le Jurassique, et leur assimilation à la vase à Radiolaires des océans actuels est aujourd'hui admise par un grand nombre d'auteurs, mais il ne faudrait pas étendre cette conclusion à tous les dépôts renfermant des Radiolaires et encore moins aux calcaires à nodules siliceux, dont certains appartiennent même à la région néritique, comme le montre leur faune.

Limite inférieure (étage Rhétien). — Réservant pour le chapitre suivant la question si discutée de la limite supérieure du système Jurassique, nous devons entrer dans quelques détails sur celle, non moins controversée, de la limite inférieure [77-93].

Il existe, en effet, un ensemble de couches, dont Gümbel [79] a fait l'*étage Rhétien*, qui est considéré habituellement par l'école allemande comme le terme supérieur du Trias, tandis que l'école française le place à la base du système Jurassique[1]. Voyons d'abord les arguments paléontologiques et stratigraphiques qui ont été invoqués en faveur de chacune de ces deux attributions. Nous donnerons ensuite un aperçu sommaire des principaux types de l'étage.

1. La réunion du Rhétien et de l'étage Hettangien, qui lui fait suite, en un groupe particulier, auquel on donnait le nom d'*Infralias*, ne répond plus à l'état actuel de nos connaissances. On verra plus loin que l'Hettangien se relie intimement au Lias inférieur par ses caractères paléontologiques et que seul le faciès gréseux qu'il affecte souvent a pu donner lieu à ce groupement.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Caractères paléontologiques. — La flore rhétienne a beaucoup plus d'affinités avec celle du Lias qu'avec celle du Trias. Les Cycadées, très abondantes, y sont représentées par les genres *Nilssonia*, *Podozamites*, *Otozamites*, etc.; les Conifères, par *Araucarites*, *Voltziopsis*, *Baieria*, *Palissya;* les Fougères, par *Clathropteris*, *Thinnfeldia*, etc. On signale en outre, dans la flore rhétienne, un certain nombre de genres de Fougères actuellement vivants, tels que *Todea* et *Marattia* [13].

La faune présente incontestablement des affinités à la fois avec celle du Trias et avec celle du Lias. Les Brachiopodes [82] comprennent encore, outre les *Terebratulidæ*, qui deviennent de plus en plus prédominants, des genres à affinités paléozoïques et notamment *Spiriferina* et *Spirigera*. Ce dernier ne survit pas au Rhétien. Les Lamellibranches sont surtout représentés par des genres indifférents, tels que *Pecten*, *Lima*, *Ostrea*, *Avicula*, *Mytilus*, etc., puis par les dernières *Myophoria* et les plus anciens *Unio*. Les Gastéropodes sont rares. Les Céphalopodes ne se rencontrent que dans quelques localités privilégiées des Alpes orientales [83]. Plusieurs espèces d'*Arcestes*, de *Cladiscites*, de *Megaphyllites*, de *Choristoceras* doivent être envisagées comme des survivants de la faune triasique. En revanche, *Monophyllites planorboides* est très voisin de *Psiloceras planorbis*, qui caractérise la première zone du Lias inférieur, et *Hesperites Claræ* annonce les *Schlotheimia* liasiques. La présence des premiers représentants des véritables Bélemnites dans le Rhétien des Alpes-Maritimes peut être invoquée comme un argument décisif en faveur de l'attribution du Rhétien au Jurassique.

Les Poissons, dont les dents accumulées par milliers constituent les *bonebeds*, appartiennent en général à des genres déjà communs au Trias, tels que *Hybodus*, *Saurichtys*, *Sargodon*, etc. A des genres de Reptiles triasiques, comme *Zanclodon* et *Mystriosuchus*, s'associent déjà des types jurassiques, tels qu'*Ichtyosaurus* et *Plesiosaurus*. Enfin, c'est dans le Rhétien que l'on a trouvé les plus anciens restes de Mammifères d'Europe : ce sont des dents isolées d'Allothériens, sur lesquelles on a basé les genres *Microlestes* et *Triglyphus*. On voit par cet aperçu que le Rhétien possède, au point de vue paléontologique, tous les caractères d'un terme de passage entre le Trias et le Lias.

Caractères stratigraphiques. — Dans plusieurs régions, le Rhétien fait suite en parfaite concordance au Trias supérieur et souvent le passage entre les deux termes est absolument insensible. C'est ce qui a lieu par exemple dans les Alpes orientales, en particulier dans la nappe de Bavière et, d'une manière plus frappante encore, dans les Alpes calcaires méridionales. Si l'on ne voyait pas apparaître à un moment donné les fossiles caractéristiques du Rhétien, on serait bien embarrassé pour séparer cet étage du Trias terminal, surtout lorsque les caractères lithologiques des deux étages sont exactement les mêmes, ce qui se produit quelquefois.

Dans le Centre et le Sud de l'Allemagne, la concordance est non moins imparfaite. On observe fréquemment, au-dessous des grès rhétiens, une récurrence d'argiles rouges, tout à fait semblables à celles qui prennent un si grand développement dans le Keuper.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

On conçoit que, dans ces conditions, les géologues allemands aient en général conclu en faveur de l'attribution du Rhétien au Trias et qu'ils en aient fait la subdivision supérieure du Keuper.

Cependant, cette concordance ne constitue pas la règle générale et l'on connaît un certain nombre de régions où le Rhétien est transgressif. Le Trias faisant défaut, il repose en discordance angulaire sur des termes quelconques de la série primaire. C'est surtout dans les îles Britanniques que cette transgression rhétienne peut être constatée sur de grandes étendues. Nous y reviendrons tout à l'heure.

Que le Rhétien repose en concordance sur le Trias ou qu'il soit transgressif, il est presque toujours représenté par des formations détritiques, principalement gréseuses et argileuses. Ce n'est guère que dans les Alpes, en Provence, en Corse, etc., que les calcaires y jouent un certain rôle. La présence très fréquente, au milieu des grès et quelquefois même dans les calcaires, de *bonebeds*, s'étendant sur de très grandes surfaces, semble montrer que la mer a envahi brusquement l'Europe occidentale, détruisant assez rapidement les poissons qui devaient pulluler dans les lagunes du Trias supérieur. Cette invasion subite constitue certainement un argument de grande valeur en faveur de l'attribution du Rhétien au Jurassique.

On ne connaît dans le Rhétien qu'un seul niveau paléontologique, auquel on donne d'ordinaire le nom de zone à *Avicula contorta* (pl. C). Dans les environs de Salzbourg, plusieurs formations, caractérisées chacune par une faune différente, se trouvent en superposition, mais E. Suess et E. von Mojsisovics ont montré qu'il s'agit là d'une succession de couches hétéropiques appartenant à un même horizon [56].

Répartition géographique et principaux types. — Pour compléter les données générales qui précèdent, il peut être utile de résumer dès maintenant les caractères des dépôts rhétiens dans les diverses régions où ils sont représentés. Comme nous l'avons fait jusqu'ici, nous commençons notre exposé par le Nord de l'Europe.

Dans les îles Britanniques, la mer rhétienne occupait le Centre de l'Angleterre, l'Est du Pays de Galles et elle formait vers le nord un golfe étroit, qui baignait l'Ouest de l'Écosse et le Nord-Est de l'Irlande. En Angleterre, et en particulier vers l'est, le Rhétien repose en concordance sur le Trias; il est constitué principalement par des marnes bariolées, par un schiste noir à *Avicula contorta* et par un *bonebed*. Dans le Pays de Galles et dans les Mendip Hills, il est transgressif, et repose directement sur le Carbonifère. En Écosse, il s'étend même vers le nord jusque sur les grès du Torridonien de la chaîne huronienne.

De la Grande-Bretagne la mer passait à l'est dans le Nord de l'Allemagne

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

et elle atteignait l'extrémité méridionale du massif Scandinave. En Scanie le Rhétien fait suite en concordance au Trias supérieur et comprend une puissante série de grès et de schistes argileux avec nombreux Végétaux et couches lignitifères, où Nathorst [85] et Lundgren [86] ont pu distinguer 8 niveaux successifs, caractérisés chacun par une association spéciale d'espèces végétales. Dans le haut s'intercalent des couches de grès avec fossiles marins, tels que *Mytilus minutus*, *Ostrea Hisingeri*, *Avicula contorta*.

Une série analogue existe à Bornholm et les gisements de Posen, de la Pologne méridionale et de la Haute-Silésie marquent le rivage oriental de la mer.

Dans le Centre et le Sud de l'Allemagne, le Rhétien présente des caractères très uniformes [4, 77]. Il est constitué par des grès fins à grains siliceux, alternant avec des schistes. Exceptionnellement, les schistes sont riches en empreintes végétales, comme par exemple dans les environs de Bayreuth. Les grès renferment en abondance *Avicula contorta*, *Gervilleia præcursor*, *Mytilus minutus*, *Myophoria inflata*, *Protocardium rhæticum*, etc. Il existe jusqu'à trois *bonebeds*, occupant des niveaux successifs.

A. de Lapparent [87] a fait ressortir l'absence du Rhétien dans le Sud de l'Alsace et sur le pourtour de la Forêt-Noire méridionale, et il en a conclu à l'existence d'une île située au sud de Strasbourg, sur l'emplacement de la vallée du Rhin actuelle et des massifs qui la limitent à l'ouest et à l'est.

Sur les bords de l'Ardenne, les grès rhétiens sont transgressifs sur le Keuper et, vers l'ouest, ils finissent eux-mêmes par être débordés par le Lias. Dans la Haute-Marne et en Franche-Comté [88], le Rhétien offre les mêmes caractères qu'en Allemagne; en Bourgogne [89, 90], des calcaires marneux viennent s'y intercaler, cependant il conserve son faciès littoral et, à l'ouest d'Arnay-le-Duc, il est transgressif et repose directement sur les terrains antétriasiques. On le retrouve ensuite, quoique très réduit, sur tout le bord est du Plateau Central, jusque dans l'Hérault. Il existe également sur le bord ouest, où il est principalement constitué par des sables et par des arkoses. Là aussi il repose fréquemment sur les terrains métamorphiques.

Aux environs de Valognes, dans la Manche, un grès dolomitique peu épais, qui supporte l'Hettangien, renferme *Mytilus minutus* et d'autres fossiles rhétiens. Comme le Rhétien manque sur tout le bord est du massif Armoricain, on en a conclu que les affleurements du Cotentin correspondaient à un golfe ouvert au nord vers l'Angleterre et séparé du bassin de l'Aquitaine par une terre émergée [0, 1].

La mer qui baignait le Sud-Ouest s'étendait, par contre, sur la région pyrénéenne, où le Rhétien est à l'état de calcaires en plaquettes à *Avicula contorta* et de dolomies.

En Espagne, les calcaires dolomitiques et les cargneules du Rhétien sont difficiles à séparer des couches triasiques sous-jacentes et il en est de même dans le Nord de l'Afrique; mais au Portugal le Rhétien, constitué par des grès à Végétaux, est de nouveau transgressif et repose souvent directement sur le Carbonifère ou sur des terrains plus anciens encore.

En Corse, dans la Basse-Provence [91] et dans les Alpes occidentales, le Rhétien comprend surtout des calcaires en dalles minces et des lumachelles à *Avicula contorta* (pl. C), alternant avec des schistes, des calcaires plus massifs à *Terebratula gregaria* et quelquefois aussi des bancs de *bonebed*. Dans les Alpes-Maritimes, c'est à ce niveau que l'on rencontre les premières Bélemnites.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le même faciès se trouve dans les Alpes calcaires méridionales, en particulier sur les bords du lac de Côme, où la faune est assez riche en Lamellibranches (*Avicula contorta*, *Gervilleia inflata*, *Pinna miliaria*, *Dimyopsis intusstriata*, *Pecten Azzarolæ*, etc.).

Dans la nappe inférieure des Alpes calcaires septentrionales, le Rhétien correspond à un ensemble d'assises connu depuis longtemps sous le nom de *couches de Kœssen* et qui a été pris avec raison par Gümbel pour type de l'étage [79, 80], car nulle part on ne rencontre à ce niveau une série dont la faune soit aussi riche et aussi variée.

Dans les Alpes de Bavière et dans le Nord du Tyrol, les couches de Kœssen [80; XXXVI, 3, 56, 62, 66] comprennent surtout des alternances de calcaires marneux et d'argiles, avec Lamellibranches (*Avicula contorta*, *Gervilleia præcursor*, *Dimyopsis intusstriata*, *Cardita austriaca*) et Brachiopodes (*Spirigera oxycolpos*, *Rhynchonella fissicostata*, *Spiriferina Emmrichi*), où localement les Zoanthaires (*Thecosmilia*, *Thamnastræa*) deviennent très abondants. Les Ammonites, citées plus haut, sont beaucoup plus rares. Au-dessus de ces couches marneuses, on observe quelquefois une récurrence de calcaires, tout à fait semblables au *Plattenkalk* triasique sous-jacent et souvent confondus pour cette raison avec les calcaires du Dachstein. On y trouve surtout des Zoanthaires, des Gastéropodes (*Rissoa alpina*) et des Lamellibranches de grande taille à test épais (*Lycodus cor*, *Dicerocardium Jani*, *Megalodon Guembeli*). Ce faciès calcaire devient prédominant dans la Basse-Autriche.

On observe souvent, dans la nappe de Bavière, la superposition, sur une même verticale, de plusieurs faciès du Rhétien. Ainsi, dans le massif de l'Osterhorn, au S. E. de Salzbourg, E. Suess et E. von Mojsisovics [56] ont observé la succession suivante :

1. Plattenkalk norien;
2. Calcaires en plaquettes et schistes avec les Lamellibranches habituels et bonebed (*faciès souabe*);
3. Calcaires gris à *Terebratula gregaria*, *Pecten acuteauritus*, Zoanthaires (*faciès carpathique*);
4. Calcaires noirs, bien stratifiés, avec *Avicula kœssenensis*, *Terebratula pyriformis*, *Rhynchonella fissicostata*, *Spirigera oxycolpos* (*faciès de Kœssen*);
5. Schistes et calcaires marneux noirs à *Choristoceras Marshi* (*faciès de Salzbourg*).

Le *faciès souabe* correspond au type prédominant dans le Nord et dans l'Ouest de l'Europe; le *faciès carpathique* se retrouve dans les Alpes occidentales et méridionales et dans les Karpates; le *faciès de Kœssen* est caractéristique des Alpes de Bavière. Quant au *faciès de Salzbourg*, il joue aussi un rôle prédominant dans la nappe de Hallstatt et fait suite en concordance aux couches du Zlambach. A la Fischerwiese, près Aussee, les Zoanthaires sont très communs dans ces couches marneuses [XXXVI, 4].

On constate que les quatre faciès qui se succèdent correspondent à des zones bathymétriques de plus en plus profondes, qui, ailleurs, sont juxtaposées. On assiste à l'approfondissement du géosynclinal alpin, qui ira en s'accentuant au Lias.

Dans la nappe du Dachstein, le Rhétien est généralement considéré comme formant avec le calcaire du Dachstein triasique une masse unique, présentant au contact du Lias proprement dit une surface d'érosion. Les calcaires rhétiens de la Spezia, en Toscane, sont très riches en Gastéropodes (*Neritopsis*, *Pseudomelania*, *Turbo*, *Cerithium*) et en Lamellibranches

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

(*Avicula contorta, Deshayesi, Nucula, Cucullæa, Astarte, Cardita*) [92 *bis*]. L'étage est connu, en outre, en divers points de l'Apennin, sous des faciès rappelant ceux des Alpes calcaires septentrionales. En Sicile, l'existence du faciès carpathique résulte de la présence de *Spirigera oxycolpos* et de *Rhynchonella fissicostata*.

Dans l'Afrique du Nord, les renseignements relatifs à l'existence du Rhétien sont peu nombreux. On a signalé dans l'Atlas quelques fossiles caractéristiques de l'étage dans les dolomies qui couronnent le Trias. Tout récemment L. Gentil [59 *ter*] a découvert toute une faune rhétienne (*Terebratula piriformis, Mytilus psilonoti, Cucullæa Murchisoni, Lima acuta, Ataphrus, Procerithium, Pleurotomaria*), dans le pays des Chaouïa, au-dessus d'argiles triasiques, qui reposent en discordance sur les terrains primaires.

Si l'on a fait abstraction des Karpates, on ne peut signaler nulle part avec certitude de dépôts rhétiens dans le prolongement, vers l'est, des Alpes et des Dinarides.

En dehors de l'Europe et de l'Afrique du Nord, le Rhétien marin n'est guère connu que dans la zone des plissements tertiaires de l'Asie méridionale, par exemple en Perse, dans l'Afghanistan, dans l'Himalaya, la presqu'île de Malacca. Au-dessus du Trias de Niti, Griesbach [XXXV, 76 *ter*] indique la présence de calcaires à *Megalodon* et Coralliaires tout à fait comparables à ceux des Alpes orientales.

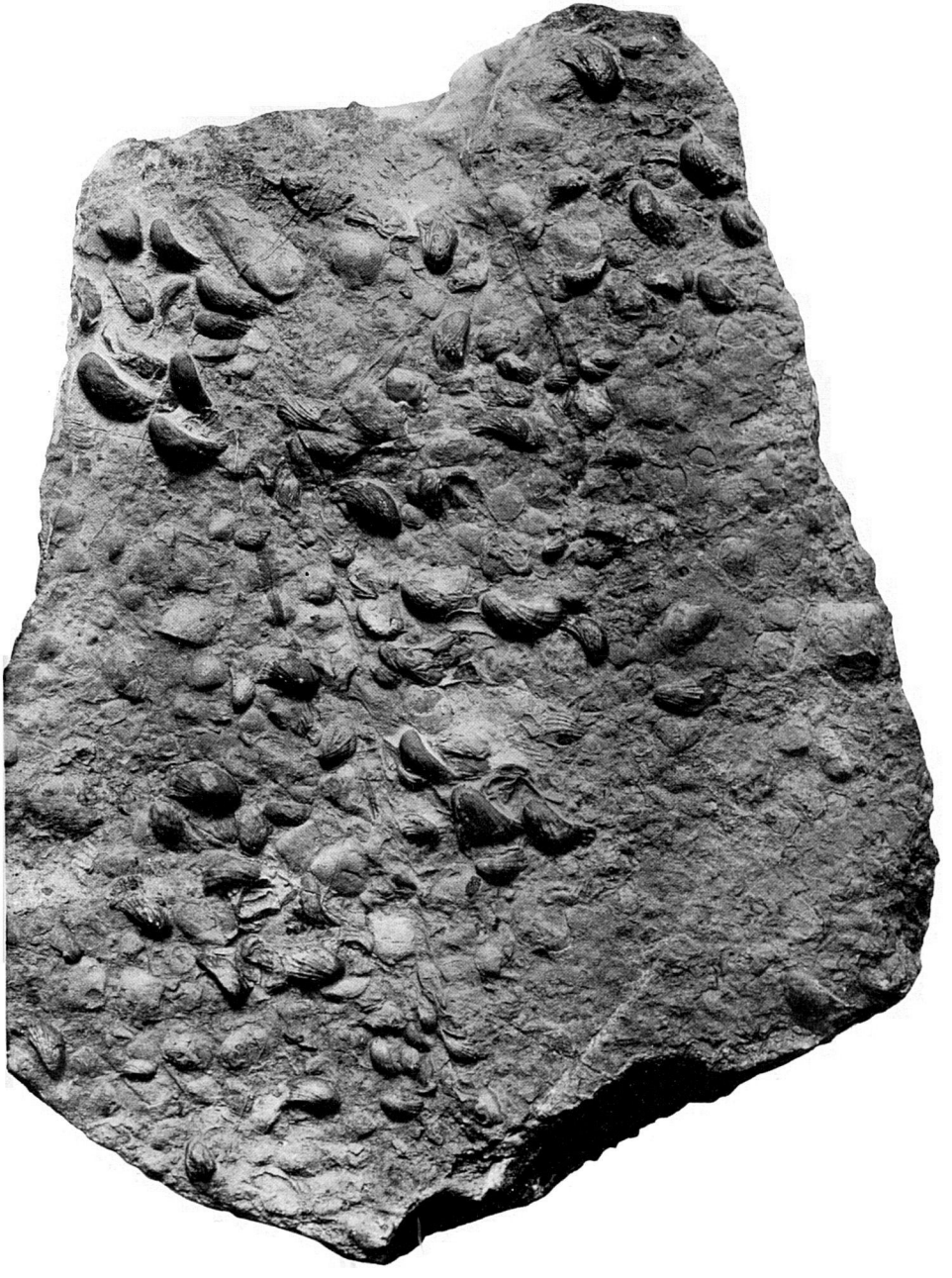
Tout récemment, Maud Healey [92 *ter*] a fait connaître une curieuse faune rhétienne, provenant des *couches de Napeng* de la Haute-Birmanie. Des schistes gris ou bleus renferment en abondance des Lamellibranches et des Gastéropodes nombreux, associés à une Lingule et à de rares Zoanthaires. Parmi les Lamellibranches se trouvent *Avicula contorta, Gervilleia præcursor* et *Grammatodon Lycetti*, qui ne laissent aucun doute sur l'âge des couches. D'autres espèces, appartenant aux genres *Palæoneilo, Protocardia, Cardita, Gervilleia*, etc., sont très voisines d'espèces liasiques ou rhétiennes d'Europe. Les *Myophoria* et les *Hœrnesia* ont, par contre, des affinités triasiques. Les genres *Burmesia, Prolaria* et *Datta* sont nouveaux et appartiennent à des familles nouvelles.

Plusieurs espèces des couches de Napeng se trouvent également sur la côte occidentale de Sumatra, dans des dépôts qui avaient été attribués à tort au Nummulitique.

D'autre part, en de nombreux points du Globe, le Rhétien est constitué par des formations continentales, avec plantes et couches de houille, qui sont presque toujours intimement liées à des couches liasiques possédant le même faciès. Pour cette raison, nous en remettrons l'examen au moment où nous ferons l'étude de la répartition géographique du Lias. Il suffira pour le moment d'énumérer les diverses régions où ont été rencontrées des flores rhétiennes analogues à celles de la Scanie et de l'Europe centrale.

Dans les régions arctiques, on connaît du Rhétien continental au Grœnland, au Spitzberg et dans la Terre François-Joseph ; en Asie, il a été signalé en Perse, au Turkestan, dans la Sibérie orientale, dans le Nord de la Chine, au Japon, dans le Se-tchouen, et il prend un grand développement au Tonkin [93]. Dans l'Inde péninsulaire, il constitue la base de la division supérieure des couches de Gondwana. De même, dans l'Afrique australe, il marque le début de la série de Karroo supérieure. On retrouve les éléments principaux de la flore rhétienne dans l'Est de l'Australie et en Tasmanie, dans la Nouvelle-Zélande, en Californie, dans le Connecticut et

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



Cliché H. Ragot.

Avicula contorta (gr. nat.)
Plaquette calcaire du Rhétien.
Toulon (Var).

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

dans la Caroline du Nord, au Mexique, au Honduras, en Bolivie, au Chili, dans la République Argentine.

Il résulte de cet aperçu que le Rhétien est, pour toutes les régions autres que l'Europe occidentale et centrale, une période essentiellement « géocratique ». Les géosynclinaux du Trias sont en grande partie comblés. Le même régime persiste au Lias, quoique atténué, car nous verrons la mer reprendre peu à peu possession de son ancien domaine. En Europe, le mouvement d'immersion, très marqué au Lias, débute au Rhétien et ira ensuite en s'accentuant. Nous examinerons plus loin à quelles causes tectoniques il doit être attribué. Le fait que la transgression rhétienne n'est que le début de la transgression liasique fournit un argument décisif en faveur de l'attribution du Rhétien au système Jurassique.

Subdivisions. — On a vu plus haut que le système Jurassique a été créé pour réunir sous une même dénomination les termes connus en Angleterre, depuis William Smith, sous les noms de *Lias* et d'*Oolithe*. Ces deux divisions ont été conservées par beaucoup d'auteurs et nous suivrons cet exemple en leur assignant la valeur de *sous-systèmes*, dont l'établissement est justifié à la fois par la persistance au Lias d'un certain nombre de types archaïques (*Spiriferina*, *Conularia*, etc.), et par des considérations paléogéographiques. Chacun d'eux comprendra trois *groupes*. En Allemagne, on subdivise d'ordinaire le Jurassique d'une manière très différente; depuis Leopold von Buch [1, 2] on y distingue le *Jura noir*, le *Jura brun* et le *Jura blanc*, dénominations tirées de la coloration prédominante des sédiments dans chacune de ces trois divisions, remplacées d'ailleurs plus tard par Oppel [5] par les noms de *Lias*, *Dogger* et *Malm*, empruntés au langage des carriers anglais ou allemands. Les limites du Lias chez les auteurs allemands ne correspondent pas tout à fait avec celles qu'avaient tracées les géologues anglais et français et elles diffèrent davantage encore de celles qui sont adoptées dans le présent ouvrage.

Le Dogger n'est pas exactement l'équivalent du groupe Oolithique inférieur et le Malm comprend l'ensemble des deux groupes Oolithique moyen et supérieur. La nécessité de séparer ces deux termes ressortira très nettement dans la suite, lorsque nous aurons fait voir le rôle important que joue la transgression du plus élevé.

La division du système Jurassique en *étages* a été établie dès 1842 par Alcide d'Orbigny [15]. Ce paléontologiste était déjà pénétré de la nécessité de renoncer aux divisions locales, exclusivement litholo-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

giques, et de baser les classifications géologiques sur les grands changements dans la distribution des terres et des mers et sur l'apparition brusque des faunes nouvelles, phénomènes qu'il mettait d'ailleurs en relation avec des catastrophes suivies de créations.

Quelques changements ont été apportés à sa classification du Jurassique, mais les grandes lignes subsistent et les étages peuvent en outre être définis aujourd'hui, comme on le verra tout à l'heure, par la distribution verticale des genres d'Ammonites.

Tandis qu'en France Alcide d'Orbigny faisait entrer la Stratigra-

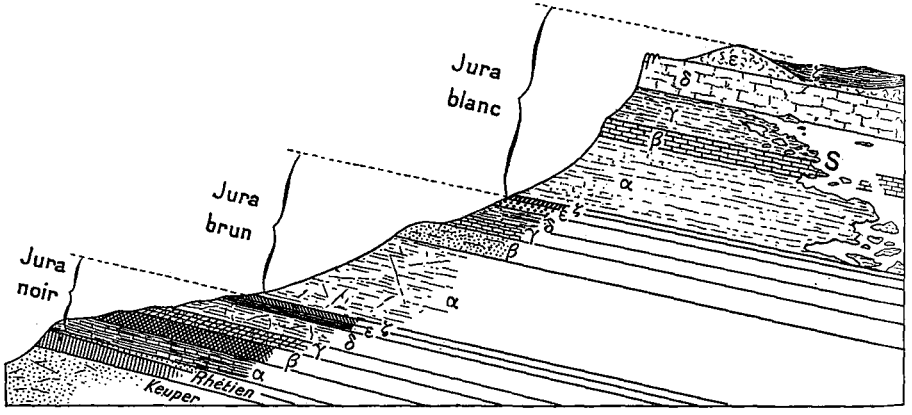


Fig. 297. — Coupe schématique du bord nord-ouest du Jura Souabe (d'après Th. Engel).

Les lettres α-ζ indiquent les subdivisions établies par Quenstedt dans chacun des trois termes distingués par les auteurs allemands dans le Jurassique. S, faciès à Spongiaires des subdivisions α-γ du « Jura blanc », correspondant, dans leur ensemble, au Lusitanien.

phie dans la voie de la synthèse, en Allemagne F. A. Quenstedt étudiait le Jurassique de son pays en se confinant dans l'analyse et en se donnant pour tâche l'étude minutieuse de la succession des espèces et en particulier des Ammonites dans les assises du Jura Souabe [3, 4]. Cette région était particulièrement favorable à l'établissement de niveaux paléontologiques; les couches jurassiques y sont très peu disloquées; elle sont aussi régulièrement empilées que les feuillets d'un livre (fig. 297); de beaux affleurements permettent d'en étudier facilement la succession ; quelques changements très apparents dans la nature minéralogique des terrains fournissent des points de repère commodes; les fossiles sont abondants à tous les niveaux et, le plus souvent, admirablement conservés. La Souabe est devenue ainsi de bonne heure une terre classique pour le Stratigraphe et dans maint village le paysan lui-même n'ignore pas que son champ se trouve sur tel ou tel des niveaux du Jura noir, brun

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

ou blanc, niveaux que Quenstedt désigne par une lettre grecque, d'α à ζ pour chacun des trois groupes [3, 4]. Oppel, le plus célèbre des élèves de Quenstedt, ne se contenta pas de suivre son maître dans l'analyse minutieuse des niveaux paléontologiques de l'Allemagne du Sud; il s'efforça de retrouver ces niveaux en Angleterre, en France, dans l'Allemagne du Nord [5]. Il constata que les 33 zones qu'il avait été à même de distinguer en Souabe, et qu'il désignait chacune par le nom d'une Ammonite caractéristique, n'avaient pas une valeur purement locale, mais qu'elles s'étendaient sur de grandes surfaces, conservant, à travers les plus grands changements lithologiques, les mêmes caractères paléontologiques essentiels. On sait que cette division du Jurassique en zones est devenue non seulement la base de l'étude détaillée de ce système, mais encore le point de départ des travaux analytiques relatifs aux autres terrains. L'importance des Ammonites pour l'établissement des parallélismes à grande distance était reconnue et, en même temps, se trouvait posé le principe que les autres fossiles marins, tels que Gastéropodes, Lamellibranches, Brachiopodes, Échinodermes, ne devaient intervenir qu'en seconde ligne dans les assimilations. Quant aux caractères lithologiques, ils étaient naturellement relégués à l'arrière-plan.

Le schéma d'Oppel n'a subi que de légères modifications, portant surtout sur le groupe Oolithique supérieur; la plupart des 33 zones ont été conservées, quelques-unes ont été ajoutées ultérieurement. Le tableau ci-contre résume toutes les subdivisions du Jurassique, depuis le sous-système jusqu'à la zone, en passant par le groupe et l'étage. Les zones sont celles que l'on a pu distinguer dans l'Europe centrale, et plus particulièrement dans l'avant-pays alpin, depuis la Franconie et la Souabe jusque dans le bassin du Rhône. La plupart, sauf les dernières, se retrouvent dans le bassin Anglo-Parisien et dans beaucoup d'autres régions; quelques-unes d'entre elles ont un caractère pour ainsi dire universel.

Comme on le voit, les espèces d'Ammonites qui ont été choisies pour caractériser les zones paléontologiques du Jurassique appartiennent à des genres très variés; ceci indique déjà qu'il est difficile de prendre un genre déterminé, d'en suivre les mutations à travers tout le système et de distinguer ensuite, comme le proposait Neumayr, des zones successives, correspondant chacune à la durée de l'une de ces mutations. L'évolution des Ammonoïdés jurassiques n'est connue que d'une manière discontinue, elle s'est effectuée en partie dans des mers dont les dépôts ne sont pas accessibles à nos recherches et, comme aux époques précédentes, des immigrations

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Zones à Ammonites du Jurassique, d'après Oppel, Neumayr, Buckman, etc.

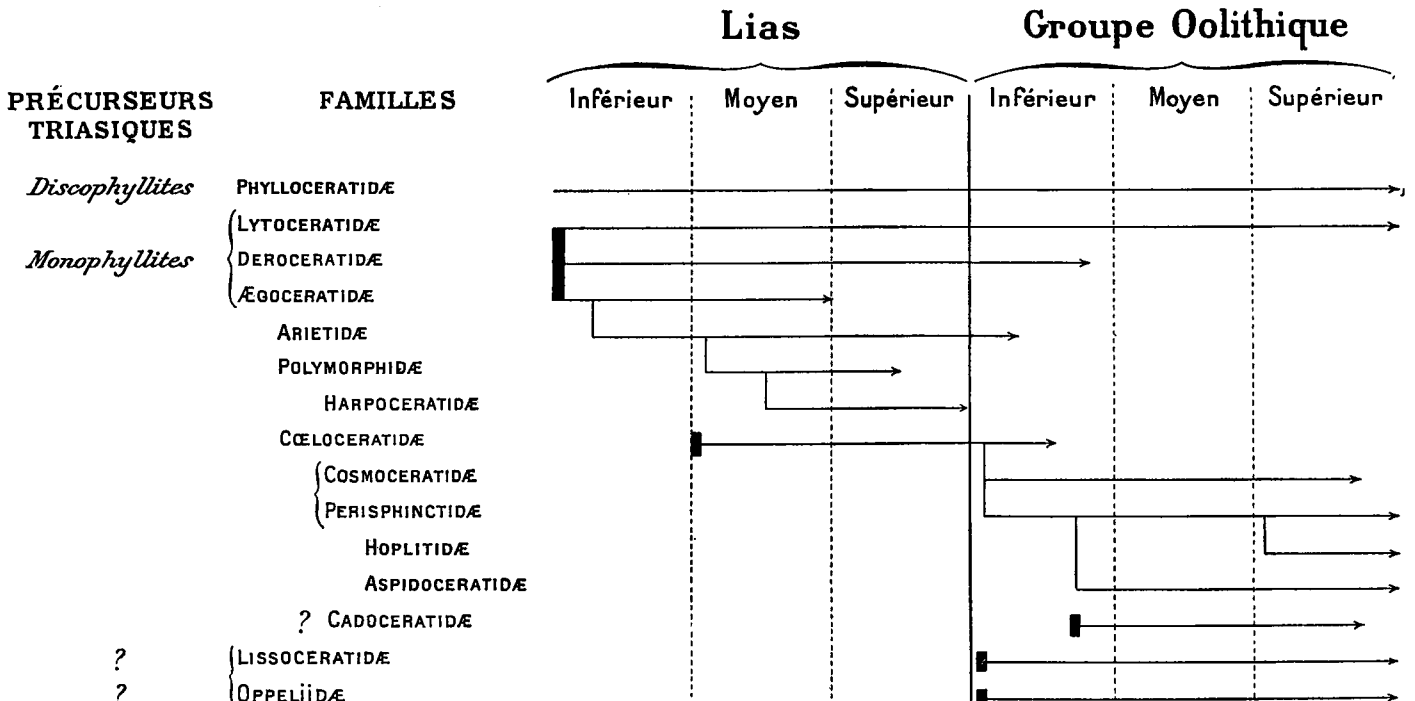
Sous-système Oolithique	Supérieur	Portlandien	Zone à *Berriasella Callisto.*
			— *Perisphinctes contiguus.*
			— *Oppelia lithographica.*
	Moyen	Kimeridgien	— *Aulacostephanus pseudomutabilis.*
			— *Streblites tenuilobatus.*
		Lusitanien	— *Perisphinctes Achilles.*
			— *Peltoceras bicristatum* et *Ochetoceras Marantianum.*
			— *Perisphinctes Martelli.*
			— *Peltoceras transversarium* et *Ochetoceras canaliculatum.*
	Inférieur	Oxfordien	— *Cardioceras cordatum.*
			— *Quenstedticeras Mariæ.*
			— — *Lamberti* et *Peltoceras athleta.*
		Callovien	— *Reineckeia anceps.*
			— *Macrocephalites macrocephalus.*
		Bathonien	— *Oppelia aspidoides.*
			— — *fusca.*
		Bajocien	— *Cosmoceras Garantianum.*
			— *Witchellia Romani.*
			— *Emileia Sauzei.*
			— *Witchellia læviuscula.*
Sous-système Liasique	Supérieur	Aalenien	— *Harpoceras concavum.*
			— — *Murchisonæ.*
			— — *opalinum.*
		Toarcien	— *Dumortieria pseudoradiosa.*
			— *Lytoceras jurense.*
			— *Dactylioceras commune.*
			— *Harpoceras falciferum.*
	Moyen	Domérien	— *Amaltheus spinatus.*
			— — *margaritatus.*
		Pliensbachien	— *Deroceras Davœi.*
			— *Polymorphites Jamesoni.*
			— *Deroceras armatum.*
	Inférieur	Lotharingien	— *Echioceras raricostatum.*
			— *Asteroceras obtusum.*
			— — *Turneri.*
		Sinémurien	— *Arnioceras semicostatum.*
			— *Arietites Bucklandi.*
		Hettangien	— *Schlotheimia angulata.*
			— *Alsatites laqueus.*
			— *Psiloceras planorbis.*

brusques de familles et de genres cryptogènes sont venues, à maintes reprises, modifier totalement la composition des faunes [I, 6].

La plus remarquable de ces invasions a eu lieu au début même de la période. Si l'on fait abstraction du Rhétien, où l'on rencontre à la fois des

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

FILIATION ET RÉPARTITION STRATIGRAPHIQUE DES PRINCIPALES FAMILLES D'AMMONOÏDÉS JURASSIQUES



Les grosses barres horizontales indiquent l'apparition de genres cryptogènes.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

genres triasiques et des genres jurassiques, on constate qu'aucun genre d'Ammonoïdés ne passe du Trias supérieur dans le Lias inférieur. Seule, de toutes les familles, celle des *Phylloceratidæ*, représentée au Trias par le genre *Discophyllites*, se continue au Jurassique, où elle prend son principal développement, avec le genre *Phylloceras* (fig. 295) et ses sous-genres, dont l'évolution peut être suivie d'une manière assez continue, grâce aux restes qu'ils ont laissés dans les formations bathyales des géosynclinaux.

Une autre famille, voisine des *Phylloceratidæ*, celle des *Lytoceratidæ*, comprenant l'unique genre *Lytoceras* (fig. 296), avec plusieurs sous-genres, est dans le même cas, sauf toutefois que l'on n'en connaît aucun représentant triasique; mais la forme particulière des cloisons qui la caractérisent la rapproche des *Deroceratidæ* et de certains *Ægoceratidæ*, dont le genre le plus ancien, *Psiloceras*, existe déjà dans le Rhétien et prend son plein développement à l'Hettangien (pl. CI, 1). Or, *Psiloceras* est, comme le montrent certaines particularités de son évolution individuelle, un descendant direct du genre *Monophyllites* (fig. 280), que l'on doit également envisager comme l'ancêtre des *Phylloceratidæ*. Ce genre *Monophyllites* est donc le lien par lequel les quatre familles des *Phylloceratidæ*, des *Lytoceratidæ*, des *Deroceratidæ* et des *Ægoceratidæ*, qui apparaissent à peu près simultanément et déjà différenciées au début du Jurassique, se rattachent aux Ammonoïdés du Trias.

Aucun autre genre triasique n'a de descendants parmi les formes liasiques. Par contre, toutes les familles jurassiques dont il nous reste à parler et dont la filiation est connue sont des descendants directs ou indirects de ce phylum des *Ægoceratidæ*. Nous citerons en première ligne les *Arietidæ*, qui atteignent leur maximum au Lias inférieur; les *Polymorphidæ*; les *Harpoceratidæ*, qui débutent au Lias moyen et atteignent leur plein développement au Lias supérieur; les *Cœloceratidæ*, qui datent également du Lias moyen et qui, après un premier épanouissement au début du Lias supérieur, disparaissent entièrement à l'Aalenien, pour reparaître brusquement au Bajocien et donner naissance à de nouveaux rameaux : *Stepheoceras*, *Parkinsonia*, *Cosmoceras*, *Macrocephalites*, *Reineckeia*, *Perisphinctes*. Ce dernier genre prend bientôt un très grand développement et prédomine sur tous les autres aux époques Oolithique moyenne et supérieure. En même temps, on voit s'en détacher à l'Oxfordien les *Aspidoceratidæ*, remarquables par leur gros *Aptychus*, et, plus, tard, les genres *Simoceras*, *Spiticeras*, *Odontoceras*, etc.

Voici pour le phylum des *Ægoceratidæ*, mais il existe encore d'autres familles jurassiques dont l'origine est tout à fait inconnue et dont les caractères ne permettent pas de préciser la position systématique.

C'est d'abord la famille des *Cardioceratidæ*, qui apparaît brusquement au Callovien, avec les genres *Cardioceras*, *Cadoceras*, *Pachyceras*. On a cherché à la rapprocher du genre liasique *Amaltheus*, mais en se fondant exclusivement sur l'analogie extérieure de la carène. Les affinités avec les *Cœloceratidæ* ne sont pas plus sérieusement établies.

C'est ensuite la grande famille des *Oppeliidæ*, véritable phylum, dont les plus anciens représentants, *Oppelia* et *Strigoceras*, datent du début du Bajocien. On ne connaît aucun précurseur liasique de ces formes essentiellement cryptogènes, qui rappellent plutôt certaines formes triasiques (*Gymnites*, *Carnites*). Leur descendance est, par contre, très nombreuse (*Hecticoceras*, *Ochetoceras*, *Distichoceras*, *Neumayria*, *Streblites*, etc.).

Enfin, la famille des *Lissoceratidæ* (*Haploceratidæ*), qui, elle aussi, débute brusquement au Bajocien et se continue à travers toute la série Oolithique, ne peut pas davantage être rattachée à des ancêtres liasiques.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Les principales invasions de types cryptogènes que l'histoire des Ammonoïdés jurassiques nous permet d'enregistrer ont lieu au Bajocien (réapparition des *Cœloceratidæ*, apparition des *Oppeliidæ*, des *Lissoceratidæ*), au Callovien (*Cardioceratidæ*); mais, dans tous les étages et dans presque toutes les zones, on voit apparaître brusquement des genres ou des groupes nouveaux. Contentons-nous pour le moment de signaler l'apparition des *Harpoceratidæ* au Domérien, celle de *Dumortieria* au début de l'Aalenien, celle de *Sonninia* au sommet de cet étage, celle des genres *Perisphinctes*, *Parkinsonia* et *Cosmoceras* dans la zone supérieure du Bajocien, celle d'*Ochetoceras* et du groupe de l'*Oppelia arolica* à l'Argovien, celle enfin du genre *Waagenia* et du groupe de l'*Oppelia lithographica* au début du Portlandien, en même temps que la réapparition du genre intermittent *Pachyceras*. Plusieurs de ces apparitions de types cryptogènes coïncident avec des déplacements des lignes de rivage. Ainsi le Bajocien correspond à une période de transgression sur les aires continentales et cette invasion marine atteint son maximum au Callovien, d'où l'introduction, à ce moment, de nombreuses formes nouvelles. L'arrivée d'éléments nouveaux au début du Portlandien correspond à une transgression très générale dans les géosynclinaux. Il est d'ailleurs inutile de multiplier ces exemples, car nous reviendrons sur ces coïncidences lorsque nous aurons à motiver dans le détail, pour chacune des grandes coupures, la classification que nous adoptons.

Nous étudierons d'abord à part le sous-système Liasique, en l'envisageant comme un tout, mais le sous-système Oolithique présente une importance telle que nous devrons traiter séparément chacun de ses trois groupes.

2° RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET PRINCIPAUX TYPES DU SOUS-SYSTÈME LIASIQUE

Europe occidentale. — Le Lias est bien représenté dans un grand nombre de régions de l'Europe occidentale, il y est presque toujours très fossilifère et l'on y observe souvent en superposition un grand nombre de niveaux, qu'il est facile de distinguer. Mais, tandis qu'en France, en Espagne et dans certaines parties de l'Angleterre, les variations de faciès dans le sens vertical et horizontal sont fréquentes, conformément à ce qui se produit d'ordinaire dans le voisinage des rivages, il n'en est pas de même dans le Yorkshire, dans l'Allemagne du Nord et dans l'Allemagne du Sud, où la série est d'une remarquable uniformité, les argiles, les marnes et les calcaires marneux constituant, de la base au sommet, les sédiments prédominants. Ce n'est pas que l'on soit en présence d'une succession de couches déposées dans un géosynclinal, comme celle que nous fournira la région alpine; nous avons certainement affaire ici aux dépôts du centre d'un

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

bassin, à des formations qui ont pris naissance à une plus grande distance des côtes que ceux des régions plus occidentales, et souvent ce sont de véritables formations bathyales, où les *Phylloceras* et les *Lytoceras* deviennent relativement abondants, mais l'épaisseur de la série reste relativement faible. Il y a là une particularité dans la répartition des faciès qui est à rapprocher de faits analogues que nous avons déjà pu mettre en évidence pour le Dévonien, pour le Permien, pour le Trias. Le maximum de pro-

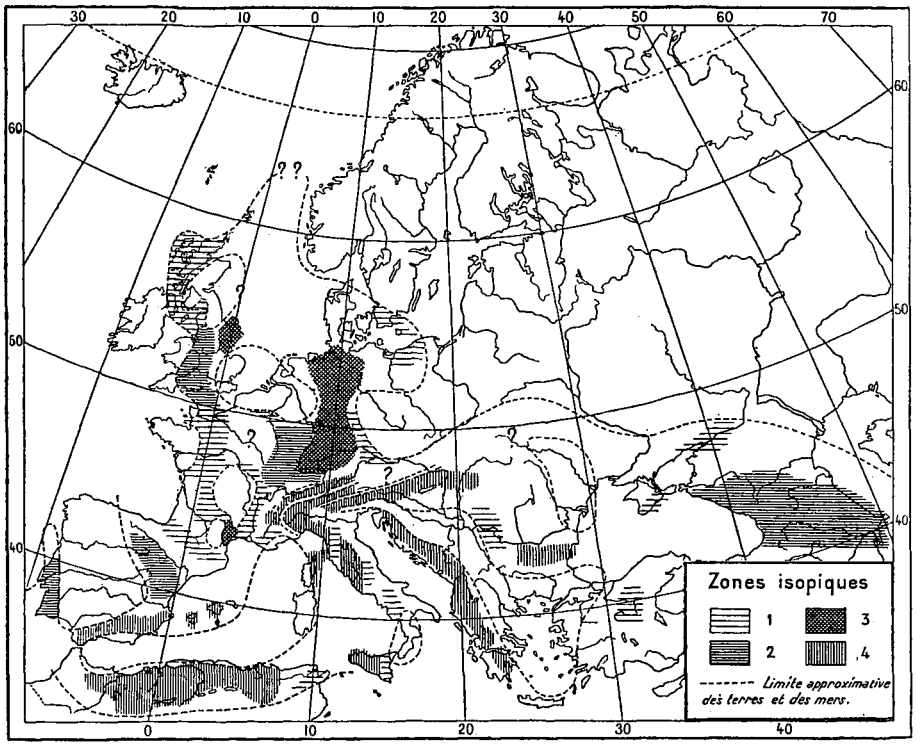


Fig. 298. — Cartes des zones isopiques de l'Europe à l'époque du Lias.

1, zones néritiques où la série Liasique est incomplète; 2, zones néritiques où tous les termes de la série Liasique sont représentés; 3, aires d'ennoyage avec Lias bathyal; 4, géosynclinaux.

fondeur des mers de l'Europe occidentale se trouvait dans une dépression transversale par rapport aux plissements, dans une véritable aire d'ennoyage des chaînes calédonienne et armoricaine-varisque. Il en est de même au Lias : la dépression qui prolonge à peu près l'axe N.-S. de la mer du Nord actuelle est limitée, à l'ouest, par les massifs paléozoïques des îles Britanniques, par l'Ardenne et par le Plateau Central; à l'est, par le massif de Bohême, c'est-à-dire par un groupe d'aires de surélévation, qui formaient autant d'îles ou de presqu'îles dans la mer liasique (fig. 298). La dépression liasique du Yorkshire et de l'Allemagne, que nous appellerons désormais la *cuvette Germanique*, a pris naissance sur l'emplacement du golfe du Zechstein et du Muschelkalk, mais elle s'est étendue sur un plus grand espace et sa profondeur est certainement plus considérable qu'aux époques antérieures.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

C'est par les parties centrales de la cuvette Germanique que nous commencerons l'étude du Lias de l'Europe occidentale, nous passerons ensuite aux régions périphériques, de manière à mettre en évidence les changements de faciès qui se produisent sur les bords du bassin.

Cuvette Germanique. — Le Lias de la côte du Yorkshire se distingue de celui du reste de l'Angleterre par la prédominance des formations argileuses, argiles à nodules, schistes, marnes, bancs de limonite, et par la rareté des grès, des calcaires oolithiques et des calcaires grossiers, qui deviennent de plus en plus abondants vers le sud-ouest [18, 94]. Par ces caractères, il se rapproche beaucoup de celui de l'Allemagne du Nord, où les sédiments argileux règnent dans toute l'épaisseur de la série [20, 95, 96], tandis qu'on n'y observe que des intercalations peu épaisses de calcaires marneux et de minerais de fer. Il en est de même dans l'Allemagne du Sud, en particulier en Franconie [97] et en Souabe [3-5]. Par contre, le Lias de la vallée du Rhin [30] présente déjà beaucoup d'affinités avec celui du versant est du bassin de Paris et avec celui du bassin du Rhône.

La faune liasique est remarquablement uniforme dans toute l'étendue de la cuvette Germanique et même dans le sens vertical — si l'on fait abstraction des Ammonites, sur lesquelles nous reviendrons, — elle se modifie peu. Elle comprend un petit nombre de genres de Gastéropodes (*Pleurotomaria, Trochus, Turbo, Eucyclus, Discohelix, Turritella, Pseudomelania, Cerithium, Alaria, Actæonina, Dentalium*, etc.), des Lamellibranches appartenant également à un nombre de genres assez restreint (*Ostrea, Gryphæa, Pecten, Lima, Plicatula, Monotis, Avicula, Posidonomya, Gervilleia, Inoceramus, Pinna, Modiola, Arca, Nucula, Leda, Trigonia, Protocardia, Unicardium, Tancredia, Cardinia, Pholadomya, Gresslya, Pleuromya*, etc.). Les Brachiopodes sont à peu près réduits aux genres *Terebratula, Zeilleria, Rhynchonella* et, dans le Lias inférieur et moyen, *Spiriferina*. Les Crustacés sont très peu variés (*Glyphæa, Eryma*, etc.). Les Bryozoaires, les Échinides, les Zoanthaires font presque entièrement défaut. Les Crinoïdes, appartenant surtout au genre *Pentacrinus*, sont souvent fixés sur des bois flottants.

Les microorganismes sont très abondants dans toutes les couches argileuses du Lias de Souabe [98]. Les Foraminifères prédominent, avec les genres *Nodosaria, Frondicularia, Marginulina, Cristellaria*, etc. On trouve également des Ostracodes (*Bairdia*) et des spicules d'Holothuries. Les Poissons abondent dans certaines localités. Les Reptiles marins (*Ichthyosaurus, Plesiosaurus, Teleosaurus, Steneosaurus*) sont surtout localisés au sommet du Lias inférieur et à la base du Lias supérieur.

Les Bélemnites méritent une mention spéciale. Les rostres de ces Dibranchiaux se trouvent quelquefois en telle quantité dans les couches, que Quenstedt a pu parler de « champs de bataille » de Bélemnites.

Les Ammonites sont presque toujours l'élément prépondérant de la faune. Elles se rencontrent généralement à l'état de moules internes, calcaires ou pyriteux, mais leur test est assez souvent conservé, parfois même, comme par exemple dans la zone à *Harpoceras opalinum*, avec son aspect nacré original. Le tableau ci-contre donne la répartition, dans les zones successives, des formes les plus caractéristiques. Sauf à quelques niveaux, le nombre des espèces est peu considérable, mais, en revanche, celui des individus est souvent très grand et les variations individuelles sont telles que plusieurs auteurs les ont envisagées comme des espèces indépendantes. Cependant leur localisation dans un même banc, voire dans un même nodule, montre que l'on est en présence d'individus issus d'une même

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Répartition des Ammonites par zones dans le Lias de la cuvette Germanique.

LIAS SUPÉRIEUR

AALENIEN

ZONE A HARPOCERAS CONCAVUM (γ p. p.) : *Platypleuroceras subspinatum, Harpoceras cornu, V scriptum.*

ZONE A HARPOCERAS MURCHISONÆ (β) : *Lytoceras amplum, Tmetoceras scissum, Harpoceras Sinon, Haugi, Hudlestonia staufensis.*

ZONE A HARPOCERAS OPALINUM (α) : *Lytoceras torulosum, L. hircinum, Hammatoceras subinsigne, Dumortieria subundulata, radians, radiosa, Pleydellia aalensis, Harpoceras comptum.*

ZONE A DUMORTIERIA LEVESQUEI (ζ) : *Catulloceras Dumortieri, Dumortieria costula, pseudoradiosa, striatulocostata, Munieri.*

TOARCIEN

ZONE A LYTOCERAS JURENSE (ζ) : *Lytoceras Germaini, Hammatoceras insigne, Grammoceras striatulum, Lillia erbaensis, Haugia variabilis, occidentalis, Pseudogrammoceras fallaciosum, quadratum, Harpoceras compactile, Polyplectus discoides, Hudlestonia serrodens, Paroniceras sternale.*

ZONE A DACTYLIOCERAS COMMUNE (ε) : *Phylloceras heterophyllum, Lytoceras sublineatum, cornucopiæ, Grammoceras dœrntense, Lillia colnensis, Haugia illustris, Pseudogrammoceras Bingmanni, Harpoceras subcarinatum.*

ZONE A HARPOCERAS FALCIFERUM (ε) : *Lytoceras Siemensi, Hildoceras serpentinum, Levisoni, bifrons, Harpoceras acutum, elegans, exaratum, Dactylioceras annulatum.*

LIAS MOYEN

DOMÉRIEN

ZONE A AMALTHEUS SPINATUS (δ) : *Amaltheus margaritatus, Engelhardti, Cymbites centriglobus.*

ZONE A AMALTHEUS MARGARITATUS (δ) : *Phylloceras Zetes, Grammoceras algovianum, retrorsicosta.*

ZONE A DEROCERAS DAVOEI (γ) : *Lytoceras salebrosum, Ægoceras capricornu, Henleyi, Liparoceras striatum, Grammoceras Normannianum.*

PLIENSBACHIEN

ZONE A POLYMORPHITES JAMESONI (γ) : *Phylloceras ibex, Wechsleri, Deroceras venarense, Platypleuroceras brevispina, submuticum, Tropidoceras Masseanum, binotatum, Maugenesti, Actæon, Ægoceras Taylori, Polymorphites polymorphus, Bronni, Oxynoticeras lynx, Cœloceras pettos, Centaurus.*

ZONE A DEROCERAS ARMATUM (γ) : *Deroceras nodofissum, Polymorphites peregrinus.*

LIAS INFÉRIEUR

LOTHARINGIEN

ZONE A OXYNOTICERAS OXYNOTUM (β) : *Deroceras muticum, Schlotheimia lacunata, Ægoceras biferum, subplanicosta, Echioceras raricostatum, Nodotianum, Cymbites globosus, Oxynoticeras Greenoughi, Buvignieri.*

ZONE A ASTEROCERAS OBTUSUM (β) : *Deroceras ziphus, Schlotheimia Boucaultiana, Ægoceras planicosta, Asteroceras stellare.*

ZONE A DEROCERAS BIRCHI (αβ) : *Asteroceras Turneri, Arietites nodosaries, Agassiceras Scipionianum.*

SINÉMURIEN

ZONE A ARNIOCERAS SEMICOSTATUM (α) : *Coroniceras Sauzeanum, Arnioceras falcaries, Agassiceras Scipionianum, striaries.*

ZONE A ARIETITES BUCKLANDI (α) : *Arietites bisulcatus, Conybeari, spiratissimus, Brooki, Coroniceras rotiforme, coronaries.*

HETTANGIEN

ZONE A SCHLOTHEIMIA ANGULATA (α) : *Schlotheimia Charmassei, Alsatites liasicus.*

ZONE A ALSATITES LAQUEUS (α) : *Alsatites laqueolus, Caloceras longipontinum.*

ZONE A PSILOCERAS PLANORBIS (α) : *Psiloceras Johnstoni, Caloceras tortile.*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

ponte. Dans quelques cas exceptionnels, on a pu suivre les mutations d'une même espèce à travers les zones successives, mais, en général, l'évolution des Ammonoïdés liasiques est particulièrement discontinue et il se produit, à plusieurs reprises, des apparitions d'éléments cryptogènes, sur lesquelles Neumayr a le premier insisté [I, 6].

Les principales de ces invasions ont lieu :

1° dans la zone à *Arietites Bucklandi*, où le genre *Arietites* et ses sous-genres s'épanouissent subitement;

2° dans les zones à *Deroceras Birchi* et à *Asteroceras obtusum*, où l'on rencontre pour la première fois les genres *Ægoceras*, *Deroceras*, *Oxynoticeras;*

3° dans la zone à *Polymorphites Jamesoni*, où apparaissent à peu près simultanément *Polymorphites, Platypleuroceras, Tropidoceras, Cœloceras;*

4° dans la zone à *Deroceras Davœi*, où les genres *Grammoceras* et *Amaltheus* ont leurs premiers représentants;

5° dans la zone à *Dactylioceras commune*, où débutent *Lillia*, *Haugia*, *Harpoceras*, *Hildoceras;*

6° dans la zone à *Dumortieria pseudoradiosa*, qui marque le début de *Dumortieria* et de *Catulloceras;*

7° dans la zone à *Harpoceras concavum*, où l'on signale en Angleterre les premières *Sonninia*.

Plusieurs de ces zones coïncident avec le début des étages ou des groupes que l'on peut distinguer dans le sous-système Liasique.

La grande uniformité de faciès que l'on constate de la base au sommet du Lias de la cuvette Germanique n'implique cependant pas une constance absolue dans les conditions bathymétriques qui ont présidé à son dépôt. Il y a des maxima de profondeur, qui se traduisent par une plus grande fréquence des *Phylloceras* et par la nature plus argileuse des dépôts et qui correspondent aux zones à *Polymorphites Jamesoni*, à *Amaltheus margaritatus* et à *Dactylioceras commune*. Il y a des minima de profondeur, marqués par une grande abondance des Lamellibranches et des Brachiopodes. Au début, dans l'étage Hettangien, le genre *Cardinia* joue un rôle très important et l'on voit quelquefois s'introduire à ce niveau des intercalations sableuses ou gréseuses. De même, la zone à *Harpoceras Murchisonæ* est en grande partie gréseuse; on y rencontre, en Souabe, des bancs avec ripple-marks et pistes de divers animaux. Par contre, la faune n'y diffère pas d'une manière essentielle de celle de la zone sous-jacente à *Harpoceras opalinum*, où brusquement les Lamellibranches, assez rares dans le Toarcien, apparaissent en grand nombre (*Gervilleia Hartmanni*, *Nucula Hammeri*, *Trigonia navis, similis*, *Pronoë trigonellaris*, *Lucina plana*, *Pholadomya Murchisoni*, etc.). Ce sont les argiles à *Trigonia navis*, si fossilifères à Gundershoffen (Alsace) [30], que l'on suit depuis le Hanovre jusque dans le Jura septentrional, mais que l'on ne retrouve plus à l'ouest des Vosges. D'autres niveaux de la vallée du Rhin [30] et en particulier la zone à *Amaltheus spinatus*, se rapprochent cependant bien davantage, par leur faciès, du Lias de Lorraine que du Lias de Souabe.

Les *schistes de Boll*, à *Posidonomya Bronni*, qui correspondent aux deux zones à *Harpoceras serpentinum* et à *Dactylioceras commune*, méritent une mention spéciale. Ce sont des schistes bitumineux, où les Ammonites ont conservé leur test et leur *Aptychus*, mais sont complètement écrasées et où les Dibranchiaux se rencontrent avec leur poche à encre. Les Poissons, les Pentacrines y sont assez fréquents.

On y a trouvé des squelettes entiers de *Teleosaurus* et d'*Ichthyosaurus*. Quelques-uns de ces derniers sont encore entourés de leur peau et les

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

muscles sont assez bien conservés pour qu'Eb. Fraas ait pu en faire l'étude histologique.

Ce faciès se retrouve dans quelques localités du bassin de Paris, dans l'Yonne et dans le Calvados; mais, dans l'Allemagne du Nord et dans le Yorkshire, les Vertébrés sont beaucoup plus rares et les Ammonites sont, par contre, d'une fort belle conservation [94, 99-100 *bis*].

Ajoutons enfin que le début de l'Aalenien est marqué en Souabe par une sorte de brèche, dans laquelle on trouve à la fois des *Dumortieria* nombreuses et des fossiles remaniés de la zone à *Lytoceras jurense* [102]. Un fait analogue a été observé en Normandie, comme on le verra plus loin.

Bord oriental de la cuvette Germanique. — La mer qui occupait la cuvette Germanique ne s'étendait pas très loin vers l'est, car, en Saxe et en Bohême, on ne connaît aucune trace de Lias et ce sont des étages jurassiques beaucoup plus récents qui reposent directement sur les terrains anciens. De plus, en Bavière, le Lias manque à l'est des collines de Ratisbonne, où sa partie inférieure est représentée par des grès sans fossiles, déposés, de même que le Domérien et le Lias supérieur, dans un golfe ouvert à l'est, tandis que le Lotharingien et le Pliensbachien manquent entièrement [23 *bis*].

Déjà en Franconie, le Lias offre un caractère moins bathyal qu'en Souabe, les argiles et les marnes font souvent place à des calcaires, et les calcaires du Lias inférieur se chargent de grains de quartz, attestant le voisinage du rivage. En même temps, la faune se modifie, les Gastéropodes, les Lamellibranches, les Brachiopodes deviennent prédominants et sont représentés par des espèces beaucoup plus nombreuses qu'en Souabe. Max Schlosser a insisté sur les étroites affinités qui unissent certains genres de Gastéropodes du Lias de Franconie, tels que *Loxonema*, *Eustylas*, *Amberleya*, *Stuorella*, *Sisenna*, à leurs ancêtres triasiques [97].

Dans la Haute-Silésie et en Pologne, l'Aalenien est seul représenté sous la forme de grès à *Inoceramus polyplocus*.

Bord septentrional de la cuvette. — La continuation vers le nord des dépôts liasiques de la Westphalie, du Hanovre, du Brunswick est cachée sous les formations quaternaires de la plaine de l'Allemagne du Nord, mais on voit reparaître sur les côtes de la Baltique quelques rares affleurements, comme par exemple dans le Mecklembourg. Ailleurs, comme en Poméranie, le Lias a été atteint par des sondages, ou bien il est connu par des blocs erratiques fossilifères, englobés dans les formations glaciaires.

Le gisement situé le plus à l'est est celui de Cammin, en Poméranie. Le Lias moyen y est constitué par des argiles sableuses à *Tropidoceras Valdani*. A Grimmen, l'Aalenien est à l'état d'argiles à concrétions calcaires, avec *Harpoceras opalinum*, *concavum*, etc. On le rencontre également dans l'île de Wollin [103].

A Dobbertin, dans le Mecklembourg, on a signalé des argiles à *Amaltheus margaritatus* et le Lias supérieur de la même localité est remarquable par les nombreux débris d'Insectes qu'il a fournis.

Sur la côte méridionale de l'île de Bornholm, des argiles et des sables avec débris végétaux, qui représentent la base du Lias, supportent des argiles et des grès ferrugineux avec nodules de sphérosidérite assez riches en Mollusques (*Pleurotomaria*, *Straparollus*, *Dentalium etalense*, *Pleuromya*, *Tancredia*, *Leda*, *Pseudopecten æquivalvis*, etc., et représentant le Lias moyen [104].

En Scanie, le Lias inférieur et moyen font suite en concordance au Rhétien. Ils sont principalement constitués par des grès, renfermant encore des lits de charbon et des débris végétaux, ainsi que des couches à Mollus-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

ques saumâtres. Mais certains bancs ont fourni des Ammonites caractéristiques des zones à *Arietites rotiformis*, à *Oxynoticeras oxynotum*, à *Polymorphites Jamesoni*, à *Amaltheus margaritatus* [105]. Le Lias supérieur n'a pas été préservé des dénudations ultérieures.

Des blocs erratiques, que l'on rencontre dans les dépôts glaciaires du Danemark, ont fourni un certain nombre de fossiles liasiques. Leur origine doit être cherchée sans doute en Scanie et à Bornholm [22].

La région la plus septentrionale de l'Europe où le Lias soit connu est le comté de Sutherland, dans l'extrême Nord de l'Écosse [106], mais le rivage ne devait pas être éloigné, car le Lotharingien à *Oxynoticeras oxynotum* et *Gryphæa obliqua* y repose sur des couches d'estuaire, qui renferment des lits de combustible, comme en Scanie. Il supporte les couches inférieures du Lias moyen, mais les couches supérieures ont disparu.

Plus au sud, dans les îles de Skye, de Raasay, d'Arran, le Lias, conservé grâce aux coulées de basalte qui l'ont recouvert, ne diffère par aucun point essentiel de celui d'Angleterre. En Irlande, il n'est resté que quelques vestiges des étages inférieurs.

Angleterre centrale et méridionale. — En Angleterre, les affleurements du Lias forment une bande continue depuis le Yorkshire, sur les côtes de la mer du Nord, jusque dans le Dorsetshire, sur les côtes de la Manche. Les étages inférieurs diffèrent peu des termes correspondants du Lias d'Allemagne; ce sont, ici aussi, des alternances très régulières de bancs de calcaires marneux et de marnes ou d'argiles.

Le nom de Lias (de « layers », les lits), emprunté par William Smith au langage des carriers du Somerset, rappelle cette particularité. La succession des faunes est exactement la même qu'en Allemagne. Certaines localités du Dorsetshire, en particulier Lyme Regis, sont célèbres par leur richesse en fossiles. Les Ammonites y sont d'une admirable conservation [107, 108]. On y trouve en outre des restes abondants de Reptiles, appartenant aux ordres des Ichthyosauriens, des Sauroptérygiens et des Ptérosauriens.

A partir de la zone à *Amaltheus margaritatus*, les conditions de dépôt se modifient d'une manière très générale. Les formations bathyales sont remplacées partout par une formation néritique, riche en Lamellibranches et en Brachiopodes. Ce sont les calcaires ferrugineux connus sous le nom de *marlstone*.

Les zones à *Harpoceras falciferum* et à *Dactylioceras commune*, de la base du Toarcien, sont de nouveau constituées par des argiles; mais, à partir de la zone à *Lytoceras jurense*, un régime de faible profondeur, avec sédimentation sableuse, s'établit partout, sauf dans le Yorkshire. Ce sont les *Colteswold sands* du Gloucestershire, les *Midford sands* des environs de Bath, les *Yeovil sands* du Dorsetshire. Dans le Sud ils empiètent sur l'Aalenien, dont ils englobent les deux zones inférieures; dans les Cotteswolds, par contre, le faciès des calcaires oolithiques et grumeleux, qui caractérise partout l'Aalenien supérieur, commence déjà dans les horizons les plus élevés du Toarcien [109]. S. S. Buckman a montré que l'Aalenien de cette région se distingue par la présence de Brachiopodes spéciaux, que l'on ne retrouve pas plus au sud, tandis que l'Aalenien des comtés de Somerset et de Dorset a les plus grandes analogies avec celui de Normandie. Il en conclut que, temporairement, une barrière située au nord de l'axe ancien des Mendip Hills devait séparer les deux régions. L'Aalenien de Dundry a les plus étroites affinités avec celui du Dorsetshire, et il est complètement différent de celui des

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

environs de Bath, dont il est pourtant très voisin [110]. La colline de Dundry offre une coupe très complète, comprenant toutes les zones depuis le Lias moyen jusqu'au Bajocien, et chacun de ces niveaux a fourni de nombreuses espèces d'Ammonites [111]. Il y a cependant ici, comme dans tout le Centre et le Sud de l'Angleterre, des traces fréquentes de discontinuité dans le phénomène de sédimentation. A plusieurs endroits, la série présente des couches remaniées, témoignant de phénomènes de dénudation sous-marine, contemporains du dépôt. Souvent alors un ou plusieurs horizons paléontologiques manquent localement dans la succession. Nous allons trouver des faits en tous points analogues dans le Lias et surtout dans le Bajocien de Normandie.

Bordure occidentale du bassin de Paris. — Sur les côtes méridionales de la Manche [27, 28], le Lias est représenté par une série beaucoup moins complète que dans le Dorsetshire. Il importe ici de distinguer d'une part le golfe du Cotentin, d'autre part la bande d'affleurements liasiques qui constitue, depuis la côte jusque dans le détroit du Poitou, la bordure orientale du massif Armoricain.

Le golfe du Cotentin s'est formé sur l'emplacement d'une ancienne dépression, dans laquelle se trouvaient déjà localisés les dépôts stéphaniens, permiens et triasiques. Il était ouvert à l'ouest et c'est par là que la transgression liasique a commencé à envahir la Normandie. Les couches hettangiennes ne se sont déposées que dans les petits bassins de Valognes et de Carentan; puis, plus à l'est, le Sinémurien repose directement sur le Trias et, plus loin encore, à Tilly-sur-Seules (fig. 300), dans le Calvados, il est débordé par le Lotharingien. Enfin, dans la région de Caen, tout le Lias inférieur fait défaut et le Lias moyen s'est déposé soit sur le Trias, soit sur les terrains primaires (pl. II, 1; fig. 299) [XXXIV, 41].

Dans l'HETTANGIEN du bassin de Valognes on a pu distinguer deux niveaux qui correspondent à peu près aux deux zones à *Psiloceras planorbis* et à *Schlotheimia angulata* d'Angleterre et d'Allemagne. Le niveau inférieur, qui fait suite aux grès rhétiens à *Mytilus minutus*, est une marne renfermant encore cette espèce, avec *Corbula Ludovicæ*; le niveau supérieur est un calcaire gréseux à *Pecten valoniensis* (pl. CI, 2), *Lima valoniensis*, *Cardinia copides*, *Psiloceras Johnstoni*.

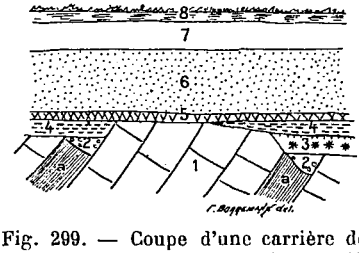


Fig. 299. — Coupe d'une carrière de May, Calvados (d'après A. BIGOT, cliché communiqué par la Société géologique de France). Échelle 1/200.

1, grès de May, avec bancs schisteux (a) (Ordovicien); 2, poudingues domériens; 3, calcaires à Crinoïdes toarciens; 4, couches à *Harpoceras bradfordense* (Aalenien moyen); 5, couches à *Witchellia lævisculа* (Bajocien inférieur); 6, Oolithe ferrugineuse (Bajocien supérieur); 7, Oolithe blanche (id.); 8, terre végétale.

Le SINÉMURIEN du bassin de Carentan est constitué par des calcaires marneux à *Gryphæa arcuata*, *Lima gigantea*, *Arietites bisulcatus*.

Le LOTHARINGIEN, par quoi commence la série liasique des environs de Bayeux, est formé par une alternance de bancs calcaires et d'argiles, où l'on trouve surtout des Brachiopodes (*Spiriferina verrucosa*, *Zeilleria cor*, *Rhynchonella Thalia*) et *Gryphæa obliqua*. Il passe insensiblement au Pliensbachien à *Zeilleria numismalis* et *Belemnites clavatus*. Exceptionnellement, comme par exemple à Evrecy et à Maltôt (Calvados), on rencontre des Ammonites caractéristiques de la zone à *Polymorphites Jamesoni* (*Tropidoceras Maugenesti*, *binotatum*).

La zone à *Deroceras Davœi*, qui marque le début du Domérien, correspond à un approfondissement considérable de la mer; elle est représentée par des marnes à ciment, très fossilifères à Sables, où l'on trouve surtout, à l'état de moules pyriteux, *Phylloceras Los-*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

combi, *Lytoceras fimbriatum*, *Grammoceras Normannianum*, *Ægoceras capricornu*, *sinuosum*, *Liparoceras striatum*, *Amaltheus spinatus*, ainsi que de nombreuses Bélemnites.

Le banc calcaire par lequel se termine assez généralement le Lias moyen correspond au Marlstone d'Angleterre. Il renferme surtout, outre *Amaltheus spinatus* et *margaritatus*, *Pseudopecten æquivalvis* et de nombreux Brachiopodes (*Spiriferina pinguis*, *Rhynchonella acuta*, *tetraedra*, *Terebratula punctata*, *Zeilleria cornuta*, *quadrifida*).

Dans la région de Caen et en particulier à May-sur-Orne, cette même zone repose directement sur la surface irrégulière des terrains primaires. Le grès de May, en couches fortement redressées (pl. II, 1 ; fig. 299), formait un véritable récif, autour duquel se sont déposés les premiers sédiments de la série transgressive. Ce sont ou des conglomérats, dont les éléments sont empruntés aux grès sous-jacents, ou bien, dans des anfractuosités du récif, des poches très fossilifères. On y a trouvé une faune très riche en Gastéropodes (*Pleurotomaria*, *Cryptænia*, *Trochus*, *Cerithium*, *Discohelix*, *Niso*, *Conactæon*, etc.), dont l'âge est fixé par *Amaltheus spinatus*.

La base du Toarcien est constituée, dans le Bessin (fig. 300), par des argiles schisteuses avec cordons de nodules calcaires, renfermant notamment *Harpoceras falciferum* et des restes de Poissons (*Leptolepis Bronni*). C'est l'équivalent des schistes de Boll. La zone à *Dactylioceras commune* correspond à un banc de calcaire marneux, où abondent *Hildoceras bifrons*, *Levisoni*, *Dactylioceras annulatum*, *Phylloceras heterophyllum*. La zone à *Lytoceras jurense* est oolithique, elle renferme surtout *Hammatoceras insigne*, *Haugia variabilis*, *Grammoceras striatulum*, *Pseudogrammoceras fallaciosum*, *Lytoceras sublineatum*.

Aux environs de May (fig. 299), par contre, le faciès argileux est remplacé par des calcaires à Crinoïdes (*Cyclocrinus amalthei* à la base, *Pentacrinus jurensis* au sommet), dans lesquels s'intercale un niveau très fossilifère, connu sous la dénomination de *couches à Leptæna* [112], quoique les petits Brachiopodes de May attribués autrefois à ce genre appartiennent en réalité à d'autres genres. Ce sont notamment les espèces suivantes : *Eudesella mayalis*, *Davidsonella sinuata*, *Thecidella leptænoides*, *Koninckella liasina*, *Davidsoni*. On y trouve en outre les premiers *Belemnopsis*, des *Peltarion*, des *Ostrea*, des *Cidaris*, des *Cotylederma*, des Bryozoaires. Les zones supérieures du Toarcien de May sont développées comme dans le Bessin.

L'Aalenien du Calvados [28,114] débute par des couches calcaires à *Dumortieria pseudoradiosa*, *radiosa*, *radians*, *Munieri*, *Catulloceras Dumortieri*, etc., souvent décalcifiées et dont la partie supérieure, caractérisée par *Pleydellia aalensis*, *costula*, *mactra*, est presque toujours détruite, ses débris se retrouvant à l'état remanié à la base de la zone suivante à *Harpoceras opalinum* (fig. 300). Celle-ci contient divers *Hammatoceras*, *Tmetoceras scissum* et déjà *Harpoceras Murchisonæ*. L'Aalenien supérieur est constitué en Normandie par un calcaire marneux grossier, connu sous le nom de *mâlière*. Il comprend les zones à *Harpoceras Murchisonæ* et à *Harpoceras concavum* d'Angleterre et d'Allemagne et l'on y distingue souvent un niveau moyen à *Harpoceras bradfordense*, *Zurcheria pugnax*, *Erycites fallax*, tandis que le niveau supérieur, où apparaissent les premières *Sonninia* avec *Haplopleuroceras subspinatum* et *Dumortieria grammoceroides*, a presque toujours été détruit par la transgression de la mer bajocienne. Outre les Ammonites, la mâlière renferme *Terebratula perovalis*, de nombreux Lamellibranches (*Lima Hersilia*, *Trigonastarte trigonalis*, *Cœlastarte excavata*, *Trigonia bella*), des Pleurotomaires et des Bélemnites (*Belemnopsis Munieri*).

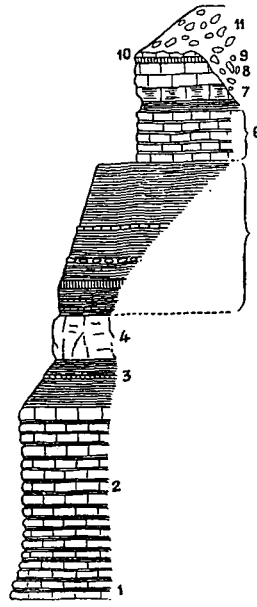


Fig. 300. — Coupe des carrières de Tilly-sur-Seules, Calvados (d'après A. Bigot).

1, Couches à *Rhynchonella Thalia* (Lotharingien) ; 2, calcaires marneux à *Zeilleria numismalis* ; 3, argiles à *Amaltheus margaritatus* ; 4, calcaire à *Amaltheus spinatus* ; 5, couches à *Harpoceras falciferum* et *Cadomella* et schistes à Poissons ; 6, couches à *Hildoceras bifrons* ; 7, niveau à *Haugia variabilis* ; 8, niveau à *Grammoceras toarcense* ; 9, niveau à *Dumortieria* ; 10, niveau à *Harpoceras opalinum* ; 11, Aalenien supérieur décalcifié ; 2-4, Lias moyen ; 5-11, Lias supérieur.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Il résulte de ces faits que la mer, qui avait atteint son maximum de profondeur au Toarcien, tend, à l'Aalenien, à abandonner la région, des oscillations négatives venant, à deux reprises, amener les dépôts nouvellement formés à un niveau qui permettrait à un retour offensif des eaux de les détruire et d'en introduire les éléments dans les sédiments déposés au cours de ces phases positives.

Bord septentrional et oriental du bassin de Paris. — Sur le bord méridional de l'Ardenne, le Lias forme une bande continue, depuis Hirson, dans l'Aisne, jusque dans le « golfe » ou, plus exactement, synclinal du Luxembourg, en passant par le département des Ardennes et par le Luxembourg belge. Tous les étages n'y sont cependant pas également représentés, car, comme l'a établi Gosselet [XXXIV, 19], les divers termes du Lias inférieur et moyen sont transgressifs vers l'ouest, de sorte que, dans les environs de Hirson, les couches à *Deroceras Davœi* recouvrent en discordance angulaire les schistes cambriens. Le Toarcien et l'Aalenien sont, par contre, en régression, comme en Normandie, le Bajocien reposant directement sur le Lias moyen dans cette même région de Hirson.

Aux environs de Sedan, la succession est complète à partir de l'Hettangien; Thiriet a pu y retrouver la plupart des zones d'Allemagne et d'Angleterre [115]. Les affinités paléontologiques avec ce dernier pays sont assez frappantes. Au début de la transgression, les couches affectent un caractère littoral; les grès, d'ailleurs plus ou moins calcaires, alternent régulièrement avec les marnes dans tout l'Hettangien et le Sinémurien (pl. IV, 1). A partir du Lotharingien, les calcaires remplacent les grès, sauf dans le Luxembourg belge, et au Pliensbachien les marnes deviennent prédominantes. Il est probable qu'à ce moment la mer, dont la transgression atteignait alors son maximum, s'étendait sur une grande partie du massif de l'Ardenne, mais ses dépôts littoraux ont été enlevés par des dénudations ultérieures. La zone à *Amaltheus spinatus* est un calcaire ferrugineux à Brachiopodes, analogue aux couches de même âge de Normandie, de Lorraine et d'Alsace. Le Toarcien et l'Aalenien sont exclusivement marneux.

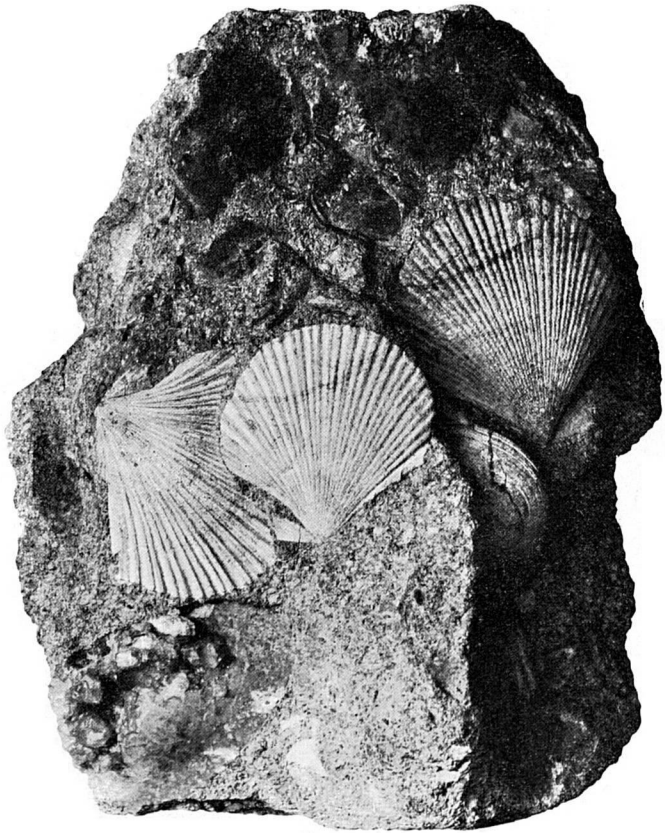
En Lorraine [29], les influences littorales ne se font sentir que jusque dans l'Hettangien, qui est en grande partie gréseux. La localité d'Hettange, dans la Lorraine annexée, est célèbre par la richesse en Gastéropodes (*Pleurotomaria*, *Trochotoma*, *Neritina*, *Solarium*, *Purpurina*, *Littorina*, *Pseudomelania*, *Cerithium*, *Striactæonina*, *Cylindrobullina*), en Lamellibranches (*Ostrea*, *Plicatula*, *Lima*, *Pecten*, *Chlamys*, *Avicula*, *Mytilus*, *Pinna*, *Cardinia*, *Astarte*, *Lucina*, *Tancredia*, *Cypricardia*, *Homomya*, *Pleuromya*), en Végétaux (*Pterophyllum*, *Clathropteris*, *Cyathospadix*) qu'y présente la zone à *Schlotheimia angulata*.

Déjà, dans les environs de Metz, le faciès gréseux disparaît. L'HETTANGIEN est alors étroitement lié au SINÉMURIEN et constitue avec lui les *calcaires à Gryphées arquées*, formation composée d'alternances régulières de calcaires marneux, plus ou moins noduleux, et de marnes. La faune est celle des couches de même âge dans l'Allemagne du Sud, mais *Gryphæa arcuata* y est d'une abondance extraordinaire. Les *Arietidæ* atteignent de grandes dimensions dans les bancs qui représentent la zone à *Arietites rotiformis*. Dans la zone suivante, à *Arnioceras semicostatum*, on trouve, par contre, de petites Ammonites ferrugineuses, appartenant aux genres *Eclocentrites*, *Schlotheimia*, *Arnioceras*, *Coroniceras*, etc. [116]. *Belemnites acutus* et *Pentacrinus tuberculatus* sont les espèces les plus communes à ce niveau.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



Psiloceras planorbis (3/4 gr. nat.)
Calcaires hettangiens.
Nellinger Mühle, près Stuttgart (Würtemberg).



Clichés H. Ragot.

Pecten valoniensis (3/4 gr. nat.)
Grès hettangiens.
Valognes (Manche).

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

La partie supérieure du Lias inférieur, l'étage LOTHARINGIEN, tire précisément son nom de la Lorraine, où il est particulièrement bien développé.

La zone inférieure, à *Deroceras Birchi* et *Asteroceras Turneri*, est représentée par des marnes sableuses peu fossilifères. Elle débute souvent par un cordon de nodules de phosphate de chaux, qui renferme, à l'état remanié, des fossiles des couches sous-jacentes au Sinémurien.

La zone à *Asteroceras obtusum* est constituée par des marnes feuilletées à nodules, où l'on trouve surtout *Ægoceras planicosta*, *Cymbites globosus* et, à la partie supérieure, *Deroceras Dudressieri*, *ziphus*, *Arnioceras ceras*, *Hippopodium ponderosum*.

Avec la zone supérieure, à *Oxynoticeras oxynotum*, la sédimentation calcaire reprend. C'est le *calcaire ocreux*, si fossilifère dans les environs de Nancy. Les espèces les plus caractéristiques de ce niveau sont : *Echioceras raricostatum*, *Nodotianum*, *Arnioceras Bodleyi*, *Oxynoticeras oxynotum*, *Greenoughi*, *Buvignieri*, *lotharingicum*, *Ægoceras densinodum*, *Zeilleria cor*, *Terebratula punctata*, *Rhynchonella tetraedra*, *Spiriferina pinguis*.

Dans tout le Lotharingien *Gryphæa arcuata* est remplacée par sa mutation *Gryphæa obliqua*.

Le LIAS MOYEN débute, comme dans l'Allemagne du Sud, par des marnes, où abonde *Zeilleria numismalis* et où, en général, les Brachiopodes sont beaucoup plus abondants que les Ammonites, conformément au caractère plus littoral des dépôts. La zone à *Deroceras Davœi* est formée de calcaires, qui ont souvent été confondus avec le calcaire ocreux lotharingien. La zone à *Amaltheus margaritatus* est marneuse, comme en Souabe; la zone à *Amaltheus spinatus* est représentée, par contre, soit par une lumachelle, soit par des grès ou des calcaires gréseux, où l'on rencontre en abondance, outre l'espèce caractéristique, de nombreuses variétés d'*Amaltheus margaritatus*, des Bélemnites, *Pseudopecten æquivalvis*, *Gryphæa cymbium*, *Zeilleria cornuta*, *Rhynchonella acuta*, *Rhynch. Rosenbuschi*, etc. C'est l'équivalent du *marlstone* d'Angleterre.

Tous ces termes du Lias inférieur et moyen ont un développement presque identique en Lorraine et en Alsace [30], ce qui rend très vraisemblable l'hypothèse d'après laquelle la mer passait par-dessus les Vosges et la Forêt-Noire. On a d'ailleurs trouvé à Alpersbach, dans le sud de la Forêt-Noire, un conglomérat tertiaire [117], renfermant à l'état remanié de nombreux fossiles du Trias, du Lias et même du Bathonien, dont la présence à une pareille altitude ne s'explique que par l'existence d'une ancienne couverture de dépôts secondaires, s'étendant sur les deux massifs jumeaux. Ceux-ci n'étaient donc certainement pas émergés au début de la période Jurassique.

Les analogies entre les deux versants des Vosges se poursuivent au TOARCIEN, qui diffère d'ailleurs fort peu de celui du Würtemberg, si ce n'est que la zone à *Lytoceras jurense* [118] y accuse plutôt des affinités avec l'Angleterre, et avec le bassin du Rhône. Mais l'AALENIEN présente en Lorraine des caractères tout différents de ceux qu'il affecte en Alsace et en Souabe [119-121]. Dans la zone à *Dumortieria Levesquei* et dans celle à *Harpoceras opalinum*, les marnes et les argiles sont remplacées par des grès et des marnes sableuses, dans lesquels s'intercalent plusieurs couches de minerai de fer, qui sont aujourd'hui exploitées sur une vaste échelle des deux côtés de la frontière.

La faune accuse également d'assez grandes différences. *Trigonia navis* est beaucoup moins commune qu'en Alsace; par contre, *Gryphæa ferruginea*, qui manque en Alsace, y forme de véritables bancs. On y rencontre aussi certains Lamellibranches (*Gervilleia Hartmanni*, *Gryphæa ferruginea*, *Astarte*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

elegans, *Isocardia cordata*, *Ceromya aalensis*, *Pholadomya fidicula*), des Brachiopodes, des Crinoïdes et des Zoanthaires, qui dénotent déjà de grandes affinités avec la faune bajocienne et qui indiquent une faible profondeur des eaux. La zone à *Harpoceras Murchisonæ* n'est pas toujours facile à distinguer de la zone à *Harpoceras concavum*, qui est constituée par un calcaire sableux, renfermant des *Harpoceras*, des *Sonninia* et de nombreux Lamellibranches, tandis qu'en Alsace, il comprend, comme en Souabe, des marnes à *Gryphæa calceola* [30].

Franche-Comté, Bourgogne, Lyonnais. — Dans toute la chaîne du Jura, où le Lias apparaît dans les anticlinaux, il offre les plus grandes ressemblances avec celui de Souabe et d'Alsace. Sur son bord occidental, de même que dans la Haute-Saône, on voit se manifester certaines particularités dans les faciès, surtout au Lias supérieur. La zone à *Lytoceras jurense* est représentée par des marnes à Ammonites pyriteuses et à Bélemnites; la zone à *Dumortieria Levesquei* conserve son faciès à petits Gastéropodes; la zone à *Harpoceras opalinum* est souvent à l'état d'oolithe ferrugineuse, tandis que les zones supérieures sont constituées par des calcaires à entroques, où les Céphalopodes ne se trouvent que tout à fait localement. Comme en Lorraine, la profondeur des eaux a donc considérablement diminué pendant la période Aalenienne, mais rien n'indique, en Franche-Comté, le voisinage immédiat d'un rivage.

Il en est exactement de même en Bourgogne [122], où l'extrémité nord-ouest du Plateau Central était certainement envahie par la mer dès le début du Jurassique, comme l'attestent les témoins d'Hettangien qui ont subsisté sur le massif granitique du Morvan, à des altitudes s'élevant jusqu'à 400 m. L'étage Hettangien du Morvan est d'ailleurs manifestement transgressif; il déborde sur le Rhétien et repose quelquefois directement soit sur le Trias, soit sur les schistes cristallins. Il débute par une *lumachelle*, qui correspond à sa zone inférieure. On distingue ensuite un banc à *Alsatites laqueus* et *Ostrea sublamellosa* et un calcaire jaune à *Schlotheimia angulata*, *Lima edula*, Cardinies, Gastéropodes, le *foie de veau* des géologues locaux [33].

Le Sinémurien est également transgressif et il fait quelquefois suite immédiatement à la lumachelle de l'Hettangien inférieur. Il est constitué par les *calcaires à Gryphées arquées*, dont l'épaisseur est assez variable, mais dont l'aspect est très uniforme, sur toute la bordure du Plateau Central, depuis Lyon jusque près d'Argenton-sur-Creuse, dans l'Indre, où il s'appuie sur le Rhétien et se termine en biseau vers l'ouest. Sa faune est très riche, surtout aux environs de Semur, où abondent les grands *Arietites* et où Alcide d'Orbigny a pris le type de l'étage. Le faciès des calcaires noduleux se continue d'ailleurs dans le Lotharingien, qui est particulièrement bien développé dans le Lyonnais (fig. 301), avec les mêmes zones qu'en Angleterre et en Allemagne [122]. Le Lias moyen et le Lias supérieur de Bourgogne ne s'éloignent guère du type que nous avons appris à connaître en Normandie et en Lorraine. Les marnes à ciment de Venarey, dans la Côte-d'Or, et de Saint-Amand, dans le Cher, ont fourni des faunes extrêmement riches en Ammonites pyriteuses et ferrugineuses, caractéristiques de la zone à *Polymorphites Jamesoni*. Les schistes à Poissons et à *Posidonomya Bronni* ont été reconnus en bien des points; dans les célèbres exploitations de ciment de Vassy, près Avallon, on a recueilli de nombreux *Cœloceras* te *Harpoceras* particuliers à la zone à *Dactylioceras commune*. Les niveaux supérieurs du Toarcien sont bien représentés à Saint-Romain-au-Mont-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

d'Or, où A. de Riaz [124] a pu retrouver les sous-zones que Buckman distingue dans la zone à *Lytoceras jurense* d'Angleterre.

De l'autre côté du Rhône, à Saint-Quentin, près la Verpillière (Isère), les niveaux supérieurs de l'Aalenien sont extrêmement riches en Ammonites d'une fort belle conservation [122]. A Saint-Quentin, comme à Saint-Romain, on exploitait autrefois une couche de minerai de fer, intercalée dans la zone à *Dactylioceras commune* et *Hildoceras bifrons*, mais les autres couches sont également ferrugineuses.

Dans le Mont d'Or Lyonnais, la zone à *Harpoceras opalinum*, encore ferrugineuse, est recouverte par des calcaires marneux à *Harpoceras Murchisonæ*, dont les bancs sont couverts d'empreintes problématiques, auxquelles on a donné le nom de *Cancellophycus*. Puis viennent des *calcaires à entroques*, qui

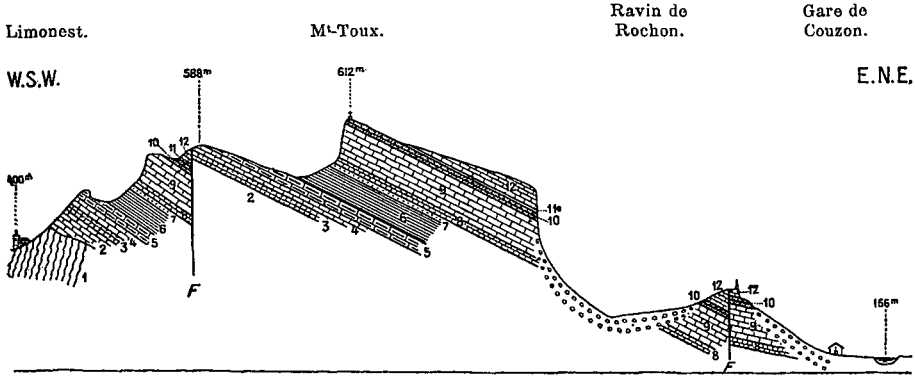


Fig. 301. — Coupe du massif du Mont d'Or lyonnais, de Limonest à la gare de Couzon (d'après Attale Riche).

1, Gneiss; 2, Trias; 3, Rhétien; 4, Hettangien; 5, calcaire à Gryphées; 6, Lias moyen; 7, Oolithe ferrugineuse à *Hildoceras bifrons*; 8, calcaire à *Cancellophycus*; 9, calcaire à entroques; 10, calcaire à Bryozoaires (zone à *Harpoceras concavum*); 11, couche de charriage à *Stepheoceras Blagdeni*; 12, *ciret*, calcaire siliceux à *Lissoceras oolithicum*.

ont une grande extension géographique, car ils forment un niveau très constant en Franche-Comté et en Bourgogne. A Couzon-au-Mont-d'Or (fig. 301, 315), ils sont recouverts par une lumachelle ou par une couche à éléments roulés, dont la faune, étudiée par Attale Riche [125], renferme les Ammonites les plus caractéristiques de la zone terminale de l'Aalenien (*Harpoceras concavum*, *V scriptum*, *rude*, *cornu*), associées à des Gastéropodes et à des Lamellibranches très nombreux et d'une belle conservation. On a ainsi la preuve que les calcaires à entroques, qui jouent un rôle topographique si important, appartiennent à l'Aalenien et non au Bajocien, comme on le croyait autrefois.

Seuil du Poitou et régions voisines. — Le Lias forme sur le bord septentrional du Plateau Central une bande continue, qui s'étendait certainement beaucoup plus loin vers le sud, sans que l'on puisse préciser ses limites primitives, car les formations littorales ne sont plus conservées. Cependant le voisinage du rivage se manifeste déjà dans l'Indre, où la succession des étages n'est plus complète, les termes inférieurs faisant fréquemment défaut. Ces lacunes sont encore accentuées par la présence d'une surface corrodée au sommet des couches qui les précèdent, par exemple au contact

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

du Rhétien et du Sinémurien. De plus, on observe, dans les calcaires de la base du Lias moyen, des rognons de phosphate de chaux [1], qui indiquent la destruction rapide d'un grand nombre d'organismes, par suite du changement brusque de leurs conditions d'existence [34].

C'est dans l'Indre que les faciès caractéristiques du Lias de Bourgogne font place vers l'ouest à ceux du *seuil du Poitou* [35]. Cette région formait au début de l'ère Secondaire une séparation très nette entre le bassin de Paris et celui de l'Aquitaine. Plus tard, grâce à un abaissement transversal des plis armoricains, un détroit se formait entre le massif Armoricain et le Plateau Central, ou, plus exactement, entre le plateau de Gâtine et le Limousin. Ce détroit, qui a subi ensuite des vicissitudes multiples, est connu aussi sous le nom de *détroit Poitevin.*

Le Trias n'existe nulle part sur le seuil du Poitou, de sorte que le Rhétien repose directement, en discordance, sur les terrains anciens, dont il moule les aspérités. L'Hettangien est transgressif sur les formations détritiques du Rhétien, il est constitué d'une manière assez uniforme par des calcaires jaune nankin, qui ne sont vraiment fossilifères que dans quelques localités de la Vendée et des Deux-Sèvres [126]. Les fossiles s'y trouvent principalement dans des poches de décalcification; ce sont presque exclusivement des Gastéropodes (*Cylindrobullina, Paracerithium, Cœlostylina, Eucyclus, Chartronia*, etc.) et des Lamellibranches (*Chlamys, Gervilleia, Modiola, Parallelodon, Cardinia, Cardium*, etc.), associés à de rares Brachiopodes, Échinides et Zoanthaires.

Le Sinémurien n'est connu que sur le bord mérional du massif ancien de la Vendée; sur le seuil du Poitou lui-même et sur le bord du Plateau Central, il fait entièrement défaut, de même que le Lotharingien et le Pliensbachien; c'est le Domérien, représenté par des calcaires gréseux à *Amaltheus spinatus, margaritatus, Pseudopecten æquivalvis, Gryphæa cymbium* et Brachiopodes, qui fait suite immédiatement aux calcaires de l'Hettangien. Il y a donc ici, comme sur les bords de l'Ardenne, des traces manifestes d'une transgression mésoliasique; mais le maximum d'extension de la mer liasique est réalisé au Toarcien, dont les dépôts se retrouvent partout à l'état marneux et reposent directement sur les terrains métamorphiques dans le sud du détroit Poitevin, ainsi que dans les environs de Thouars, où ils débutent par un poudingue à petits éléments. J. Welsch y a distingué toute une série de niveaux, caractérisés respectivement par *Pseudogrammoceras fallaciosum, Hildoceras bifrons, Haugia variabilis, Grammoceras toarcense* et *Hammatoceras insigne.* C'est exactement la succession que Buckman a reconnue en Angleterre

L'Aalenien, au moins dans sa partie inférieure, possède, sur le seuil du Poitou, un faciès très spécial, qui n'existe ni dans le bassin de Paris proprement dit, ni en Bourgogne, ni en Allemagne, ni en Angleterre; mais nous le retrouverons plus au sud. Ce sont les couches à *Ostrea Beaumonti* et *Rhynchonella cynocephala*, marnes bleues, où l'on rencontre, à la base, des *Dumortieria* (*D. radians, pseudoradiosa, costula*), puis des *Pleydellia*, qui en dérivent par filiation directe (*Pl. aalensis, mactra, subcomptum*) et enfin *Harpoceras opalinum* et *Lytoceras hircinum.* L'Aalenien supérieur est constitué par des calcaires marneux, renfermant, à la base, *Harpoceras Murchisonæ* et ses nombreuses variétés, et, au sommet, *Harpoceras concavum, V scriptum, Haplopleuroceras subspinatum* et les premières *Sonninia.* Aux Ammonites sont associés des Bélemnites (*Belemnopsis canaliculatus*), des Lamellibranches et des Échinides, qui ont déjà d'étroites affinités avec ceux de la faune bajocienne.

Bassin de l'Aquitaine. — Au sud du détroit du Poitou, le Lias forme, en bordure du Plateau Central, une bande à peu près continue de dépôts (fig. 302), qui s'étend au sud jusqu'à la vallée de l'Aveyron, dans le Tarn-et-Garonne, où elle s'enfonce sous une couverture de dépôts tertiaires, pour ne reparaître ensuite que dans les Pyrénées [37, 38].

L'Hettangien est représenté, dans toute cette région, par des calcaires dolomitiques, qui ont fourni localement, comme par exemple à Chasseneuil

1. Dans les endroits où ces couches ont été décalcifiées le phosphate forme un banc presque continu de 7 ou 8 cm d'épaisseur, de sorte qu'on a pu l'exploiter autrefois.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

(Charente) et à Thiviers (Dordogne), d'assez nombreux Lamellibranches et Gastéropodes. On n'y a trouvé, par contre, aucun fossile des étages supérieurs du Lias inférieur et l'on peut, par analogie avec le seuil du Poitou, conclure à leur absence. D'ailleurs, l'Hettangien lui-même, quoique transgressif par rapport au Rhétien, était lagunaire dans le Rouergue et dans le Quercy, où il est constitué par des cargneules et des calcaires sublithographiques, avec lits charbonneux.

Contrairement à ce qui a lieu sur le seuil du Poitou, le LIAS MOYEN existe avec tous ses niveaux dans le bassin de l'Aquitaine. On y a distingué [37, 38] :

1° des calcaires à *Polymorphites Jamesoni, Spiriferina pinguis, Rhynchonella tetraedra;*

2° des marnes et des calcaires à *Lytoceras fimbriatum, Amaltheus margaritatus, Ægoceras capricornu, Liparoceras striatum, Harpoceras algovianum, Belemnites clavatus;*

3° des argiles à *Amaltheus margaritatus, Cymbites globosus, Phylloceras disciforme* et Bélemnites;

4° des calcaires gréseux à *Amaltheus spinatus, Belemnites paxillosus, Pseudopecten æquivalvis, Oxytoma cygnipes.*

Les faunes sont les mêmes que dans le bassin Anglo-Parisien et, en particulier, le niveau n° 3 renferme exactement les mêmes espèces qu'à Sables (Calvados). Et, cependant, aucune communication n'existait, au début du Lias moyen, entre les deux bassins. Par contre, nous verrons plus loin que le bassin de l'Aquitaine communiquait avec le bassin du Rhône, et nous pourrons préciser l'endroit par où s'opérait la communication.

Le Lias supérieur est représenté également par ses zones classiques. Le TOARCIEN est entièrement bathyal et les Céphalopodes y abondent, presque à l'exclusion des autres organismes. Avec l'AALENIEN, le régime néritique se rétablit : on observe à la base le niveau, si généralement répandu, des petits Gastéropodes (*Trochus subduplicatus, Eunema Capitaneus, Cerithium armatum*) ; puis viennent des calcaires à *Pleydellia aalen-*

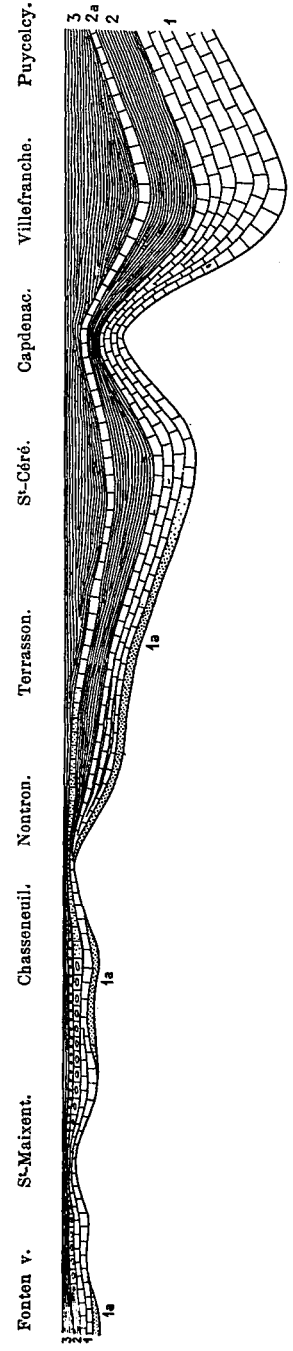


Fig. 302. — Coupe schématique montrant les variations de faciès et d'épaisseur des divers termes du Lias de Fontenay (Vendée) à Puycelcy (Tarn) [d'après Ph. GLANGEAUD et A. THEVENIN].

1*a*, grès hettangiens; 1, Lias inférieur; 2, Lias moyen; 2*a*, calcaires à *Pseudopecten æquivalvis;* 3, Lias supérieur. Les pointillés indiquent l'invasion du faciès sableux.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

sis et *Harpoceras opalinum*, *Gryphæa sublobata*, *Rhynchonella cynocephala*, *Galeropygus agariciformis* et autres Échinodermes. Quant aux zones supérieures, elles sont à l'état de calcaires caverneux peu fossilifères, qu'il est difficile de séparer du Bajocien.

L'ensemble du Lias du bassin de l'Aquitaine présente de grandes variations d'épaisseur [37] : Glangeaud et Thevenin [38] ont constaté trois maxima, à Chasseneuil (Charente), à Saint-Céré (Lot) et au sud de Villefranche, avec deux minima, à Nontron (Dordogne) et à Capdenac (Lot) (fig. 302). Les maxima d'épaisseur correspondent également à des maxima de profondeur. Il y a lieu de mentionner aussi la remarquable constance dans l'épaisseur (10 m) des calcaires à *Pseudopecten æquivalvis* du Domérien supérieur.

Pyrénées. — Réservant l'examen des couches liasiques de la bordure sud-est du Plateau Central pour le moment où nous étudierons l'ensemble du bassin du Rhône, nous devons dire quelques mots du Lias, encore assez mal connu, des Pyrénées, pour passer ensuite à celui du pourtour de la Meseta Ibérique, dont les affinités avec celui du bassin de l'Aquitaine sont très grandes.

Sur tout le bord septentrional des Pyrénées, depuis les provinces Basques jusque dans les Pyrénées-Orientales, le Lias semble avoir constitué une zone ininterrompue de dépôts formés dans un géosynclinal, d'ailleurs peu profond, dont l'axe suivait à peu près la direction générale de la chaîne actuelle. Dans leur ensemble, les couches sont calcaires dans la partie inférieure, schisteuses dans la partie supérieure.

A l'exception des étages du Lias inférieur, toutes les subdivisions ont été reconnues au moyen de leurs fossiles caractéristiques.

Le Rhétien à *Avicula contorta* existe sous sa forme classique, mais les calcaires qui lui font suite ne sont pas fossilifères. Par contre, les couches inférieures du Lias moyen ont fourni, en plusieurs endroits, les fossiles les plus caractéristiques de la zone à *Polymorphites Jamesoni*, comme par exemple à Cambo et à Sare, dans les Basses-Pyrénées (*Phylloceras ibex*, *Loscombi*, *Rhynchonella tedraedra*), et à Saint-Sauveur, dans l'Ariège (*Polymorphites Jamesoni*, *Tropidoceras Maugenesti*, *Terebratula punctata*, *Zeilleria cornuta*, *Spiriferina pinguis*. La zone à *Amaltheus spinatus* et à *Pseudopecten æquivalvis* a été signalée, dans le Guipuzcoa, par Stuart-Menteath. Le même auteur et J. Seunes citent également de nombreux fossiles du Lias supérieur dans le pays Basque. Quelques espèces caractéristiques du Toarcien ont été trouvées dans le Lias schisteux des Pyrénées orientales.

Bord septentrional de la Meseta Ibérique. — Le Lias existe en de nombreux points du Nord de l'Espagne, sur le bord nord-est de la Meseta, mais il n'a été étudié d'une manière satisfaisante que dans les provinces de Burgos et de Teruel.

A Ontoria del Pinar et dans diverses autres localités de la province de Burgos, Larrazet [39] a observé en superposition la plupart des zones classiques, avec leurs Ammonites caractéristiques; mais, à presque tous les niveaux, même à la base du Toarcien, ce sont les Brachiopodes qui prédominent. L'Aalenien accuse des ressemblances frappantes avec le bassin de l'Aquitaine, on retrouve notamment à sa base le niveau à *Ostrea Beaumonti* et, au sommet, la zone à *Harpoceras concavum*.

Dans la province de Teruel, le Lias prend un grand développement, aussi bien dans l'extrémité méridionale de la chaîne Ibérique que dans la chaîne Hespérique. Les patientes recherches de Dereims [XXXII, 33] ont mis en

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

pleine lumière ses grandes analogies avec les types classiques de l'Europe occidentale et, en particulier, avec le bassin de l'Aquitaine. Nous verrons qu'elles sont non moins grandes avec la Basse-Provence.

A la base se trouvent des calcaires dolomitiques très puissants, qui, au sommet, passent insensiblement soit à des calcaires à *Chlamys Hehli*, qui représentent le Sinémurien, soit à des couches fossilifères du Lias moyen. Le faciès dolomitique représente donc, comme sur le bord sud-ouest du Plateau Central, tantôt l'étage Hettangien, tantôt le Lias inférieur tout entier.

Le LIAS MOYEN ne renferme d'Ammonites que dans ses couches les plus élevées (*Amaltheus spinatus*, *Harpoceras cornacaldense, boscense*). Il est constitué par des calcaires riches en Lamellibranches (*Gryphæa*, *Plicatula*, *Pecten*, *Pholadomya*) et en Brachiopodes (*Zeilleria punctata*, *Terebratula subpunctata*, *Rhynchonella tetraedra*), formations essentiellement néritiques. Le TOARCIEN s'est également déposé dans des eaux peu profondes, il est beaucoup moins marneux qu'il ne l'est d'ordinaire en France et ses calcaires renferment, à côté des Ammonites, un grand nombre de Lamellibranches (*Pholadomya*, *Pleuromya*, *Lima*, *Trigonia*, *Pecten*) et de Brachiopodes (*Zeilleria Jauberti*, *Rhynchonella subtetraedra*, *meridionalis*). Dereims y a retrouvé toutes les zones classiques de l'Europe centrale, avec leurs Ammonites caractéristiques. L'AALENIEN est beaucoup moins fossilifère et sa zone supérieure n'a pu encore être reconnue dans la province de Teruel.

Portugal. — Sur le bord opposé de la Meseta, il existe également une bande de couches liasiques, formant bordure au massif ancien, depuis Oliveira, au nord, jusqu'au Tage, au sud. Plus à l'ouest, des îlots de Lias apparaissent au milieu de terrains plus récents. Les belles recherches de Choffat [40, 41, 127] ont montré que le faciès y est différent de celui de la bordure et que le plus occidental d'entre eux, celui de Peniche, sur le littoral atlantique, se distingue encore par des faciès particuliers. Au sud du Tage il existe, en outre, des affleurements liasiques dans la chaîne de l'Arrabida, dans les environs de San Thiago do Cacem et dans l'Algarve. Là aussi on rencontre des faciès spéciaux.

Dans les affleurements au sud du Tage, la base des terrains secondaires est formée par les *grès de Silves*, qui reposent en discordance sur le Dinantien et représentent le Trias et le Rhétien. Ils sont recouverts par des couches hettangiennes d'aspect varié et fossilifères (*Promathildia turritella*, *Macrodon Bonneti*, *Turritella Capellinii*). Tout le reste du Lias est constitué, dans ces régions méridionales, par des dolomies, qui sont rarement fossilifères.

Au nord du Tage, le Lias inférieur est particulièrement bien développé dans la bordure de la Meseta. On y observe, d'après Choffat [127], au-dessus des grès de Silves, la succession suivante, relevée entre Pereiros et Lamas :

1° *Couches de Pereiros* hettangiennes, constituées par des grès et des argiles, à la base, des dolomies, à la partie supérieure. On y trouve notamment, avec des Végétaux indéterminables, des Gastéropodes (*Promathildia turritella*, *Cylindrobullina Sharpei*) et des Lamellibranches (*Homomya cuneata*, *Isocyprina Germari*, *Modiola Hoffmanni*, *Avicula Capellinii*) [128].

2° Dolomies à *Bœhmia exilis* sinémuriennes, renfermant encore beaucoup d'espèces des couches sous-jacentes et, au sommet, *Arietites Landrioti*, *Rostellaria Costæ*, des *Nerinella*, des *Pleuromya*, etc.

3° Argile et dolomies à *Oxynoticeras oxynotum*, *Guibalianum* [129], *Deroceras Birchi*, *Rostellaria Costæ*, nombreux Lamellibranches.

4° Calcaires *à Deroceras densinodum*, *Gryphæa obliqua*, nombreux Lamellibranches et Brachiopodes. Les couches 3 et 4 représentent le Lotharingien.

Dans les îlots de Lias situés plus à l'est, on ne connaît pas les grès de Silves; à l'HETTANGIEN, représenté par des marnes gypsifères à *Promathildia turritella*, font suite, non plus des dolomies, mais des calcaires et des

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

schistes, où abondent encore *Rostellaria Costæ*. Des *Asteroceras* ont été trouvés en assez grand nombre à Penedo da Saudade, sur le littoral, et, dans la même région, on a signalé, au sommet du Lias inférieur, *Echioceras raricostatum*. Le LOTHARINGIEN est donc ici à l'état bathyal.

Le même contraste existe, au LIAS MOYEN, entre la bordure de la Meseta et les affleurements de l'Ouest.

Les Céphalopodes se rencontrent exclusivement dans ces derniers et l'on observe exactement la même succession des zones qu'en Souabe, en Bourgogne ou dans le bassin de l'Aquitaine. Les Bélemnites et les Brachiopodes sont également très abondants.

La base du LIAS SUPÉRIEUR est marquée, comme en Normandie, par la présence de couches à *Leptæna* (*Koninckella liasina*, *Davidsonella sinuata*, *Pentacrinus jurensis*), qui attestent une diminution de la profondeur des eaux dans le nord de la région.

Le TOARCIEN est calcaire sur le bord de la Meseta; les Gastéropodes, les Lamellibranches et les Brachiopodes y sont beaucoup plus abondants que les Ammonites; ils présentent de grandes affinités avec les formes bajociennes, plusieurs de leurs espèces se retrouvent dans le Nord de l'Espagne et dans la Basse-Provence. On rencontre encore, dans les mêmes couches, des Échinides et des Zoanthaires. C'est le type néritique.

A l'ouest, par contre, les Ammonites prédominent, et il en est de même dans l'AALENIEN, où l'on trouve même quelques espèces alpines, comme *Erycites fallax*, *gonionotus*, *Tmetoceras scissum*. Mais sur le littoral, à Peniche, le type néritique reparaît, des calcaires à grains de quartz alternent avec des marnes sableuses, leur faune diffère beaucoup de celle des couches à Ammonites, c'est une faune corallienne, avec Gastéropodes, *Lucina*, *Opis*, Échinides, Crinoïdes et Zoanthaires. Choffat attribue cette réapparition, à Peniche, du faciès littoral au voisinage des îles Berlengas et Farilhões, qui sont granitiques et constitueraient les restes d'une terre ancienne occidentale, formant pendant à la Meseta, qui jouait le même rôle à l'ouest. La zone intermédiaire, caractérisée par des formations bathyales, peut être assimilée à une aire d'ennoyage. Elle a été le théâtre, plus tard, de mouvements orogéniques suivant des axes orthogonaux par rapport à ceux des plissements armoricains de la Meseta.

BASSIN DU RHÔNE ET ALPES OCCIDENTALES. — Nous revenons maintenant à la France méridionale et nous reprenons l'étude de la bordure du Plateau Central par celle du versant méditerranéen, qui appartient au pourtour du bassin du Rhône.

Languedoc. — Dans les Corbières, le Lias possède les mêmes faciès que dans les Pyrénées : calcaires à la base, schisteux au sommet. Il en est de même dans l'Hérault et dans le Sud du Gard. Il existe, dans ces régions, un certain nombre de localités fossilifères, mais on n'a observé nulle part de succession bien nette des zones classiques. Il ne semble toutefois y avoir aucune lacune dans la série.

Dans les Causses de l'Aveyron et de la Lozère, les caractères du Lias sont très particuliers. Cette région exclusivement jurassique forme une vaste échancrure dans les terrains cristallins du Plateau Central, connue sous la dénomination de *golfe des Causses*. Elle constituait, en réalité, à l'époque du Lias, une dépression transversale par rapport aux plissements varisques, une véritable aire d'ennoyage, de part et d'autre de laquelle se retrouvent les mêmes plis, avec les mêmes allures de nappes et affectant les mêmes

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

terrains. Les couches jurassiques y présentent, par contre, le régime tabulaire. Les dépôts liasiques affleurent sur les flancs des profondes vallées d'érosion creusées dans les plateaux oolithiques. Ils reposent en concordance sur du Trias exclusivement détritique, qui, lui-même, est discordant sur le Permien. Toutefois, vers le nord, le Rhétien est transgressif et s'appuie directement sur les terrains métamorphiques.

L'HETTANGIEN comprend généralement un niveau inférieur de calcaires dolomitiques bruns sans fossiles, connus sous le nom de *calcaire capucin*, et un niveau supérieur, formé d'alternances d'argiles, de calcaires jaunes et de cargneules, qui font place, dans l'Aveyron [130], à des calcaires à fossiles siliciflés, tels que Zoanthaires (*Isastræa*, *Thecosmilia*, *Astrocœnia*), Crinoïdes, Spiriférines, Huîtres, ou bien, dans les environs de Mende, à des couches d'eau douce à empreintes végétales (*Thinnfeldia*, *Brachyphyllum*) et à *Unio* [42].

Le SINÉMURIEN proprement dit semble faire défaut dans tout le golfe des Causses et le Lotharingien n'existe que dans le centre de la dépression, représenté par des calcaires à *Echioceras Nodotianum*, *Oxynoticeras oxynotum*, *Guibalianum*, *Gryphæa obliqua*.

Le PLIENSBACHIEN comprend des calcaires marneux ou siliceux, avec *Belemnites niger*, *Polymorphites Jamesoni*, *Tropidoceras binotatum*, *Gryphæa cymbium* à la base et *Deroceras Davœi*, *Liparoceras striatum* et *Lytoceras fimbriatum* au sommet. Avec le DOMÉRIEN, la sédimentation calcaire fait place, dans le centre du bassin, à une sédimentation marneuse et c'est alors, jusque vers le milieu de l'Aalenien, une succession de niveaux à Ammonites pyriteuses [42, 131, 132]. Toutefois, sur les bords, par exemple au Bleymard, [133], le Domérien supérieur est lui aussi constitué par des calcaires, qui renferment une faune pauvre en Céphalopodes et très riche en Lamellibranches (*Pseudopecten æquivalvis*, *acuticosta*, *Chlamys textorius*, *Gryphæa cymbium*, *Plicatula pectinoides*) et en Brachiopodes (*Spiriferina rostrata*, *pinguis*, *Hartmanni*, *Rhynchonella acuta*, *Zeilleria cornuta*, *quadrifida*), par conséquent néritique.

La série bathyale, exclusivement marneuse, du centre du bassin comprend, sur le versant sud du plateau du Larzac, d'après les travaux classiques de Reynès [131] et les recherches plus récentes de Charles Authelin et de René Nicklès [132], les niveaux suivants :

DOMÉRIEN : 1° Zone à *Amaltheus margaritatus*, avec *Rhacophyllites mimatensis*, *Phylloceras Hebertinum*, *frondosum*, *Cœloceras Ragazzonii*, *Harpoceras algovianum*, *boscense*, *Nucula aurita;*

2° Zone à *Amaltheus spinatus*, avec *Amaltheus margaritatus.*

TOARCIEN : 1° Zone à *Harpoceras falciferum* (schistes bitumineux), avec *Cœloceras annulatum*, *Hildoceras bifrons*, *Posidonomya Bronni;*

2° Zone à *Cœloceras commune*, avec *Phylloceras Nilssoni*, *heterophyllum*, *Lytoceras cornucopiæ*, *Hildoceras bifrons*, *Levisoni*, *Lillia erbaensis*, *Harpoceras cumulatum*, *Cœloceras Braunianum*, *crassum*, *Zitteli*, *Frechiella subcarinata;*

3° Zone à *Lytoceras jurense*, avec *Phylloceras Nilssoni*, *Paroniceras sternale*, *Hammatoceras insigne*, *Lillia comensis*, *Haugia Eseri*, *Harpoceras subplanatum*, *Grammoceras striatulum*, *Polyplectus discoides*, *Belemnites tripartitus*, *Dactyloteuthis irregularis.*

AALENIEN : 1° Zone à *Dumortieria radiosa;*

2° Zone à *Pleydellia aalensis*, avec *Dumortieria mactra*, *Leda rostralis*, *Nucula Hammeri*, *Trigonia pulchella*, *Astarte Voltzi*, *Eunema Capitaneus*, *Turbo subduplicatus*, *Lucina plana*, *Thecocyathus mactra.*

A partir de la zone à *Harpoceras opalinum*, les couches aaleniennes deviennent de plus en plus calcaires. On trouve encore, au début, des *Dumortieria* et des *Pleydellia* du groupe de l'*aalensis*, puis vient un niveau où abondent *Rhynchonella ruthenensis*, *Lima Jauberti*, associés à quelques *Harpoceras*. Au-dessus l'on rencontre des calcaires à *Cancellophycus*, empreintes en forme de tourbillon, dont la véritable nature est encore mal connue. On y trouve *Harpoceras Murchisonæ*. La faune de la zone à *Harpoceras concavum* n'a pas encore été trouvée dans l'Aveyron, mais l'Aalenien y passe insensible-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

ment au Bajocien et forme avec cet étage un abrupt, qui s'élève au-dessus des marnes toarciennes (pl. CII, 2).

Ce qui frappe dans la succession des marnes à Ammonites pyriteuses du Domérien et du Toarcien c'est la fréquence des *Phylloceras*. Ce genre se rencontre souvent avec une certaine abondance, tandis que jusqu'ici nous n'avons eu à signaler sa présence, dans les couches de cet âge, que d'une manière tout à fait accidentelle. On peut en conclure que la dépression des Causses possédait au centre une profondeur assez considérable. Il résulte de plus des recherches de Thevenin que la faune du Lias supérieur du Quercy avait les plus grandes analogies avec celle des Causses et que, par conséquent, les deux régions liasiques, aujourd'hui séparées par un seuil de terrains métamorphiques, communiquaient par un détroit, le *détroit de Villefranche*. Le « golfe des Causses » ne mérite donc pas ce nom; topographiquement c'est un ensemble de plateaux tabulaires et géologiquement c'est une aire d'ennoyage, envahie par la mer liasique. La plus grande profondeur de ce bassin correspondait à sa région axiale, où les dépôts affectent le type bathyal et accusent le maximum d'épaisseur.

Au nord de l'entrée de la dépression, c'est-à-dire dans le Nord du Gard [43] et dans l'Ardèche, le Lias est constitué d'une manière toute différente, au moins dans sa partie moyenne.

L'Hettangien est représenté soit par son faciès lagunaire des calcaires capucin et des calcaires jaunes et cargneules, soit par une série marine qui prend un grand développement aux environs d'Aubenas, de Privas et de Vernoux et qui comprend :

1° des calcaires marneux et noduleux très fossilifères (*Psiloceras planorbis, Johnstoni, Ostrea sublamellosa, Pecten valoniensis, Thiollierei, Lima punctata, Mytilus Dalmasi, Cypricardia porrecta, Terebratula psilonoti, Diademopsis serialis, Gevreyi*) qui existent également dans les environs du Bleymard [122, 133];

2° des calcaires à Zoanthaires et Bryozoaires silicifiés, semblables à ceux de l'Aveyron.

Le Sinémurien est constitué, à l'est de Largentière, par une grande épaisseur de calcaires noduleux peu fossilifères (*Arietites Rouvillei, Gryphæa obliqua, Unicardium cardioides, Pleuromya*), qui s'amincissent graduellement vers le nord et disparaissent à partir de Privas.

Le Pliensbachien n'existe que dans le Gard, car, dans l'Ardèche, le Domérien est transgressif et finit par reposer directement sur l'Hettangien. Il est constitué par des calcaires gréseux, souvent transformés en grès par décalcification, et par des conglomérats à galets de quartz, qui permettent d'affirmer que la mer s'étendait, à la fin du Lias moyen, jusque sur les terrains cristallins du Plateau Central (pl. CII, 1). Les fossiles les plus abondants à ce niveau sont : *Belemnites paxillosus, niger, Gryphæa cymbium, Pseudopecten æquivalvis, Zeilleria cornuta, Rhynchonella acuta*. A ces couches font suite des grès calcarifères noirs, qui représentent le Toarcien, dont ils renferment les espèces les plus caractéristiques (*Harpoceras falciferum, Hildoceras bifrons, Levisoni, Pseudogrammoceras fallaciosum, Cœloceras crassum*, etc.). Dans le ravin d'Enfer, au pied de la montagne de Crussol [45], le Toarcien repose directement sur le Trias, il est donc transgressif par rapport au Domérien. On a pu y distinguer, dans une série peu épaisse de calcaires marneux, toutes les zones classiques de l'étage et celles de l'Aalenien.

Aux environs de Privas (pl. XIII, 1), le Toarcien est séparé par des calcaires spathiques avec nombreux radioles de *Cidaris Raysi*, d'une masse puissante de calcaires bien stratifiés, à nodules siliceux et à *Cancellophycus*, qui représentent à la fois l'Aalenien et le Bajocien, comme le montrent les Ammonites assez rares que l'on y a trouvées. Ces mêmes calcaires sont transformés en sesquioxyde de fer le long d'une importante faille qui suit le bord du Plateau Central. Les couches de minerai les plus profondes renferment *Harpoceras opalinum, concavum, cornu, Erycites fallax*, ainsi que *Cidaris Raysi*.

Basse-Provence. — De même que le bassin du Rhône était limité à l'ouest, à l'époque du Lias, par le Plateau Central, il l'est au sud par le massif ancien des Maures et de l'Estérel, sur le bord septentrional duquel s'étend une bande d'affleurements jurassiques qui lui forment bordure, sans toute-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

fois correspondre aux anciens rivages, dont l'emplacement ne peut être davantage précisé que sur le Plateau Central. Les dépôts présentent, dans les deux cas, le type néritique [46].

Au-dessus du Rhétien à *Avicula contorta* s'élèvent des calcaires dolomitiques blanchâtres, sans fossiles, atteignent au plus 80 m d'épaisseur. Par analogie avec le Languedoc, on les place dans l'HETTANGIEN. Ils sont d'ailleurs recouverts en transgression par les divers étages, du Lias moyen au Bathonien. Nulle part on n'a trouvé, dans la Basse-Provence, de traces du Sinémurien ou du Lotharingien.

Le LIAS MOYEN est entièrement constitué par des calcaires bleuâtres, roux à la surface, en bancs épais, séparés seulement par des lits minces de marnes ferrugineuses. Les bancs inférieurs renferment *Polymorphites Jamesoni*, *Belemnites niger*, *Gryphæa cymbium*, *Spiriferina pinguis*, *Rhynchonella tetraedra;* dans les bancs supérieurs, riches en nodules de silex, on trouve de rares Ammonites, telles que *Lytoceras fimbriatum*, *Amaltheus margaritatus*, *Cœloceras Ragazzonii*, et, en abondance, *Pseudopecten æquivalvis*, *Oxytoma Münsteri*, *Zeilleria cornuta*, *Terebratula punctata.*

Le TOARCIEN est représenté par une épaisseur variable de calcaires plus marneux, dans laquelle on n'a pu encore observer en superposition les zones classiques, mais plusieurs de leurs Ammonites caractéristiques ont été signalées, associées à *Belemnites*

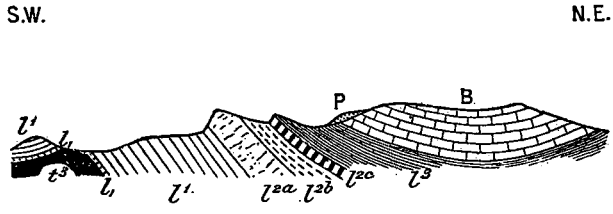


Fig. 303. — Coupe de Digne (S.W.) au plateau de Beaumont (N.E.), par l'auteur.

t^3, Trias supérieur; l_1, Rhétien; l^1, Lias inférieur; l^{2a}, calcaires à silex pliensbachiens; l^{2b}, calcaires marneux et marnes à *Amaltheus margaritatus;* l^{2c}, calcaires spathiques à *Amaltheus spinatus* et *Pseudopecten æquivalvis;* l^3, marnes noires du Toarcien et de la base de l'Aalenien; B, calcaires marneux de l'Aalenien supérieur et du Bajocien; P, cailloutis du Quaternaire inférieur (Pliocène supérieur).

tripartitus, *Entolium disciforme* et à de nombreux Brachiopodes (*Rhynchonella cynocephala*, *Rh. tetraedra*, *Terebratula Jauberti*).

L'AALENIEN est un calcaire gréseux ou spathique, caractérisé par la présence de *Lima Hersilia*. *Pleydellia aalensis* et *Harpoceras opalinum* se trouvent à la base, *Harpoceras Murchisonæ* vers le sommet, où l'on recueille en outre d'abondants Brachiopodes et des radioles de *Rhabdocidaris*.

Environs de Digne. — Le Lias conserve des caractères assez constants depuis les environs de Toulon jusqu'à Chabrières près Norante (Basses-Alpes). Mais déjà à Castellane et principalement aux environs de Digne, la succession se complète et des faciès nouveaux apparaissent. Voici, en résumé, les termes qui constituent le groupe liasique dans cette partie des Basses-Alpes [50-50 *ter*] (fig. 303).

HETTANGIEN. Au-dessus du Rhétien à *Avicula contorta* s'élèvent des calcaires qui ont fourni notamment des Ammonites très caractéristiques de l'étage : *Psiloceras planorbis*, *Alsatites liasicus* et *Schlotheimia angulata*.

SINÉMURIEN. Cet étage apparaît déjà au sud, à Saint-Julien, près Castellane, sous la forme de calcaires à *Gryphæa arcuata*, dont les bancs réguliers, sans délits marneux, sont souvent presque entièrement constitués par les coquilles de ce Lamellibranche. On y trouve, en outre, la plupart des espèces caractéristiques des calcaires à Gryphées du Nord-Est de la France, en particulier *Lima gigantea*, *Mactromya liasina*, *Pholadomya corrugata*, *Spiriferina Walcotti*, *Belemnites acutus* et divers grands *Arietites*. Les articles

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

de la tige de *Pentacrinus tuberculatus* se rencontrent quelquefois par milliers. Ils sont utilisés dans la bijouterie locale sous le nom de *pierres de Saint-Vincent.*

Lotharingien. Calcaires noirs bréchiformes avec argiles schisteuses, fossiles très rares (*Spiriferina, Agassiceras personatum*).

Pliensbachien. *a.* Calcaires marneux à *Oxytoma cygnipes* et *Tropidoceras binotatum;*

b. Calcaires compacts avec gros silex branchus, formant falaise (pl. XLV, 1), renfermant seulement *Gryphæa cymbium* et quelques Bélemnites.

Domérien. *a.* Banc corrodé, ferrugineux, au sommet des calcaires précédents, avec *Phylloceras Zetes, Lytoceras fimbriatum, Ægoceras capricornu, Liparoceras striatum, Amaltheus margaritatus, Harpoceras Normannianum;*

b. Marnes et marno-calcaires à *Amaltheus margaritatus;*

c. Calcaires gréseux à *Amaltheus spinatus, Pseudopecten æquivalvis, Belemnites breviformis.*

Toarcien. Marnes et marno-calcaires à *Cancellophycus,* avec cordon de nodules calcaires ferrugineux, qui ressemblent d'une manière frappante à des bouses de vache et ne sont autre chose que des Ammonites fortement encroûtées (*Hildoceras bifrons, H. Levisoni, Phylloceras Nilssoni*).

Aalenien. *a.* Marnes noires avec niveau à petits Mollusques (*Eunema capitaneus, Trochus subduplicatus, Lucina murvielensis*) et nodules calcaires à *Pleydellia aalensis, lotharingica, costula;*

b. Calcaires marneux formant un abrupt au-dessus des marnes noires (pl. CIV, 1);

c. Marnes grises à Ammonites pyriteuses, avec *Phylloceras Nilssoni, Velaini, ultramontanum, Lytoceras pygmæum, Haplopleuroceras subspinatum, Harpoceras concavum, cornu, Hyperlioceras Walkeri.* C'est la zone à *Harpoceras concavum.*

Il résulte de cet aperçu que l'Hettangien est fossilifère, contrairement à ce qui a lieu dans la Basse-Provence; que le Sinémurien et le Lotharingien, qui manquent dans cette région, sont bien développés aux environs de Digne; que le Lias supérieur tout entier est beaucoup plus marneux que dans la Basse-Provence; enfin, que des marnes à *Amaltheus margaritatus,* qui ont jusqu'à 120 m d'épaisseur, s'intercalent entre deux masses calcaires du Lias moyen. Ces deux masses sont les deux seuls termes du Lias de la Basse-Provence qui se retrouvent avec les mêmes caractères lithologiques et paléontologiques aux environs de Digne.

Il est à remarquer que, dans les environs d'Aix [49], le Lias a de grandes analogies avec celui des environs de Digne, tandis que, dans la région intermédiaire, à l'ouest de Castellane, on observe le *faciès provençal.* Au nord de Digne on rencontre encore une succession tout à fait semblable à celle que nous venons de décrire jusque dans le nord du département et même jusqu'à la Saulce, dans les Hautes-Alpes (fig. 304).

Première zone des Chaînes Alpines. — Si maintenant, au lieu de nous diriger vers le nord, en suivant les chaînes extérieures des Alpes, dans le sens longitudinal, nous nous déplaçons vers l'est, suivant une direction perpendiculaire à celle des plissements, nous entrons assez brusquement dans une région où les faciès du Lias subissent de nouvelles modifications [50 *ter*]. C'est la *zone du Lias dauphinois,* qui comprend, dans les Basses-Alpes, les environs de Beaujeu, Auzet, Saint-Martin; le dôme de Remollon, dans les Hautes-Alpes; puis les affleurements qui accompagnent les massifs cristallins du Pelvoux, des Grandes-Rousses et de Belledonne et, en Savoie, ceux du Mont Blanc et des Aiguilles Rouges, en un mot la première zone alpine de Charles Lory. Au nord-est de Digne le passage entre les deux faciès est tout à fait graduel. Les fossiles, et en particulier les Lamellibranches, deviennent de plus en plus rares, les nodules de silex disparaissent, les calcaires du Lias inférieur et du Pliensbachien sont de plus en plus compacts, ils se confondent en une masse unique et ne renferment plus guère que des Bélemnites ou, tout à fait localement, des Ammonites.

Le type néritique ou provençal du Lias a fait place latéralement au type

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

bathyal ou dauphinois. Dans la région de Digne les deux types s'engrènent, les formations néritiques et bathyales présentent des alternances répétées. En effet, on voit les calcaires ferrugineux à *Pseudopecten æquivalvis* disparaître lorsque l'on se dirige vers l'est; les marnes à *Amaltheus margaritatus* et les marnes du Lias supérieur se confondent alors en une masse unique, très schisteuse. On peut distinguer ainsi, dans le Lias dauphinois, un

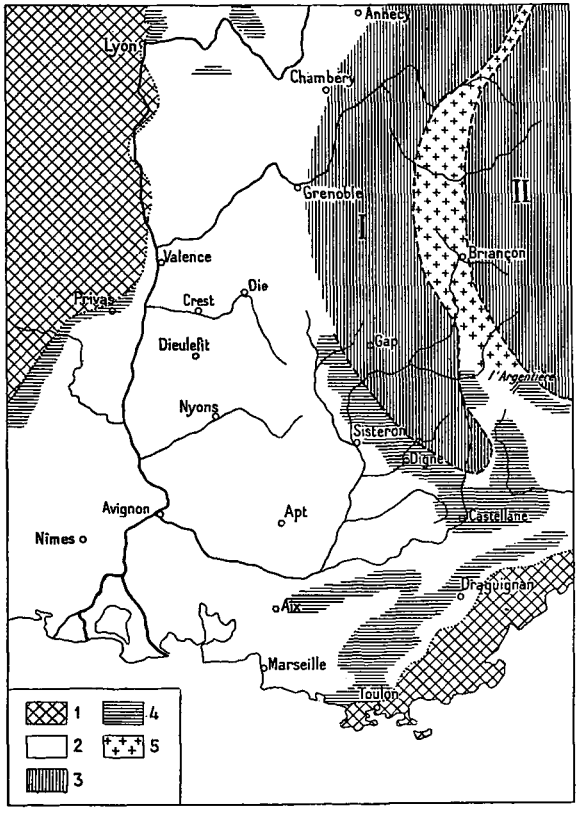


Fig. 304. — Carte montrant la répartition des faciès dans le bassin du Rhône à l'époque du Lias moyen.

1, terrains antétriasiques du Plateau Central et du massif des Maures; 2, régions où le Lias est entièrement caché sous des terrains plus récents; 3, Lias bathyal; 4, Lias néritique (faciès à Brachiopodes); 5, Lias coralligène, brèches et terres émergées de la zone du Briançonnais. I, géosynclinal dauphinois; II, géosynclinal piémontais.

Lias calcaire et un *Lias schisteux*. La limite entre les deux termes est nettement marquée, jusqu'à Remollon, par la surface corrodée du Lias calcaire, qui correspond exactement à celle des environs de Digne et fournit, comme elle, les Ammonites caractéristiques de la zone à *Dactylioceras Davœi*.

D'autres horizons fossilifères existent dans le Lias calcaire, par exemple dans l'Oisans, où divers auteurs ont recueilli des Ammonites sinémuriennes, et dans le Champsaur, où David Martin a découvert à Fort-Saint-Firmin la zone à *Polymorphites Jamesoni*, représentée par plusieurs de ses espèces les

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

plus caractéristiques (*Phylloceras ibex*, *Wechsleri*, *Loscombi*, *Tropidoceras binotatum*, *Stahli*, *Maugenesti*).

Le Lias schisteux a fourni, par exemple à la Combe de Bayons et à Rambaud, près Gap, les espèces les plus caractéristiques de la zone à *Lytoceras jurense* (*Lillia erbaensis*, *Haugia variabilis*, *Pseudogrammoceras fallaciosum*, *Grammoceras striatulum*, *Hammatoceras insigne*). Toutes les zones de l'Aalenien ont été en outre reconnues dans les environs de Gap.

Dans le Nord du Dauphiné et en Savoie, le Lias schisteux augmente d'épaisseur et atteint un millier de mètres. En même temps les fossiles deviennent très rares.

Zones internes des Chaînes Alpines. — Si, maintenant, en continuant à nous diriger vers l'est, nous pénétrons davantage dans l'intérieur des Alpes, nous retrouvons, au delà de la zone du Lias dauphinois, aussi bien en place, au sud de Jausiers, que dans les nappes charriées de l'Ubaye (fig. 74), un Lias en tous points semblable à celui des environs de Digne, avec les mêmes calcaires à Gryphées, les mêmes calcaires à silex, les mêmes marnes noires à *Lucina murvielensis*. Dans les deux cas, le Lias repose sur des argilolithes rouges du Trias supérieur et sur des calcaires rhétiens à *Avicula contorta*, faciès inconnus jusqu'ici dans la zone du Lias dauphinois.

Plus à l'est encore, dans la zone du Briançonnais, le Lias prend un faciès tout à fait néritique. Les marnes et les schistes disparaissent complètement et le sous-système tout entier est représenté soit par des calcaires à Coralliaires, soit par des calcaires et des brèches à éléments calcaires connues en Savoie sous le nom de *brèche du Télégraphe*, soit encore par des calcaires à Gryphées. Ce *Lias briançonnais* est l'homologue du Lias provençal. Il correspond au bord opposé du géosynclinal, dont le Lias dauphinois constitue la région axiale.

Dans le Nord des Alpes-Maritimes, ainsi que l'a montré Léon Bertrand [XXXV, 111], le faciès de Digne et le Lias briançonnais se réunissent et contournent l'extrémité de la zone du Lias dauphinois. Le géosynclinal n'atteint donc pas, vers le sud-est, la limite du département.

Le Lias néritique du Briançonnais s'est déposé sur un géanticlinal qui se manifestait par une crête en grande partie sous-marine, dont quelques points émergeaient peut-être, car on a parfois observé la superposition directe du Jurassique supérieur au Trias.

Ce géanticlinal séparait le géosynclinal dauphinois d'un géosynclinal situé plus à l'est, où le Lias est entièrement constitué par une puissante formation schisteuse, connue sous la dénomination de *Schistes Lustrés* [51]. Elle caractérise la *zone du Piémont*, aussi convient-il d'appeler *géosynclinal piémontais* la profonde dépression où elle a pris naissance (fig. 304). Les schistes, généralement très calcaires, ont subi un métamorphisme intense qui en a fait des schistes à séricite, des schistes grenatifères et même des micaschistes. Des intercalations lenticulaires de roches vertes (*pietre verdi*) y jouent un rôle capital. Ce sont des amphibolites, des diabases, des variolites, des euphotides plus ou moins altérées et transformées en serpentines. En raison de ce caractère cristallin, les Schistes Lustrés ont été attribués au Paléozoïque et même à l'Archéen. Mais l'apparition, dans leur masse, d'anticlinaux de calcaires à *Worthenia solitaria*, appartenant au Trias le plus élevé (fig. 305), ne laisse aucun doute sur leur âge posttriasique. S. Franchi [134] y a découvert des Pentacrines, des Brachiopodes, des Bélemnites, des *Arietites*, qui confirment leur attribution au Lias, déjà soupçonnée précédemment.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Les Schistes Lustrés de la zone du Piémont s'étendent vers le nord-est jusque près de Domodossola, où ils remplissent des synclinaux étroits. Plus à l'est, dans le Tessin, ils n'ont plus été respectés par la dénudation intense qu'a subie la région. Il importe de ne pas les confondre avec une zone plus septentrionale de schistes liasiques, dont il sera question tout à l'heure.

Le bord oriental du géosynclinal piémontais n'est pas connu, il est sans doute caché sous les terrains quaternaires de la plaine du Pô.

Alpes Suisses. — Il est très difficile, en raison des grands charriages qui sont le trait caractéristique de la tectonique des Alpes calcaires suisses, de suivre vers le nord, puis vers l'est, les zones isopiques du Lias des Alpes françaises.

Le Lias de Digne a son homologue dans le Lyonnais et dans le Jura (type rhodanien), mais le Lias dauphinois, qui est encore très bien représenté dans la Haute-Savoie, par exemple dans le Fer-à-Cheval de Sixt et dans le synclinal de Chamonix, est en grande partie recouvert, plus au nord, par les nappes de charriage. Nous ignorons donc si sous ces nappes se trouve réellement cachée la moitié nord-ouest du géosynclinal.

Dans le soubassement autochtone de la Dent de Morcles et dans les terrains en place qui forment la couverture sédimentaire du massif cristallin, le Lias, lorsqu'il ne fait pas entièrement défaut, est représenté, d'une manière rudimentaire, tantôt par des calcaires à Gryphées, tantôt par des calcaires noirs à entroques. Sa partie supérieure est représentée par des schistes noirs à nodules, avec *Harpoceras opalinum*, transgressifs en divers points, en particulier au Tœdi, et recouverts eux-mêmes par des calcaires spathiques à *Harpoceras Murchisonæ*.

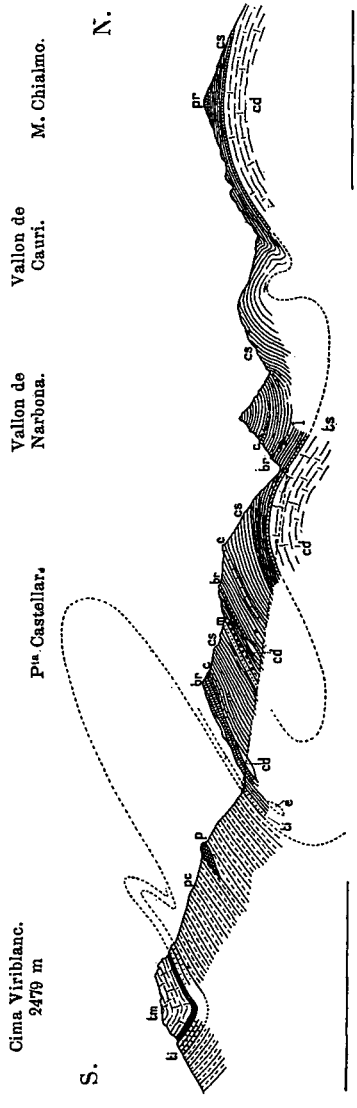


Fig. 305. — Coupe dans la partie méridionale de la zone du Piémont (d'après S. Franchi).
pc, schistes métamorphiques d'âge anthracolithique; *p*, porphyre; *ti*, Trias inférieur; *tm*, Trias moyen; *ts*, Trias supérieur; *cd*, calcaires dolomitiques; *l*, Lias (Schistes Lustrés); *cs*, calcschistes; *br*, brèches; *c*, bancs de calcaire marmoréen; *m*, micaschistes intercalés dans les calcschistes; *pr*, prasinites.

Cette zone de Lias néritique correspond à un géanticlinal médian, qui accidente le géosynclinal dauphinois. En effet, elle confine au sud à une zone de Lias schisteux, qui s'étend presque sans discontinuité depuis la

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Maurienne et la Tarentaise, par les deux val Ferret, derrière le Mont Blanc, par la vallée du Rhône, de Sion à Brigue, par les cols de Gries et de Scopi, jusque dans les Grisons, où elle prend brusquement une grande largeur. La partie inférieure de ces *schistes des Grisons* est certainement liasique, car on y a trouvé, en divers points, des Bélemnites du groupe des *Paxillosi*. Les roches vertes y sont fort rares : c'est là un caractère qui distingue ces Schistes Lustrés, souvent métamorphiques, de ceux de la zone du Piémont, avec lesquels on les a souvent confondus. En réalité, ils appartiennent à deux géosynclinaux distincts et sont séparés par le géanticlinal du Grand Saint-Bernard, qui forme le prolongement de celui du Briançonnais. Dans les Grisons, les deux masses de schistes coexistent ; on les a même observées en superposition, mais elles sont presque toujours séparées par des nappes où le Lias et tous les autres termes de la série mésozoïque affectent des faciès identiques à ceux de la zone du Briançonnais. Dans le soubassement du Rhætikon, tout cet empilement de nappes s'enfonce sous les nappes des Alpes orientales [XIV, 11 ; 343], pour reparaître encore dans les fenêtres de la Basse-Engadine et des Hohe Tauern [XXXVI, 52].

Au nord du massif de l'Aar, on ne trouve plus que des nappes empilées, dans chacune desquelles le Lias affecte des faciès spéciaux, analogues à ceux que l'on observe dans la vallée du Rhône valaisan et plus au sud. Aussi est-ce au sud du massif de l'Aar que l'on s'efforce de trouver les racines des grands plis couchés qui ont donné naissance aux nappes aujourd'hui étalées et empilées dans la région des Alpes suisses située au nord du même massif [XIV, 11].

Le Lias des nappes inférieures (*nappes helvétiques*) rappelle beaucoup celui de la bordure du massif de l'Aar. Sa partie inférieure est calcaire, sa partie supérieure est schisteuse. Il se termine également par des schistes aaleniens à *Harpoceras opalinum*.

Dans les nappes supérieures (*nappes lépontines*), qui constituent la zone des Préalpes et les Klippen, les faciès du Lias sont très variés. Dans la nappe la plus profonde, qui affleure sur le bord externe et sur le bord interne de la zone, on retrouve les calcaires à Gryphées et les schistes aaleniens transgressifs.

Dans une nappe moyenne, celle des Préalpes médianes, on observe au-dessus d'un Trias supérieur et d'un Rhétien identiques à ceux des environs de Digne et de l'Ubaye, des calcaires à silex rappelant également ceux des Basses-Alpes. La ressemblance est surtout frappante dans les lambeaux de recouvrement des Annes et de Sulens, près de Thônes (Haute-Savoie), qui appartiennent à la même nappe. Dans les Préalpes fribourgeoises, et dans les lambeaux de recouvrement de la Suisse centrale, l'Hettangien inférieur est souvent gréseux, le reste du Lias inférieur et tout le Lias moyen sont constitués par des calcaires où abondent les Brachiopodes, les Lamellibranches et les Ammonites. Mais le faciès des calcaires à Gryphées a disparu. En revanche, les schistes à *Dactylioceras commune* et nombreux *Harpoceratidæ* rappellent tout à fait les schistes à Posidonomyes de l'Europe centrale [135, 136]. En revanche, les faunes liasiques de cette nappe n'ont presque pas d'affinités avec celles des régions méditerranéennes, ce qui interdit de chercher sur le versant méridional de la chaîne les racines des Préalpes médianes [51*bis*]. Une nappe plus élevée encore, celle de la *brèche du Chablais et de la Hornfluh*, est formée d'une masse immense de schistes et de brèches à éléments et à ciment calcaire, dont la partie inférieure tout au moins est liasique [52]. Ce faciès rappelle beaucoup la

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



Cliché Émile Haug.

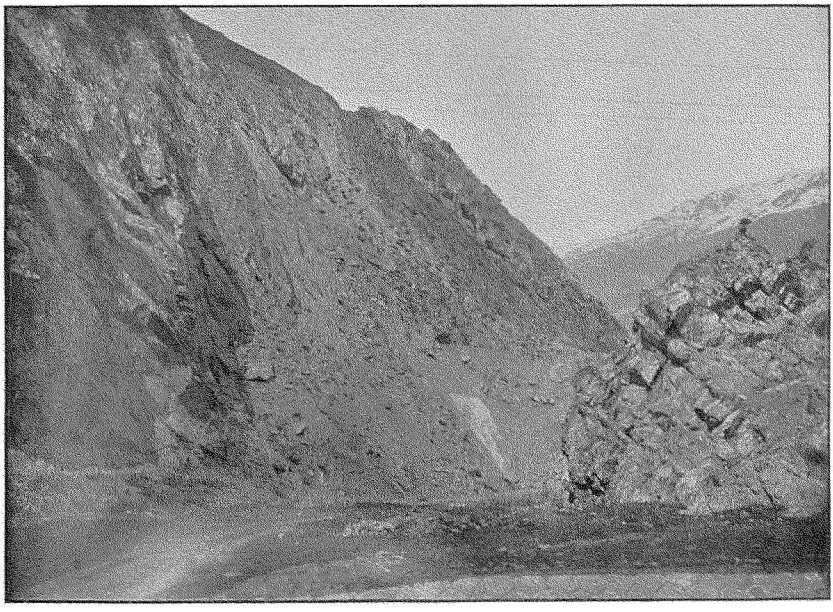
GRÈS TRIASIQUES ET CALCAIRES LIASIQUES.
s'appuyant sur les micaschistes, sur le bord du Plateau Central.
A l'arrière-plan, sommet de Beaumas, en micaschistes ;
Au premier plan, calcaires gréseux du Lias moyen et du Toarcien ;
Au fond du ravin, calcaires marneux hettangiens.
Vue prise en dessous de la Jobernie, près Privas (Ardèche).



Cliché Emile Haug.

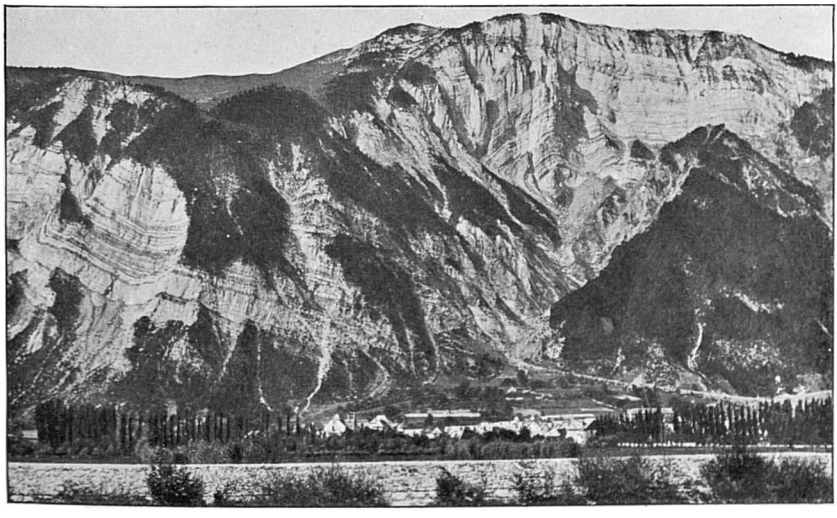
MARNES DU LIAS MOYEN ET SUPÉRIEUR
surmontées d'une corniche de calcaires bajociens.
Cornus Aveyron .

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



Cliché W. Kilian.

Le pas du Roc, près Saint-Jean-de-Maurienne.
Trias (à gauche) : Rhétien (au milieu) ; Lias calcaire (à droite) renversés.



Le bourg d'Oisans (Isère).
Plissements du Lias calcaire du géosynclinal dauphinois.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



Cliché Émile Haug.

QUARTIER DE FESTON, PRÈS DIGNE.

Marnes et calcaires de l'Aalenien et du Bajocien (2me escarpement).
A l'arrière-plan, la crête des Dourbes (groupe Oolithique moyen et supérieur).



Cliché A. Bigot.

FALAISES ARGILEUSES DE L'OXFORDIEN D'AUBERVILLE, PRÈS DIVES (Calvados).

A la base, argiles à *Cardioceras Marianæ*
Au sommet, calcaires marneux à oolithes ferrugineuses.
A l'arrière-plan, craie glauconieuse cénomanienne.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

brèche du Télégraphe et se retrouve aussi dans la chaîne du Mont Favre et du Crammont, en arrière du Mont Blanc [137].

Il est probable que des brèches très semblables entre elles se sont déposées sur les deux bords du géanticlinal du Briançonnais et du Grand Saint-Bernard et que, dans les deux cas, elles forment des intercalations dans les sédiments vaseux du géosynclinal. Leur origine est difficile à expliquer, peut-être sont-elles dues à des écroulements de falaises, suivis d'un glissement lent des éléments dissociés sur des fonds vaseux. Arnold Heim a montré récemment le rôle considérable que jouent les écoulements sous-lacustres ou sous-marins de matériaux meubles.

Quoi qu'il en soit, les racines de la nappe de la Brèche se trouvaient certainement au nord de la zone axiale du géosynclinal du Piémont. Sur le bord opposé, nous rencontrons de nouveau, sur le versant méridional de la chaîne, des faciès riches en restes organiques.

Segment oriental du système alpin. — Avec la zone des Alpes calcaires méridionales, qui apparaît un peu au N.E. d'Ivrée et va ensuite en s'élargissant graduellement vers l'est, nous abordons maintenant l'examen du Lias dans le segment oriental du système alpin. Nous nous occuperons d'abord des affleurements de ce terrain dans les Alpes orientales et nous passerons ensuite à l'étude des rameaux divergents du système alpin.

Alpes de Lombardie. — Déjà à Gozzano, dans les environs du lac d'Orta, se troupe un lambeau de marbres rouges domériens, dont la faune, étudiée par Parona [138], comprend surtout des Lamellibranches, de nombreux Brachiopodes (*Spiriferina rostrata, Rhynchonella tetraedra, Dalmasi, Briseis, Terebratula punctata, Zeilleria cornuta, sarthacensis*) et des Échinodermes. Les Ammonites (*Harpoceras algovianum*) sont plus rares. Le Domérien supérieur est représenté par des schistes à spicules de Spongiaires et à Ammonites à l'entrée de la Valsesia.

Dans la région des lacs et dans l'Est des Préalpes Lombardes, la succession est plus complète. Au-dessus du Rhétien, dont il a été question plus haut, Bistram [142] a découvert à l'Alpe Bolgia, dans la Valsolda, au nord du lac de Lugano, une intéressante faune hettangienne, composée surtout d'individus de petite taille, dont les coquilles sont silicifiées. A côté de *Schlotheimia angulata, Psiloceras Johnstoni* et *calliphyllum*, se trouvent de nombreux Lamellibranches (*Pecten valoniensis, Thiollierei, Astarte subtetragona*) et Gastéropodes (*Amberleya decorata, Promathildia Dunkeri, Protocerithium lugdunense*), dont la plupart appartiennent à des espèces de l'Europe occidentale et en particulier de la vallée du Rhône.

Le Sinémurien est représenté, dans la même région [0, 7], par des calcaires noirs à silex, rappelant le faciès provençal. On y a trouvé des Végétaux et de grandes Ammonites (*Arietites bisulcatus, rotiformis*). Au-dessus viennent des calcaires gris, bréchoïdes, avec *Asteroceras stellare, obtusum, Oxynoticeras oxynotum* et autres espèces lotharingiennes. C'est à ce même niveau que vient se placer le *marbre de Saltrio*, dont la riche faune, étudiée par Parona dans plusieurs mémoires [139-141], renferme notamment *Schlotheimia Boucaulliana, Agassiceras Scipionianum, Nautilus striatus*, des Gastéropodes (*Pleurotomaria anglica*), des Lamellibranches, dont plusieurs (*Oxytoma sinemuriensis, Chlamys textorius, Pseudamussium Hehli, Lima gigantea, Cardinia hybrida*) sont parmi les formes les plus caractéristiques du Lias inférieur de l'Europe occidentale.

Le *marbre d'Arzo* appartient, par contre, au Pliensbachien. Parona cite de ce niveau : *Polymorphites Jamesoni, Spiriferina rostrata, Rhynchonellina alpina, Rhynchonella Briseis, Terebratula punctata, Zeilleria cornuta, sarthacensis* [139]. En d'autres points, des espèces plus spécialement italiennes (*Pygope Aspasia, erbaensis, Terebratula rotzoana*) sont prédominantes, en même temps que les *Phylloceras* deviennent assez communs.

Dès le Domérien, les Ammonites sont beaucoup plus abondantes. Elles se trouvent à l'état de moules ferrugineux dans des calcaires marneux à silex, connus sous le nom de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Medolo et particulièrement bien développés au monte Domaro, dans le val Trompia. Les espèces les plus communes sont : *Phylloceras Heberti, frondosum, Rhacophyllites eximius, Amaltheus margaritatus, Arieticeras algovianum, boscense, cornacaldense, Cœloceras Ragazzonii*, etc. C'est exactement la faune du Domérien du golfe des Causses, avec un faciès très voisin [143].

Le TOARCIEN affecte, par contre, un faciès qui est totalement inconnu en France, mais que nous rencontrerons dans toute l'Italie, dans le Nord de l'Afrique et dans le Sud de l'Espagne, c'est le *calcare rosso ammonitico* des auteurs italiens, calcaire marneux rouge ou rose, quelquefois verdâtre ou gris, où les Ammonites sont toujours à l'état de moules internes, d'une conservation souvent médiocre. Les espèces les plus caractéristiques sont les suivantes : *Phylloceras Nilssoni, Doderleinianum, Lytoceras Dorcadis, Cœloceras crassum, Hammatoceras insigne, Hildoceras bifrons, Levisoni, Lillia erbaensis, comensis, Pseudogrammoceras fallaciosum, Harpoceras falciferum, subplanatum, Paroniceras sternale* [143]. Quelquefois les couches supérieures renferment des espèces de l'AALENIEN : *Phylloceras tatricum, ultramontanum, Erycites fallax, Hammatoceras subinsigne, Pleydellia aalensis, Tmetoceras scissum*. Les *Phylloceras* et les *Lytoceras* sont toujours très abondants, ce qui indique une profondeur des eaux assez considérable.

Les faciès les plus caractéristiques du Lias de Lombardie se poursuivent dans l'Ouest de la Vénétie et dans le Tyrol méridional, jusque dans la région comprise entre l'Adige et la grande faille N.E.-S.W. de la Giudicaria, qui met en contact les terrains métamorphiques antépermiens et les terrains secondaires, plissés parallèlement à sa direction. La série comprend, au-dessus d'un Rhétien à *Avicula contorta* identique à celui de Lombardie, des calcaires à silex éoliasiques, des calcaires marneux gris, tout à fait comparables au Medolo, mais qui paraissent ici comprendre non seulement le Domérien, mais encore le Pliensbachien et le Toarcien, voire l'Aalenien. Cependant, l'ammonitico rosso, avec *Hildoceras bifrons* et *Harpoceras subplanatum*, existe en quelques points et l'Aalenien est représenté, au monte Baldo et au cap San Vigilio, sur le lac de Garde, par des oolithes et des calcaires roses et jaunes très fossilifères, dont la faune a été étudiée par Benecke [54], par de Gregorio et par Vacek [144]. On y trouve surtout des *Phylloceras* (*Ph. tatricum, ultramontanum, Nilssoni*), des *Lytoceras*, des *Harpoceras* (*H. opalinum, Murchisonæ*), des *Hammatoceras* (*H. Sieboldi, subinsigne, planinsigne, lenuinsigne, Lorteti*), de très nombreux exemplaires d'*Erycites fallax* et d'autres espèces du même genre (*E. tenax, sagax, gonionotus*), *Zurcheria pertinax, Catulloceras Dumortieri, Tmetoceras scissum*, puis des Gastéropodes, des Lamellibranches et des Brachiopodes.

C'est une des plus riches faunes aaleniennes que l'on connaisse, mais la distribution des espèces par niveaux n'a pu être précisée. Il est infiniment probable que les couches supérieures du cap San Vigilio appartiennent déjà au Bajocien, car on signale également de cette localité diverses *Oppelia, Cœloceras longalvum, Emileia polyschides*, espèces qui, ailleurs, occupent un niveau plus élevé que l'Aalenien.

A l'est de l'Adige, les plis orientés N.E.-S.W. font place à un régime tabulaire et les faciès du Lias sont en général très différents de ceux de la Giudicaria ; par contre, dans la zone du Gailthal, le Rhétien se présente de nouveau sous la forme de couches marneuses à *Avicula contorta*, comme en Lombardie, et il supporte des calcaires rouges, dont nous allons retrouver l'équivalent dans les Alpes septentrionales, tandis que rien de pareil n'existe plus au sud.

On se souvient que l'étude des faciès du Trias nous a conduits à envisager la zone du Gailthal comme la racine de la nappe de Bavière. L'étude du Lias des Alpes calcaires septentrionales va nous donner la confirmation de cette conclusion.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Bord septentrional des Alpes orientales. — Dans la Haute et dans la Basse-Autriche, sur le bord même des Alpes calcaires septentrionales, on observe, sous la forme de lames pincées entre la zone du Flysch ou zone Helvétique et la nappe de Bavière, des lambeaux de couches jurassiques, qui appartiennent sans doute à la nappe des Préalpes médianes. En effet, le Lias, de même que des termes plus récents, y affectent des faciès dont la ressemblance avec ceux des Alpes Fribourgeoises et des Klippes suisses est frappante. Trauth [145] a fait connaître récemment la faune de cet ensemble, que l'on désigne d'ordinaire sous le nom de *couches de Gresten*. Il distingue un terme inférieur, constitué par des arkoses, des grès, des schistes argileux, avec couches de charbon et empreintes végétales, qui représente l'Hettangien inférieur; puis des schistes, qui comprennent l'Hettangien et le Sinémurien; enfin, des calcaires, souvent sableux, qui correspondent au Lotharingien, au Pliensbachien et peut être encore au Domérien. La faune se compose, comme dans les Préalpes et dans les Klippes suisses, principalement de Brachiopodes et de Lamellibranches; les Gastéropodes et les Céphalopodes sont plus rares. La plupart des espèces se retrouvent dans le Lias du bassin du Rhône, tandis que les affinités avec l'Allemagne du Sud, c'est-à-dire avec la région bathyale, sont bien moindres. Il n'y a pas lieu de s'en étonner, car le faciès rhodanien et le faciès des Préalpes se font pendant de part et d'autre du géosynclinal dauphinois.

Nappe de Bavière. — Le Lias de la nappe de Bavière est remarquable par la grande variété de ses faciès [147], mais néanmoins les formations diverses que l'on y rencontre appartiennent au type bathyal et les Ammonites y prédominent presque toujours sur les autres restes organiques. Le substratum du Lias est généralement constitué par les couches de Kœssen à *Avicula contorta*, ou par l'un des autres faciès du Rhétien qui ont été décrits plus haut.

Les calcaires rouges, bruns ou gris, à Crinoïdes et à Céphalopodes, avec concrétions ferrugineuses et rognons de silex, connus dans la Basse-Autriche sous la dénomination de *couches d'Enzesfeld*, sont un des faciès les plus répandus du Lias inférieur de la nappe de Bavière. Ils sont très fossilifères, les Ammonites y sont conservées avec le test et leurs diverses espèces sont cantonnées dans des bancs bien distincts, de sorte que Fr. Wähner [146] a pu étudier leur répartition par zones, qui coïncident assez bien avec celles de l'Europe occidentale. Les coupes relevées au Pfonsjoch, à l'ouest de l'Achensee, à la Kammerkaralpe, au pied du Hagen Gebirge, dans le massif de l'Osterhorn, puis, à Enzesfeld et à la Hintere Mandling, dans la Basse-Autriche, permettent d'établir la succession suivante :

1° zone à *Psiloceras calliphyllum* (= zone à *Psiloceras planorbis*), avec *Psiloceras* nombreux;

2° zone à *Psiloceras megastoma* et *Arietites proaries* (= zone à *Caloceras laqueus*), avec divers *Psiloceras* et début de *Schlotheimia;*

3° zone à *Schlotheimia marmorea* (= zone à *Schlotheimia angulata*), avec nombreuses espèces de *Schlotheimia;*

4° zone à *Arietites rotiformis*, avec quelques *Schlotheimia* et nombreux *Arietites.*

A tous les niveaux on trouve en outre des représentants des genres *Phylloceras* et *Lytoceras*, auxquels viennent s'ajouter, dans les deux zones inférieures, *Ectocentrites* et *Pleuracanthites.* Le caractère bathyal de la faune est manifeste.

Le même faciès se retrouve quelquefois dans le Lias moyen. Ainsi, au Schafberg [148], au nord du lac de St-Wolfgang, dans le Salzkammergut, on observe, au-dessus de calcaires blancs à Crinoïdes, Brachiopodes (*Zeilleria Partschi, hierlatzica, Rhynchonella belemnitica*) et rares Ammonites (*Arietites obtusus, hierlatzicus*), d'âge lotharingien, des calcaires rouges, qui renferment en grande abondance des Brachiopodes (87 espèces) et des Ammonites assez nombreuses, étudiées par Geyer [140]. Cet auteur figure notamment *Harpoceras boscense, algovianum, ruthenense, Fieldingi, Kurrianum, Amaltheus marga-*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

ritatus, *Ægoceras capricornu*, *Liparoceras striatum* et plusieurs *Phylloceras* et *Lytoceras*. C'est une faune domérienne, dont les analogies avec la faune du Medolo et avec celle des Causses sont frappantes.

Les *calcaires rouges d'Adneth* à Céphalopodes se distinguent de ceux du type d'Enzesfeld par une plus grande teneur en argile, par leur aspect noduleux et par une moins bonne conservation des Ammonites, dont une des faces est souvent corrodée et dont le test a toujours disparu. Ils renferment surtout des faunes sinémuriennes, lotharingiennes et pliensbachiennes. A Adneth, au sud de Salzbourg, ils sont recouverts par des calcaires domériens du type d'Enzesfeld et par des calcaires marneux rouges à *Hildoceras bifrons*, qui rappellent tout à fait l'ammonitico rosso [149, 150].

Un troisième faciès, très répandu dans la nappe de Bavière, est celui des *Fleckenmergel* (marnes tachetées) et des schistes de l'Algäu. Exceptionnellement on l'observe dès l'Hettangien, comme par exemple dans les ravins du Zlambach et du Stambach, près Goisern (Haute-Autriche), où l'on peut distinguer les zones à *Psiloceras calliphyllum* et *megastoma*, avec nombreuses Ammonites, au-dessous d'une série assez puissante de marnes à Spongiaires. Dans les environs de Hohenschwangau, Böse [151] a reconnu la

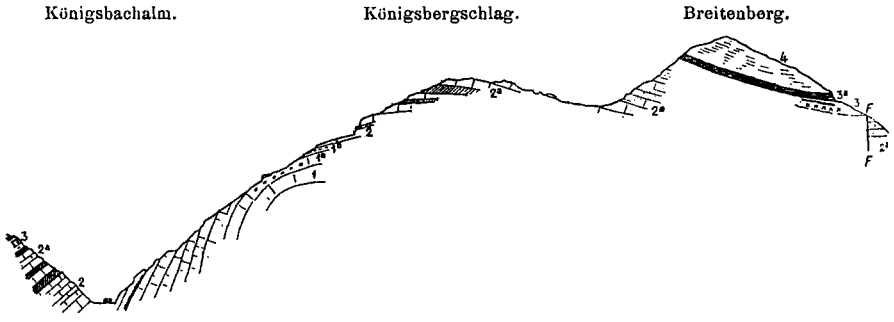


Fig. 306. — Coupe de la voûte de l'Osterhorn, Alpes de Salzbourg (d'après E. Suess et E. von Mojsisovics).

1, Plattenkalk norien; 1^a, id. bancs à Gastéropodes; 1^b, id. bancs à *Semionotus*; 2, Rhétien inférieur; 2^a, Rhétien moyen, avec *Lithodendron*; 3, Hettangien à Céphalopodes; 4, couches d'Adneth (Sinémurien); 4, Fleckenmergel (Lias moyen).

présence de toute une succession de niveaux à Céphalopodes, allant du Sinémurien au Toarcien. En général, toutefois, le faciès marneux est surtout développé dans le Lias moyen et dans le Lias supérieur. Dans ce cas, les Fleckenmergel font suite aux calcaires d'Adneth (fig. 306). L'Aalenien lui-même est représenté, avec le même faciès, au Heuberg, près Nussdorf, dans la basse vallée de l'Inn, où il a fourni notamment *Phylloceras tatricum*, *Erycites gonionotus*, *Harpoceras opalinum*.

Nappes moyenne et supérieure. — L'étude du Trias nous a appris que sur la nappe de Bavière reposent plusieurs nappes dont l'origine est plus méridionale et qui ne sont conservées qu'à l'état de lambeaux. Chacune d'elles présente des faciès particuliers du Lias.

Dans la plus basse, qui est caractérisée par la présence du sel dans le Trias inférieur, par les couches marneuses du Zlambach et par les marnes rhétiennes à Zoanthaires de la Fischerwiese, le Lias est à l'état de marnes grises, analogues aux Fleckenmergel, ou de marnes rouges, qui, à Hallstatt, renferment des Ammonites du Lias moyen (*Phylloceras Capitanei*, *Deroceras Davœi*, *Amaltheus margaritatus*, *Harpoceras boscense*). Dans la nappe de Hallstatt, qui repose sur la précédente, le Lias n'a pas encore été signalé. Par contre, il prend un grand développement dans la nappe du Todte Gebirge et dans celle du Dachstein, où il est représenté par un faciès spécial, les *calcaires du Hierlatz* [152, 153]. Ce sont des calcaires cristallins, blancs ou

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

rouges, riches en débris de Crinoïdes, en Brachiopodes (*Spiriferina*, *Rhynchonella*, *Zeilleria*, *Aulacothyris*, *Terebratula*) et en Gastéropodes (*Pseudomelania*, *Trochus*, *Neritopsis*, *Discohelix*, *Pleurotomaria*, *Alaria*), associés à quelques Lamellibranches (*Lima*, *Chlamys*, *Opis*). Les Ammonites sont plus rares et sont presque toujours de très petite taille (*Phylloceras*, *Rhacophyllites*, *Lytoceras*, *Oxynoliceras oxynotum*, *Polymorphites abnormis*, *Agassiceras personatum*, *Arietites hierlatzicus*, *Caloceras raricostatum*, *Schlotheimia lacunata*, *Ægoceras*, *Deroceras*). Elles permettent d'attribuer d'une manière certaine, à l'étage Lotharingien, les couches du Hierlatz, qui reposent toujours directement sur les calcaires du Dachstein, sans interposition du Rhétien. Le contact des deux formations est très remarquable : les calcaires du Hierlatz moulent toutes les aspérités des calcaires du Dachstein et elles remplissent souvent des poches, où les fossiles se trouvent en grande quantité, comme dans les poches de May (fig. 307).

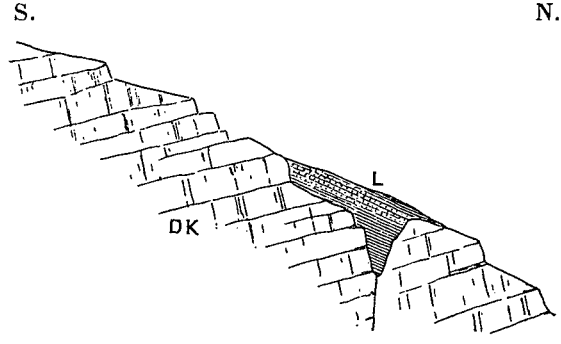


Fig. 307. — Poche de calcaire du Hierlatz (L) dans les calcaires du Dachstein (DK) à l'Ochsenkogel, dans le massif du Dachstein, Alpes Autrichiennes (d'après G. Geyer).

Des calcaires identiques à ceux du Hierlatz reposent près de Vils, dans le Tyrol septentrional, directement sur le Trias supérieur. Le Lias moyen, le Toarcien et l'Aalenien y sont représentés également par des calcaires à Brachiopodes, avec quelques Ammonites caractéristiques de ces divers étages. On peut se demander, dès lors, si l'on n'est pas ici en présence d'un témoin de la nappe du Dachstein.

Région des Dolomies et Alpes Vénitiennes. — On a vu dans le chapitre précédent que les racines des nappes supérieures des Alpes calcaires septentrionales doivent être cherchées entre la zone du Gailthal, où se trouve la racine de la nappe de Bavière, et la région des Dolomies, où le Trias n'est pas sans offrir de grandes analogies avec celui de la nappe du Dachstein.

Pour ce qui est du Lias, toutefois, on constate, dans le massif de Fanes, au nord de Cortina d'Ampezzo [154], contrairement à ce qui a lieu dans la nappe du Dachstein, un passage tout à fait insensible entre le calcaire du Dachstein et des calcaires gris, qui renferment à la base *Terebratula dubiosa*, race locale de la *Terebratula gregaria* du Rhétien, et dans lesquels on observe plus haut des intercalations de calcaires à Crinoïdes rouges ou blancs, avec Brachiopodes du Lias moyen et notamment *Pygope Aspasia*, et, plus haut, avec Ammonites toarciennes (*Polyplectus discoides*, *Hammatoceras insigne*).

Les mêmes calcaires gris se rencontrent dans le val Sugana et dans le Bellunais, avec des intercalations de couches à Brachiopodes ou à Céphalopodes à divers niveaux. Une succession très complète du Lias a été relevée par G. Dal Piaz dans les environs de Feltre [57]. Tous les étages ont été reconnus par cet auteur sous la forme soit de calcaires à Brachiopodes, soit de calcaires à Ammonites, avec les associations d'espèces

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

classiques. A partir du Domérien, les *Phylloceras* et les *Lytoceras* deviennent de plus en plus abondants à mesure que l'on s'élève dans la série. L'Aalenien est particulièrement bien représenté et, contrairement à ce qui a lieu au cap San Vigilio, les zones successives ont pu être parfaitement séparées. L'analogie de faciès est, du reste, assez grande avec les chaînes de la rive droite de l'Adige.

On est d'autant plus frappé de rencontrer, dans la région intermédiaire, c'est-à-dire dans les plateaux du Vicentin et du Véronais, un faciès du Lias tout à fait différent, manifestement littoral. C'est que l'on se trouve dans le voisinage du massif ancien de Recoaro, dont nous avons appris à connaître les vicissitudes pendant l'époque Triasique. Ici les *calcaires gris* [155, 156] atteignent jusqu'à 600 m d'épaisseur. Ils renferment une faune essentiellement néritique, composée surtout de gros Lamellibranches (*Megalodus pumilus*, *Pachymegalodus chamæformis*, *Lithiotis problematica*, *Mytilus transalpinus*), de Brachiopodes (*Terebratula Renieri*, *rotzoana*, *punctata*), de Foraminifères (*Orbitolites præcursor*), associés à de rares Échinides et à une Ammonite unique, *Harpoceras cornacaldense*, retrouvée par A. Dereims dans le Domérien supérieur de l'Aragon. Certains bancs renferment en grande abondance des empreintes végétales, appartenant aux genres *Equisetum*, *Phyllotheca*, *Dichopteris*, *Sagenopteris*, *Tæniopteris*, *Pterophyllum*, *Otozamites*, *Podozamites*. Tous ces faits indiquent bien la proximité d'un rivage.

Des calcaires gris tout à fait analogues existent aussi dans les Alpes Juliennes, dans la Carniole, dans le Sud-Ouest de la Croatie, dans le Frioul et jusqu'en Bosnie. Toutefois, le Lias supérieur est en général constitué, dans ces régions, par des calcaires à Céphalopodes et à Brachiopodes.

Karpates. — Il a déjà été question, dans le chapitre précédent, des relations qui existent entre les Alpes orientales et les Karpates. On sait qu'Uhlig [XXXVI, 54] a pu établir la correspondance entre les nappes dont se composent les deux chaînes. L'examen des faciès du Lias confirme ces assimilations.

Dans la nappe inférieure, celle des Beskides, le Lias est représenté par des couches de Gresten, avec fossiles du Lias moyen. Dans les nappes piennine et subtatrique, les faciès rappellent beaucoup ceux de la nappe de Bavière; ce sont des calcaires analogues à ceux d'Adneth et des marnes puissantes, tout à fait comparables aux Fleckenmergel, qui renferment de riches faunes lotharingiennes (*Caloceras raricostatum*, *Nodotianum*, *Arnioceras ceras*, *Microderoceras Birchi*), toarciennes (*Hildoceras bifrons*, *Dactylioceras Holandrei*, *Lytoceras cornucopiæ*) et aaleniennes (*Pleydellia aalensis*, *Harpoceras opalinum*, *Murchisonæ*, *Erycites fallax*, *Tmetoceras scissum*, *Phylloceras tatricum*). Dans la Haute-Tatra, qui forme fenêtre au milieu de la nappe subtatrique, des grès et des schistes ont fourni une assez riche flore terrestre.

Dans la nappe de la ceinture interne, qui correspondrait, d'après Uhlig, à la nappe de Hallstatt, le Lias est mal connu. Il n'en est pas de même dans les lambeaux de recouvrement de la Bukowine, qui appartiennent sans doute à la même nappe. Uhlig [156 *bis*] a décrit une faune lotharingienne provenant d'une lame peu étendue de calcaires d'Adneth, conservée à Valesacca, et comprenant notamment *Caloceras raricostatum*, *Oxynoticeras Guibalianum* et diverses espèces des genres *Phylloceras*, *Rhacophyllites*, *Lytoceras*, *Deroceras*, *Arietites*. Des lambeaux de calcaires tout à fait semblables, qui paraissent se présenter dans les mêmes conditions tectoniques, ont été découverts par Herbich dans les montagnes de Persany et de Nagyhagymas, dans l'Est de la Transylvanie. Ils renferment des Ammonites, qui se répartissent dans les trois étages du Lias inférieur. Vadasz [157] y a signalé la grande abondance des genres *Phylloceras* et *Rhacophyllites* et il admet que les espèces de tous les niveaux du Lias inférieur, depuis la zone à *Scholtheimia angulata* jusqu'à la zone à *Asteroceras obtusum*, se trouvent mélangées dans les mêmes couches.

Si le Trias de la forêt de Bakony offre les plus grandes analogies avec celui des

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Alpes méridionales, le Lias des deux régions n'offre pas moins de points de contact. Gyula Prinz [158] a publié une étude paléontologique d'où il résulte que les calcaires rouges du Bakony septentrional appartiennent aux deux étages du Lias moyen et au Toarcien, dont ils renferment un certain nombre d'espèces très caractéristiques. Les analogies avec l'ammonitico rosso de Lombardie sont tout à fait frappantes. Les calcaires roses de l'Aalenien de la même région ont fourni de même un grand nombre d'espèces de la faune du cap San Vigilio, avec un développement extraordinaire des genres *Phylloceras* et *Erycites*, qui jouent déjà un rôle important dans le Toarcien et sont représentés, dans les deux étages, par un grand nombre d'espèces nouvelles.

Enfin, il y a lieu de dire quelques mots d'un type néritique du Lias, développé aux environs de Pecs (Fünfkirchen) et dans le Banat, qui a de grandes affinités aussi bien avec les « calcaires gris » du sud des Alpes Vénitiennes qu'avec les couches de Gresten du bord septentrional des Alpes orientales. L'Hettangien renferme de nombreuses couches de houille et des niveaux à empreintes végétales ou à Lamellibranches. Le Sinémurien est à l'état de calcaires à *Terebratula grestensis* ou de grès à *Arnioceras semicostatum*. On cite aussi quelques espèces lotharingiennes. Au Domérien appartiennent des calcaires à *Amaltheus margaritatus* et *Harpoceras Normannianum* riches en Lamellibranches (*Gryphæa cymbium*; *Pecten Bersaskensis*, *Gresslya Trajani*, *Pholadomya Sturi*) et des tufs verts à *Amaltheus spinatus* et *Pseudopecten æquivalvis*, étudiés par E. Tietze [58] à Bersaska, dans le Banat. Avec le Lias supérieur, les conditions bathymétriques changent et l'on retrouve ici les schistes à *Posidonomya Bronni* et *Cœloceras commune*, ainsi que des marnes à *Harpoceras opalinum* et *Murchisonæ*, qui complètent les analogies avec le Lias de l'Europe occidentale.

Le faciès des couches de Gresten se poursuit jusque dans le Sud-Ouest de la Transylvanie, où des couches à charbon, reposant directement sur les schistes cristallins sont recouvertes par des calcaires à *Hildoceras bifrons* et *Dactylioceras commune*, et jusqu'en Serbie, où l'on a signalé *Terebratula grestenensis* dans des couches à charbon, ainsi que quelques Céphalopodes pliensbachiens.

En résumé, toutes les formations liasiques du Sud de la Hongrie et des régions immédiatement adjacentes indiquent un régime littoral que l'on doit attribuer à la présence d'une terre émergée, la *terre orientale* de Mojsisovics, située dans le Centre et dans l'Est de la péninsule Balkanique, régions où l'on ne connaît encore aucune trace de Lias.

Alpes Dinariques et Grèce occidentale. — A l'ouest de la terre émergée dont il vient d'être question on ne connaît pas encore de formations côtières, le Lias du littoral de l'Adriatique fait déjà partie d'un géosynclinal, où l'on n'observe que des formations bathyales. Quoique l'on n'ait encore signalé de fossiles du Lias inférieur qu'en Bosnie, il semble que, dans toute la chaîne des Alpes Dinariques, il y ait concordance parfaite entre le Trias et le Jurassique et passage insensible entre les deux systèmes.

Des fossiles du Lias moyen ont été découverts, dans des calcaires blancs en gros bancs, à Kukuleaés, en Épire, par Philippson et déterminés par Steinmann [159]. Ce sont, abstraction faite d'Ammonites indéterminables, principalement des Brachiopodes (*Koninckina Geyeri*, *Rhynchonella flabellum*, *Rh. Sordellii*, *Terebratola cerasulum*). Une faune analogue a été recueillie par Carl Renz [160] à Corfou. Elle se compose également de Brachiopodes (*Koninckina Geyeri*, *Rhynchonella Zitteli*, *variabilis*, *Aulacothyris apennnica*, *Spiriferina*). Le même auteur a pu retrouver ces calcaires du Lias moyen en Acarnanie, à Leucade et jusque dans l'île de Céphalonie.

Le Lias supérieur est particulièrement bien développé dans l'Ouest de la péninsule Balkanique. H. Beck a signalé aux environs de Vareš, en Bosnie, un *Grammoceras* et un *Tmetoceras*. Le Toarcien est représenté plus au sud par une puissante série de dalles calcaires, de schistes et de lits de silex, les *calcaires de Viglas*, qui renferment *Posidonomya Bronni*, et par des calcaires rouges, noduleux, alternant avec des marnes de même couleur. Ils correspondent exactement au « calcare ammonitico rosso » de Lombardie et sont caractérisés par les mêmes espèces. Les formes les plus abondantes sont *Phylloceras heterophyllum*, *Nilssoni*, *Dactylioceras commune*, *annulatum*, *Cœloceras crassum*, *subarmatum*, *Harpoceras subplanatum*, *Polyplectus discoides*, *Lillia Lilli*, *erbaensis*, *comensis*, *Hildoceras bifrons*. Découverts par Partsch à Corfou, les calcaires rouges toarciens ont été rencontrés

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

par Carl Renz dans le Sud-Est de l'Albanie, en Épire, en Acarnanie et dans les îles de Leucade, de Kalamos, d'Ithaque et de Céphalonie [161].

L'Aalenien est constitué, par contre, à Leucade, par des calcaires blancs, qui ont fourni à Carl Renz les espèces les plus caractéristiques du cap San Vigilio et de la Verpillière : *Phylloceras ultramontanum, Lytoceras ophioneum, Catulloceras Dumortieri, Tmetoceras scissum, Erycites fallax, gonionotus, Hammatoceras Alleoni, Harpoceras opalinum, Murchisonæ.* Des calcaires du même âge existent à Corfou, en Albanie et en Épire.

Enfin, les calcaires et les marnes rouges du Toarcien ont été retrouvés plus récemment par Carl Renz [161] à l'ouest d'Ano-Phanari, en Argolide, avec plusieurs des Ammonites les plus caractéristiques de l'étage. Ils reposent sur des calcaires blancs, qui semblent appartenir au Lias moyen.

Rameau méridional du système alpin. — Nous avons suivi le Lias des Alpes orientales et des Dinarides depuis le Piémont jusqu'en Bukowine et jusque dans le Péloponèse; sa continuation vers le sud-ouest est cachée sous la plaine du Pô, mais il reparaît, avec les plis des Dinarides, dans l'Apennin, où il acquiert un développement tout à fait remarquable. Nous le suivrons tout le long de la chaîne et jusqu'en Sicile. Puis nous l'étudierons dans la boucle du système alpin qui entoure la Méditerranée occidentale, c'est-à-dire dans l'Afrique du Nord, dans le Sud de l'Espagne et dans les Baléares.

Apennin et Sicile. — Dans l'Apennin Ligure, aux environs de la Spezia, le Lias est presque entièrement représenté par des couches marneuses à Céphalopodes. On y rencontre successivement, au-dessus du Rhétien à *Avicula contorta*, les termes suivants [162-164] :

1° Calcaires dolomitiques et marbres portor;

2° Calcaires avec Ammonites ferrugineuses (64 espèces) des zones à *Alsatites laqueus, Schlotheimia angulata* et *Arietites rotiformis* (*Phylloceras, Lytoceras, Pleuracanthites, Ectocentrites, Schlotheimia, Psiloceras, Arietites*);

3° Schistes marneux avec Ammonites lotharingiennes (*Phylloceras, Rhacophyllites, Ectocentrites, Schlotheimia Boucaultiana, Arnioceras, Asteroceras*);

4° Calcaires marneux rouges à Ammonites;

5° Calcaires gris à silex avec Ammonites ferrugineuses du Domérien (*Phylloceras, Rhacophyllites, Lytoceras, Amaltheus margaritatus, spinatus, Harpoceras algovianum, retrorsicosta*);

6° Schistes à *Posidonomya Bronni.*

La ressemblance des couches n° 5 avec le medolo de Lombardie est frappante.

Vers l'est, dans les Alpes Apuanes, le Lias change de caractère, les Gastéropodes, les Lamellibranches et les Brachiopodes se mêlent dans une forte proportion aux Céphalopodes, les calcaires sont blancs ou rouges et, par places, deviennent de vraies lumachelles. C'est un faciès analogue aux couches du Hierlatz. Fucini [165, 166] a décrit de cette région d'intéressantes faunes du Lotharingien (*Vermiceras Bonnardi, Caloceras Nodotianum, Microderoceras notum*) et du Pliensbachien (*Pygope Aspasia, Avicula Maruzzii, Diotis Janus, Perna lugdunensis, Phylloceras* pl. sp., *Rhacophyllites libertus, Amphiceras ægoceroides, Diaphorites vetulonius, Pimelites populonius, Haugi, Tropidoceras* pl. sp.). Nous retrouverons cette dernière faune, avec des caractères identiques, en Sicile.

Dans le Sud de la Toscane, le Monte Cetona présente, par contre, au-dessus d'un Rhétien très fossilifère et de calcaires à Gastéropodes hettangiens ou sinémuriens, une succession de niveaux de calcaires compacts, gris ou rouges, à Céphalopodes, qui se répartissent sur le Lotharingien, le Pliensbachien et le Domérien et qui ont fourni des faunes excessivement riches, étudiées par Fucini [167, 168].

Les *Phylloceras*, les *Rhacophyllites* et les *Lytoceras* se rencontrent en très grand nombre à tous les niveaux; les espèces du genre *Arnioceras*, dans le Lotharingien, celles des genres *Hildoceras* (s.-g. *Seguenziceras*) et *Cœloceras*, dans le Domérien, atteignent une abondance inusitée, qui n'est pas imputable uniquement au morcellement excessif de l'espèce, pratiqué par Fucini. Le Toarcien est ici beaucoup moins fossilifère.

Au mont de Cesi, près Terni, dans l'Apennin transtévérin, Verri [169] a découvert, dans les calcaires blancs de l'Hettangien, une faune assez particulière, composée princi-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

palement de Gastéropodes, qui se retrouve en Sicile (*Neritina, Palæoniso, Pachystylus, Cerithinella, Pseudomelania*, etc.). Entre Cantiano et Cagli se trouve, en outre, un gisement de calcaires lotharingiens, dont la faune, étudiée par Bonarelli [170], a de grandes analogies avec celles de l'Europe occidentale. Elle se compose surtout de Brachiopodes (*Spiriferina, Rhynchonella, Terebratula, Pygope*), de Lamellibranches (*Lima giguntea, Chlamys Hehli, Gryphæa* cf. *arcuata*), auxquels viennent s'ajouter d'assez nombreuses Ammonites, appartenant aux genres *Ectocentrites, Lytoceras, Schlotheimia, Tmægoceras, Arnioceras, Asteroceras;* mais on n'y a trouvé aucun *Phylloceras*, ce qui accentue encore le caractère néritique de la faune.

A partir du Lias moyen, les analogies deviennent très étroites, en particulier sur le versant adriatique de l'Apennin central, avec les Alpes Vénitiennes et Dinariques. Les calcaires à *Pygope Aspasia* renferment de nombreux Brachiopodes, parmi lesquels on retrouve *Terebratula rotzoana* et *Renieri* des « calcaires gris ». Le même horizon a fourni un grand nombre d'Ammonites et en particulier toutes les espèces caractéristiques du medolo.

Le Toarcien est constitué par un calcare ammonitico rosso identique, comme faune et comme caractères lithologiques, à celui des Alpes méridionales et de la Grèce occidentale. L'Aalenien a été très bien distingué du Toarcien par Bonarelli [171], qui cite notamment *Erycites fallax, Catulloceras Dumortieri, Tmetoceras scissum* et de nombreux *Phylloceras*. La profondeur des eaux est donc allée en augmentant du commencement à la fin de la période Liasique.

En résumé, nous sommes en présence, dans l'Apennin central, d'un large géosynclinal, analogue à celui des Alpes Dinariques, accidenté probablement d'un ou de plusieurs géanticlinaux, dont la position variait d'un étage à l'autre et dont la direction N.-S. coïncidait à peu près avec celle des plissements tertiaires, comme le montrent les différences de faciès qui existent entre les différents chaînons.

A l'est, une terre émergée devait séparer ce géosynclinal de celui des Alpes Dinariques, car tout porte à croire que le Lias ne s'est pas déposé sur le littoral italien de l'Adriatique.

En Calabre, et en particulier dans le Sud, aux environs de Rossano, on est déjà en dehors du géosynclinal. De grandes lacunes y existent, en effet, dans la succession des étages.

Le Lias inférieur est transgressif sur les terrains cristallophylliens; il débute par des conglomérats et des grès et comprend ensuite des calcaires noirs à Brachiopodes (*Spiriferina, Rhynchonella, Terebratula, Zeilleria*) et à Lamellibranches (*Pecten, Myoconcha, Cardinia*), avec rares Ammonites lotharingiennes (*Rhacophyllites libertus, Arietites hierlatzicus*) [172]. Il supporte en général directement le Toarcien [173], constitué, non plus par le *calcare ammonitico rosso*, mais par des calcaires gris, marneux et sableux à Fucoïdes (*Chondrites*), Brachiopodes (*Koninckina Geyeri, Pygope erbaensis*) et Ammonites (*Phylloceras, Rhacophyllites, Seguenziceras, Hildoceras, Harpoceras*), qui viennent quelquefois s'appuyer directement sur le granite. C'est également sur le granite ou sur des phyllades paléozoïques que reposent des calcaires rouges, dont la faune, composée de Brachiopodes (*Rhynchonella, Terebratula sphæroidalis, Aulacothyris*), de Lamellibranches (*Lima semicircularis, Semipecten velatus, Arca Plutonis, Præconia gibbosa*), de Gastéropodes (*Pleurotomaria, Turbo, Amberleya, Cirrus, Trochus, Neritopsis, Discohelix*) et de quelques Ammonites (*Phylloceras, Lytoceras, Harpoceras, Hammatoceras*), est attribuée par Greco [174] à la zone à *Harpoceras opalinum*.

Le contraste qui existe, dans la Péninsule, entre le Lias de la Calabre et celui de l'Apennin central se reproduit, au moins pour le Lias inférieur, en Sicile, où la région orientale, aux abords des monts Péloritains, présente d'autres faciès que la région occidentale, en particulier que les provinces de Palerme et de Trapani [59].

Dans l'Est, le Sinémurien est représenté aux environs de Taormina par des calcaires noirs à Brachiopodes et Lamellibranches, où l'on retrouve plusieurs espèces très com-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

munes dans l'Europe occidentale (*Spiriferina rostrata, pinguis, Rhynchonella plicatissima, belemnitica, curviceps, Terebratula punctata, Zeilleria perforata, Lima punctata, Chlamys Hehli, Oxytoma sinemuriense*). Dans l'Ouest, il existe dans les montagnes de Casale et de Bellampo, dans la province de Palerme un calcaire blanc cristallin, analogue à celui de l'Apennin transtévérin, dont la faune se compose de rares Ammonites (*Phylloceras, Arietites*), d'innombrables Gastéropodes, appartenant en grande partie à des genres très spéciaux, de nombreux Pectinidés et autres Lamellibranches et de Brachiopodes.

Le Pliensbachien est constitué, aux Rocche Rosse près Galati, par des calcaires à Crinoïdes, Brachiopodes (*Pygope Aspasia*), Lamellibranches et Gastéropodes, qui renferment également de nombreuses Ammonites étudiées par G. G. Gemmellaro (*Phylloceras, Rhacophyllites, Lytoceras, Deroceras, Polymorphites, Amphiceras, Tropidoceras, Cœloceras*) [175]. Cette faune semble dériver par filiation directe de celle du Hierlatz, qui l'a précédée immédiatement.

Les calcaires à *Pygope Aspasia* de la province de Palerme, dont la faune se compose surtout de Gastéropodes, de Lamellibranches et de Brachiopodes, semble être un peu plus récente, car les rares Ammonites qu'y signale Gemmellaro [59] sont en partie domériennes (*Harpoceras algovianum, Rhacophyllites mimatensis*).

Comme aux environs de Rossano, le Toarcien est constitué autour de Taormina par des calcaires gris à Fucoïdes, alternant avec des marnes grises et noirâtres; à Bellampo, dans les environs de Palerme, par contre, il est à l'état de calcaires rouges. Dans les deux régions, il débute par des *couches à Leptæna* [176], caractérisées, comme en Normandie et au Portugal, par *Koninckella Davidsoni, Kingena Deslongchampsi, Pentacrinus jurensis*, associés à de nombreux petits Brachiopodes et à de rares Ammonites (*Cœloceras crassum, Dactylioceras Holandrei, Phylloceras Partschi*). La partie supérieure du Toarcien n'a pu encore être subdivisée; Gemmellaro signale [177] un certain nombre d'espèces communes aux deux régions et aussi des espèces de l'Europe occidentale, mais les environs de Taormina lui ont fourni quelques espèces très spéciales (*Canavaria Haugi, Dumortieria naxensis, Grammoceras Distefanoi, fontanellense, selinense, Hildoceras Manzonii*). Les *Phylloceras* sont, ici aussi, très nombreux.

Au Monte San Giuliano, dans la province de Trapani, Gemmellaro [178] a constaté, en discordance sur le Lias moyen, une série de calcaires compacts, dont la partie inférieure représente l'Aalenien. Sa faune comprend de nombreux *Phylloceras*, des *Lytoceras*, plusieurs *Catulloceras*, des *Hammatoceras*, des *Erycites*, des *Oppelia*, des *Tmetoceras*, puis des espèces caractéristiques, telles que *Pleydellia aalensis, Harpoceras opalinum, Murchisonæ*. On y trouve, en outre, des Nautiles, des Gastéropodes, des Lamellibranches, des Brachiopodes. C'est la faune du cap San Vigilio, développée ici avec une richesse toute spéciale.

Il résulte de cet aperçu que le Lias des environs de Palerme s'est déposé dans un géosynclinal, qui est manifestement la continuation de celui de l'Apennin central; tandis que les dépôts de la province de Messine, dans l'Est, et ceux de la province de Trapani, dans l'Ouest, se sont formés, comme ceux de la Calabre, en dehors du géosynclinal.

Afrique du Nord. — De l'autre côté de la Méditerranée, nous retrouvons le Lias avec des faciès assez analogues à ceux qu'il nous a présentés dans l'Apennin et en Sicile. Depuis la Tunisie jusqu'au Maroc, en suivant la direction des plissements de l'Atlas, il conserve des caractères assez uniformes pour qu'il soit possible de décrire successivement les termes qui le composent, sans entrer dans des détails qui n'offriraient qu'un intérêt local.

Les étages inférieurs sont encore assez mal connus.

L'Hettangien n'a été signalé avec certitude qu'en trois points :

1° par J. Savornin aux environs du Hodna, dans la province de Constantine, où il est représenté par des plaquettes calcaires à *Cypricardia porrecta, Gervilleia obliqua, Dimyopsis intusstriata, Montlivaultia discoidea*;

2° par G. B. M. Flamand, à Tifrit, dans les régions de Saïda, sous la forme de dolomies et de calcaires siliceux, à *Cypricardiaporrecta* et Cardinies;

3° par le même auteur, aux environs de Géryville et de Mecheria, où l'étage est constitué par des alternances de calcaires siliceux et de marnes, avec *Gervilleia præcursor* et *Mytilus psilonoti*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Si l'on fait abstraction de quelques Ammonites recueillies au Zaghouan par Baltzer, qui n'ont d'ailleurs jamais été retrouvées, l'existence du SINÉMURIEN et du LOTHARINGIEN n'est basée sur aucun document paléontologique. Par contre, le LIAS MOYEN forme, depuis Tunis jusqu'au Maroc, une succession de dômes constitués par des calcaires massifs, souvent très puissants. Au Bou-Kournin et au Zaghouan, Ficheur et Haug y ont trouvé des Bélemnites et quelques Brachiopodes, en particulier *Pygope Aspasia*. La même espèce, associée à *Spiriferina rostrata* et *Zeilleria numismalis*, a été rencontrée par Dareste de la Chavanne près du djebel Nador, entre Guelma et Souk-Ahras, dans l'Est de la province de Constantine. Dans la province d'Alger, ces mêmes calcaires n'ont fourni que des Ammonites, des Bélemnites et des Brachiopodes indéterminables; mais dans l'Ouarsenis, dans la province d'Oran, plusieurs Brachiopodes caractéristiques ont été recueillis.

Aux environs de Saïda, G. B. M. Flamand distingue des calcaires dolomitiques à Spiriférines et des calcaires marneux riches en Brachiopodes (*Rhynchonella tetraedra*, *Terebratula subpunctata*, *Jauberti*, *Aulacothyris resupinata*), avec *Grammoceras Normannianum*. Plus au sud, le même auteur a trouvé près de Méchéria, *Pygope Aspasia*, avec des *Zeilleria* et des *Rhynchonella*.

Vers la frontière ouest de l'Algérie, Bleicher cite *Spiriferina rostrata*, *Rhynchonella tetraedra* et *Tropidoceras binotatum* du massif des Beni Snouss, au sud du bassin de la Tafna. Le Lias moyen semble exister aussi autour d'Igli. Au delà de la frontière, il a été découvert par Louis Gentil [XXXV, 70 *bis*] auprès d'Oujda. Il débute par un conglomérat de base, avec gros galets de quartzites siluriens et débris de schistes primaires, qui repose directement sur les terrains anciens. Il comprend ensuite une masse puissante de calcaires zoogènes, renfermant *Amaltheus margaritatus*, *Zeilleria subnumismalis*, *Terebratula punctata*, *Rhynchonella Rosenbuschi*, *curviceps* et des Lamellibranches. La transgression mésoliasique est donc démontrée pour la région frontière de l'Algérie et du Maroc.

Ajoutons encore que des calcaires massifs, semblables à ceux de l'Algérie forment l'ossature des chaînes extérieures du Rif, au nord de Fez et dans la région de Tétouan; ils sont attribués par Brives et par L. Gentil au Lias moyen.

Le TOARCIEN ne semble pas exister en Tunisie, mais sa présence a été reconnue près de Batna, où l'on a trouvé en 1896, lors d'une excursion de la Société géologique, dans des couches rouges associées à des marno-calcaires bleuâtres, plusieurs Ammonites (*Lillia Bayani*, *comensis*, *Phylloceras heterophyllum*), qui furent reconnues par K. A. Zittel comme absolument identiques, même comme mode de conservation, à des formes de l'Ammonitico rosso de l'Apennin. Une faune beaucoup plus riche, mais présentant les mêmes affinités, a été découverte par É. Ficheur et L. Gentil dans la Kabylie du Djurjura, au djebel Tachgagalt. Elle renferme notamment *Phylloceras heterophyllum*, *Rhacophyllites mimatensis*, *Grammoceras toarcense*, *Cœloceras Braunianum*. Gentil reconnut ensuite [XXXV, 70 *bis*; 59 *bis*] la grande extension des marnes rouges toarciennes dans le massif des Traras et dans les Beni-Snassen, des deux côtés de la frontière marocaine. Il a recueilli des documents paléontologiques extrêmement abondants, qui indiquent, d'une manière certaine, la présence des trois zones de l'étage. *Hildoceras bifrons* et *Levisoni* sont de beaucoup les espèces les plus fréquentes. Les *Harpoceras*, les *Lillia*, les *Cœloceras* sont représentés par de nombreuses espèces. Par contre, les *Phylloceras* et les *Lytoceras* sont relativement rares, contrairement à ce qui a lieu en Italie.

Dans le Sud oranais, le Toarcien conserve les mêmes caractères, la zone à *Lytoceras jurense* y est particulièrement bien développée. G. B. M. Flamand cite *Pseudogrammoceras fallaciosum* de plusieurs localités. La présence de quelques *Dumortieria* indique sans doute l'existence de la zone inférieure de l'AALENIEN.

Les zones supérieures de cet étage n'ont pas encore été retrouvées en Algérie.

Espagne méridionale et Baléares. — De même que dans le Nord du Maroc, les calcaires du Lias moyen forment, dans l'extrême Sud de l'Espagne, des dômes au milieu de terrains plus récents. L'un d'eux est le célèbre rocher de Gibraltar (pl. XVI, 1), où ont été trouvés quelques fossiles liasiques.

Dans la chaîne Bétique [XXII, 9], les calcaires massifs font place à des calcaires à silex et à des calcaires marneux en bancs réguliers, qui sont séparés du Trias par des marnes verdâtres et des cargneules, représentant vraisemblablement le RHÉTIEN et l'HETTANGIEN.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Les plus anciens fossiles liasiques de la région semblent appartenir au LOTHARINGIEN. Ce sont *Arnioceras ceras* et divers *Arietidæ* mal conservés, *Semipecten velatus*, *Spiriferina rostrata*, *Zeilleria Partschi*, une variété de *Pygope Aspasia* et de nombreuses Rhynchonelles, provenant principalement de Baños de Alhama et de Salinas. Dans la sierra Elvira, ces couches sont surmontées par des calcaires marneux, dans lesquels Marcel Bertrand et W. Kilian ont recueilli des fossiles domériens très caractéristiques : *Rhacophyllites lariensis*, *Grammoceras algovianum*, *Bertrandi*, *Pygope erbaensis*.

Le TOARCIEN, qui fait suite à ces calcaires marneux, est absolument identique aux calcaires rouges à Ammonites de l'Afrique du Nord, de l'Apennin et des Alpes de Lombardie. C'est l'Ammonitico rosso, avec sa faune habituelle, dont les espèces caractéristiques ont été trouvées, par divers auteurs, en de nombreuses localités d'Andalousie, depuis la province de Cadix jusque dans la sierra Sagra, sur les confins de la province de Murcie. Les espèces les plus communes sont *Hildoceras bifrons*, *Levisoni*, *Bayani*, *Harpoceras subplanatum*, *cumulatum*, *Pseudogrammoceras fallaciosum*, *Cœloceras crassum*. Les *Phylloceras* ne sont guère plus abondants que dans l'Afrique du Nord.

L'Aalenien est encore mal connu en Andalousie et l'on ne cite guère de cet étage que *Harpoceras Murchisonæ*.

Mal développé dans la province d'Alicante, où la chaîne Bétique atteint la mer, le Lias existe aux Baléares avec des faciès qui rappellent plutôt ceux de la Meseta et de la Basse-Provence que ceux de l'Andalousie. Le Lias inférieur n'a été observé dans aucune de ces îles. A Majorque, le Lias moyen comprend, d'après H. Hermite [XXXIV, 57], des calcaires à *Spiriferina rostrata*, *Terebratula punctata*, *Zeilleria cornuta*, *Semipecten velatus* et des calcaires à *Polymorphites Jamesoni*, Bélemnites et nombreux Lamellibranches. Le Toarcien n'est connu qu'à Minorque, où un niveau calcaire a fourni à Hermite *Rhynchonella meridionalis* et *Terebratula Mariæ*. Par contre, c'est de nouveau à Majorque qu'ont été trouvées quelques Ammonites aaleniennes, entre autres *Pleydellia compta*, espèce caractéristique de la zone à *Harpoceras opalinum*, et *Harpoceras concavum*, *cornu*, *Platypleuroceras subspinatum*, de la zone supérieure de l'étage (H. Nolan).

EUROPE ORIENTALE ET ASIE. — Après avoir suivi la branche occidentale du géosynclinal des Dinarides jusqu'aux Baléares, nous revenons à l'Europe orientale que nous avions atteinte déjà en parlant du Lias des Karpates. Comme nous l'avons fait pour l'Europe occidentale, nous étudierons d'abord les régions d'ancienne consolidation, pour passer ensuite à la zone plus méridionale des plissements alpins.

Plate-forme Russe. — De même que le bouclier Baltique, la plate-forme Russe était exondée pendant toute la période Liasique. Le géosynclinal de l'Oural était lui-même comblé, car on n'a jamais rencontré, sur aucun de ses deux versants, de dépôts jurassiques plus anciens que le Portlandien. La surface continentale s'étendait d'ailleurs à toute l'Asie centrale, où l'on ne connaît, en fait de terrains secondaires, que des couches houillères à plantes, dont l'âge précis ne peut généralement pas être déterminé.

Aux environs de Cracovie, il existe cependant des argiles réfractaires à végétaux certainement liasiques. Raciborski [179] a signalé, parmi les empreintes recueillies dans ces dépôts, un certain nombre de Fougères appartenant à des genres actuels, tels que *Gleichenia*, *Alsophila*, *Dicksonia*, *Osmunda*, *Danæa*. La région a toutefois été envahie par la mer à l'Aalenien, car on y observe, en divers points, des sables et des argiles à *Inoceramus*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

polyplocus, qui supportent le Bajocien. Au sud de la plate-forme Russe, dans le bassin du Donetz, par contre, les terrains paléozoïques plissés sont recouverts en discordance par des sables kaoliniques et des argiles sans fossiles, auxquels font suite, en concordance, des schistes et des grès avec *Belemnites compressus*, *Harpoceras falciferum*, *Dactylioceras*, *Pseudogrammoceras quadratum* et *Hammaloceras insigne* [60]. La région a donc certainement été envahie par la mer dès le Toarcien, et l'Aalenien est, lui aussi, représenté, comme l'indique la découverte de *Pleydellia compta*. Dans la presqu'île de Manguychlak, à l'est de la Caspienne, on attribue également au Lias des grès avec bancs de conglomérats et lits de charbon, qui reposent en discordance sur les schistes cristallins.

La mer aurait donc pénétré, à la faveur de mouvements orogéniques posthumes, dans la zone des plissements qui, à la fin des temps primaires, a pris naissance sur le bord méridional de la plate-forme Russe.

Balkans, Crimée, Caucase. — Plus au sud, les Balkans, la Crimée et le Caucase constituent autant de segments distincts — individualisés grâce à des mouvements épirogéniques très récents — de la zone la plus septentrionale des plissement alpins, c'est-à-dire de la zone qui constitue, plus à l'ouest, l'arc Karpatique.

Dans les Balkans, le Lias inférieur n'est connu que dans la partie orientale de la chaîne, où Zlatarski [60 *bis*] a signalé des *Arietites* et des *Schlotheimia*. Le Lias est exclusivement représenté par des couches néritiques, qui se répartissent sur ses deux étages. Ce sont, d'après Toula, des calcaires ou des grès à Brachiopodes (*Spiriferina rostrata*, *Rhynchonella acuta*, *tetraedra*, *Terebratula punctata*, *Zeilleria cornuta*, *numismalis*) et à Lamellibranches (*Pseudopecten æquivalvis*, *Entolium disciforme*, *Plicatula spinosa*, *Gryphæa cymbium*, *Pholadomya bulgarica*, *ambigua*). Les Ammonites sont plus rares (*Ægoceras capricornu*, *Amaltheus margaritatus*). Le Toarcien est connu dans toute l'étendue de la chaîne, les Ammonites les plus caractéristiques de l'étage (*Hildoceras bifrons*, *boreale*, *Dactylioceras commune*) y sont associées à des Lamellibranches et les *Phylloceras* font entièrement défaut.

En Crimée, le Lias, d'ailleurs assez mal connu, est constitué, dans sa partie inférieure, par des couches à Végétaux, que l'on a comparées aux couches de Gresten. Le Toarcien est représenté, comme dans les Balkans, par des couches à Céphalopodes (*Lytoceras jurense*, *Cœloceras Raquinianum*) et à Lamellibranches.

Le Caucase [62, 63] présente, sur ses deux versants, des dépôts liasiques qui rappellent encore le faciès des couches de Gresten. Les schistes avec empreintes végétales et lits de houille prédominent surtout dans la partie inférieure et renferment, à divers niveaux, des intercalations de bancs calcaires avec fossiles marins. On peut attribuer au Lias inférieur des couches à *Cardinia* et au Lias moyen des calcaires à Brachiopodes et à Céphalopodes (*Phylloceras*, *Lytoceras*; *Amaltheus margaritatus*), qui n'existent que sur le versant méridional, en Imérétie, et qui rappellent les calcaires rouges des Alpes orientales. Le Lias supérieur est représenté au Daghestan sous la forme de schistes noirs, dont la base renferme des espèces toarciennes (*Hildoceras serpentinum*), tandis que leur partie supérieure, qui supporte en concordance des schistes bajociens, correspond aux deux zones à *Harpoceras Murchisonæ* et à *Harpoceras concavum*, avec leurs espèces caractéristiques.

Asie Mineure, Perse, Turkestan. — Si l'on fait abstraction du Rhétien de Balia Maaden, qui est intimement relié au Trias supérieur, le Lias n'est connu en Asie Mineure que du Kessik-tach, à l'ouest d'Angora, où affleu-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

rent des calcaires rouge brun à Céphalopodes, semblables aux calcaires d'Adneth, et des calcaires rouge brun à Crinoïdes, qui rappellent les calcaires du Hierlatz. Les Ammonites indiquent, d'après Pompeckj [180], la présence du Lias inférieur (*Arietites*) et du Lias moyen (*Phylloceras frondosum, Hebertinum, Atontinum, Deroceras*); les Crinoïdes (*Extracrinus*) rappellent également des espèces du Lias moyen. Des calcaires sableux gris verdâtre, avec *Cœloceras limatum* et *Lytoceras*, semblent appartenir au Lias supérieur.

En Perse, ce n'est encore que dans le Nord que le Lias a été signalé. Différentes espèces d'aspect toarcien ont été décrites de Tazeh-kend, dans l'Azerbeidjan. Dans tout l'Elbourz, le Rhétien à Végétaux prend un grand développement et renferme une flore assez riche, qui possède, d'après Zeiller [181], des affinités à la fois avec l'Europe occidentale et avec l'Indo-Chine. Les observations de Stahl et de J. de Morgan ont montré que les couches à plantes s'élevaient jusqu'au sommet du Lias sous la forme de grès et de calcaires gréseux, qui, au pied même du Demavend, ont fourni des fossiles marins (*Grammoceras Normannianum, fallaciosum, Harpoceras Murchisonæ, Trigonia litterata, producta, V costata*), d'âge domérien, toarcien et aalenien [XXXV, 66]

Dans la partie orientale de l'arc Iranien, le Lias est encore peu étudié. Près de Quetta, au Béloutchistan, on a indiqué la présence de schistes à *Spiriferina*, tandis qu'en Afghanistan on ne connaît que le Rhétien, représenté soit par des calcaires à *Dicerocardium* et *Lithodendron*, soit par des couches à plantes. Au Turkestan, ces dernières sont seules représentées, le rivage passait donc probablement plus au sud.

Himalaya. — Aux sources du Karakach, dans le Karakoroum, Bogdanovitch [XXXIV, 74] a rencontré des calcaires à *Megalodon* rhétiens, qui existent également plus à l'est dans le district de Niti [XXXV, 77], où ils renferment en abondance des *Lithodendron* ainsi que *Dicerocardium*. Dans la coupe de Shalshal, ces calcaires massifs, analogues aux calcaires du Dachstein des Alpes orientales, sont surmontés de calcaires bien lités, très peu épais, qui n'ont guère fourni que des *Ostrea*, des *Pecten* et des Bélemnites et qui représentent peut-être tout le Lias [XXXV, 77].

Dans le district de Malla Johar, les divers termes du Trias se rencontrent sous la forme de blocs exotiques provenant de couches dont le faciès diffère beaucoup de ceux que les mêmes niveaux affectent dans les régions situées plus au sud. Il en est de même du Lias [182]. Certains blocs sont constitués par des calcaires marneux, rouge brique, noduleux, qui présentent les analogies les plus frappantes avec les calcaires d'Adneth, faciès inconnu dans le reste de l'Himalaya. Les fossiles présentent, d'après Diener, exactement le même état de conservation et appartiennent à des formes identiques à des espèces alpines ou très voisines, qui se répartissent dans les genres *Phylloceras, Rhacophyllites, Ectocentrites, Pleuracanthites, Schlotheimia, Arietites*, etc. C'est une faune sinémurienne. De même que pour les blocs triasiques, l'origine des blocs exotiques d'âge liasique doit être cherchée plus au nord, dans le Tibet méridional, où se trouve probablement la racine de la nappe qui leur a donné naissance.

Archipel Malais. — Dans tout l'arc Malais, le Lias proprement dit n'est encore connu qu'en un seul point, dans l'île de Rotti, près de Timor, où sa découverte est due à des circonstances tout à fait exceptionnelles. Wichmann a recueilli, parmi les matériaux projetés par deux volcans de boue de cette île, un certain nombre de fossiles secondaires, et, entre autres, des Ammonites du Lias inférieur (*Arnioceras semicostatum, longicellum, rotti-*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

cum, etc., *Schlotheimia*) et du Toarcien (*Dactylioceras Holandrei, commune, Hammatoceras, Harpoceras*), déterminées par Rothpletz [XXXV, 128]. Un *Deroceras* trouvé par Verbeek indique la présence du Lias moyen.

Le Toarcien existe également à Bornéo, en dehors de l'arc Malais; des *Harpoceratidæ* ont été signalés dans l'ouest de l'île.

Chine et Indo-Chine. — L'attribution au Lias des bassins houillers continentaux du Nord-Est de la Chine est encore douteuse. Il en est de même du *bassin rouge* du Sze-tchouen, qui a fourni des plantes jurassiques. Par contre, les couches à empreintes végétales observées par Leclère dans le Yun-nan et dans le Kouei-tchou sont, d'après Zeiller, incontestablement rhétiennes, quoiqu'elles renferment encore des *Glossopteris*. Elles supportent des schistes à *Schlotheimia*.

Dans le Sud du Tonkin on exploite aujourd'hui très activement un important bassin houiller. Son âge rhétien a été établi dès 1882 d'une manière irréfutable par Zeiller [93] d'après l'étude des empreintes végétales; néanmoins, suivant l'exemple de Fuchs, les praticiens se sont longtemps obstinés à ranger dans le Carbonifère le « terrain houiller » du Tonkin, à cause de sa grande ressemblance lithologique avec le Houiller d'Europe. Le bassin en question forme, dans le voisinage du littoral, une large bande, dirigée à peu près E.-W., s'étendant depuis Sept-Pagodes à l'ouest jusqu'à Ke-bao à l'est. Une puissante formation détritique, composée de grès et de poudingues, présente de nombreuses intercalations schisteuses, avec couches de charbon et empreintes végétales très abondantes. La flore comprend plus de 50 espèces, qui se répartissent dans les Fougères (*Pecopteris, Cladophlebia, Danæopsis, Tæniopteris, Glossopteris, Dictyophyllum*), les Équisétinées (*Annulariopsis, Schizoneura, Equisetum*), les Cordaïtées (*Nœggerathiopsis*), les Cycadinées (*Podozamites, Zamites, Olozamites, Pterophyllum*), les Salisburiées (*Baiera*), les Conifères (*Trioolepis, Araucarioxylon*).

Le Rhétien houiller est en régression par rapport au Trias, mais il est discordant sur son substratum. Il supporte des grès rouges qui s'étendent en transgressivité bien au delà de ses affleurements et ils renferment des Végétaux appartenant encore à des espèces rhétiennes, des *Posidonomya* et des Poissons.

En Annam, dans la région de Hué et de Tourane, des couches rhétiennes à charbon reposent directement sur les terrains métamorphiques. Leurs conglomérats contiennent des galets de gneiss. Au-dessus viennent en concordance des schistes, dans lesquels Counillon [183] a recueilli des *Psiloceras* (*Ps. longipontinum*), des Gastéropodes, des Lamellibranches (*Monotis substriata, Nucula, Astarte Voltzi, Protocardia Philippiana*, etc.). La mer liasique s'étendait donc sur cette partie de l'Indo-Chine.

Sibérie septentrionale. — Dans toute la Sibérie centrale, on ne connaît que des couches jurassiques continentales, dont l'âge ne peut être précisé, mais le Lias existe sur les côtes de l'océan Arctique, où il a été découvert par le baron Toll, entre l'embouchure de la Léna et celle de la Jana. C'est du Lias moyen, avec Plicatules, Bélemnites et *Amaltheus margaritatus*.

Régions circumpacifiques. — Tout comme le Trias supérieur, le Lias présente sur le pourtour de l'océan Pacifique une série d'affleurements qui jalonnent un géosynclinal circumpacifique et correspondent à la zone des plissements alpins.

Nouvelle-Zélande et Nouvelle-Calédonie. — Les couches à *Glossopteris* de la Nouvelle-Zélande, d'âge triasique, supportent des alternances de couches à

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

plantes (*Zamites*, *Dammara*) et de couches marines, qui ont reçu le nom de *couches d'Otapiri*. Les fossiles marins ont été décrits sous les noms de *Belemnites otapiricus*, *Pleurotomaria ornata*, *Tancredia truncata*. Ils rappellent des formes liasiques. Au-dessus viennent les *couches de Mataura* à *Macrotæniopteris lata* et *Tæniopteris Daintreei* [XXXV, 141].

Sur la côte sud-ouest de la Nouvelle-Calédonie, Piroutet signale, dans une puissante série argileuse, qui fait suite au Trias, des *Spiriferina*, des *Zeilleria* et un *Lyloceras* voisin de *cornucopiæ*. Précédemment, un fragment d'Ammonite, attribué à *Amaltheus margaritatus*, avait été rapporté de l'île par le colonel Charrière.

Japon. — Le Rhétien à Plantes (*Dictyophyllum*, *Podozamites*, *Nilssonia*, *Baiera*) est recouvert, dans la province de Nagato, par des argiles, des grès et des conglomérats, dans lesquels Inouye a trouvé des Ammonites toarciennes (*Grammoceras*, *Hildoceras*, *Harpoceras*, *Dactylioceras*) et des empreintes végétales. Dans la province de Rikouzen, par contre, des argiles toarciennes, avec *Harpoceras Ikianum* et *Lytoceras*, reposeraient directement sur le Trias. Elles supportent des argiles probablement aaleniennes, avec Bélemnites et Ammonites (*? Tmetoceras Hollandæ*) indéterminables [184].

Amérique du Nord. — Quelques fossiles de la côte méridionale de la péninsule d'Alaska, figurés par Charles A. White [185], paraissent provenir de couches toarciennes ou aaleniennes. Ce sont des Lamellibranches (*Cucullæa*, *Glycimeris*) et des Ammonites, qui doivent être rapportées aux genres *Harpoceras* et *Hammatoceras*.

Des Ammonites sinémuriennes (*Arnioceras*, *Coroniceras*, *Vermiceras*) ont été signalées dans diverses localités de l'Oregon, de la Californie et du Nevada dont la stratigraphie est encore mal connue [67]. Les *grès de Hardgrave*, en Californie, ont fourni, en outre, à Hyatt de nombreux Lamellibranches (*Ostrea*, *Mytilus*, *Gervilleia*, *Lima*, *Pecten*, *Pholadomya*, *Pleuromya*, *Trigonia*), voisins d'espèces liasiques d'Europe.

Au Mexique, dans les états de Vera Cruz, Puebla et Hidalgo, des schistes argileux micacés d'une grande épaisseur renferment en abondance *Arietites James-Danæ*, associé à un *Microderoceras* et à une *Posidonomya* [186].

Le Rhétien à plantes existe dans le Nord du Mexique et au Honduras. Dans le premier cas, il repose directement sur les terrains cristallophylliens; dans le second, sur le Carbonifère.

Amérique du Sud. — Hyatt a décrit, sous les noms de *Caloceras Newberryi*, *C. Ortoni* et *Arnioceras ceras*, des Ammonites provenant du Pérou septentrional, qui indiquent d'une manière certaine la présence du Sinémurien dans ce pays. On attribue depuis longtemps au Lias *Pecten alatus* et *Lithotrochus Humboldti*, espèces assez communes dans les Andes, depuis le Pérou jusque dans la République Argentine. Le Lias du Chili est beaucoup mieux connu, grâce surtout aux recherches de Steinmann et de Möricke [187] dans la cordillère de Copiapo, où tous les étages paraissent représentés par des formations néritiques : calcaires, grès, oolithes ferrugineuses.

Les Lamellibranches et les Gastéropodes prédominent, mais les Ammonites sont assez abondantes à certains niveaux, à l'exclusion toutefois des *Phylloceras*. *Pecten alatus* se rencontre aussi bien dans le Lias inférieur que dans le Lias moyen et dans le Toarcien; en Europe, cette espèce n'est connue qu'en Espagne. Les Trigonies se rencontrent dans tout le Lias, comme en Espagne. *Gryphæa Darwini* est une espèce sinémurienne voisine de *Gryphæa arcuata* d'Europe; *Gryphæa calceola* appartient, comme en Europe, au sommet de l'Aalenien. Parmi les Ammonites, on retrouve également au Chili un grand nombre d'espèces européennes et elles occupent exactement le même niveau des deux côtés de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

l'Atlantique. On peut citer, dans le Sinémurien, *Arietites bisulcatus;* dans le Pliensbachien, *Deroceras armatum, submuticum, Polymorphites Jamesoni;* dans le Toarcien, *Hildoceras Levisoni, comense, Lillia erbaensis, Lilli, Haugia variabilis, Harpoceras subplanatum, Cœloceras Raquinianum;* dans l'Aalenien, *Hammatoceras Alleoni, gonionotum, Dumortieria Moorei.*

Sur le versant argentin des Andes, le Lias possède une grande extension. Il repose en discordance sur des terrains paléozoïques ou cristallophylliens et devient de plus en plus littoral à mesure que l'on se dirige vers l'est, vers la plaine. Il est constitué par des conglomérats porphyritiques, d'une épaisseur énorme, renfermant quelques intercalations lenticulaires de grès ou de calcaires, dans lesquelles se trouvent les fossiles. Ceux-ci indiquent la présence de divers étages du Lias.

Au Lotharingien appartiennent les calcaires du Portezuelo, dans la province de Mendoza, avec *Oxynoticeras Guibalianum, leptodiscus, Asteroceras impendens, Cerithium Bodenbenderi, Chlamys textorius* [71]. L'existence du Lias moyen est basée uniquement sur un exemplaire de *Spiriferina Hartmanni,* tandis que le Toarcien a été signalé dans plusieurs localités de la province de Mendoza, où l'on a rencontré notamment *Hildoceras comense, Haugia variabilis, Stelzneri, Harpoceras subplanatum,* avec *Pecten alatus, Oxytoma inæquivalve, Pseudomonotis substriata* et d'autres Lamellibranches. L'Aalenien inférieur a fourni divers *Hammatoceras* et *Harpoceras opalinum;* l'Aalenien le plus élevé, *Harpoceras concavum* et *Tmetoceras scissum,* recueillis par Bodenbender au col d'Espinazito [268].

Le Lias de la Pietra Pintada, situé plus au sud, à peu près sous le 40e parallèle, est remarquable par l'intercalation, au milieu de couches marines à Lamellibranches (*Pecten alatus, Cardinia andium, Trigonia gryphitica*) et Gastéropodes (*Lithotrochus Humboldti, Trochus andinus*), de couches à Plantes, dont la flore rappelle celle de Rajmahal, en Inde (*Asplenites, Thinnfeldia, Otozamites Bunburyanus*). C'est le gisement liasique le plus méridional que l'on connaisse actuellement dans l'Amérique du Sud [188].

Outre ce gisement de Végétaux, incontestablement liasique, il existe encore, sur les deux versants des Andes, du Rhétien à Plantes, avec couches de charbon. A la Ternera, au Chili, celles-ci renferment diverses espèces caractéristiques de l'étage, telles que *Podozamites distans, Palissya Brauni, Baiera Muensteri,* associées à des types spéciaux, *Copiapæa, Lesleya, Chiropteris,* qui manquent dans les gisements de la République Argentine [187].

Continent nordatlantique. — Dans les terres arctiques, qui constituent des débris d'un ancien continent Nordatlantique, le Lias n'est représenté que tout à fait exceptionnellement par des couches marines. Par contre, le Rhétien continental joue un rôle important.

Le bord occidental du bouclier Canadien paraît avoir été seul envahi par la mer. L'explorateur polaire Mac Clintock a recueilli jadis, à la pointe de Wilkie, sur la terre du Prince Patrick, dans l'ouest de l'Amérique arctique, une Ammonite, *Harpoceras M'Clintocki,* un Lamellibranche, *Monotis septentrionalis,* et des ossements de Reptiles. Ces restes proviennent certainement du Lias supérieur, qui est peut-être transgressif sur les terrains anciens [11].

Toula indique également, de l'île Kuhn, un Brachiopode rhétien, *Rhynchonella fissicostata.* Partout ailleurs le Rhétien est continental. Sur la côte atlantique des États-Unis, depuis le Connecticut jusque dans la Caroline du Nord, il fait suite en concordance au système de Newark triasique et renferme des restes de Poissons et une flore analogue à celle du Rhétien d'Europe.

Les Végétaux caractéristiques de l'étage ont été trouvés également sur la

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

côte est du Groenland, au Spitzberg et à la Terre François-Joseph, attestant la réunion, au Jurassique, de ces terres polaires en une masse continentale unique, qui faisait sans doute corps avec le bouclier Scandinave.

CONTINENT DE GONDWANA. — On se souvient qu'à la fin de la période Anthracolithique, un vaste continent subsistait dans l'hémisphère Sud, empiétant en Inde sur l'hémisphère Nord. Il s'étendait sur l'emplacement de l'océan Indien et englobait l'Australie, l'Inde péninsulaire, Madagascar, l'Afrique australe et l'Ouest de l'Amérique du Sud. Sur toute son étendue vivait la flore à *Glossopteris*, bien différente de la flore permienne de l'hémisphère Nord. Au Lias, de grandes affinités paléontologiques unissent encore l'Afrique du Sud, l'Inde et l'Australie, et les couches continentales du Lias font suite en concordance aux couches à *Glossopteris* permiennes et triasiques.

Dans l'Afrique australe, la série de Karroo supérieure du Cap (*couches de Stormberg*) représente le Rhétien, et peut-être une partie du Lias. Elle est constituée par des grès, qui renferment une flore rhétienne (*Tæniopteris Daintreei, Thinnfeldia odontopteroides, Podozamites elongatus, Baiera Schenki, Voltziopsis*). On y trouve aussi des restes de Poissons (*Semionotus*) et de Reptiles Théromorphes (*Dicynodon, Cynochampsa, Tritylodon*).

Dans l'Inde péninsulaire, la série de Gondwana supérieure est, de même, jurassique. Au-dessus des couches de Panchet triasiques, qui renferment encore de nombreuses espèces de *Glossopteris*, s'élèvent les *couches de Radjmahal*, formation gréseuse, avec intercalations de puissantes coulées basaltiques. La flore, caractérisée par *Thinnfelddia oontopteroides*, comprend des *Pecopteris* et des Cycadées, des *Equisetum*, des *Brachyphyllum* et de rares *Glossopteris*. C'est une flore rhétienne. Au-dessus viennent les *couches de Kota-Maleri* et les *couches de Djabalpoure*, avec Poissons et Reptiles d'affinités jurassiques.

Dans l'Est de l'Australie et en Tasmanie, la série continentale se termine également par des couches à *Thinnfeldia odontopteroides* et *Tæniopteris Daintreei*, avec restes de Poissons.

AFRIQUE ORIENTALE ET MADAGASCAR. — Si le continent de Gondwana a subsisté dans son intégrité jusqu'à la fin de l'époque Triasique, il semble bien, par contre, que, dès le Lias, il se soit divisé en deux parties inégales, l'occidentale constituant le continent Africano-Brésilien, l'orientale, le continent Australo-Indo-Malgache. Entre les deux a commencé à se creuser le géosynclinal qui subsiste encore sous la forme du canal de Mozambique.

On ne connaît pas encore de Lias marin sur la côte est de l'Afrique et les seuls dépôts de cet âge dont il ait été fait mention sont des couches à *Voltziopsis* observées par Bornhart sur les confins septentrionaux de l'Afrique orientale allemande.

Sur la côte ouest de Madagascar, le Lias est connu actuellement dans deux régions : 1° dans le Nord, dans la baie d'Ampasindava et dans l'île de Nossi-bé; 2° plus au sud, dans le cercle de Maevatanana, au sud de Majunga.

Dans le Nord [75], il est constitué par des alternances de grès et de schistes noirs, qui renferment des lentilles de charbon, sans aucune continuité, et des lits à fossiles marins. La flore des couches à charbon comprend des Fougères (*Pecopteris, Scleropteris*), des Équisétacées (*Equisetum*), des Cordaïtées (*Yuccites*), des Conifères nombreuses (*Pagiophyllum, Brachyphyllum, Araucarites*). Les fossiles marins, fréquents surtout dans les bancs calcaires du haut de la série, indiquent la présence du Lias supérieur. Ce sont des Ammonites, que l'on a rapportées à des espèces des genres *Grammoceras* et

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Catulloceras, des Lamellibranches (*Pholadomya*, *Protocardium striatulum*) et des Brachiopodes (*Zeilleria sarthacensis*, *Spiriferina*).

Dans le cercle de Maevatanana, le Lias est constitué par une succession de couches calcaires, dont les plus élevées forment des plateaux rappelant les Causses et appartiennent déjà à l'extrême base du Bajocien, car on y a trouvé *Sonninia decora*, espèce qui, en Angleterre, occupe ce niveau. L'âge des calcaires inférieurs ne peut être précisé, car leur substratum est un grès bariolé sans fossiles.

La faune des calcaires, que l'on doit aux explorations d'E.-F. Gautier et du capitaine Colcanap, a été étudiée par A. Thevenin dans un beau mémoire [189]. Les Ammonites y sont représentées par des espèces nouvelles, très voisines de *Harpoceras cornacaldense*, *crassifalcatum* et *Gruneri* et de *Hildoceras inclytum*, et par un genre nouveau, dont l'espèce type, *Bouleiceras nitescens* (fig. 308), se rapproche par ses cloisons de certains *Tropidoceras*, tandis que son ornementation rappelle, surtout dans le jeune âge, *Zurcheria pugnax*. Les Lamellibranches sont assez nombreux (*Gryphæa sublobata*, cf. *Beaumonti*, *Lima punctata*, *Colcanapi*, *Trigonia tenuicosta*, *Opis*, *Ceromya*, etc.). Les Brachiopodes appartiennent exclusivement à des formes presque identiques à des espèces européennes ou sudaméricaines, telles que *Spiriferina rostrata*, *Rhynchonella Moorei*, *Terebratula copiapensis*, *Jauberti*, *Ignaciana*. Les Gastéropodes et les Zoanthaires sont plus rares, mais leur présence atteste le caractère néritique des dépôts.

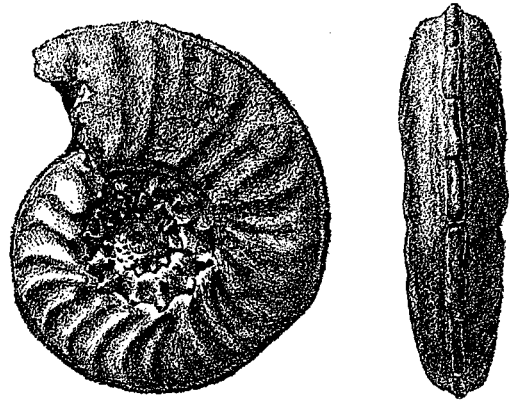


Fig. 308. — *Bouleiceras nitescens* (d'après A. Thevenin). Lias moyen. Bekoratsaky, province de Maevatanana, Madagascar.

Il n'y a guère de doute que cette association d'espèces appartienne à la base du Toarcien ou au Domérien supérieur, car les *Harpoceratidæ* sont à peu près au même état d'évolution que dans le Medolo de l'Italie septentrionale. *Bouleiceras* est un type suffisamment aberrant pour que l'on soit en droit de se demander si l'on n'est pas en présence d'une faune appartenant à une province zoologique spéciale.

3° RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET PRINCIPAUX TYPES DU GROUPE OOLITHIQUE INFÉRIEUR

Europe septentrionale et centrale. — La dépression, transversale par rapport aux plissements de la fin de l'ère Paléozoïque, qui, à l'époque du Lias, s'étendait sur l'Allemagne du Nord et sur l'Allemagne du Sud, persiste à l'époque Oolithique inférieure. Nous continuerons à lui appliquer la dénomination de *cuvette Germanique*, qui lui convient encore, car, à l'est comme à l'ouest, les formations bathyales qui la caractérisent font place à des formations néritiques, déposées sur le pourtour d'aires de surélévation telles que le massif de Bohême, l'Ardenne, les massifs anciens de l'Ouest de la Grande-Bretagne (fig. 309).

L'étude du groupe Oolithique inférieur dans la cuvette Germanique nous servira de point de départ et nous permettra de préciser la division en étages et en zones, que nous appliquerons ensuite aux autres régions.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Dans cet aperçu, nous nous occuperons d'abord des pays situés à l'est de la cuvette, c'est-à-dire de ceux qui s'étendent du massif de Bohême à la plate-forme Russe et nous passerons ensuite à ceux qui l'encadrent à l'ouest et qui appartiennent au bassin Anglo-Parisien.

Cuvette Germanique. — Contrairement à ce qui a lieu pour le Lias, le groupe Oolithique inférieur du Yorkshire n'a guère d'affinités avec celui de l'Allemagne du Nord-Ouest. Les formations bathyales sont maintenant

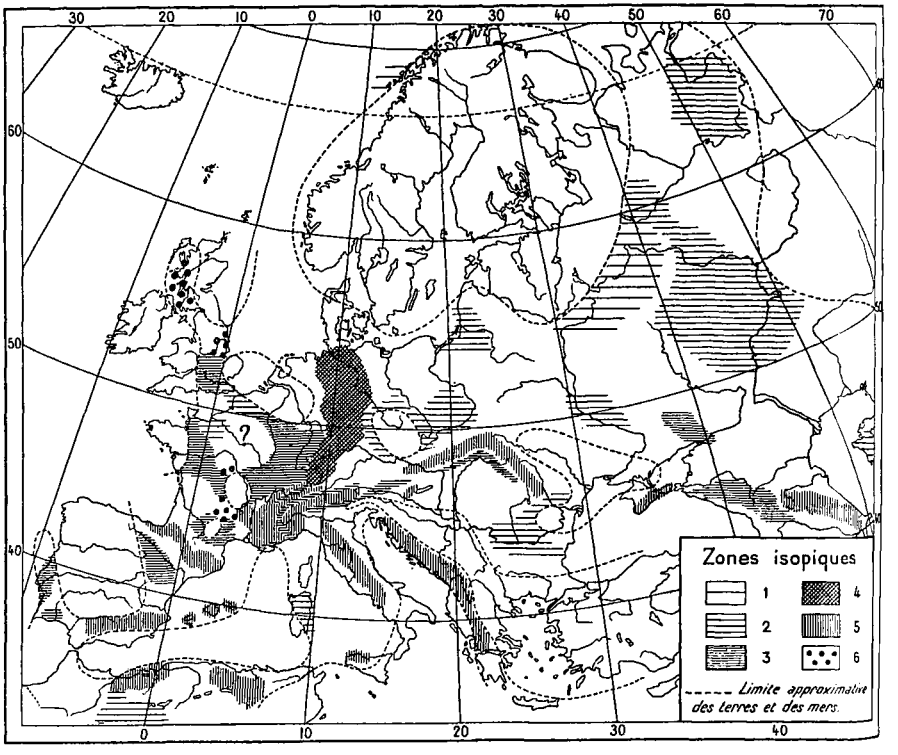


Fig. 309. — Carte des zones isopiques de l'Europe à l'époque Oolithique inférieure.

1, Callovien supérieur ou Oxfordien supérieur transgressifs; 2, Bajocien, Bathonien ou Callovien inférieur transgressifs; 3, formations néritiques superposées au Lias; 4, aires d'ennoyage; 5, géosynclinaux; 6, formations lagunaires.

localisées dans cette dernière région (Westphalie, Hanovre, Brunswick) et dans l'Allemagne du Sud (Franconie, Souabe). Les deux districts, quoique séparés par de grandes étendues de Trias, ne diffèrent entre eux par aucun caractère essentiel. Les faciès, pris dans leur ensemble, y sont presque identiques et la succession des faunes y est la même, depuis le Bajocien jusqu'à l'Oxfordien, de sorte que la même division en zones s'applique dans les deux cas. Néanmoins, dans l'Allemagne du Nord, la série est plus exclusivement bathyale que dans l'Allemagne du Sud.

Les sédiments qui prédominent dans le groupe Oolithique inférieur de la cuvette Germanique sont des argiles qui renferment des nodules de limonite ou de calcaire, mais on y observe de fréquentes intercalations

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

d'oolithes ferrugineuses. En Souabe, les calcaires jouent un rôle assez important dans le Bajocien, certains bancs sont même manifestement zoogènes.

Les Ammonites se rencontrent à tous les niveaux et constituent souvent l'élément prépondérant dans la faune. Les genres *Phylloceras* et *Lytoceras* sont cependant toujours fort rares, de sorte que la profondeur des eaux, même dans le centre du bassin, devait être plus faible qu'elle ne l'était à certains moments à l'époque Liasique.

Les Bélemnites se trouvent souvent en abondance; dans le Bajocien, le sous-genre *Pachyteuthis* prédomine encore et *Megateuthis* atteint son maximum, mais, au-dessus, on ne rencontre plus guère que des *Belemnopsis* (fig. 343). Les Gastéropodes jouent un rôle assez effacé, ce sont surtout des Pleurotomaires et des Dentales, assez fréquents à certains niveaux.

Les Lamellibranches sont surtout représentés par des Myaires (*Pholadomya*, *Homomya*, *Goniomya*, *Pleuromya*, *Gresslya*), des Trigonies, des Pectinidés. Les *Ostreidæ* ne sont abondants que dans certains bancs.

Les Brachiopodes, les Bryozoaires, les Échinodermes, les Zoanthaires, qui occupent le premier rang dans les formations néritiques, ne constituent qu'exceptionnellement un élément essentiel de la faune. Parmi les Échinides, les Exocycles prédominent généralement sur les Endocycles.

Les Crustacés décapodes, les Stellérides, les Serpules, tout en ne formant qu'un élément accessoire, sont relativement fréquents à certains niveaux.

Les restes de Poissons et de Reptiles marins, sont, par contre, beaucoup plus rares que dans le Lias.

Dans la série si remarquablement homogène des formations bathyales du groupe Oolithique inférieur, la distribution verticale des Ammonites permet seule d'établir des subdivisions. Le tableau en tête de la page suivante donne la répartition par zones des espèces d'Ammonites les plus caractéristiques. On est tout de suite frappé du petit nombre des genres qui se rencontrent depuis la base de la série jusqu'au sommet et il n'y a guère qu'*Oppelia* et *Perisphinctes* qui soient dans ce cas. La faune s'est renouvelée à plusieurs reprises d'une manière presque complète par introduction d'éléments nouveaux cryptogènes.

Les principales de ces invasions de genres cryptogènes ont lieu dans les zones suivantes [I, 6] :

1° Zone à *Witchellia læviuscula* : genres *Sonninia*, *Witchellia*, *Sphæroceras* (dans la région);

2° Zone à *Cosmoceras Garantianum* : genres *Lissoceras*, *Parkinsonia*, *Cosmoceras*, *Paloceras*, *Morphoceras*;

3° Zone à *Oppelia fusca* : groupes de *Perisphinctes* (*Zigzagoceras*) *zigzag* et *procerus*;

4° Zone à *Oppelia aspidoides* : première apparition d'*Hecticoceras* et réapparition d'*Hudlestonia*;

5° Zone à *Macrocephalites macrocephalus* : *Proplanulites*, *Macrocephalites*, *Reineckeia*, *Cardioceras*, *Cadoceras*;

6° Zone à *Peltoceras athleta* : apparition de *Peltoceras* et d'*Aspidoceras* et réapparition de *Cardioceras*, dont on ne connaît pas de représentants dans la zone à *Rineckeia anceps*.

Comme on le voit, la plupart de ces apparitions coïncident avec le début d'un étage. Il n'y a d'exception que pour la zone à *Cosmoceras Garantianum*, qui est justement une de celles où le nombre des genres cryptogènes est le plus élevé. Aussi plusieurs auteurs rangent-ils cette zone dans le Bathonien. Mais il est à remarquer que c'est elle qu'Alcide d'Orbigny avait en vue avant toute autre en créant son étage Bajocien, dont le type est l'Oolithe

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Répartition des Ammonites par zones dans le groupe Oolithique inférieur de la cuvette Germanique.

Oxfordien

Zone a CARDIOCERAS CORDATUM (ζ) : *Hecticoceras rauracum, delmontanum, Henrici, Perisphinctes plicatilis, Peltoceras arduennense, torosum, Constanti, Aspidoceras biarmatum, perarmatum, Cardioceras excavatum, vertebrale.*

Zone a QUENSTEDTICERAS MARIÆ (ζ) : *Neumayria oculata, Creniceras Renggeri, Peltoceras Eugeni.*

Zone a QUENSTEDTICERAS LAMBERTI et PELTOCERAS ATHLETA (ζ) : *Oppelia villersensis, Distichoceras bipartitum-Baugieri, Cosmoceras Duncani, ornatum, Peltoceras caprinum, annulare, Aspidoceras hirsutum, Pachyceras Lalandeanum.*

Callovien

Zone a REINECKEIA ANCEPS (ζ) : *Hecticoceras lunula, punctatum, Brighti, Strigoceras pustulatum, Reineckeia Greppini, Œcoptychius refractus, Cosmoceras Jason, Pachyceras coronatum, Ajax.*

Zone a MACROCEPHALITES MACROCEPHALUS (ε) : *Hecticoceras hecticum, Perisphinctes funatus, curvicosta, Kepplerites calloviensis, Galilæi, Gowerianum, Macrocephalites tumidus, Herveyi, Proplanulites Kœnigi, Reineckeia Greppini, Sphæroceras bullatum, Cadoceras modiolare, Cardioceras Chamousseti.*

Bathonien

Zone a OPPELIA ASPIDOIDES (ε) : *Hecticoceras retrocostatum, Hudlestonia (?) discus, Hochstetteri, Cosmoceras Julii, contrarium, Perisphinctes procerus, Parkinsonia Parkinsoni, compressa.*

Zone a OPPELIA FUSCA (ε) : *Lissoceras psilodiscus, Sphæroceras Ymir, Morphoceras sulcatum, polymorphum, Zigzagoceras zigzag-arbustigerum, Parkinsonia Parkinsoni, neuffensis, ferruginea.*

Bajocien

Zone a COSMOCERAS GARANTIANUM (δ) : *Oppelia subradiata-genicularis, Strigoceras Truellei, Lissoceras oolithicum, Sphæroceras Brongniarti, Perisphinctes Martiusi, Parkinsonia Parkinsoni, ferruginea, Cosmoceras baculatum, niortense, Patoceras annulatum, Morphoceras dimorphum, Normannites Braikenridgei.*

Zone a WITCHELLIA ROMANI (δ) : *Sonninia furticarinata, Witchellia [Dorsetensia] deltafalcata, punctatissima, liostraca, complanata, Edouardiana, Normannites pyritosum, Stepheoceras subcoronatum, Blagdeni.*

Zone a EMILEIA SAUZEI (δ) : *Oppelia præradiata, Sonninia propinquans, corrugata, sulcata, Stepheoceras Bayleanum, Freycineti, Bigoti, Humphriesianum, Emileia polyschides, polymera.*

Zone a WITCHELLIA LÆVIUSCULA (γ) : *Sonninia Sowerbyi, adicra, polyacantha, gingensis, Witchellia Sutneri, Emileia Brocchii.*

inférieure de Bayeux et dont le niveau le plus riche en fossiles est l'Oolithe ferrugineuse, c'est-à-dire la zone à *Cosmoceras Garantianum.*

Les raisons qui militent en faveur de l'attribution de l'Aalenien au Lias ont été données précédemment. Nous constatons maintenant qu'avec le début du Bajocien une faune toute nouvelle remplace la faune aalenienne. Les *Harpoceratidæ* font place aux genres *Sonninia* et *Witchellia* et nous voyons reparaître les *Cœloceratidæ*, qui, après un premier épanouissement, dans les mers d'Europe, au Toarcien, avaient entièrement disparu dans l'Aalenien.

Les auteurs qui préconisent la division du Jurassique en trois groupes seulement placent en général le Callovien et l'Oxfordien dans le Jurassique supérieur ou « Malm »; Quenstedt les rangeait cependant dans son « Jura brun ». Outre les arguments stratigraphiques qui seront invoqués plus tard en faveur d'une coupure placée au-dessus de l'Oxfordien, on peut remarquer que les affinités paléontologiques du Bathonien et du Callovien sont plus étroites qu'on ne l'admet d'ordinaire. Les deux étages ont, en effet,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

en commun les genres *Sphæroceras*, *Hecticoceras* et *Cosmoceras*, sans parler d'*Oppelia* et de *Perisphinctes*, qui possèdent une grande longévité.

En Souabe, les oolithes ferrugineuses jouent déjà un rôle très important dans le groupe Oolithique inférieur, mais certains niveaux sont encore entièrement argileux. A mesure que l'on se dirige vers le sud, les argiles disparaissent. Dans l'est du Jura argovien, où cependant n'apparaît pas encore le faciès des calcaires oolithiques, qui devient prédominant plus à l'ouest, les oolithes ferrugineuses envahissent toute la série et le Bathonien seul est représenté par des marnes.

L'importance des argiles semble de même diminuer vers le nord du bassin, pour faire place ici à des sables et des grès. Ainsi, dans l'île de Wollin et sur la côte de Poméranie, c'est-à-dire non loin du littoral du massif Finno-Scandinave, la série Oolithique inférieure est entièrement représentée par des alternances d'argiles et de sables ou de grès. Dans la faune, les Lamellibranches sont tout à fait prépondérants et les Ammonites deviennent rares [103].

Pourtour du massif de Bohême. — A l'est de la cuvette Germanique, le massif de Bohême formait une île pendant toute la période Oolithique inférieure, comme le démontrent, d'une part, l'absence du Lias sur toute sa bordure, sauf dans le golfe de Ratisbonne, et, d'autre part, le faciès des dépôts oolithiques inférieurs dans les régions avoisinantes.

A Regenstauf, au nord de Ratisbonne [23 *bis*], des marnes sableuses et des calcaires à oolithes ferrugineuses d'âge bathonien (*Oppelia fusca*, *aspidoides*, *Sphæroceras subcontractum*, *Perisphinctes*, *Terebratula sphæroidalis*, *Rhynchonella varians*) ne sont séparés du granite que par une faible épaisseur de grès ferrugineux sans fossiles, attribués par Pompeckj à l'Aalenien. Au-dessus ou plutôt au-dessous, car la série est renversée, viennent des oolithes ferrugineuses et des marnes sableuses représentant le Callovien et l'Oxfordien, avec leurs Ammonites caractéristiques.

Au Keilberg, près Ratisbonne, les mêmes grès ferrugineux de l'Aalenien font suite normalement aux autres termes du Lias, mais, ici aussi, ils supportent directement les marnes sableuses du Bathonien, d'ailleurs très réduites comme épaisseur, de même que les marnes à oolithes ferrugineuses de la zone à *Macrocephalites macrocephalus* (*Sphæroceras bullatum*, *Perisphinctes funatus*, *curvicosta*, *Strigoceras*, *Hecticoceras*, *Oppelia*, Gastéropodes, Lamellibranches, Brachiopodes), qui leur font suite. Le Callovien supérieur et l'Oxfordien manquent; l'Argovien, base du groupe Oolithique moyen, repose immédiatement sur le Callovien inférieur.

Des oolithes bathoniennes et calloviennes existent également à l'est de Ratisbonne, vers Passau. Dès lors, il est manifeste que le golfe de Ratisbonne a fait place à un détroit, à un bras de mer qui contournait au sud le massif de Bohême et qui le séparait d'une terre plus méridionale, la « crête vindélicienne », caractérisée par l'absence du Trias moyen, du Lias et peut-être de tout le groupe Oolithique inférieur [23 *bis*].

Plus au nord, dans l'Albe de Franconie, qui est située à une plus grande distance du bord sud-ouest du massif ancien de Bohême et qui en est séparée par une large bande de terrains triasiques, le voisinage du littoral se fait encore sentir, quoique d'une manière moins évidente que pour les environs de Ratisbonne. Le Bajocien débute par un conglomérat formé de galets empruntés aux grès aaleniens sous-jacents. Dans le Bathonien, la zone à *Oppelia aspidoides* est uniformément constituée par un banc d'oolithe calcaire d'une faible épaisseur. Dans le Callovien, les changements de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

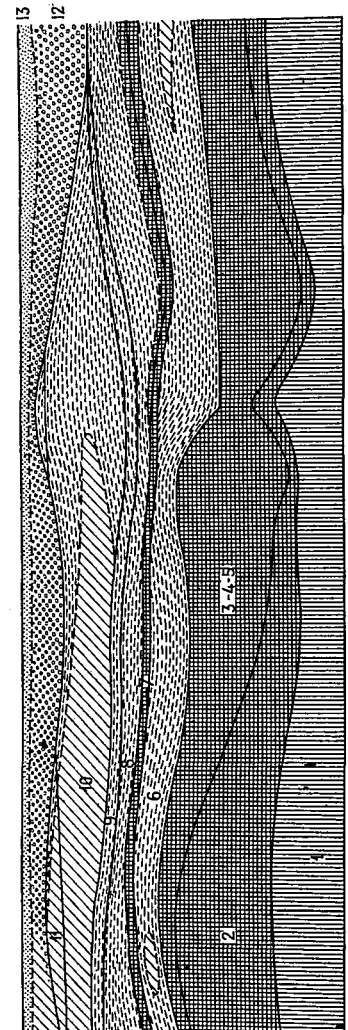


Fig. 310. — Coupe schématique suivant le bord est du Jura de Franconie représentant les variations de faciès du groupe Oolithique inférieur (d'après LOTHAR REUTER).

1, grès à *Harpoceras Murchisonæ*; 2, Bajocien inférieur; 3-5, Bajocien moyen et supérieur; 6, Bathonien inférieur; 7, Bathonien supérieur; 8, Callovien inférieur; 9, Callovien supérieur; 10, couches à *Cosmoceras Castor* et *Pollux*; 11, couches à *Cosmoceras ornatum*; 12, conglomérat argovien; 12 *bis*, argiles pyriteuses argoviennes; 13, couches à *Perisphinctes chloroolithicus*. — *a*, faciès sableux; *b*, faciès calcaréo-argileux; *c*, faciès des argiles phosphatées; *d*, faciès des argiles pyriteuses; *e*, conglomérat; *f*, faciès glauconieux.

faciès apparaissent d'une manière particulièrement nette si l'on suit une ligne parallèle au bord du massif. La coupe schématique ci-contre (fig. 310), empruntée à Reuter [194], montre avec évidence que le faciès à nodules phosphatés, qui, dans le sud, envahit tout le Callovien, fait place, à mesure que l'on se dirige vers le nord-ouest, à un faciès d'argiles à Ammonites pyriteuses. On peut conclure de cette intéressante observation que les formations vaseuses de la cuvette Germanique sont séparées du massif de Bohême par une bande de formations néritiques (oolithes, nodules de phosphorite) plus large dans le sud de l'Albe de Franconie que dans le nord.

Le bord septentrional du massif de Bohême était partiellement envahi par les eaux, comme le montrent les lambeaux de Jurassique qui, à Sternberg et à Khaa, dans le Nord de la Bohême, et à Hohenstein, en Saxe, sont conservés dans des conditions tout à fait particulières [24, 25]. Les terrains granitiques sont refoulés sur les terrains secondaires, qui sont renversés, de sorte que le Jurassique est pincé entre le granite (ou la syénite) et le Crétacé moyen (« Quadersandstein »). Dans ces lambeaux jurassiques, le Lias fait entièrement défaut et le groupe Oolithique inférieur est très réduit, tandis que le groupe Oolithi-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

que moyen est bien développé. A Hohenstein, des argiles bariolées et un conglomérat séparent le granite de grès calcarifères à particules charbonneuses, où ont été trouvés des Bélemnites bajociennes (*Belemnopsis canaliculatus, Megateuthis giganteus*) et des Lamellibranches (*Pholadomya Murchisoni*). Dans les localités de Bohême, les argiles bariolées sont séparées de la série Oolithique moyenne par des grès (*Belemnopsis semihastatus, Leda palmæ, Pecten pumilus*) et des marnes schisteuses (*Hecticoceras hecticum, Œcoptychius refractus, Inoceramus*), qui représentent le Callovien. Le groupe Oolithique inférieur présente donc, ici aussi, des lacunes nombreuses.

Sur le bord sud-est du massif de Bohême, nous rencontrons maintenant le district jurassique de Brünn, en Moravie, bien connu grâce à la belle monographie que lui a consacrée V. Uhlig [26]. De toute la série Oolithique inférieure, l'Oxfordien supérieur est seul représenté. Il est à l'état de grès calcarifères peu épais (10 à 15 m), qui n'affleurent qu'à Olomučan, où ils reposent directement sur les syénites. Leur faune est très riche et comprend de rares *Phylloceras, Cardioceras cordatum, C. Goliathus, Hecticoceras Henrici, rauracum, Neumayria callicera, Bachiana, Perisphinctes lucingensis*, de nombreux *Peltoceras* (*P. torosum, arduennense*), *Aspidoceras perarmatum*, des *Pleurotomaria*, de nombreux Lamellibranches, *Terebratula bisuffarcinata*, etc.

Pologne et Lithuanie. — En nous dirigeant de Brünn vers le N. E., nous abordons, aux environs de Cracovie, une importante région jurassique, qui de là s'étend jusqu'à la Baltique, le plus souvent cachée, il est vrai, sous des dépôts plus récents, et qui constitue le trait d'union entre le Jurassique du Nord-Ouest de l'Allemagne et celui de la Russie centrale. La série Oolithique inférieure y est particulièrement bien développée.

Aux environs de Cracovie, les argiles à Plantes qui représentent le Lias supportent des sables ou des grès bruns à *Inoceramus polyplocus* et *Pecten pumilus* d'âge aalenien. Immédiatement au-dessus vient un banc d'oolithe ferrugineuse, l'*oolithe de Balin*, dont l'épaisseur moyenne est de 1 m seulement et qui renferme un mélange d'espèces bathoniennes, calloviennes et oxfordiennes. L'étude des Ammonites a montré à M. Neumayr [195] que les quatre zones à *Oppelia aspidoides*, à *Macrocephalites macrocephalus*, à *Reineckeia anceps* et à *Peltoceras athleta* sont confondues en une couche unique. Cependant, suivant les localités, c'est tantôt une zone, tantôt l'autre dont les espèces caractéristiques prédominent; aussi le mélange est-il sans doute plus apparent que réel. Sur 3 000 échantillons que Neumayr a eus entre les mains, il ne s'en trouve pas un seul qui appartienne aux genres *Phylloceras* et *Lytoceras*; la profondeur des eaux devait donc être très faible. Outre les Céphalopodes, on a trouvé de nombreuses espèces de Gastéropodes, de Lamellibranches, de Brachiopodes, de Bryozoaires, d'Échinides, de Zoanthaires, etc., qui sont en général d'une très belle conservation.

L'oolithe de Balin est recouverte par une marne glauconieuse avec *Cardioceras cordatum, Aspidoceras perarmatum, Peltoceras arduennense, Belemnopsis hastatus*, qui représente l'Oxfordien supérieur.

Plus au nord, aux environs de Czenstochow et dans les collines de Kielce et de Sandomiercz, la succession des zones est plus facile à reconnaître [196].

La série débute également par des grès ferrugineux, dont la base renferme *Inoceramus polyplocus* et dont la partie supérieure est dépourvue de fossiles. Au sommet, ces grès passent insensiblement à des argiles bleues à nodules de limonite, qui renferment *Parkinsonia Parkinsoni, Cosmoceras Garantianum, Oppelia subradiata, Lissoceras oolithicum*,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

des Lamellibranches assez nombreux, et représentent donc la zone supérieure du BAJOCIEN.

Le BATHONIEN INFÉRIEUR est constitué par des grès à nodules de limonite, dans lesquels abonde *Rhynchonella varians*, associée à *Oppelia fusca*, *Perisphinctes*, *Pholadomya Marchisoni*. Au BATHONIEN SUPÉRIEUR appartiennent des calcaires à oolithes ferrugineuses avec encore *Rhynchonella varians*, mais où *Oppelia fusca* fait place à *Oppelia serrigera*.

Le CALLOVIEN est constitué par des calcaires sableux, avec *Macrocephalites macrocephalus*, *Terebratula dorsoplicata*, *Rhynchonella Oppeli*, et par des marnes glauconieuses, avec nombreuses espèces de *Reineckeia*, *Perisphinctes*, *Cosmoceras*, *Hecticoceras* (s.-g. *Lunuloceras*), *Aulacothyris pala*.

L'OXFORDIEN INFÉRIEUR à *Quenstedticeras Lamberti* est peu fossilifère, mais l'OXFORDIEN SUPÉRIEUR a fourni près de Czenstochow une faune très riche, étudiée par Bukowski [196]. Il se présente sous la forme de marnes grumeleuses à Spongiaires et Ammonites, faciès qui, dans d'autres régions, n'apparaît qu'à l'Argovien. Les espèces les plus caractéristiques sont *Cardioceras cordatum*, *excavatum*, *vertebrale*, *Hecticoceras rauracum*, *delmontanum*, *Aspidoceras perarmatum*, *Peltoceras torosum*, *arduennense*, *Constanti*. Au-dessus se trouvent des marnes tout à fait semblables, renfermant une faune argovienne. Les Brachiopodes sont également très abondants dans les deux niveaux.

Plus au nord encore, les dépôts jurassiques disparaissent sous une épaisse couverture de terrains crétacés, mais ils affleurent de nouveau dans l'extrême Nord de la Prusse orientale et en Lithuanie, en particulier à Popiliani [197]. Souvent on en trouve des blocs remaniés dans le Glaciaire.

Le substratum n'est pas visible, mais l'existence du BATHONIEN SUPÉRIEUR dans la région résulte de la présence de galets de dolomie ferrugineuse remplie de *Pseudomonotis echinata*. Le CALLOVIEN est représenté par des calcaires ferrugineux à *Rhynchonella varians*, *Pachyceras coronatum*, *Cosmoceras Jason*. L'OXFORDIEN comprend des calcaires noduleux à *Quenstedticeras Lamberti*, *carinatum*, *Mariæ*, *flexicostatum*, *Cosmoceras ornatum* et des calcaires sableux à *Cardioceras cordatum* et *tenuicostatum*. L'abondance des Cardiocératidés dans l'Oxfordien est remarquable. La présence de nombreux Gastéropodes et Lamellibranches à tous les niveaux indique des eaux peu profondes.

Plate-forme russe [198-204]. — Depuis le début du Permien, le centre de la plate-forme Russe se trouvait exondé, la périphérie même avait été abandonnée par les eaux au début de la période Triasique. Cet état de choses a persisté encore pendant toute la période Liasique [1]. Mais avec la période Oolithique inférieure la mer envahit de nouveau la région en commençant par la périphérie. Le Bajocien n'est connu qu'en Pologne, mais le BATHONIEN existe en Lithuanie et aux environs de Kief, où toutefois ses argiles à nodules de limonite n'ont pas fourni encore de fossiles. Récemment, il a été découvert en outre dans le Sud-Est de la Russie, au nord de Saratof, où il renferme *Parkinsonia Parkinsoni*, *Pseudomonotis echinata*, *Pleuromya Alduini*.

Le CALLOVIEN INFÉRIEUR couvre déjà des étendues bien plus considérables, on le rencontre depuis le bassin de la Petchora, dans le Nord-Est, jusqu'à Kanef, sur les bords du Dniepr, au sud. Il est généralement à l'état d'argile sableuse et renferme notamment *Macrocephalites macrocephalus*, *tumidus*, *pila*, *Kepplerites Gowerianus*, *Galilæi*, *Proplanulites Kœnigi*, *Cadoceras modiolare*, *Elatmæ*, *Frearsi*, *sublæve*, *Cardioceras Chamousseti*. C'est exactement la même association d'espèces que dans le Callovien inférieur d'Allemagne, mais avec une prédominance marquée du genre *Cadoceras* (fig. 311). A Elatma, dans le gouvernement de Tambof, les Ammonites ont conservé leur test nacré [199].

1. Les dépôts liasiques et bajociens du Donetz sont situés en dehors de la plate-forme Russe, car ils reposent sur des terrains anthracolithiques plissés.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le Callovien inférieur manque dans les gouvernements de Moscou, Tver, Iaroslavl, c'est-à-dire dans le centre de la plate-forme Russe, que la transgression n'a atteint qu'avec le CALLOVIEN SUPÉRIEUR. Ce terme repose à Moscou directement sur le Carbonifère moyen. Il s'étend sur de très grandes surfaces, mais il est souvent recouvert par des terrains plus récents. C'est une argile noire, quelquefois sableuse, avec Ammonites pyriteuses, en général très peu épaisse. La faune de la zone à *Reineckeia anceps* s'y rencontre avec de nombreuses espèces caractéristiques, telles que *Pachyceras coronatum*, *Perisphinctes mosquensis*, *curvicosta*, *Cosmoceras Jason*, *Gulielmi*, *Hecticoceras* [*Lunuloceras*] *lunula*, *punctatum*, *Brighti*, mais les *Reineckeia* et les *Oppelia* font presque entièrement défaut. En revanche, les *Cadoceras*

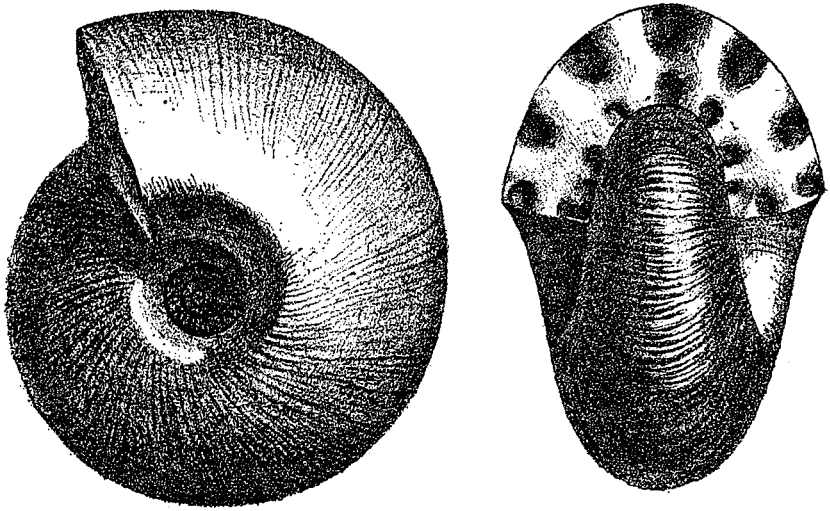


Fig. 311. — *Cadoceras Tchefkini* (d'après A. D'ORBIGNY).
Callovien, Elatma, gouvt de Tambof, Russie.

sont représentés par de nombreuses espèces (*C. Milaschewici*, *Tchefkini* [fig. 311], *stenolobum*).

L'OXFORDIEN INFÉRIEUR (Callovien supérieur des géologues russes), représenté par une argile plastique, est également très riche en Ammonites. Ce sont, outre *Pelloceras athleta* et *athleloides*, de nombreux *Cosmoceras* (*C. Duncani*, *ornatum*, *Pollux*) et surtout des *Quenstedticeras* (*Qu. Lamberti*, *Leachi*, *Mariæ*, *Rybinskianum*).

L'OXFORDIEN SUPÉRIEUR renferme, outre *Aspidoceras perarmatum*, *Pelloceras arduennense*, *Eugenii*, *Perisphinctes plicatilis*, *Martelli*, un grand nombre de *Cardioceras* (fig. 312) du groupe du *C. cordatum* (*C. excavatum*, *rotundatum*, *Goliathus*, *cordatum*, *Rouilleri*, *verlebratum*).

Les *Oppeliidæ* sont aussi rares dans l'Oxfordien que dans le Callovien. Par contre, les deux étages sont caractérisés par des Bélemnites du genre *Cylindroteuthis* (*C. Beaumonti*, *Puzosi*, *Panderianus*), qui font à peu près défaut en Allemagne, où elles sont remplacées par des *Belemnopsis*. Les Lamellibranches et les Brachiopodes sont également très fréquents dans le Callovien et l'Oxfordien de Russie, mais leur répartition par zones est encore mal étudiée.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Les particularités que présentent les faunes jurassiques de Russie ont conduit Neumayr [10, 11] à la conception d'une *province boréale* distincte de la *province de l'Europe occidentale*. Nous aurons à discuter plus loin les arguments sur lesquels il s'est basé et ceux que l'on peut tirer de la présence, dans les terres arctiques, de dépôts du groupe Oolithique moyen, caractérisés, comme ceux de Russie, par de nombreuses espèces de *Cadoceras* et de *Quenstedticeras*.

Ile d'Andö. — Si la cuvette Germanique communiquait avec la mer qui recouvrait la plate-forme Russe par un détroit situé sur l'emplacement de la Lithuanie et de la Pologne, il semble en outre que, au moins vers la fin de la période, une autre communication plus directe avec l'Angleterre ait existé, à l'ouest du massif Finno-Scandinave, sur l'emplacement de la mer du Nord actuelle. On connaît, en effet, dans l'île d'Andö, l'une des Lofoden, en face de la côte nord-ouest de la Norvège, des grès micacés, avec *Gryphæa dilatata*, *Pecten validus*, *P. nummularis*, *Lima duplicata*, *Perisphinctes* et Bélemnites, qui, d'après Lundgren [205], représentent l'Oxfordien. Ils reposent sur des couches à charbon, dont la flore rappelle celle des couches oolithiques inférieures du Spitzberg.

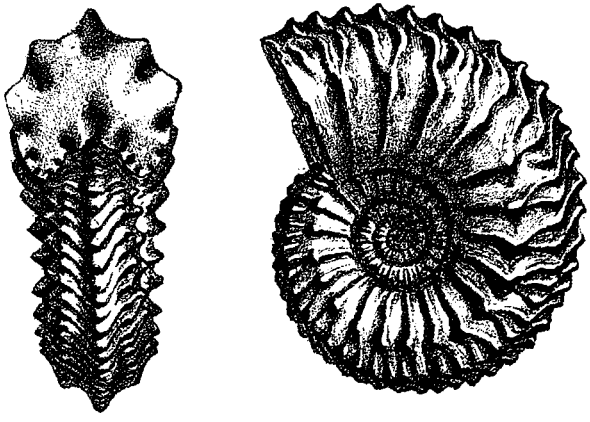


Fig. 312. — *Cardioceras cordatum* (d'après A. D'ORBIGNY).
Oxfordien, environs de Moscou.

Nord de la Grande-Bretagne. — Ce n'est d'ailleurs sans doute qu'avec le Callovien que les communications du bassin Anglo-Parisien avec les mers boréales ont pu s'établir d'une manière aisée, car, en Écosse aussi bien que dans le Nord et le Centre de l'Angleterre, des dépôts fluviatiles s'intercalent à diverses reprises dans la série Oolithique moyenne.

En Écosse, des restes d'une ancienne couverture jurassique sont conservés dans le Sutherland, où les formations charbonneuses et les couches à *Cyrena* sont tout à fait prédominantes, et dans l'île de Skye, où le Bajocien est représenté par des grès et des calcaires renfermant quelques Ammonites et où le Bathonien offre des alternances de couches marines à Lamellibranches et Brachiopodes, de couches saumâtres à *Cyrena* et de couches fluviatiles à *Unio*, *Vivipara*, *Valvata*.

Dans le Yorkshire, la succession des dépôts est la suivante [18] :

Grès ferrugineux à *Harpoceras Murchisonæ;*

BAJOCIEN : couches d'eau douce inférieures (*lower estuarine series*), comprenant des grès ferrugineux et des schistes à empreintes végétales avec lits de charbon; grès calcarifères à *Sonninia Sowerbyi*, *Pygaster semisulcatus* et Bryozoaires (*Cricopora straminea*); couches d'eau douce moyennes (*middle estuarine series*) avec Cyrènes et Unios et intercalations de lits de charbon ou de jayet et de grès riches en empreintes végétales; calcaires

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

de Scarborough avec *Stepheoceras subcoronatum, St. Blagdeni, Megateuthis giganteus.*

Bathonien : couches d'eau douce supérieures (*upper estuarine series*) avec Anodontes et rares empreintes végétales;

Schistes à *Pseudomonotis echinatus.*

Callovien : grès ferrugineux avec nombreuses Ammonites (*Cardioceras Chamousseti, Cadoceras modiolare, Macrocephalites macrocephalus; Kepplerites Gowerianus, Cosmoceras Jason, Proplanulites Kœnigi, Hecticoceras hecticum, lunula*) et *Cylindroteuthis Oweni.*

Oxfordien : argiles à *Peltoceras Eugeni;* grès calcarifère avec *Cardioceras cordatum* et autres espèces du même genre, *Aspidoceras perarmatum, Rhynchonella Thurmanni.*

Les Végétaux du Bajocien et du Bathonien du Yorkshire se répartissent dans les Fougères (*Cladophlebis, Sphenopteris*), les Cycadées (*Otozamites, Nilssonia*), les Bennettitées (*Cycadeoidea*), les Conifères (*Ginkgo, Baiera, Araucarites, Brachyphyllum, Pagiophyllum*). C'est une des flores jurassiques les plus riches que l'on connaisse.

Europe occidentale. — Nous allons étudier maintenant les dépôts oolithiques inférieurs du bassin Anglo-Parisien et des autres régions de l'Europe occidentale, en suivant le même ordre que pour le Lias.

Angleterre méridionale. — A partir du Yorkshire, les couches d'estuaire se poursuivent plus ou moins loin vers le Centre de l'Angleterre, mais peu à peu elles disparaissent et font place vers le sud à une série exclusivement marine, dont les différents termes ont été définis dès le commencement du XIXe siècle par William Smith. Ils ont d'ailleurs servi de base à la classification générale, l'*Inferior Oolite* étant devenu le Bajocien; le *Great Oolite* (*sensu lato*), le Bathonien; le *Kelloway Rock* étant le type du Callovien; l'*Oxford Clay*, celui de l'Oxfordien. La succession des faunes est toutefois moins bien connue que dans l'Allemagne du Sud. D'ailleurs, de fréquentes variations de faciès viennent compliquer l'étude du groupe Oolithique inférieur du Sud de l'Angleterre.

Le Bajocien présente des caractères bien différents suivant qu'on l'examine dans le comté de Gloucester, en particulier dans les Cotteswolds, au nord des Mendip Hills, ou au sud de ces collines, dans les comtés de Somerset et de Dorset.

Dans les Cotteswolds [207-209], les Céphalopodes sont rares et ce sont des calcaires oolithiques (*freestones*) ou marneux (*grits*), dans lesquels les Lamellibranches et les Brachiopodes constituent l'élément prépondérant de la faune et forment quelquefois de véritables lumachelles (*ragstones*). Au-dessus des couches qui renferment *Harpoceras concavum* se trouve le *Trigonia grit inférieur*, avec divers *Hyperlioceras* et *Aulacothyris Meriani*, et des calcaires sableux à *Terebratula Buckmani.* C'est au-dessus de ce niveau qu'apparaissent les *Sonninia;* les premières se trouvent dans le *Gryphite grit* (*Gryphæa sublobata*), par où il convient donc de faire débuter le Bajocien.

Le *Notgrove freestone*, qui vient ensuite, est peu fossilifère, mais il supporte un *Witchellia grit*, caractérisé par la présence du groupe de *Witchellia læviuscula.* Les zones suivantes manquent dans les Cotteswolds et les couches à *Witchellia* supportent directement le *Trigonia grit* supérieur, qui renferme de rares *Cosmoceras Garantianum*, des Lamellibranches et des Brachiopodes nombreux (*Terebratula globata, Zeilleria Waltoni, Aulacothyris carinata, Rhynchonella subtetraedra, Acanthothyris spinosa*) et constitue, avec le *Clypeus grit*, le Bajocien supérieur. Ce terme est éminemment transgressif, il peut reposer sur les divers termes du Bajocien inférieur ou de l'Aalenien, ou même directement sur le Toarcien. Grâce à cette circonstance, S. S. Buckman a pu montrer l'existence, dans le substratum du Bajocien supérieur, d'une série d'ondulations, suivies d'une dénudation antérieure à la transgression.

Dans les comtés de Somerset et de Dorset il n'existe rien de pareil, on n'observe que des lacunes tout à fait locales et portant tout au plus sur une zone unique dans la série des couches bajociennes. Les Ammonites sont abondantes à tous les niveaux et c'est sur leur répartition verticale qu'a pu être établie par Buckman [17, 108, 206] la division du Bajocien en zones ou, suivant son expression, en *hemeræ*. Voici, avec en regard les zones adoptées dans ce *Traité*, les horizons que cet auteur a été amené à distinguer :

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

1. *Sonninia*, pl. sp.	Zone à *Witchellia læviuscula.*
2. *Witchellia*, pl. sp.	
3. *Emileia Sauzei*	Zone à *Emileia Sauzei.*
4. *Stepheoceras Blagdeni*	Zone à *Witchellia Romani.*
5. *Strenoceras niortense*	Zone à *Cosmoceras Garantianum.*
6. *Strenoceras Garantianum*	
7. *Strigoceras Truellei*	

Tous ces niveaux renferment, outre les Ammonites, de nombreux Gastéropodes (*Pleurotomaria, Trochus, Delphinula, Neritopsis, Amberleya, Natica, Pseudomelania, Nerinea, Purpurina*), des Lamellibranches (*Mytilus Sowerbyanus, Trigonopis similis, Lyonsia abducta*), des Brachiopodes, etc.

Le Bathonien du Centre et du Sud de l'Angleterre est classique, grâce aux divisions locales qu'y a établies W. Smith et que les géologues du Continent se sont efforcés de retrouver dans leurs pays, en se guidant trop souvent sur les caractères lithologiques plutôt que sur les fossiles caractéristiques. Voici ces divisions :

1° *Fuller's Earth* (terre à foulon), formation argileuse et marneuse, renfermant surtout des Lamellibranches (*Pseudomonotis echinatus, Ostrea acuminata, Sowerbyi, Pecten vagans, Modiola Lonsdalei, Homomya gibbosa, Goniomya literata*) et des Brachiopodes (*Rhynchonella Smithi, Eudesia cardium, Zeilleria ornithocephala*), mais aussi quelques Céphalopodes (*Zigzagoceras zigzag, arbustigerum, Oppelia fusca, Sphæroceras subcontractum*);

2° *Great Oolite* (Grande Oolithe) s. str. [210], calcaires oolithiques en gros bancs exploités comme pierre de taille (*ragstones*), très fossilifères et particulièrement riches en Zoanthaires (*Isastræa, Thamnastræa, Anabacia orbulites*), en Échinodermes (*Millericrinus Pratti, Acrosalenia hemicidaroides*), en Brachiopodes (*Rhynchonella concinna, obsoleta, Terebratula maxillata, Zeilleria digona*), en Lamellibranches (*Modiola imbricata, Lima duplicata, Camptonectes lens, Macrodon hirsonensis, Cypricardia rostrata, Opis lunulatus, Tancredia brevis*), en Gastéropodes (*Patella cingulata, Cerithium quadricinctum, Pseudomelania Lonsdalei, Purpuroidea Morrisi, Alaria armata, Nerinea Voltzi*); les Céphalopodes sont rares et ne diffèrent pas de ceux du Fuller's Earth;

3° *Bradford Clay* (argile de Bradford), argile marneuse avec bancs calcaires, très fossilifère à la base, avec *Apiocrinus Parkinsoni, Cidaris bradfordensis, Eudesia cardium, Zeilleria digona, Dictyothyris coarctata, Oxytoma costata*, etc.;

4° *Forest Marble* (marbre de la forêt de Wychwood, Oxfordshire), calcaires oolithiques coquilliers, alternant avec des calcaires en dalles à stratification entrecroisée, renfermant surtout des Crinoïdes (*Apiocrinus Parkinsoni*), des Bryozoaires, des Brachiopodes (*Dictyothyris coarctata, Zeilleria digona*), des Lamellibranches (*Pecten annulatus, Ostrea Sowerbyi, Lima cardiiformis*), des Gastéropodes;

5° *Cornbrash*, calcaires marneux fournissant un sol favorable à la culture des céréales, caractérisés par *Anabacia complanata, Pygurus Michelini, Echinobrissus clunicularis, Terebratula intermedia, Zeilleria lagenalis, Pseudomonotis echinata, Trigonia elongata, Pleuromya securiformis.*

Ces divisions locales sont loin d'être constantes, à l'exception du Cornbrash, qui conserve le même faciès depuis le Yorkshire jusqu'au Dorsetshire. Le Bradford Clay n'existe que dans le Wiltshire. Le Fuller's Earth est remplacé aux environs d'Oxford par les *Stonesfield Slates*, calcaires se débitant en dalles, avec stratification entrecroisée assez fréquente.

Les restes organiques que l'on y a trouvés à Stonesfield au cours de tout un siècle d'exploitation sont extrêmement intéressants. Les empreintes de Fougères, de Cycadées, de Conifères sont assez fréquentes, de même que les débris d'Insectes. Les Brachiopodes et les Mollusques appartiennent aux mêmes espèces que ceux du Fuller's Earth et du Great Oolite. Les Poissons sont représentés par des types variés; dans le nombre il y a lieu de mentionner particulièrement *Ceratodus Phillipsi*, une des rares espèces jurassiques du genre. Les dents, les plaques dermiques, les ossements de Reptiles ne sont pas rares, ils appartiennent à des Chéloniens, des Crocodiliens, des Sauroptérygiens, des Dinosauriens. Mais les restes qui ont rendu la localité de Stonesfield célèbre entre toutes sont des mâchoires inférieures de petits Mammifères didelphes, sur lesquelles on a basé les genres *Amphilestes, Phascolotherium* et *Amphitherium.* Elles sont d'ailleurs

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

extrêmement rares et on n'en a guère trouvé en moyenne qu'un exemplaire tous les dix ans.

Le CALLOVIEN tire son nom de la localité de Kellaways, dans le Wiltshire, où affleure le *Kellaways Rock*, calcaire sableux très fossilifère, encadré entre deux niveaux argileux. L'argile inférieure et le calcaire renferment à peu près la même faune : *Kepplerites calloviensis*, *Gowerianus*, *Macrocephalites macrocephalus*, *Cadoceras modiolare*, *Cardioceras Chamousseti*, *Proplanulites Kœnigi*, *Perisphinctes Bakeriæ*, *Cylindroteuthis Oweni*, *Alaria bifida*, avec un certain nombre de Lamellibranches. Ce sont, en Allemagne et en Russie, les espèces les plus caractéristiques de la zone à *Macrocephalites macrocephalus*.

Le niveau argileux est particulièrement fossilifère à Christian Malford. Les Ammonites y sont écrasées, mais leur test ressort en blanc sur l'argile noire et les coquilles ont conservé tous leurs ornements et le péristome. Elles sont associées à des Bélemnites, dont les parties molles ont ici exceptionnellement échappé à la destruction. Il en est de même d'un autre Décapode, *Belemnoteuthis antiqua*. Les Poissons sont aussi assez fréquents. Les Ammonites appartiennent aux espèces suivantes : *Pachyceras coronatum*, *Cosmoceras Jason*, *Duncani*, *Elizabethæ*, *Hecticoceras lunula*, *punctatum*, *Brighti*. Elles indiquent la présence de la zone à *Reineckeia anceps*, mais cette espèce elle-même paraît fort rare en Angleterre.

Le type de l'OXFORDIEN est l'*Oxford Clay*, argile bleue à nodules calcaires ou septaria, qui est exploitée aux environs d'Oxford pour la fabrication des briques. On peut y distinguer les deux zones classiques, à *Peltoceras athleta* et *Quenstedticeras Lamberti*, à la base, à *Cardioceras cordatum* et *Aspidoceras perarmatum*, à la partie supérieure. *Cylindroteuthis Oweni* et *Gryphæa dilatata* se rencontrent dans les deux niveaux.

Il convient de ranger en outre dans l'étage Oxfordien le *Lower Calcareous Grit*, grès calcarifère, qui renferme les mêmes Ammonites que le niveau supérieur de l'Oxford Clay.

Normandie. — De l'autre côté de la Manche, les différents termes du groupe Oolithique inférieur affectent des faciès souvent identiques à ceux qui caractérisent les couches correspondantes dans le Sud de l'Angleterre.

Le BAJOCIEN, comme son nom l'indique, est particulièrement bien développé aux environs de Bayeux, mais ses niveaux inférieurs ne sont connus que dans la région au sud de Caen, aux environs de May [27, 28, 113, 211].

Les niveaux supérieurs de l'Aalenien sont représentés, à Feuguerolles-sur-Orne, à Maltot et à Athys, par une succession de bancs de calcaire dur, compact, séparés par des couches marneuses. Brasil y a distingué, au-dessus des horizons à *Harpoceras Murchisonæ* et à *H. bradfordense* de la mâlière, deux horizons caractérisés respectivement, comme dans le Dorsetshire, par *Harpoceras concavum* et par *Hyperlioceras Walkeri* et *discites*. Ces deux horizons n'existent plus à May, car ils ont subi une dénudation lors de l'arrivée de la mer qui a déposé les premières couches bajociennes. En effet, des blocs de calcaire à *Hyperlioceras Walkeri* se trouvent empâtés dans des calcaires à grains phosphatés, caractérisés par la présence de *Sonninia nuda* et autres espèces du même genre, associées à des *Stepheoceras* et à des *Sphæroceras*. Ces calcaires reposent à May sur les couches à *Harpoceras bradfordense*. Leur surface supérieure est durcie, perforée et recouverte par des couches à *Witchellia*, qui pénètrent dans tous les creux de leur substratum et reposent quelquefois directement sur les couches à *Harpoceras bradfordense*. Elles renferment, outre des Ammonites remaniées des niveaux sous-jacents, une faune spéciale, découverte par Munier-Chalmas : *Witchellia læviuscula*, *W. Sayni*, *Pœcilomorphus Schlumbergeri*, *Oppelia præradiata*.

La zone inférieure du Bajocien est donc ici incontestablement transgressive, mais ses dépôts ont été presque partout détruits par la mer du Bajocien moyen. C'est ainsi qu'à May l'Oolithe ferrugineuse, dont il sera question tout à l'heure, repose directement soit sur les couches à *Witchellia*, soit sur les calcaires aaleniens à *Harpoceras bradfordense*.

La base du Bajocien moyen est, par contre, bien développée aux environs de Bayeux et de Port-en-Bessin, où manque le Bajocien inférieur. Elle est représentée par une couche très peu épaisse de calcaires gris phosphatés, où les fossiles ont généralement une patine verte. On y trouve *Emileia Sauzei* et *polyschides*, qui sont très vraisemblablement le mâle et la femelle de la même espèce, *Stepheoceras Bigoti*, *Bayleanum*, *Freycineti*, *Sphæroceras meniscus*, *Sonninia propinquans*, *corrugata*, *Zurcheri*, *Oppelia præradiata*, *Belemnopsis apiciconus*, *Belemnites brevis*, puis des Gastéropodes, des Lamellibranches, des Brachiopodes (*Terebratula Phillipsi*).

L'*Oolithe ferrugineuse* repose sur la surface percée de trous de lithophages, ravinée

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

et durcie, des calcaires à *Emileia Sauzei;* elle débute par un conglomérat, dans lequel on retrouve, à l'état remanié, les fossiles caractéristiques de ces calcaires. Elle a une épaisseur maximum de 80 cm, qui se réduit souvent à 20 cm. Dans la carrière de Sully, Brasil a pu distinguer les horizons suivants dans cette Oolithe ferrugineuse [211] :

1° Conglomérat avec nodules ferrugineux, avec fossiles remaniés des couches sous-jacentes et faune propre : *Phylloceras Circe, Lytoceras pygmæum, Witchellia* [*Dorsetensia*] *complanata, Edouardiana-regrediens, Pœcilomorphus cycloides, Oppelia subradiata-genicularis, Strigoceras Truellei, Lissoceras oolithicum, Stepheoceras subcoronatum, Blagdeni, plicatissimum, Braikenridgei, Sphæroceras Brongniarti, Gervillei;*

3° Assise dure pétrie d'oolithes ferrugineuses, caractérisée par la présence exclusive de *Cosmoceras subfurcatum*, avec en outre *Cosmoceras Garantianum, Perisphinctes Martiusi, Davidsoni, Cadomites Deslongchampsi;*

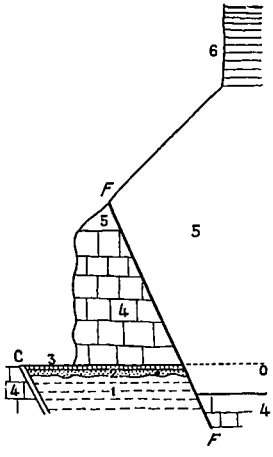


Fig. 313. — Faille des Hachettes, près Port-en-Bessin, Calvados (d'après A. Bigot).

1, calcaire à silex (mâlière); 2, couche à *Emileia Sauzei*; 3, oolithe ferrugineuse; 4, oolithe blanche; 5, Fuller's earth; 6, oolithe miliaire; 2-4, Bajocien; 4-6, Bathonien. FF, faille; C, veine de calcite.

3° Assise moins oolithique, caractérisée par la présence exclusive de *Phylloceras heterophylloides* et de *Lytoceras Eudesianum* et par l'apparition des *Parkinsonia Parkinsoni, ferruginea* et *Caumonti;*

4° Calcaire dépourvu d'oolithes ferrugineuses, avec *Cadomoceras cadomense, Cadomites linguiferus, Morphoceras Defrancei, polymorphum.*

Le niveau inférieur représente indubitablement la zone à *Witchellia Romani*, tandis que les 3 niveaux supérieurs correspondent à peu près aux 3 horizons distingués par Buckman dans la zone à *Cosmoceras Garantianum* du Dorsetshire.

Les quatre niveaux renferment *Lissoceras oolithicum, Strigoceras Truellei*, ainsi qu'*Oppelia subradiata* et la forme régressive, mâle, qui l'accompagne et qui a été décrite sous le nom d'*Œcotraustes genicularis*. Les *Phylloceras* et les *Lytoceras* sont extraordinairement rares, ce qui cadre bien avec le caractère néritique du dépôt. Dans toute l'épaisseur de l'Oolithe ferrugineuse on rencontre, outre les Ammonites, de nombreuses espèces de Gastéropodes (*Pleurotomaria ornata, conoidea, Neritopsis bajocensis, Purpurina Sowerbyi, Natica bajocensis, Pseudomelania lineata*), de Lamellibranches (*Ctenostreon Hector, Lima gibbosa, Myoconcha crassa, Crassinella obliqua, Cœlopis lunulata, Trigonopis similis*), de Brachiopodes (*Rhynchonella plicatella, Terebratula sphæroidalis, Aulacothyris carinata*). Les Bélemnites sont représentées par *Belemnopsis sulcatus, Megateuthis gigantea.*

Le Bajocien de Normandie se termine par l'*Oolithe blanche*, épaisse de 13 m à Sainte-Honorine (fig. 313; pl. XIV, 2). C'est un calcaire à Spongiaires, caractérisé par l'abondance de *Stomechinus bigranularis, Rhynchonella plicatella, Terebratula Phillipsi, sphæroidalis, Dictyothyris hybrida, Morierei.* Les Céphalopodes y sont rares : la base renferme encore *Parkinsonia Parkinsoni, Oppelia subradiata, Belemnopsis sulcatus*, tandis que, dans les bancs supérieurs, on voit apparaître des espèces bathoniennes, telles que *Parkinsonia wurtembergica, Zigzagoceras procerum, Oppelia fusca, Belemnopsis bessinus.* L'Oolithe blanche est donc, en quelque sorte, à cheval sur le Bajocien supérieur et sur le Bathonien inférieur. Elle est du reste essentiellement transgressive, car elle repose souvent sur l'Aalenien et se trouve même parfois en contact direct avec les grès siluriens.

La surface supérieure de l'Oolithe blanche est ravinée et supporte une trentaine de mètres d'argiles noires avec bancs de calcaires marneux; c'est l'équivalent du *Fuller's Earth* anglais, c'est-à-dire du Bathonien inférieur. On y trouve, dans les environs de Port-en-Bessin, une faune assez riche, avec *Terebratula sphæroidalis, Acanthothyris spinosa, Belemnopsis bessinus, Oppelia fusca, Parkinsonia wurtembergica, Zigzagoceras zigzag, procerum, Morphoceras polymorphum.* Latéralement, vers l'est, ce faciès argileux fait place à un faciès calcaire, la *pierre de Caen*, qui a fourni des débris et des squelettes entiers de Reptiles (*Teleosaurus cadomensis, Stenosaurus megistorhynchus, Megalosaurus Bucklandi*, etc.) et qui peut être envisagé comme l'équivalent des *Stonesfield Slates.*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

L'*Oolithe miliaire*, qui correspond au *Great Oolite* proprement dit, recouvre indistinctement les deux faciès et déborde sur l'axe du Merlerault, de manière à s'appuyer directement sur les terrains primaires. Elle n'est fossilifère que près de Falaise, où elle renferme surtout *Purpuroidea minax*, *Macrodon hirsonense*, *Lucina Orbignyana*, *Terebratula maxillata* et des Zoanthaires.

Les couches suivantes, bien développées surtout près de Langrune et de Ranville, sont l'analogue du *Forest Marble* et du *Bradford Clay;* ce sont des calcaires oolithiques ou zoogènes, avec intercalations, souvent lenticulaires, de bancs argileux ou de calcaires marneux. Le faciès calcaire est représenté soit par des récifs de Spongiaires (*Cupulospongia magna*), soit par des accumulations de Crinoïdes (*Pentacrinus Nicoleti*, *Antedon Schlumbergeri*), soit par des oolithes à Gastéropodes (*Nerinea funiculus*, *Ditremaria globulus*, *Patella nitida*), à Brachiopodes (*Dictyothyris coarctata*, *Eudesia flabellum*) et à Échinides (*Acrosalenia spinosa*, *Hemicidaris langrunensis*). Le faciès argileux est également très riche en Brachiopodes (*Eudesia cardium*, *Terebratula intermedia*, *Zeilleria digona*, *Rhynchonella concinna*, *obsoleta*). Les calcaires marneux renferment des Ammonites (*Oppelia aspidoides*, *Sphæroceras Ymir*, *Perisphinctes quercinus*, *Wagneri*, *subbakeriæ*), des Myaires, des Bryozoaires.

Le Bathonien se termine par le *Cornbrash*, qui repose sur la surface durcie, perforée et couverte d'Huîtres adhérentes, des calcaires sous-jacents. Les argiles bleues de la base sont caractérisées par *Rhynchonella Morieri*, *Terebratula Fleischeri*, *Ostrea lingulata*. Les alternances de calcaires marneux et d'argiles jaunâtres contiennent quelques Ammonites et en particulier (?) *Hudlestonia Hochstetteri*, des Lamellibranches (*Pseudomonotis echinatus*, *Homomya gibbosa*) et des Brachiopodes (*Eudesia cardium*, *Dictyothyris reticulata*, *Zeilleria umbonella*).

Le Forest Marble et le Cornbrash de Normandie, renfermant des Ammonites caractéristiques de la zone à *Oppelia aspidoides*, doivent être rangés dans le Bathonien supérieur.

Le Callovien inférieur n'affleure pas sur le littoral normand, mais dans l'Orne il est constitué par des calcaires marneux à *Macrocephalites macrocephalus*, *Herveyi*, *Zeilleria obovata*, qui remplissent des dépressions creusées dans le Bathonien et viennent ainsi reposer directement sur l'Oolithe miliaire.

Le Callovien supérieur comprend, dans l'Orne, des calcaires marneux, avec *Pachyceras coronatum*, *Reineckeia anceps*, *Cosmoceras Jason*, *Dictyothyris Trigeri*, *Zeilleria umbonella*. Sur le littoral, il a été mis à découvert en 1808, à Villers-sur-Mer, par un coup de mer. Un banc de calcaire jaunâtre a fourni *Dysaster ellipticus*, *Rhynchonella spathica*, *Zeilleria umbonata*, *Pholadomya inornata*, *Perisphinctes subbakeriæ*.

L'Oxfordien est remarquablement bien développé dans les falaises de Dives et de Villers (fig. 314, pl. CIV, 2). La succession des couches et la répartition verticale des espèces y ont fait l'objet de travaux d'une grande précison et il est peu de régions où les fossiles de cet étage se trouvent en telle abondance et dans un si bel état de conservation. L'ensemble, qui atteint une cinquantaine de mètres d'épaisseur, a été divisé par H. Douvillé [295] et par J. Raspail [212] en trois zones :

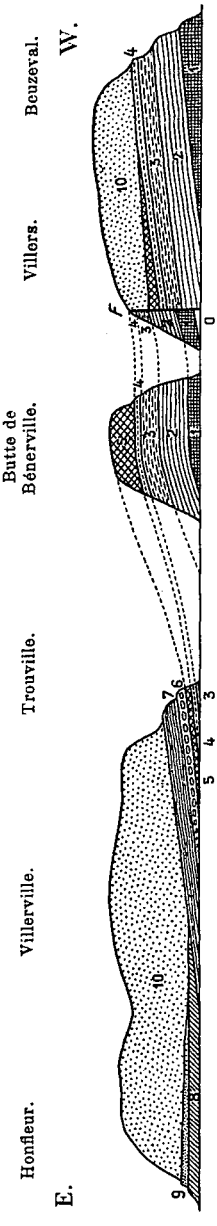


Fig. 314. — Coupe des falaises de Normandie, de Honfleur à Beuzeval (d'après A. Bigot).

O, couches à *Rhynchonella spathica*; 1, couches à *Pelloceras athleta* et *Quenstedticeras Lamberti*; 2, couches à *Quenstedticeras Mariæ*; 3, couches à *Cardioceras cordatum* et oolithe à *Perisphinctes Martelli*; 4, oolithe à *Nucleolites scutatus*; 5, couches coralliennes; 6, couches siliceuses d'Hennequeville; 7, Séquanien; 8, Kimeridgien inférieur; 9, sables albiens; 10, Cénomanien.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

1° Zone à *Quenstedticeras Lamberti* ou *marnes de Dives*, série argileuse avec intercalations de marnes gréseuses : *Distichoceras bipartitum-Baugieri, Oppelia villersensis, Hecticoceras punctatum, Cosmoceras Duncani, Pachyceras Lalandeanum, P. Goliathus, Quenstedticeras Lamberti, Cardioceras Sutherlandiæ, Peltoceras athleta, athletoides, annulare, Aspidoceras hirsutum, Cylindroteuthis Puzosianus, Belemnopsis hastatus, Pleurotomaria Münsteri, Trochus quadricostatus, Cerithium millepunctatum, Perna mytiloides, Plicatula tubifera, Pecten fibrosus, Liogryphæa dilatata, alimena, Exogyra amor, Trigonia perlata, Nucula Cæcilia, Opis villersensis, Rhynchonella Orbignyana, Aulacothyris bernardina. Peltoceras athleta, P. athletoides* et *Oppelia villersensis* occuperaient, d'après L. Brasil, trois horizons successifs dans cette zone.

2° Zone à *Quenstedticeras Mariæ* ou *marnes de Villers*, argiles avec intercalations de marnes gréseuses et de calcaires marneux : *Neumayria, Hecticoceras, Aspidoceras, Quenstedticeras Mariæ, Littorina Meriani, Alaria cochleata, Modiola villersensis, Ctenostreon proboscideum, Liogryphæa dilatata, Exogyra gregarea, Pholadomya paucicostata.*

3° Zone à *Cardioceras cordatum*, calcaire marneux avec oolithes ferrugineuses et intercalations argileuses : *Cardioceras cordatum, vertebrale, Sucssi, Pachyceras Goliathus, Peltoceras arduennense, Eugenii, Constantii, Aspidoceras faustum, Liogryphæa dilatata, Exogyra gregarea, Trigonia elongata, Rhynchonella Thurmanni, Millericrinus horridus.*

Boulonnais. — Dans le Bas-Boulonnais, aux environs de Marquise, le Bathonien est transgressif. Il n'est séparé du Dévonien ou du Carbonifère que par des sables argileux à lignites, qui sont dépourvus de fossiles et atteignent quelquefois plus de 30 m d'épaisseur. Il présente les divisions suivantes :

1° Calcaires marneux à *Ostrea Sowerbyi, Modiola imbricata, Terebratula maxillata;*
2° Calcaire oolithique à *Clypeus Ploti, Rhynchonella concinna* et nombreux Gastéropodes;
3° Calcaire de Marquise à *Rhynchonella Hopkinsi;*
4° Calcaire marneux, blanchâtre, à *Rhynchonella elegantula*, reposant sur la surface ravinée du calcaire de Marquise;
5° Calcaire siliceux à *Rhynchonella badensis, Terebratula intermedia, Zeilleria lagenalis.*

Le Bathonien du Boulonnais diffère donc sensiblement de celui de Normandie et du Sud de l'Angleterre. Nous verrons qu'il se rapproche davantage de celui de l'Est de la France.

Le Callovien rappelle, par contre, beaucoup celui du Wiltshire par ses argiles et ses calcaires ferrugineux à *Macrocephalites macrocephalus, Kepplerites calloviensis, Proplanulites Koenigi*, qui représentent la zone inférieure, et par ses argiles à *Cosmoceras Jason* et *Serpula vertebralis*, qui correspondent à la zone supérieure.

L'Oxfordien est presque entièrement argileux au Wast, où l'on distingue, comme en Normandie, trois niveaux, caractérisés respectivement par *Quenstedticeras Lamberti* et *Peltoceras athleta*, par *Quenstedticeras Mariæ* et *Creniceras Renggeri* et par *Cardioceras cordatum*. Les *Quenstedticeras* sont extrêmement abondants.

Ardennes. — Sur le bord méridional de l'Ardenne, le Bajocien fait suite en concordance à l'Aalenien. Il comprend des calcaires oolithiques marneux à *Stepheoceras Blagdeni, Oppelia subradiata* et *Pholadomya bucardium* et des calcaires à entroques, avec *Pentacrinus Buvignieri* et *Pseudomonotis ornatus.*

A Dom-le-Mesnil, ces calcaires se terminent par un banc perforé de lithophages, durci, couvert d'huîtres et de serpules et de blocs roulés ou usés par les eaux, qui présentent les mêmes perforations et sont englobés dans la roche supérieure. Celle-ci est beaucoup plus marneuse que son substratum et renferme par milliers des coquilles d'*Ostrea acuminata*. C'est la base du Bathonien [7].

Voici la succession des couches dans les Ardennes :

1° Calcaires marneux à *Ostrea acuminata, Homomya Vezelayi, Terebratula maxillata;*
2° Oolithe miliaire à *Clypeus Ploti;*
3° Calcaire oolithique à *Cardium pes bovis* et *Purpuroidea minax;*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

4° Calcaire marneux blanc à *Corbis Lajoyi* et *Rhynchonella decorata;*

5° Calcaire marneux à *Anabacia complanata, Acrosalenia spinosa, Echinobrissus clunicularis, Rhynchonella elegantula, Terebratula intermedia, Dictyothyris coarctata, Eudesia cardium, Zeilleria digona, Ostrea costata, Pecten vagans;*

6° Calcaire en plaquettes à *Zeilleria lagenalis* et *Lopha flabelloides.*

L'assise n° 5 correspond tout à fait aux couches à *Eudesia cardium* de Langrune, mais les autres niveaux accusent plutôt des affinités avec le Bathonien de Lorraine.

La zone inférieure du CALLOVIEN est constituée par une oolithe ferrugineuse, autrefois exploitée comme minerai de fer à Poix. On y trouve *Keppleriles calloviensis, Macrocephalites macrocephalus, Cadoceras modiolare, Cardioceras Chamousseti, Proplanulites Kœnigi, Perisphinctes Bakeriæ,* c'est-à-dire les mêmes espèces que dans le Kelloways Rock et dans le Callovien inférieur d'Allemagne et de Russie. Ces Ammonites sont associées à *Trigonia arduennensis, Pecten fibrosus, Rhynchonella spathica.* Le Callovien supérieur est argileux et ne renferme guère d'Ammonites. Il supporte la *gaize*, terme inférieur de l'OXFORDIEN. C'est un calcaire marneux et siliceux, caractérisé par *Quenstedticeras Mariæ* et *Peltoceras Eugenii.* Puis vient un calcaire à oolithes ferrugineuses et fossiles silicifiés, donnant par décalcification superficielle un minerai de fer, exploité autrefois à Neuvizy. Les espèces les plus communes à ce niveau sont *Cardioceras cordatum, vertebrale, Hecticoceras Henrici, Perisphinctes plicatilis, Peltoceras arduennense, Pseudomelania heddingtonensis, Gervilleia aviculoides, Plicatula tubifera, Rhynchonella Thurmanni, Echinobrissus micraulus, Millericrinus ornatus.*

Lorraine. — Dans la Meuse, dans la Lorraine annexée, dans Meurthe-et-Moselle et dans les Vosges, le BAJOCIEN forme une ligne de plateaux calcaires, dont les escarpements dominent la bande d'affleurements liasiques situés plus à l'est. Il comprend, au-dessus des calcaires sableux à *Harpoceras concavum* et *Hyperlioceras discoideum,* qui terminent l'Aalenien, les termes suivants [213] :

1° Calcaires sableux de la forêt de Haye, près Nancy, avec *Sonninia modesta, magnispinata, Buckmani, Zurcheri, Pœcilomorphus Schlumbergeri* (caractéristique de la zone à *Witchellia læviuscula*) [190], nombreux Gastéropodes (*Purpurina Bellonæ, Turbo ornatus, Aluria lotharingica*) et Lamellibranches (*Modiola gigantea, Myoconcha crassa, Lima Coquandi, Pleuronectites tuberculosus, Trigonia costata, Opis lunulata*);

2° Calcaires à entroques ferrugineux à *Emileia Sauzei-polysckides, Stepheoceras Humphriesianum, Freycineti, Sonninia crassinuda;*

3° Calcaire oolithique blanc, avec *Pecten Silenus, Gervilleia Zieteni, Clypeus angustiporus;*

4° Calcaires à polypiers, avec *Stepheoceras Blagdeni, Megateuthis gigantea, Phasianella Sæmanni, Rhynchonella Pallas, Cidaris cucumifera, Isastræa Bernardina;*

5° Marnes de Longwy à *Cosmoceras longovicense, Pseudomonotis echinata, Ostrea acuminata, Homomya gibbosa, Pleuromya elongata.*

Le BATHONIEN [214] présente dans le Nord de la Lorraine, à la base des calcaires jaunes, l'*oolithe de Jaumont*, avec *Ostrea acuminata* et *Macrodon hirsonense*, puis une série marneuse, qui comprend : les *marnes de Gravelotte*, avec *Parkinsonia Parkinsoni, Belemnopsis wurttembergicus, canaliculatus*, nombreux Lamellibranches, Brachiopodes et *Clypeus Ploti*, et les *marnes à Rhynchonella varians*, avec *Ostrea Knorri, Anabacia complanata*, qui se terminent au sommet par un horizon à *Parkinsonia wurttembergica* et *Perisphinctes quercinus.* Les calcaires jouent donc ici un rôle beaucoup moins important que dans le voisinage de l'Ardenne. Plus au sud, près de Toul, les calcaires de la base disparaissent eux-mêmes et les marnes deviennent très argileuses. C'est le faciès vaseux de la Woëvre, auquel est dû le sol imperméable et marécageux de ce pays. Plus au sud encore, dans les Vosges et dans la Haute-Marne, le faciès calcaire reparaît, sous la forme de l'*oolithe miliaire*, des calcaires compacts à *Rhynchonella decorata* et de la *dalle oolithique*, qui correspond au Cornbrash.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

La zone inférieure du CALLOVIEN est représentée, dans toute la Lorraine, par des marnes et des calcaires marneux, qui renferment la même faune que dans les Ardennes. La zone supérieure est, par contre, argileuse dans la Meuse et dans Meurthe-et-Moselle, tandis que, sur les confins des Vosges et de la Haute-Marne, elle est à l'état de minerai de fer très fossilifère, où abondent *Reineckeia anceps* et ses nombreuses variétés, ainsi que *Pachyceras coronatum*, *Perisphinctes subbakeriæ*, *Cosmoceras Jason*, *Hecticoceras lunula*, *Zeilleria biappendiculata*, *umbonella*. C'est dans la Woëvre que le caractère argileux du Callovien est le plus accentué.

L'OXFORDIEN est constitué assez uniformément, à la base, par des marnes à Ammonites pyriteuses (*Peltoceras athleta*, *Quenstedticeras Lamberti*, *Mariæ*, *Creniceras Renggeri*), avec *Belemnopsis clucyensis*, *Serpula vertebralis;* au sommet, par des marnes à ovoïdes calcaires et siliceux (*chailles*), caractérisées par *Cardioceras cordatum*, *Peltoceras arduennense*, *Perna mytiloides*, *Pholadomya exaltata*, *Terebratula Gallienei*, *Rhynchonella Thurmanni*.

Le faciès vaseux s'étend maintenant à toute la Lorraine, tandis qu'aux époques précédentes, il était localisé dans une zone située à égale distance de l'Ardenne et des Vosges méridionales.

Vallée du Rhin. — Pas plus qu'à l'époque du Lias l'emplacement des Vosges et de la Forêt-Noire n'était émergé, car le conglomérat d'Alpersbach renferme, en pleine Forêt-Noire, des éléments empruntés au Bathonien. Les dépôts oolithiques inférieurs de la vallée du Rhin offrent la plus grande analogie avec ceux de la Lorraine, tandis qu'ils diffèrent considérablement, surtout au Bathonien, de ceux de la Souabe.

Le BAJOCIEN débute en Alsace par des calcaires bleus à *Witchellia læviuscula*, *Sonninia Sowerbyi*, Lamellibranches et *Lingula Beani*. La zone à *Emileia Sauzei-polyschides* est constituée par des calcaires oolithiques ferrugineux, où l'on trouve, à côté des Ammonites caractéristiques, *Belemnites gingensis*, *brevis*, *Belemnopsis canaliculatus*, *Clenostreon pectiniforme*, *Lopha flabelloides*, *Entolium disciforme*, *Pleuromya Alduini*, *Rhabdocidaris horrida*. Des marnes à *Megateuthis giganteus*, *Stepheoceras Blagdeni*, *Cosmoceras Garantianum*, *Parkinsonia Parkinsoni*, *Ostrea acuminata* représentent le Bajocien supérieur [30].

La partie inférieure du BATHONIEN est formée, dans toute l'Alsace et dans le Brisgau, par un calcaire à grosses oolithes (*Grande Oolithe*, *Hauptoolith*, *Hauptrogenstein*) assez puissant, dont la base renferme uniquement des bancs d'*Ostrea acuminata*, tandis que ses couches supérieures sont assez fossilifères. Ses espèces les plus caractéristiques sont *Pentacrinus cristagalli*, *Echinobrissus Renggeri*, *Clypeus Ploti*, *Serpula socialis*, *Rhynchonella lotharingica*, *Terebratula intermedia*, *Fleischeri*, *Lima cardiiformis*, *Oxytoma Münsteri*, *Pseudomonotis echinata*, *Macrodon hirsonense*, *Homomya gibbosa*, *Pachyteuthis giganteus*, *Parkinsonia Parkinsoni* [215].

Le Bathonien supérieur comprend des oolithes marneuses à *Parkinsonia ferruginea*, *Terebratula globata*, *Rhynchonella varians;* des calcaires à oolithes ferrugineuses, où, à côté d'assez rares Ammonites, telles qu'*Oppelia aspidoides*, *Parkinsonia Parkinsoni*, *compressa*, *neuffensis*, *Perisphinctes procerus*, abondent surtout les Brachiopodes (*Rhynchonella concinna*, *badensis*, *varians*, *Terebratula Fleischeri*, *Zeilleria ornithocephala*, *lagenalis*); enfin, des argiles bleues, pyriteuses, avec *Sphæroceras subcontractum*, *Parkinsonia Parkinsoni*, de nombreux Myaires, *Rhynchonella varians*, *Montlivaultia decipiens*.

Ces couches supérieures correspondent incontestablement au Cornbrash anglais, mais la présence de plusieurs espèces de *Parkinsonia* à ce niveau est assez insolite. Dans le Brisgau on y trouve en outre (?) *Hudlestonia discus*, *Hecticoceras retrocostatum*, *Sphæroceras bullatum*, *Macrocephalites Morrisi*, espèces assez répandues dans la zone à *Oppelia aspidoides*.

Le CALLOVIEN n'est connu jusqu'ici dans le Nord de l'Alsace qu'en un seul point, au Scharrach, près Scharrachbergheim, où des marnes, provenant du forage d'un puits, ont fourni à Benecke [216] des Ammonites caractéristiques de la zone à *Reineckeia anceps* (*Hecticoceras pseudopunctatum*, *lunula*, *Pachyceras Ajax*, *Reineckeia Greppini*, *Cosmoceras Jason*), associées à des Brachiopodes (*Aulacothyris impressa*, *Rhynchonella triplicosa*) et à des Lamelli-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

branches (*Posidonomya Buchi, Pecten demissus, fibrosus, Nucula Cæcilia*). Le Callovien inférieur n'a pas été signalé encore dans le Nord de l'Alsace.

L'Oxfordien et les termes supérieurs du Jurassique n'existent que plus au sud, dans le Brisgau [217] et aux environs de Belfort. Leur disparition dans le nord de la vallée du Rhin est due manifestement à la dénudation intense qu'a subie cette région pendant la période Crétacée.

Franche-Comté et Jura Suisse. — Les faciès caractéristiques de la série Oolithique inférieure de la vallée du Rhin et de la Lorraine se retrouvent pour la plupart plus au sud dans le Jura bâlois et bernois, et de là on peut les suivre sans grandes modifications dans la Franche-Comté [31, 32] et dans le Jura le plus méridional [218, 219], c'est-à-dire jusqu'en Savoie. Dans le Jura argovien, par contre, on voit passer insensiblement vers l'est les formations néritiques du Bajocien, du Bathonien et du Callovien à des formations bathyales, en tous points comparables à celles de la Souabe. La dépression transversale que nous avons désignée sous le nom de cuvette Germanique se continue donc vers le sud jusque dans le Jura argovien.

Dans le Bajocien, le faciès prédominant est celui des calcaires à entroques, qui alternent d'ordinaire avec des lits marneux. Les fossiles les plus abondants sont les Lamellibranches; on rencontre en outre des Gastéropodes, des Brachiopodes, des Serpules, des Échinides, des Crinoïdes. Les Zoanthaires sont très fréquents dans certains bancs, surtout dans le Bajocien supérieur. Les Céphalopodes caractéristiques de toutes les zones ont été rencontrés accidentellement, mais il est rare qu'ils puissent servir à préciser une succession.

La présence de *Sonninia Sowerbyi, Witchellia læviuscula, Pœcilomorphus Schlumbergeri*, immédiatement au-dessus de *Harpoceras concavum* et d'*Hyperlioceras discites*, fournit un bon point de repère pour la fixation de la limite inférieure de l'étage. La limite supérieure est moins nette, car *Cosmoceras Garantianum* n'a été trouvé qu'en un petit nombre de points.

Le Bathonien est généralement constitué, dans sa partie inférieure, par des marnes à *Ostrea acuminata*, que l'on a comparées au Fuller's earth; dans sa partie moyenne, par des calcaires oolithiques, comparables au Great Oolite et à l'Oolithe miliaire; dans sa partie supérieure, de nouveau par des marnes, très riches en Brachiopodes, que l'on a assimilées au Cornbrash. On a quelquefois signalé, dans les marnes inférieures, *Oppelia fusca* et des *Parkinsonia;* dans les marnes supérieures, *Oppelia aspidoides, Hecticoceras retrocostatum*. Les variations de faciès sont toutefois assez fréquentes.

La zone inférieure du Callovien [220], qui normalement est représentée, comme en Lorraine et en Souabe, par des oolithes ferrugineuses à *Proplanulites Kœnigi, Macrocephalites macrocephalus, Kepplerites Gowerianus*, est remplacée localement par un faciès de calcaires en plaquettes à Huîtres, la *Dalle nacrée*. La zone supérieure est constituée d'une manière très uniforme par une oolithe ferrugineuse peu épaisse, que l'on rencontre depuis l'Argovie jusqu'en Savoie. Cependant, dans l'Ouest du Jura, ce faciès fait place à des marno-calcaires, qui renferment la même faune. Les espèces les plus caractéristiques sont les suivantes : *Strigoceras pustulatum, Pachyceras coronatum, P. Ajax, Reineckeia anceps, Cosmoceras Jason, Hecticoceras punctatum, H. lunula, Aulacothyris pala*.

A Chanaz et au Mont-du-Chat, en Savoie, une oolithe ferrugineuse de 1 m d'épaisseur seulement renferme une faune très riche, étudiée par Parona et Bonarelli [221], qui est constituée par un mélange d'espèces appartenant aux deux zones. Elle ne comprend pas moins de 105 espèces de Céphalopodes, auxquelles sont associés des Gastéropodes, des Lamellibranches, des Brachiopodes, des Échinodermes, appartenant pour la plupart à des genres néritiques, et cependant les *Phylloceras* ne comptent pas moins de 6 espèces. Cette contradiction apparente ne s'explique que si l'on admet un flottage des coquilles d'Ammonites originaires de la région bathyale et leur échouage dans des eaux peu profondes, où les courants marins empêchaient le dépôt de sédiments épais. Ainsi s'expliquerait aussi le mélange de deux faunes dans une couche très mince, comme dans le cas de l'oolithe de Balin.

L'Oxfordien du Jura Suisse et de la Franche-Comté [220, 222-226] est presque exclusi-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

vement constitué par des formations bathyales et les variations de faciès, sauf dans la partie supérieure de l'étage, sont peu considérables. Il semble que l'on puisse y distinguer aisément, comme en Normandie, trois zones caractérisées par des Céphalopodes spéciaux.

La zone à *Quenstedticeras Lamberti* et *Peltoceras athleta* est représentée presque toujours par des marnes plus ou moins phosphatées, plus rarement par un minerai de fer. On y trouve, outre les Ammonites caractéristiques, des Bélemnites (*Belemnopsis latesulcatus, clucyensis, Sauvanausus*), des Gastéropodes, des Brachiopodes, des articles de Crinoïdes.

La zone à *Quenstedticeras Mariæ*, plus connue sous la dénomination de zone à *Creniceras Renggeri*, est un des niveaux les plus constants du Jura, mais il manque presque partout sur le versant suisse, où l'Argovien repose directement sur le Callovien ou même sur le Bathonien. La zone est toujours à l'état d'argiles à fossiles pyriteux. Les Ammonites y sont extrêmement abondantes, P. de Loriol [223, 225] en a décrit plus de 50 espèces. Ce sont surtout des *Peltoceras*, des *Perisphinctes*, des *Neumayria*, des *Hecticoceras*. Les *Phylloceras* sont représentés par plusieurs espèces et leur fréquence relative indique qu'à ce moment la mer avait atteint dans le Jura son maximum de profondeur. Par contre, les *Quenstedticeras* sont beaucoup plus rares que dans le Nord du bassin de Paris et qu'en Russie. Les Bélemnites du genre *Belemnopsis* sont très communes, tandis que les *Cylindroteuthis* font entièrement défaut. Les Céphalopodes sont accompagnés de petits Gastéropodes et de Lamellibranches, parmi lesquels prédominent les Nucules.

La zone à *Cardioceras cordatum* est tantôt à l'état d'argiles à Ammonites pyriteuses et, dans ce cas, elle ne se distingue que difficilement de la zone sous-jacente, tantôt à l'état de marnes à nodules (terrain à chailles marno-calcaire). Ce deuxième faciès prend un grand développement sur le bord septentrional et oriental du Jura, où il envahit également la base de l'Argovien. Les Ammonites les plus caractéristiques sont, dans les deux faciès, outre *Cardioceras cordatum*, *Sowerbyceras tortisulcatum*, *Hecticoceras delemontanum*, *rauracum*, *Perisphinctes bernensis*, *Peltoceras Eugenii*, *Aspidoceras perarmatum*. C'est la faune de Neuvizy. Dans le faciès marneux, on trouve en outre de nombreux Lamellibranches, notamment *Pholadomya exaltata* et d'autres Myaires, ainsi que des Brachiopodes (*Zeilleria Parandieri*, *Rhynchonella Thurmanni*). La profondeur des eaux a considérablement diminué.

Bordure nord-est du Plateau Central. — En Bourgogne, le BAJOCIEN est entièrement à l'état de calcaires à entroques, qui forment de grands plateaux tabulaires, découpés par des vallées, où affleure le Lias. Les fossiles caractéristiques et, en particulier, les Céphalopodes sont trop rares pour permettre d'établir, dans cette formation, des niveaux paléontologiques. Dans la partie supérieure surtout certains bancs sont pétris de polypiers. La série des dépôts paraît être continue.

Plus au sud, par contre, dans le Mont d'Or lyonnais, où les calcaires à entroques appartiennent à l'Aalenien, les couches à *Harpoceras concavum* supportent directement des marnes à éléments charriés, avec *Stepheoceras Blagdeni*, *subcoronatum*, *Normanniles Braikenridgei*, *Witchellia Romani*, *Oppelia subradiata*. Les zones à *Witchellia læviuscula* et à *Emileia Sauzei* font donc ici défaut. Les marnes à *Stepheoceras Blagdeni* n'existent d'ailleurs qu'à l'état de lambeaux (fig. 315). Il en est de même de marnes à *Cosmoceras subfurcatum* et *Garantianum*. Par-dessus ces divers lambeaux s'étend transgressivement le *ciret*, calcaire à fossiles silicifiés, caractérisé par les espèces suivantes : *Lioceras oolithicum*, *Oppelia subradiata*, *Cosmoceras Garantianum*, *Patoceras bispinatum*, *Parkinsonia Parkinsoni*, *Terebratula sphæroidalis* [125].

Dans la Nièvre [227], une masse puissante de calcaires spathiques renferme des intercalations marneuses assez fossilifères, où l'on a trouvé les espèces caractéristiques des zones moyennes du Bajocien. La surface supérieure de ces calcaires est ravinée et supporte, notamment à Vendenesse, une couche peu épaisse d'oolithe ferrugineuse extrêmement fossilifère, remarquable par le mélange que l'on y observe d'espèces de la zone à *Cosmoceras Garantianum*, telles que *C. subfurcatum*, *Oppelia subradiata*, *Strigoceras Truellei*, et d'espèces de la zone à *Oppelia fusca*, telles que *Zigzagoceras zigzag*,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Morphoceras polymorphum, *pseudo-anceps*, *Oppelia biflexuosa*. On y trouve, en outre, de très nombreux Brachiopodes, des Lamellibranches, des Gastéropodes, des Échinides.

Le BATHONIEN de la Bourgogne ne diffère de celui de Normandie et du Boulonnais que par des particularités de détail, les variations de faciès y sont d'ailleurs assez fréquentes, mais elles n'offrent qu'un intérêt local. Dans l'Indre, toutefois, une série analogue mérite d'attirer notre attention, en raison de la présence d'un niveau d'eau douce à Paludines, que l'on y

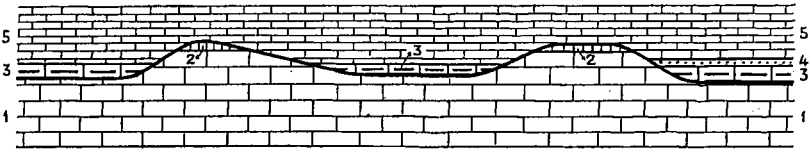


Fig. 315. — Diagramme montrant la lacune entre l'Aalenien et le Bajocien au Mont-d'Or lyonnais (d'après ATTALE RICHE).

1, calcaire à Bryozoaires; 2, couche fossilifère à *Harpoceras concavum;* 3, lambeaux à *Stephanoceras Blagdeni;* 4, lambeau à *Cosmoceras subfurcatum;* 5, *ciret.*

observe à Saint-Gaultier. Voici la succession des couches bathoniennes que l'on a relevée dans les environs de cette localité [230-230 *ter*]:

1. Marne à *Clypeus Ploti;*
2. Calcaire oolithique à *Eudesia cardium;*
3. Calcaire siliceux;
4. Calcaire crayeux à Zoanthaires, *Hemicidaris luciensis*, *Acrosalenia Lamarcki*, Gastéropodes et Lamellibranches très nombreux, dit couche à *Brachytrema;*
5. Calcaire oolithique à *Parkinsonia Parkinsoni* et *Belemnopsis bessinus;*
6. Calcaire à *Vivipara aureliana*, *Valvata Benoisti*, avec couche de lignite;
7. Calcaire lithographique à Fucoïdes;
8. Oolithe miliaire à *Rhynchonella Hopkinsi* et *Rh. elegantula;*
9. Calcaire en plaquettes à *Corbula;*
10. Calcaire à *Anabacia orbulites*, *Rhynchonella decorata*, *Dictyothyris coarctata.*

L'intercalation d'un niveau à Paludines (5), au milieu d'une série dont tous les autres termes sont marins, ne peut guère s'expliquer que par des apports d'eau douce par un fleuve descendant du Plateau Central et dont l'embouchure était située à proximité du gisement des Paludines.

Au CALLOVIEN inférieur, le faciès franc-comtois de la dalle nacrée se poursuit jusque dans l'Yonne; plus à l'ouest, il fait place à une oolithe ferrugineuse à *Macrocephalites macrocephalus*, *Kepplerites Galilæi*, *Reineckeia Greppini*, *Hecticoceras hecticum*, *Aulacothyris pala*. Au-dessus vient un calcaire blanc ou jaunâtre à *Reineckeia anceps*, *Pachyceras coronatum*, *P. Ajax*, *Hecticoceras punctatum.*

L'OXFORDIEN n'existe en Bourgogne et sur le bord septentrional du Plateau Central que d'une manière tout à fait sporadique, par exemple près de Nevers, où les trois zones de Normandie ont pu être observées en superposition. En général, l'Argovien repose directement sur le Callovien ou sur des couches plus anciennes.

Détroit du Poitou. — Il est peu de régions en France où le groupe Oolithique moyen présente une succession aussi complète des zones à Céphalopodes que sur le seuil du Poitou. Dans le centre du détroit, les couches sont épaisses, la sédimentation est continue et les fossiles sont rares. Sur

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

les bords du Plateau Central et du massif Armoricain, les couches sont beaucoup plus minces et plus fossilifères, mais on observe souvent des bancs-limite et des surfaces de corrosion, et certains niveaux peuvent manquer localement. Les calcaires à silex, les oolithes ferrugineuses et les couches phosphatées y jouent un rôle prépondérant. Ce sont des formations néritiques et les Ammonites, qui y abondent, paraissent charriées par les courants, car leurs coquilles sont souvent brisées et accumulées sans aucun ordre (pl. CV). Les *Phylloceras* sont presque entièrement absents. Voici, abstraction faite des variations de faciès, la succession des niveaux qui ont été signalés dans le groupe Oolithique moyen du détroit du Poitou [35, 228, 229] :

Bajocien. 1° Calcaires à *Witchellia læviuscula* avec nombreuses espèces de *Witchellia* et de *Sonninia* (*S. gingensis*, *propinquans*), découverts par le général Pesme aux environs de Melle;

2° Calcaires marneux et calcaires à pavés à *Emileia Sauzei-polyschides*, *Stepheoceras Humphriesianum*, *Sonninia propinquans;*

3° Calcaires à silex à *Stepheoceras Blagdeni*, *Cadomites Braikenridgei*, *Strigoceras Truellei;*

4° Calcaires blancs à *Cosmoceras Garantianum*, *subfurcatum* (= *niortense*), *baculatum*, *Patoceras Orbignyi*, *annulatum*, *Parkinsonia Parkinsoni*, *Caumonti*, *Cadomites linguiferus*, *Perisphinctes Martinsi*, *Oppelia subradiata*, *Terebratula sphæroidalis*, avec quelquefois à la base un conglomérat de nodules ferrugineux.

Bathonien [228]. 1° Calcaires, présentant à la base un banc phosphaté (*banc pourri*) très fossilifère, avec *Oppelia fusca-serrigera*, *Normannites linguiferus*, *Parkinsonia Parkinsoni*, *ferruginea*, *neuffensis*, *Zigzagoceras zigzag-neuffensis*, *Morphoceras polymorphum*, *pseudo-anceps*, *Belemnopsis sulcatus*, *Terebratula sphæroidalis;*

2° Calcaires à silex, avec *Oppelia aspidoides*, *Hecticoceras retrocostatum*, *Sphæroceras microstoma*, *Sph. Ymir*, *Cosmoceras contrarium*, *C. Julii*, (?) *Hudlestonia discus*, *Hochstetteri* [1], mais sans aucun représentant du genre *Parkinsonia*.

Callovien [229] : 1° Calcaires marneux peu épais (2-5 m), très fossilifères dans la Sarthe et dans les Deux-Sèvres : *Hecticoceras hecticum*, *Oppelia subcostaria*, *Macrocephalites macrocephalus*, *Herveyi*, *Sphæroceras bullatum*, *Kepplerites Gowerianus*, *Reineckeia Greppini*, *Proplanulites Kœnigi*, *Perisphinctes subbakeriæ*, *funatus*, *sulciferus*, *Aulacothyris pala;*

2° Calcaires à oolithes ferrugineuses, avec *Hecticoceras* [*Lunuloceras*] *lunula*, *punctatum*, *Reineckeia anceps*, *Pachyceras coronatum*, *Cosmoceras Jason*, *Œcoptychius refractus*, *Perisphinctes subbakeriæ*, *Terebratula dorsoplicata*, *Aulacothyris pala.*

Oxfordien : 1° Calcaires marneux ou crayeux à *Peltoceras athleta*, *annulare*, *Quenstedticeras Lamberti*, *Cosmoceras Duncani;*

2° Marnes à Ammonites pyriteuses ou phosphatées, avec *Creniceras Renggeri*, *Neumayria oculata*, *Quenstedticeras Mariæ*, *Cardioceras cordatum*, *Peltoceras arduennense*, *Aspidoceras perarmatum.*

Comme on le voit, la succession des faunes de Céphalopodes est identique à celle de la cuvette Germanique. Pour les étages supérieurs, le parallélisme avec la Russie, l'Angleterre et le Nord du bassin de Paris est également facile à établir, mais les *Cadoceras*, les *Quenstedticeras* et les *Cardioceras* sont beaucoup plus rares que dans ces régions septentrionales. En revanche, les *Oppelia* et les *Reineckeia* y sont beaucoup plus abondantes. Les Bélemnites sont représentées par diverses espèces de *Belemnopsis*, à l'exclusion des *Cylindroteuthis*, qui sont fréquents en Normandie.

Les étages supérieurs sont souvent incomplètement représentés sur le bord des massifs anciens qui bordent le détroit Poitevin. Ainsi, d'après A. de Grossouvre [229], le Callovien inférieur ferait partout défaut à l'est de Poitiers et jusqu'à la vallée de la Loire, le Callovien supérieur faisant

1. Dans la Sarthe, notamment à Pécheseul et Saint-Benoît, ces calcaires à silex font place à une oolithe ferrugineuse, qui renferme les mêmes Ammonites, associées à des Échinides (*Echinobrissus clunicularis*, *Hyboclypeus gibberulus*, *Collyrites ovalis*).

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



Cliché H. Ragot.

OOLITHE FERRUGINEUSE A *Reineckeia anceps, Perisphinctes subbakeriæ* (1/2 gr. nat.).
Callovien supérieur.
Saint-Laon (Vienne).

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

suite immédiatement au Bathonien. Toutefois, il ne me semble pas que cette conclusion puisse s'étendre au gisement de Montreuil-Bellay, dans Maine-et-Loire, qui est célèbre par la quantité de Gastéropodes [231] et de Lamellibranches d'une très belle conservation qu'il a fournis; car les couches à Gastéropodes renferment *Macrocephalites macrocephalus*, *Hecticoceras hecticum*, *Sphæroceras Trigeri* et sont recouvertes par des couches à *Reineckeia anceps*.

L'Oxfordien manque également en un grand nombre de points, où

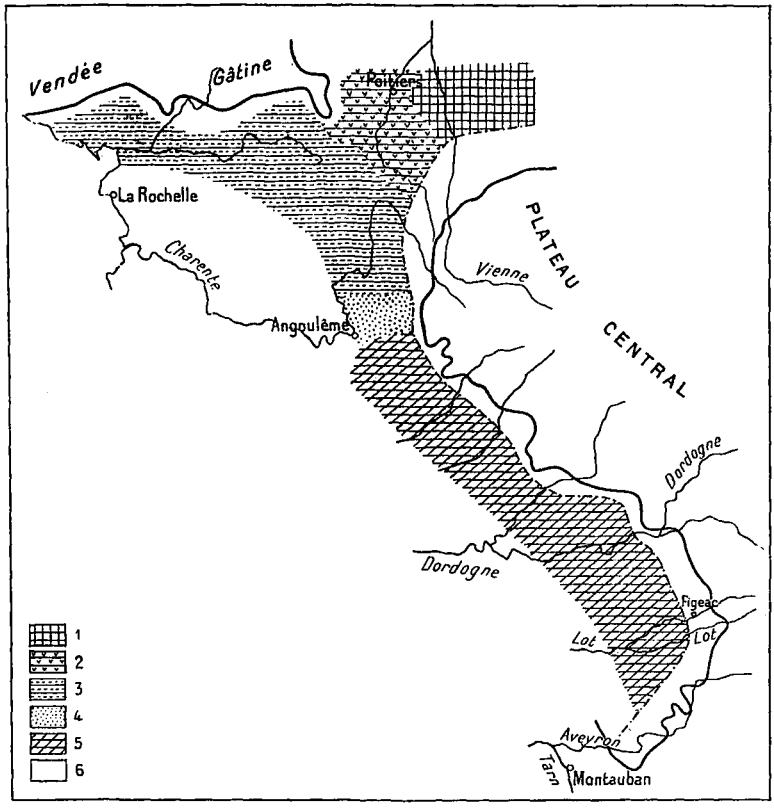


Fig. 316. — Carte schématique des faciès du Bathonien dans le bassin de l'Aquitaine (d'après Ph. Glangeaud).

1, faciès oolithique du Nord-Est; 2, faciès calcaréo-dolomitique; 3, faciès à Céphalopodes; 4, faciès oolithique de Chassenouil; 5, faciès saumâtre; 6, surfaces occupées par des terrains plus anciens ou plus récents que le Bathonien.

l'Argovien repose directement sur le Callovien ou même sur le Bathonien; mais il est probable, étant donné le caractère bathyal qu'il présente aux environs de Niort, qu'il s'est déposé dans toute la région et que sa disparition est due aux érosions qui ont accompagné la transgression argovienne.

Bassin de l'Aquitaine. — Les faciès caractéristiques du seuil du Poitou se poursuivent vers le sud jusqu'aux environs de la Rochefoucauld. A partir de ce point et jusque dans le Lot, les dépôts Oolithiques inférieurs prennent un caractère tout différent [37, 38].

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le faciès à silex du Bajocien fait place à un faciès oolithique. 40 à 60 m de calcaires oolithiques, alternant avec des calcaires compacts et avec des niveaux à fossiles charriés, renferment, d'après Glangeaud [37], une faune constituée exclusivement par des Gastéropodes (*Ptygmatis*, *Nerinea*, *Cylindrites*, *Pseudomelania*, *Scurria*, *Helcion*), des Lamellibranches (*Lima*, *Pecten*, *Arca*, *Trigonia*, *Tancredia*), des Brachiopodes (*Terebratula perovalis*, *Rhynchonella quadriplicata*, *Acanthothyris spinosa*), des Échinides (*Stomechinus bigranularis*, *Cidaris cucumifera*), des Zoanthaires (*Thamnastræa*, *Montlivaultia*).

Le Bathonien (fig. 316) est constitué, dans la même région, par des calcaires en plaquettes, des calcaires bitumineux et des lignites, dans lesquels les fossiles saumâtres et d'eau douce sont de plus en plus abondants à mesure que l'on se dirige vers le sud, et l'épaisseur des dépôts va également en augmentant dans la même direction. Les bancs à fossiles marins renferment les mêmes Lamellibranches, Gastéropodes et Brachiopodes que le Bathonien du bassin Anglo-Parisien. Les bancs à faune saumâtre sont caractérisés par *Sphenia raristriata*. Dans les couches d'eau douce on rencontre *Neritina bidens*, *Planorbis calculus*, *Paludina bulbiformis*.

Une dolomitisation postérieure au dépôt a profondément modifié l'aspect du Bajocien et du Bathonien de la bordure sud-ouest du Plateau Central. La présence du Callovien et de l'Oxfordien dans la région ne repose sur aucun fait certain.

Pyrénées. — Il n'y a que peu de chose à dire du groupe Oolithique inférieur dans les Pyrénées. Le géosynclinal qui avait pris naissance au Lias, sur l'emplacement futur de la chaîne, subsiste encore et il semble que les étages suivants s'y soient déposés en concordance.

Dans les Basses-Pyrénées, ce sont des marnes, des schistes, des calcaires marneux, puis des calcaires noirs compacts, dont l'ensemble atteint une épaisseur considérable. J. Seunes y a recueilli, près de Cambo, des fossiles bajociens (*Stepheoceras subcoronatum*, *Lissoceras oolithicum*, *Posidonomya alpina*), bathoniens (*Belemnopsis bessinus*), calloviens (*Reineckeia anceps*, *Perisphinctes funalus*, *curvicosta*, *Gottschei*, *Hecticoceras hecticum*, *Terebratula dorsoplicata*, *Aulacothyris pala*), oxfordiens (*Belemnopsis hastatus*). Dans le centre et l'est de la chaîne, le Lias est, par contre, recouvert par des dolomies fétides, dépourvues de fossiles, qui représentent probablement toute la série Oolithique inférieure.

Bord septentrional de la Meseta Ibérique. — De l'autre côté du géosynclinal pyrénéen, on retrouve de nouveau, dans les provinces de Burgos et de Teruel, sur le bord septentrional de la Meseta Ibérique, des faciès qui rappellent beaucoup ceux du détroit Poitevin.

A Ontario del Pinar, dans la province de Burgos, Larrazet [39] a pu reconnaître, dans une série de calcaires marneux bajociens, les zones suivantes, avec leurs Ammonites caractéristiques : la zone à *Emileia Sauzei* (*E. polyschides*, *Sphæroceras Brongniarti*, *Stepheoceras Bayleanum*, *Sonninia corrugata*); la zone à *Witchellia Romani* (*Stepheoceras Blagdeni*); la zone à *Cosmoceras Garantianum* (*C. subfurcatum*, *Perisphinctes Martiusi*, *Oppelia subradiata*). La présence du Bathonien, dans la même province, ne résulte que de la trouvaille d'un *Perisphinctes procerus;* mais le Callovien est bien représenté, à Barcina de los Montes, par des grès alternant avec des calcaires, dans lesquels Larrazet a pu observer en superposition la zone à *Macrocephalites macrocephalus* et la zone à *Reineckeia anceps*.

Dans la province de Teruel, en particulier dans les Montes Universales, Dereims a reconnu [XXXII, 33] une succession non moins complète dans une série assez puissante de calcaires marneux à Céphalopodes. Toutes les zones du Bajocien ont pu être distinguées, grâce à leurs Ammonites caractéristiques. Les deux zones du Bathonien sont représentées, la 1re par *Zigzagoceras procerum*, *Sphæroceras Ymir*, la 2e par *Oppelia aspidoides*, et les deux zones classiques du Callovien existent également. A la zone à *Reineckeia anceps* fait suite immédiatement l'Argovien, comme sur le bord septentrional du Plateau Central. Dans toute cette série on ne connaît aucun représentant du genre *Phylloceras*.

Portugal. — Le groupe Oolithique inférieur n'a pas fourni, sur le bord opposé de la Meseta, au Portugal [40, 41], de succession aussi complète.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Dans les affleurements situés à l'est la série comprend :

1° Des calcaires compacts, d'âge bajocien, remarquables par la présence de *Posidonomya alpina* et de Brachiopodes alpins (*Terebratula Gerda, curviconcha, Zeilleria margarita, Rhynchonella defluxa*);

2° des calcaires oolithiques bathoniens, avec Zoanthaires, *Cidaris mœandrina*, Brachiopodes et Lamellibranches;

3° des calcaires marneux à Céphalopodes, avec *Macrocephalites macrocephalus* à la base et *Reineckeia anceps* au sommet;

4° des calcaires à chailles siliceuses, avec Zoanthaires, Crinoïdes, *Rhynchonella Thurmanni*, Lamellibranches, correspondant à l'Oxfordien.

Les affleurements plus occidentaux sont constitués par une série de marnes et de calcaires marneux, dans laquelle presque toutes les zones du Bajocien, du Bathonien et du Callovien sont représentées par leurs Ammonites caractéristiques.

Dans l'Algarve, au-dessus de dolomies cristallines, qui correspondent à tout le Lias et au Bajocien, viennent des calcaires à polypiers ou des calcaires gris foncé avec nids de Brachiopodes alpins d'âge bathonien, que surmontent des couches marneuses calloviennes.

Bassin du Rhône et Alpes occidentales. — Comme nous l'avons fait pour le Lias, nous étudierons d'abord les régions périphériques du bassin du Rhône, pour passer ensuite au géosynclinal alpin (fig. 317).

Bas-Languedoc. — Dans le Sud du Languedoc, le Bathonien est assez uniformément représenté par des calcaires gris foncé, recouverts d'empreintes connues sous le nom de *Cancellophycus scoparius*. Les fossiles y sont assez rares, on cite surtout des espèces de la zone supérieure, *Oppelia subradiata, Parkinsonia Parkinsoni, Cosmoceras Garantianum*. Certains bancs sont presque entièrement formés d'articles de tiges de *Pentacrinus bajocensis*.

Le Bathonien, également à l'état de calcaires siliceux, renferme dans la montagne de la Gardiole, et au pic Saint-Loup, dans le Sud de l'Hérault, des Ammonites (*Lytoceras tripartitum, Parkinsonia Parkinsoni, Perisphinctes quercinus*), des Lamellibranches et des Brachiopodes. Sur le bord de la Montagne-Noire et du Plateau Central, les calcaires bathoniens sont dolomitisés.

Le Callovien est marneux et renferme les Ammonites caractéristiques des deux zones classiques, associées à de nombreuses Bélemnites du genre *Belemnopsis*. Les *Phylloceras* sont assez fréquents.

Causses. — Plus au nord, à l'entrée du « golfe des Causses », le Bajocien, qui repose directement sur les calcaires domériens ou même sur l'Hettangien, est constitué par des calcaires à nodules siliceux, remplis de radioles de *Cidaris* et de Brachiopodes. Il s'étendait certainement très loin dans l'intérieur du Plateau Central, car ses nodules siliceux (*chailles*), résultant de sa décalcification, se rencontrent au nord jusqu'à Langogne et Fay-le-Froid (Haute-Loire) [42].

Le Bathonien est représenté tantôt par un calcaire marneux glauconieux, pétri de fossiles, principalement d'Ammonites (*Hecticoceras retrocostalum, Oppelia fusca, Parkinsonia Parkinsoni, Perisphinctes quercinus*, (?) *Hudlestonia discus, Lytoceras tripartitum*), tantôt par des dolomies et des calcaires oolithiques à Nérinées et à Zoanthaires.

Le Callovien est à l'état de marnes à *Macrocephalites macrocephalus* et Posidonomyes, ou bien de calcaire ferrugineux à *Reineckeia anceps, Pachyceras coronatum, Hecticoceras lunula*, qui repose sur la surface corrodée du Bathonien, la zone inférieure faisant défau

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Dans les Causses septentrionaux, en particulier au Larzac, la base du Bathonien présente un remarquable niveau de lignites, accompagné de marnes à fossiles d'eau saumâtre et d'eau douce (*Corbula*, *Anisocardia*, *Cyrena*, *Paludina*). Les lignites ou *stipites* renferment des *Equisetum* et des Cycadées. Au-dessus vient une masse épaisse de calcaires sublithographiques à *Rhynchonella concinna* et une dolomie massive, dans laquelle sont creusés les célèbres cañons du Tarn et de la Jonte (pl. LIX, 1, CVI). Le Callovien et l'Oxfordien existent également à l'état de calcaires lithographiques. Il est incontestable que, au Bathonien, le « golfe des Causses » communiquait encore, par le détroit de Villefranche, avec le détroit de l'Aquitaine. La similitude des dépôts dans les deux régions est frappante.

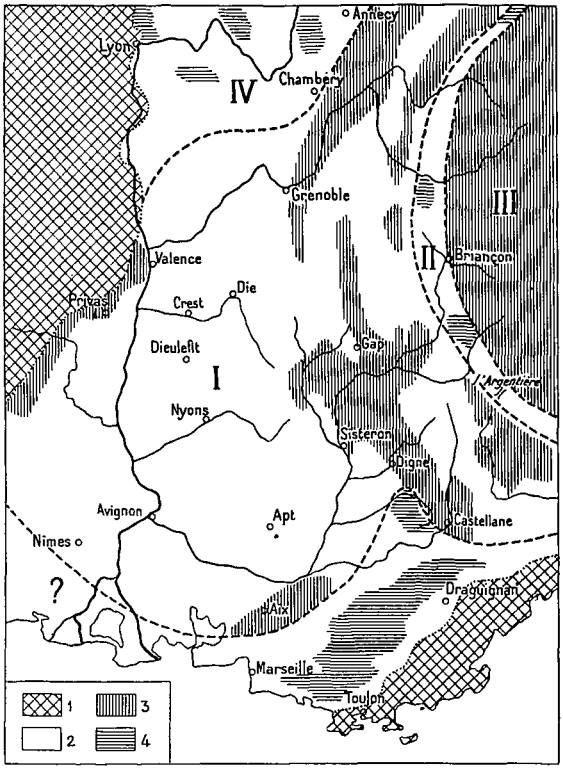


Fig. 317. — Carte représentant les variations de faciès dans le bassin du Rhône à l'époque Bajocienne.

1, terrains antétriasiques du Plateau Central et du massif des Maures; 2, régions où le Bajocien est entièrement caché sous des terrains plus récents ou a été enlevé ultérieurement par érosion; 3, Bajocien bathyal; 4, Bajocien néritique. — I, fosse vocontienne et géosynclinal dauphinois; II, géanticlinal briançonnais; III, géosynclinal piémontais; IV, zone jurassienne.

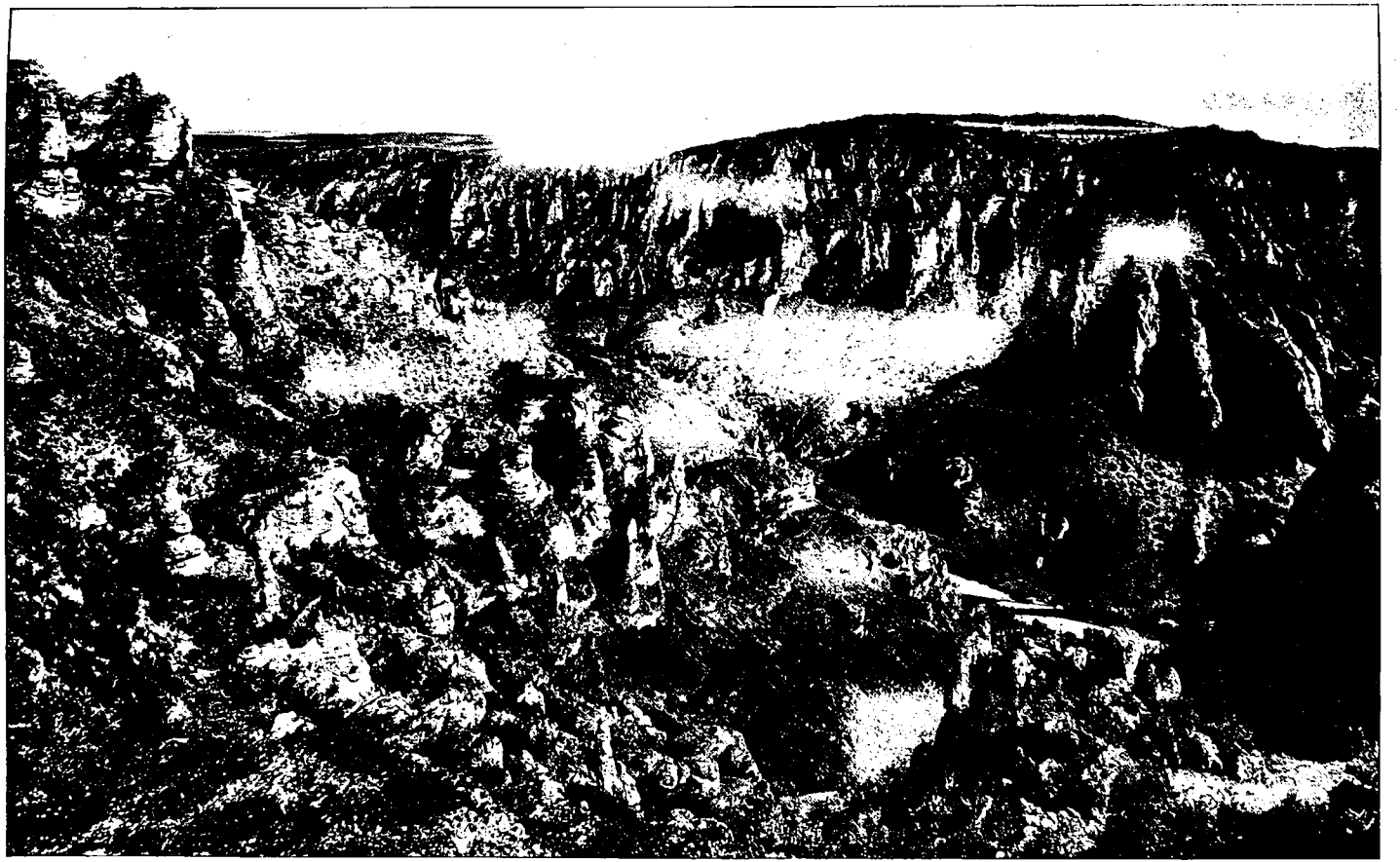
Ardèche. — Le groupe Oolithique inférieur offre, dans l'Ardèche, sur le bord du Plateau Central, un développement remarquable, avec des caractères assez uniformes depuis Saint-Ambroix, dans le Gard [43], jusqu'à la Voulte-sur-Rhône [44, 231]. Il est constitué par les termes suivants :

Bajocien. Calcaires à nodules siliceux et marnes à *Cancellophycus*, avec fossiles aaleniens à la base, bajociens à la partie supérieure (*Sonninia*, *Sphæroceras*).

Bathonien. 1° Minerai de fer de la Voulte à *Lytoceras tripartitum*, *Zigzagoceras zigzag*; 2° Calcaire à entroques, renfermant à Celles, près la Voulte, des fragments anguleux de micaschistes, et marnes à Brachiopodes et Échinodermes de la Clapouse, près Saint-Étienne-de-Boulogne, de Celles et de la Pouza, près la Voulte, avec *Belemnopsis Sauvanausus*, *Rhynchonella coreulum*, *voultensis*, *Terebratula bivallata*, *Zeilleria subrugata*, *Cidaris Chalmasi*, *filograna*, *pilum*, *Pentacrinus Dumortieri*, *Eugeniacrinus*, *Millericrinus*; 3° Marnes schisteuses et bancs de calcaires noduleux à *Posidonomya alpina* et *Dalmasi*.

Callovien. 1° Marnes à petites Ammonites, des Vans et de la Voulte, avec *Macrocephalites macrocephalus*, *Cadoceras modiolare*, *Perisphinctes curvicostatus*, *Phylloceras Delettrei*;

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



Cliché Neurdein.

GORGES DU TARN ET CAUSSE MÉJEAN, vus du Point Sublime.

Le sommet du plateau est portlandien ; le grand escarpement et les rochers du premier plan sont constitués par des dolomies du groupe Oolithique moyen ; les pentes sous le grand escarpement sont formées de couches bathoniennes, calloviennes et oxfordiennes (renseignements de M. G. Fabre).

Lit du Tarn : 410 m. ; sommet du Causse : 981 m.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

2° Marnes à Spongiaires (Hexactinellidés) du ravin du Chénier, près la Voulte;

3° Calcaires marneux à *Reineckeia anceps*, *Perisphinctes subbakeriæ*, *Cosmoceras Jason*, *Hecticoceras lunula*, *punctatum*, et minerai de fer de Privas, avec les mêmes Ammonites.

Oxfordien. Marnes avec nombreuses Bélemnites et Ammonites pyriteuses des deux zones à *Peltoceras athleta* et *Cardioceras cordatum*, parmi lesquelles on trouve aussi bien *Quenstedticeras* que des *Phylloceras*.

L'Oxfordien manque souvent, l'Argovien reposant transgressivement sur le Callovien. Une succession tout à fait analogue s'observe au pied de la montagne de Crussol, en face de Valence [44, 45].

Basse-Provence. — Si les formations bathyales du bassin du Rhône s'étendaient jusqu'au bord actuel du Plateau Central, nous allons voir, par contre, que le massif des Maures et de l'Esterel est bordé au nord d'une ceinture de dépôts néritiques, souvent assez étroite, il est vrai (fig. 317).

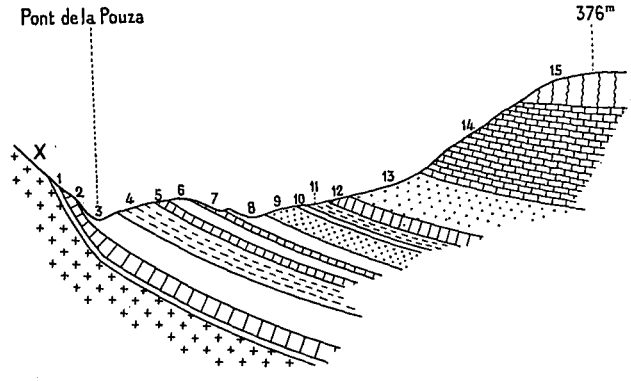


Fig. 318. — Coupe prise au S. W. de la Voulte-sur-Rhône, Ardèche (d'après A. Toucas).

X, micaschistes; 1, calcaires gris bréchoïdes sans fossiles; 2, marnes schisteuses noirâtres, avec plaquettes pétries de tiges de Pentacrines, de radioles de *Cidaris* et de Brachiopodes (Bathonien); 3, marnes schisteuses à *Posidonomya Dalmasi*, avec plaquettes ferrugineuses à *Geocoma elegans* et nodules renfermant des Crustacés ou des Céphalopodes dibranchiaux (Bathonien); 4, marnes grises ou noirâtres à bancs calcaires (id.); 5, marnes et calcaires marneux à *Macrocephalites macrocephalus* (Callovien inférieur); 6, marnes et calcaires marneux à *Reineckeia anceps* (Callovien supérieur); 7, calcaires marneux à grandes Ammonites (id.); 8, marnes schisteuses à *Cardioceras Lamberti*, *Peltoceras athleta*, nombreux *Phylloceras* (Oxfordien inférieur); 9, marnes à *Cardioceras cordatum* (Oxfordien supérieur); 10, calcaires marneux et marnes à *Belemnopsis hastatus* (id.); 11, marnes schisteuses noirâtres à *Ochetoceras arolicum* (Argovien); 12, calcaires marneux et marnes grises à *Ochetoceras canaliculatum* (id.); 13, calcaires et marnes à *Ochetoceras Marantianum* (Rauracien); 14, calcaires compacts, gris bleuâtre à *Perisphinctes polyplocus*, *Achilles* (Séquanien); 15, calcaires gris et lits marneux à *Streblites tenuilobatus* (Kimeridgien inférieur).

Les calcaires siliceux à *Lima Hersilia*, qui représentent l'Aalenien supérieur, sont quelquefois recouverts directement par une masse puissante de calcaires marneux à *Parkinsonia Parkinsoni* et *Pecten Silenus*, correspondant au Bajocien. Au nord de Toulon, cependant, les deux formations sont séparées par un calcaire dur ferrugineux, dont certaines parties renferment de nombreux fossiles : *Sonninia Sowerbyi*, *adicra*, *Zurcheri*, *Witchellia læviuscula*, *Sayni*, *romanoides*, *Oppelia præradiata*, *Zurcheria Ubaldi*, *Emileia Sauzei* (forme naine), *Brocchii*, *Pleuromya elongata*, *Modiola plicata*, *Posidonomya*, *Pecten*, *Terebratula Eudesi*, *Rhynchonella bajocensis* [232, 233]. C'est là incontestablement une faune de la zone à *Witchellia læviuscula*, très voisine de celle du Calvados. *Witchellia romanoides* pourrait seule faire penser à la présence d'une zone plus élevée. L'absence du genre *Phylloceras* confirme le caractère néritique du dépôt.

Plus au nord, aux environs de Brignoles et de Salernes, des calcaires d'aspect varié renferment en outre des espèces caractéristiques des zones à *Emileia Sauzei* (*E. polyschides*, *Stepheoceras Bayleanum*), à *Witchellia Romani* (*Stepheoceras subcoronatum*, *Sphæroceras Brongniarti*) et à *Cosmoceras Garantianum* (*C. Garantianum*, *Parkinsonia Parkinsoni*), associées à des Lamellibranches et à des Brachiopodes [234].

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Dans l'Est du Var et dans le Sud des Alpes-Maritimes, où le Bajocien repose directement sur l'Hettangien, le caractère néritique de l'étage est bien plus accentué. Les Ammonites font entièrement défaut dans la faune des calcaires à silex, composée de Lamellibranches (*Ctenostreon pectiniforme*, Pectinidés, *Ostrea explanata*, *Lopha Marshi*, *Modiola Sowerbyana*, *Ceromya concentrica*), de Brachiopodes (*Terebratula ventricosa*, *sphæroidalis*), d'Échinodermes (*Plagiocidaris*, *Stomechinus*, *Pentacrinus*), de Zoanthaires [47].

Le Bathonien de la Basse-Provence présente de grandes variations de faciès, aussi bien dans le sens horizontal que dans le sens vertical. Dans la région de Toulon, il débute par des calcaires marneux à Céphalopodes (*Lytoceras tripartitum*, *Zigzagoceras procerum*, *Perisphinctes subbakeriæ*, *Morphoceras polymorphum*). Puis viennent des marnes jaunâtres et des calcaires à entroques, sans Ammonites, avec Lamellibranches (*Lima semicircularis*, *Heligmus polytypus*, *Pecten*, *Ostrea*), Brachiopodes (*Eudesia cardium*, *flabellum*), Bryozoaires et Échinides (*Echinobrissus clunicularis*, *Holectypus depressus*, *Acrosalenia spinosa*), Zoanthaires, [235]. Le Bathonien supérieur comprend des calcaires compacts avec Lamellibranches et Zoanthaires, puis des marnes et des oolithes ferrugineuses, quelquefois très fossilifères, avec Lamellibranches (*Pecten*, *Lima*, *Pholadomya*) et Brachiopodes (*Rhynchonella concinna*, *Dictyothyris coarctata*).

Dans le Sud des Alpes-Maritimes [47], la faune du Bathonien inférieur n'est pas connue, mais la partie moyenne et supérieure de l'étage sont représentées par des dolomies et des calcaires dolomitiques, dont la faune, très riche, essentiellement néritique, comprend des Gastéropodes (*Sulcactæon*, *Cerithiella*, *Nerinea*, *Nerinella*, *Exelissa*, *Amberleya*), des Lamellibranches (*Pholadomya Murchisoni*, *Ceromya concentrica*, *Homomya Vezelayi*, *gigantea*, *Lima*, *Pecten*, *Mytilus laitmairensis*, *Alectryonia costata*, *Exogyra reniformis*, *Pycnodonta sublobata*), des Brachiopodes, des Échinides, des Zoanthaires. Guébhard a pu distinguer, dans cet ensemble, trois niveaux, caractérisés respectivement par *Rhynchonella Hopkinsi*, *Eudesia cardium* et *Rhynchonella decorata*.

Au Callovien appartiennent, dans la région de Toulon, des grès micacés à *Macrocephalites macrocephalus* et Lamellibranches et, dans le Sud des Alpes-Maritimes, des calcaires en plaquettes, qui ont fourni à Guébhard les Ammonites les plus caractéristiques de la zone à *Reineckeia anceps*. L'existence de l'Oxfordien dans le Var et dans les Alpes-Maritimes est indiquée uniquement par la présence, en de rares points, de *Cardioceras cordatum*, *Peltoceras arduennense*, *Aspidoceras perarmatum*.

Il existe donc, sur les bords du massif des Maures et de l'Esterel, une zone où le Bajocien et le Bathonien, tout au moins, sont en grande partie représentés par des formations néritiques. Les faunes de ces étages ont les plus grandes analogies avec celles du bassin de Paris, en particulier avec celles de Normandie.

Dès que l'on s'éloigne du massif des Maures, les faciès néritiques disparaissent entièrement; c'est ainsi qu'aux environs de Septêmes (Bouches-du-Rhône [48] et d'Aix [49], la série Oolithique inférieure est entièrement bathyale. Elle est constituée, à la base par des calcaires marneux, à la partie supérieure par des marnes. Les Céphalopodes prédominent toujours sur les autres Invertébrés, les *Phylloceras* sont assez abondants. La succession parait absolument continue, mais la répartition des espèces dans les différentes zones est encore mal connue. Il y a cependant deux niveaux qui méritent d'attirer notre attention.

C'est d'abord le Bathonien supérieur, dont les marnes renferment, à Saint-Marc, près Aix, une belle faune d'Ammonites pyriteuses : *Phylloceras Chantrei*, *biarcuatum*, *Cosmoceras Julii*, *contrarium*, *Hecticoceras retrocostatum*, *Sphaæroceras* sp.

C'est ensuite le Callovien inférieur de Septêmes, dont les calcaires marneux contiennent *Macrocephalites macrocephalus*, *Phylloceras Hommairei* et de nombreux *Perisphinctes*. Le même niveau existe, avec les mêmes caractères lithologiques et paléontologiques, à Chabrières, près Norante (Basses-Alpes) [50 *ter*], où il supporte immédiatement les calcaires grumeleux de l'Argovien. Aux Blaches, près Castellane, par contre, c'est la zone à *Pelto-*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

ceras athleta, qui repose sur la surface corrodée du Bathonien inférieur. L'Oxfordien passe ici insensiblement à l'étage suivant.

Basses-Alpes et Hautes-Alpes. — C'est dans les environs de Digne que l'on observe la succession la plus complète des zones du Bajocien et du Bathonien. Elle peut servir de type pour le repérage de tous les gisements de la région alpine et méditerranéenne. La série est entièrement bathyale et presque tous les niveaux sont fossilifères. La position stratigraphique des différentes espèces de *Phylloceras* a pu être déterminée avec précision. Voici cette succession [50 *ter*] :

Bajocien : 1° Calcaires bleus en gros bancs, alternant avec des schistes et renfermant les espèces caractéristiques des zones, non encore séparées, à *Witchellia læviuscula* et à *Emileia Sauzei : Phylloceras Circe, diniense, Sonninia Sowerbyi, propinquans, corrugata, Boweri, Emileia Sauzei-polyschides, Stepheoceras Bigoti, Humphriesianum, Bayleanum;*

2° Calcaires marneux et marnes à Ammonites ferrugineuses, très fossilifères à Beaumont (fig. 303), près Digne, où elles renferment les espèces les plus caractéristiques de la zone à *Witchellia Romani : Phylloceras disputabile, Circe, Velaini, Lytoceras pygmæum, Oppelia præradiata, Sonninia corrugata, propinquans, Witchellia Romani, liostraca, Pœcilomorphus cycloides, Sphæroceras polymerum, Stepheoceras Humphriesianum, subcoronatum, Blagdeni;*

3° Calcaires marneux et marnes noires, avec moules calcaires d'Ammonites et plus rarement Ammonites pyriteuses, représentant la zone à *Cosmoceras Garantianum : Phylloceras disputabile, Velaini, mediterraneum, Kudernatschi, viator, Lardyi, Lytoceras pygmæum, Oppelia subradiata, Strigoceras Truellei, Witchellia complanata, Cosmoceras subfurcatum, Garantianum, baculatum, Patoceras Orbignyanum, Stepheoceras plicatissimum, Parkinsonia Parkinsoni, ferruginea, Caumonti, Perisphinctes Martiusi, P. Lucretius.*

Bathonien : 1° Calcaires marneux noirs, en bancs noduleux, alternant avec des schistes noirs, particulièrement fossilifères à Chaudon et à Norante, avec la faune de la zone à *Oppelia fusca : Phylloceras disputabile, Kunthi, subobtusum, Lytoceras adeloides, tripartitum* (très commun), *Lissoceras psilodiscus, Oppelia fusca, subdiscus, Strigoceras Truellei, Stepheoceras rectelobatum, Parkinsonia Parkinsoni, neuffensis, Zizagoceras zigzag-arbustigerum, Perisphinctes Martiusi, Morphoceras polymorphum, sulcatum.*

2° Schistes marneux noirs à *Posidonomya alpina*, renfermant à l'état de petits moules ferrugineux les mêmes espèces que le Bathonien supérieur de Saint-Marc, près Aix.

Le Bajocien et le Bathonien présentent la même succession dans les Hautes-Alpes, en particulier aux environs de Gap et dans la vallée du Drac, mais les calcaires du Bajocien supérieur font place ici à une masse puissante de marnes schisteuses à Ammonites pyriteuses. Le Bathonien supérieur de Mandaty renferme, d'après P. Lory, une petite faune de Brachiopodes [236].

Le Callovien et l'Oxfordien sont beaucoup plus fossilifères, dans l'Ouest des Hautes-Alpes et des Basses-Alpes et dans diverses localités de la Drôme et de Vaucluse, qu'aux environs de Digne, où ces étages sont représentés par des schistes noirs qu'il est difficile de subdiviser.

Callovien. Marnes schisteuses noires, très épaisses, ne renfermant souvent d'autres fossiles que d'innombrables empreintes de *Posidonomya alpina* et *Dalmasi*, mais présentant à Gap et à Montéglin un niveau de nodules calcaires à Ammonites. On y trouve *Phylloceras Hommairei, Zignodianum, Macrocephalites macrocephalus, tumidus, Kepplerites calloviensis, Perisphinctes Recuperoi.* Les couches suivantes, correspondant à la zone à *Reineckeia anceps*, n'ont pas fourni encore d'Ammonites déterminables.

Oxfordien. Marnes noires à nodules calcaires, très fossilifères entre Veynes et Sisteron, avec les espèces caractéristiques des deux zones de l'étage :

1° Zone à *Peltoceras athleta : Phylloceras plicatum, lodaiense, Manfredi, Sowerbyceras tortisulcatum, Lytoceras Adelæ, Pachyceras Lalandeanum, Quenstedticeras Lamberti, Hecticoceras lunula, Brighti, Perisphinctes subtilis, Peltoceras athleta, annulare;*

2° Zone à *Aspidoceras perarmatum : Sowerbyceras tortisulcatum, Cardioceras cordatum, Hecticoceras Henrici, Peltoceras arduennense, Aspidoceras perarmatum.*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Il résulte de cet aperçu que les zones classiques du groupe Oolithique inférieur, telles qu'elles ont été établies par Oppel en Souabe, se retrouvent toutes dans les Chaînes Subalpines entre Gap et Digne, avec les mêmes espèces. Les types de cette région qui manquent dans le Nord de l'Europe appartiennent tous aux genres *Phylloceras* et *Lytoceras*, qui fournissent souvent l'élément prépondérant de la faune. Ainsi, dans les couches de Beaumont (zone à *Witchellia Romani*), les individus appartenant au genre *Phylloceras* sont à eux seuls plus nombreux que les représentants de tous les autres genres. De plus, les Invertébrés autres que les Céphalopodes, si l'on excepte les Posidonomyes, ne jouent, dans toutes les zones, qu'un rôle insignifiant. Nous sommes incontestablement en présence de formations bathyales, déposées à des profondeurs relativement considérables, à une certaine distance du rivage. L'on se souvient que, sur le bord du massif des Maures, dans les couches néritiques, les *Phylloceras* sont entièrement absents. Ajoutons que les Bélemnites sont représentées par le genre *Belemnopsis*, à l'exclusion complète du genre *Cylindroteuthis*.

L'ensemble de la série Oolithique inférieure atteint, dans les régions qui nous occupent, une épaisseur de plusieurs mètres. Vers l'est, c'est-à-dire dans l'Embrunais, dans l'Ubaye et dans le Nord des Alpes-Maritimes, cette épaisseur augmente encore, en même temps que les fossiles deviennent beaucoup plus rares. Le Bajocien, le Bathonien, le Callovien et l'Oxfordien se confondent en une masse unique de marnes schisteuses noires, dont l'épaisseur dépasse certainement 1 000 et, par places, 1 500 m et qui, en l'absence de tout point de repère, ne peut être subdivisée. Ce sont les *terres noires* des forestiers, bien connues par les ravages qu'y exercent les torrents (v. p. 408; pl. VIII, 1; LV; LVI).

Une pareille accumulation de formations argileuses dans la zone bathyale ne peut s'expliquer qu'en ayant recours à l'hypothèse des géosynclinaux. Elle fait suite d'ailleurs à celle que nous avons signalée dans le Lias des mêmes régions et, comme celle-ci, elle correspond à la partie axiale du *géosynclinal dauphinois*.

Dans les nappes de l'Embrunais et de l'Ubaye, les calcaires du groupe Oolithique supérieur reposent directement sur le Lias; on peut en conclure que ni le groupe Oolithique inférieur ni le groupe Oolithique moyen ne se sont déposés dans la région à l'est du géosynclinal, où se trouvaient les racines de ces nappes. La même lacune s'observe fréquemment plus à l'est encore, dans la zone du Briançonnais. Cependant, W. Kilian a signalé en quelques points, en particulier à Escreins, près Guillestre, et au lac des Neuf-Couleurs, dans le massif de la Mortice, des calcaires noirs, avec lumachelles renfermant des Nérinées, des Lamellibranches (*Mytilus laitmairensis*, *Alectryonia costata*, *Ceromya concentrica*), des Brachiopodes, des Échinides (*Cidaris Kœchlini*), des Pentacrines. C'est là une faune essentiellement néritique.

Dauphiné septentrional, Savoie, Alpes Vaudoises. — Le faciès vaseux à Céphalopodes du groupe Oolithique inférieur se poursuit, au nord de l'Embrunais et du Champsaur, dans l'Oisans. Sa présence est d'ailleurs étroitement liée à celle du faciès dauphinois du Lias.

Dans la vallée d'Arsine, près de la Grave, des calcaires marneux, dans lesquels on a trouvé *Stepheoceras Bayleanum* (fig. 87), *Freycineti*, *Parkinsonia Parkinsoni*, représentent le Bajocien, tandis que l'existence du Bathonien peut être déduite de la présence de *Lytoceras tripartitum*.

Tout le long de la vallée de l'Isère, entre Grenoble et Albertville, les

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

mêmes étages, peu fossilifères il est vrai, forment une bande continue. Ils sont surmontés de schistes calloviens à *Posidonomya alpina* et de marnes à géodes correspondant à l'Oxfordien.

Les mêmes étages peuvent être suivis, à l'est de la chaîne des Aravis, depuis Albertville jusqu'à la vallée de l'Arve; ils affleurent ensuite de nouveau dans la haute vallée du Giffre et on les retrouve au pied du Mont Blanc, dans le synclinal de Chamonix. Ils conservent partout les mêmes caractères lithologiques, mais ne renferment que rarement des fossiles.

Dans le massif de la Dent de Morcles cependant, où le Bajocien et le Bathonien existent sous la forme de calcaires marneux à *Cancellophycus*, les schistes calloviens et oxfordiens ont fourni, en particulier à la Frête de Sailles, de nombreuses Ammonites pyriteuses, qui se répartissent sur les trois zones à *Reineckeia anceps*, à *Pelloceras athleta* et à *Aspidoceras perarmatum*. On trouve à la fois des *Phylloceras* et des *Quenstedticeras*, et les Bélemnites du genre *Belemnopsis*, généralement tronçonnées (fig. 89), sont assez fréquentes.

Le géosynclinal qui suit le bord externe des chaînes alpines, depuis les Alpes-Maritimes jusqu'en Savoie, disparaît au col de Cheville, où les terrains qui le composent s'enfoncent sous la nappe des Diablerets, d'origine plus interne.

Alpes Suisses. — Déjà dans le val Ferret suisse, en arrière du massif du Mont Blanc, le groupe Oolithique inférieur est représenté par des calcaires à Lamellibranches, Brachiopodes, Échinides et Zoanthaires, qui constituent probablement un faciès néritique du Bajocien.

Dans la vallée de la Lizerne, des calcaires spathiques analogues, qui ont fourni à Renevier *Stepheoceras Deslongchampsi*, *Actæonina pulchella*, *Pecten pumilus* et d'autres Lamellibranches mal conservés, reposent directement sur le Trias et ne sont séparés des calcaires oolithiques supérieurs que par une faible épaisseur de schistes calloviens. Ils appartiennent à la nappe des Diablerets, qui ne tarde pas à disparaître à l'est sous des nappes plus élevées.

Nous retrouvons le faciès néritique dans la couverture sédimentaire du massif de l'Aar. Les divers termes de la série Oolithique inférieure ont pu être distingués dans un complexe très peu épais (Zwischenbildungen), qui affleure sur tout le bord septentrional du massif et fait suite aux calcaires à entroques de l'Aalenien [53] :

Bajocien : 1° Couche à concrétions siliceuses, sans fossiles;

2° Calcaire zoogène ferrugineux avec nombreux Zoanthaires (*Isastræa*, *Thamnastræa*), Échinodermes (*Pentacrinus cristagalli*, *Cidaris cucumifera*, *Zschokkei*), Brachiopodes, Lamellibranches (*Lopha Marshi*, *Ctenostreon proboscideum*, *Lima semicircularis*, *Pecten pumilus*, *Trigonia costata*);

3° Oolithe ferrugineuse (0,05-2 m) avec *Cosmoceras Garantianum*, *baculatum*, *Megateuthis gigantea* et Brachiopodes.

Bathonien : Schistes à *Rhynchonella varians*, *Zeilleria ornithocephala*, *Ostrea Knorri*.

Callovien : Oolithe ferrugineuse (2-5 m), avec *Macrocephalites macrocephalus*, *Cadoceras sublæve*, *Pachyceras coronatum*, *Reineckeia anceps*, nombreux *Perisphinctes*, *Hecticoceras hecticum*, *lunula*, *Belemnopsis calloviensis*, Brachiopodes.

Oxfordien : Calcaires marneux à *Cardioceras cordatum*, *Pelloceras arduennense*, *Aspidoceras perarmatum*, presque toujours absents, l'Argovien faisant suite immédiatement au Callovien.

En avant de la bordure septentrionale du massif cristallin de l'Aar, c'est-à-dire dans les Hautes Chaînes calcaires des cantons de Berne, d'Uri et de Glaris, la série Oolithique inférieure est de nouveau bathyale et l'on pourrait être tenté de considérer ses affleurements dans ces massifs comme la

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

continuation de ceux des Alpes Vaudoises, si l'on ne savait que ceux-ci sont en place, tandis que ceux-là font partie du système des *nappes helvétiques*, qui cache la série autochtone et qui a ses racines en arrière du bord septentrional du massif de l'Aar. On distingue dans cette série bathyale helvétique des calcaires marneux et des schistes à *Cancellophycus*, avec intercalations de calcaires à entroques et d'oolithes ferrugineuses, puis des schistes noirs calloviens et oxfordiens. On y retrouve certaines zones de la série type des environs de Digne, par exemple, à la Blattenheide, près Meiringen, d'après G. Sayn, la zone à *Oppelia fusca*, avec *Lytoceras tripartitum* et d'autres espèces caractéristiques.

Sur la série helvétique repose, comme on l'a vu précédemment, la série des nappes lépontines ou des Préalpes. La nappe inférieure, qui affleure sur les deux bords des Préalpes, renferme exclusivement des formations bathyales, dont les analogies lithologiques et paléontologiques avec la série de Digne sont tout à fait frappantes. Les *Phylloceras* et les *Lytoceras* y sont non moins abondants et les Bélemnites sont représentées par des espèces extrêmement variées, appartenant aux genres *Belemnopsis* et *Duvalia*.

Dans la nappe moyenne, par contre, ce faciès n'existe que dans les chaînons septentrionaux; vers le sud, il est remplacé graduellement par une formation très spéciale, néritique et peut-être même lagunaire, les *couches à Mytilus* [237], dont la position stratigraphique a fait l'objet de controverses, mais qui représente peut-être plusieurs étages de la série Oolithique inférieure. Elle repose tantôt sur le Lias, tantôt sur le Trias et supporte directement les calcaires du groupe Oolithique supérieur. Schardt y distingue les niveaux suivants :

1° Niveau à matériaux charriés, grès, brèches, marnes et argiles avec feuillets de charbon et débris végétaux (*Zamites Renevieri*), sans fossiles marins;

2° Niveau à fossiles triturés et à polypiers : alternances de bancs calcaires et de marnes, avec débris de *Modiola imbricata*, d'*Astarte rayensis*, d'*Hemicidaris alpina;*

3° Niveau à *Modiola imbricata* et *Hemicidaris alpina :* bancs minces de calcaires, alternant avec des lits schisteux et des feuillets charbonneux, souvent riches en individus des deux espèces caractéristiques;

4° Niveau à Myaires et à Brachiopodes : marno-calcaires gris, bitumineux, avec *Rhynchonella spathica, Orbignyana, Zeilleria obovata, Terebratula ventricosa, Alectryonia costata, Heligmus polytypus, Lima Schardti, cardiiformis, Mytilus laitmairensis, Cardium laitmairense, Gresslya truncata, Ceromya excentrica, Homomya valdensis, Pholadomya texta, Natica minchinhamptonensis.*

Les analogies des couches à *Mytilus* avec le Bathonien du Var sont incontestables; on a vu plus haut que des formations semblables existent également dans la zone du Briançonnais.

Dans la nappe supérieure, enfin, la partie moyenne de l'ensemble connu sous la dénomination de *brèche du Chablais* ou de *brèche de la Hornfluh* représente probablement tout ou partie du groupe Oolithique inférieur. C'est une masse puissante de schistes ardoisiers dépourvus de fossiles [52, 52 *ter*].

Ajoutons que, dans les lambeaux de recouvrement (*Klippen*) situés à l'est et au sud-ouest des Préalpes, on retrouve, comme pour le Lias, les faciès caractéristiques des diverses nappes [51 *bis*, 238]. Il en est de même dans le soubassement du Rhätikon.

Si, par la pensée, nous replaçons les nappes superposées dans leur position primitive, c'est-à-dire si nous supposons qu'elles se suivent du nord au sud, dans l'ordre dans lequel nous avons décrit leur faciès, nous constatons qu'il existait, au Bajocien et au Bathonien tout au moins, deux

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

géosynclinaux distincts, caractérisés par des formations bathyales, celui des Alpes Vaudoises, prolongement du géosynclinal dauphinois, en grande partie caché sous les nappes, et celui des nappes inférieures. Entre les deux se trouve, comme à l'époque du Lias, un géanticlinal, sur lequel se sont déposées les formations néritiques de la Lizerne et du bord septentrional du massif de l'Aar. Ces dernières sont en place. Au sud du géosynclinal méridional se trouvait un second géanticlinal, caractérisé par la présence des couches à *Mytilus*. Enfin, les schistes de la Brèche appartiennent sans doute à un troisième géosynclinal, celui des Schistes Lustrés, car cette formation, en grande partie liasique, correspond probablement, dans sa partie supérieure, au groupe Oolithique inférieur, voire à des termes plus élevés encore du système Jurassique. On sait, de plus, que les Schistes Lustrés admettent, sur le bord septentrional et occidental de leur domaine, des intercalations bréchoïdes.

Segment oriental du système alpin. — Comme nous l'avons fait pour le Lias, nous allons étudier successivement le groupe Oolithique dans les diverses zones de sédimentation des Alpes orientales, en nous efforçant de mettre en parallèle les faciès des racines et ceux des nappes correspondantes.

Bord septentrional des Alpes orientales. — Les termes inférieurs du système Jurassique n'affleurent plus dans les têtes de plis des nappes helvétiques, que l'on peut suivre, à l'est du Rhin, sur le bord septentrional des Alpes orientales. En revanche, la nappe des Préalpes a laissé, sur ce bord, des témoins, sous la forme de lambeaux pincés dans le Flysch nummulitique et crétacé. Les couches de Gresten liasiques y sont accompagnées de calcaires bajociens et bathoniens à Céphalopodes que ni leurs caractères lithologiques ni leur faune ne permettent de distinguer du Bajocien bathyal des Préalpes. C'est ainsi qu'à Waidhofen a. d. Ybbs, dans la Basse-Autriche, le Bathonien inférieur est représenté par des calcaires marneux, renfermant notamment *Phylloceras Kudernatschi, disputabile, mediterraneum, Oppelia fusca, Lissoceras psilodiscus, Sphæroceras Ymir, Cadomites rectelobatus, Cosmoceras contrarium, Perisphinctes procerus, ybbsensis, mosquensis* [239].

A Sankt Veit, tout près de Vienne, on a observé, dans des conditions de gisement analogues, la succession suivante [240] :

Bajocien. Calcaires marneux gris bleu, quelquefois sableux, en bancs réguliers, avec trois niveaux :

1° *Sonninia mesacantha, Witchellia deltafalcata, romanoides, Tessoniana, Hyperlioceras discites, Belemnites gingensis;*

2° *Phylloceras heterophylloides, Oppelia subradiata, Stepheoceras vindobonense, Bayleanum, tenuicostatum, Humphriesianum, subcoronatum, Blagdeni, Sphæroceras Brongniarti, Megateuthis gigantea, Posidonomya Buchi;*

3° *Phylloceras viator, Oppelia subradiata, Strigoceras Truellei, Cosmoceras subfurcatum, baculatum, Belemnopsis canaliculatus, Cancellophycus;*

Bathonien. Calcaires gris, très durs, avec *Phylloceras Kudernatschi, mediterraneum, Lytoceras tripartitum, Cadomites linguiferus, Morphoceras polymorphum, Posidonomya alpina, Collyrites ovalis.*

La distribution verticale des espèces, en particulier celle des *Phylloceras* et des *Lytoceras*, est exactement la même que dans le Bajocien et le Bathonien des environs de Digne.

Alpes de Lombardie. — Dans la zone des Alpes de Lombardie, qui fait suite au sud à la zone du Piémont ou des Schistes Lustrés, le Lias supporte en concordance des schistes rouges à nodules siliceux, qui ne renferment

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

guère d'autres fossiles que des *Aptychus*. Ils correspondent certainement à tout le groupe Oolithique inférieur et peut-être même au moyen. On peut les suivre vers l'est jusqu'au lac de Garde et jusqu'à l'Adige, puis, vers le nord-est, dans les chaînes situées entre ce fleuve et la faille de Giudicaria.

Les calcaires roses aaleniens du cap San Vigilio sont surmontés par des calcaires tout à fait semblables, qui ont fourni *Emileia polyschides* et qui appartiennent donc au Bajocien. Puis viennent des calcaires blancs, dont certains bancs sont de véritables lumachelles de *Posidonomya alpina* [54, 242].

Nappe de Bavière. — Des schistes siliceux à Radiolaires, superposés au Lias et souvent très puissants, constituent la formation prédominante dans la nappe de Bavière des Alpes calcaires septentrionales. On y observe quelquefois, à la base, des bancs de conglomérats. Des intercalations de calcaires ne sont pas rares; dans l'une d'elles, Suess et E. von Mojsisovics [56] ont découvert, au pied de l'Osterhorn, des Ammonites bajociennes (*Emileia polyschides*, *Stepheoceras subcoronatum*, *Oppelia subradiata*); ailleurs, des bancs de calcaires à silex renferment des Brachiopodes.

Nappe du Dachstein. — De même que les calcaires liasiques à Brachiopodes du Hierlatz, qui caractérisent la nappe du Dachstein, contrastent avec les formations bathyales du Lias qui sont localisées dans la nappe de Bavière, de même il existe, dans la nappe du Dachstein, des calcaires oolithiques inférieurs à Brachiopodes, qui font suite quelquefois aux calcaires du Lias, mais qui fréquemment s'appuient directement sur le Trias supérieur. Suivant les points, ils appartiennent à l'un ou à l'autre étage de la série [9,241].

Le gisement le plus connu de ces calcaires est la Klausalpe près Hallstatt. Des calcaires blancs y renferment en abondance *Posidonomya alpina;* des calcaires rouges à Crinoïdes sont pétris de Brachiopodes, appartenant, pour la plupart, à des espèces spéciales : *Rhynchonella Atla*, *orthoptycha*, *coarctata*, *defluxa*, *Terebratula curviconcha*, *Zeilleria Gefion*, *Fylgia*, *Gerda*, *Berchta*. Des Ammonites les accompagnent, ce sont les suivantes : *Phylloceras Kudernatschi*, *subobtusum*, *Lytoceras adeloides*, *Oppelia subradiata*, *Cadomites rectelobatus*, *Perisphinctes Martiusi*. L'âge bajocien supérieur de la faune ne fait pas de doute [1].

D'autres gisements, situés également dans les environs de Hallstatt, appartiennent au Callovien. Ainsi, dans le Brielthal, près Gosau, des calcaires rouge brun, qui reposent directement sur les calcaires du Dachstein, ont fourni à Neumayr [242] les espèces suivantes, associées à des *Perisphinctes* et à quelques Brachiopodes : *Phylloceras Kudernatschi*, *Hommairei*, *Zignodianum*, *Oppelia mamertensis*, *Macrocephalites macrocephalus*, *Reineckeia anceps*.

Aux environs de Vils, dans le Tyrol méridional, Rothpletz [55] a reconnu l'existence de deux niveaux de calcaires à Brachiopodes, l'un probablement bajocien, car il renferme des espèces caractéristiques des couches de Klaus (*Posidonomya alpina*, *Terebratula curviconcha*); l'autre certainement callovien, car on y trouve des Brachiopodes et des Ammonites, qui ailleurs appartiennent à cet étage : *Rhynchonella vilsensis*, *Aulacothyris pala*, *Antiptychina vilsensis*, *bifrons*, *Terebratula algoviana*, *antiplecta*, *Perisphinctes curvicosta*, *Oppelia subcostaria*, *Hecticoceras hecticum*.

Tyrol méridional et Vénétie. — Nous avons déjà rapproché les faciès du Trias et du Lias de la nappe du Dachstein de ceux du Tyrol méridional. On constate les mêmes ressemblances dans les dépôts oolithiques moyens des deux régions.

Le Bajocien est représenté assez généralement par des calcaires blancs ou rouges à *Posidonomya alpina*, identiques aux couches de Klaus. A la Madonna del Monte, près

1. La dénomination de *couches de Klaus* a été souvent attribuée à des dépôts bajociens ou bathoniens quelconques des régions alpines et méditerranéennes, mais elle ne peut convenir qu'à des calcaires à Brachiopodes.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Roveredo, on y trouve notamment *Phylloceras subobtusum, disputabile, Lytoceras tripartitum, Cadomites rectelobatus, Terebratula curviconcha, Zeilleria Geflon, Gerda, Rhynchonella Atla, coarctata, defluxa*, espèces qui presque toutes comptent parmi les plus caractéristiques de la Klausalpe [54].

Dans les Sette Comuni, les mêmes couches, envisagées ici à tort comme du Callovien [243], renferment en outre plusieurs espèces de l'Oolithe ferrugineuse de Bayeux, telles que *Pœcilomorphus cycloides, Cadomoceras cadomense, Strigoceras Truellei, Parkinsonia Caumonti.*

Il convient de rapporter au BATHONIEN, d'après G. dal Piaz, les calcaires oolithiques du Monte Zovo, dans le Trentin, dont la faune comprend exclusivement des Gastéropodes, des Lamellibranches et des Zoanthaires du bassin Anglo-Parisien.

A l'est du lac de Garde, une autre faunule, composée exclusivement de petites espèces d'Ammonites (*Phylloceras, Lytoceras*), de Gastéropodes (*Cerithium, Cerithella, Nerinea, Trochus, Pleurotomaria*) et de quelques Lamellibranches, représenterait, d'après Parona [244], le Callovien.

Dans les environs de Feltre, au sud de la région des Dolomies, le groupe Oolithique inférieur affecte un faciès de mer plus profonde. D'après Dal Piaz [57], toute la série est parfaitement continue, elle est constituée par des calcaires blancs, parfois rougeâtres, compacts, avec nodules de silex à la partie supérieure. Les zones à *Emileia Sauzei* et à *Witchellia Romani* sont particulièrement riches en Céphalopodes ; elles renferment, à côté de la plupart des Ammonites caractéristiques des faunes néritiques, des *Phylloceras* et des *Lytoceras* extrêmement nombreux. Le Callovien n'a fourni jusqu'ici que des Radiolaires, tandis que dans l'Oxfordien la faune comprend presque exclusivement des Bélemnites, des *Aptychus* et des mâchoires de Nautiles. Il est probable que l'on se trouve ici en présence de la partie la plus profonde du géosynclinal.

Karpates. — Les zones isopiques des Alpes orientales se retrouvent, comme on sait, dans les nappes qu'Uhlig a pu distinguer dans les Karpates [XXXVI, 54].

Dans les nappes inférieures (Beskides), le groupe Oolithique inférieur comprend des schistes jaunâtres à *Posidonomya alpina* et *Perisphinctes*, des calcaires siliceux à Spongiaires et des calcaires marneux, noduleux à Céphalopodes. Ces derniers renferment à Czetechowitz, en Moravie, une faune oxfordienne étudiée par Neumayr [9], remarquable par la coexistence de *Cardioceras cordatum* et de nombreux *Phylloceras* (*Ph. euphyllum, Manfredi, Zignodianum, tortisulcatum*), associés à d'autres espèces caractéristiques de l'Oxfordien supérieur (*Creniceras Renggeri, Peltoceras arduennense, Aspidoceras perarmatum, Perisphinctes plicatilis*).

Dans les klippes piennines [9] apparaissent diverses formations qui rappellent davantage, par leurs faciès, celles des Alpes orientales. Des calcaires à Crinoïdes rouges, avec *Terebratula curviconcha, Oppelia fusca, Lissoceras psilodiscus, Cadomites Deslongchampsi, Sphæroceras Ymir* correspondent au Bathonien. Le Callovien est représenté, dans la klippe de Babierzówka, près Neumarkt, par des calcaires rouges, dont la faune comprend, outre quelques Ammonites (*Phylloceras* pl. sp., *Lytoceras adeloides, Hecticoceras punctatum, lunula, Perisphinctes curvicosta, Reineckeia Greppini*), de nombreux Gastéropodes, des Lamellibranches, des Brachiopodes. Uhlig [245] a montré que plusieurs espèces, appartenant notamment aux genres *Amberleya, Discohelix, Neritopsis, Pleurotomaria, Rimula, Lima, Arca, Astarte, Glossothyris*, peuvent être envisagées comme des descendants directs d'espèces des couches du Hierlatz liasiques, ce qui s'explique par la grande similitude de faciès des deux formations.

Dans les nappes plus élevées, tatrique et haute-tatrique, le groupe Oolithique inférieur est généralement constitué par des marnes tachetées ou par des calcaires à silex. Les fossiles sont très localisés. Uhlig a signalé, à Suchy wierch, des calcaires rouges bathoniens, avec *Phylloceras Kudernatschi, Lissoceras psilodiscus, Sphæroceras Ymir*, et, en divers points, des calcaires à Crinoïdes, avec *Antiptychina vilsensis*, semblables aux couches de Vils.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Dans les Karpates orientales, les faciès sont bien différents. Les terrains oolithiques inférieurs sont transgressifs et reposent, en Valachie, en discordance angulaire sur les terrains cristallophylliens. La série débute soit par le Bajocien, soit par le Callovien.

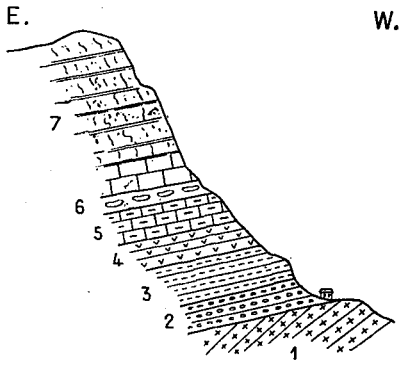


Fig. 319. — Coupe relevée à la Vama Strunga, Karpates roumaines (d'après V. Popovici-Hatzeg).

1, schistes cristallins; 2-4 Bajocien et (?) base du Bathonien; 2, conglomérats quartzeux à cordons charbonneux; 3, grès à concrétions ferrugineuses avec nombreux Bivalves; 4, grès calcaires à Brachiopodes; 5, calcaire ferrugineux à Céphalopodes (Bathonien supérieur); 6, calcaire gris verdâtre à silex (Tithonique inférieur); 7, calcaires blancs en bancs épais (Tithonique supérieur).

Il est probable qu'il y a là un vieux noyau hercynien qui se trouve englobé dans les plissements alpins.

Au mont Strunga (fig. 319), la série débute par un conglomérat de base, recouvert de grès à Lamellibranches et de grès calcaires à Brachiopodes, représentant le Bajocien, dont ils renferment diverses espèces caractéristiques. Au-dessus vient un calcaire à nodules ferrugineux à Céphalopodes, qui n'atteint que 1 m d'épaisseur [246]. Sa faune extrêmement riche a fait l'objet d'un beau mémoire de Popovici-Hatzeg [246 *bis*]. Elle comprend notamment de nombreux *Phylloceras*, *Lytoceras adeloides*, *Oppelia fusca*, *Hecticoceras Haugi*, *retrocostatum*, *Lissoceras psilodiscus*, *Cadomites rectelobatus*, *linguiferus*, *Sphæroceras Ymir*, *Perisphinctes procerus*, *aurigerus*, *curviconta*. C'est un des meilleurs types connus du Bathonien supérieur. Dans la partie supérieure de la couche, on rencontre en outre quelques espèces calloviennes, telles que *Macrocephalites macrocephalus*, *Belemnopsis calloviensis*.

A Valea Lupului, près Rucăr, le Callovien repose directement sur les schistes cristallins (fig. 320). J. Simionescu [247] y a trouvé plusieurs *Phylloceras*, *Hecticoceras punctatum*, *lunula*, *carpathicum*, *Reineckeia anceps*, *Perisphinctes Choffati*, des Lamellibranches, des Brachiopodes (*Rhynchonella Atla*, *Pygope Bouéi*, *Terebratula Gerda*) et des Échinodermes.

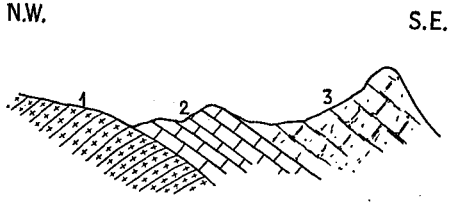


Fig. 320. — Coupe prise dans le haut de la Valea Lupului, près Rucăr, Karpates roumaines (d'après V. Popovici-Hatzeg).

1, schistes cristallins; 2, calcaire rouge à *Sowerbyceras tortisulcatum* (Callovien); 3, calcaire blanc tithonique.

La transgressivité de divers termes du groupe Oolithique inférieur a été observée également en Transylvanie; dans le Banat, où, à Swinitza, une faune bathonienne, identique à celle de Strunga, a été décrite depuis longtemps par Kudernatsch [248]; enfin, sur la rive droite du Danube, dans plusieurs localités de la Serbie.

La faible épaisseur des calcaires à concrétions ferrugineuses — hydroxyde au mont Strunga, sesquioxyde anhydre à Swinitza — est à rapprocher de celle que présentent les oolithes de Balin et l'oolithe ferrugineuse de Bayeux. Les conditions de dépôt paraissent avoir été les mêmes dans les trois cas, mais, tandis que dans les Karpates les *Phylloceras* constituent l'élément prépondérant de la faune, ils sont extrêmement rares dans les localités septentrionales. Il semble que les coquilles des Ammonites ont subi un

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

flottage et qu'elles se sont accumulées dans un dépôt effectué à une très faible profondeur, en se mélangeant à des Gastéropodes, à des Lamellibranches et à des Brachiopodes néritiques, qui ont vécu en place.

Alpes Dinariques. — Dans le rameau oriental des Dinarides, le groupe Oolithique inférieur est encore fort mal connu. Dans le Nord des Alpes Dinariques, une grande lacune semble exister entre le Lias et les étages supérieurs du Jurassique, quelquefois même, comme en Dalmatie, entre le Trias et le Crétacé. En Bosnie, toutefois, on attribue à la partie moyenne du système Jurassique des schistes très puissants, analogues aux Schistes Lustrés des Alpes, qui renferment ici aussi de grandes masses de roches serpentineuses. Plus au sud, dans les îles Ioniennes et dans la Grèce occidentale, les calcaires toarciens et aaleniens sont surmontés en concordance par une puissante série de dalles calcaires, qui jusqu'ici n'a fourni qu'un *Perisphinctes* indéterminable et des *Aptychus* [160].

Balkans. — Grâce aux efforts de Zlatarski [60 *bis*], le Bajocien, le Bathonien et l'Oxfordien sont connus aujourd'hui dans la partie balkanique de la Bulgarie. Les Brachiopodes, les Lamellibranches et les Céphalopodes les plus caractéristiques de ces trois étages se trouvent dans des schistes marneux et gréseux, surmontés de calcaires à silex.

Rameau méridional du système alpin. — Nous allons maintenant suivre les zones de plissement du système alpin dans les régions qui entourent la Méditerranée occidentale, comme nous l'avons fait pour le Lias. Nous commencerons par l'Apennin, que nous savons déjà être la continuation des Alpes calcaires méridionales.

Apennin et Sicile. — Autant le Lias de l'Apennin est remarquable par sa richesse en restes organiques, autant la série Oolithique inférieure est peu fossilifère. Son existence résulte de la concordance d'une masse puissante de calcaires gris avec l'Aalenien sous-jacent et avec des schistes à *Aptychus*, d'âge probablement oolithique moyen. On a cité, dans ces calcaires, une *Reineckeia* et un *Perisphinctes*, qui proviennent de couches évidemment calloviennes.

En Sicile, les recherches infatigables de G. G. Gemmellaro [59] ont fait connaître, par contre, plusieurs gîtes fossilifères appartenant au groupe qui nous occupe.

Des calcaires à *Posidonomya alpina* ont fourni en divers points, outre les Brachiopodes caractéristiques des couches de Klaus, des Ammonites qui indiquent la présence de la zone supérieure du Bajocien (*Cadomites Daubenyi, Parkinsonia ferruginea*) et celle de la zone inférieure du Bathonien (*Oppelia fusca*). Gemmellaro décrit aussi plusieurs espèces nouvelles et de nombreux *Phylloceras* (*Ph. Lardyi, subobtusum, Kudernatschi, isomorphum, disputabile, mediterraneum*), qui occupent le même niveau que dans les Alpes.

En outre, une faune callovienne inférieure a été recueillie dans les calcaires ocreux de la Rocca chi parra, près Catalafimi. Elle comprend plusieurs *Phylloceras* (*Ph. Kunthi, euphyllum, mediterraneum*), des *Lytoceras*, *Sphæroceras microstoma, bullatum; Macrocephalites macrocephalus*, des *Perisphinctes*.

Atlas. — Le groupe Oolithique inférieur manque souvent dans l'Afrique du Nord, par exemple dans la Tunisie septentrionale, où l'Argovien s'appuie directement sur les calcaires du Lias. Il en est de même dans une partie de la province de Constantine et dans le massif de l'Ouarsenis. Par contre, on signale, aux environs de Batna, des calcaires bajociens à *Stepheoceras Humphriesianum* et grandes Bélemnites, des schistes calloviens à *Reineckeia anceps* et *Hecticoceras lunula*; puis, aux environs de Saïda, des dolo-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

mies avec Rhynchonelles, qui s'intercalent entre le Lias et l'Argovien.

Sur le littoral de la province d'Oran, il semble y avoir continuité de sédimentation depuis le Lias jusqu'aux étages supérieurs du Jurassique. Le groupe Oolithique inférieur est représenté, d'après L. Gentil [59 *bis*], aussi bien dans le sahel d'Oran que dans le massif des Traras, par des schistes à *Posidonomya alpina*. Dans les Beni Snassen (Maroc occidental), le même géologue a observé, à la base de ces schistes, des calcaires marneux bajociens, renfermant *Cosmoceras Garantianum*, *Stepheoceras plicatissimum*, *Cadomites Daubenyi*, *Lytoceras adeloides*, *Pygope pteroconcha*, *Rhynchonella defluxa* [59 *ter*].

Un peu plus au sud, par contre, le CALLOVIEN est transgressif sur les schistes primaires et sur le Lias et il est constitué par un calcaire noir, compact, très fossilifère autour de Lalla Marnia, où il renferme *Phylloceras Hommairei*, *Zignodianum*, *Lytoceras Adelæ*, des *Hecticoceras*, des *Reineckeia*, des *Perisphincles* et *Macrocephalites macrocephalus* [249]. Une faune appartenant au même horizon a été trouvée à Saïda dans des marnes schisteuses à empreintes mécaniques, où abonde *Posidonomya alpina*.

Dans le sud de l'Atlas, ce sont, au contraire, les termes inférieurs de la série qui apparaissent. Près de Figuig, le BAJOCIEN est constitué, d'après les observations du général Jourdy, par des oolithes, avec Lamellibranches (*Trigonia striata*, *Lima*, *Lopha*), Brachiopodes (*Zeilleria ornithocephala*), Zoanthaires (*Isastræa*), qui reposent sur le Lias supérieur; le BATHONIEN, également par des oolithes, avec *Nerinea*, *Lopha*, Brachiopodes (*Rhynchonella obsoleta*, *elegantula*, *Terebratula*), Échinides (*Acrosalenia*), Zoanthaires (*Thamnastræa*).

C'est la réapparition, au sud de la zone des plissements, des faciès néritiques des régions hercyniennes de l'Europe occidentale.

Andalousie et Baléares. — Continuant à suivre la zone des plissements alpins, nous retrouvons en Andalousie les faciès caractéristiques des Dinarides.

Des calcaires en dalles très peu fossilifères, qui cependant ont fourni à Las Hoyas un *Stepheoceras* bajocien et *Posidonomya alpina*, font suite en concordance à l'Aalenien. A El Chorro, entre Bobadilla et Malaga, Bertrand et Kilian ont recueilli, dans des calcaires jaunâtres, *Heligmus polytypus*, *Terebratula circumdata*, *Rhynchonella varians*, fossiles bathoniens, dont la présence indique un épisode néritique [XXII, 9]. D'ailleurs, le Callovien et l'Oxfordien ne sont pas connus dans la région et il est probable qu'ils ne s'y sont pas déposés. Plus à l'est et notamment dans la province d'Alicante, la lacune est plus considérable encore et correspond à toute la série Oolithique inférieure et moyenne.

Aux Baléares, toutefois, le groupe Oolithique inférieur reparaît. Nolan signale à Majorque, au-dessus de l'Aalenien à *Harpoceras concavum*, des calcaires, qui renferment *Emileia polyschides* et *Stepheoceras Bayleanum* et, plus haut, *Cosmoceras Garantianum*. Le Bathonien est plus douteux. L'existence du Callovien résulte de la découverte de *Sphæroceras bullatum*. Hermite a trouvé à Lofre, associé à des *Perisphincles*, *Hecticoceras delemontanum*, qui indique la présence de l'Oxfordien.

Sardaigne. — Avant de passer aux régions d'allures tabulaires qui forment au sud l'avant-pays de l'Atlas, nous devons dire quelques mots du groupe Oolithique inférieur de la Sardaigne, qui affecte également des allures tabulaires, contrastant avec les plissements qu'ont subis ses dépôts sur tout le pourtour de la Méditerranée occidentale.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

D'après K. Deninger, auquel nous devons un excellent aperçu des formations mésozoïques de la Sardaigne [250], le Lias manquerait dans toute l'île et la série jurassique débuterait dans la Nurra par des conglomérats et des grès à Végétaux (*Ptilophyllum*, *Otozamites*, *Coniopteris*), transgressifs sur les terrains primaires. Comme ces couches supportent en concordance le Bathonien, Tornquist en fait du Bajocien.

Le Bathonien est constitué, aussi bien dans la Nurra que dans le Centre, par une série néritique, dont les analogies avec les couches à *Mytilus* des Alpes Suisses ont frappé plusieurs auteurs. On y distingue des calcaires à *Ostrea acuminata*, à *Pentacrinus*, à Nérinées, Lamellibranches (*Mytilus laitmairensis*, *Hinnites abjectus*) et Brachiopodes (*Rhynchonella concinna*), des marno-calcaires gris à *Pteroperna costulata*, *Lovisatoi*, des calcaires gris à *Pholadomya Murchisoni*, *Ceromya excentrica*, *Homomya Vezelayi*, etc.

Des calcaires sableux représentent peut-être le Callovien.

Plateau désertique. — Suess désigne du nom de *Grand Plateau désertique* (Grosse Wüstentafel) la partie du continent Africain où les terrains secondaires affectent des allures tabulaires et il y adjoint avec raison l'Arabie et les régions adjacentes au nord, jusqu'au bord méridional des plissements alpins, c'est-à-dire la Palestine et la Syrie. Depuis la fin de l'époque Carbonifère cette aire continentale était exondée. Ce n'est en général qu'au milieu de l'époque Crétacée qu'elle a été à nouveau envahie par les eaux. Cependant, dans le Nord, plusieurs parties de sa périphérie ont été atteintes par une transgression, qui s'est manifestée dès le début de la période Oolithique inférieure, laissant des dépôts, presque toujours néritiques, dans l'extrême Sud Tunisien, en Abyssinie et en Syrie. Ces régions sont encore restées sous les eaux au cours de la période Oolithique moyenne, dont on trouve également des dépôts dans le Sud-Ouest de l'Arabie.

Sud Tunisien. — Le Jurassique de l'extrême Sud Tunisien a été découvert par Aubert et étudié ensuite d'une manière plus précise par Pervinquière et par le lieutenant Henri Jourdy [251, 252]. Il repose sur des gypses et des grès d'âge vraisemblablement triasique et forme, au sud de Tatahouine, une falaise qui s'étend de Bir Zeguellem à El Mekmen. Les couches en sont légèrement inclinées vers l'ouest et vers le sud-ouest et supportent les dépôts du Crétacé moyen. On y observe une série parfaitement continue, allant du Bathonien au Kimeridgien, et constituée principalement par des bancs calcaires ou dolomitiques, séparés par une roche parfois presque entièrement formée de grains de gypse, auxquels s'associent ailleurs des grains de sable et de fines particules calcaires.

Les fossiles bathoniens proviennent tous des couches inférieures, ce sont, entre autres : *Rhynchonella Morierei*, *lotharingica*, *elegantula*, *Zeilleria obovata*, *Lima cardiiformis*, *Trigonia pullus*, *Monodonta Labadyei*. Une Ammonite, voisine de *Pachyceras coronatum*, semble indiquer la présence du Callovien; *Rhynchonella nobilis*, espèce de l'Inde, celle de l'Oxfordien. D'autres fossiles, provenant des couches les plus élevées, appartiennent au Kimeridgien : *Pseudocidaris Gaulhieri*, *Acropeltis æquituberculatus*, *Pygurus Meslei*, *Perreti*, *Terebratula subsella*, *Exogyra bruntrutana*, *Isocardia striata*, *Pholadomya decemcostata*. Un banc est caractérisé par l'abondance d'un Stromatoporidé du genre *Milleporidium*. Enfin, *Monodiadema Cotteaui* et d'autres espèces se rencontrent de la base jusqu'au sommet de la série. La sédimentation paraît donc s'être continuée sans interruption et dans les mêmes conditions depuis le Batho-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

nien jusqu'au sommet de la série Oolithique inférieure, le faciès restant sensiblement le même.

Abyssinie. — Des faits analogues ont été observés en Abyssinie [73, 253]. Dans le Choa, la série Jurassique, en couches à peu près horizontales, débute par le Bajocien, qui repose sur des grès, des marnes et des gypses d'origine continentale et probablement triasiques et qui est constitué par une masse puissante de calcaires marneux, avec *Exogyra imbricata*, *Pleuronectites Aubryi*, *Rhynchonella major*.

Au-dessus viennent des calcaires bathoniens, dont la faune n'est pas sans analogies avec celle des couches inférieures du Sud tunisien. On y trouve notamment *Rhynchonella Morierei*, *lotharingica*, *Modiola aspera*, *Trigonia pullus*.

Le Bathonien est relié, comme en Tunisie, par une série continue de dépôts, au Kimeridgien fossilifère, dont il sera question plus tard, mais aucune découverte paléontologique n'est venue jusqu'ici démontrer d'une manière certaine l'existence des étages intermédiaires.

Des dépôts oolithiques inférieurs existent également à l'est et au sud de ceux du Choa, en particulier à Bihendoula, dans le pays des Somalis, où des calcaires, probablement bathoniens, ont fourni *Rhynchonella Edwardsi*, *subtetraedra*, *Parallelodon Egertonianum* et *Belemnopsis subhastatus*.

Syrie. — L'Oxfordien affleure au pied de l'Hermon, à Medjel-ech-Chems, au-dessous de couches appartenant au groupe Oolithique moyen, mais son substratum n'est malheureusement pas connu. On y trouve des espèces appartenant à chacune des deux zones de l'étage, telles que *Creniceras Renggeri* et *Perisphinctes curvicosta*, de la zone inférieure, *Hecticoceras rauracum*, *delmontanum*, *Aspidoceras perarmatum*, de la zone supérieure, mais leur départ ne paraît pas avoir été fait sur le terrain. Nœtling [254] décrit en outre un certain nombre de formes nouvelles, appartenant aux genres *Phylloceras*, *Hecticoceras*, *Neumayria*, *Perisphinctes*, *Peltoceras*. Les genres *Quenstedticeras* et *Cardioceras* font entièrement défaut. Les Bélemnites sont représentées par *Belemnopsis hastatus;* les Lamellibranches (*Nucula*, *Leda*, *Astarte*) et les Brachiopodes sont peu nombreux.

Russie méridionale et Asie. — L'Oxfordien de Syrie nous a ramenés aux pays qui entourent la Méditerranée orientale. Nous avions suivi les dépôts oolithiques inférieurs jusque dans les Karpates et dans les Alpes Dinariques. Comme on n'en connaît avec certitude ni dans les Balkans, ni en Grèce, ni en Asie Mineure, nous n'avons plus à nous occuper, avant de quitter l'Europe, que de la Russie méridionale, car il a déjà été question plus haut des dépôts oolithiques inférieurs qui recouvrent la plate-forme Russe.

Donetz. — Dans le bassin du Donetz [60], le Lias supérieur transgressif est recouvert en concordance par les zones supérieures du Bajocien. Cet étage débute, en effet, par un conglomérat, qui a fourni plusieurs espèces de *Witchellia* nouvelles, voisines toutefois de *W. Romani* et de *W. complanata*. Au-dessus viennent des argiles à concrétions ferrugineuses, qui renferment *Cosmoceras subfurcatum*, *Garantianum*, *dubium*, *Parkinsonia doneziana* et des *Megateuthis*. La présence du Bathonien est douteuse. Le Callovien est constitué par des argiles avec empreintes végétales, recouvertes par des grès à *Pachyceras coronatum*. L'Oxfordien est calcaire, ses couches inférieures sont caractérisées par *Quenstedticeras Lamberti*, *Mariæ*, *verlumnum*, *carinatum*, tandis que *Peltoceras arduennense* et *Aspidoceras faustum* indiqueraient l'existence de la zone supérieure. La série jurassique du Donetz se termine par

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

des oolithes argoviennes avec *Perisphinctes Healeyi* et des *Cylindroteuthis*. Les influences boréales n'ont donc pas cessé de s'y faire sentir.

Pays transcaspiens. — De l'autre côté de la Caspienne, on retrouve, dans la presqu'île de Manghychlak et dans le Touar-Kyr, le prolongement des plissements du Donetz. Les groupes Oolithiques inférieur et moyen y sont représentés, à l'exclusion des autres subdivisions du Jurassique [61].

Sur les grès paléozoïques du Karatau reposent en discordance, d'après Androussow, des grès bariolés à plantes, avec bancs de conglomérats et de lignites. Au-dessus viennent des argiles et des grès avec lignites, qui renferment quelques fossiles marins : *Parkinsonia Parkinsoni*, *Ostrea acuminata*, *Camptonectes lens* et d'autres Lamellibranches, et représentent le BATHONIEN.

Le CALLOVIEN se trouve soit à l'état de grès gris et rouges, soit à l'état de calcaires. Il renferme, dans les deux cas, de très nombreux Lamellibranches (*Liogryphæa dilatata*, *Modiola gibbosa*, *Pholadomya Murchisoni*) et plus rarement des Ammonites (*Macrocephalites*, *Kepplerites*, *Cosmoceras*, *Reineckeia*, *Perisphinctes*).

A l'OXFORDIEN appartient un banc de calcaire bleu, qui, au Touar-Kyr, est riche en Ammonites (*Quenstedticeras Lamberti*, *Mariæ*, *Cosmoceras ornatum*, *Peltoceras athleta*) et en Lamellibranches. Il supporte des marnes à Spongiaires, par lesquelles débute la série Oolithique moyenne.

L'existence du Callovien en Bokharie résulte de la découverte, à Khatak, d'un *Perisphinctes* (*P. bucharicus*), voisin, d'après Nikitin [255], d'espèces du Callovien de Russie et de Lamellibranches, dans des couches à nodules phosphatés.

Crimée. — Dans la série encore assez mal connue du Jurassique de Crimée, on n'a pas encore signalé de fossiles appartenant au Bajocien et au Bathonien, mais ces étages sont probablement représentés par des schistes sans fossiles, qui séparent le Lias de schistes incontestablement calloviens. Près de Balaclava, ceux-ci ont fourni à Strémooukhoff [256] *Lytoceras Adelæ*, *Phylloceras subobtusum*, *Zignodianum*, *euphyllum*, plusieurs *Perisphinctes*, *Macrocephalites macrocephalus*, *Posidonomya alpina*. C'est probablement au même niveau qu'appartient *Phylloceras Hommairei*, dont le type, figuré par Alcide d'Orbigny, provient de Kobsel, où il a été recueilli par Hommaire de Hell.

C. de Vogdt [257] a observé à Soudak, entre Yalta et Theodosia, au-dessus des schistes, des calcaires, qui renferment, à la base, des Ammonites du Callovien supérieur (*Hecticoceras hecticum*, *Laubei*, *lunula*, *Perisphinctes subtilis*, nombreux *Phylloceras*), tandis que leur partie supérieure appartient à l'Oxfordien (*Sowerbyceras tortisulcatum*, *Cosmoceras ornatum*, *Peltoceras annulare*). Ils contiennent en outre, dans les deux niveaux, des Lamellibranches (*Modiola*, *Lima*, *Goniomya*,) et des Brachiopodes (*Rhynchonella varians*, *Terebratula sphæroidalis*, *Zeilleria obovata*, *Aulacothyris pala*).

On remarquera, ici encore, l'abondance insolite des *Phylloceras* dans une formation néritique.

Caucase. — Contrairement à ce qui a lieu pour le Lias, le groupe Oolithique inférieur est représenté, sur les deux versants du Caucase, par des formations exclusivement marines [62].

Le BAJOCIEN et le BATHONIEN sont constitués, dans l'ouest et le centre de la chaîne, par des dépôts néritiques marneux et calcaires, dans lesquels la succession des faunes n'a pas encore été déterminée d'une manière satisfaisante. Les Ammonites paraissent beaucoup moins fréquentes que les Lamellibranches; on cite, entre autres, *Stephanoceras Bayleanum*, *Cadomites rectelobatus*. Les *Phylloceras* ne font pas non plus défaut.

Au Daghestan, par contre, les deux étages sont représentés par une puissante série de schistes noirs avec géodes, dans lesquels Carl Renz [63] a pu distinguer, au-dessus

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

de l'Aalenien, la plupart des zones bajociennes et bathoniennes de l'Europe occidentale avec leurs espèces caractéristiques. Ici les Lamellibranches sont rares, si l'on excepte *Posidonomya alpina*, et les genres *Phylloceras* et *Lytoceras* sont représentés par un grand nombre d'espèces.

Le Callovien est, dans une grande partie de la chaîne, à l'état d'oolithes ferrugineuses ou de calcaires marneux, dont la faune est extrêmement riche [62]. Les Ammonites forment maintenant l'élément prédominant dans la faune. Elles offrent un curieux mélange de formes septentrionales, telles que *Cardioceras Chamousseti*, *Cadoceras sublæve*, *Proplanulites Kœnigi*, et de formes méridionales, telles que des *Phylloceras* assez nombreux, *Lytoceras adeloides*, *Reineckeia anceps*, qui manquent totalement en Russie. A ces éléments viennent s'ajouter des types indifférents, tels que les *Hecticoceras*, *Pachyceras coronatum*, les *Macrocephalites*, les *Kepplerites*, les *Perisphinctes*. Les Lamellibranches sont rares; par contre, les Brachiopodes sont assez abondants, et Uhlig insiste sur la présence d'espèces alpines, telles que *Aulacothyris pala* et *Antiptychina bivallata*. Le caractère néritique de cette faune est certainement beaucoup moins accusé que celui des faunes précédentes.

Au Daghestan, le Callovien est, lui aussi, à l'état de schistes noirs à géodes. L'abondance des *Phylloceras* souligne, ici encore, le caractère bathyal des dépôts.

L'Oxfordien est représenté, sur les deux versants, par des calcaires et des marnes à *Sowerbyceras tortisulcatum*, *Belemnopsis hastatus*, *Perna mytiloides*. Au Daghestan les schistes à géodes ont fait place à des grès peu fossilifères.

Perse, Béloutchistan. — Encore très problématique en Asie Mineure, la série Oolithique inférieure est très mal connue en Perse, où cependant le Callovien a été signalé par divers auteurs aux environs du lac d'Ourmiah. Il s'y présente sous la forme de schistes noirs très peu épais, renfermant des *Hecticoceras*, des *Reineckeia*, des *Perisphinctes*, à tel point méconnaissables par l'écrasement qu'ils ont subi que Weithofer les avait assimilés à des espèces de l'Éocrétacé.

Le Callovien est également le seul terme connu au Béloutchistan. A Mazár Drik, dans les collines de Mari, un calcaire massif a fourni un certain nombre d'espèces de Céphalopodes, dont plusieurs, notamment *Sphæroceras bullatum*, *Macrocephalites macrocephalus*, *Perisphinctes Recuperoi*, ont pu être identifiées par Fr. Nœtling [258] avec des formes d'Europe, tandis que presque tous les autres sont des formes décrites antérieurement de l'Inde. 6 espèces de *Macrocephalites* sont dans ce cas.

Inde. — Dans les parties de l'Himalaya où sa présence a pu être établie sur des documents paléontologiques, le groupe Oolithique inférieur ne possède qu'une faible épaisseur. Dans la coupe de Shalshal, on peut lui attribuer des calcaires marneux à Rhynchonelles, qui font suite au Lias, puis une couche de calcaires à oolithes ferrugineuses, qui atteint à peine 2 m d'épaisseur et qui renferme de nombreuses Bélemnites (*Dicœlites sulcacutus*), avec quelques Ammonites voisines de formes du Callovien d'Europe (*Kepplerites*, *Macrocephalites*, *Pachyceras*, *Perisphinctes*). Au-dessus viennent les argiles de Spiti, dont il sera question plus loin. Leur partie inférieure est souvent attribuée au Callovien.

La Salt Range était recouverte pendant une grande partie de la période Jurassique par une mer très peu profonde, qui a laissé des dépôts concordants avec le Trias, encore très mal connus, mais certainement peu fossilifères. L'existence du Bajocien ou du Bathonien résulte de quelques Lamellibranches (*Trigonia*) et de Gastéropodes (*Cerithium*, *Nerinea*), recueillis par Koken.

A l'est de l'embouchure de l'Indus se trouve la presqu'île de Katch, célèbre par la présence d'une série de couches jurassiques, appartenant aux trois groupes Oolithiques, où se retrouvent, avec leurs espèces caractéris-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

tiques, les zones paléontologiques d'Europe. C'est là que Waagen [64] appliqua pour la première fois, en dehors de l'Europe, l'échelle des zones d'Ammonites établie par Oppel dans le Jurassique de la Souabe.

Les dépôts marins ne commencent qu'avec le Bathonien, représenté par les *couches de Patcham*, qui reposent sur des couches à plantes. Ce sont des grès et des calcaires jaunâtres, avec *Rhynchonella concinna*, *Trigonia interlævigata*, *Astarte compressa*, *Corbula pectinata*, et des calcaires marneux, avec *Oppelia serrigera*, *Perisphinctes* et quelques *Macrocephalites*. Ces derniers se retrouvent dans les couches suivantes, connues sous la dénomination de *groupe de Chari*, qui correspondent au Callovien et à l'Oxfordien. On y a constaté l'existence des zones suivantes :

1° Zone à *Macrocephalites macrocephalus* (*Golden Oolite*), avec *Phylloceras disputabile*, *Lytoceras adeloides*, *Oppelia subcostaria*, *Hecticoceras hecticum*, *Macrocephalites* (nombreuses espèces), *Perisphinctes spirorbis*, *balinensis*, *Recuperoi;*

2° Zone à *Reineckeia anceps* (argiles avec nodules ferrugineux), avec *Phylloceras*, *Oppelia*, *Hecticoceras punctatum*, *lunula*, nombreux *Perisphinctes;*

3° Zone à *Peltoceras athleta* (calcaires blancs), avec *Phylloceras*, *Oppelia*, *Strigoceras pustulatum*, *Hecticoceras*, *Aspidoceras*, *Perisphinctes;*

4° Zone à *Aspidoceras perarmatum* (*Dhosa Oolite*), avec *Phylloceras lodaiense*, *Hecticoceras rauracum*, *Peltoceras arduennense*, *Aspidoceras*, *Macrocephalites* et *Perisphinctes* nombreux.

Le trait le plus remarquable qui caractérise ces faunes successives, c'est l'absence totale des genres *Cardioceras*, *Cadoceras* et *Proplanulites* dans la zone inférieure du Callovien, celle des genres *Quenstedticeras* et *Cardioceras* dans les deux zones oxfordiennes. Tout rapprochement avec les termes correspondants de l'Europe septentrionale est, de ce fait, complètement exclu. Par contre, la présence de Bélemnites du genre *Belemnopsis* et de *Phylloceras* à tous les niveaux est un caractère méditerranéen. Le petit nombre des espèces de ce genre et la rareté des individus, pour la plupart d'entre elles, indiquent toutefois d'assez faibles profondeurs, ce qui cadre bien avec la nature des sédiments et avec le reste de la faune. Les Lamellibranches et les Brachiopodes sont, en effet, assez fréquents à tous les niveaux.

Archipel Malais et Nouvelle-Zélande. — Les travaux récents ont fait connaître quelques gisements très fossilifères de la série Oolithique inférieure dans plusieurs îles de l'archipel Malais. Les formations analogues qui existent dans la Nouvelle-Zélande sont malheureusement beaucoup moins bien connues.

On n'a pas encore signalé de dépôts jurassiques dans les grandes îles de la Sonde, mais les îles de Rotti, de Timor et de Babar ont fourni [XXXV, 128, 129] des fossiles bajociens (*Stepheoceras* cf. *Humphriesianum*, *Braikenridgei*) et calloviens (*Macrocephalites compressus*, *Dicœlites dicœlus*, *Belemnopsis Gerardi*), trouvés les uns en place, les autres parmi les projections de volcans de boue.

Moluques. — Les étages inférieurs de la série Oolithique inférieure sont encore mal connus dans les Moluques, et la découverte d'un *Stepheoceras* voisin de *Humphriesianum* et d'un *Sphæroceras* à Taliabou permet seule de conclure à la présence du Bajocien; en revanche, l'Oxfordien a pu être étudié par G. Bœhm [65] sur les côtes méridionales de Taliabou et de Mangoli, les deux îles Soula.

L'un des gisements découverts par ce géologue est exceptionnellement riche en fossiles, les schistes à nodules des bords du Wai Galo ont fourni une quarantaine d'espèces que Bœhm a décrites dans un beau mémoire. Sauf *Peltoceras arduennense* et *Perisphinctes Wartæ*, elles figurent toutes sous des noms nouveaux. Elles se répartissent principalement dans les genres *Rhynchonella*, *Inoceramus*, *Belemnopsis*, *Phylloceras*, *Macrocephalites*, *Perisphinctes* et *Peltoceras*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le lit de la rivière est, en quelques endroits, littéralement pavé de nodules à *Inoceramus*. La présence des genres *Belemnopsis* et *Phylloceras* confère à la faune un caractère franchement méditerranéen. *Belemnopsis alfuricus* est très voisin de *Belemnopsis Gerardi* de l'Himalaya.

Le gisement appartient incontestablement à l'Oxfordien.

Wichmann a recueilli récemment, en divers points de la Nouvelle-Guinée hollandaise, des Ammonites, que G. Boehm attribue les unes au Bajocien (*Sphæroceras*), les autres au Callovien (*Phylloceras*, *Macrocephalites*). Etheridge signale également des fossiles de ces deux étages (*Stepheoceras Blagdeni*, *Macrocephalites lamellosus*, *Kepplerites calloviensis*, *Belemnopsis Gerardi*) sur le Strickland-River, dans la partie britannique de l'île.

Un *Stepheoceras* du groupe du *Humphriesianum*, un *Macrocephalites* et des Bélemnites du genre *Belemnopsis* sont les seuls fossiles sur lesquels on puisse se baser pour affirmer la présence du groupe Oolithique inférieur dans la Nouvelle-Zélande.

Tandis que les dépôts oolithiques inférieurs des îles de la Sonde, des Moluques et de la Nouvelle-Guinée présentent incontestablement un caractère bathyal et ont sans doute pris naissance dans un géosynclinal, ceux de Bornéo doivent être envisagés comme des formations néritiques; aussi bien cette grande île se trouve-t-elle en dehors de la zone des plissements tertiaires et doit-elle être assimilée à un fragment des chaînes paléozoïques, envahi à diverses reprises par des transgressions mésozoïques.

Le Bajocien a été signalé dans l'Ouest de Bornéo sous la forme d'argiles ferrugineuses à Trigonies et de calcaires avec *Alectryonia Amor*. Des grès à faune saumâtre (*Corbula borneensis*, *Protocardia*) représentent le Bathonien et semblent correspondre aux couches de Patcham de la presqu'île de Katch.

Japon. — Les couches lagunaires de Kaga, Hida et Echizen renferment une flore très riche, dont la plupart des espèces se rapportent à des types décrits du Jurassique moyen du Yorkshire, du Spitzberg et de Sibérie. On y trouve en outre des Cyrènes, des Ostracodes, etc.

Sibérie orientale. — Les explorations de Bogdanowitsch sur les côtes ouest de la mer d'Okhotsk ont amené la découverte de grès jurassiques, qui reposent en discordance sur des schistes paléozoïques d'âge indéterminé. Parmi les fossiles recueillis par le géologue russe à l'embouchure de la Byrandia, Diener a pu reconnaître *Oxytoma Münsteri*, *Pseudomonotis echinata*, *Camptonectes* et des Térébratules indéterminables; il en conclut à l'âge bajocien ou bathonien du dépôt [XXXIV, 80].

Ce gisement isolé est le seul dépôt marin de la série Oolithique inférieure que l'on connaisse actuellement sur toute l'étendue de l'ancien continent Sino-Sibérien. On remarquera qu'il est situé tout à fait sur la périphérie, mais cependant en dehors de la zone des plissements tertiaires.

CONTINENT NORDATLANTIQUE. — Par contre, les fragments du continent Nordatlantique portent tous des lambeaux de terrains jurassiques plus récents que le Lias, qui témoignent de la grande extension de la transgression Oolithique inférieure. Nous allons passer en revue ces divers lambeaux, en allant de l'ouest à l'est, ce qui nous ramènera aux rivages du Pacifique.

Terre François-Joseph. — En 1896, au retour de sa marche mémorable vers le Pôle, Fridtjof Nansen rencontra à la Terre François-Joseph l'expédition Jackson-Harmsworth. Les membres des deux expéditions eurent le loisir

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

de recueillir de nombreux fossiles par 80° lat. N., au cap Flora, dans un gisement jurassique signalé déjà antérieurement par divers explorateurs, et ces fossiles furent ensuite étudiés séparément par E. T. Newton [259] et par Pompeckj [260]. Ils proviennent tous d'une série argileuse, visible sur environ 100 m d'épaisseur et conservée grâce à des coulées de basalte, qui l'ont préservée de la dénudation (fig. 321).

Le substratum est inconnu. Les premières couches fossilifères, des marnes sableuses, ont fourni *Lingula Beani*, *Discina reflexa*, *Pseudomonotis Jacksoni* et des Bélemnites indéterminables. Elles sont incontestablement d'âge bajocien. Plus de 100 m plus haut se trouve un second niveau fossilifère, dans des argiles à nodules phosphatés; il renferme *Macrocephalites pila*, *Kœltlitzi*, *Cadoceras Frearsi* et représente le Callovien inférieur. Au-dessus, dans des marnes et dans des bancs gréseux intercalés dans les argiles, se rencontrent *Cadoceras Nanseni* et *Tchefkini*, avec des *Cylindroteuthis*. C'est le Callovien supérieur. Enfin, immédiatement sous le basalte, Nansen a recueilli

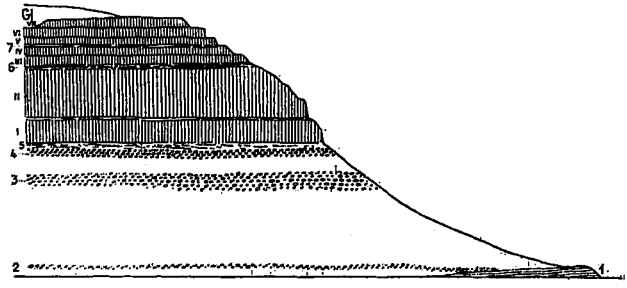


Fig. 321. — Coupe du versant méridional du cap Flora, terre François-Joseph (d'après Fridtjof Nansen).

1, sables avec lits charbonneux; 2, argile à nodules marneux, avec *Pseudomonotis*, *Lingula*, etc.; 3, argile à nodules calcaires, avec *Cadoceras Ishmæ*; 4, argiles à nodules gréseux, avec *Cadoceras Tchefkini*; 5, dernières couches argileuses; I-VII, coulées successives de basalte; 6, couche à plantes; 7, banc de grès à empreintes végétales; Gl, lobe de la calotte glaciaire.

un exemplaire de *Quenstedticeras vertumnum*, espèce qui, en Russie, se trouve dans l'Oxfordien inférieur.

Les affinités de ce gisement avec le Callovien et l'Oxfordien de Russie sont frappantes. L'abondance d'espèces du genre *Cadoceras* est remarquable et montre avec évidence que ce genre doit bien être envisagé comme un type boréal.

Aucun niveau marin plus récent que l'Oxfordien n'est représenté à la Terre François-Joseph, mais les couches qui séparent les coulées successives de basalte ont fourni des empreintes végétales (*Sphenopteris*, *Ginkgo polaris*, *Czekanowskia*, *Cladophlebis*, *Phœnicopsis*, *Pityophyllum*), que Nathorst attribue au Jurassique supérieur [261].

Terre du Roi Charles. — Dans les deux îles qui constituent la Terre du Roi Charles, située à l'est du Spitzberg, des coulées de basalte recouvrent, comme à la Terre François-Joseph, des couches jurassiques, dans lesquelles Nathorst a pu faire, en 1898, des récoltes paléontologiques, étudiées ensuite par J. F. Pompeckj [262].

La série débute par des sables et des grès sans fossiles, puis viennent des grès bathoniens qui renferment en abondance *Pseudomonotis echinata*, *P. braamburensis*, *Pteroperna emarginata*, *Perna isognomonoides*, *Placunopsis* et d'autres Lamellibranches. Le

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Callovien est représenté par des grès ferrugineux, des marnes phosphatées et des marnes sableuses, avec, à la base, *Macrocephalites Ishmæ* et *Cylindroteuthis subextensus*, et, au sommet, *Cadoceras* sp. et un *Cylindroteuthis* intermédiaire entre *subextensus* et *Panderianus*. Un *Quenstedticeras* voisin de *Lamberti* indique, en outre, la présence de l'Oxfordien inférieur. Ces couches marines sont recouvertes de couches à plantes, que surmonte le basalte.

Il y a donc eu, à la Terre du Roi Charles, une régression de la mer à la fin de l'Oxfordien, comme à la Terre François-Joseph. Il s'est produit ensuite une nouvelle invasion marine, qui se traduit, à la Terre du Roi Charles, par la présence de couches oolithiques moyennes et supérieures, juxtaposées par faille aux couches oolithiques inférieures. Nous y reviendrons plus loin.

Groenland. — Des fossiles jurassiques ont été signalés depuis longtemps sur la côte est du Groenland. Toula a reconnu parmi ceux que l'expédition Payer a recueillis à l'île Kuhn, dans le voisinage de Brachiopodes rhétiens, *Oxyloma Münsteri*, *Goniomya V scripta* et d'autres Lamellibranches, qui indiquent la présence du Bajocien ou du Bathonien. Ils proviennent de grès qui reposent en discordance sur les schistes cristallins. On constate donc au Groenland, comme à la Terre du Roi Charles et à la Terre François-Joseph et comme aussi dans la Sibérie orientale, une invasion marine datant du début de la période Oolithique inférieure.

Plus au sud, à la Terre de Jameson, Hartz et O. Nordenskjöld ont recueilli, dans des grès qui sont sans doute du même âge que ceux de l'île Kuhn, d'assez nombreux fossiles, étudiés par Lundgren [263] et par Madsen [264] : *Pentacrinus*, *Rhynchonella*, *Ostrea groenlandica*, *eduliformis*, *Oxyloma Münsteri*, *Placunopsis minuta*, des *Pecten*, des *Astarte*, *Trigonia undulata*, *Gresslya gregaria*, etc. C'est une faune essentiellement néritique.

Il existe également, à la Terre Jameson, en divers points et notamment au « mont aux Ammonites » et près du cap Stewart, des argiles micacées à concrétions, qui ont fourni, avec une vertèbre d'Ichthyosaurien, des Ammonites (*Macrocephalites Ishmæ*, *M. Pompeckji*, *Cadoceras crassum*). Madsen en fait du Callovien inférieur.

Il sera question plus loin des fossiles portlandiens trouvés dans la même région.

Montagnes Rocheuses. — Jusqu'ici on ne connaît pas de dépôts datant de la période Oolithique moyenne dans l'Amérique arctique. Par contre, il existe, sur l'emplacement actuel des Montagnes Rocheuses, un vaste district où des dépôts de cet âge jouent un rôle très important [265, 266]. Ils apparaissent sur les flancs des anticlinaux à grand rayon de courbure, qui sont le trait distinctif de la tectonique de cette région. Leurs affleurements, qui forment des bandes relativement étroites, sont distribués sur une très vaste étendue, depuis le Montana, au nord, jusque vers les confins de l'Arizona, au sud, en passant par l'Idaho, le Wyoming, le Colorado et l'Utah. Vers l'est ils empiètent, dans les Black Hills, sur le Dakota méridional. Dans toute la région, le Jurassique repose sans discordance apparente sur le Trias ou sur des terrains plus anciens. Ses couches marines atteignent au maximum une centaine de mètres d'épaisseur. Ce sont principalement des argiles sableuses, des marnes, des calcaires et des grès en alternances multiples. Les grès présentent fréquemment des stratifications entrecroisées. La faible profondeur des eaux, qu'indiquent ces caractères lithologiques, est confirmée par la faune. Celle-ci ne présente guère de variations dans le sens horizontal et dans le sens vertical. Les espèces les plus

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

fréquentes sont *Pentacrinus astericus*, *Asterias dubia*, *Lingula brevirostra*, *Rhynchonella gnathophora*, *Oxyloma mucronata*, *Eumicrotis curta*, *Pseudomonotis orbiculata*, *Pinna Kingi*, *Mytilus Whitei*, *Camptonectes bellistriatus*, *C. platessiformis*, *Gryphæa nebraskensis*, *Trigonia americana*, *montanensis*, *Astarte Meeki*, *Tancredia inornata*, *Pleuromya subcompressa*, *Pholadomya Kingi*, *Quenstedticeras cordiforme*, *Henryi*, *Cylindroteuthis densa*. En outre, on rencontre, dans les mêmes couches, des ossements de Reptiles marins (*Baptanodon*, *Pantosaurus*, *Diplosaurus*, *Cimoliosaurus*). Les deux Ammonites permettent d'attribuer avec certitude ces couches à l'Oxfordien inférieur et ce résultat n'est pas en contradiction avec les autres éléments de la faune, dont la plupart accusent des affinités étroites avec des espèces du groupe Oolithique inférieur d'Europe. D'autre part, les géologues américains sont d'accord pour attribuer l'ensemble de la faune à un seul et même niveau paléontologique. Le caractère boréal ressort nettement, d'après Neumayr [11], de la présence des deux *Quenstedticeras* et d'une espèce de *Cylindroteuthis*.

Il est incontestable que ce dépôt *épicontinental*, comme le qualifie W. N. Logan [266], s'est formé dans un golfe ouvert au nord, mais l'on est en droit de se demander s'il communiquait avec les mers arctiques par un bras de mer qui longeait le bord occidental du bouclier Canadien, ou bien si, comme le pense Logan, la communication se faisait avec ces mers par la Colombie Britannique. On pourrait invoquer en faveur de cette manière de voir la présence, dans les îles de la Reine Charlotte et sur les côtes voisines, de dépôts jurassiques dont la faune comprend presque exclusivement des espèces des Montagnes Rocheuses. Il existe d'ailleurs des jalons intermédiaires dans les Rocheuses canadiennes, où la faune est encore la même.

Bord pacifique de l'Amérique. — Nous revenons maintenant aux régions qui font partie du géosynclinal circumpacifique et nous allons passer en revue les affleurements du groupe Oolithique moyen en nous dirigeant du nord au sud.

Alaska. — Divers explorateurs russes ont rapporté jadis de la péninsule d'Alaska et de l'île Kadiak, qui en est voisine, des fossiles qui ont reçu les interprétations les plus diverses, mais dont les déterminations ont été reprises en 1900 par Pompeckj [267]. Ce savant paléontologiste, qui s'est fait une véritable spécialité de l'étude du Jurassique boréal, a montré qu'abstraction faite d'une Aucelle probablement portlandienne et d'une Bélemnitelle néocrétacée, tous ces fossiles sont certainement calloviens. Ce sont exclusivement des Ammonites. Le genre *Cadoceras* est représenté par 6 espèces spéciales, voisines de *Cadoceras Tchefkini*, du Callovien supérieur de Russie. Une 7e espèce, également nouvelle, appartient au genre *Phylloceras*. *Ph. suboblusiforme* est le premier représentant de ce genre que l'on trouve dans le Jurassique à une si haute latitude. Le fait qu'il est associé à des *Cadoceras* du type boréal peut paraître assez insolite, mais il ne faut pas oublier que la presqu'île d'Alaska se trouve sur le trajet présumé du géosynclinal circumpacifique. L'absence de Mollusques autres que des Ammonites dans les gisements qui ont fourni les fossiles étudiés par Pompeckj tendrait de plus à prouver que, malgré la gangue sableuse des échantillons, on est en présence de formations bathyales.

Colombie Britannique et Californie. — Il a déjà été question des fossiles oxfordiens de la Colombie Britannique et de leur identité avec des espèces des Montagnes Rocheuses. Il semble exister, en outre, dans cette région des niveaux un peu plus anciens, car Whiteaves a figuré, sous le nom géné-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

rique de *Stephanoceras*, des espèces d'Ammonites que Neumayr [11] attribue aux genres *Macrocephalites*, *Kepplerites*, *Sphæroceras* et qui, pour lui, sont calloviennes. De nouvelles recherches permettront seules de préciser la succession et l'âge exact des couches. Il en est de même en Californie où, aux environs de Taylorville, Hyatt [66] indique des dépôts qu'il attribue à la série Oolithique inférieure. Il rapproche de fosrme européennes diverses espèces, dont il ne figure d'ailleurs aucune. Dans les Coast Ranges, il existe une puissante série de schistes à Radiolaires, connue sous le nom de *Franciscan series* ou de *Golden Gate series*, qui embrasse, vraisemblablement, l'ensemble des groupes Oolithiques inférieur et moyen.

Chili et République Argentine. — Puisque le groupe Oolithique inférieur n'a encore été signalé avec certitude ni au Mexique ni dans les parties septentrionales de la Cordillère des Andes, nous pouvons aborder tout de suite son étude dans l'Amérique du Sud par le Nord du Chili (anciennement Pérou et Bolivie).

Le BAJOCIEN a été signalé par Steinmann [68] et par Möricke [187] à Huantajaya, près Iquique, et dans le district minier de Caracoles. Les fossiles assez nombreux proviennent principalement d'un tuf porphyritique. Ce sont des Zoanthaires (*Isastræa*, *Montlivaultia*), des Échinides (*Stomechinus andium*), des Brachiopodes (*Rhynchonella caracolensis*, *Terebratula perovalis*), des Lamellibranches (*Ctenostreon pectiniforme*, *Astarte Puelmæ*, *Trigonia Gottschei*, *Tr. Stelzneri*, *Pholadomya*, *Arcomya*), associés à un petit nombre d'espèces d'Ammonites : *Stepheoceras Blagdeni*, *St. cosmopoliticum*, *Sphæroceras Zirkeli*. On remarque l'absence du genre *Phylloceras*, qui s'explique par le caractère néritique de la faune.

Les mêmes fossiles bajociens, auxquels viennent s'ajouter *Emileia polyschides*, *polymerum*, *Brocchii* et d'autres, ont été également rencontrés plus au sud, notamment dans la cordillère de Copiapo, où toutefois les oolithes ferrugineuses qui les renferment n'ont pu être séparées de celles de l'Aalenien.

Le BATHONIEN n'est pas connu au Chili, à moins qu'on lui attribue les calcaires de Huantajaya, dans lesquels Charles Darwin a recueilli *Rhynchonella ænigma*, *Terebratula inca*, *Lucina americana*.

Le CALLOVIEN est, par contre, remarquablement bien développé à Caracoles. Steinmann [68] a décrit de cette localité une faune très riche, provenant de calcaires noirs, bitumineux et composée exclusivement d'Ammonites et de Posidonomyes. Les Ammonites se rapportent aux genres *Oppelia* (*O. subcostaria*, *exotica*), *Macrocephalites* (*M. macrocephalus*, *M. chrysoolithicus*), *Reineckeia* (6 espèces), *Perisphinctes*. L'identité de la plupart de ces espèces avec des formes européennes est parfaite. Les *Cardioceras*, les *Cadoceras*, les *Proplanulites* font entièrement défaut.

A l'OXFORDIEN appartiennent des calcaires semblables aux précédents, qui ont fourni *Perisphinctes indogermanus*, *andium*, *Aspidoceras perarmatum*, *hypselum*. Steinmann ne cite ni *Quenstedticeras* ni *Cardioceras*.

Le groupe Oolithique inférieur est non moins bien représenté sur le versant argentin de la Cordillère, dans les régions que nous avons mentionnées déjà à propos du Lias.

Toutes les zones classiques du BAJOCIEN d'Europe, à l'exception de la zone supérieure, ont été signalées par divers auteurs [69, 71, 187, 268].

Gottsche et Tornquist ont fait connaître de nombreuses *Sonninia*, voisines d'espèces européennes, et des *Witchellia* du groupe de *W. læviuscula*, qui indiquent avec certitude l'existence de la zone à *Witchellia læviuscula* au col d'Espinazito.

La présence de la zone à *Emileia Sauzei*, au même endroit, résulte des recherches de Gottsche et de Bodenbender, qui ont trouvé, outre cette espèce elle-même, diverses espèces du même groupe (*E. multiformis*, *singularis*, *submicrostoma*, *Giebeli*).

Hauthal a recueilli, au Cerro Puchén, dans des calcaires noirs, diverses espèces de *Witchellia* très voisines de *W. Romani*, *deltafalcata*, *complanata*, qui permettent d'affirmer la présence de la zone à *Witchellia Romani*. Cet horizon existe d'ailleurs probablement encore dans d'autres localités, car *Stepheoceras cosmopoliticum*, que l'on a trouvé en plusieurs points, occupe à Bayeux ce même niveau.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Dans toutes ces couches, les Ammonites sont accompagnées de Lamellibranches, assez nombreux, qui montrent que le Bajocien de la République Argentine appartient au type néritique. Toutefois, on y a rencontré aussi quelques exemplaires de *Phylloceras*. Les Bélemnites appartiennent au genre *Belemnopsis*.

Le Bathonien n'a encore été observé qu'en un point, dans la vallée de Vergara, d'où Burckhardt décrit un *Macrocephalites* très voisin de *M. Morrisi*, du Bathonien supérieur d'Angleterre [71].

Le Callovien a fourni à Burckhardt de nombreux *Macrocephalites* à Lonquimay, tandis que *Peltoceras torosum* et *Aspidoceras Sanctæ Helenæ* indiqueraient la présence de l'Oxfordien.

Comme on le voit, les affinités paléontologiques de la série Oolithique inférieure des deux versants de la Cordillère avec l'Europe occidentale sont tout à fait frappantes. Non seulement les Ammonites sont représentées des deux côtés de l'Atlantique par les mêmes espèces, mais leur distribution par zones paraît être exactement la même dans les deux régions. Ajoutons que, même parmi les Lamellibranches, il existe des espèces qui se retrouvent dans les deux continents.

Afrique orientale et Australie. — Le géosynclinal de Mozambique, qui sépare, pendant la seconde moitié de l'ère Secondaire, le continent Afri-

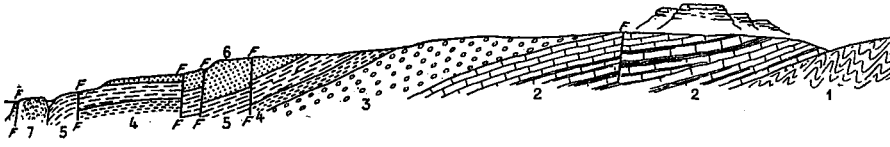


Fig. 322. — Coupe de Mombassa, sur la côte orientale de l'Afrique, à Voï (d'après E. Fraas). A l'arrière-plan : monts de Maoungou.

1, schistes cristallins; 2, grès de Karroo (Permien-Trias); 3, Bathonien; 4, Callovien et Oxfordien; 5, groupe Oolithique moyen; 6, grès crétacés; 7, calcaires zoogènes quaternaires. FF, failles.

cano-Brésilien du continent Australo-Indo-Malgache, commençait à s'ébaucher dès le Lias. A partir du Bathonien, la mer a laissé des dépôts sur ses deux rives et il semble qu'elle ait conservé les mêmes limites au moins jusque vers le milieu de l'époque Crétacée. En même temps, sa transgression atteint la partie orientale de la terre de Gondwana, l'Australie, que les eaux marines avaient abandonnée dès le milieu de la période Anthracolithique.

Afrique orientale. — Le groupe Oolithique moyen est représenté, dans l'Afrique orientale allemande, par les étages Bathonien, Callovien et Oxfordien [72-74, 269].

Le Bathonien repose directement et en concordance sur des grès et des argiles que l'on attribue aux couches de Karroo (fig. 322). Il est à l'état de calcaires sableux, qui renferment *Pseudomonotis echinata* et d'autres Lamellibranches.

Le Callovien est constitué par des calcaires gris, qui ont fourni des Zoanthaires identiques à des espèces d'Europe (*Isastræa bernensis*, *Thamnastræa lamellosa*, *Mœschi*), *Rhynchonella varians*, *Exogyra reniformis*, *Gervilleia aviculoides* et d'autres Lamellibranches, enfin, quelques Ammonites (*Proplanulites*, *Phylloceras*).

L'Oxfordien a été signalé dans diverses localités, sous la forme de marnes à nodules calcaires, qui ont fourni des fossiles assez nombreux : *Lopha Marshi*, *Liogryphæa lobata*, *Pecten demissus*, *Trigonia zonata* et d'autres Lamellibranches, des Ammonites (*Phylloceras*,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Oppelia, Macrocephalites, Perisphinctes, Peltoceras, Aspidoceras), des Bélemnites (*Belemnopsis tanganensis*). Les espèces spéciales sont presque toutes nouvelles, mais elles sont en général très voisines de formes oxfordiennes de l'Inde.

Jusqu'ici on ne connaît, sur la côte orientale de l'Afrique, aucun dépôt jurassique au sud de ceux dont il vient d'être question, et le groupe Oolithique inférieur n'a pas encore été reconnu sur la côte des Somalis, où existent cependant les termes supérieurs du système.

Madagascar. — Tous les étages du groupe Oolithique inférieur existent dans la région occidentale de Madagascar [75, 76].

Le Bajocien y est, toutefois, encore mal connu. Dans l'extrême Nord, aux environs de Diego-Suarez, il est représenté par des grès sans fossiles, que recouvre le Bathonien calcaire, avec Zoanthaires, Échinides (*Cidaris mæandrina*) et Brachiopodes (*Rhynchonella concinna, obsoleta, badensis, Terebratula circumdata*). Les étages supérieurs ne sont pas visibles dans la région.

Plus au sud, dans le cercle d'Analalava, les calcaires marins du Bathonien sont remplacés par des calcaires plus grossiers, d'origine lagunaire. On y trouve surtout des Mollusques saumâtres, tels que *Corbula Grandidieri, Pseudotrapezium depressum, Astarte Baroni, Trochactæonina Richardsoni*, et des ossements de Dinosauriens.

Dans le Sud-Ouest, on retrouve de nouveau des calcaires à Brachiopodes (*Rhynchonella obsoleta, Terebratula maxillata*).

Le Callovien est bien développé à Maromandia, dans le cercle d'Analalava, où ses argiles ont fourni *Phylloceras mediterraneum, Macrocephalites Maya, Perisphinctes indicus, balinensis, Reineckeia Reissi.* C'est d'ailleurs le niveau jurassique qui possède la plus grande extension sur la côte ouest de Madasgascar. Dans la région de l'Ambongo, il existe sous la forme d'une oolithe ferrugineuse, analogue au *Golden Oolite* de l'Inde, dont elle renferme la faune. On y retrouve de nombreux Brachiopodes (*Flabellothyris dichotoma, Rhynchonella euryptycha*), des Lamellibranches, des Ammonites (*Phylloceras vicarium, Oppelia conjungens, subcostaria, Macrocephalites macrocephalus, Herveyi, Perisphinctes Orion*), *Belemnopsis hastatus.* Plus au sud, dans le bassin du Morondava, il est, par contre, de nouveau constitué par des argiles à Céphalopodes (*Phylloceras Puschi, Macrocephalites macrocephalus, Kepplerites calloviensis, Belemnopsis sulcatus*).

L'étage Oxfordien n'est pas connu avec certitude à Madagascar.

On voit clairement, d'après ce qui précède, que la série Oolithique inférieure des deux rives du détroit de Mozambique affecte d'abord le type néritique. Au Callovien le caractère bathyal est déjà assez accusé et s'accentue ensuite davantage à l'Oxfordien.

Il est à remarquer que dans l'Ambongo, c'est-à-dire dans la région de Madagascar où la distance à la côte africaine atteint son minimum, le faciès du Callovien est plus néritique que dans le Nord et le Sud de l'île, tandis que le Bajocien (exception faite de son extrême base) et le Bathonien semblent y faire défaut. D'autre part, le faciès lagunaire du Bathonien est propre à la région d'Analalava. Ces faits tendraient à faire croire que, déjà au Jurassique, le détroit de Mozambique possédait, comme aujourd'hui, à la hauteur du cap Saint-André, une largeur et une profondeur moindres que plus au nord et plus au sud.

Enfin, on ne peut manquer d'être frappé des ressemblances que présentent les faunes du Bathonien, du Callovien et de l'Oxfordien de l'Afrique orientale allemande et de Madagascar avec les faunes de même âge de l'Inde. Cependant, les Brachiopodes et les Lamellibranches accusent des affinités incontestables avec ceux de l'Europe occidentale.

Australie occidentale. — Les dépôts oolithiques inférieurs de l'Australie occidentale reposent en discordance angulaire sur les terrains cristallophylliens; ils ne sont plus conservés qu'à l'état de témoins. Ce sont des grès et des conglomérats, avec bancs calcaires interstratifiés. Les fossiles,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

étudiés par divers auteurs et, en dernier lieu, par G. C. Crick [270], paraissent se répartir sur deux niveaux, l'un bajocien, caractérisé par *Stepheocēras Blagdeni*, *Witchellia* [*Dorsetensia*] *Clarkei*, espèce voisine de *W. Romani*, et par des *Cœloceratidæ* qui ressemblent à des espèces du Bajocien de Normandie; l'autre, callovien, avec des *Proplanulites* et des *Perisphinctes*. Les Bélemnites appartiennent au genre *Belemnopsis*. Les Lamellibranches sont assez nombreux et l'on cite diverses espèces européennes, telles que *Lopha Marshi*, *Ctenostreon proboscideum*, *Oxyloma Münsteri*, *Pseudomonotis echinata*, *Cucullæa oblonga*, *Pholadomya ovulum*.

4° RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET PRINCIPAUX TYPES DU GROUPE OOLITHIQUE MOYEN

Le groupe Oolithique moyen, tel que nous le comprenons ici, correspond, dans la classification d'Alcide d'Orbigny, aux deux étages *Corallien* et *Kimeridgien*. Le nom de Kimeridgien est aujourd'hui d'un emploi tout à fait général; celui de Corallien, par contre, ne peut être conservé, car il n'est pas conforme aux règles de la nomenclature; aussi a-t-il fait place à d'autres noms d'étage, dont le radical est un nom géographique, mais qui ne correspondent chacun qu'à une partie de l'ancien Corallien. Ces étages, dont chacun ne s'applique qu'à une zone paléontologique unique, sont l'*Argovien*, le *Rauracien*, le *Séquanien*. On peut tout au plus leur attribuer le rang de sous-étages. D'ailleurs, les auteurs allemands réunissent souvent les deux inférieurs à l'Oxfordien, étendant outre mesure un étage dont le type est l'*Oxford clay*. D'autre part, beaucoup d'auteurs adjoignent le Séquanien au Kimeridgien, qui comprend ainsi le Séquanien ou *Astartien*, le *Ptérocérien* et le *Virgulien* de Thurmann. Cependant, le *Kimeridge clay* anglais, qui est le type du Kimeridgien, ne correspond qu'aux deux sous-étages Ptérocérien et Virgulien. Nous réunissons donc l'Argovien, le Rauracien et le Séquanien en un étage unique, pour lequel, faute d'un nom plus approprié et pour n'en pas introduire un nouveau, nous proposons d'employer le terme de *Lusitanien*, créé par Paul Choffat en 1885 pour les représentants, en Portugal, d'un ensemble de couches à Céphalopodes qui correspond à ces trois sous-étages [302].

Europe septentrionale. — Avant d'aborder l'étude du groupe Oolithique moyen dans les régions classiques de l'Europe centrale et méridionale, nous devons passer en revue, conformément au plan que nous avons adopté, les quelques affleurements du groupe dans les pays de l'Europe septentrionale (fig. 323).

Plate-forme Russe. — La mer a continué d'occuper la plate-forme Russe, qu'elle avait envahie vers le milieu de la période précédente, mais les dépôts qu'elle a laissés aux époques Lusitanienne et Kimeridgienne sont encore mal connus et leur division en zones paléontologiques n'a pu encore être réalisée.

L'ensemble du Lusitanien est constitué par une série argileuse peu épaisse, qui comprend peut-être même la partie inférieure du Kimeridgien. On y rencontre *Cardioceras alternans*, *Bauhini*, *Zieleni*, *Perisphinctes Martelli*, *mniownikensis*, *Cylindroteuthis Panderiana*, d'assez nombreux Lamellibranches et des Gastéropodes.

Pelloceras Toucasianum, qui, dans l'Europe centrale et méridionale, carac-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

térise l'Argovien, a été trouvé par Semenow à Denissovka, dans le gouvernement de Riazan; mais la plupart des genres et des espèces que nous rencontrerons dans le Lusitanien de l'Ouest manquent dans les argiles à *Cardioceras alternans*. Le genre *Cardioceras*, qui constitue l'élément prédominant de la faune, peut être considéré comme autochtone. Nikitin a montré les relations génétiques qui unissent les espèces oolithiques moyennes au groupe du *Cardioceras cordatum*, tandis qu'Ilovaïsky a étudié leur répartition verticale dans la série argileuse des environs de Moscou et de Riazan [274].

Une très riche faune appartenant au Kimeridgien supérieur a été découverte par A. Pavlow [275] dans le gouvernement de Simbirsk. Elle existe également dans les gouvernements de Samara et d'Orenbourg, ainsi que dans le Centre de la Russie, où cependant elle est beaucoup plus pauvre, et dans le pays de Soswa, sur le versant oriental de l'Oural septentrional.

Nous retrouverons quelques-uns de ses éléments dans le « Virgulien » de l'Europe occidentale. Elle provient d'une série d'argiles qui fait suite en concordance aux argiles à *Cardioceras cordatum*. Les espèces les plus caractéristiques sont les suivantes : *Cardioceras subtilicostatum*, *Volgæ*, *Perisphinctes lictor*, *virguloides*, *Aspidoceras longispinum*, *iphicerum*, *caletanum*, *liparum*, *acanthicum*, *Aulacostephanus pseudomutabilis*, *Eudoxus*, *subundoræ*, *Undoræ*, *kirghisensis*, *Exogyra virgula*.

Petchora et Novaïa-Zemlia. — Les argiles lusitaniennes à *Cardioceras alternans* et *Bauhini* existent également dans le Nord de la Russie, dans le bassin de la Petchora, mais on n'y connaît pas encore de dépôts kimeridgiens.

Il en est de même dans la Novaïa-Zemlia, où l'on a signalé, sur les deux rives du détroit de Iougor, des couches à *Cardioceras alternans* et *Aucella Bronni*.

Terre du Roi Charles et Spitzberg. — Nous devons dès à présent dire également quelques mots des îles de l'océan Arctique qui dépendent de l'Europe, car on y a observé des dépôts tout à fait semblables à ceux du groupe Oolithique moyen de Russie.

Tandis que la série marine de la Terre François-Joseph s'arrête avec l'Oxfordien, cet étage est surmonté, à la Terre du Roi Charles [262], par des schistes noirs, qui ont fourni, à la base, *Aucella Bronni*, et, à la partie supérieure, *Aucella Pallasi*, avec une espèce nouvelle de *Cardioceras*.

Au Spitzberg, on ne connaît pas jusqu'ici de dépôts jurassiques antérieurs à l'Argovien, mais le groupe Oolithique moyen est représenté, d'après Lindström [276] et Lundgren [277], par des schistes noirs et des grès, qui renferment *Cardioceras Nathorsti*, des *Perisphinctes*, diverses *Aucella* et de nombreux Lamellibranches d'une médiocre conservation.

Le groupe Oolithique moyen semble faire défaut aussi bien dans l'île d'Andö que sur la côte est du Groenland, car, dans les deux cas, des dépôts oolithiques supérieurs reposent directement sur des dépôts calloviens ou oxfordiens.

Le peu que nous savons du groupe Oolithique moyen dans les régions boréales nous montre donc, ici aussi, une prédominance du genre *Cardioceras*, auquel viennent s'adjoindre des *Aucella*, de plus en plus nombreuses à mesure que l'on s'élève dans la série. Cet élément boréal manque, comme on le verra plus loin, dans le Nord de l'Angleterre, de sorte qu'il est légitime d'admettre l'absence de toute communication s'opérant le long des côtes ouest de la Scandinavie, contrairement à ce qui avait lieu à l'époque Oolithique inférieure.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Sillon de l'Europe centrale. — Le début de l'époque Oolithique moyenne est marqué en Europe par un événement grâce auquel les conditions de sédimentation qui régnaient à l'époque du Lias et à l'époque Oolithique inférieure se trouvent totalement modifiées. La cuvette Germanique cesse d'exister à l'état d'aire d'ennoyage de la chaîne armoricaine-varisque. Les formations bathyales font place, dans l'Allemagne du Nord, à des formations néritiques et il en est de même dans le bassin Anglo-Parisien. Par

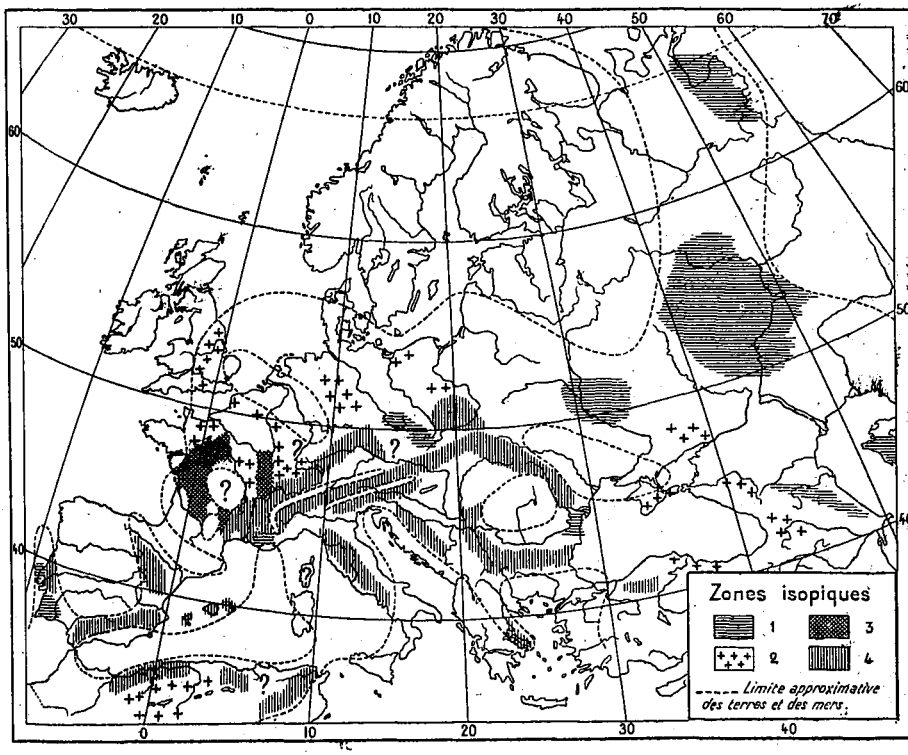


Fig. 323. — Carte des zones isopiques de l'Europe au début de l'époque Oolithique moyenne.

1, formations néritiques non coralligènes; 2, formations coralligènes; 3, aires d'ennoyage; 4, formations bathyales.

contre, il se forme plus au sud une longue dépression, non plus transversale par rapport à la direction des plissements paléozoïques, mais sensiblement parallèle à ces plissements, au moins sur une partie de leur parcours. Elle s'étend depuis la Pologne jusqu'au Languedoc, en passant au sud du massif ancien de Bohême, qui se trouvait probablement en totalité envahi par les eaux, pour traverser ensuite la Franconie et la Souabe et suivre le bord méridional du Jura, puis le bord sud-est du Plateau central. Dans toute cette zone isopique, les sédiments affectent un caractère bathyal, qui contraste avec le caractère néritique des dépôts dans les régions de la zone adjacente au nord (fig. 323). Nous sommes donc en présence d'un véritable *sillon*, analogue à ceux que l'on distingue sur les cartes bathymétriques actuelles. Nous l'appellerons le *sillon de l'Europe centrale*. Son bord méri-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

dional, dont nous préciserons plus loin la situation, se trouve à l'intérieur des Alpes, car le bord externe de cette chaîne est caractérisé, depuis Vienne jusqu'à Nice, par la présence de formations bathyales tout à fait semblables à celles de la bande isopique que nous venons de définir. Mais c'est sur ce bord externe que les étages qui nous occupent atteignent leur maximum d'épaisseur. C'est donc là que se trouve l'axe du géosynclinal et c'est là aussi, comme il sera montré, que le sillon atteignait son maximum de profondeur.

Les dépôts supérieurs à l'Oxfordien dans le sillon de l'Europe centrale sont à l'état de calcaires blancs ou jaunâtres, granuleux ou compacts, voire lithographiques, qui alternent avec des marnes, jamais avec des argiles pures. La sédimentation argileuse a fait place brusquement à la sédimentation calcaire; le nom de *Jura blanc*, souvent appliqué en Allemagne aux termes supérieurs du système Jurassique, est tout à fait expressif. Les argiles du *Jura noir* et du *Jura brun* sont des boues terrigènes, elles proviennent de terres émergées, dont les côtes, constituées par des roches cristallines, étaient battues par les vagues. Nous n'avons aucune raison de croire qu'à l'époque du Jura blanc ces terres ont été entièrement recouvertes par les eaux, mais nous savons qu'en maints endroits elles étaient bordées de récifs coralliens, qui les protégeaient contre l'attaque par les vagues et qui fournissaient les vases calcaires déposées au large. C'est dans le Nord de l'Allemagne et dans le bassin Anglo-Parisien, où a été employé tout d'abord le terme de Corallien, que les récifs lusitaniens ont trouvé les conditions les plus favorables à leur développement. En effet, ces régions, comme on vient de le montrer, étaient séparées des mers boréales par une barrière, tandis qu'elles communiquaient librement avec les mers chaudes des régions méditerranéennes. Nous verrons qu'au Kimeridgien les récifs se déplacent vers le sud, en même temps que le régime de sédiments argileux (Kimeridge clay) se rétablit partiellement dans les régions où le Lusitanien affectait des faciès zoogènes.

Les zones paléontologiques du groupe Oolithique inférieur ont été établies il y a près de cinquante ans par Oppel [5, 271, 272] dans la zone isopique qui correspond au bord septentrional du sillon de l'Europe centrale. Il conviendra donc de prendre cette région comme point de départ de notre aperçu géographique, de même que nous sommes partis de la cuvette Germanique pour étudier les deux groupes précédents.

Nous pourrons ainsi déterminer d'une manière précise les relations stratigraphiques des divers termes de la série Oolithique moyenne de l'Allemagne du Nord et du bassin Anglo-Parisien avec les zones que nous aurons distinguées dans la série bathyale du sillon de l'Europe centrale, ce qui nous permettra d'établir l'âge exact des différentes formations coralligènes, envisagées autrefois comme un niveau constant.

Allemagne méridionale et Jura Argovien. — C'est encore en Souabe qu'a pris naissance la division du groupe Oolithique moyen en zones. Quenstedt distinguait, dans la partie de son Jura blanc qui nous intéresse pour le moment, les subdivisions α, β, γ et δ. Oppel devait bientôt étudier la répartition de ces horizons en Franconie, dans le Randen et en Argovie et introduire dans la classification générale les zones à *Ammonites transversarius*, *bimammatus*, *tenuilobatus*, *mutabilis*, à peu près équivalentes aux divisions de Quenstedt [271]. En même temps, il figurait leurs Ammonites les plus caractéristiques. Des successions locales ont été depuis étudiées avec beaucoup de soin, en Argovie, par Mœsch [278], dans le Randen, par les

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

frères Würtenberger [279], en Souabe, par Th. Engel [21], en Franconie, par Gümbel. Ces études ont montré la nécessité d'intercaler entre la zone à *Amm. bimammatus* et la zone à *Amm. tenuilobatus* d'Oppel une zone à *Amm. Achilles*, qui se retrouve également dans le bassin de Paris.

La zone à *Pelloceras transversarium* n'est d'ailleurs autre chose que l'Argovien ; la zone à *Pelloceras bicristatum* (= *bimammatum*) correspond à peu près au Rauracien; la zone à *Perisphinctes Achilles*, au Séquanien [280]. On verra plus loin que les deux zones supérieures, à *Streblites tenuilobatus*, et à *Aulacostephanus pseudomutabilis* (= *mulabilis*) viennent se placer respectivement aux niveaux du Ptérocérien et du Virgulien du bassin de Paris.

Malgré la grande uniformité que présente la répartition des Ammonites dans les quatre pays dont nous nous occupons, on constate cependant d'assez grandes variations de faciès, tenant à ce que les couches à Céphalopodes sont souvent remplacées par des couches à Spongiaires et à Brachiopodes, quelquefois même par des couches à Échinides.

Le Jura Argovien se trouve à l'extrême bord de la région bathyale, dont la position a varié d'une zone à l'autre, de sorte que des formations néritiques s'intercalent, à plusieurs reprises, au milieu des formations bathyales. Dans le tableau ci-dessous, qui donne la répartition verticale des principales espèces d'Ammonites dans le groupe Oolithique moyen de l'Allemagne du Sud, les noms locaux utilisés par Mœsch en Argovie ont été placés en regard des noms de zones.

Répartition des Ammonites par zones dans le groupe Oolithique moyen du Jura Franconien, Souabe et Argovien.

KIMERIDGIEN

ZONE A AULACOSTEPHANUS PSEUDOMUTABILIS (δ; *Cidariten Schichten*) : *Streblites Weinlandi, Ochetoceras Zio, steraspis, Neumayria compsa, Perisphinctes Eumelus, Aulacostephanus Eudoxus, Aspidoceras Schilleri, liparum, acanthicum*).

ZONE A STREBLITES TENUILOBATUS (γ; *Badener Schichten*, partie supérieure) : *Streblites Weinlandi, Frotho, Ochetoceras canaliferum, Gümbeli, Creniceras Fialar, Neumayria trachynota, litocera, Cardioceras Kapffi, Perisphinctes Balderus, Reineckeia desmonota, Sutneria Galar, platynota, Spiticeras stephanoides, Strauchianum, Aspidoceras iphicerum, liparum.*

LUSITANIEN

ZONE A PERISPHINCTES ACHILLES (γ; *Badener Schichten*, partie inférieure) : *Perisphinctes polyplocus, Lothari.*

ZONE A PELTOCERAS BICRISTATUM (β; *Letzi Schichten, Crenularis-Schichten*) : *Ochetoceras Marantianum, semifalcatum, trimarginatum, Neumayria flexuosa, Pichleri, Hauffiana, lochensis, Cardioceras Bauhini, Perisphinctes virgulatus, Tiziani, Aspidoceras clambum, hypselum, eucyphum.*

ZONE A PELTOCERAS TRANSVERSARIUM (α; *Effinger Schichten, Birmensdorfer Schichten*) : *Phylloceras Manfredi, Sowerbyceras tortisulcatum, Ochetoceras canaliculatum, stenorhynchum, trimarginatum, arolicum, hispidum, subclausum, Creniceras lôpholum, Neumayria Anar, callicera, Bachiana, Lissoceras Erato, Cardioceras tenuiserratum, Perisphinctes Chapuisi, plicatilis, Martelli, Aspidoceras Œgir, Meriani.*

En Souabe, les changements de faciès se produisent, non plus dans le sens vertical, mais dans le sens horizontal, et l'on voit coexister, presque à tous les niveaux, un faciès normal à Céphalopodes et un faciès à Spongiaires, qui se présente sous la forme de calcaires grumeleux très marneux ou de calcaires massifs, surgissant comme des récifs au milieu des calcaires compacts en bancs réguliers, avec intercalations marneuses du *faciès à Céphalopodes* (fig. 297).

Dans les couches qui présentent le faciès à Spongiaires on rencontre, à

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

côté de nombreux Hexactinellides, des Crinoïdes, des Échinides, des Brachiopodes (*Rhynchonella lacunosa*, *Terebratula bisuffarcinata*, *Megerlea pectunculus*), des Lamellibranches, etc.

La zone à *Peltoceras transversarium* débute par des bancs calcaires, qui alternent régulièrement avec des argiles et font suite, en parfaite concordance, aux argiles de l'Oxfordien. Plus haut, les argiles deviennent de nouveau prédominantes et renferment *Aulacothyris impressa*, des articles de *Balanocrinus subteres*, des assules de *Goniaster impressæ*, *Trochocyathus delemontanus* et des Ammonites pyriteuses.

Dans les zones à *Peltoceras bicristatum* et à *Perisphinctes Achilles*, les calcaires compacts en bancs réguliers prédominent. Par contre, dans la zone à *Streblites tenuilobatus*, les intercalations argileuses deviennent fréquentes, mais les « colonies » de Spongiaires font aussi peu défaut à ce niveau que dans les zones précédentes. Enfin, la zone à *Aulacostephanus pseudomutabilis* est constituée principalement par de gros bancs de calcaires massifs. Lorsque les Spongiaires sont abondants, les calcaires deviennent ruiniformes et très siliceux, par suite de la concentration en nodules de la silice empruntée aux spicules des Spongiaires [277 *bis*].

Dans le Sud de la Franconie, les relations des faciès sont à peu de chose près les mêmes qu'en Souabe.

Pourtour du massif de Bohême et Pologne. — Tandis que dans le Jura Souabe l'Argovien fait suite d'une manière tout à fait insensible à l'Oxfordien, il n'en est pas de même dans le Jura de Franconie, sur le bord sud-ouest du massif ancien de Bohême. Ici, la zone à *Peltoceras transversarium* est représentée, non plus par des calcaires compacts à Céphalopodes ou par des marnes grumeleuses à Spongiaires, mais par des calcaires glauconieux, avec *Perisphinctes chloroolithicus*, *plicatilis*, *Oppelia arolica*, *Ochetoceras canaliculatum*, *Cardioceras tenuiserratum*. Ces couches, qui sont d'une constance remarquable et peuvent être suivies depuis Uetzing, au nord, jusque vers Passau, au sud, reposent soit sur l'Oxfordien supérieur, soit sur l'une des zones du Callovien (fig. 310). L'Oxfordien supérieur n'est visible que vers l'ouest. Il s'est produit incontestablement une dénudation générale, antérieure au dépôt de l'Argovien. Lothar Reuter [194] suppose avec raison des courants marins d'une grande intensité, qui ont donné lieu à une érosion sous-marine. A la base de la couche glauconieuse, on observe d'ailleurs un conglomérat, qui renferme, à l'état remanié, des éléments empruntés au substratum.

Nous verrons des faits analogues sur le bord de notre Plateau Central.

Les couches qui, en Bavière, font suite à l'Argovien présentent les plus grandes analogies avec celles de Souabe, de sorte qu'aucune modification latérale de faciès ne vient plus accuser l'approche d'une terre émergée. Il est probable que le massif de Bohême était entièrement sous les eaux à l'époque Oolithique moyenne.

Dans le Nord de la Bohême, toutefois, l'Argovien est très réduit, la zone à *Peltoceras transversarium* présente un faciès néritique à Échinides (*Rhabdocidaris caprimontana*, *Cidaris coronata*) et à Brachiopodes (*Rhynchonella lacunosa*, *Terebratula bisuffarcinata*, *immanis*, *Dictyothyris Kurri*, *Megerlea loricata*), et ce n'est que plus haut qu'apparaissent des faciès à Spongiaires et à Céphalopodes, attestant un approfondissement de la mer à partir du Lusitanien supérieur. Les mêmes faciès s'observent à Hohenstein, en Saxe [24, 25].

Au sud-est du massif, les environs d'Olomučan, en Moravie, ont permis à Uhlig [26] de constater la superposition, à l'Oxfordien à *Cardioceras corda-*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

tum, de couches argoviennes à Spongiaires, avec nombreux Céphalopodes (*Cardioceras alternans*, *tenuiserratum*, *Oppelia arolica*, *Ochetoceras canaliculatum*, *Neumayria Bachiana*, *Perisphinctes plicatilis*, *Martelli*) et Brachiopodes.

Les *couches de Ruditz* affectent ensuite de nouveau un faciès à Échinides (*Cidaris florigemma*, *Blumenbachi*, *Rhabdocidaris caprimontana*, *Glypticus hieroglyphicus*) et à Brachiopodes (*Terebratula bisuffarcinata*, *Rhynchonella Astieriana*) incontestablement néritique. Ce n'est que plus au sud, à la Schwedenschantze, près Brünn, que la zone à *Peltoceras bicristatum* se présente avec une grande abondance de Céphalopodes (*Phylloceras*, *Neumayria*, *Cardioceras alternans*, *Lorioli*, *Perisphinctes Wartæ* et nombreuses espèces nouvelles, *Peltoceras bicristatum*, *Uhligi*, etc.), associés à des Gastéropodes (*Pleurotomaria*, *Turbo*, *Pseudomelania*), à des Lamellibranches (*Lima*, *Modiola*, *Isoarca*, *Opis*, *Goniomya*) et à des Brachiopodes (*Rhynchonella*, *Acanthothyris*, *Terebratula*) [282].

Les termes supérieurs du Jurassique manquent en Moravie, où ils ont sans doute disparu par ablation ultérieure.

Le groupe Oolithique moyen est fort bien développé en Pologne (environs de Cracovie, Haute-Silésie, environs de Czenstochowa) et la ressemblance de ses termes successifs avec les subdivisions correspondantes du Jura Souabe ont depuis longtemps frappé les auteurs. Le faciès à Spongiaires est en général prédominant. A Czenstochowa il semble avoir fait son apparition plus tôt qu'ailleurs, car il existe déjà dans la zone à *Cardioceras cordatum*, pour se continuer dans la zone à *Peltoceras transversarium*, de sorte que les fossiles des deux zones isopiques ne peuvent être séparés sur les affleurements. A côté des Céphalopodes caractéristiques, on trouve surtout des Brachiopodes, des Échinides et des Spongiaires [196]. L'abondance des *Cardioceras* et la présence de certains *Perisphinctes* sont attribuées par Bukowski au voisinage de la Russie. Des faciès semblables se retrouvent encore dans la zone à *Oppelia tenuilobata*. Le Kimeridgien supérieur rappelle, par contre, celui de la Russie centrale et orientale. L'existence d'une communication dans cette direction paraît donc être vraisemblable.

Jura méridional. — Nous revenons maintenant au Jura, qui nous a servi de point de départ pour l'étude du sillon de l'Europe centrale. Sur tout le bord méridional et oriental de cette chaîne, les diverses zones de l'étage Lusitanien se présentent avec les mêmes caractères que dans le Jura Argovien [220]; par contre, le Kimeridgien est envahi par des faciès coralligènes, dont nous réservons l'examen pour un paragraphe ultérieur.

L'Argovien inférieur est uniformément constitué, sur le versant suisse, par des marno-calcaires grumeleux en tous points semblables aux couches de Birmensdorf, qui ont servi de type au sous-étage. On y trouve les mêmes Ammonites (*Oppelia arolica*, *Ochetoceras canaliculatum*, *Creniceras crenatum*, *Cardioceras alternans*, *Perisphinctes Martelli*, *Schilli*, *Aspidoceras Œgir*, *Sowerbyceras tortisulcatum*), les mêmes Lamellibranches, les mêmes Brachiopodes (*Rhynchonella arolica*, *triloboides*, *Terebratula bisuffarcinata*, *Glossothyris nucleata*, *Dictyothyris Kurri*, *Megerlea pectunculus*, *gutta*), les mêmes Échinodermes (*Cidaris coronata*, *Dysaster granulosus*, *Asterias jurensis*, *Balanocrinus subteres*, *Eugeniacrinus caryophyllatus*, *nutans*), les mêmes Spongiaires.

Il repose tantôt sur le Callovien, tantôt sur les marnes oxfordiennes à *Creniceras Renggeri*, tantôt sur les couches à *Pholadomya exaltata*. C'est la répétition d'un état de choses que nous venons de signaler en Franconie.

Le même faciès grumeleux déborde sur le versant français, aux environs d'Andelot, Champagnole, Billote et il envahit toute la largeur de la chaîne au sud d'Oyonnax. Une de ses localités les plus fossilifères est celle de Trept, dans l'Isère. A. de Riaz lui a consacré une superbe monographie [283]. Nous verrons plus loin quels sont ses équivalents en Franche-Comté.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

La partie supérieure du sous-étage est constituée, comme en Argovie et comme en Souabe, par des marnes à *Aulacothyris impressa*, avec Ammonites pyriteuses, et ce faciès accompagne généralement les couches de Birmensdorf.

Le Rauracien est souvent néritique, même sur le versant suisse du Jura central; mais, dans le Jura méridional, il est généralement à l'état de marnes à Spongiaires et à Brachiopodes. On y trouve quelquefois *Peltoceras bicristatum*, *Ochetoceras Marantianum*, *Perisphinctes virgulatus*.

Le Séquanien est constitué, dans les mêmes régions, par des calcaires compacts à *Perisphinctes Achilles*, *polyplocus*, *Lothari*, *Aspidoceras microplus*.

Languedoc et Chaînes Subalpines. — Le groupe Oolithique moyen présente sur tout le pourtour du bassin du Rhône la plus remarquable uniformité. Qu'on l'étudie dans le Languedoc, depuis la montagne de Crussol, dans l'Ardèche, jusque dans le Gard et l'Hérault, dans les chaînes à direction W.-E. du Nord de la Provence ou dans les Chaînes Subalpines, depuis les Basses-Alpes jusque dans la Haute-Savoie, partout la succession des horizons paléontologiques est exactement la même, partout le faciès est bathyal, à l'exclusion de toute intercalation néritique, et presque partout les caractères lithologiques des divers niveaux restent constants.

Les principales variations de faciès portent sur l'Argovien. Lorsque ce sous-étage fait suite normalement à l'Oxfordien supérieur, il est d'ordinaire relié à ce terme par des alternances multiples de calcaires compacts et de marnes de couleur foncée, où les fossiles sont peu abondants. La sédimentation argileuse fait place insensiblement à la sédimentation calcaire. Mais, en divers points, l'élément calcaire apparaît brusquement. Dans ce cas, l'Argovien est constitué, comme en Souabe, comme à Birmensdorf, comme à Trept, par des calcaires grumeleux, renfermant toujours en grande abondance les mêmes Ammonites, ici, toutefois, avec une prédominance marquée de *Sowerbyceras tortisulcatum* et d'autres *Phylloceratidæ*. Cet Argovien grumeleux repose alors sur des couches d'âges divers : sur la zone à *Macrocephalites macrocephalus*, à Chabrières, près Norante (Basses-Alpes) [50 *ter*]; sur la zone à *Reineckeia anceps*, à Joyeuse (Ardèche); ailleurs, sur l'Oxfordien inférieur. Il y a donc eu, dans ces points, comme en Franconie et dans le Jura méridional, une érosion sous-marine très intense au début de l'Argovien.

Le Rauracien est constitué partout par des calcaires marneux, bien stratifiés, à *Peltoceras bicristatum*, *Ochetoceras Marantianum*, *Perisphinctes virgulatus*.

Le Séquanien est représenté par des calcaires compacts, en bancs épais, avec délits marneux. On y trouve principalement des *Perisphinctes*, tels que *P. Lothari*, *polyplocus*, *inconditus*, *lictor*.

Des calcaires tout à fait semblables, renfermant *Streblites tenuilobatus*, *Neumayria compsa*, *Holbeini*, *trachynota*, *Aspidoceras acanthicum*, doivent être attribués au Kimeridgien inférieur. Ils sont particulièrement fossilifères à la montagne de Crussol, en face de Valence (fig. 324; pl. CXI, 2) [284].

Au-dessus viennent des calcaires massifs, ruiniformes, quelquefois grumeleux, où abonde *Sowerbyceras Loryi* [285]. Leur partie inférieure est caractérisée par la présence d'*Aulacostephanus pseudomutabilis*, *Eudoxus*, *Perisphinctes Eumelus*, *Aspidoceras longispinum*, *acanthicum* et doit être placée au niveau des couches à *Aulacostephanus* de la Russie orientale, c'est-à-dire dans le Kimeridgien supérieur. Leur partie supérieure renferme déjà, comme on le verra plus tard, des Ammonites portlandiennes.

Cette succession s'observe sur le bord même du Plateau Central et rien n'indique ici la proximité d'un rivage; la plus grande partie du massif ancien se trouvait donc sous les eaux, exactement comme le massif de Bohême.

Le faciès bathyal du groupe Oolithique moyen, qui est encore bien développé, avec tous ses horizons à Céphalopodes, dans le Nord du Var et dans le Sud-Ouest des Alpes-Maritimes [47], fait place, par contre, sur le bord du massif des Maures et de l'Estérel, à des dolomies sans fossiles, intercalées entre le Bathonien et le Portlandien. Il est donc peu probable que les dépôts oolithiques moyens se soient étendus par-dessus tout le massif.

Par contre, les formations bathyales forment une ceinture ininterrompue

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

sur le bord sud-ouest du massif du Mercantour [XXXV, 111] et on en observe encore des lambeaux aux environs d'Allos (Basses-Alpes) et de Gap.

Dans les nappes charriées du bassin de la Durance, le groupe Oolithique moyen semble faire entièrement défaut. Il est cependant représenté, dans la nappe inférieure de Sulens, par des faciès à Céphalopodes identiques à ceux de la série autochtone.

Alpes calcaires suisses. — Contrairement à ce qui a lieu pour le groupe Oolithique inférieur, les faciès du groupe Oolithique moyen sont sensiblement les mêmes dans la série autochtone qui forme la couverture du massif

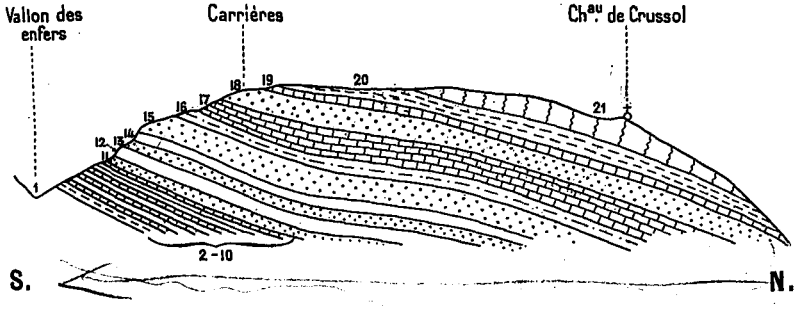


Fig. 324. — Coupe de la montagne de Crussol, en face de Valence (d'après A. Toucas).

1, calcaires compacts (Hettangien); 2, grès dolomitiques (Lias); 3, calcaires marneux à *Hildoceras bifrons* (Toarcien); 4, calcaires marneux à *Harpoceras opalinum* et calcaires compacts à *Harpoceras Murchisonæ* (Aalenien); 5, calcaires compacts à *Stepheoceras Humphriesianum*, *Parkinsonia Parkinsoni*, *Cosmoceras Garantianum* (Bajocien); 6, calcaires à silex blonds; 7, calcaires bruns très compacts à *Lytoceras tripartitum* et Spongiaires (Bathonien inférieur); 8, calcaires marneux couverts de *Cancellophycus* (id.); 9, bancs ocreux à *Oppelia subdiscus* (id.); 10, marnes et calcaires schisteux à Posidonomyes, avec *Perisphinctes subbakeriae* (Bathonien supérieur); 11, calcaires marneux à *Macrocephalites macrocephalus* et *Phylloceras Hommairei* (Callovien inférieur); 12, marnes grises à *Belemnopsis hastatus* (Callovien supérieur); 13, marnes et calcaires noduleux à *Cardioceras cordatum* (Oxfordien); 14, calcaires marneux à *Peltoceras transversarium* (Argovien); 15, argiles et bancs calcaires à *Ochetoceras canaliculatum* (id.); 16, marnes schisteuses et bancs calcaires à *Peltoceras bicristatum* (Rauracien); 17, calcaires compacts à *Perisphinctes polyplocus*, *Achilles* (Séquanien); 18, calcaires et petits lits marneux à *Streblites tenuilobatus*, *Neumayria trachynota*, *Aspidoceras acanthicum* (Kimeridgien inférieur); 19, calcaires gris à *Aspidoceras longispinum*, *Perisphinctes Eumelus* (Kimeridgien supérieur); 20, calcaires compacts ruiniformes à *Waagenia Beckeri*, *Lissoceras Staszycii* (Portlandien inférieur); 21, calcaires très compacts à *Pygope janitor*, *Phylloceras ptychoicum*, *Lissoceras carachtheis* (Portlandien moyen).

central de l'Aar et dans la série charriée dite *Helvétique*, qui se trouve aujourd'hui en avant de ce massif, mais qui a ses racines en arrière. Dans les deux cas, la succession est la même et elle rentre dans le type habituel du sillon de l'Europe centrale. Elle débute par des couches de Birmensdorf en tous points semblables à celles du Jura Argovien. Mœsch a même observé au Gonzen, dans les Alpes de Glaris, leur superposition directe, avec ravinement, à des oolithes ferrugineuses d'âge bajocien. D'ordinaire elles reposent sur le Callovien, et l'Oxfordien a presque toujours été enlevé, vraisemblablement, ici encore, par une érosion sous-marine. Elles sont séparées, par un équivalent des couches d'Effingen, d'une masse puissante de calcaires compacts, gris bleu, le *Hochgebirgskalk*, que ses rares fossiles permettent de paralléliser avec les termes supérieurs du Lusitanien et avec le Kimeridgien.

Les travaux d'Ernest Favre [286-288] ont permis de reconnaître, dans les nappes inférieures des Préalpes, les zones classiques du Jura

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Souabe et du bassin du Rhône. La grande rareté des Brachiopodes et des Lamellibranches indique des profondeurs plus grandes que dans les parties plus septentrionales du sillon de l'Europe centrale. Les *Phylloceras* et les *Lytoceras* sont assez abondants à tous les niveaux, il en est de même des Bélemnites du genre *Belemnopsis* et des *Aptychus*. Les Échinodermes sont représentés par *Collyrites Voltzi* et *friburgensis*, les Gnathostomes sont beaucoup plus rares. L'Argovien fait suite sans lacune à l'Oxfordien, qui présente déjà, comme en Moravie, le faciès grumeleux, cantonné ailleurs dans la zone à *Pelloceras transversarium*.

Dans la nappe qui repose sur les précédentes, le groupe Oolithique moyen n'est pas connu avec certitude et il semble que le Portlandien s'appuie directement sur les couches à *Mytilus* bathoniennes. Les racines de cette nappe sont probablement situées sur le prolongement de la zone du Briançonnais, où l'on observe la même superposition.

Klippen de la Basse-Autriche et des Karpates. — On a vu plus haut que quelques lambeaux de Lias et de Bajocien, pincés entre le bord externe des Alpes calcaires septentrionales et la zone du Flysch, constituent sans doute le prolongement des nappes des Préalpes, dont ils possèdent le faciès. Les terrains du groupe Oolithique moyen ne se trouvent que rarement dans des conditions analogues. Des lambeaux de calcaires noduleux rouges et gris, d'âge kimeridgien, ont été découverts récemment par Toula [304]. Leur faune est très riche en Ammonites, mais la conservation des échantillons laisse beaucoup à désirer. Les genres les plus abondamment représentés sont *Phylloceras*, *Lytoceras*, *Oppelia*, *Neumayria*, *Perisphinctes*, *Simoceras*, *Aspidoceras*. Les espèces les plus significatives au point de vue de la détermination du niveau sont les suivantes : *Neumayria compsa*, *Perisphinctes colubrinus*, *Aulacostephanus* cf. *Eudoxus*, *Aspidoceras acanthicum*, *longispinum*, *orthocera*, *cyclotum*, *Waagenia* sp.

Dans les « Klippen » des Karpates, qu'Uhlig envisage comme le prolongement des Préalpes Suisses, on retrouve des calcaires noduleux presque identiques à ceux des Alpes Fribourgeoises.

L'Argovien de la Stankókwa a fourni à Neumayr [9] *Phylloceras plicatum*, *Manfredi*, *Sowerbyceras torlisulcatum*, *Cardioceras tenuiserratum*, *Neumayria Anar*, *Perisphinctes plicatilis*, *Martelli*, *Peltoceras transversarium*, *Aspidoceras OEgir*, *Tietzei*. La même faune se retrouve dans quelques autres « Klippen » de la zone Piennine.

Le Kimeridgien renferme entre autres, dans la petite « Klippe » de Janikówka, les espèces suivantes : *Phylloceras isotypum*, *polyolcum*, *Sowerbyceras Loryi*, *Lytoceras quadrisulcatum*, *Neumayria compsa*, *nobilis*, *Perisphinctes Roubyanus*, *involutus*, *Aspidoceras liparum*, *acanthicum*, *altenense*, *bispinosum*, *longispinum*, *rupellense*, *Waagenia pressula*.

Par contre, les zones à *Peltoceras bicristatum* et *Perisphinctes Achilles* ne sont pas encore connues avec certitude, mais il ne semble pas exister de lacune entre l'Argovien et le Kimeridgien.

Les couches dont il vient d'être question se sont évidemment déposées dans des régions très profondes du sillon de l'Europe centrale, comme l'indiquent l'abondance des *Phylloceras* et des *Lytoceras*, la rareté des Lamellibranches, l'absence des Gastéropodes et des Brachiopodes. La faible épaisseur des dépôts s'accorde fort bien avec cette conclusion.

ZONE DES RÉCIFS LUSITANIENS ET KIMERIDGIENS. — Avant d'aborder l'étude des régions situées au sud du sillon de l'Europe centrale, nous devons encore

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

passer en revue les formations néritiques de l'Allemagne du Nord, du bassin Anglo-Parisien et de l'Aquitaine, qui peuvent être envisagées en quelque sorte comme une dépendance de ce sillon, et les formations bathyales de la péninsule Ibérique, qui en sont comme le prolongement.

Allemagne du Nord. — Le changement brusque dans les caractères de la sédimentation, qui, dans le sillon de l'Europe centrale, marque le début de la période Oolithique moyenne, a lieu également au même moment dans l'Allemagne du Nord. Aux couches argileuses et sableuses de Hersum, qui représentent l'Oxfordien supérieur, font suite assez brusquement des calcaires oolithiques, le *Korallenoolith* des auteurs allemands.

Les affleurements des environs d'Inowrazlaw, en Posnanie [289], constituent un jalon intermédiaire entre ceux de l'Allemagne du Nord et ceux de la Pologne russe.

Plus à l'ouest, quelques gisements de la Poméranie sont aujourd'hui bien connus, grâce à une importante monographie de Martin Schmidt [290], mais les termes supérieurs affleurent seuls.

Le Hanovre fournit une succession assez complète du groupe Oolithique moyen. C. Struckmann lui a consacré plusieurs mémoires [291]. Les Ammonites y sont fort rares, de sorte que le parallélisme avec les zones classiques ne peut être établi qu'approximativement.

Le *Korallenoolith* semble correspondre à la totalité du Lusitanien. On n'y observe pas de véritables récifs, mais les Zoanthaires sont très communs dans certains bancs. Le fossile le plus caractéristique est *Cidaris florigemma*. Les Brachiopodes, les Lamellibranches et les Gastéropodes sont également très abondants. Les principales subdivisions que l'on a pu y établir sont les suivantes :

1° bancs à Coralliaires et *Alectryonia rastellaris ;*

2° calcaires à *Pecten varians*, *Nerinea Visurgis*, *Pseudomelania heddingtonensis ;*

3° calcaires en bancs réguliers avec *Zeilleria Egena*, *Rhynchonella pinguis*, *Ostrea multiformis*, *Natica globosa*, *Nerinea tuberculosa*, *Gosæ*, *bruntrutana*.

Les marnes à *Nerinea obtusa*, *Natica suprajurensis*, *Terebratula subsella* et les calcaires oolithiques bitumineux à *Exogyra bruntrutana*, *Gervilleia tetragona*, *Cyprina Brongniarti*, *Pterocera oceani* sont généralement envisagés comme l'équivalent du Ptérocérien du Jura, c'est-à-dire comme du Kimeridgien inférieur, tandis que les marnes et les calcaires à *Exogyra virgula* et *Corbula mosensis* correspondent au Virgulien, au Kimeridgien supérieur.

Les couches supérieures du Lusitanien et le Kimeridgien renferment en Poméranie, à côté de nombreux Échinides, Brachiopodes, Lamellibranches et Gastéropodes, qui leur confèrent un caractère néritique, un certain nombre d'Ammonites, qui permettent un parallélisme plus rigoureux. C'est ainsi que Martin Schmidt cite plusieurs espèces séquaniennes : *Holcostephanus trimerus*, *Perisphinctes effrenatus*, *involutus*. *Pictonia Cymodoce* caractérise le Kimeridgien inférieur et témoigne d'affinités anglo-parisiennes. Le Kimeridgien supérieur est particulièrement riche en Ammonites : *Aulacostephanus pseudomutabilis*, *Eudoxus*, *subeudoxus*, *subundoræ*, *Perisphinctes* pl. sp., *Aspidoceras longispinum*, *liparum*. C'est la faune des bords de la Volga, que nous retrouverons dans le bassin Anglo-Parisien.

Tout récemment, un sondage entrepris à Heilsberg, dans la Prusse orientale, a rencontré également, au-dessus d'argiles et de sables du groupe Oolithique moyen, des marnes avec bancs oolithiques peu fossilifères, qui représentent sans doute le Lusitanien, et des grès argileux très puissants, dans lesquels P. G. Krause a signalé une faune kimeridgienne analogue à celle de la Russie orientale (*Cardioceras Volgæ*, *Aulacostephanus subundoræ* et nombreux Lamellibranches).

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Angleterre. — L'Oxford Clay, type de l'étage Oxfordien, est séparé du Kimeridge Clay, type de l'étage Kimeridgien, par un ensemble, d'épaisseur variable, connu sous le nom de *Corallian*. C'est l'équivalent du Lusitanien, mais, dans l'état actuel de nos connaissances, il serait illusoire de vouloir préciser davantage les parallélismes.

Si l'on en croyait les listes publiées par certains auteurs anglais, la répartition verticale des Ammonites différerait totalement de celle que l'on a observée dans les autres pays, car on cite pêle-mêle dans le Corallien des espèces calloviennes, oxfordiennes, ptérocériennes, virguliennes, voire portlandiennes. Ces anomalies ne s'expliquent que par des déterminations paléontologiques erronées [18].

Le Corallien anglais est une série calcaire, intercalée entre deux termes argileux. Ses sédiments rappellent tout à fait ceux du Corallien du Hanovre. Les Zoanthaires sont abondants dans certains bancs, mais ils ne forment pas de véritables récifs. Ils sont accompagnés de nombreux Échinides, de Brachiopodes, de Lamellibranches, de Gastéropodes.

Dans le Yorkshire, où le Corallien atteint son maximum d'épaisseur (70 m), il est constitué par des alternances de sables calcaires (*calcareous grit*), d'oolithes et de calcaires à polypiers (*coral rag*), conformément au schéma suivant :

6° Calcareous Grit supérieur;
5° Coral Rag et calcaire supérieur;
4° Calcareous Grit moyen;
3° Calcaire inférieur;
2° Couches de passage;
1° Calcareous Grit inférieur.

D'après Fox-Strangways [18], les 3 assises inférieures appartiendraient encore à l'Oxfordien, puisqu'elles renferment encore *Cardioceras cordatum, vertebrale, Sutherlandiæ* et *Aspidoceras perarmatum*. Cependant le même auteur cite en outre *Ochetoceras canaliculatum*, espèce caractéristique de l'Argovien.

Les 3 assises supérieures constituent la zone à *Perisphinctes plicatilis* des auteurs anglais, toutefois on y mentionne en outre la présence de *Perisphinctes Achilles*, de *Cardioceras alternans* et, ce qui est plus singulier, celle de *Cardioceras cordatum*.

Dans le Dorsetshire, des argiles s'intercalent dans le Calcareous Grit inférieur et dans le Corallien supérieur, qui débute par l'oolithe d'Osmington à *Pecten fibrosus*, *Pinna ampla*, *Pseudomelania heddingtonensis* et se termine par le minerai de fer d'Abbotsbury, riche en Brachiopodes.

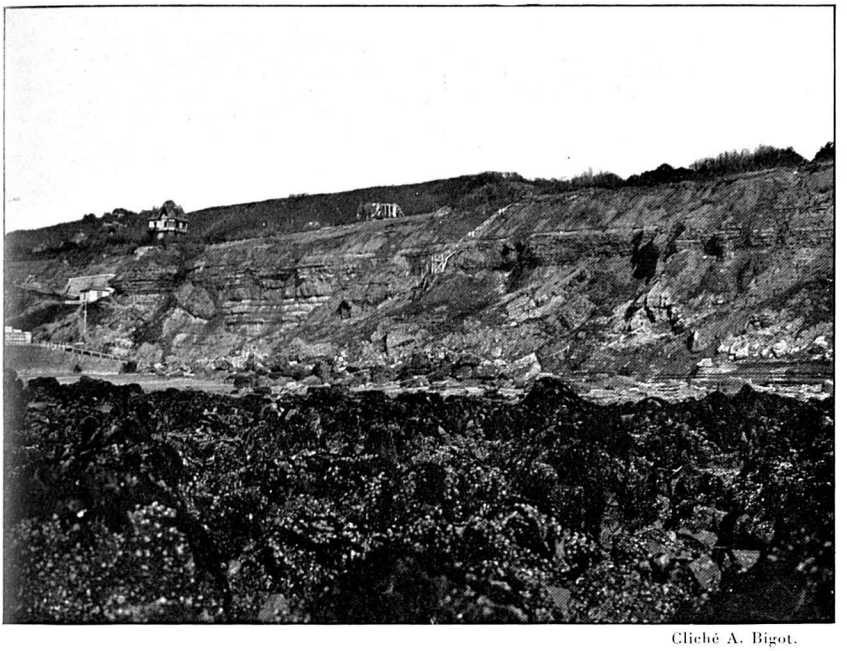
Il est à remarquer que les Bélemnites du Corallien anglais appartiennent aux deux genres *Belemnopsis* et *Cylindroteuthis* et que le genre *Diceras*, si commun dans les formations coralligènes de France, fait entièrement défaut.

Le *Kimeridge Clay* d'Angleterre est une formation vaseuse, où abondent surtout les Lamellibranches : *Ostrea deltoidea, Exogyra virgula, Arca rhomboidalis, Astarte hartwellensis, Lucina minuscula*. Les Brachiopodes sont représentés par *Lingula ovalis, Discina latissima, Rhynchonella inconstans*. Parmi les Ammonites, *Cardioceras alternans, Pictonia Cymodoce, Proplanulites mutabilis, Perisphinctes decipiens, rotundus* caractérisent la partie inférieure, *Aulacostephanus Eudoxus, pseudomutabilis, Perisphinctes biplex, Aspidoceras longispinum*, la partie supérieure. Les ossements de Reptiles marins se rencontrent en grande abondance. Ce sont des Ichthyosauriens, des Sauroptérygiens (*Cimoliosaurus*), des Dinosauriens (*Bothriospondylus, Megalosaurus*), des Ptérosauriens, des Crocodiliens, des Chéloniens.

Normandie. — L'étude du groupe Oolithique moyen dans les régions françaises va nous fournir maintenant les moyens de préciser davantage le synchronisme des formations néritiques avec les formations bathyales du sillon de l'Europe centrale.

Nous prendrons comme point de départ l'examen des falaises de Normandie entre Beuzeval et Honfleur (fig. 314; pl. CVII, 1) [28].

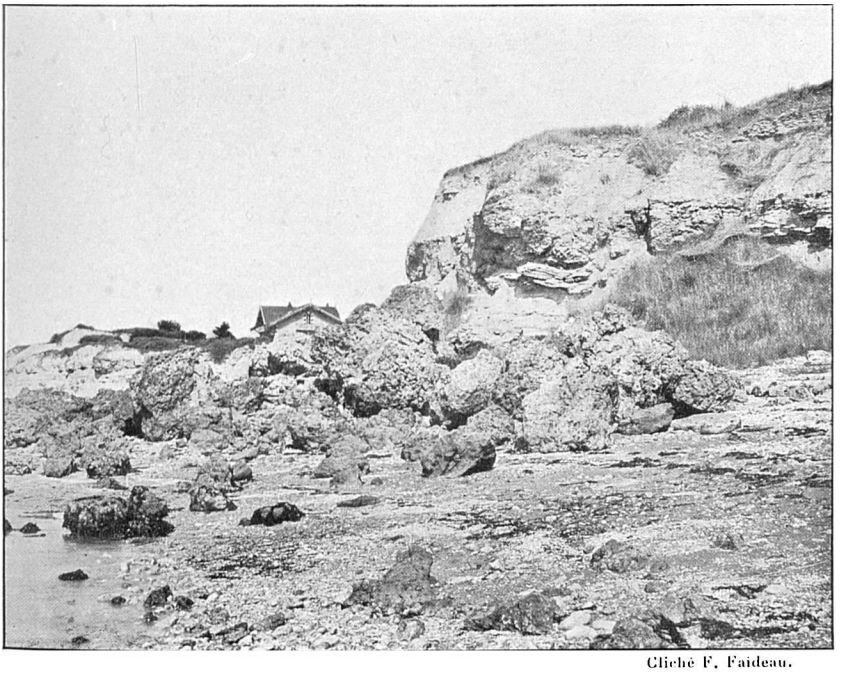
Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



Cliché A. Bigot.

FALAISE DES BAINS D'HENNEQUEVILLE (Calvados).

Au premier plan : blocs de silex isolés par la mer dans les éboulis de calcaires siliceux. Au pied de la falaise : oolithes de Trouville. Escarpement de calcaires à silex rauraciens. Talus d'argiles séquaniennes. A l'arrière-plan : falaise cénomanienne.



Cliché F. Faideau.

FALAISE DE LA POINTE DU CHÉ, PRÈS LA ROCHELLE.

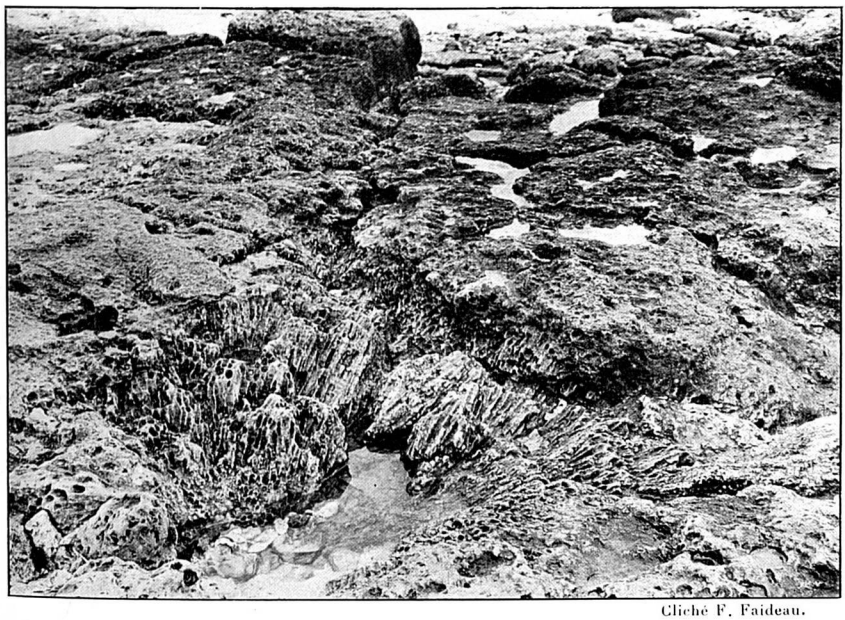
Récifs coralliens d'âge séquanien en place et blocs éboulés de calcaires à polypiers.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



Cliché F. Faideau.

FALAISE DE LA POINTE DU CHÉ, PRÈS LA ROCHELLE.



Cliché F. Faideau.

PLATE-FORME CÔTIÈRE AU PIED DE LA FALAISE DE LA POINTE DU CHÉ, PRÈS LA ROCHELLE.

Polypiers en place dans un récif corallien d'âge séquanien.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Au sommet du calcaire à oolithes ferrugineuses qui représente la zone supérieure de l'Oxfordien, avec *Cardioceras cordatum*, *Peltoceras arduennense*, etc., on observe un lit de galets perforés et de fossiles roulés, qui supporte un gros banc de calcaire oolithique *blanc*, avec *Perisphinctes Martelli* et *Nucleolites scutatus*. C'est la base de l'Argovien, constitué à Trouville presque entièrement par des oolithes à fossiles roulés (*Nerinea*, *Cerithium Struckmanni*, *Trigonopis Venus*) et par des calcaires fins, où abondent, à Trouville, *Cidaris florigemma* et *Hemicidaris crenularis*, tandis que les polypiers ne se rencontrent en grand nombre que dans un banc très peu épais. A la butte de Bénerville, par contre, l'oolithe à *Nucleolites scutatus* est surmontée par 25 m de calcaires à structure caverneuse, avec nombreux Zoanthaires, Échinides, Gastéropodes Les polypiers rameux se trouvent ici en place, sans trace de charriage.

Les *grès d'Hennequeville*, qui viennent ensuite et dont certains bancs sont entièrement couverts de valves de *Trigonia Bronni*, renferment encore de gros *Perisphinctes*, voisins de *Martelli*, et de nombreux Gastéropodes. Il est probable qu'ils correspondent au Rauracien, car ils sont recouverts par les *argiles de Villerville*, qui contiennent *Perisphinctes Achilles* et *Cardioceras alternans* et appartiennent au Séquanien. On y trouve notamment *Nucula Menkei*, *Leda Cypris*, *Astarte scalaria*, *Corbulomya glosensis*, *Ceromya Brongniarti*, *Pleuromya Bronni* et, au sommet, *Ostrea deltoidea*. Un grès ferrugineux y forme une intercalation qui va en se développant de plus en plus vers le sud, de sorte que les argiles de Villerville font place, dans la région de Lisieux, aux *sables de Glos*, célèbres par leur richesse en Gastéropodes et en Lamellibranches d'une admirable conservation. Les espèces les plus communes dans le gisement de Cordebugle sont les suivantes : *Trigonia papillata*, *Oustaleti*, *Astarte supracorallina*, *Miodon elongatum*, *Turbo crinus*, *Nerita transversa*, *Pseudomelania collira*, *Pseudonerinea Clio*, *Cerithiella plicata*, *Cerithium Struckmanni*, *Microschiza abbreviata*, *Ampullina clymenia* [1].

Le Kimeridgien est surtout bien développé sur la rive droite de la Seine, dans la falaise de la Hève, près le Havre. Sa partie inférieure est constituée par deux masses de calcaires marneux (calcaires à Trigonies et marnes à *Harpagodes Oceani*), séparées par des argiles qui ont fourni en grand nombre des restes de Reptiles et de Poissons. Les bancs calcaires renferment des Ammonites (*Pictonia Cymodoce* et formes voisines, *Holcostephanus Berryeri*, *pseudo-eumelus*), des Gastéropodes (*Pleurotomaria Hesione*), des Lamellibranches (*Nucula Menkei*, *Trigonia papillata*, *Dolfussi*, *Pholadomya Protei*, *Ceromya excentrica*), des Brachiopodes (*Rhynchonella inconstans*, *Zeilleria humeralis*, *Terebratula subsella*), des Échinides (*Rhabdocidaris Orbignyana*). Nous pouvons envisager ce gisement comme le type du Kimeridgien inférieur ou Ptérocérien du bassin de Paris.

Le Kimeridgien supérieur ou Virgulien est représenté, entre Bléville et Octeville, par des argiles à *Aspidoceras Lallierianum*, *orthocera*, dans lesquelles *Exogyra virgula* est toutefois moins abondante que dans les couches sous-jacentes.

Le Kimeridgien affleure également dans le Pays de Bray, où il constitue le centre d'une grande voûte dissymétrique, l'anticlinal ou boutonnière du Bray.

Boulonnais. — Dans le Bas-Boulonnais, les patientes recherches d'Edmond Pellat [293] ont permis de préciser la position des niveaux coralligènes au milieu d'une succession que nous donnons ici en résumé :

1° Argiles à *Perisphinctes Martelli* et Spongiaires, avec banc à *Pseudomelania heddingtonensis* au sommet;

2° Calcaires du mont des Boucards, avec polypiers et *Cidaris florigemma* à la base, Brachiopodes et *Isocardia* au sommet;

3° Calcaire à polypiers et *Cidaris florigemma;*

4° Argiles à *Ostrea subdeltoidea;*

5° Sables et grès de Brunembert à *Trigonia Bronni* et *Perisphinctes Lothari;*

6° Oolithe d'Hesdin-l'Abbé à *Zeilleria Egena* et *Nerinea Goodhalli;*

7° Calcaires à *Perisphinctes Achilles* et marnes à Gastéropodes et Lamellibranches;

8° Sables et grès de Wirvigne, avec *Holcostephanus Berryeri*, *Perisphinctes Eumelus*, *Erinus*, *Perisphinctes Mœschi*, *Harpagodes Oceani*, *Ostrea bruntrutana*, *Trigonia papillata*, *Ceromya excentrica*, *Pholadomya Protei*, *Terebratula subsella*, *Zeilleria humeralis*, *Pygurus jurensis*, *Pygaster umbrella;*

1. Renseignements inédits fournis par M. A. Bigot.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

9° Calcaires de Bréquerecque à *Pholadomya hortulana;*
10° Argiles et calcaires inférieurs de la falaise du Moulin Hubert, avec *Aspidoceras orthocera, Ostrea subdeltoidea, Exogyra virgula;*
11° Argiles et calcaires supérieurs de la falaise du Moulin Hubert, avec *Aspidoceras Caletanum, Perisphinctes Eumelus, Cardioceras Beaugrandi, Trigonia Renauxiana, Exogyra virgula;*
12° Schistes et calcaires inférieurs de la falaise de Châtillon, avec *Aulacostephanus pseudomutabilis, Perisphinctes Erinus, Ostrea subdeltoidea.*
13° Schistes et calcaires supérieurs de la falaise de Châtillon, avec premiers fossiles portlandiens.

Cette série est des plus instructives. Elles nous fournit la preuve d'un certain nombre de parallélismes, qui servent de base à la classification des assises oolithiques moyennes du bassin de Paris.

Si nous identifions le n° 1 à l'Argovien et les n^{os} 5-7 au Séquanien (zone à *Perisphinctes Achilles*), nous pouvons conclure à l'âge rauracien des couches 2 et 3, qui constituent les deux épisodes coralliens dans le Boulonnais. Le n° 8 est un équivalent exact du Kimeridgien du Havre. Il renferme également *Perisphinctes Mœschi*, espèce caractéristique de la zone à *Streblites tenuilobatus* du Jura Argovien.

Les couches 10 à 12 représentent le Kimeridgien supérieur, qui ici peut être subdivisé en 3 sous-zones, caractérisées par des espèces spéciales. Les 3 niveaux sont argileux, mais ils sont séparés par des bancs de sables et de grès, qui permettent de les distinguer plus facilement. On remarquera qu'*Aulacostephanus pseudomutabilis* se trouve dans la sous-zone supérieure, immédiatement au-dessous du Portlandien. Nous pouvons ainsi, partout où nous rencontrons cette Ammonite, préciser la limite du Kimeridgien et du Portlandien.

Ardenne. — Les successions que nous venons d'étudier en Normandie et dans le Boulonnais laissent planer un certain doute sur le moment précis où apparaissent les formations coralligènes. Nous les avons placées dans le Rauracien, mais il est très possible qu'elles débutent déjà dans l'Argovien. Les observations de Munier-Chalmas dans les Ardennes montrent que, dans ce département, l'Argovien tout entier est envahi par le faciès corallien.

Les calcaires et les argiles à *Cardioceras cordatum* supportent directement des calcaires plus ou moins marneux, avec *Hemicidaris crenularis, Cidaris florigemma, Glypticus hieroglyphicus, Apiocrinus Roissyanus* et Zoanthaires. Puis viennent des calcaires à polypiers siliceux, renfermant les mêmes Échinides, *Pterocardium corallinum*, des *Diceras* et *Cardioceras cordatum*, qui, comme on sait, se rencontre souvent jusque dans la zone à *Pelloceras transversarium*. Ces couches sont surmontées par des alternances de calcaires marneux, de calcaires compacts, de calcaires oolithiques et de calcaires à polypiers. On y trouve surtout des Gastéropodes et des Lamellibranches à test épais, des Échinides, accompagnés, à Saulces-aux-Tournelles, de *Perisphinctes Martelli*. Le Rauracien n'est donc représenté que par des calcaires compacts à *Diceras arietinum* et *Nerinea Defrancei*, qui supportent des calcaires à *Astarte minima* d'âge séquanien, néritiques, mais nullement coralligènes. Le Kimeridgien n'existe que dans le Sud-Est du département, car, au nord, le Crétacé moyen repose indistinctement sur l'Oxfordien, sur le Rauracien ou sur le Séquanien.

Est du bassin de Paris. — Sur le bord oriental du bassin de Paris, depuis la Meuse jusque dans la Haute-Marne, on observe encore des formations coralligènes immédiatement au-dessus de l'Oxfordien, mais leur extension n'est pas générale [214]. Ainsi, dans le Nord de la Meuse, elles font place aux

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

calcaires blancs de Creuë à *Ochetoceras canaliculatum*, *Phasianella striata*, *Pholadomya lineata;* de même dans la Haute-Marne, au sud-ouest de Doulaincourt, l'Argovien est constitué par des marnes à *Ochetoceras canaliculatum*, *Perisphinctes Martelli*, où abondent cependant les Échinides (*Hemicidaris crenularis*, *Cidaris cervicalis*, *Holectypus depressus*), les Brachiopodes, les Lamellibranches. Partout ailleurs, la formation des récifs coralliens a commencé dès l'ARGOVIEN, pour se continuer au Rauracien.

Au début, il s'est formé, dans des eaux peu profondes, de véritables prairies de Zoanthaires à polypiers rameux, de Spongiaires, de Crinoïdes (*Apiocrinus Roissyanus*), au milieu desquelles vivaient en abondance des Échinides (*Cidaris florigemma*, *Hemicidaris crenularis*, *Glypticus hieroglyphicus*, *Stomechinus perlatus*), des Brachiopodes (*Zeilleria delemontana*, *Terebratella Richardiana*, *Megerlea pectunculus*) et des Lamellibranches. Les débris de ces organismes se trouvent aujourd'hui dans un calcaire grumeleux. Le fossile le plus commun est *Glypticus hieroglyphicus*, d'où le nom de *Glypticien* que l'on a donné quelquefois à un sous-étage du Corallien, avant d'avoir reconnu qu'il y a là simplement un faciès qui marque un premier stade dans l'établissement des formations coralligènes.

Bientôt les Zoanthaires se développent au point d'édifier des récifs, ce sont les *calcaires à polypiers*, le sous-étage *Zoanthairien* de certains auteurs. Ces calcaires forment par exemple les roches de Saint-Mihiel, dans la Meuse.

Le régime récifal a probablement continué en divers points pendant une partie du RAURACIEN, mais les calcaires à polypiers sont partout recouverts par les calcaires à *Diceras*, dont on a fait le *Dicératien*. Ce sont des calcaires crayeux, qui résultent de la trituration des polypiers du bord des récifs, ou des calcaires oolithiques, produits par la précipitation du calcaire dans des eaux très agitées. Ils remplissent les intervalles des récifs et les recouvrent d'une couche d'épaisseur variable. Dans la Meuse, c'est l'*Oolithe de Saint-Mihiel;* dans la Haute-Marne, l'*Oolithe de Doulaincourt*. On y trouve *Diceras arietinum*, *Pterocardium corallinum*, *Nerinea Mariæ*, *Mandelslohi*, *Purpura Moreana*, des Échinides, des Zoanthaires et même des débris végétaux.

Dans la Haute-Marne, on observe leur passage latéral, vers le sud, à des marnes peu fossilifères à *Peltoceras bicristatum* et *Ochetoceras Marantianum*, de sorte que leur attribution au Rauracien ne fait point de doute [295].

Tandis qu'en Normandie, dans le Boulonnais et les Ardennes les formations coralligènes restent cantonnées dans l'Argovien et le Rauracien, il n'en est pas de même en Lorraine et dans la Haute-Marne, où tout le SÉQUANIEN est encore constitué, sinon par des récifs, du moins par des dépôts zoogènes.

Il existe, notamment dans la Meuse, un niveau d'oolithes blanches, d'une constance remarquable, qui présente de grandes analogies avec l'oolithe à *Diceras* de Saint-Mihiel. Les deux niveaux sont séparés toutefois par une série de marnes et de calcaires marneux, qui peut atteindre 70 m d'épaisseur. Les oolithes supérieures supportent directement des calcaires kimeridgiens à *Zeilleria humeralis*, *Terebratula subsella*, *Harpagodes Oceani*. On y trouve des *Diceras*, des Nérinées, une Algue siphonée, *Goniolina geometrica*, ainsi que *Zeilleria Egena*, espèce qui, d'après Douvillé, caractérise le Séquanien, tandis que *Zeilleria humeralis* est cantonné dans le Kimeridgien inférieur [295].

Dans la Haute-Marne, le Séquanien est constitué par une masse puissante de calcaires compacts (*Corallien compact*) à *Zeilleria Egena*, *Mylilus perplicatus*, *Isocardia striata*, *Ceromya excentrica*, *Pholadomya Protei*. Tombeck y a trouvé à la base *Perisphinctes Achilles*. Plus haut le même géologue a observé deux

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

intercalations d'oolithes coralliennes (*oolithe de Saucourt* et *oolithe de La Mothe*), avec Zoanthaires, Échinides, *Pinnigena Saussurei, Pterocardium corallinum,* Nérinées, qui peuvent être envisagées comme une récurrence du faciès des oolithes rauraciennes [296].

Le KIMERIDGIEN débute dans la Haute-Marne, comme dans la Meuse, par des calcaires à *Zeilleria humeralis*. Il est presque identique à celui de l'Yonne, dont il sera question plus loin.

Bourgogne et Berry. — Les formations coralliennes de la Haute-Marne font partie de la ceinture de récifs qui s'est établie sur un haut-fond correspondant à l'emplacement actuel des Vosges méridionales et de la Forêt-Noire. On trouve des faciès analogues dans la Haute-Saône, dans le territoire de Belfort et dans le sud de la vallée du Rhin.

Par contre, dans la Côte-d'Or, à égale distance des Vosges et du Morvan, l'Argovien et le Rauracien sont représentés par des marnes ou par des calcaires blancs à Céphalopodes et à Spongiaires, c'est-à-dire par des formations vaseuses. Le détroit morvano-vosgien constituait donc une région libre de récifs, analogue à celle de Creuë, entre les Vosges et l'Ardenne.

Il y régnait des conditions de sédimentation semblables à celles qui caractérisent le sillon de l'Europe centrale. Le début de la période Oolithique moyenne y est marqué par une dénudation sous-marine analogue à celle que l'on observe en Franconie, dans le Jura méridional, dans les Alpes de Glaris et sur le pourtour du bassin du Rhône. A Urcy, d'après L. Collot, les calcaires à Spongiaires de l'Argovien reposent directement sur le Bathonien. A. de Grossouvre a observé la même lacune dans le Berry.

Dans l'Yonne [296], les faciès se ressentent du voisinage du Morvan. Ainsi l'ARGOVIEN, dont la base, constituée par des marnes à *Ochetoceras canaliculatum*, admet dans le haut une intercalation de couches à Échinides analogue au Glypticien. Le RAURACIEN, qui est souvent à l'état de calcaires lithographiques à *Ochetoceras Marantianum*, présente à sa base, à Châtel-Censoir et Coulanges-sur-Yonne, un grand développement de calcaires oolithiques avec Zoanthaires, Échinides, Brachiopodes (*Terebratula insignis, Zeilleria censoriensis*), Lamellibranches à test épais (*Diceras arietinum, sinistrum, Cotteaui, Pterocardium corallinum, Lima corallina*) et nombreuses Nérinées.

Une récurrence de calcaires oolithiques crayeux s'observe, comme dans la Haute-Marne, au sommet du SÉQUANIEN, au-dessus de calcaires lithographiques à *Perisphinctes Achilles*. C'est le *Corallien de Tonnerre.*

Dans le Cher, le Lusitanien est presque entièrement représenté par des marnes à Spongiaires et des calcaires lithographiques, où l'on rencontre, dans leur ordre normal, les Céphalopodes caractéristiques des 3 zones classiques. Cependant on y observe, vers le sommet, une intercalation de *calcaire crayeux* riche en Zoanthaires, en Échinides, en Brachiopodes, en Lamellibranches, en Gastéropodes [297 *bis*]. La présence de *Perisphinctes Achilles* et de *Zeilleria Egena*, dans ces calcaires, confirme leur âge séquanien.

Le KIMERIDGIEN du bord méridional du bassin de Paris présente une remarquable uniformité, qui contraste avec les grandes variations de faciès dans les étages sous-jacents. Il est constitué par des calcaires marneux, des marnes, des argiles, des lumachelles, *à l'exclusion de toute formation coralligène.* C'est une formation vaseuse, déposée à des profondeurs moyennes. On rencontre, dans toute la hauteur de l'étage, des Échinides, des Brachiopodes (*Terebratula sella*), des Lamellibranches (*Exogyra virgula, bruntrutana, Pecten suprajurensis, Mytilus, Arca, Trigonia, Astarte, Lucina rugosa, Cardium orthogonale, Isocardia striata, Thracia incerta, Ceromya excentrica, Pholadomya*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Protei, *hortulana*) et des Gastéropodes. Les Ammonites ne sont pas très rares et elles permettent seules d'établir des divisions paléontologiques. On y distingue les 4 zones suivantes [296, 298] :

1° Zone à *Perisphinctes decipiens* (correspond à la zone à *Pictonia Cymodoce* du Nord du bassin de Paris, les *Pictonia* manquant dans l'Yonne);
2° Zone à *Aspidoceras Lallierianum*, *orthocera;*
3° Zone à *Aspidoceras caletanum;*
4° Zone à *Aulacostephanus pseudomutabilis*, *A. Eudoxus*, *Perisphinctes eumelus*, *Erinus*.

Ce schéma peut s'appliquer à tout le bassin de Paris et aux régions voisines.

Chaîne du Jura. — Un chapitre entier ne suffirait pas à décrire, même sommairement, les variations de faciès des étages supérieurs du système Jurassique dans la chaîne du Jura. Nous nous contenterons donc de préciser le niveau qu'occupent, dans la série stratigraphique, les diverses formations coralligènes, sans nous astreindre à décrire aucune succession locale.

Dans tout le Jura septentrional et occidental, les couches à *Pholadomya exaltata* ou *terrain à chailles marno-calcaires*, qui représentent l'Oxfordien supérieur, supportent directement des marno-calcaires grumeleux à Zoanthaires, Crinoïdes (*Millericrinus*, *Apiocrinus*), Échinides (*Cidaris florigemma*, *Hemicidaris crenularis*, *Glypticus hieroglyphicus*), Brachiopodes (*Rhynchonella helvetica*, *Terebratula Bourgueti*, *Zeilleria delemontana*), Lamellibranches (*Alectryonia gregarea*, *Pecten*, *Lima*), Gastéropodes (*Pleurotomaria Antoniæ*, *Pseudomelania heddingtonensis*). C'est le *terrain à chailles siliceux* ou Glypticien. Comme dans la Meuse et dans la Haute-Marne, il passe latéralement aux marnes à Spongiaires de l'Argovien, dont il occupe le niveau.

Il est surmonté par des calcaires coralliens en bancs massifs ou par des calcaires oolithiques, renfermant de nombreux Zoanthaires, des Lamellibranches (*Pterocardium corallinum*, *Lima corallina*, *Terquemia ostreiformis*, *Corbis episcopalis*), des Gastéropodes (*Nerinea Defrancei*, *Ptygmatis bruntrutana*, *Petersia buccinoides*, *Purpuroidea Moreana*). Ces couches passent latéralement vers le sud et vers l'est aux couches du Geissberg et appartiennent comme elles au Rauracien.

Le Séquanien est représenté, dans les mêmes régions, par des marno-calcaires à *Astarte supracorallina*, *Natica hemisphærica*, Nérinées, dans lesquels s'intercalent, principalement à la partie supérieure, comme dans l'Est du bassin de Paris, des oolithes coralliennes à *Diceras*. Au-dessus vient le Kimeridgien, avec ses deux termes classiques, connus sous les noms de Ptérocérien et de Virgulien, mais sans aucune intercalation coralligène [299].

Dans le Nord et dans l'Ouest de la chaîne, les formations coralligènes sont donc exclusivement cantonnées, exactement comme dans la Meuse et dans la Haute-Marne, dans les trois sous-étages du Lusitanien. Il n'en est plus de même dans la région centrale du Jura, aux environs de Saint-Claude et d'Oyonnax, où ces formations manquent dans le Lusitanien, pour prendre, par contre, un très grand développement dans le Ptérocérien. La carte ci-jointe, empruntée à l'abbé Bourgeat (fig. 325) [300], montre l'extension horizontale des principaux récifs et celle de la zone des dépôts oolithiques au milieu de quoi ils sont noyés. La coupe schématique fig. 326 représente, en profil vertical, les ramifications multiples du récif de Valfin, près Saint-Claude. Les calcaires à polypiers, devenus en partie saccharoïdes, forment une masse centrale, d'où partent, étagées à des hauteurs variées, des lames horizontales, qui pénètrent de la manière la plus irrégulière dans une oolithe blanche, où les fossiles, admirablement conservés, sont distribués par nids. Des couches de calcaires compacts et de marnes s'introduisent également dans les intervalles des lames coralliennes, témoignant de périodes où le récif avait à lutter contre un envasement périphérique.

La faune corallienne de Valfin est une des plus riches que l'on connaisse. Elle comprend plusieurs centaines d'espèces, se répartissant sur les Zoanthaires, les Échinides, les Lamellibranches, les Gastéropodes. Ces derniers comptent plus de 120 espèces. Le genre *Diceras* est représenté par 4 espèces distinctes (*D. valfinense*, *Beyrichi*, *Bourgeati*, *Guirandi*).

L'âge du Corallien de Valfin résulte moins de la composition de la faune que de sa

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

position stratigraphique. Choffat a reconnu en effet, dès 1875, que cette formation est comprise entre des calcaires séquaniens, datés par leurs Ammonites (*Perisphinctes*

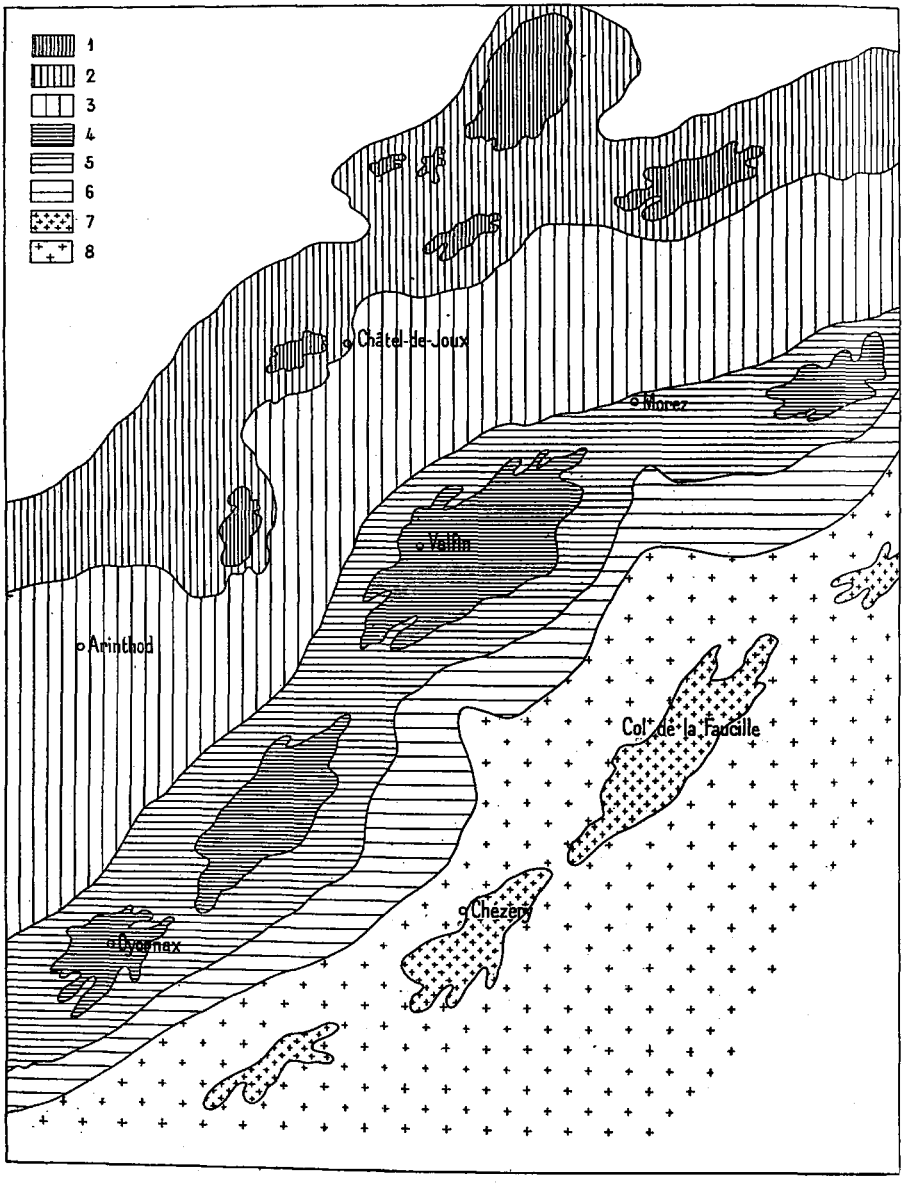


Fig. 325. — Carte représentant le déplacement des récifs du Jura pendant l'époque Oolithique moyenne (d'après l'abbé Bourgeat).

1, récifs rauraciens et séquaniens; 2, dépôts oolithiques du même âge; 3, régions où les récifs rauraciens, séquaniens et ptérocériens se superposent; 4, récifs ptérocériens; 5, dépôts oolithiques du même âge; 6, région où les récifs ptérocériens et virguliens se superposent; 7, récifs virguliens; 8, dépôts oolithiques du même âge.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Lothari, polyplocus, polygyratus), et des couches à *Exogyra virgula*, qui alternent avec des oolithes également coralliennes.

Si dans le Jura central les récifs coralliens sont ptérocériens, vers le bord sud-est de la chaîne ils sont plus récents encore. Au col de la Faucille, à Chézery et à Champfournier il existe des masses puissantes de calcaires saccharoïdes à polypiers, qui sont englobées dans les oolithes à *Diceras* du Virgulien. Les Lamellibranches et les Gastéropodes qui abondent dans ces oolithes appartiennent, pour la plupart, d'après l'abbé Bourgeat [300], soit à des espèces kimeridgiennes, soit, déjà, à des espèces portlandiennes.

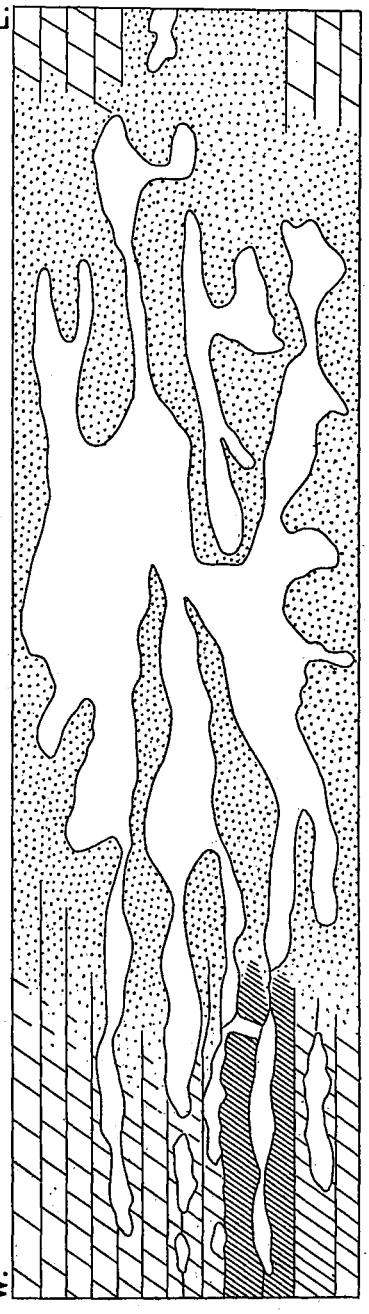


Fig. 326. — Coupe du récif de Valfin (d'après l'abbé Bourgeat).
1, marnes ptérocériennes; 2, calcaires compacts; 3, oolithe pauvre en Zoanthaires; 4, récif et ses ramifications.
Rapport des longueurs aux hauteurs : 1 : 40.

Ainsi, en résumé, à mesure que l'on se dirige du bord externe du Jura vers le bord interne, on voit les récifs coralliens occuper un niveau stratigraphique de plus en plus élevé. Les récifs portlandiens, dont il sera question plus loin, sont localisés dans des régions plus méridionales encore, dans les Alpes et sur le pourtour du bassin du Rhône.

Détroit du Poitou et bassin de l'Aquitaine. — Le groupe Oolithique moyen est représenté sur le seuil du Poitou par des dépôts, qui se rattachent, par beaucoup de caractères, à ceux du bord méridional du bassin de Paris.

Comme dans le Berry, le Lusitanien est à peu près exclusivement constitué par des formations vaseuses à Céphalopodes. On y observe en superposition les trois zones classiques :

1° Zone à *Peltoceras transversarium*, avec *Ochetoceras canaliculatum*, *Oppelia arolica*, *Neumayria callicera*, *Lissoceras Erato*, *Perisphinctes Martelli*, *plicatilis*, *Sowerbyceras tortisulcatum*;

2° Zone à *Peltoceras bicristatum*, avec *Ochetoceras Marantianum*, *Oppelia Eucharis*, *Neumayria flexuosa*, *Perisphinctes lucingæ*;

3° Zone à *Perisphinctes Achilles*, avec *Aspidoceras altenense*, *rupellense*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Les Céphalopodes sont accompagnés, dans la zone inférieure, de nombreux Brachiopodes et, dans la zone supérieure, de Myaires (*Ceromya excentrica*, *Pholadomya paucicostata*, *Pleuromya*, *Mactromya*), avec *Terebratula subsella* et *Zeilleria Egena*. Les marnes à Spongiaires de l'Argovien reposent indistinctement sur l'Oxfordien supérieur ou inférieur, ou sur une des zones du Callovien. Elles passent latéralement, vers la Rochefoucauld, à des calcaires à silex avec intercalations de petits récifs. Les calcaires marneux des deux zones supérieures font place, dans la même direction, à des calcaires compacts, crayeux et oolithiques, avec îlots réciformes à *Diceras* et Nérinées. C'est toujours cette même région de la Rochefoucauld qui, depuis le Lias, se distingue, par l'apparition de faciès nouveaux, de ceux du détroit du Poitou et semblables à ceux de la bordure sud-ouest du Plateau Central [37].

Aux environs de la Rochelle, en particulier à la pointe du Ché (pl. CVII, 1; CVIII), près Angoulins, la partie supérieure de la zone à *Perisphinctes Achilles* devient coralligène. Des calcaires marneux et des calcaires oolithiques, avec *Perisphinctes Achilles* et Lamellibranches, contiennent des massifs de polypiers, avec *Goniolina geometrica*, Échinides (*Cidaris glandifera*, *Pseudocidaris Thurmanni*, *Acrocidaris nobilis*), *Diceras*, *Pterocardium corallinum*, Nérinées. Ils sont immédiatement recouverts par des calcaires oolithiques à *Pictonia Cymodoce* et *Zeilleria humeralis*, d'âge ptérocérien.

Le KIMERIDGIEN forme, au sud du détroit du Poitou, une zone continue, s'étendant depuis l'île de Ré jusqu'à Nontron, dans la Dordogne. Il est représenté, comme dans le bassin de Paris, par des alternances de calcaires marneux, de marnes et de lumachelles. On y distingue exactement les mêmes zones paléontologiques. Cependant *Aspidoceras Lallierianum* semble y occuper un niveau un peu plus élevé que d'ordinaire [298], il caractériserait, avec *Aspidoceras longispinum* et *Aulacostephanus Eudoxus*, la zone supérieure de l'étage.

Sur le bord ouest du Plateau Central, le Lusitanien est constitué par des calcaires en dalles, sublithographiques, dépourvus de fossiles et souvent dolomitisés ultérieurement, qui forment des causses très étendus. Ce faciès s'étend également au Ptérocérien, tandis que le Virgulien est représenté par des calcaires marneux et des marnes à *Exogyra virgula*, *Alectryonia solitaria*, *Unicardium excentricum*, *Pygurus Blumenbachi*, *Terebratula subsella*.

Golfe des Causses. — Quoique aucun témoin des dépôts oolithiques moyens ne soit conservé dans les causses de l'Aveyron occidental, il est fort probable que la dépression que l'on appelle d'ordinaire le « golfe des Causses » communiquait directement, par le détroit de Rodez, avec le bassin de l'Aquitaine, car les formations lusitaniennes et kimeridgiennes de cette région ont de grandes affinités avec celles du Lot et de la Dordogne.

L'ARGOVIEN, constitué par des calcaires et des marnes à *Peltoceras transversarium* et *Ochetoceras canaliculatum*, repose directement, d'après G. Fabre, sur le Callovien à *Reineckeia anceps*.

Le RAURACIEN est à l'état de calcaires sublithographiques en dalles, peu fossilifères.

Dans le SÉQUANIEN apparaissent des calcaires à polypiers et à Nérinées.

Le KIMERIDGIEN est représenté par une dolomie grise, massive, sans fossiles.

L'ensemble de cette série atteint près de 1 000 m de puissance. Les épaisseurs maxima se trouvent dans l'axe de l'aire d'ennoyage des Causses et suivent à peu près une ligne N.N.E.-S.S.W., qui traverse les causses de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Mende, de Sauveterre, de Méjean, le causse Noir, le causse du Larzac. Le Lot, le Tarn, la Jonte, la Dourbie ont creusé dans ces plateaux calcaires des cañons profonds, qui fournissent de magnifiques coupes naturelles (pl. CVI).

Péninsule Ibérique. — Comme on ne connaît dans les Pyrénées aucune formation sédimentaire qui représente les étages compris entre le Bathonien et l'Aptien, nous pouvons passer directement à l'étude du groupe Oolithique moyen dans la péninsule Ibérique.

La seule région du Nord de l'Espagne où les étages qui nous occupent aient fait l'objet d'études sérieuses est l'Aragon.

Dans la chaîne Hespérique, aux environs d'Albarracin, A. Dereims [XXXII, 33] a observé, sur un Oxfordien tout à fait rudimentaire, des calcaires marneux blanchâtres avec *Ochetoceras canaliculatum*, *Oppelia arolica*, *Aspidoceras Œgir*, *Perisphinctes Pralairei*, *lucingensis*, *Rhynchonella trilobata*. C'est un équivalent exact des couches de Birmensdorf, de l'Argovien inférieur. La partie supérieure du sous-étage est constituée par des marnes à Bélemnites (*B. Sauvanausus*, *monsalvensis*) et à fossiles pyriteux (*Oppelia Pichleri*, *Perisphinctes convolutus*, *Aspidoceras*, *Trochus impressæ*, *Cucullæa concinna*, *Pentacrinus subteres*, *Turbinolia impressæ*, *Stephanophyllia florealis*), dont la ressemblance avec les « *Impressa-Thone* » de Souabe est réellement prodigieuse, sauf qu'on n'y rencontre ni *Aulacothyris impressa* ni *Cardioceras alternans*.

Des calcaires marneux à *Ochetoceras Marantianum* et *Perisphinctes virgulatus* représentent le Rauracien.

Au-dessous on ne trouve plus de couches à Céphalopodes, mais une puissante série de marnes, de calcaires marneux, de grès, qui fait suite au Rauracien, a fourni des Lamellibranches et des Brachiopodes (*Mactromya rugosa*, *Rhynchonella pinguis*, *Terebratula bisuffarcinata*, *subsella*), qui permettent d'en faire du Séquanien. On y trouve aussi en abondance des radioles de *Cidaris glandifera*. Plus haut viennent des calcaires à polypiers, avec Nérinées et Huîtres, qui représentent probablement le Kimeridgien.

Dans la chaîne Ibérique, l'Argovien et le Rauracien présentent exactement les mêmes caractères lithologiques et paléontologiques que dans la chaîne Hespérique, mais le Séquanien est constitué ici par des calcaires blanchâtres en bancs réguliers, avec *Perisphinctes polyplocus*, *lictor*, *Lothari*, *Neumayria trachynota*, *Terebratula bisuffarcinata*, *Rhynchonella triloboides*, qui rappellent, d'une manière tout à fait frappante, jusqu'à l'état de conservation des Ammonites, munies de leurs péristomes, le « Jura blanc γ » de Souabe.

Au-dessus viennent encore des calcaires, avec *Aspidoceras acanthicum* et *tenuispinatum* à la base, sans fossiles dans leur partie supérieure. Ils correspondent au Kimeridgien.

Paul Choffat n'ayant publié que des aperçus sommaires sur ceux des étages jurassiques du Portugal qui sont supérieurs au Callovien, il ne peut être question de décrire ici les variations de faciès que présente le groupe Oolithique moyen dans l'Ouest et le Sud du pays. Presque partout, ce sont des grès, des conglomérats, des couches à charbon qui prédominent. Les fossiles les plus abondants sont les Lamellibranches et les Gastéropodes. Dans l'Algarve on rencontre, en outre, des calcaires à polypiers.

La seule région où les Ammonites soient fréquentes, dans une série de niveaux successifs, est celle de Torres Vedras, qui a servi de type à l'étage Lusitanien [302]. Les assises réunies par Choffat sous ce nom atteignent 1500 m d'épaisseur. Ce sont principalement des calcaires marneux à la base, des argiles dans la partie supérieure. Les Ammonites y sont associées à de nombreux Lamellibranches. Dans certains bancs, dans la région moyenne, les Gastéropodes, les Brachiopodes, les Échinides, les Zoanthaires, les Spongiaires sont également très abondants.

Les couches inférieures ne renferment que peu de Céphalopodes. On peut citer, entre autres, *Ochetoceras canaliculatum*, *Perisphinctes plicatilis*, *lucingensis*, *Aspidoceras faustum*.

Les couches moyennes sont, par contre, très riches en Ammonites. On y trouve des

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Phylloceras, Ochetoceras Marantianum, Oppelia subclausa, Neumayria trachynota, Perisphinctes Tiziani, polygyratus, planula, inconditus, Aspidoceras rupellense, Peltoceras bicristatum.

Les couches supérieures ont fourni notamment *Oppelia nimbata, Perisphinctes unicomptus, Aspidoceras sesquinodosum, Simoceras macerrimum.*

Malgré quelques anomalies dans la répartition verticale des espèces et malgré la présence de nombreuses formes spéciales au Portugal, que nous n'avons pas citées, on peut paralléliser approximativement ces trois divisions aux trois zones classiques que l'on distingue dans le Lusitanien du sillon de l'Europe centrale.

Les affinités sont surtout très grandes avec les termes correspondants de la Souabe et de la vallée du Rhône.

Le KIMERIDGIEN, presque toujours gréseux, ne renferme pas de Céphalopodes, mais sa présence résulte de la détermination des autres Invertébrés.

SILLON DES DINARIDES. — Le sillon de l'Europe centrale est délimité, au sud et à l'est, par une zone des Alpes occidentales où le groupe Oolithique moyen n'est pas représenté, c'est la zone du Briançonnais. Les travaux synthétiques de P. Termier font entrevoir la possibilité de la retrouver dans la zone cristalline centrale des Alpes orientales. Une longue crête émergée séparait donc le sillon de l'Europe centrale des mers plus méridionales, dont les dépôts peuvent être étudiés aujourd'hui, d'une part dans les Alpes calcaires méridionales, d'autre part dans les nappes des Alpes calcaires septentrionales, qui ont leurs racines sur le versant sud de la chaîne. Leur examen permet de conclure à l'existence d'un second sillon, que nous appellerons le *sillon des Dinarides*. Le qualificatif de géosynclinal ne lui convient pas tout à fait, car l'épaisseur des dépôts est presque toujours assez faible, conformément au caractère abyssal qu'ils semblent fréquemment présenter.

Nappes des Alpes calcaires septentrionales et nappes internes des Karpales. — Le groupe Oolithique moyen est mal connu dans la nappe de Bavière, car les fossiles y sont toujours fort rares, mais sa présence résulte avec évidence de la continuité dans la sédimentation, que l'on observe depuis le Lias jusque dans le Jurassique le plus élevé. En général, on est en présence de schistes siliceux à *Aptychus* et Radiolaires, qui atteignent une assez grande épaisseur et passent insensiblement, à leur partie supérieure, à des couches plus calcaires, les *couches d'Oberalm*. Celles-ci font place latéralement, aux environs d'Ischl, à des calcaires beaucoup moins siliceux, en bancs réguliers, dont la partie supérieure renferme, au Sulzbach, *Phylloceras saxonicum*, des *Perisphinctes*, *Simoceras agrigentinum*, *Herbichi* et *Aspidoceras acanthicum* [303]. Des couches semblables ont fourni à Vils, dans le Tyrol septentrional, *Pelloceras transversarium* et des *Aspidoceras* kimeridgiens [55].

Dans la Tatra, on retrouve les mêmes calcaires noduleux et les mêmes schistes à *Aptychus*.

Dans les nappes supérieures, les faciès sont sensiblement différents. Dans celle du Todte Gebirge, les schistes à *Aptychus* sont surmontés de calcaires en bancs épais, réguliers, zoogènes, avec silex, débris de Coraux et spicules de Spongiaires. Ce sont les calcaires du Loser près Altaussee (pl. CIX, 1). Leur partie supérieure contient des Ammonites kimeridgiennes (*Neumayria Holbeini, Perisphinctes, Aspidoceras bispinosum*).

Il y a lieu sans doute de considérer comme faisant partie de la nappe du Dachstein les couches à *Aspidoceras acanthicum* de St-Agatha, près Goisern

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

(Haute-Autriche), où ils se présentent sous la forme de calcaires bréchoïdes rouges et gris, avec *Phylloceras polyolcum*, *ptychoicum*, *Lytoceras polycyclum*, *Lissoceras jungens*, *Neumayria compsa*, *Holbeini*, *Karreri*, *Perisphinctes polyplocus*, *selectus*, *ptychodes*, *Simoceras Herbichi*, *Aspidoceras acanthicum*, *longispinum*, *liparum*, *Glossothyris rupicola*, etc. [303]. Les mêmes calcaires reposent, près de Hallstatt, sur les couches à *Macrocephalites macrocephalus*.

On peut attribuer provisoirement à une des nappes supérieures des Karpates les gisements des couches à *Aspidoceras acanthicum* de l'Est de la Transylvanie, en particulier celui de Gyilkos-kö, dont la faune est une des plus riches que l'on connaisse à ce niveau [303]. Des calcaires sableux verts reposent directement sur le Bathonien et supportent des calcaires rouges et blancs d'âge portlandien, avec Brachiopodes et Échinides. Les calcaires verts renferment notamment des *Phylloceras*, des *Lytoceras*, *Streblites tenuilobatus*, *Neumayria compsa*, *trachynota*, *pugilis*, *Perisphinctes polyplocus*, *Lothari*, *Eumelus*, *Simoceras Herbichi*, *teres*, *Aspidoceras rupellense*, *acanthicum*, *longispinum*, *liparum*, *altenense*, *Uhlandi*, *Waagenia Beckeri*, *pressula*, *harpephora*, puis des Gastéropodes, des Lamellibranches, des Brachiopodes, des Échinides. Dans les bancs supérieurs, on trouve déjà *Oppelia lithographica*, espèce caractéristique du Portlandien inférieur; néanmoins l'âge kimeridgien de la masse principale ne saurait faire de doute.

Des Ammonites argoviennes et kimeridgiennes ont été également rencontrées dans le Banat.

Alpes méridionales. — Dans le pays des Dolomies [154], dans le Bellunais, dans le Vicentin, dans le Véronais [305] et sur les bords du lac de Garde [54], le groupe Oolithique moyen présente des caractères très constants. Il est généralement constitué par des calcaires rouges noduleux, où les Ammonites se trouvent à l'état de moules internes, dont l'une des faces est presque toujours corrodée. Les *Aptychus* et les rostres des Bélemnites sont, par contre, bien conservés. C'est exactement le faciès du Lias connu sous le nom de *calcare ammonitico rosso*.

L'Argovien et le Kimeridgien sont seuls représentés par des couches fossilifères. On n'a encore trouvé aucune trace des zones à *Pelloceras bicristatum* et à *Perisphinctes Achilles*, sans que toutefois l'on ait des raisons d'admettre l'existence d'une lacune stratigraphique.

La zone à *Pelloceras transversarium* est assez fossilifère en divers endroits. On signale notamment, outre l'espèce qui a donné son nom à la zone, *Phylloceras plicatum*, *Manfredi*, *Sowerbyceras tortisulcatum*, *Oppelia arolica*, *Neumayria flexuosa*, *Perisphinctes plicatilis*, *Recuperoi*, *Aspidoceras perarmatum*, *Œgir*, *Simoceras contortum* [9, 272].

Les deux zones du Kimeridgien n'ont pu être distinguées, Benecke les a réunies sous le nom d' « *Acanthicus*-Schichten » [54, 303]. Les espèces les plus caractéristiques sont les suivantes : *Phylloceras isotypum*, *ptychoicum*, *polyolcum*, *Sowerbyceras Loryi*, *Lissoceras Stazyczi*, *Neumayria trachynota*, *compsa*, *Perisphinctes colubrinus*, *Simoceras volanense*, *Aspidoceras rupellense*, *acanthicum*, *longispinum*, *cyclotum*, *Uhlandi*, *Waagenia pressula*, *Beckeri*, *harpephora*. Les Lamellibranches et les Brachiopodes sont rares.

En Lombardie, le faciès des schistes rouges à silex avec *Aptychus* s'élève jusque dans le Portlandien.

Apennin et Sicile. — Dans toute l'étendue de la chaîne de l'Apennin, on ne connaît jusqu'ici qu'un seul gisement qui ait fourni une faune oolithique moyenne de quelque importance. C'est le Monte Serra, près Camerino, en Toscane. Les matériaux étudiés par Canavari [306] proviennent tous de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

quelques bancs très peu épais d'un calcaire qui repose directement sur le Lias inférieur. Les Ammonites, qui constituent presque toute la faune, appartiennent surtout aux genres *Phylloceras*, *Neumayria*, *Holcostephanus*, *Perisphinctes*, *Simoceras*, *Aspidoceras* et les espèces sont en majeure partie kimeridgiennes.

Ailleurs, des schistes rouges à *Aptychus* représentent seuls le groupe Oolithique moyen.

En Sicile, on doit à Gemmellaro [59] la découverte de quelques fossiles argoviens (*Belemnopsis hastatus*, *Lorioli*, *Phylloceras*, *Lytoceras*, *Oppelia arolica*, *Perisphinctes Airoldii*, *Bocconii*, *Navillei*, *Peltoceras transversarium*, *Aspidoceras*) dans des calcaires gris et verts, qui affleurent dans les provinces de Palerme et de Trapani. Le même auteur a fait connaître la faune des couches à *Aspidoceras acanthicum* dans des calcaires blancs ou rouges de la Sicile occidentale. Les espèces les plus caractéristiques sont les suivantes : *Phylloceras isolypum*, *Empedoclis*, *consanguineum*, *Sowerbyceras Loryi*, *Lytoceras polycyclum*, *Orsinii*, *Neumayria Holbeini*, *compsa*, *pugilis*, *Streblites tenuilobatus*, *Frotho*, *Perisphinctes*, *Holcostephanus Stenonis*, *Simoceras* (nombreuses espèces), *Aspidoceras acanthicum*, *insulanum*, etc.

Pas plus que dans les Alpes orientales, les zones à *Peltoceras bicristatum* et à *Perisphinctes Achilles* ne sont représentées, en Sicile, par des couches fossilifères.

Afrique du Nord. — La présence, dans le Nord-Est de la Tunisie, de l'Argovien, à l'exclusion de tous les autres étages compris entre le Lias et le groupe Oolithique supérieur, est un fait très remarquable, mais qui est établi sans conteste. Des calcaires noduleux rouges ou gris à délits marneux, identiques à ceux des Alpes Fribourgeoises et Vénitiennes, reposent, au Zaghouan, au Klab et au Fkirine, sur les calcaires du Lias. Ils renferment *Sowerbyceras tortisulcatum*, *Oppelia arolica*, *Neumayria flexuosa*, *Perisphinctes Martelli*, *Peltoceras transversarium*, *Aspidoceras*, *Collyrites friburgensis*, etc.

L'Argovien se rencontre avec les mêmes caractères lithologiques et paléontologiques et peut-être dans les mêmes conditions de transgressivité en divers points de l'Algérie, notamment aux environs de Batna (province de Constantine), dans le massif du Bou Thaleb et dans l'Ouarsenis (province d'Alger), à Aïn Amra, au nord de Tiaret (province de Constantine). Outre les fossiles mentionnés plus haut des localités tunisiennes, on cite *Phylloceras saxonicum*, *Manfredi*, *plicatum*, *Ochetoceras canaliculatum*, *Lissoceras Erato*, *Perisphinctes lucingensis*, *Pralairei*, *inconditus*, etc., qui accentuent encore les affinités avec les faunes alpines.

La présence de *Peltoceras bicristatum*, *Perisphinctes virgulatus*, *Streblites Frotho*, dans plusieurs localités, indique l'existence des zones supérieures du Lusitanien. Rien, toutefois, ne vient rappeler ici les couches à *Aspidoceras acanthicum* des Alpes, des Karpates et d'Italie.

Un faciès bien différent existe sur le littoral de la province d'Oran et dans la région attenante du Maroc. Les *schistes d'Oran*, envisagés autrefois comme paléozoïques, sont oolithiques inférieurs dans leur partie inférieure et oolithiques moyens dans leur partie supérieure. Ch. Vélain y a trouvé en effet, près du cap Falcon, des *Perisphinctes* voisins de *polygyratus*, espèce lusitanienne. A Lalla-Marnia, une série de grès alternant avec des argiles schisteuses, qui constitue la partie supérieure de ce complexe, renferme, d'après L. Gentil [59 *bis*], des intercalations lenticulaires de calcaires à polypiers, avec nombreux Échinides (*Cidaris florigemma*, *Hemicidaris crenularis*, *Rhabdocidaris caprimontana*, *Glypticus hieroglyphicus*) et Brachiopodes

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

(*Ismenia pectunculus*, *Terebratula*, *Rhynchonella*), dont l'âge est incontestablement lusitanien. C'est la première manifestation, dans le Nord de l'Algérie, d'un faciès qui devient tout à fait prédominant plus au sud, dans l'Atlas Saharien.

Les formations coralligènes ne sont pas connues dans le Sud constantinois, mais elles jouent un rôle important dans le Sud des provinces d'Alger et d'Oran. On peut les suivre depuis Chellalah, à l'est, jusqu'à Saïda, à l'ouest. Lorsque leur substratum est visible, il est constitué par le Trias ou par des roches éruptives que l'on rapporte à ce terrain. Elles n'en sont séparées que par une faible épaisseur de dolomies, de grès et de marnes sans fossiles. On se trouve surtout en présence de marnes à Échinides, de calcaire marneux, oolithiques ou siliceux. Certains bancs sont extrêmement riches en fossiles. J. Welsch [307] y distingue, dans la région de Tiaret et de Frenda, un niveau inférieur, avec *Rhabdocidaris caprimontana*, *Pseudocidaris rupellensis*, *Holectypus corallinus*, *Pygaster Welschi*, *Rhynchonella pinguis*, *trilobata*, *Terebratula subsella*, *Zieteni*, et un niveau supérieur, avec *Cidaris glandifera*, *Pseudocidaris Durandi*, *Rhynchonella inconstans*, *Terebratula insignis*, *Ostrea cypræa*, *Alectryonia gregarea*, *Natica hemisphærica*, *Pterocera Oceani* et un grand Foraminifère du genre *Spirocyclina*. Il semble que le niveau supérieur puisse être placé dans le Kimeridgien inférieur, le niveau inférieur étant alors lusitanien.

Des terrains marneux et calcaires à faune néritique existent également dans le Maroc occidental, dans les premiers contreforts du Haut-Atlas, où ils reposent sur le Trias. L. Gentil et Paul Lemoine [308], à qui est due la découverte de ces gisements, figurent notamment les espèces suivantes : *Acropeltis æquituberculata*, *Rhynchonella ampla*, *lacunosa*, *trilobata*, *Terebratula subventricosa*, *subsella*, *Pecten subfibrosus*, *Perisphinctes chavattensis*. Cette dernière espèce, dont le type provient du Rauracien du Jura Bernois, a été recueillie dans les couches les plus élevées, au-dessous de l'Éocrétacé transgressif.

Andalousie et Baléares. — Les couches qui, en Andalousie, sont comprises entre le Bathonien et le Portlandien sont très pauvres en fossiles. Elles se confondent généralement en une succession de calcaires blancs très durs, présentant çà et là des accidents coralligènes. La zone à *Peltoceras transversarium* n'est pas encore connue avec certitude; *Peltoceras bicristatum* a été trouvé par de Verneuil à Cabra; mais la plupart des fossiles proviennent d'une localité unique, le Torcal alto, près Antequera. Ils indiquent la présence du Kimeridgien, car presque toutes les espèces sont caractéristiques des couches à *Aspidoceras acanthicum* de la région alpine. Ce sont notamment les suivantes : *Sowerbyceras Loryi*, *Neumayria compsa*, *Holbeini*, *Perisphinctes Navillei*, *Airoldii*, *Simoceras torcalense*, *Peltoceras Fouquei*, *Aspidoceras hominale* [XXII, 9]. Aux Baléares, le seul terme du groupe Oolithique moyen qui, jusqu'ici, ait fourni des fossiles est la zone à *Peltoceras bicristatum*. On a recueilli au cap de Punta Grossa, à Iviza, outre l'espèce qui a donné son nom à la zone, *Sowerbyceras tortisulcatum* et *Neumayria compsa*. Il est singulier que ce soient précisément les niveaux les plus constants dans toute la zone des Dinarides qui ici sont représentés par des couches sans fossiles.

Plateau désertique. — Il est inutile de revenir sur les dépôts oolithiques moyens de l'extrême Sud tunisien, dont il a déjà été question plus haut, mais nous devons dire quelques mots des autres régions que Suess réunit sous le nom de Plateau désertique.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Abyssinie et pays des Somalis. — Le sommet de la série jurassique du Choa, dont nous avons décrit plus haut les termes inférieurs, appartient incontestablement au Kimeridgien. Il s'y trouve cependant quelques espèces séquaniennes. Les calcaires marneux de Lagagima renferment, d'après Futterer [73], les formes suivantes : *Terebratula suprajurensis, Zeilleria humeralis, Exogyra bruntrutana, Pleuronectites inæquistriatus, Mytilus perplicatus, jurensis, Corbis subclathrata, Isocardia striata, Pholadomya Protei, Ceromya excentrica, Thracia incerta, Natica hemisphærica.* Les relations avec l'Europe occidentale sont plus frappantes encore, si possible, qu'au Bathonien.

Le Jurassique du pays des Somalis forme la continuation naturelle de celui d'Abyssinie. On y a rencontré, en divers points, des dépôts kimeridgiens tout à fait semblables à ceux du Choa, avec des faunes assez riches, composées des mêmes éléments. Près du village d'Atchabo (8-9° lat. N., 42-43° long. E.), toutefois, les espèces habituelles de Lamellibranches et de Brachiopodes sont accompagnées de nombreuses espèces d'Ammonites, appartenant aux genres *Perisphinctes* et *Aspidoceras,* dont beaucoup sont nouvelles, tandis que d'autres se rapportent à des formes européennes du Kimeridgien, telles que *Perisphinctes stenocyclus, Roubyanus, breviceps, planula, Aspidoceras altenense* [309].

Arabie. — Des fossiles jurassiques ont été recueillis récemment, par le major Hazelgrove, dans les districts de Nobat Dakim et de Dihala, au nord d'Aden, dans le Sud-Ouest de l'Arabie. D'après l'étude qu'en ont faite R. Bullen Newton et G. C. Crick [310], ils appartiennent aux espèces suivantes, ou s'en rapprochent étroitement : *Parallelodon Egertonianus, Nucula cuneiformis, Trochus arbiensis, Nerinea Desvoidyi, Nautilus hexagonus, Perisphinctes torquatus, subdolus, abadiensis, Pottingeri, Belemnopsis hastatus.* Ce sont là des formes kimeridgiennes d'Europe ou de l'Inde.

Syrie. — Dans les environs du Liban, les dépôts oxfordiens, dont il a été question plus haut, sont surmontés, d'après Fr. Nœtling [254], par des marnes et des calcaires marneux avec *Collyrites bicordatus, Terebratula bisuffarcinata* et Lamellibranches, qui semblent représenter l'Argovien. Au-dessus vient une puissante masse de calcaires à *Cidaris glandaria,* qui renferme, outre cette espèce, dont les radioles sont très abondants, de nombreux Zoanthaires (25 espèces décrites par Felix), des Brachiopodes, des Lamellibranches, des Gastéropodes, de très rares Céphalopodes (*Nautilus turcicus, Phylloceras Salima*). D'après Krumbeck [311], la faune ne compte pas moins de 144 espèces, dont 80 sont nouvelles. Parmi les espèces identiques à des formes séquaniennes ou kimeridgiennes d'Europe on peut citer les suivantes : *Terebratula Bauhini, bisuffarcinata, subsella, Kingena gutta, Alectryonia hastellata, Pterocardium corallinum, Ceromya excentrica, Pterocera Oceani.*

Europe orientale. — Avec la Syrie nous nous trouvons ramenés aux pays méditerranéens et nous abordons maintenant l'étude du groupe Oolithique moyen dans l'Europe orientale.

Péninsule Balkanique. — Comme on le verra plus loin, les formations coralligènes de la Crète, de la Grèce continentale et de l'île d'Eubée appartiennent sans doute au Portlandien. Par contre, il existe dans les Balkans, au nord de Sophia, des calcaires gris, compacts, d'âge kimeridgien, dans lesquels Zlatarski et Toula [60 *bis*, 311 *bis*] ont trouvé *Phylloceras saxonicum, Streblites tenuilobatus, Neumayria compsa, bulgarica, balkanensis, Perisphinctes polyplocus, colubrinus, Simoceras Doublieri, Aspidoceras acanthicum,* etc.

Dobrogea. — L'étage Lusitanien est représenté dans la Dobrogea, et

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

notamment sur les bords du Danube, entre Hirsova et Boasgie, par des calcaires compacts gris, dans lesquels les trois zones paraissent exister, mais sans qu'il soit possible de les distinguer sur le terrain. A côté de quelques Brachiopodes (*Rhynchonella trilobata, inconstans, Terebratula Zieteni, moravica, subsella*), on trouve surtout des Céphalopodes. Les Ammonites appartiennent presque exclusivement aux genres *Perisphinctes* (57 espèces), *Pelloceras* et *Aspidoceras*. A côté de nombreuses espèces nouvelles, Simionescu [312] cite de nombreuses formes du Portugal, de la montagne de Crussol, du Jura souabe. Les plus caractéristiques sont les suivantes : *Sowerbyceras tortisulcatum, Ochetoceras Marantianum, Neumayria trachynota, Perisphinctes claromontanus, Tiziani, Wartæ, promiscuus, Pelloceras bicristatum, Aspidoceras Œgir, clambum, liparum.*

Galicie. — Dans l'Est de la Galicie, le Dniepr et ses affluents entament la couverture de terrains tertiaires et crétacés qui recouvrent le bord sud-ouest de la plate-forme Russe, faisant apparaître, sur les terrains paléozoïques dont il a été question dans de précédents chapitres (p. 648 et 705), une lame de calcaire jurassique, qui atteint en moyenne une vingtaine de mètres d'épaisseur. C'est le *calcaire de Nizniow*. Il est oolithique, marneux ou dolomitique. On ne peut y établir de subdivisions. Les fossiles y sont très nombreux, mais d'une très médiocre conservation, leur test ayant toujours disparu. A. von Alth [313] n'a pas décrit moins de 180 espèces recueillies dans ce calcaire, dont 126 nouvelles. Ce sont des Algues calcaires (*Gyroporella, Actinoporella*), des Foraminifères, des Zoanthaires, des Échinides, des Brachiopodes (*Terebratula subsella, Zeilleria pentagonalis*), des Lamellibranches (*Exogyra virgula, Astarte Sæmanni, Lucina substriata, Corbis crenata, Corbula inflexa*) et surtout des Gastéropodes (*Actæonina, Turbo, Trochus, Cerithium, Nerinea, Pseudomelania, Natica, Chenopus, Pterocera Oceani*). Les Céphalopodes ne sont représentés que par *Nautilus Geinitzi* et par une Ammonite indéterminable. L'âge kimeridgien de cette faune ne saurait faire de doute.

Donetz. — Nos connaissances sur le groupe Oolithique moyen de la région du Donetz se bornent actuellement à une liste de fossiles recueillis par H. Trautschold aux environs d'Isjoum. On serait en présence d'une faune analogue à celle des gisements coralliens de l'Allemagne du Nord et du bassin Anglo-Parisien, mais son âge exact ne peut être précisé. L'auteur cite des Spongiaires, des Zoanthaires, des Échinides (*Cidaris florigemma*), des Brachiopodes (*Zeilleria humeralis*), des Lamellibranches, des Gastéropodes, etc.

Manguychlak. — Dans le prolongement des plissements du Donetz, on retrouve, au delà de la Caspienne, des formations néritiques appartenant au groupe Oolithique moyen [61]. Dans la presqu'île de Manguychlak, Androussow a observé, au-dessus de l'Oxfordien, des grès et des sables, renfermant *Alectryonia hastellata* et *Exogyra reniformis*, à la base, *Rhynchonella pectunculoides, Terebratula subsella* et *Ostrea delloidea*, à la partie supérieure; puis, des calcaires à *Rhynchonella pinguis, Terebratula subsella, Exogyra bruntrutana, Mytilus jurensis, Trigonia Parkinsoni, Nerinea Visurgis, Pterocera Oceani*. Cet ensemble correspond évidemment au Lusitanien et au Kimeridgien. Les couches les plus élevées contiennent, en outre, plusieurs espèces d'*Aucella*, indiquant des communications avec la Russie centrale.

Plus au sud, au Touar-kyr, on a, par contre, sur l'Oxfordien, des marnes à Spongiaires et des calcaires compacts à *Zeilleria Leckenbyi*.

Crimée. — Une faune coralligène existe également en Crimée, aux envi-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

rons de Soudak [257]. Elle se trouve dans une série superposée à l'Oxfordien et composée de schistes, de grès, de poudingues et de calcaires stratifiés, passant latéralement à des calcaires massifs. Elle comprend des Zoanthaires nombreux, des Crinoïdes, des Échinides (*Cidaris cervicalis, florigemma. Blumenbachi, Rhabdocidaris nobilis, Diplocidaris gigantea*), des Brachiopodes (*Rhynchonella arolica*), des Lamellibranches (*Pecten*). On peut l'attribuer au Lusitanien, mais sans préciser davantage son niveau.

Caucase. — Les analogies du groupe Oolithique moyen avec l'Europe occidentale se poursuivent au Caucase [62].

Aux environs de Kislovodsk, sur le versant septentrional, les grès qui représentent le groupe Oolithique inférieur sont recouverts par des calcaires dolomitiques, avec *Alveopora, Hemicidaris crenularis, Rhynchonella lacunosa*, à la base, *Natica hemisphærica, Nerinea Zeuschneri, bruntrutana*, à la partie supérieure. Le même faciès existe encore, sur le versant nord, dans le Caucase central, où l'on signale en outre *Terebratula subsella, bisuffarcinata*. Au Daghestan, par contre, les calcaires marneux qui font suite à la série Oolithique inférieure renferment *Ochetoceras daghestanicum, Perisphinctes polyplocus, Ceromya excentrica, Pholadomya exaltata, Pecten fibrosus*. C'est là un faciès vaseux, mais nullement bathyal, du Kimeridgien inférieur.

Sur le versant méridional, on retrouve le faciès coralligène dans la région de Koutaïs, où des calcaires alternant avec des marnes ont fourni *Cidaris florigemma, Hemicidaris crenularis, Rhynchonella lacunosa, Lima corallina, Cardioceras alternans*.

On remarquera que tous ces fossiles indiquent plutôt la présence, au Caucase, du Lusitanien que celle du Kimeridgien.

Asie méridionale. — Suivons maintenant la zone des plissements alpins dans le Sud de l'Asie, en nous dirigeant, comme nous l'avons fait précédemment, de l'ouest à l'est.

Asie Mineure. — A Amasry, sur la côte méridionale de la mer Noire, des calcaires blancs oolithiques ont fourni à Schlehan *Isastræa helianthoides, Diceras arietinum, Harpagodes Oceani, Nerinea suprajurensis, Gosæ, bruntrutana*. C'est encore le faciès coralligène. Mais plus au nord, dans la région d'Angora, si l'on en juge par les rares documents publiés, le faciès à Céphalopodes reparaît. P. de Tchihatcheff a recueilli, dans des calcaires gris compacts, *Sowerbyceras tortisulcatum, Phylloceras* (groupe de *Ph. tatricum*), *Perisphinctes plicatilis, Pelloceras arduennense*, espèces qui indiquent la présence de l'Argovien ou de l'Oxfordien.

Perse. — Dans la chaîne de l'Elbourz, dans la Perse septentrionale, divers géologues ont recueilli des fossiles argoviens et rauraciens. On cite *Ochetoceras canaliculatum*, une *Neumayria, Aspidoceras Œgir, Pelloceras bicristatum, Perisphinctes plicatilis, Tiziani, Diceras, Cidaris*, etc. [313 *bis;* XXXV, 66].

Inde. — Il est à peu près certain que la partie inférieure des *Spitishales* de l'Himalaya représente le groupe Oolithique moyen, mais le départ n'a pas encore été effectué d'une manière suffisante entre les divers termes de la série, de sorte que nous nous occuperons de cette importante formation lorsque nous traiterons du groupe Oolithique supérieur.

Le terme de la série jurassique de la presqu'île de Katch qui fait suite à l'oolithe de Dhosa représente le groupe Oolithique moyen, c'est le *groupe de Katrol*. Il débute par le *grès de Kuntkote*, qui renferme *Perisphinctes Martelli, plicatilis*, d'autres espèces du même genre, les derniers *Macrocephalites*, des *Aspidoceras* et un *Phylloceras* nouveaux, enfin des Bélemnites spéciales. Le

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

grès de Katrol, qui en forme la partie supérieure, atteint une grande épaisseur. La faune comprend notamment *Phylloceras plychoicum*, *Benacense*, *Lytoceras rex*, des *Lissoceras*, *Neumayria trachynota*, *Hecticoceras Kobelli*, *Aspidoceras iphiceroides*, *Waagenia monacantha*, *Perisphinctes Pottingeri*, *katrolensis* et d'autres espèces du même genre. Le grès de Kuntkote appartient certainement à l'Argovien, tandis que le grès de Katrol correspond aux couches à *Aspidoceras acanthicum* des Alpes, c'est à-dire au Kimeridgien [64].

Pourtour de l'océan Pacifique. — Le groupe Oolithique moyen n'étant pas connu encore dans les Indes orientales, nous pouvons passer immédiatement à l'examen des régions circumpacifiques.

Japon. — Le *calcaire de Torinosu*, très développé sur le versant pacifique des îles de Honchou et de Sikokou, a été attribué par Neumayr au Rauracien. Il renferme des Foraminifères, des Zoanthaires, un Bryozoaire, *Chætetopsis crinita*, *Cidaris glandifera*, *Hemicidaris crenularis*, *Terebratula bisuffarcinata*, des Nérinées. Comme il présente souvent des intercalations de couches à plantes, qui renfermeraient la même flore que la série de Ryoseki attribuée au Crétacé, les géologues japonais placent le calcaire de Torinosu dans le Néocomien; mais il y a là évidemment soit une erreur d'observation, soit une erreur de détermination.

Californie. — Les *tufs de Bicknell*, près de Taylorville, dans le comté de Plumas, en Californie, avec nombreuses *Stylina*, *Gryphæa Curtici*, *Camptonectes bellistriatus*, *Sowerbyceras* (?), sont attribués par Hyatt au « Corallien » [66].

Une partie des schistes aurifères de Mariposa est rangée par le même auteur, sans raisons bien décisives, dans le Kimeridgien. On y trouve *Cardioceras dubium*, voisin de *C. alternans*, *Perisphinctes virgulatiformis* et *OEcotraustes Lindgreni*, espèces décrites mais non figurées. En outre, c'est de ces mêmes schistes que proviennent *Aucella Bronni* et *Erringtoni*, espèces envisagées comme séquaniennes par A. Pavlow.

Mexique. — Le Mexique est, de toutes les régions circumpacifiques, la seule où l'on ait observé toute une succession de dépôts des groupes Oolithique moyen et supérieur avec des faunes bien caractéristiques. Encore n'est-ce que dans les Sierras de Mazapil et Santa Rosa que, grâce aux belles recherches de C. Burckhardt [314], l'on connaisse des niveaux bien datés du groupe Oolithique moyen.

Les plus anciennes couches qui, dans la région, apparaissent dans les anticlinaux sont des calcaires massifs à Nérinées, avec intercalations de marnes grises à Lamellibranches et bancs à Coralliaires. Les fossiles ne sont pas spécifiquement déterminables, mais on a certainement affaire au Séquanien, car immédiatement au-dessus vient le Kimeridgien, avec les termes suivants :

1° Couches à *Idoceras*. Argiles avec nodules calcaires, renfermant « *Neumayria* » *profulgens*, *Ordoñezi*, *Neumayria*, *Macrocephalites epigonus*, *Simoceras*, *Idoceras Balderum* et nombreuses espèces nouvelles du même genre, *Aspidoceras acanthicum*, *contemporaneum*, *bispinosum*.

2° Banc de calcaire schisteux, avec diverses *Aucella* voisines de *A. Pallasi* et *Aspidoceras*.

3° Couches à *Lissoceras Fialar*. Calcaire noir, avec *Phylloceras consanguineum*, *Neumayria*, *Lissoceras Fialar* et nombreuses espèces nouvelles du même genre, *Perisphinctidæ* ressemblant à des *Craspedites*.

4° Argiles à *Waagenia* voisines de *W. harpephora*, *Knopi*, *Beckeri*, *Aspidoceras avellanoides*.

Cet ensemble présente un parallélisme remarquable avec le Kimeridgien du sillon de l'Europe centrale; les deux séries ont en commun plusieurs

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

espèces identiques ou extrêmement rapprochées, la succession des faunes est la même. Toutefois il y a lieu de remarquer la présence, dans les couches à *Idoceras*, de deux espèces appartenant au genre « *Neumayria* » (Nikitin non Bayle), qui, en Russie, n'apparaît qu'au Portlandien; puis l'apparition de plusieurs espèces d'*Aucella* voisines d'espèces russes. Quant aux *Craspedites* de Burckhardt, ils ont leurs analogues dans le Kimeridgien de Souabe.

Le Portlandien, qui fait suite en concordance au Kimeridgien, se distingue également par la présence de formes russes, associées à des espèces méditerranéennes.

Amérique du Sud. — Aucun document paléontologique ne permet jusqu'ici d'affirmer l'existence de l'étage Lusitanien dans la Cordillère des Andes. Quant au Kimeridgien, il est fort douteux qu'il soit représenté par des couches marines.

On lui a bien attribué [68] quelques Ammonites provenant d'un calcaire siliceux de Caracoles, au Chili, mais l'une d'elles appartient à une espèce nouvelle (*Perisphinctes transatlanticus*); une autre (*Per. Roubyanus*), dont le type provient de Crussol, peut tout aussi bien être envisagée comme une espèce portlandienne; tandis que la troisième (*Simoceras Doublieri*) est de détermination douteuse. De même, on verra plus loin que c'est à tort que l'on a attribué au Kimeridgien les niveaux inférieurs du Portlandien de la République Argentine.

Sur le versant argentin des Andes, l'Oxfordien est séparé du Portlandien par des gypses et par une masse puissante de conglomérats porphyritiques. Les gypses, qui reposent quelquefois sur des couches plus anciennes que l'Oxfordien, attestent l'existence de lagunes ou de lacs salés d'une grande étendue. Les conglomérats porphyritiques ont quelquefois été attribués à des éruptions sous-marines, mais il est possible qu'on doive les assimiler aux brèches andésitiques des volcans d'Auvergne. Quoi qu'il en soit, leur présence indique le voisinage d'une terre émergée. Comme ils augmentent d'épaisseur de l'est à l'ouest, C. Burckhardt [71] en conclut que cette terre se trouvait sur l'emplacement actuel du Pacifique méridional. Il ne peut y avoir aucun doute sur l'émersion qui s'est produite, dans la région andine, entre l'Oxfordien et le Portlandien.

Afrique orientale et Madagascar. — Il nous reste à dire quelques mots du groupe Oolithique moyen sur les deux rives du détroit de Mozambique. On verra que nos connaissances relatives à ce terme du système Jurassique sont ici particulièrement fragmentaires.

Afrique orientale anglaise et allemande. — On peut rapporter avec quelque vraisemblance au Lusitanien un calcaire gris à fossiles siliceux, qui renferme, dans l'Ousambara, d'après O. Jaekel, des Spongiaires, des Zoanthaires, *Cidaris glandifera*, *Rhynchonella lacunosa*, *Terebratula* et quelques Lamellibranches.

A Mombassa, on a recueilli *Perisphinctes Pralairei*, espèce caractéristique de la zone à *Peltoceras bicristatum* d'Europe. Futterer [73] décrit de la même localité une faune kimeridgienne, comprenant *Neumayria trachynota*, *Periphinctes Polingeri*, *Beyrichi*, *Aspidoceras longispinum*, *Waagenia Hildebrandti*. Les affinités avec les couches de Katrol de l'Inde sont manifestes.

Madagascar. — Le Lusitanien n'a pas encore été reconnu d'une manière certaine à Madagascar. En revanche, le Kimeridgien existe dans tout le Nord, depuis Maromandia, jusque dans la région de l'Ambongo [75]. Il est représenté par des argiles bleues, avec concrétions calcaires riches en Ammonites. La faune rappelle beaucoup celle du groupe de Katrol de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

l'Inde et les couches du même âge de Mombassa. On signale notamment : *Lytoceras rex*, *Lissoceras deplanatum*, *Hecticoceras Kobelli*, *Perisphinctes Beyrichi*, des *Phylloceras*, des *Perisphinctes*, des *Aspidoceras*, des *Macrocephalites* non décrits, *Belemnopsis tanganensis*, *Ceromya excentrica*.

5° RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET PRINCIPAUX TYPES DU GROUPE OOLITHIQUE SUPÉRIEUR

Dans la classification d'Alcide d'Orbigny le dernier étage du système Jurassique était désigné sous le nom de *Portlandien*, emprunté à Al. Brongniart [1]. On peut étendre cette désignation à l'ensemble du groupe Oolithique supérieur, en l'employant dans son sens le plus large, en y comprenant le *Purbeckien* [2], qui n'est qu'un faciès saumâtre de la partie supérieure de l'étage et qui apparaît, suivant les régions, à des hauteurs variables.

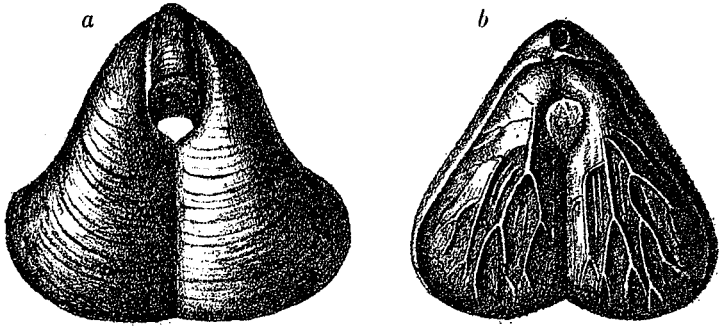


Fig. 327. — *Pygope diphya* (d'après PICTET).
Tithonique inférieur. Environs de Trente. *a*, valve ventrale; *b*, moule interne, vu par la face dorsale, montrant les impressions vasculaires.

Dans les régions méditerranéennes, le groupe Oolithique supérieur est souvent exclusivement représenté par des calcaires à Céphalopodes, où abondent les Térébratules trouées du genre *Pygope* (fig. 327, 328). Oppel, tout en reconnaissant, le premier, leur véritable position stratigraphique, décrivit ces calcaires, en 1865, sous le nom d'étage *Tithonique* [3], voulant par là indiquer les affinités de ces couches avec le Crétacé, dont ils sont en quelque sorte l'aurore [315].

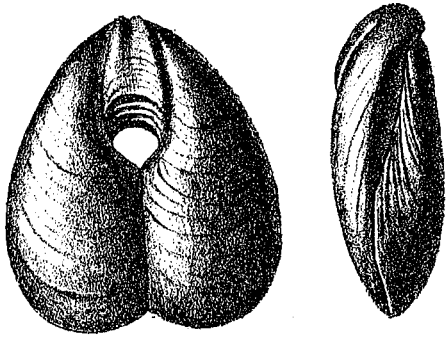


Fig. 328. — *Pygope janitor* (d'après PICTET).
Tithonique supérieur. Stramberg (Moravie).

1. 1829, de Portland, île sur la côte du Dorsetshire.
2. Al. Brongniart, 1829, de Purbeck, nom donné à la région autour de Swanage, sur la côte du Dorsetshire.
3. Tithon était l'époux d'Éos, l'Aurore.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

En Russie, il existe une série de formations, comprises entre le Kimeridgien et l'Éocrétacé, qui diffèrent par bien des caractères, aussi bien du Portlandien de l'Europe occidentale que du Tithonique des régions méditerranéennes, dont elles sont l'équivalent [316, 317.] S. Nikitin, qui méconnaissait ce synchronisme, rangeait ces couches de Russie dans un étage spécial, l'étage *Volgien* (Wolga-Stufe)[1], dont il faisait un terme de passage entre le Jurassique et le Crétacé [198, 318].

Pendant trente ans, des polémiques, souvent passionnées, ont divisé les géologues au sujet de la véritable position stratigraphique du Tithonique et du Volgien, mais aujourd'hui l'accord est complet, aucune voix ne s'élève plus contre l'attribution à un même étage des trois séries décrites sous les noms de Portlandien, Tithonique et Volgien. En tant que divisions chronologiques, ces trois termes sont rigoureusement synonymes, mais ils désignent chacun un type géographique spécial : le Volgien, le type boréal; le Portlandien, le type occidental; le Tithonique, le type méditerranéen [319]. Le nom de Portlandien doit être étendu en outre à tous ses équivalents et doit être pris comme terme stratigraphique général.

Nous étudierons d'abord et successivement les trois types boréal, occidental et méditerranéen du Portlandien d'Europe et nous chercherons ensuite à retrouver leurs analogues dans les autres parties du Globe.

Type boréal dans l'Europe septentrionale. — Le type boréal du Portlandien, abstraction faite des îles de l'océan Arctique, est connu en Europe dans trois régions : sur la plate-forme Russe, à l'île d'Andö et dans le Nord de l'Angleterre.

Les influences boréales se font également sentir dans d'autres parties de l'Europe, mais d'une manière tout à fait temporaire, comme par exemple dans le Boulonnais et en Poméranie, où domine cependant le type occidental.

Plate-forme Russe. — L'époque kimeridgienne a été suivie, dans les régions centrales de la plate-forme Russe, d'une émersion, d'ailleurs de courte durée, pendant laquelle les dépôts kimeridgiens ont été partiellement détruits. Les premières couches du Portlandien manquent. Il y a donc discontinuité, dans ces régions, entre le groupe Oolithique moyen et le groupe Oolithique supérieur. Pour trouver une superposition normale des deux groupes et une série continue, il faut aller dans la région de Simbirsk [316, 317].

Là, les argiles kimeridgiennes à *Aulacostephanus pseudomutabilis* sont recouvertes en concordance par des argiles schisteuses avec *Cylindroteuthis magnifica*, *Aucella mosquensis*, *Discina latissima*, dans lesquelles les Ammonites permettent de distinguer trois niveaux, caractérisés respectivement par les espèces suivantes :

1° *Pachyceras* du groupe de *P. portlandicum*, en exemplaires très mal conservés;

2° *Perisphinctes Bleicheri* et formes voisines;

3° *Virgatites Quenstedti*, *pectinatus*, *Pallasi*.

Au-dessus viennent des argiles et un conglomérat phosphaté avec *Cylindroteuthis absolutus*, où les *Virgatites*, représentés notamment par *V. virgatus* (fig. 329) et *V. sosia*, deviennent très abondants. Les couches suivantes sont des sables et des grès avec grandes Ammonites : *Perisphinctes giganteus*, *Nikitini*, *Holcostephanus triplicatus*.

Tout cet ensemble constitue le Volgien inférieur, aussi appelé Bononien[2]. Le fait paléontologique qui le caractérise le mieux est la présence de nom-

1. 1881, du fleuve Volga.

2. Ou *Bolonien*, Blake, 1881, de *Bononia*, Boulogne.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

breux représentants du genre *Virgatites* (fig. 329) dans sa partie moyenne. On peut envisager, ici encore, les *Aucella* et les *Cylindroteuthis* comme des éléments conférant à la faune un caractère boréal.

Aux environs de Moscou, la série débute par une couche de nodules phosphatés, avec *Virgatites Pallasi*, *Pavlowi*, *Quenstedti*, qui repose immédiatement sur les couches à *Cardioceras alternans*. La mer envahit à nouveau la partie centrale de la plate-forme Russe, de sorte que les sables glauconieux à nodules phosphatés, avec *Virgatites virgatus*, possèdent une grande extension horizontale. Mais cette invasion est de courte durée, car un mouvement en

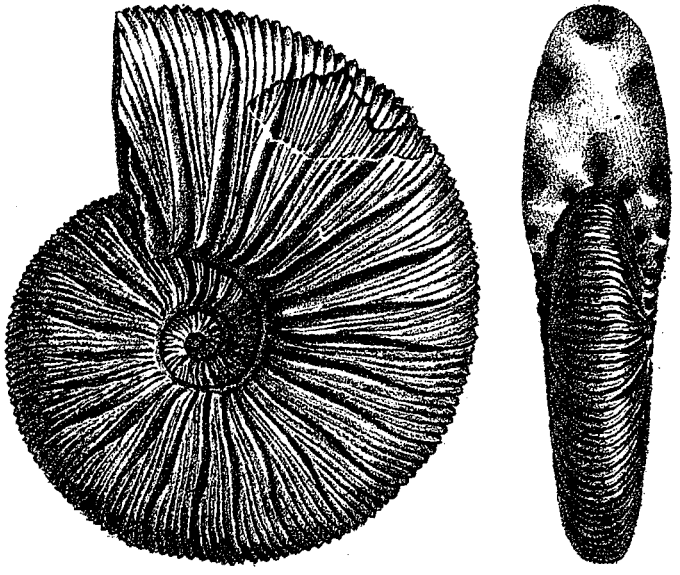


Fig. 329. — *Virgatites virgatus* (d'après A. d'Orbigny).
Volgien inférieur. Khorokhovo, près Moscou.

sens inverse se produit à la fin du Volgien inférieur; les sables à *Perisphinctes giganteus*, bien représentés près de Moscou, avec *Holcostephanus Blakei* et *Perisphinctes Devillei*, manquent en effet, de même que le Volgien supérieur, dans le gouvernement de Nijni-Novgorod et dans le nord de celui de Simbirsk.

Le Volgien inférieur s'étend vers le nord jusque dans le bassin de la Petchora, avec ses Aucelles, ses Bélemnites et ses *Perisphinctes*. Mais le genre *Virgatites* n'est pas représenté dans cette région, aussi son origine boréale est-elle niée par Nikitin [255].

Vers le sud-est, les affleurements du Volgien peuvent être suivis sans discontinuité depuis Simbirsk jusque dans la région aralo-caspienne.

En Pologne, on retrouve les couches à *Virgatites virgatus* à Tomachof, dans le gouvernement de Piotrkof, sous la forme de calcaires et d'argiles avec nombreux *Virgatites scythicus*, *Exogyra virgula*, *Rhynchonella loxiæ*, *Zeilleria Royeri* et Serpules [321].

Le Volgien supérieur ou *Aquilonien*[1] est constitué d'une manière assez uni-

1. Pavlow, 1892, de *Aquilo*, le Nord.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

forme, depuis Kachpour, sur la Volga, jusque dans la région de Moscou, par des grès et des sables glauconieux à concrétions phosphatées. Les fossiles y sont souvent d'une admirable conservation, le test des Ammonites présentant encore les irisations de la nacre. Le genre *Aucella* est représenté par de nombreuses espèces (*A. surensis*, *Krotowi*, *tenuicollis*, *Lahuseni*, *trigonoides*, *terebratuloides*). Les Lamellibranches et les Brachiopodes sont abondants, de même les Bélemnites du genre *Cylindroteuthis* (*C. russiensis*, *lateralis*, *mosquensis*). Les Ammonites, très nombreuses, se répartissent dans les genres *Craspedites* (fig. 330), localisé à ce niveau, et *Garnieria* (réuni autrefois à *Oxynoticeras*), qui passe dans l'Éocrétacé. Elles permettent de diviser le Volgien supérieur en 3 zones très constantes :

1° Zone à *Craspedites okensis* et *Garnieria fulgens*;
2° Zone à *Craspedites subditus* (fig. 330) et *Garnieria catenulata*;
3° Zone à *Craspedites nodiger*.

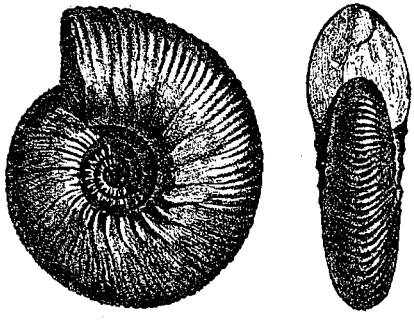


Fig. 330. — *Craspedites subditus* (d'après A. d'Orbigny).
Volgien supérieur. Khorokhovo, près Moscou.

Dans les environs de Riazan, le sommet du Volgien présente un horizon tout à fait remarquable. Sa faune, étudiée par Bogoslowsky [322], comprend, outre de nombreux Brachiopodes et Lamellibranches, les espèces de *Cylindroteuthis* citées plus haut et des Ammonites assez abondantes. Parmi celles-ci, outre plusieurs espèces de *Craspedites*, on rencontre des *Hoplites* (s. g. *Berriasella*), tels que *H. riasanensis*, *swistowianus*, *hospes*, qui se retrouvent dans le Tithonique supérieur des Alpes, tandis qu'une autre espèce est extrêmement voisine de *Perisphinctes Kokeni*, du Tithonique de la République Argentine. C'est là une singulière association d'espèces méditerranéennes et d'espèces boréales. Il s'est donc produit, tout à la fin de la période Jurassique, dans une région habitée, au début du Volgien supérieur, exclusivement par une faune boréale, dont les éléments ne se retrouvent jamais dans les régions méditerranéennes, une invasion de types méditerranéens, due évidemment à l'établissement de communications tout à fait éphémères entre deux mers précédemment séparées par des obstacles infranchissables. Avec le début du Crétacé, les éléments boréaux deviennent de nouveau prédominants.

Le Volgien supérieur se rencontre au nord de Moscou, dans les gouvernements de Iaroslavl et de Kostroma; puis, dans le Nord-Est de la Russie d'Europe, sur les bords de la Vitchegda, de la Sissola et de la Petchora; enfin, sur le versant oriental de l'Oural. Nous reviendrons plus tard sur cette dernière région.

Andö. — A Andö, l'une des îles Lofoden, les grès calloviens ou oxfordiens, dont il a été question précédemment, sont recouverts de grès micacés remplis de nombreuses Aucelles, que Lundgren [205] attribue à *Aucella Keyserlingi* et qu'il envisage comme une preuve de la présence, dans l'île, du Volgien supérieur, alors que A. P. Pavlow attribue cette même espèce au premier étage de l'Éocrétacé.

Yorkshire et Lincolnshire. — Les falaises de Speeton, dans le Yorkshire, et

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

la base des escarpements crétacés des Lincolnshire Wolds fournissent une succession complète de dépôts allant du Kimeridgien à l'Aptien. Lamplugh en a fait une étude minutieuse [316, 323] et Pavlow a pu établir terme par terme son parallélisme avec les couches russes embrassant les mêmes périodes. Nulle région de l'Europe occidentale ne présente, aussi bien au Jurassique supérieur qu'à l'Éocrétacé, d'aussi étroites affinités paléontologiques avec la Russie. Si le Jurassique supérieur de Russie appartient à une province boréale, il en est certainement de même du Yorkshire et du Lincolnshire.

A Specton, la série est entièrement argileuse (*Specton clay*) et les subdivisions ne peuvent être basées que sur la distribution verticale des Ammonites et des Bélemnites.

Les argiles inférieures renferment *Aulacostephanus pseudomutabilis, subundorœ, Eudoxus*, et appartiennent donc au Kimeridgien le plus élevé.

Dans les premières couches portlandiennes, on ne rencontre guère que des Ammonites écrasées (*Perisphinctes Bleicheri*), associées à des Brachiopodes (*Discina latissima, Lingula ovalis*), à des Lamellibranches (*Aucella Pallasi*), à des Bélemnites (*Cylindroteuthis magnificus, porrectus*).

Cette première masse d'argiles est séparée d'une masse supérieure beaucoup plus épaisse par une couche à coprolithes, avec *Virgatites* voisins de *V. scythicus, Tschernyschewi, dorsoplanus*, du Volgien inférieur de Russie, et *Cylindroteuthis magnificus*.

Les argiles qui correspondent au Volgien supérieur ne renferment, à Specton, que des Ammonites de petite taille (*Craspedites fragilis*) et d'une médiocre conservation. Dans le Lincolnshire, elles sont remplacées par un grès, le *Pilsbry sandstone*, qui renferme *Craspedites subditus, plicomphalus, Garnieria catenulata, Cylindroteuthis explanatoides, lateralis, russiensis* et de nombreux Lamellibranches. Le grès de Pilsbry est séparé des argiles néocomiennes par une oolithe ferrugineuse, où l'on rencontre les mêmes Bélemnites, avec *Pecten cinctus, Exogyra sinuata* et d'autres Lamellibranches.

Europe occidentale. — Si l'on fait abstraction du Yorkshire et du Lincolnshire, le Portlandien possède, dans toute l'Europe occidentale, des faciès qui diffèrent singulièrement de ceux que nous avons rencontrés en Russie, et les faunes sont tellement spéciales que nous serons conduits à admettre l'existence d'une *province de l'Europe occidentale*. Ce n'est qu'en Poméranie et dans le Boulonnais que les influences russes se font encore sentir.

Nous étudierons cette province dans l'ordre que nous avons suivi pour la zone des récifs lusitaniens et kimeridgiens, dont l'extension géographique est à peu près la même (fig. 331).

Allemagne du Nord. — En Poméranie, le Portlandien inférieur est seul représenté; on n'en connaît que peu d'affleurements, mais leur intérêt est grand, à cause des relations qu'une partie de la faune accuse avec la Russie [290].

Les couches inférieures ne renferment pas de Céphalopodes, ce sont des marnes glauconieuses à Lamellibranches, et des calcaires sableux à débris de plantes, avec *Corbula autissiodorensis*. Dans un niveau calcaire plus élevé on a trouvé *Aucella Pallasi*, avec *Oxytoma expansa, Trigonia incurva*. C'est dans les calcaires qui font suite à ce niveau à Aucelles qu'on rencontre, associés à des restes de Poissons et à des Lamellibranches, de rares exemplaires de *Virgatites*, qui semblent identiques à des formes russes (*V. scythicus, Quenstedti*). Les calcaires supérieurs sont peu fossilifères.

La présence des Aucelles et des *Virgatites* s'explique par le voisinage de la Pologne et il n'y a guère de doute que c'est par ce pays que l'Allemagne du Nord communiquait avec l'Est et le Centre de la Russie. Puisque les *Virgatites* manquent dans le bassin de la Petchora, on doit admettre que c'est par cette voie également qu'avait lieu, au Portlandien inférieur, la communication entre la Russie orientale et le Yorkshire et non par les régions boréales.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Au Portlandien supérieur, par contre, c'est seulement en contournant au nord le massif Finno-Scandinave et en passant par Andö que les formes russes pouvaient atteindre le Yorkshire. Nous allons voir tout à l'heure pourquoi.

Dans le Nord-Ouest de l'Allemagne, en particulier aux environs de Hanovre, le Kimeridgien supporte des calcaires oolithiques et des marnes, dont la faune comprend surtout des Lamellibranches (*Ostrea multiformis*, *falciformis*, *Exogyra virgula*, *Cyprina Brongniarti*, *Corbula mosensis*, *alata*), des Gastéropodes (*Turritella minula*, *Cerithium kappenbergense*), des restes de Poissons et de Reptiles et quelques espèces d'Ammonites [324], *Pachyceras gigas*, *portlandicum*, *Gravesianum*, d'un intérêt tout particulier, car ce sont elles que nous allons trouver dans toute l'Europe occidentale, à la base du Portlandien, tandis qu'en Russie leur présence est encore très douteuse.

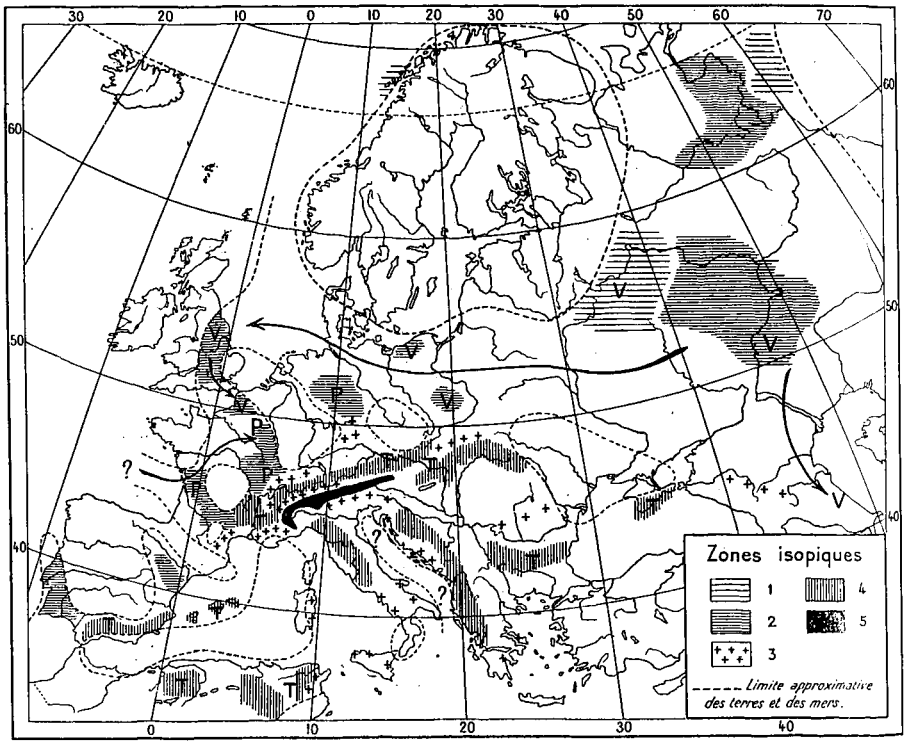


Fig. 331. — Carte des zones isopiques de l'Europe au début de l'époque Oolithique supérieure (Portlandien).

1, Formations néritiques du type boréal transgressives; 2, formations néritiques faisant suite en concordance au Kimeridgien; 3, formations coralligènes et Tithonique transgressif; 4, formations bathyales; 5, formations abyssales.
Les flèches indiquent le sens des migrations des faunes marines.
V, couches à *Virgatites* (faune orientale); P, couches à *Pachyceras* (faune occidentale); T, couches à Céphalopodes tithoniques (faune équatoriale).

Au-dessus viennent des calcaires en dalles, oolithiques ou compacts, les *Eimbeckhäuser Plattenkalke*, souvent imprégnés d'asphalte, qui ne renferment plus de Céphalopodes, mais des Lamellibranches nombreux, surtout comme

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

individus (*Modiola lithodomus*, *Corbicella Pellati*, *Corbula inflexa*, *alata*, *autissiodorensis*), et des Gastéropodes, parmi lesquels plusieurs espèces d'eau douce, telles que *Paludina Rœmeri*, *scalariformis*, *Schusteri*, *Bythinia Chopardiana*, *Melania attenuata*, *Carychium Brotanium*. Les termes suivants constituent ce que l'on est convenu d'appeler le Purbeckien. C'est un ensemble de formations lagunaires, comprenant les subdivisions suivantes [325] :

1° Marnes rouges et vertes très puissantes (300 m), avec gypse et sel (*Münder Mergel*). Certains bancs renferment des fossiles marins (*Gervilleia arenaria*, *Corbula inflexa*, *alata*); mais les couches les plus élevées sont caractérisées par la présence d'espèces lacustres : *Cypris purbeckensis*, *Valvata helicoides*, *Sabaudiensis*, *Chara Jaccardi*).

2° *Serpulite*, calcaire oolithique ou bitumineux, avec innombrables tubes de *Serpula coacervata* et mélange de Mollusques marins (*Exogyra bulla*, *Gervilleia obtusa*, *Corbula inflexa*, *Actæonina pusilla*) et d'eau douce (*Cyrena angulata*, *Rœmeri*, *Valvata helicoides*, *Physa Bristowi*).

3° Calcaires d'eau douce bitumineux et marnes, avec *Chara Jaccardi*, *Hydrobia corrugata*, *Bythinia Sautieri*, *Valvata helicoides*, *Lioplax inflata*, *Auricula Jaccardi*, *Planorbis Loryi*, *Physa Bristowi*, *Cypris purbeckensis*, *Cypridea punctata*.

4° Argiles et grès à Végétaux, Cyrènes, Unios, connus sous le nom de *Wealdien*.

Il y a concordance parfaite entre les calcaires lacustres n° 3 et le Wealdien, que l'on attribue généralement à l'Éocrétacé, bien qu'on y trouve encore plusieurs espèces des couches sous-jacentes. La Serpulite, par contre, est transgressive et présente souvent des intercalations de conglomérats, dont les éléments sont empruntés aux couches jurassiques sous-jacentes, ou même au Trias.

La présence de lagunes, souvent entièrement dessalées, dans le Hanovre, nous montre pourquoi, au Portlandien supérieur, la communication directe entre la Russie et le Nord de l'Angleterre était devenue impossible.

Angleterre méridionale. — Dans le Sud de l'Angleterre, le Portlandien est particulièrement bien développé sur la côte du Dorsetshire [0,6; 19]. Malgré que les coupes de l'île de Portland et des environs de Swanage et de Kimeridge soient classiques, les nombreuses divisions locales établies par les géologues anglais ne permettent guère de parallélismes précis avec les autres régions, car les Céphalopodes sont rares et la plupart des espèces que l'on a citées sont basées sur des figures très médiocres et auraient besoin d'une sérieuse revision.

On sait déjà que la partie supérieure de l'étage est constituée par des formations lagunaires qui ont reçu le nom de Purbeckien. La partie inférieure, à laquelle on réserve souvent le nom de Portlandien, comprend deux termes principaux, les *Portland Sands* et le *Portland Stone*.

Le passage du Kimeridge clay aux Portland sands se fait d'une manière insensible et il est probable que, conformément à l'opinion de Blake, la limite entre le Kimeridgien et le Portlandien doit être placée au milieu du Kimeridge clay, les argiles supérieures devant, en raison de leur faune (*Discina latissima*, *Astarte suprajurensis*), être classées dans le Portlandien. Mais il ne semble pas qu'on ait trouvé jusqu'ici, dans ces assises inférieures de l'étage qui nous occupe, les Ammonites du genre *Pachyceras*, qui, dans le Hanovre et dans le bassin de Paris, caractérisent la zone inférieure du Portlandien. Les Portland sands, composés d'alternances de sables et de marnes, renferment notamment *Rhynchonella portlandica*, *Exogyra bruntrutana*, *Trigonia Pellati*, *Cyprina implicata*, *Perisphinctes biplex*.

Le Portland stone comprend des calcaires oolithiques, des lumachelles, des calcaires à silex. On y trouve surtout *Serpula gordialis*, *Perna mytiloides*, *Trigonia gibbosa*, *incurva*, *Protocardia dissimilis*, *Pleurotomaria rugata*, *Cerithium portlandicum*, *Natica elegans*, *Perisphinctes giganteus*, *bononiensis*, ainsi que des restes de Poissons et de Reptiles.

Le Purbeckien est constitué par plus de 100 m de couches, déposées tantôt dans

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

des eaux douces, tantôt dans des eaux saumâtres ou sursalées. Des bancs à Mollusques marins indiquent, au milieu de la série, le retour temporaire de conditions de salure normale. Il est probable que cet ensemble s'est formé dans des lagunes, où débouchaient des cours d'eau. Les sédiments prédominants sont des argiles, des marnes, avec pseudomorphoses de sel gemme, des gypses, des sables, des lumachelles. Ces dernières sont exploitées comme marbre. Dans la partie inférieure, on observe des lits avec troncs de Cycadées (*Mantellia* ou *Cycadeoidea*) en place, englobés dans une sorte de terreau (*dirt beds*).

Les principaux Mollusques marins sont *Ostrea distorta*, *Trigonia gibbosa*, *Corbula alata*. Les formes d'eau douce sont très nombreuses, les plus communes sont *Melanopsis harpæformis*, *Paludina carinifera*, *elongata*, *Valvata helicoides*, *Planorbis Fisheri*, *Physa Bristowi*, *Unio compressus*, *valdensis*, *Cyrena elongata*, *media*, *parva*. Elles sont accompagnées d'Ostracodes (*Cypridea*, *Cypris*, *Cythere*) et d'Insectes extrêmement abondants.

Les couches moyennes ont fourni des restes de Chéloniens, de Crocodiliens, de Dinosauriens et aussi, en assez grand nombre, des mâchoires inférieures de Mammifères, appartenant aux ordres des Pantothériens (*Triconodon*, *Spalacotherium*, *Amblotherium*) et des Allothériens (*Plagiaulax*).

Le Purbeckien repose en discordance sur le Portland stone et supporte lui-même en discordance le Wealdien, généralement attribué à l'Éocrétacé.

Boulonnais. — La série portlandienne du Boulonnais mérite une mention toute spéciale. Elle a fait l'objet, de la part d'Edmond Pellat et de Munier-Chalmas [293, 294, 326, 327], de travaux d'une très grande précision, qui ont mis en évidence les relations qui existent, dans cette partie du bassin de Paris, entre les formations marines et les formations fluviatiles (fig. 332). De plus, l'examen des Ammonites a permis à A. P. Pavlow [328] d'établir un parallélisme rigoureux entre cette série et les termes correspondants du Volgien de Russie.

1° Le Portlandien débute par des argiles, avec bancs de calcaires argileux, qui sont reliées par des passages insensibles aux argiles kimeridgiennes sous-jacentes. Elles renferment déjà *Pachyceras portlandicum*, *Ostrea expansa*, *Perna Bouchardi*, *Cardium morinicum*, *Astarte scalaris*, *Corbula Bayani*, ainsi que des Aucelles. Au-dessus de cette première apparition de formes portlandiennes l'on observe une récurrence de Lamellibranches kimeridgiens.

2° Sables jaunâtres ou grès à *Pachyceras portlandicum* et *Perisphinctes Bleicheri* (espèce de la base du Volgien de Russie).

3° Argiles avec débris végétaux, grès et sables à Trigonies (*Trigonia Pellati*, *bononiensis*, *Munieri*, *Boidini*, *Corbicella tenera*). Premiers indices d'apports fluviatiles : conglomérat à galets paléozoïques, apparition de *Cyrena rugosa*.

4° Calcaire argileux à *Perna rugosa*.

5° Calcaire gréseux à *Cyprina Brongniarti*, *Hemicidaris purbeckensis* de la Crèche et sables de Terlincthun à Gastéropodes pourvus de leurs bandes colorées (*Neritoma sinuosa*, *Nerita transversa*, *Natica Marcousana*).

6° Argiles et calcaires avec *Discina latissima*, *Cardium morinicum*, *Astarte scalaris*, *Corbula Bayani* et *Virgatites* voisins de *V. virgatus*.

7° Calcaire argileux et argile avec *Aucella*, *Lima bononiensis*, *Zeilleria bononiensis*.

8° Argiles et calcaires à *Ostrea expansa* et *Perna Bouchardi*, avec, à la base, banc de galets phosphatés à Ammonites (*Virgatites Pallasi*, *Perisphinctes Boidini*, *Devillei*), puis très grand *Perisphinctes* et, au sommet, sables glauconieux avec nombreux Échinides (*Acrosalenia Kœnigi*, *Hemipedina Bouchardi*).

9° Calcaires à *Astarte Sæmanni*, avec grands *Perisphinctes* et *Virgatites sosia*, *apertus*.

10° Sables glauconieux.

11° Calcaires marneux avec *Trigonia Damoniana*, *radiata*, *Cardium Pellati*, grands *Perisphinctes*.

12° Calcaires gréseux alternant avec des sables glauconieux :

1er niveau à *Trigonia gibbosa*, avec *Cardium Pellati*, *Corbicella Pellati*, *Ampullina elegans*, *Perisphinctes bononiensis*;

2e niveau à *Trigonia gibbosa* avec, à Wimille, *Perisphinctes giganteus*, *Nikitini*, *Holcostephanus triplicatus*;

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

3° niveau à *Trigonia gibbosa*, *Ampullina elegans*.

13° Sables et calcaires gréseux à *Trigonia Edmundi*, *Cardium dissimile*, *Corbicella Pellati*, *Pseudonerinea pseudo-excavata*.

14° Calcaires à *Anisocardia socialis* et Entomostracés (*Candona bononiensis*), d'origine lagunaire.

Concurremment avec cette série presque entièrement marine, il existe dans la région, en divers endroits, des formations fluviatiles contemporaines.

Déjà dans les couches n° 3, la présence de *Cyrena rugosa* indique l'arrivée d'eaux douces. Dans les assises supérieures à *Trigonia gibbosa*, les actions fluviatiles se manifestent avec une plus grande netteté. Un cours d'eau, venant vraisemblablement d'une terre émergée située sur l'emplacement de la Belgique, venait se déverser dans la mer du Boulonnais, au nord de Wimereux, après s'être divisé en deux branches principales, improprement appelées estuaires, celle de la Pointe-aux-Oies, au nord, celle de la Rochette, au sud [327].

Les eaux de la branche septentrionale, après s'être creusé un lit dans les assises moyennes à *Trigonia gibbosa*, ont déposé une couche de galets, puis des argiles, avec lits irréguliers de sables et bancs de lignites. On trouve dans ces argiles, outre les Lamellibranches marins caractéristiques des couches à *Trigonia gibbosa*, de nombreuses Cyrènes (*Cyrena Pellati*, *Tombecki*, *ferruginea*, *rugosa*). La mer recouvre de nouveau ces dépôts fluviatiles et y dépose des sables et des calcaires gréseux à *Trigonia Edmundi*.

Les eaux de la branche de la Rochette (fig. 332) ont d'abord profondément raviné les couches à *Trigonia gibbosa* et ont déposé un véritable poudingue, dont les galets renferment *Trigonia gibbosa* (*a*). Puis viennent successivement : des alternances de sables et d'argiles en stratification oblique, avec *Trigonia gibbosa*, *incurva* et débris de Conifères (*b*) ; des argiles, dont certains bancs renferment *Cyrena rugosa*, *Pellati*, *Tombecki*, associés à *Trigonia Edmundi* et à d'autres Mollusques marins de cet horizon (*c*) ; des sables et des argiles en stratification oblique, avec lits à *Unio* et *Cyrena Tombecki* et lits saumâtres à *Corbula autissiodorensis* (*d*) ; un lit d'hydroxyde de fer avec *Paludina* et *Cyrena Tombecki* (*e*) ; des marnes à *Anisocardia socialis*, avec débris de Trigonies, de Corbicelles et fragments de calcaire à *Anisocardia socialis*, représentant la couche terminale n° 12 (*f*).

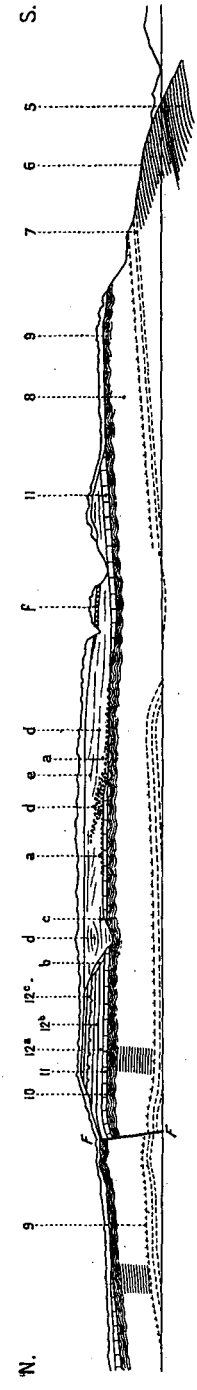


Fig. 332. — Coupe de la falaise au nord de Wimereux (d'après Munier-Chalmas et Pellat).
5-12, Portlandien inférieur marin ; *a-f*, Portlandien inférieur fluviatile de la Rochette. Voir le texte.

Il existe donc, dans le Boulonnais, des formations d'eau douce, analogues par leur faune au Purbeckien d'Angleterre et d'Allemagne, *mais contemporaines du Portlandien marin de ces pays*. Aucune formation qui puisse être datée au moyen de données paléontologiques ne représente ici le Portlandien ou Volgien supérieur, l'Aquilonien de Pavlow. Les argiles et les grès ferrugineux avec débris végétaux, que Munier-Chalmas et Pellat ont assimilés à ce sous-étage reposent, en discordance, sur les couches que nous venons de décrire et peuvent tout aussi bien correspondre à la base de l'Éocrétacé, au Wealdien des géologues anglais.

Par contre, le synchronisme de la série portlandienne marine avec le Volgien inférieur ne peut faire de doute, comme le montre avec évidence la présence, à des niveaux successifs, de *Pachyceras portlan-*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

dicum, *Perisphinctes Bleicheri*, *Virgatites Pallasi*, *V. sosia*, et, dans un niveau supérieur, de *Perisphinctes giganteus*, *Nikitini* et *Holcostephanus triplicatus*. C'est exactement la même succession qu'en Russie. A. P. Pavlow [316, 317, 328] a insisté à plusieurs reprises sur le caractère boréal ou tout au moins russe des Céphalopodes du Boulonnais et sur la présence, à plusieurs niveaux, de représentants du genre *Aucella*. Les rares Bélemnites appartiennent également au genre boréal *Cylindroteuthis*. Il est incontestable que le caractère boréal est beaucoup plus accentué dans la faune portlandienne du Boulonnais que dans celle du Sud de l'Angleterre. D'autre part, les représentants du genre *Pachyceras*, à la base de l'étage, sont infiniment plus rares que dans les autres régions du bassin de Paris.

Pays de Bray. — Les argiles et les lumachelles du Kimeridgien qui affleurent au centre de l'anticlinal du pays de Bray supportent des calcaires blancs lithographiques, qu'A. de Lapparent rangeait encore dans le Kimeridgien, mais qui renferment, d'après Haug et Lemoine, divers *Pachyceras* et *Trigonia Edmundi* et doivent donc être attribués au Portlandien. Au-dessus viennent successivement des marnes à *Ostrea calalaunica*, un grès calcaire à *Anomia lævigata*, des calcaires et des marnes, un grès glauconieux à *Hemicidaris Hofmanni*, *Echinobrissus Brodei*, *Exogyra bruntrutana*, des argiles bleues à *Ostrea expansa*, avec bancs calcaires à *Perisphinctes rotundus*, des sables et des grès ferrugineux à *Trigonia gibbosa*.

Comme on le voit, les faciès rappellent ceux du Boulonnais, mais on n'a pas encore signalé, dans la faune, d'éléments boréaux. Contrairement à ce qui a lieu dans le Boulonnais, le passage des sables à *Trigonia gibbosa* aux formations éocrétacées se fait, d'une manière tout à fait insensible, par des sables sans fossiles avec galets de roches anciennes.

Haute-Marne et Yonne. — Sur le bord nord-est du bassin de Paris, depuis le Hainaut jusque dans la Meuse, le Portlandien manque entièrement, les assises crétacées reposant directement sur le Kimeridgien ou sur des termes plus anciens, mais il reparaît dans la Meuse et il est surtout bien développé dans la Haute-Marne, où il comprend, d'après H. Tombeck [296], les termes suivants :

1° Calcaires compacts ou lithographiques à *Pachyceras portlandicum*, avec intercalation de marnes à *Hemicidaris purbeckensis* et niveau oolithique au sommet. Les fossiles les plus caractéristiques sont : *Exogyra bruntrutana*, *Trigonia Pellati*, *Corbicella moreana*, *Pteroceras icaunensis*, *Pleurotomaria Royeri*, *Pseudomelania gigantea*, *Pachyceras portlandicum*, *Irius*, *Gravesianum*, *Aulacostephanus autissiodorensis*, *Perisphinctes rotundus*, *biplex*. C'est un faciès vaseux, presque bathyal, qui n'a pas son équivalent dans le Boulonnais.

2° Calcaires cariés et tachetés à *Cyprina Brongniarti*, renfermant de nombreux Lamellibranches des genres *Mytilus*, *Trigonia*, *Astarte*, *Cardium*, *Cyprina*, *Thracia*, *Pleuromya*, *Corbula*, quelques Gastéropodes, de rares Ammonites (*Pachyceras portlandicum*, *Perisphinctes suprajurensis*) et des restes de Poissons.

3° Calcaires gris verdâtre, feuilletés avec bancs d'oolithe vacuolaire, renfermant un mélange d'espèces marines du niveau précédent et d'espèces saumâtres, telles que *Corbula inflexa*, *Cyrena rugosa*. On y trouve en outre *Serpula coacervata* et des restes de Poissons.

Ces dernières couches supportent directement le Néocomien et correspondent peut-être au Purbeckien du Hanovre.

On constate l'absence totale d'éléments boréaux et la fréquence des *Pachyceras* dans les couches inférieures.

Les affleurements de calcaires portlandiens forment, depuis la Meuse jusque dans l'Aube, une région naturelle, le Barrois. La bande se poursuit dans l'Yonne et jusque dans le Cher.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Dans l'Yonne [329], les deux divisions inférieures du Portlandien de la Haute-Marne existent seules.

La 1re est constituée exclusivement par des calcaires compacts à *Pachyceras portlandicum*, où les Ammonites — les mêmes que dans la Haute-Marne — sont très abondantes et atteignent de grandes dimensions, tandis que les autres Mollusques ne sont représentés que par un petit nombre d'espèces (*Exogyra bruntrutana*, *Pinna granulosa*, *Trigonia Coltaldi*, *Thracia incerta*, *Pholadomya hortulana*, *Pleuromya tellina*, *Pseudomelania gigantea*). Le caractère bathyal des dépôts s'est accentué.

Le 2e niveau de la Haute-Marne est représenté, par contre, par des calcaires marneux blanchâtres à *Pinna suprajurensis*, où les Ammonites sont très rares, tandis que les autres Mollusques sont abondants.

Dans les deux niveaux les éléments boréaux font totalement défaut.

Dans le Cher, le niveau inférieur existe seul et il finit par disparaître lui-même vers l'est sous les terrains crétacés transgressifs [297 *bis*].

Chaîne du Jura. — Le Portlandien inférieur du Jura central présente de grandes analogies avec celui de la Haute-Marne et de l'Yonne, auxquels le relient d'ailleurs des jalons intermédiaires. Les lambeaux de la Haute-Saône et de la Côte chalonnaise sont manifestement des témoins d'une ancienne nappe continue de dépôts, qui reliait le bassin de Paris au Jura, par le détroit Morvano-Vosgien.

L'étage débute par des calcaires compacts, très peu fossilifères, où l'on ne rencontre que très rarement *Pachyceras portlandicum* et où apparaissent déjà des Nérinées. Ces Gastéropodes deviennent prédominants dans une seconde masse de calcaires compacts, quelquefois dolomitiques, caractérisée par *Nerinea trinodosa*, *salinensis*, *Natica Marcousana*, *Trigonia gibbosa*, *Astarte socialis*, *Corbula mosensis*. Les calcaires compacts sont recouverts par la *dolomie portlandienne*, où se trouve intercalé à Villers-le-Lac, dans le Doubs, un niveau fossilifère avec faune saumâtre. On y rencontre notamment *Gervilleia arenaria*, *Corbula inflexa*, *Corbicella Pellati*, *Cyrena rugosa*. C'est exactement l'équivalent du niveau supérieur de la Haute-Marne et des « Eimbeckhäuser Plattenkalke » du Hanovre.

Le Purbeckien du Jura se présente dans des conditions toutes différentes des couches d'eau douce du Boulonnais; il est toujours superposé à la dolomie portlandienne; il est donc d'âge plus récent que tout le Portlandien de la Haute-Marne et du Boulonnais et correspond exactement au Purbeckien du Hanovre et du Sud de l'Angleterre. Il ne présente pas le caractère de dépôts fluviatiles très localisés, mais couvre une très grande surface, s'étendant depuis Gray et Baume-les-Dames, au nord, jusqu'à Yenne, en Savoie, au sud. Il s'est évidemment déposé dans une vaste lagune, très salée au début, puis entièrement dessalée et occupée de nouveau par des eaux saumâtres à la fin de la période, C'est ce qui ressort avec évidence de la succession suivante, établie par Maillard [330] pour l'ensemble de la chaîne :

1° *Marnes à gypse.* Marnes sans fossiles, avec amas lenticulaires de gypse, souvent exploités, et dolomies cloisonnées, au sommet. Ce faciès n'existe que dans le Jura central.

2° *Couches nymphéennes.* Calcaire marneux et marnes avec fossiles d'eau douce et terrestres, s'étendant à toute la chaîne, depuis Bienne jusqu'en Savoie. Les localités de Villers-le-Lac, de Vers-chez-les-Jacques, près Sainte-Croix, de la source de l'Ain, de la Cluse-de-Chailles, près Yenne, sont particulièrement fossilifères. On y trouve notamment *Cyrena villersensis*, *Pidanceti*, *Corbula inflexa*, *Neritina wealdensis*, *Valvata helicoides*, diverses *Bithynia*, *Limnea physoides*, *Physa Bristowi*, *wealdensis*, *Planorbis Loryi*, *Coquandi*, *Succinea præcursor*, les genres *Megalomastoma*, *Diplommoptychia*, *Carychium*, etc.

3° *Couches saumâtres supérieures.* Calcaires oolithiques et calcaires marneux, ayant à peu près la même extension horizontale que les marnes à gypse. Faune constituée par des éléments marins (*Gervilleia*, *Nucula*, *Astarte*, *Lucina*, *Cyprina*, *Turritella*, *Cerithium*) et des éléments d'eau douce ou d'eau saumâtre (*Unio*, *Cyrena*, *Corbula*, *Valvata*, *Hydrobia*). Plusieurs espèces se rencontrent déjà dans le Portlandien inférieur du Boulonnais ou de la Haute-Marne, un petit nombre relie ce Purbeckien supérieur au Wealdien.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Bassin de l'Aquitaine. — De même que l'analogie des faciès permet de conclure à une communication de la mer portlandienne du Jura, par le détroit Morvano-Vosgien avec le bassin de Paris, elle conduit également à admettre une communication entre le bassin de Paris et le bassin de l'Aquitaine par le détroit du Poitou, quoique l'on ne rencontre aucun dépôt portlandien ni sur le bord septentrional du Plateau Central, ni sur le bord oriental du massif Armoricain, ni sur le seuil du Poitou lui-même. Des faciès presque identiques à ceux de la Haute-Marne et de l'Yonne se retrouvent dans les Charentes et ne laissent pas de doute sur l'existence d'une pareille communication et sur l'ablation des dépôts portlandiens, sur d'immenses étendues, antérieurement à la transgression mésocrétacée.

Le Portlandien affleure dans les Charentes suivant une large bande allant d'Angoulême à Saint-Jean-d'Angély. A l'ouest de cette localité, il est caché par des dépôts crétacés et ne reparaît plus que dans l'île d'Oléron.

La partie inférieure du Portlandien des Charentes présente, d'après Glangeaud [331], d'assez grandes variations de faciès. Ce géologue distingue un faciès à Nérinées, un faciès marno-gréseux, avec *Hemicidaris purbeckensis*, *Arca texta* et Gastéropodes, et un faciès de calcaires marneux à Céphalopodes, où l'on rencontre, comme dans l'Yonne, *Pachyceras portlandicum*, *Gravesianum*, *Irius*, et *Perisphinctes rotundus*, associés à des Lamellibranches.

La partie moyenne comprend des calcaires marneux sublithographiques et oolithiques, avec niveaux à faune saumâtre, caractérisés par *Corbicella Pellati*, *Cyrena rugosa*, *Corbula inflexa*, *mosensis*, *Natica Marcousana*. Puis viennent des argiles gypsifères et salifères, avec bancs calcaires à Cyrènes et *Corbula inflexa*.

La série se termine par des calcaires marneux, sublithographiques et oolithiques, dont la faune est constituée presque exclusivement par des Lamellibranches marins, caractéristiques de l'oolithe portlandienne du Jura et des couches à *Pinna suprajurensis* de l'Yonne, tels que *Gervilleia arenaria*, *Astarte bifaria*, *Plectomya rugosa*, *Corbula inflexa*.

On voit donc clairement que l'épisode saumâtre s'est produit au milieu d'une série appartenant entièrement au Portlandien inférieur ou Bononien. Contrairement à l'opinion courante [331], il n'existe dans les Charentes aucun terme qui corresponde au Purbeckien du Jura, de l'Allemagne du Nord ou du Dorsetshire.

Au sud d'Angoulême, on ne retrouve plus le Portlandien que dans les causses du Haut-Quercy. Il est constitué par des calcaires sublithographiques à *Pachyceras portlandicum*, par des calcaires blancs à Nerinées et Lamellibranches et par des dolomies cloisonnées et des marnes vertes dépourvues de fossiles.

Dans le golfe des Causses, G. Fabre attribue au Portlandien une masse puissante de calcaires blancs sublithographiques, dépourvue de fossiles, qui surmontent les dolomies du groupe Oolithique moyen.

Meseta Ibérique. — Le Portlandien a été reconnu en quelques points sur le bord de la Meseta Ibérique.

Dans l'Aragon, le Kimeridgien de la chaîne Ibérique supporte des calcaires compacts et gréseux, sans fossiles, qui représentent probablement le Portlandien.

Au Portugal, le Jurassique se termine généralement par des grès à faune marine ou à plantes. Dans la région de Cintra, il est toutefois constitué par des calcaires, qui reposent sur le Lusitanien et qui passent insensiblement à l'Éocrétacé.

Sillon de l'Europe centrale. — Le sillon de l'Europe centrale, dont nous avons précisé l'emplacement à l'époque Oolithique moyenne, continue à

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

exister à l'époque Oolithique supérieure. Il semble cependant qu'il ait diminué de largeur, à mesure qu'il s'approfondissait, car son bord septentrional est maintenant envahi par des récifs coralliens, qui occupent une zone ininterrompue, depuis la Bavière jusque dans le massif de la Grande-Chartreuse, près de Grenoble. Par contre, il existait, entre l'Isère, le Plateau Central et la Durance, une profonde dépression, la *fosse vocontienne* de Paquier, où s'accumulaient exclusivement des formations vaseuses (fig. 333). C'est là, et non plus dans l'Allemagne du Sud, que nous prendrons notre type pour l'étude des formations bathyales du groupe Oolithique supérieur dans les régions méditerranéennes.

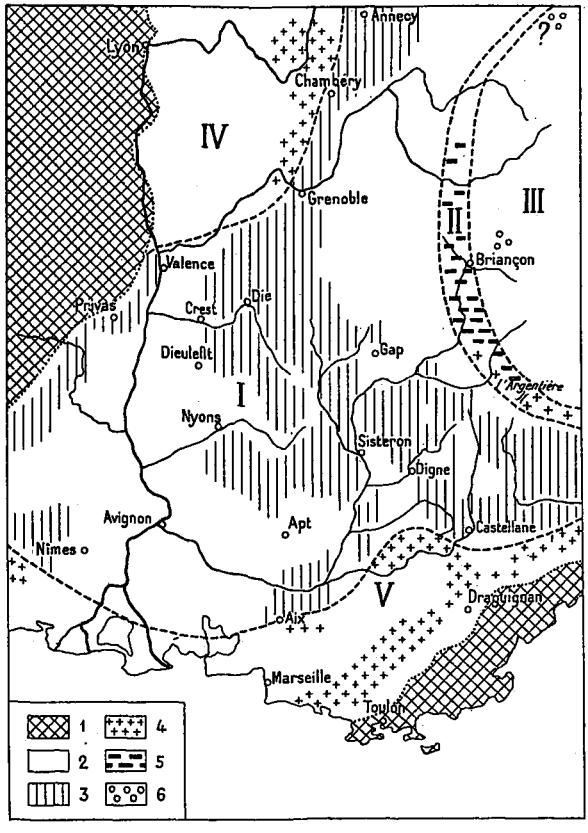


Fig. 333. — Carte représentant les variations de faciès dans le bassin du Rhône à l'époque Portlandienne.

1, terrains antétriasiques du Plateau Central et du massif des Maures; 2, régions où le Portlandien est caché sous des terrains plus récents ou a été enlevé par dénudation; 3, formations bathyales; 4, formations coralligènes; 5, calcaires rouges noduleux (marbre de Guillestre); 6, radiolarites.

I, fosse vocontienne et géosynclinal dauphinois; II, géanticlinal briançonnais; III, géosynclinal piémontais; IV, seuil jurassien; pourto, Vur du massif des Maures.

Le bord occidental et méridional du sillon de l'Europe centrale se trouve très loin dans l'intérieur des Alpes. Nous pourrons donc suivre, presque sans discontinuité, les formations bathyales sur le bord externe de la chaîne, depuis les Alpes Maritimes jusqu'à Vienne et même au delà, sur le bord septentrional des Karpates.

Fosse vocontienne. — Sur le bord est du Plateau Central, il existe une bande de calcaires, représentant le groupe Oolithique supérieur, que l'on suit, d'une manière presque continue, depuis la montagne de Crussol (fig. 324; pl. CXI, 2), au nord, jusque dans le Gard. Le faciès y est remarquablement constant et il est identique à celui des calcaires du même âge que l'on voit apparaître, au milieu des couches crétacées, sur la rive gauche du Rhône, dans le Diois, dans les Baronnies et aux environs de Sisteron (pl. CX). Dans toute la fosse vocontienne le Portlandien ou Tithonique est concordant, aussi bien avec

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

le Kimeridgien qu'avec la série Éocrétacée. Partout il présente les mêmes subdivisions, avec les mêmes caractères lithologiques et paléontologiques, comme il ressort des travaux de Kilian, dans la montagne de Lure [50], de Toucas, dans l'Ardèche [332], de Paquier, dans le Diois [49 *bis*].

Voici cette succession :

La partie supérieure des *calcaires ruiniformes* (pl. LIX, 2), dont la base représente le Kimeridgien supérieur, est caractérisée par une faune spéciale, composée, d'une part, d'éléments autochtones, c'est-à-dire d'espèces, telles que *Sowerbyceras Loryi*, *Neumayria compsa*, *Simoceras Herbichi*, *Aspidoceras altenense*, qui sont communes aux couches sous-jacentes, ou telles que *Waagenia hybonota* (fig. 338), *Aspidocoras cyclotum* et d'autres, qui sont voisines d'espèces kimeridgiennes; d'autre part, d'éléments cryptogènes ou immigrés dans la région, tels que *Phylloceras semisulcatum*, *Lissoceras carachtheis*, *elimatum*, *Staszycii*, *Oppelia lithographica*, *Hœberleini*, *steraspis*. On y trouve en outre divers *Perisphinctes*, des Brachiopodes et notamment *Pygope janitor* (fig. 328).

Au-dessus viennent des calcaires gris, noduleux ou bréchiformes, en gros bancs exploités comme pierre de taille ou d'ornement. On y trouve surtout *Phylloceras semisulcatum*, *Lytoceras quadrisulcatum*, *sutile*, *Lissoceras elimatum*, *Staszycii*, *carachtheis*, *Perisphinctes contiguus*, *Richteri*, *geron*, *colubrinus*, *eudichotomus*, de rares Lamellibranches, des Brachiopodes, en particulier *Pygope janitor*, *Collyrites Verneuili*.

La série se termine par des calcaires blancs lithographiques, avec bancs de fausses brèches et couches rognonneuses, au-dessus de quoi viennent des sédiments beaucoup plus marneux, que nous plaçons avec Kilian à la base de l'Éocrétacé (Berriasien). La faune de ces calcaires supérieurs comprend la plupart des espèces des couches sous-jacentes, à l'exception de *Perisphinctes contiguus*, *geron* et *colubrinus*, mais elle s'enrichit de *Perisphinctes transitorius*, *senex*, *Berriasella Dalmasi*, *delphinensis*, *Callisto*, *privasensis*, *Chaperi*, *micracantha*, *riasanensis*, *Spiticeras pronum*, *Groteanum*. Les Lamellibranches, les Brachiopodes, les Échinides sont très communs dans certaines localités, comme par exemple à Chomérac, dans l'Ardèche [332].

On peut donc distinguer, dans le Portlandien ou Tithonique de la fosse vocontienne, les 3 zones suivantes :

1° Zone à *Oppelia lithographica;*
2° Zone à *Perisphinctes contiguus;*
3° Zone à *Berriasella privasensis.*

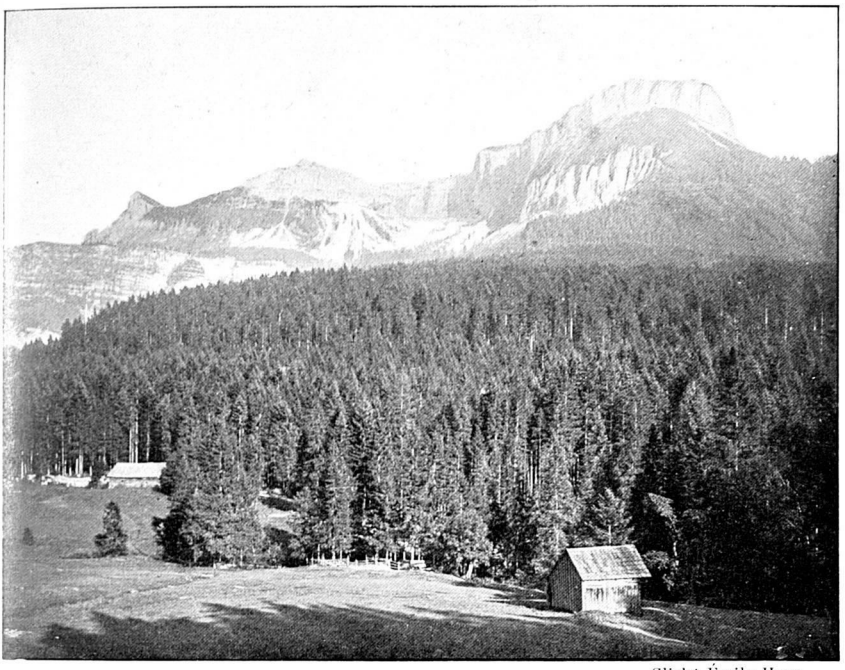
Le parallélisme de ces trois zones avec les subdivisions du Portlandien du Nord est très difficile à établir, car on ne trouve dans le bassin du Rhône ni *Virgatites*, ni *Craspedites*, ni *Cylindroteuthis*, ni *Aucella*. On doit se contenter de synchroniser l'ensemble du Tithonique avec l'ensemble du Volgien, mais l'on peut affirmer que ce synchronisme est rigoureux.

En effet, Paquier a trouvé à Saint-Pancrasse, dans l'Isère, au sommet des calcaires ruiniformes, un exemplaire de *Pachyceras Irius*, espèce qui, dans le bassin de Paris, caractérise la base même du Portlandien, tandis que la partie inférieure des calcaires ruiniformes a fourni à P. Lory, au Saint-Eynard, près Grenoble, des *Aulacostephanus* voisins d'*Eudoxus* et de *pseudomutabilis* [333] (pl. CXI, 1).

D'autre part, on se souvient que les couches terminales du Volgien supérieur de Riazan renferment des *Berriasella* d'affinités méditerranéennes [322]. *Berriasella riasanensis*, en particulier, a été retrouvé par Gevrey à Chomérac.

Il n'y a donc aucun doute que les limites inférieure et supérieure du Portlandien coïncident exactement dans le Nord et dans les régions méditerranéennes, en d'autres termes que les noms de Portlandien, Volgien et Tithonique s'appliquent à des ensembles de couches rigoureusement synchroniques [319].

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



Cliché Émile Haug.

LOSER, VU DE LA FLUDERGRABEN ALP, PRÈS ALTAUSSEE (Styrie).

Abrupt de *Tressensteinkalk* (groupe Oolithique moyen), avec soubassement de schistes siliceux (groupe Oolithique inférieur).



Cliché Émile Haug.

TRISSELWAND ET LAC D'ALTAUSSEE (Styrie).

A gauche : calcaires du Dachstein (Trias supérieur), plongeant vers le lac.
A droite : *Tressensteinkalk* (groupe Oolithique moyen).
Au fond : grande paroi de calcaire tithonique.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



Cliché Saint-Marcel-Eyssérie.

SISTERON (Basses-Alpes) ET LE GOULOT DE LA DURANCE.

1, dôme liasique du rocher de Hongrie; 2, marnes du groupe Oolithique inférieur; 3, calcaires du groupe Oolithique moyen; 4, calcaires du groupe Oolithique supérieur; 5, marno-calcaires berriasiens; 6, marnes valanginiennes.

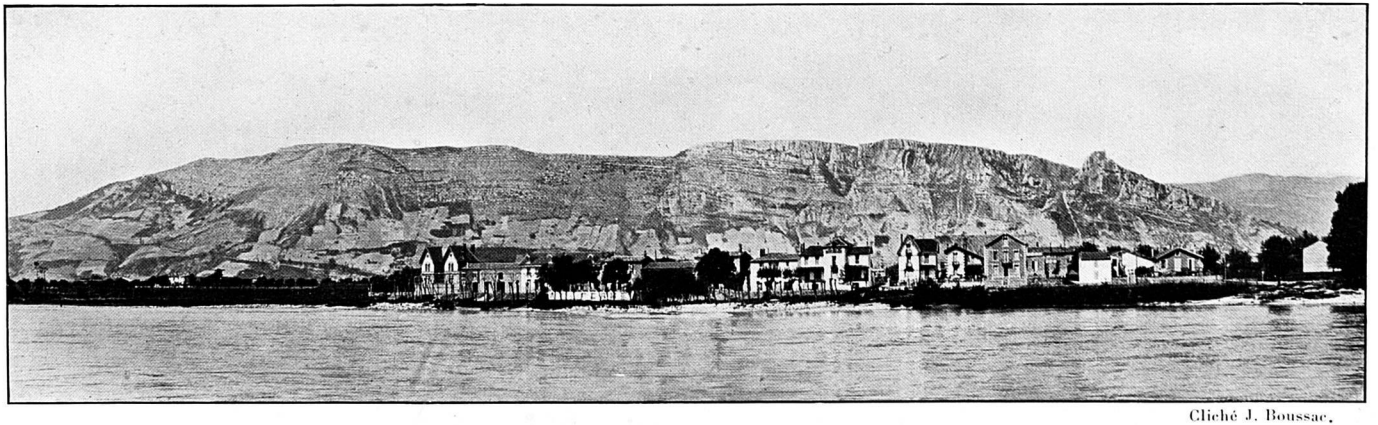
Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



Cliché Serbonnel.

LES QUAIS DE L'ISÈRE A GRENOBLE, AVEC LA TERMINAISON MÉRIDIONALE DU MASSIF DE LA CHARTREUSE.

Au fond à gauche, le Néron (Urgonien et Hauterivien) : au centre, la Porte de France (Berriasien et Tithonique) et la montagne de la Bastille (groupe Oolithique moyen).



Cliché J. Boussac.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Les sédiments tithoniques possèdent une épaisseur totale de 100 m environ dans l'Ardèche, de 50 m dans la région de Sisteron. Leur caractère bathyal est incontestable. Les *Phylloceras* et les *Lytoceras* sont relativement abondants, les Gastéropodes, les Lamellibranches néritiques, les *Rhynchonellidæ*, les Échinides endocycles font presque entièrement défaut; en revanche, le genre *Pygope* est assez commun (*P. janitor*).

Outre le caractère négatif de l'absence des *Virgatites*, des *Craspedites*, des *Aucella* et l'extrême rareté des *Pachyceras*, il y a lieu de signaler la présence des *Oppelia*, des *Neumayria*, des *Lissoceras*, des *Simoceras* et de certains groupes de *Perisphinctes* qui sont totalement inconnus dans les mers de l'Europe septentrionale. Les *Cylindroteuthis* sont remplacés par les *Belemnopsis* et les *Duvalia* (*D. Conradi, conophora, Orbignyi*, etc.). Nous retrouverons exactement les mêmes particularités dans toutes les formations bathyales de la région méditerranéenne.

Bord externe de la chaîne des Alpes. — Dans les Alpes françaises, il existe, en arrière des Chaînes Subalpines, formées sur l'emplacement de la fosse vocontienne, et en arrière des prolongements méridionaux du Jura, une zone de plissements autochtones, caractérisée, depuis le Nord des Alpes-Maritimes jusqu'au pied de la Dent de Morcles, par la présence du Tithonique bathyal. L'épaisseur des dépôts est à peu près la même que dans l'est de la fosse vocontienne. Les calcaires sont, ici aussi, compacts ou bréchoïdes, mais ils affectent des teintes plus foncées et les fossiles sont en général beaucoup plus rares, si ce n'est dans le nord de la région, à l'approche des chaînes Jurassiennes. Nous sommes évidemment en présence de sédiments formés dans un géosynclinal.

Apparaissant, dans le sud et dans le nord (v. p. 216, fig. 77), dans l'axe des anticlinaux, les dépôts tithoniques ne constituent plus, dans la région comprise entre le massif du Mercantour et celui du Pelvoux, que des témoins isolés, tels que celui de la Rochette, près Gap, tandis que, dans la Maurienne et la Tarentaise, ils n'ont pas été épargnés par l'érosion.

On a vu plus haut que la zone des Hautes-Chaînes calcaires de Savoie s'enfonce, au col de Cheville, dans les Alpes Vaudoises, sous la nappe des Diablerets, pour ne plus reparaître. Nous devons supposer toutefois que son prolongement et celui du géosynclinal correspondant se continuent en profondeur sous les nappes helvétiques.

La couverture du massif cristallin de l'Aar appartient, comme on sait, à une zone plus interne. Le Tithonique n'y affecte plus le faciès bathyal, il est constitué par un calcaire zoogène, marmoréen, le *Troskalk*, qui ne renferme que des Nérinées et des débris de Coralliaires indéterminables. Ce faciès néritique est localisé dans la même bande que le Lias à Gryphées et le Bajocien-Callovien oolithique. On est là en présence d'une crête sous-marine, qui a subsisté comme telle pendant toute la durée de la période Jurassique, sauf à l'époque Oolithique moyenne. En arrière, on retrouve les formations bathyales.

En effet, si dans les nappes helvétiques, dont les racines se trouvaient derrière le massif de l'Aar, le Tithonique est encore partiellement zoogène, on voit déjà se développer des calcaires compacts à *Pygope diphya*, *Aptychus*, *Perisphinctes senex*, *Richteri*, *Lorioli*. Dans les nappes plus élevées, c'est-à-dire dans la nappe inférieure des Préalpes, on voit ensuite, aussi bien dans la 1re nappe de Sulens qu'en Chablais et dans les chaînes externes des Préalpes vaudoises et fribourgeoises [334], le Tithonique prendre un faciès éminemment bathyal, qui rappelle tout à fait celui de la fosse vocontienne.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

On sait que les nappes helvétiques et lépontines (Préalpes) s'enfoncent, sur la rive droite du Rhin, sous les nappes des Alpes orientales, mais qu'elles débordent sur le front de la chaîne, constituant la zone du Flysch et les klippes de la bordure (v. p. 979). Le Tithonique ne joue, dans ces deux zones, qu'un rôle peu important. Il présente le faciès bathyal dans les anticlinaux de la Mittagsfluh et de la Canisfluh, dans le Bregenzer Wald. Il constitue ensuite les îlots jurassiques de Niederfellabrunn, au nord de Vienne, situés dans l'angle obtus formé par le bord des Alpes et le bord des Karpates.

Les travaux d'O. Abel et de H. Vetters [335] ont fait connaître leur faune. Les Céphalopodes prédominent, ce sont des Bélemnites du genre *Belemnopsis*, des *Phylloceras*, des *Lytoceras*, de rares *Oppelia*, voisines d'espèces de l'Himalaya, et des *Perisphinctes* nombreux, que l'on avait pris à tort pour des *Virgatites* et qui appartiennent en réalité à *Pseudovirgatites scruposus*. On y a aussi trouvé des Lamellibranches (*Pecten*, *Nucula*, *Trigonia*, *Corbis*), parmi lesquels une variété d'*Aucella Pallasi* indique des relations avec le Volgien inférieur de Russie, enfin, des Térébratules. Le caractère bathyal n'est pas très accentué.

D'autres îlots calcaires situés plus au nord ont fourni des faunes néritiques. Il en est de même de la plupart des klippes de la zone externe des Karpates. Nous y reviendrons plus loin.

Récifs périphériques du sillon de l'Europe centrale. — Nulle part on ne voit les formations bathyales du sillon de l'Europe centrale passer latéralement au Portlandien du type anglo-parisien, déposé dans des eaux moins profondes, mais dont les couches inférieures ne peuvent non plus être envisagées comme franchement néritiques. Les deux dépressions sont séparées soit par des terres émergées, dont l'existence résulte de l'absence de toute trace de dépôts portlandiens, soit par une plate-forme sous-marine, partiellement couverte de récifs coralliens.

Le sillon de l'Europe centrale est également délimité au sud par une ceinture de récifs, formés sur des terres émergées ou sur une crête sous-marine, qui le séparent de la fosse profonde de la région axiale des Alpes.

La ceinture septentrionale de récifs est connue depuis la Franconie jusqu'à Grenoble. Plus à l'est, c'est-à-dire sur le pourtour du massif de Bohême et en Pologne, on ne connaît plus aucune trace de dépôts portlandiens. Il est probable qu'il existait ici des terres émergées, séparant le sillon de l'Europe centrale de la dépression de l'Allemagne du Nord, mais quelques communications devaient subsister, vers le nord ou vers l'est, avec la Russie, car on ne s'expliquerait pas autrement la présence du genre *Aucella* à Niederfellabrunn et en Franconie.

Franconie et Souabe. — Nous commençons l'étude des récifs portlandiens par la Franconie et nous suivrons ensuite le bord méridional du Jura, en passant par la Souabe, le Randen et l'Argovie.

Les localités de Kelheim, d'Eichstädt et de Solnhofen, en Franconie, celles d'Ulm, de Nattheim, de Nusplingen, en Souabe, sont célèbres par la variété et la richesse des faunes jurassiques dont elles ont révélé l'existence aux paléontologistes. On y observe des faciès variés, dont les relations réciproques ont été longtemps méconnues [336]. Nous nous sommes déjà occupés des dépôts oolithiques moyens de la région et nous avons vu que la zone à *Aulacostephanus pseudomutabilis* y est représentée avec ses Ammo-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

nites les plus caractéristiques. Il n'y a donc aucun doute que les couches qui la surmontent appartiennent au Portlandien [319] et non au Kimeridgien, comme beaucoup d'auteurs l'ont cru. La présence de *Pterocera Oceani* et d'*Exogyra virgula* ne saurait être invoquée en faveur de la dernière opinion, car nous savons que ces deux espèces se rencontrent parfois encore dans le Portlandien. Mais nous verrons que la zone inférieure du Portlandien est seule représentée.

Les assises inférieures sont uniformément constituées par des calcaires massifs, souvent dolomitisés. Les fossiles ne sont conservés que par places: ce sont principalement des Zoanthaires à polypiers composés ou des Spongiaires. En quelques points, comme à Nattheim, les fossiles sont plus abondants et, comme ils sont siliciflés, ils se trouvent naturellement dégagés, grâce à la décalcification superficielle de la roche. Ce sont, parmi les Zoanthaires, les genres *Thecosmilia*, *Thamnastræa*, *Stylina*, *Montlivaultia*, *Latimæandra*, *Isastræa*, *Enallohelia*, etc.; parmi les Crinoïdes, *Pentacrinus*, *Millericrinus;* parmi les Échinides, *Cidaris* (fig. 334), *Diplocidaris*, *Rhabdocidaris*, *Hemicidaris*, *Glypticus*. Les Brachiopodes sont représentés par *Rhynchonella Astieriana*, *trilobata*, *Terebratella pectunculoides*, *Terebratulina substriata*, *Terebratula immanis*, *insignis;* les Lamellibranches, par *Alectryonia hastellata*, *Opis carinata;* les Gastéropodes, par *Pleurotomaria Münsteri*, *Neritopsis cancellata* et par de nombreuses espèces de Nérinées. Tous ces Mollusques vivaient dans les anfractuosités des récifs.

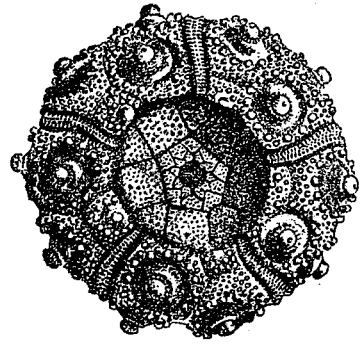


Fig. 334. — *Cidaris coronata*. Couches coralliennes du Portlandien inférieur. Nattheim, Wurtemberg (d'après Quenstedt).

Vers le haut, l'aspect récifal des calcaires est plus évident, des masses de calcaires construits s'individualisent, surgissent sur le soubassement continu, tandis que des couches stratifiées remplissent les dépressions intermédiaires (fig. 335). Sur le pourtour de quelques récifs, comme par exemple à Kelheim [337] et à Schnaitheim, on observe des oolithes blanches ou des amas de sables coralliens à stratification entrecroisée. On y trouve des débris végétaux, des rameaux de polypiers, des Échinides (*Acrocidaris nobilis*), des Brachiopodes, tels que *Rhynchonella Astieriana*, *Terebratula moravica*, *bisuffarcinata*, *insignis* et *Terebratula immanis*, dont certains exemplaires dépassent 10 cm de hauteur. L'élément prédominant de la faune est constitué par des Lamellibranches et des Gastéropodes, organisés de manière à résister au choc des vagues. On cite notamment des *Pinnigena*, plusieurs *Diceras* (*D. bavaricum*, *Münsteri*, *speciosum*), *Pterocardia corallina*, *Pachyrisma latum*, *Purpuroidea gigas*, des *Nerinea*, des *Ptygmatis*, des *Itieria*. Les Ammonites sont rares. On signale notamment des *Perisphinctes* et *Pachyceras portlandicum*, qui ne laissent guère de doute sur le niveau. Les restes de Poissons et de Reptiles sont assez fréquents. Parmi ces derniers, les Chéloniens, les Crocodiliens, les Rhynchocéphales, les Ptérodactyles sont particulièrement communs. L'unique exemplaire connu de *Compsognathus longipes* provient de Kelheim.

Les couches stratifiées qui remplissent les intervalles des récifs ne renferment souvent pas d'autres restes organiques que des pinces de Crustacés (*Magila suprajurensis*), mais les calcaires en dalles de Solnhofen, Eichstätt, etc., qui fournissent les meilleures pierres lithographiques du monde entier, sont non moins célèbres par la variété et la belle conservation des restes organiques que l'on y a rencontrés [338]. Les gisements ne peuvent cependant pas être qualifiés de riches et c'est seulement grâce à l'intensité de l'exploitation que des échantillons relativement nombreux sont venus peu à peu garnir les musées. La plupart des fossiles se trouvent à la surface inférieure des dalles calcaires, qui s'appuie sur un lit d'argiles très fines. L'épaisseur de la formation varie de 15 à 25 m. Les diverses catégories d'organismes sont réparties d'une manière quelconque dans la masse. Les Végétaux ne font pas défaut (*Brachyphyllum*, *Palæocyparis*). La faune comprend des Animaux marins, des Animaux terrestres et des Animaux volants. Les Cœlentérés sont rares, si l'on en excepte toutefois les Méduses, dont les empreintes sont

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

relativement communes. Tandis que les Échinides et les Astéroïdés ne se rencontrent qu'exceptionnellement, les Ophiuridés sont communs (*Ophiurella*, *Geocoma*) et les Crinoïdes sont souvent représentés par des exemplaires complets (*Millericrinus*, *Antedon*, *Saccocoma*). Les Annélides ont fréquemment laissé des empreintes. Les Bryozoaires, les Brachiopodes, les Lamellibranches, les Gastéropodes ne jouent qu'un rôle insignifiant. Les Céphalopodes comprennent, outre diverses espèces d'Ammonites, de nombreux Décapodes munis de leurs bras et même des Octopodes (*Acanthoteuthis*). Parmi les Crustacés, on peut citer notamment *Limulus Walchi*, qui est relativement commun, des Isopodes (*Urda*, *Ægiles*), des Stomatopodes (*Scylda*), d'innombrables Décapodes macroures, d'une admirable conservation. Les Insectes et notamment les Neuroptères sont très abondants. Les Poissons sont extrêmement variés : les Sélaciens sont représentés par des Squales (*Notidanus*, *Squatina*), par des Raies et par des Chimères; les Ganoïdes, par de nombreuses familles et par une centaine d'espèces; les Téléostéens, par les genres *Leptolepis* et *Thrissops*. Les Reptiles se répartissent dans les Rhynchocéphales (*Homœosaurus*), les Ichthyosauriens (*Ichthyosaurus posthumus*), les Chéloniens, les Crocodiliens et les Ptérosauriens. Ces derniers appartiennent aux genres *Pterodactylus* (plus de 20 espèces) et *Rhamphorhynchus* (6 espèces) et l'on en connaît de nombreux squelettes d'une conservation parfaite. Enfin, ce sont les localités de Solnhofen et d'Eichstädt qui ont fourni les deux seuls exemplaires connus du plus ancien Oiseau, *Archæopteryx*. L'un se trouve au British Museum, à Londres, l'autre au Museum für Naturkunde, à Berlin. Ils appartiennent à deux espèces distinctes (*A. lithographica* et *Siemensi*), chacun est incomplet, mais ils se complètent fort bien l'un l'autre.

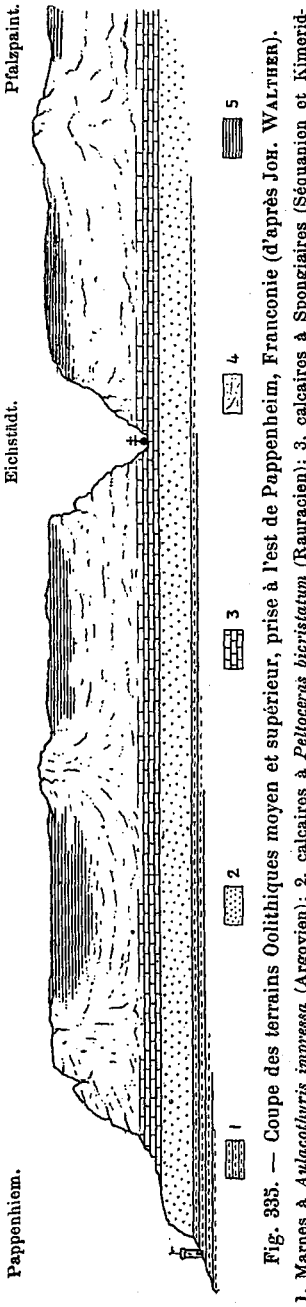


Fig. 335. — Coupe des terrains Oolithiques moyen et supérieur, prise à l'est de Pappenheim, Franconie (d'après Jon. Walther).
1, Marnes à *Aulacothyris impressa* (Argovien); 2, calcaires à *Peltoceras bicristatum* (Rauracien); 3, calcaires à Spongiaires (Séquanien et Kimeridgien); 4, dolomies de Franconie (Portlandien inférieur); 5, calcaires lithographiques (id.).

On remarquera l'absence totale des animaux d'eau douce et d'eau saumâtre, aussi doit-on écarter l'assimilation des gisements à des lagunes desalées. La fréquence relative de pistes laissées soit par des animaux terrestres, tels que les Ptérosauriens et *Archæopteryx*, soit par des animaux aquatiques, égarés à terre, tels que *Saccocoma* et *Limulus*, montre avec évidence que la surface des couches argileuses se trouvait souvent à sec. Comme on n'observe pas de fissures de retrait, Walther pense que l'argile fine est un apport éolien, tandis que le retour périodique de sédiments calcaires serait dû à des tempêtes ou à des raz de marée, qui auraient poussé à la côte de nombreux animaux marins. On s'étonne cependant que, dans ces conditions, on ne trouve d'autres coquilles de Mollusques que les Ammonites. Il est incontestable, dans tous les cas, que les récifs constituaient un archipel de petites îles, sur lesquelles vivait une faune terrestre très différenciée.

Les Ammonites sont généralement aplaties, leur test est dissous, mais les *Aptychus* ont résisté et occupent souvent leur position primitive dans la dernière

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

loge. Benecke [54] a pu établir l'identité de plusieurs espèces avec des formes tithoniques des Alpes méridionales, d'autres se retrouvent dans le bassin du Rhône. Les espèces les plus caractéristiques sont les suivantes : *Lissoceras elimatum, Staszycii, Oppelia lithographica, steraspis, Hæberleini, Perisphinctes ulmensis, Bleicheri, Aspidoceras hoplisum, Waagenia hybonata.* Cette dernière et *Oppelia lithographica* sont des espèces spéciales à la zone inférieure du Tithonique. La présence de *Perisphinctes Bleicheri* dans les calcaires lithographiques et celle de *Pachyceras portlandicum* dans l'Oolithe de Kelheim confirment l'attribution des récifs de Franconie et de Souabe, avec les couches stratifiées qui les entourent, à la zone inférieure du Portlandien, à l'exclusion des zones supérieures.

Randen, Argovie. — Dans le prolongement sud-ouest du Jura Souabe se trouve le plateau du Randen, près de Schaffhouse [279]. Les calcaires à Spongiaires, qui y représentent la zone à *Aulacostephanus pseudomutabilis* (*Nappberg Schichten*), sont recouverts par des calcaires plus argileux, en dalles (*Wirbelberg Schichten*), analogues aux calcaires lithographiques de Franconie et de Souabe. On n'y trouve plus de Vertébrés, mais des Crustacés (*Magila suprajurensis, Prosopon spinosum*), des Lamellibranches, des Brachiopodes et des Céphalopodes, parmi lesquels *Perisphinctes ulmensis* et *Aspidoceras hoplisum.* Les récifs correspondants ne sont pas connus.

De l'autre côté du Rhin, dans le Jura Argovien [278], il existe de même des calcaires en dalles, avec restes de Végétaux et de Poissons, *Aptychus* et rares Ammonites (*Oppelia steraspis, Perisphinctes ulmensis*).

Plus à l'ouest, la zone des récifs, qui sépare le faciès anglo-parisien du faciès méditerranéen du Portlandien, n'existe plus sur le bord sud du Jura; elle est probablement cachée sous la plaine suisse. Elle reparaît au Salève, près Genève, et dans le Jura méridional.

Jura méridional et Salève. — Le déplacement graduel des récifs coralliens du nord du Jura vers le sud, qui s'était produit pendant la période Oolithique moyenne, se poursuit pendant la période suivante. Kimeridgiens dans la région de Valfin et d'Oyonnax, les édifices coralliens s'élèvent jusque dans le Portlandien à partir du département de l'Ain [300].

Il y a lieu de parler ici d'une formation analogue aux calcaires en dalles de Franconie et de Souabe, les calcaires lithographiques de Cerin, qui renferment eux aussi des restes de Vertébrés d'une admirable conservation.

Les Poissons sont représentés par une cinquantaine d'espèces, qui se répartissent sur environ 30 genres. Les Reptiles sont particulièrement nombreux [339]. Ce sont des Chéloniens (*Idiochelys, Hydropelta, Eurysternum*), des Rhynchocéphales (7 espèces de *Sauranodon, Homœosaurus, Pleurosaurus*), des Crocodiliens de très petite taille (*Atoposaurus, Alligatorellus, Alligatorium*), des Ptérosauriens (*Pterodactylus cerinensis, grandis*).

Les Invertébrés sont beaucoup moins variés qu'à Solnhofen. On peut citer *Antedon Thiollierei, Cidaris pustulifera, Eryon arctiformis.* Les Méduses semblent faire entièrement défaut. Les Ammonites sont rares et mal connues, leurs *Aptychus* ne sont pas conservés. Les Mollusques d'eau douce ou d'eau saumâtre manquent entièrement, comme en Bavière.

Les Végétaux sont très abondants. Ce sont des Fougères (*Sphenopteris, Scleropteris*), des Zamiées (*Zamia Feneonis*), des Conifères (*Widdringtonites, Brachyphyllum*).

Les conditions de sédimentation ne sont pas les mêmes qu'à Solnhofen. Les récifs, dont la trituration a sans doute fourni la boue calcaire, sont lointains et on n'a pas observé ici la juxtaposition des calcaires stratifiés et des calcaires construits. Le calcaire est bitumineux, aussi Locard parle-t-il du sol noir et fétide d'un marécage et envisage-t-il l'ensemble de la formation comme un dépôt d'estuaire. Une étude nouvelle du gisement serait très désirable.

L'âge des calcaires de Cerin n'est pas connu non plus d'une manière suffisamment précise. Il est possible qu'ils soient plus anciens que ceux de Solnhofen et qu'on doive

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

les laisser dans le Kimeridgien. Ils sont recouverts par des dolomies et des calcaires à *Nerinea suprajurensis, N. Elsgaudæ, Natica Marcousana.*

En Savoie, on connaît encore insuffisamment les relations entre les formations coralligènes des chaînons méridionaux du Jura, situés à l'ouest du lac du Bourget, et le Tithonique bathyal des Chaînes Alpines situées à l'est de ce lac.

Les formations coralligènes des derniers chaînons du Jura méridional comprennent, comme en Souabe et en Franconie, des dolomies, des calcaires à *Diceras* (*D. Münsteri, speciosum*) et Nérinées, des calcaires lithographiques. Le tout est recouvert par le Purbeckien.

Le Salève, qui est un chaînon intermédiaire entre le Jura et les Alpes, laisse apparaître, dans le centre d'un anticlinal, sous l'Éocrétacé, les couches supérieures du Jurassique, sous la forme de calcaires oolithiques à fossiles roulés : Échinides (*Cidaris carinifera, Pygurus Blumenbachi*), Brachiopodes (*Terebratula moravica, bieskidensis*), Lamellibranches (*Heterodiceras Luci, Pterocardia corallina*), Nérinées et autres Gastéropodes.

Le faciès coralligène fait d'ailleurs également son apparition dans la première chaîne alpine située à l'est du lac du Bourget. La colline de Lémenc, près de Chambéry, présente une coupe [340], étudiée par Pillet, qui, à cet égard, est fort intéressante. La succession est la suivante :

1° Calcaires à *Streblites tenuilobatus;*

2° Calcaires à *Aspidoceras acanthicum*, avec espèces méditerranéennes et espèces anglo-parisiennes (*Aspidoceras longispinum, Aulacostephanus Eudoxus*) mélangées;

3° Calcaires à *Oppelia lithographica* du calvaire de Lémenc : *Pygope diphya*, avec *Oppelia steraspis, Lissoceras carachtheis*, etc.;

4° Calcaires blancs, en couches régulières, de la vigne Droguet, avec petits nids de fossiles du faciès coralligène : Spongiaires, Zoanthaires, Crinoïdes (*Solanocrinus, Apiocrinus, Eugeniacrinus*), Échinides (*Acrocidaris nobilis, Cidaris coronata, glandifera, Glypticus Loryi*), Bryozoaires, Brachiopodes (*Rhynchonella lacunosa, Terebratula moravica, carpathica, Pygope janitor*), Lamellibranches, Gastéropodes.

5° Calcaires blancs et marno-calcaires à ciment, avec *Perisphinctes Lorioli, Richteri, Berriasella privasensis.*

Les couches supérieures n^os^ 4 et 5 occupent exactement la même place que les couches purbeckiennes des chaînons jurassiens voisins. Elles représentent le Tithonique moyen et supérieur et supportent directement, comme le Purbeckien, l'étage inférieur du Crétacé.

La publication de cette coupe eut jadis un certain retentissement, car elle montrait d'une manière indubitable la superposition, en ce point, du « Corallien » au Kimeridgien, qui était niée par Hébert et son école.

Isère. — Exclusivement bathyal sur le bord oriental des massifs de la Chartreuse et du Vercors, le Tithonique présente, sur le bord occidental de ces massifs, des accidents coralligènes au milieu d'une série vaseuse.

A Aizy-sur-Noyarey, sur la rive gauche de l'Isère, une brèche jaunâtre, intercalée localement au milieu de bancs de calcaires sublithographiques à *Berriasella Callisto* (Tithonique supérieur), renferme en abondance des débris de Zoanthaires, de Crinoïdes (*Eugeniacrinus*), d'Échinides (*Rhabdocidaris nobilis, Diplocidaris gigantea, Cidaris propinqua, glandifera*).

Un des derniers bancs des calcaires sublithographiques est un agglomérat d'Ammonites brisées, enchevêtrées, déposées dans tous les sens, mais sans avoir été roulées. A. Gevrey [340 *bis*] y a trouvé *Belemnopsis semisulcatus, Duvalia tithonia, conophora, Lytoceras quadrisulcatum, Liebigi, sutile, Phylloceras semisulcatum, Calypso, Lissoceras elimatum, tithonium, carachtheis, Spiticeras pronum, Perisphinctes transitorius, senex, Berriasella priva-*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

sensis, *carpathica*, *Callisto*, *occitanica*, *delphinensis*, *Boissieri*, *Dalmasi*, *Chaperi*. C'est une des plus riches faunes du Tithonique supérieur que l'on connaisse.

Un peu plus à l'ouest, au Bec de l'Échaillon [341], le faciès coralligène envahit tout le Tithonique et même une partie de l'étage inférieur de l'Éocrétacé. C'est un calcaire compact, jaunâtre ou blanchâtre, à peine stratifié, avec intercalations lenticulaires de calcaire crayeux, blanc ou rose (fig. 336), que l'on exploitait déjà du temps des Romains comme pierre de construction. La « pierre de l'Échaillon » est un agrégat de débris organiques très ténus, en partie recristallisé, où, par places, se rencontrent, en assez grande abondance, des fossiles entiers ou brisés. La faune est essentiellement coralligène. Elle comprend surtout des Foraminifères, des Zoanthaires, des Crinoïdes, des Échinides (*Cidaris glandifera*, *marginata*, *Dysaster Loryi*), des Brachiopodes (*Rhynchonella Astieriana*, *inconstans*, *pinguis*, *Dictyothyris Chaperi*, *Zeilleria cataphracta*, *Terebratula moravica*, *semicincta*), des Rudistes (*Heterodiceras Luci*, *Matheronia Romani*) et d'autres Lamellibranches, des Gastéropodes nombreux, de rares Ammonites (*Lissoceras tithonium*, *Spiticeras pronum*), des Bélemnites (*Belemnopsis semisulcatus*, *Duvalia ensifera*).

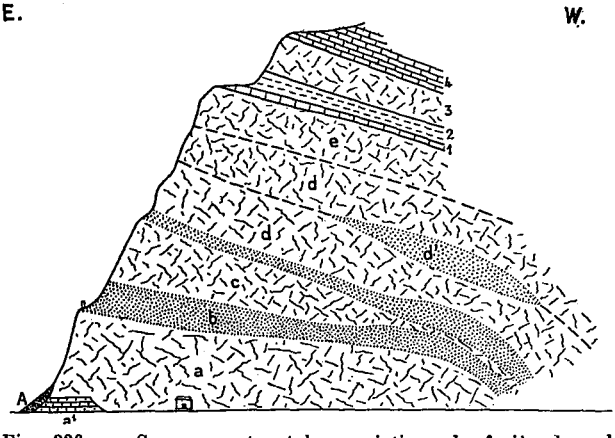


Fig. 336. — Coupe montrant les variations de faciès dans le Portlandien du Bec de l'Échaillon, en aval de Grenoble (d'après W. Kilian et P. Lory).

a, calcaire jaunâtre, zoogène, compact; *b*, calcaire crayeux; *c*, calcaire blanchâtre, dur; *d*, calcaire récifal blanchâtre, non crayeux; *d'*, « Échaillon rose », calcaire crayeux, rosé; *e*, calcaire blanc jaunâtre, compact. 1, marno-calcaire à Brachiopodes; 2, brèche à polypiers; 3, calcaire à Rudistes; 4, calcaires bicolores. A, éboulis; *a'*, alluvions anciennes. — Les couches *e*, 1-4, représentent l'étage inférieur de l'Éocrétacé.

Bas-Languedoc. — Entre l'Échaillon et le Plateau Central, on ne connaît pas d'affleurements tithoniques au nord de l'Isère, mais il est probable qu'une zone de récifs séparait, dans cette partie de la vallée du Rhône, le Portlandien du type anglo-parisien du Portlandien du type méditerranéen. Par contre, on sait que, depuis la montagne de Crussol, au nord, jusque dans le Var et l'Hérault, le Tithonique présente le faciès vaseux jusque sur le bord actuel du Plateau Central (fig. 333).

A l'ouest d'une ligne N.-S. allant de Saint-Hippolyte-du-Fort, dans le Gard, à Prades, au nord de Montpellier, le faciès bathyal du Tithonique fait place de nouveau au faciès coralligène, sous la forme de calcaires blancs en gros bancs massifs, qui font suite aux calcaires gris à Céphalopodes du Kimeridgien.

Les localités les plus fossilifères sont le bois de Mounier, près Pompignan, dans le Gard, et la région de Murles, dans l'Hérault. F. Roman [43] cite notamment *Thiollericrinus Heberti*, *Cidaris glandifera*, *Blumenbachi*, *Rhynchonella Astieriana*, *Terebratula moravica*, *Corbis mirabilis*, *Pterocardia corallina*, *Diceras Beyrichi*, *Heterodiceras Luci*, *Matheronia Romani*, *Tylosloma ponderosum*, *Nerinea Jeanjeani*, *Cerithium nodoso-striatum*, *Purpuroidea carpathica*, *Actæonina Pictet* et de rares Céphalopodes, tels que *Perisphinctes Richteri*, *contiguus*, *transitorius*, *Berriasella microcantha*, *Duvalia ensifera*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Catalogne. — Il y a lieu d'intercaler ici quelques lignes sur les calcaires lithographiques de la province de Lerida en Catalogne, attribués d'ordinaire au Kimeridgien, mais que leur identité avec les calcaires de Solnhofen et ceux de Cerin doit probablement faire ranger dans le Portlandien. L. M. Vidal y a trouvé, à l'état d'empreinte, le plus ancien Batracien anoure connu (*Palæobatrachus Gaudryi*), un Insecte (*Palæontina Vidali*) et 13 espèces de Poissons.

Basse-Provence. — Nous retrouvons le Tithonique coralligène sur le pourtour du massif des Maures et de l'Esterel, où il forme une auréole beaucoup plus étendue que les termes précédents de la série Jurassique. Ainsi, aux environs d'Escragnolles et de Saint-Vallier, dans les Alpes-Maritimes, il repose sur des calcaires compacts, bien stratifiés, riches en Céphalopodes, avec *Sowerbyceras Loryi*, *Aulacostephanus Eudoxus*, *Aspidoceras acanthicum*, *altenense* et nombreuses espèces des genres *Neumayria*, *Streblites*, *Perisphinctes*, *Simoceras*, que cette faune oblige à ranger dans le Kimeridgien le plus élevé et non dans le Kimeridgien inférieur, comme on a proposé de le faire [47]. Il correspond à toute la masse des *calcaires blancs* (pl. VII, 1; LX, 2, 3), puissante formation de calcaires zoogènes, souvent saccharoïdes, associés à des calcaires à silex et à des dolomies ruiniformes.

La partie inférieure renferme surtout des Brachiopodes (*Rhynchonella Astieriana*, *trilobata*, *Terebratula farcinata*, *Zieteni*, etc.), quelques Échinodermes et de rares Ammonites (*Lissoceras Staszycii*, *subelimatum*, *Neumayria compsa*, *Perisphinctes contiguus*, *unicomptus*).

La partie moyenne comprend des calcaires zoogènes à cassure esquilleuse, qui passent latéralement, au col de Ferrier, à des calcaires lithographiques à *Exogyra virgula*.

La partie supérieure, particulièrement saccharoïde, est évidemment d'origine récifale. On y a trouvé de très nombreux Zoanthaires (*Thamnastrea*, *Dermoseris*, *Latimæandra*, *Calamophyllia*, *Stylina*, *Stylosmilia*, *Thecosmilia*), des Échinides, des Brachiopodes (*Rhynchonella Astieriana*, *Zeilleria danubiensis*, *Terebratula tychaviensis*), des Lamellibranches (*Pinnigena*, *Pecten*, *Ctenostreon*, *Alectryonia*, *Corbis*, *Diceras*), d'abondantes Nérinées.

Souvent et en particulier dans les Bouches-du-Rhône, le faciès dolomitique envahit tout le Tithonique.

La limite entre le faciès coralligène de la Basse-Provence passe au nord de Moustiers-Sainte-Marie (Basses-Alpes) et au sud de Castellane. Plus à l'est, elle suit à peu près les vallées de l'Estéron et de la Tinée, où le passage d'un faciès à l'autre a lieu par des intercalations répétées [XXXV, 111].

Zone du Briançonnais et lambeaux de recouvrement de l'Ubaye. — Par la région littorale des Alpes-Maritimes, les calcaires blancs coralligènes rejoignent des faciès analogues, qui caractérisent, à l'est et au nord du massif du Mercantour, la terminaison méridionale de la zone du Briançonnais [112].

Le Tithonique y est transgressif, reposant ordinairement soit sur le Lias, soit sur le Trias. D'après S. Franchi, il déborde même sur les schistes cristallins à la Rocca dell' Abisso.

Près l'Argentera, dans la haute vallée de la Stura, les calcaires zoogènes, qui, ici, reposent sur le Trias moyen, sont très fossilifères. Portis y a reconnu la présence de 12 genres de Foraminifères, de plusieurs Spongiaires, d'Hydrozoaires (*Sphæractinia*, *Ellipsactinia*), de nombreux Zoanthaires (21 genres), d'Échinodermes (7 genres), de Bryozoaires (13 genres), de Brachiopodes (*Rhynchonella Hoheneggeri*, *capillata*, *Terebratula bissuffarcinata*, *Bilimeki*, *carpathica*, *Glossothyris nucleata*), de Lamellibranches, de Nérinées et de rares Ammonites (*Oppelia lithographica*, *Perisphinctes*). Des calcaires zoogènes semblables prennent une part importante à la constitution des

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

lambeaux de recouvrement de l'Ubaye (pl. VIII, 2; IX, 2; X, 2). Ils sont formés de débris de Zoanthaires, d'Hydrozoaires, de Crinoïdes, d'Échinides (*Cidaris glandifera*, *Rhabdocidaris*), de *Diceras*, de Nérinées. A Revel, ils passent latéralement à un faciès qui devient prédominant dans les lambeaux de recouvrement de l'Embrunais (pl. IX, 1; LII) et dans le segment de la zone du Briançonnais compris entre le col de Larche et la Maurienne. C'est le *marbre de Guillestre*, calcaire noduleux, en gros bancs, à noyaux roses, entourés de feuillets rouge foncé, bruns ou verdâtres. Sa ressemblance avec le marbre griotte du Dévonien est frappante. On y a recueilli *Phylloceras Calypso*, *serum*, *Lytoceras*, *Lissoceras carachtheis*, *Perisphinctes*, *Waagenia hybonota*, des *Aptychus*, des *Belemnopsis*, *Duvalia lata*, *D. Conradi*, une *Pygope* [342]. Au microscope, Kilian y a reconnu la présence de Globigérines, de *Calpionella alpina*, de Radiolaires, de spicules de Spongiaires. Ces calcaires sont généralement associés à des calcaires gris, compacts, en gros bancs et, à leur partie supérieure, à des calcaires en plaquettes, souvent phylliteux, à cassure « porcelainique », roses ou verdâtres, renfermant des Globigérines et des *Aptychus*.

Nappes supérieures des Alpes Suisses. — On n'a rencontré jusqu'ici, dans la zone du Briançonnais, au nord de Saint-Félix, en Maurienne, aucun témoin des terrains oolithiques supérieurs, et pourtant ceux-ci devaient certainement y exister, car la nappe supérieure des Préalpes médianes, qui avait probablement sa racine dans le prolongement de cette zone vers le nord-est, est en partie constituée par des masses épaisses de calcaires tithoniques coralligènes, qui reposent soit sur les couches à *Mytilus*, dont il a été question plus haut (p. 1026), soit sur des couches plus anciennes. Leur analogie avec ceux des lambeaux de recouvrement de l'Ubaye est grande.

Les fossiles sont en général très rares, mais à la Simmenfluh, près Wimmis, dans la partie bernoise des Préalpes, on rencontre deux sortes de calcaires, très fossilifères l'un et l'autre : un calcaire à Nérinées (*Nerinea*, *Itieria*, *Ptygmatis*) et *Heterodiceras Luci*, où les fossiles sont plus ou moins roulés, et un calcaire à Brachiopodes (*Rhynchonella Astieriana*, *Terebratula moravica*, *formosa*, *immanis*, *bieskidensis*), radioles de *Cidaris*, articles de Crinoïdes, Zoanthaires, où les fossiles ne sont pas roulés.

Souvent ces calcaires blancs ou gris, coralligènes, sont associés à des calcaires gris bleu, bitumineux, ou à des calcaires blancs ou rosés, siliceux, à cassure « porcelainique », ou oolithiques, qui renferment quelquefois *Calpionella alpina* et rappellent les calcaires phylliteux du Briançonnais.

Ce sont également des calcaires zoogènes, en grande partie tithoniques, qui forment l'ossature de plusieurs des « Klippen » des environs du lac des Quatre-Cantons, en particulier du Stanser Horn et des Mythen [238]. Les Nérinées et les Brachiopodes, qui prédominent, sont accompagnés de Lamellibranches, de débris d'Échinodermes et de rares Céphalopodes (*Perisphinctes exornatus*, *Aptychus*, *Duvalia*). A la Musenalp, les Zoanthaires sont extrêmement abondants.

Le lambeau de recouvrement de Grabs, qui forme, au nord des Churfirsten, une petite masse isolée au milieu du Flysch, est en partie constitué par des calcaires à *Aptychus* bien lités, à silex, avec Radiolaires et *Calpionella alpina*.

Dans le Falknis et dans le Rhätikon oriental, où les nappes des Alpes Suisses s'enfoncent sous la nappe inférieure des Alpes orientales, le Tithonique des Préalpes médianes se retrouve tantôt sous la forme de calcaires gris à silex, tantôt et surtout à l'état de calcaires zoogènes très puissants, souvent oolithiques, qui renferment, d'après W. von Seidlitz [343], des Zoanthaires, *Ellipsactinia ellipsoidea*, des Brachiopodes, des Lamellibranches (*Pterocardia corallina*, *Heterodiceras Luci*) et de très nombreux Gastéropodes.

Il existe donc, depuis la Méditerranée jusqu'au pied du Rhätikon, une série d'affleurements ou de lambeaux de nappe qui jalonnent une zone primitivement continue, caractérisée par la présence de calcaires zoogènes d'âge tithonique (oolithique

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

supérieur), *dont les conditions de sédimentation sont tout à fait comparables à celles des formations récifales du bord opposé du sillon de l'Europe centrale. Ces calcaires sont souvent accompagnés de calcaires à nodules ou de calcaires phylliteux à pâte très fine, avec* Calpionella alpina *et Radiolaires, qui se sont déposés à une plus grande distance du bord des récifs et à une plus grande profondeur.* Il semble que ce Tithonique soit partout séparé des termes inférieurs de la série Secondaire par une lacune plus ou moins étendue.

Cette zone de calcaires zoogènes est cachée, entre le Rhätikon et Vienne, sous les nappes des Alpes calcaires septentrionales. Elle reparaît dans les Karpates, où le Tithonique se présente de nouveau avec le même faciès zoogène.

Zones beskide et subbeskide des Karpates. — Sur le bord septentrional des Karpates, dans les zones tectoniques beskide et subbeskide d'Uhlig [XXXVI, 53, 54], affleurent en anticlinaux plus ou moins morcelés, au milieu des couches crétacées, des calcaires tithoniques, dont plusieurs gisements sont depuis longtemps classiques.

Le plus connu est celui de Stramberg, en Moravie (fig. 337). Un calcaire gris clair non stratifié, légèrement cristallin, y est exploité dans plusieurs carrières. On y a

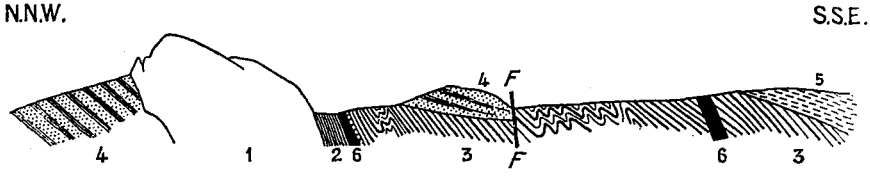


Fig. 337. — Coupe de la « Klippe » de Stramberg, passant par la partie occidentale de l'affleurement de calcaire tithonique (d'après V. Uhlig).

1, calcaire tithonique zoogène; 2, schiste de Teschen inférieur; 3, schiste de Teschen supérieur (Valanginien); 4, Sénonien; 5, Nummulitique; 6, teschénite.

recueilli une faune qui est certainement la plus riche que l'on connaisse dans le Jurassique supérieur [344], et qui présente cette particularité que les Céphalopodes se trouvent mélangés en grand nombre à des organismes caractéristiques du faciès corallien [1]. La conservation des fossiles est en général excellente. Les Spongiaires se répartissent entre les Calcispongiés, les Hexactinellidés et les Lithistidés. Les Zoanthaires ne comptent pas moins de 128 espèces, qui se répartissent dans 41 genres. Les Hydrozoaires sont représentés par les genres *Ellipsactinia* et *Sphæractinia*, qui se retrouvent souvent dans les formations zoogènes du Tithonique méditerranéen. Les Échinides sont nombreux et comprennent plusieurs espèces, qui débutent dès la base du groupe Oolithique moyen (*Cidaris florigemma, Hemicidaris crenularis, Acrocidaris nobilis, Stomechinus perlatus*), tandis que d'autres sont cantonnées dans des niveaux plus élevés (*Cidaris glandifera, carinifera, Collyrites carinatus, Metaporhinus convexus*). Les Brachiopodes appartiennent aux espèces les plus caractéristiques du Tithonique coralligène (*Rhynchonella Astieriana, Suessi, Terebratula moravica, Glossothyris aliena, Pygope janitor, Terebratulina substriata*). Les Lamellibranches sont surtout représentés par des genres fréquents dans les formations coralligènes (*Ctenostreon, Astarte, Opis, Corbis, Pachyrisma, Pterocardia*), mais les genres à test mince ne manquent pas non plus. *Heterodiceras Luci* est particulièrement commun. Zittel n'a pas décrit moins de 143 espèces de Gastéropodes. Les 56 espèces de Céphalopodes mentionnées par le même auteur se répartissent dans les genres *Duvalia, Diploconus, Nautilus, Phylloceras* (*Ph. Calypso* [fig. 295], *semisulcatum, serum*), *Lytoceras*

1. Hébert croyait que ces deux éléments de la faune de Stramberg provenaient de niveaux distincts. Il attribuait les Céphalopodes au Néocomien et les autres Invertébrés à son « Corallien », c'est-à-dire à un niveau qui, d'après lui, devait toujours précéder le Kimeridgien. Une longue polémique s'est engagée à ce sujet.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

(*L. quadrisulcatum*, *Liebigi* [fig. 296], *Juilleti*), *Lissoceras* (*L. elimatum*, *carachtheis*), *Streblites*, *Spiticeras* (*Sp. Groteanum*, *pronum*), *Perisphinctes* (*P. transitorius*, *eudichotomus*, *senex*, *Richteri*), *Simoceras*, *Berriasella* (*B. abscissa*, *Calisto*, *privasensis*), *Aspidoceras*. Enfin, les Crustacés et les Poissons ne font pas non plus défaut.

Les Ammonites sont ou bien des espèces qui ont, comme les *Phylloceras*, les *Lytoceras*, les *Lissoceras*, une grande extension verticale, ou bien des espèces tout à fait caractéristiques de la zone supérieure du Tithonique, qui est d'ailleurs souvent appelée *niveau de Stramberg*.

Plus à l'est, les lambeaux de calcaire tithonique d'Inwald, Andrychau, etc., accusent un caractère plus exclusivement coralligène. Les Céphalopodes y sont à peu près absents, tandis que les Brachiopodes, les Lamellibranches à test épais (*Pterocardia coralina*, *Heterodiceras Luci*), les Nérinées s'y trouvent en grand nombre.

Comme le groupe Oolithique moyen n'est pas connu dans les Beskides, on est en droit de supposer qu'ici aussi le Tithonique est transgressif. Dans tous les cas, les faciès ne diffèrent guère de ceux que l'on observe sur toute la longueur de la zone du Briançonnais et dans les nappes qui en émanent.

Sillon des Dinarides. — Comme au Lias, la zone du Briançonnais constitue une crête sous-marine séparant deux sillons, ou, si l'on veut, un géanticlinal séparant deux géosynclinaux. Mais, tandis qu'au Lias se déposaient de chaque côté du géanticlinal d'immenses épaisseurs de formations vaseuses, il n'en est plus de même au Tithonique. En effet, les formations vaseuses sont localisées dans le sillon de l'Europe centrale; dans le sillon situé à l'est et au sud de la zone du Briançonnais, que nous avons appelé le *sillon des Dinarides*, le Tithonique affecte, par contre, des faciès bien différents, que l'on pourrait presque qualifier d'abyssaux.

Nappe de la brèche du Chablais. — Il semble que dans la nappe de la brèche du Chablais [52-52 *ter*] aient été conservés des témoins de la zone de passage entre le faciès briançonnais et le faciès piémontais, car le complexe de la *Brèche supérieure* est constitué, aussi bien en Chablais que dans les Préalpes Bernoises, par des alternances de bancs de brèche fine et de calcaires compacts avec bancs de silex, tantôt gris bleu, tantôt presque blancs, à cassure porcelainique. On s'accorde à en faire du Jurassique supérieur. Son mode de formation est sans doute le même que celui de la Brèche inférieure. Au Rhätikon, la nappe de la Brèche s'enfonce, comme on sait, avec les nappes sous-jacentes, sous la nappe inférieure des Alpes orientales [343].

Nappe du Piémont. — La nappe de la Brèche supporte encore des débris d'une nappe supérieure, dont l'existence a été établie par Steinmann (*nappe rhétique*, Steinmann non Rothpletz). Elle comprend, outre les Schistes lustrés liasiques, avec leurs roches vertes intrusives, des phtanites à Radiolaires ou *radiolarites*, constituant des bancs réguliers sans association de calcaire.

Les mêmes roches forment, dans les Grisons, des lames intercalées entre la nappe de la Brèche et la nappe inférieure des Alpes orientales; mais ici elles renferment en outre *Calpionella alpina* et des *Aptychus*, de sorte que leur âge tithonique ne fait pas de doute.

Zone du Piémont. — On retrouve les mêmes radiolarites dans la zone du Piémont, où étaient situées sans doute les racines de la nappe.

Parona a, en effet, signalé depuis longtemps à Césanne, non loin du mont Genèvre, des schistes siliceux, associés aux Schistes lustrés liasiques et aux serpentines. Au microscope, on y voit de nombreux Radiolaires, que Rüst a pu assimiler en partie à des espèces tithoniques.

Lombardie et Tyrol méridional. — Les mêmes auteurs ont observé dans

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

les schistes siliceux de Cittiglio, près Laveno, sur le lac Majeur, plus de 200 espèces de Radiolaires.

Mais nous nous trouvons ici déjà dans les Alpes méridionales, un peu au delà des racines de la nappe de Bavière et de la zone des amphibolites d'Ivrée.

Dans toutes les Préalpes Lombardes, le Tithonique est constitué par des calcaires rouges à *Aptychus*, avec nodules siliceux à Radiolaires. En quelques points, on trouve également les Ammonites caractéristiques de l'étage et de nombreuses *Pygope*. Des calcaires blancs compacts, connus sous le nom de *majolica*, qui font suite aux précédents, paraissent correspondre au Tithonique supérieur.

Dans la partie du Tyrol méridional comprise entre la faille de Giudicaria et le lac de Garde, les faciès sont les mêmes. Les calcaires rouges sont plus noduleux et plus riches en Ammonites. C'est une récurrence du faciès de l'*ammonitico rosso*, que nous avons appris à connaître précédemment. Vers l'amont, le Tithonique est transgressif et peut reposer même sur le Trias moyen.

Des faits analogues ont été observés plus à l'est, dans la région des Dolomites, où le Tithonique est intimement relié à l'Éocrétacé.

Nappe de Bavière. — Les analogies que nous avons signalées entre le Lias de la nappe de Bavière et celui de Lombardie et des chaînes du Trentin se retrouvent non moins nettes au Tithonique. On y observe les même schistes à *Aptychus*, les mêmes jaspes rouges très riches en Radiolaires. Des calcaires rouges renferment, aux environs de Vils, de Ruhpolding et au Wendelstein, les mêmes Ammonites et les mêmes *Pygope* que dans les Alpes méridionales

Dans les Alpes de Salzbourg, la partie supérieure des *couches d'Oberalm* correspond certainement au Tithonique, car elle supporte immédiatement, en concordance, les couches éocrétacées.

Dans la Basse-Autriche, ce sont encore des schistes siliceux à *Aptychus* qui représentent le groupe Oolithique supérieur.

Chaîne Piennine et Tatra. — Des faciès tout à fait comparables à ceux des Alpes méridionales se rencontrent également dans la chaîne Piennine, qui s'étend dans les Karpates, au sud de la zone Beskide, constituée principalement par des anticlinaux fortement étirés et morcelés, auxquels on a donné le nom de « Klippen », appliqué, par contre, en Suisse à des lambeaux de recouvrement.

Le Tithonique y est particulièrement bien développé [344]. Les brèches rouges de Rogóznik et de la Stankówka, les calcaires noduleux rouges de Czorstyn renferment une faune très riche, qui les a fait attribuer aux zones inférieures. A côté de quelques Échinodermes, de Lamellibranches et de rares Gastéropodes, on y trouve surtout des Brachiopodes (*Rhynchonella Zeuschneri, Hoheneggeri, Agassizi, Megerlea Wahlenbergi, Pygope diphya, sima, Glossothyris Bouei*) et des Céphalopodes (*Phylloceras, Lytoceras, Lissoceras, Oppelia lithographica, Streblites folgariacus, Perisphinctes Richteri, contiguus, geron, Cosmoceras, Simoceras, Aspidoceras, Duvalia Conradi*).

Le Tithonique supérieur est représenté, à Kiow et Palocsa, par un calcaire blanchâtre, qui renferme notamment, outre les *Phylloceras*, les *Lytoceras*, les *Lissoceras* habituels, *Perisphinctes transitorius, Berriasella microcantha*, ainsi que *Pygope diphya* et des *Glossothyris*.

A côté de ces faciès très fossilifères, il existe, dans des anticlinaux voisins, des calcaires à silex en plaquettes, avec *Aptychus* et rares Ammonites.

Dans la Tatra, on rencontre de même soit des calcaires rouges noduleux à Ammonites, soit des schistes calcaires à *Aptychus*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Ce sont toujours ces mêmes formations bathyales, voire abyssales, qui caractérisent les Alpes de Lombardie et du Tyrol méridional et que, dans les Alpes occidentales, on rencontre dans la zone du Piémont et dans la nappe rhétique, mais rien ne permet de les rapprocher des faciès propres aux autres nappes des Préalpes.

Alpes Vénitiennes. — Du lac de Garde au Bellunais et probablement plus à l'est encore s'étend une région où le Tithonique possède les mêmes caractères lithologiques et paléontologiques. Il a de tout temps attiré l'attention des géologues et c'est dès 1606 que Fabio Colonna figura la première *Pygope*

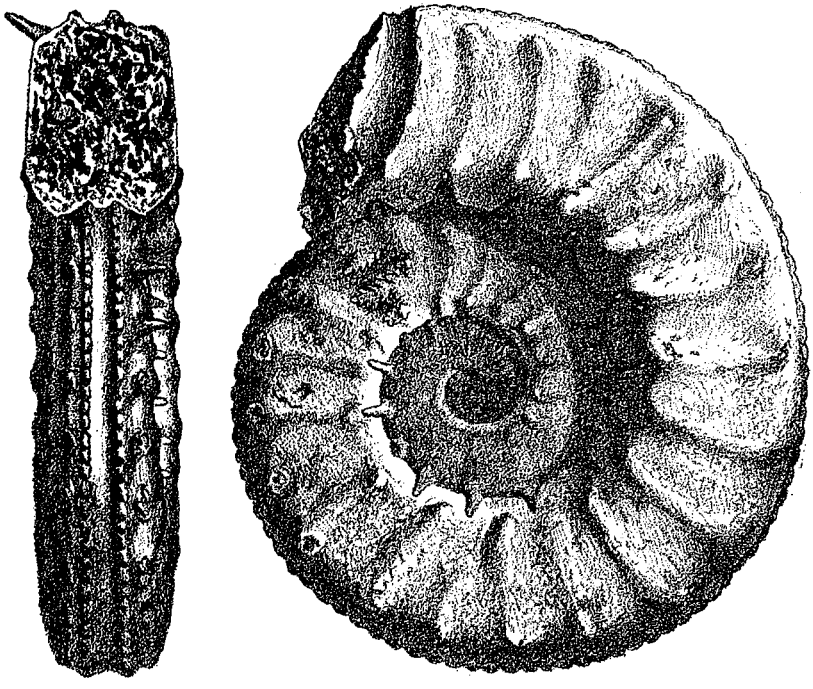


Fig. 338. — *Waagenia hybonota* (d'après E. W. Benecke).
Tithonique inférieur. Volano, près Roveredo (Tyrol méridional).

en lui donnant le nom de *Concha diphya* (fig. 327). Benecke a décrit les calcaires rouges qui renferment ce fossile sous la dénomination de *Diphya-Kalk* [54] et il y a reconnu la présence d'Ammonites des calcaires lithographiques de Solnhofen, telles que *Oppelia lithographica* et *Waagenia hybonota* (fig. 338). Ce sont toujours les mêmes calcaires noduleux rouges à Ammonites. On les a étudiés surtout autour de Roveredo, dans le Véronais [305], dans les Sette Comuni [305 *bis*] et aux environs de Feltre [57]. On y rencontre la plupart des espèces caractéristiques des zones inférieures du Tithonique.

La zone supérieure, connue sous le nom de *Titonico bianco*, est constituée, comme dans la zone Piennine, par un calcaire blanc compact, qui renferme à Roverè di Velo, dans le Véronais, et au Monte Pavione, près Feltre, outre les espèces banales de *Phylloceras*, de *Lytoceras*, de *Lissoceras*, *Oppelia zonaria*, *Spiticeras Groteanum*, *pronum*, *Caulleyi*, *Berriasella microcantha*, *Calisto*, *carpa-*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

thica, abscissa, Duvalia tithonia, de nombreuses *Pygope* et déjà *Lissoceras Grasianum,* qui ailleurs ne débute que dans la zone inférieure de l'Éocrétacé.

Dans les Alpes Vénitiennes, nous sommes en mesure de préciser la limite méridionale du sillon des Dinarides. En effet, sur le bord sud de la chaîne, au monte Cavallo et aux environs de Gemona, dans le Frioul, ainsi que dans la forêt de Tarnowa, près Goritz, les formations bathyales du Tithonique font place à des formations zoogènes, comprenant notamment des calcaires blancs cristallins, souvent très fossilifères, qui, au nord de Haidenschaft, reposent, d'après Kossmat, sur des oolithes aaleniennes à Brachiopodes (*Rhynchonella Clesiana, Vigilii,* etc.). On y a trouvé de nombreux Zoanthaires, des Hydrozoaires (*Ellipsactinia, Sphæractinia*), de rares Brachiopodes (*Terebratula formosa*), des Lamellibranches à test épais (*Pachyrisma Beaumonti, Pterocardia corallina, Heterodiceras Luci, Diceras Münsteri*), et surtout des Gastéropodes (*Actæonina, Itieria, Ptygmatis, Nerinea, Cryptoplocus, Cerithium, Pileolus*). C'est l'équivalent des faunes de Kelheim, du Salève, d'Inwald, etc. Nous sommes évidemment ici en présence du bord méridional du géosynclinal.

Nappes supérieures des Alpes calcaires septentrionales. — Des faciès presque identiques se retrouvent dans les nappes supérieures des Alpes de Salzbourg et du Salzkammergut, ce qui confirme l'hypothèse de l'origine dinarique de ces nappes.

A la *nappe du Todte-Gebirge* appartiennent les lambeaux de calcaires coralligènes conservés dans le synclinal du lac de St-Wolfgang, où ils reposent sur des couches crétacées. Le plus connu est le Jainzen, près d'Ischl, qui a fourni à Diener des Zoanthaires, des Hydrozoaires (*Sphæractinia, Ellipsactinia*), des Échinides, des Brachiopodes (*Rhynchonella Astieriana*), des Lamellibranches, des Gastéropodes (*Neritopsis, Nerinea*). Les grandes murailles calcaires de la Trisselwand et du Sandling, près Altaussee [345], renferment également une faune incontestablement tithonique : *Rhynchonella Astieriana, isotypus,* des *Pecten* et d'autres Lamellibranches identiques à des espèces de Stramberg et du Tithonique de Sicile, des Nérinées très caractéristiques, *Pseudomelania corallina, Perisphinctes senex.* Ces calcaires (pl. CIX, 2), reposent en concordance sur les calcaires kimeridgiens du Loser (p. 1066) (pl. CIX, 1) et s'enfoncent sous les nappes supérieures.

Le Tithonique des *nappes de Hallstatt* est encore mal connu. Il est possible que l'on doive lui attribuer des lambeaux de calcaires à Céphalopodes, surmontés de calcaires blancs, qui sont conservés dans le vallon du Sulzbach, près Ischl.

On doit attribuer, par contre, à la *nappe du Dachstein* la masse puissante des calcaires du Plassen, d'où Peters a décrit, dès 1855, de nombreuses Nérinées identiques à des espèces d'autres localités tithoniques.

Enfin, les calcaires du Dachstein de l'Untersberg, près Salzbourg, qui appartiennent à la même nappe, supportent en discordance des calcaires tithoniques, qui contiennent de nombreux Zoanthaires et des Nérinées (*Nerinea, Cryptoplocus, Itieria*).

On ne connaît pas ces calcaires zoogènes dans la nappe de Bavière.

Hongrie. — Sur le bord interne des Karpates, le Tithonique semble représenté par des calcaires gris à silex avec *Aptychus.* Dans l'Est de la Transylvanie, il fait suite en concordance aux couches à *Aspidoceras acanthicum* et son début est marqué par l'apparition d'*Oppelia lithographica.* Il se termine par des calcaires blancs, comme dans la zone Piennine.

Dans la forêt de Bakony, qui n'est autre chose que le prolongement des Alpes calcaires méridionales, il est à l'état de calcaires rouges, avec Céphalopodes et *Pygope diphya.*

Apennin, Sicile et Sardaigne. — Dans les Alpes Apuanes, des calcaires blanchâtres à cassure conchoïdale, qui font suite à des schistes siliceux à *Aptychus,* rappellent tout à fait la *majolica* des Alpes Lombardes et doivent être rapportés au Tithonique.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Dans l'Apennin central règne, par contre, le faciès à Céphalopodes. Des calcaires marmoréens, gris verdâtre, très compacts et peu épais renferment, d'après Zittel [344], *Phylloceras semisulcatum*, *serum*, *Lytoceras quadrisulcatum*, *Lissoceras Staszyci*, *Perisphinctes contiguus*, *Simoceras admirandum*, *Aspidoceras cyclotum* et des *Aptychus*.

Des calcaires à Céphalopodes se retrouvent aux environs de Terni et de Rieti, dans l'Apennin Transtévérin, mais ils reposent directement sur le Lias supérieur [169].

Dans le Sud de la Péninsule, où la transgression tithonique est un fait

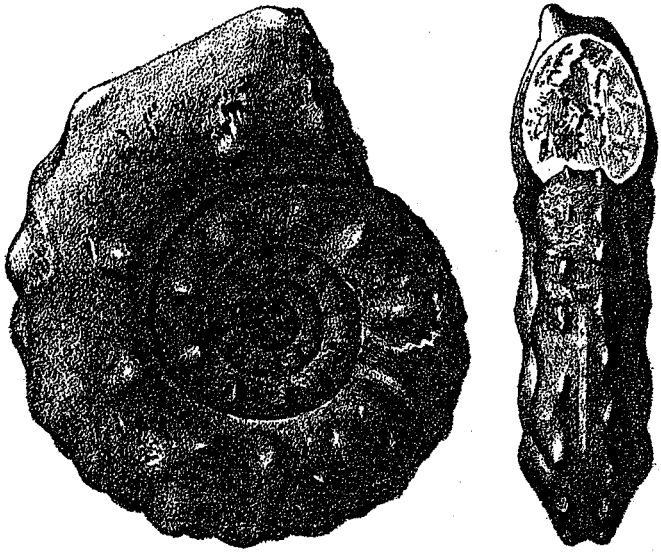


Fig. 339. — *Simoceras biruncinatum* (d'après K. A. Zittel).
Tithonique inférieur. Volano (Tyrol méridional).

général, on rencontre, comme dans les Préalpes Vénitiennes, des calcaires zoogènes, généralement caractérisés par la présence des genres *Ellipsactinia* et *Sphæractinia*.

Ce faciès s'observe au Monte Gargano, où l'on trouve également *Diceras Escheri* et *Natica immanis*, et à Capri, où toutefois la partie supérieure des calcaires à *Ellipsactinia* semble appartenir à l'Éocrétacé.

A Rossano, en Calabre, le Tithonique se présente sous la forme de schistes rouges et verts à *Aptychus* et Bélemnites, qui s'étendent transgressivement sur les terrains cristallophylliens. A Taormina, dans l'Est de la Sicile, il est à l'état de calcaires gris à silex, avec *Aptychus*, qui reposent directement sur le Lias.

Dans le Nord de la Sicile, les calcaires tithoniques renferment, d'après G. Gemmellaro [346], une faune très riche, comprenant des Échinides, des Brachiopodes (*Rhynchonella Suessi*, *Aulacothyris Hoheneggeri*, *Terebratula immanis*, *moravica*, *Bilimeki*, *isomorpha*, *rupicola*, *Pygope diphya*, *janitor*), des Lamellibranches (*Pecten* très nombreux, *Lima*, *Isoarca*, *Diceras Escheri*, *Münsteri*), plus de 100 espèces de Gastéropodes (*Pleurotomaria*, *Trochus*, *Pileolus*, *Nerita*, *Neritopsis*, *Natica*, *Cerithium*, *Nerinea*, *Cryptoplocus*, *Pseudomelania*), des Ammonites (*Phylloceras*, *Lytoceras*, *Lissoceras Staszyci*, *Oppelia lithographica*, *Aspidoceras cyclotum*, *rogoznycense*, *avellanum*, *Simoceras* nombreux, *Perisphinctes geron*, *eudichotomus*, *Spiticeras Groteanum*), des Bélemnites, des Décapodes brachyoures (*Prosopon*) et des Poissons.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

L'association, dans les mêmes couches, des Céphalopodes avec de nombreuses espèces néritiques, vivant d'habitude sur le bord des récifs, rappelle ce qui se passe à Stramberg, mais la présence d'*Oppelia lithographica* établit bien que les calcaires à *Pygope janitor* de Sicile appartiennent au niveau inférieur du Tithonique.

L'existence de faciès coralligènes depuis le Monte Gargano jusqu'aux environs de Palerme montre que le géosynclinal devait se trouver plus à l'ouest, sur l'emplacement actuel de la mer Tyrrhénienne. Le bord occidental du géosynclinal peut être placé en Sardaigne, car, sur la côte est de l'île, le Tithonique est constitué par des calcaires zoogènes à *Ellipsactinia*, à Zoanthaires et à Nérinées.

Afrique du Nord. — En Tunisie, les deux faciès du Tithonique paraissent exister.

Le djebel Ressas, au sud de Tunis, est constitué en majeure partie par des calcaires cristallins à *Prosopon*, semblables à ceux de Sicile. Au Zaghouan, on a signalé des calcaires zoogènes à *Ellipsactinia*, reposant sur l'Argovien.

Par contre, au djebel Oust, au bou Kournin, au djebel Ben Saïdan, règne le faciès à Céphalopodes. Des calcaires noduleux gris ou rouges, faisant suite immédiatement au Lias, renferment, d'après Pervinquière : *Phylloceras isotypum, serum, semisulcatum, Calypso, Lytoceras polycyclum, Oppelia lithographica, Lissoceras carachtheis, Perisphinctes simoceroides, Richteri, Peltoceras Fouquei, Simoceras, Aspidoceras, Waagenia, Berriasella privasensis, Calisto, carpathica, Spiticeras celsum.* Les trois horizons sont certainement représentés.

Le faciès à Céphalopodes est également bien développé dans la province de Constantine, mais les colorations rouges ont disparu.

Au bou Thaleb et à l'oued Soubella, près Sétif, ainsi qu'au djebel Chellala, près Batna, on est en présence d'une assez grande épaisseur de calcaires gris bien stratifiés ou noduleux et de marnes grumeleuses. La faune se compose principalement de Spongiaires, d'Échinides (*Metaporhinus convexus, Collyrites carinatus, Infraclypeus thalebensis, Holectypus afer*), de Brachiopodes (*Pygope diphya, janitor*) et d'Ammonites (*Phylloceras semisulcatum, Calypso, Lytoceras quadrisulcatum, Lissoceras elimatum, liosoma, Grasianum, Perisphinctes transitorius, senex, eudichotomus, Berriasella Calisto, carpathica, Spiticeras pronum, Aspidoceras rogoznycense*). Il est incontestable que l'on a affaire ici à la zone à *Perisphinctes transitorius*.

Le Tithonique ne se retrouve ensuite plus, vers l'ouest, que dans le massif de l'Ouarsenis (province d'Oran), où l'on cite *Pygope diphya* et *Metaporhinus convexus*.

Il est impossible actuellement d'indiquer d'une manière précise quelles sont les couches qui représentent le Tithonique dans la zone littorale, où cependant il existe certainement. De même, on ne connaît pas encore la zone de formations néritiques qui devait délimiter au sud le géosynclinal.

Andalousie et Baléares. — Après une grande lacune, due sans doute à l'insuffisance de nos connaissances, nous retrouvons le Tithonique en Andalousie, en particulier sur le bord méridional de la vallée du Guadalquivir. Il est généralement représenté par des calcaires noduleux rouges, alternant avec des marnes. Les fossiles y sont abondants, mais les Ammonites sont toujours dépourvues de leur test. C'est là le faciès que nous avons rencontré si fréquemment dans les Alpes orientales. A la partie supérieure, on observe des calcaires bréchoïdes, analogues à ceux du bassin du Rhône (pl. LX, 1).

La faune est très riche, en particulier à Loja, dans la province de Grenade, et à Cabra, dans la province de Cordoue. Dans cette dernière localité, Kilian [XXII, 9] a pu

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

distinguer un niveau inférieur, caractérisé par *Sowerbyceras Loryi*, *Perisphinctes colubrinus*, *geron*, *Aspidoceras longispinum*, qui correspond au « Diphyakalk », et un niveau supérieur, renfermant non seulement des espèces du niveau de Stramberg, telles que *Spiticeras pronum*, *Perisphinctes Lorioli*, *Berriasella privasensis*, *Calisto*, *carpathica*, *Chaperi*, mais encore des espèces qui ont leur principal niveau dans les premières couches de l'Écrétacé, comme *Lissoceras Grasianum*, *Spiticeras Negreli*, *Groteanum*, *Berriasella Malbosi*. Beaucoup d'espèces sont communes aux deux niveaux : *Phylloceras Calypso*, *semisulcatum*, *Lytoceras Juilleti*, *Perisphinctes senex*, *Aspidoceras rogoznicense*. Les *Simoceras* sont surtout abondants à Loja. Outre les Ammonites, on rencontre de nombreuses Bélemnites (*Duvalia conophora*, *lata*, *Haugi*, *Belemnopsis Conradi*), des *Pygope* (*P. diphya*, *janitor*, *triangulus*, *Bouei*) et des Échinides (*Metaporhinus convexus*, *Collyrites Verneuili*, *friburgensis*).

Quelques affleurements tithoniques beaucoup moins fossilifères ont été signalés plus à l'est, par exemple aux environs de Jaen et dans la sierra de Foncalent, près Alicante. Ils occupent une situation intermédiaire entre ceux de la province de Grenade et ceux des Baléares et jalonnent un géosynclinal, qui correspond à l'emplacement des plissements tertiaires et prolonge le sillon des Dinarides.

Hermite [XXXIV, 57] a découvert à Majorque des calcaires noduleux gris ou jaunes, quelquefois roses ou verts, qui lui ont fourni *Pygope janitor*, *diphya*, *Phylloceras Calypso*, *semisulcatum*, *Lytoceras quadrisulcatum*, *Oppelia macrotela*, *Perisphinctes eudicholomus*, *transitorius*. Nolan les a retrouvés à Cabrera et à Iviza.

Europe orientale. — Nous reprenons maintenant l'étude du sillon des Dinarides et des zones néritiques qui l'accompagnent, là où nous l'avons laissée, c'est-à-dire aux endroits où la continuité avec les zones isopiques des Alpes orientales cesse d'être évidente.

Péninsule Balkanique. — Le Tithonique est encore fort mal connu dans l'Ouest de la péninsule Balkanique.

En Dalmatie on voit affleurer, en divers points, des calcaires à *Perisphinctes transitorius*. Au Montenegro, des calcaires à *Ellipsactinia* font suite à des calcaires que l'on attribue avec doute au Lias. En Albanie, en Épire et à Corfou, par contre, toute la partie supérieure du Jurassique est constituée, d'après Carl Renz, par des calcaires à silex sans fossiles.

Aux environs d'Argos, en Morée, on retrouve des calcaires zoogènes à *Heterodiceras Luci* et Nérinées; en d'autres points, on a signalé des *Ellipsactinia*.

Dans la partie centrale de l'île d'Eubée, Deprat a observé, au-dessus d'une puissante masse de calcaires à silex sans fossiles, des calcaires oolithiques à *Heterodiceras Luci*, *Plesiodiceras Münsteri*, *Calamophyllia* et des calcaires à *Ptygmatis pseudobruntrutana* et *Ellipsactinia*.

Dans la moitié orientale de la Péninsule, ces formations néritiques sont remplacées par des formations bathyales. Ainsi, en Serbie, Zujović a rencontré le long du Danube des calcaires blancs, avec *Perisphinctes eudichotomus* et *Aptychus*, et des calcaires noduleux rouges, avec *Phylloceras semisulcatum*, *Perisphinctes contiguus*, *geron* et *Aptychus*. Dans le Balkan central, Zlatarski [60 *bis*] a trouvé *Pygope diphya* dans le défilé de l'Isker, et Toula mentionne, un peu plus à l'est, *Terebratula Bilimeki*, *Phylloceras semisulcatum*, *Oppelia*, *Lissoceras*, *Perisphinctes Richteri*, *transitorius*, etc.

Karpates méridionales. — Vers le nord-est on retrouve, par contre, des faciès zoogènes dans les Karpates méridionales, aussi bien en Transylvanie que sur le versant roumain.

Dans la région de Câmpulung et de Sinaïa, en Valachie, le Tithonique est

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

transgressif, et repose, comme l'a montré Popovici-Hatzeg [246], tantôt sur le Callovien (fig. 320), tantôt sur le Bathonien (fig. 319), tantôt directement, et c'est le cas le plus fréquent, sur les schistes cristallins (fig. 340).

Des calcaires blancs, massifs, réciformes renferment, dans leur partie inférieure, *Cidaris glandifera*, des Brachiopodes, de nombreux Lamellibranches, parmi lesquels *Heterodiceras*, *Lithophagus Beneckei*, des Gastéropodes (*Pseudomelania Gemmellaroi*, *Nerinea chromatica*), *Prosopon*, etc. La partie supérieure de ces calcaires doit être rapportée, d'après les fossiles que l'on y rencontre, à l'Éocrétacé.

Sur le versant hongrois, le Tithonique est également transgressif; dans le Banat, Tietze a observé une discordance angulaire très prononcée entre ce terme et le Bathonien [58].

Le groupe Oolithique moyen manque partout dans les Karpates méridionales; par contre, dans la Dobrogea, il est bien développé et c'est le groupe Oolithique supérieur qui fait défaut.

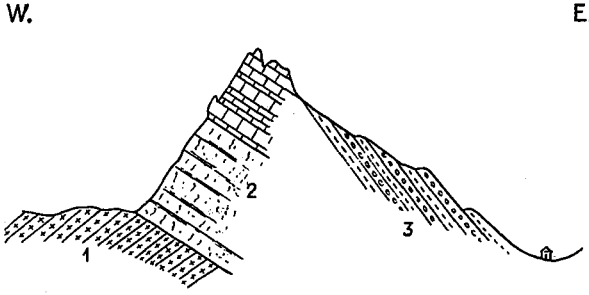


Fig. 340. — Coupe à travers le massif de Piatra Craiului (2 241 m). Karpates roumaines (d'après V. Popovici-Hatzeg).

1, schistes cristallins; 2, calcaire tithonique, en gros bancs à la base, en bancs minces au sommet; 3, conglomérat cénomanien.

Crimée. — A Theodosia, en Crimée, le Tithonique est constitué, comme dans le Balkan central, par des formations bathyales. Des marnes avec bancs calcaires, dont le substratum n'est pas visible, ont fourni à Retowski [347] une faune assez riche, composée de Brachiopodes (*Lingula tithonia*, *Glossothyris Bouei*), de Lamellibranches (*Pecten*, *Arca*, *Neæra*), de Gastéropodes, de Bélemnites (*Duvalia*, *Belemnopsis*), mais surtout d'Ammonites (*Phylloceras*, *Lytoceras*, *Lissoceras*, *Oppelia*, *Spiliceras*, *Perisphinctes*, *Berriasella*), dont beaucoup sont nouvelles, mais parmi lesquelles se trouvent des espèces caractéristiques de la zone à *Perisphinctes transitorius*, telles que *Oppelia macrotela*, *Perisphinctes Cortazari*, *Berriasella Calisto*, *occitanica*. Les *Aptychus* sont également très abondants. Plus à l'ouest, le Tithonique est à l'état de calcaires coralligènes, qui débutent par des conglomérats et reposent en discordance sur les termes inférieurs, fortement plissés, du Jurassique. Il constitue les grands massifs tabulaires de la Yaïla (pl. CII, 1) et du Tchatir Dagh.

Caucase. — Le Kimeridgien est recouvert, sur le versant septentrional du Caucase, par des calcaires blancs coralligènes, dont Neumayr et Uhlig [62] ont démontré l'âge tithonique. Les fossiles les plus abondants sont des Zoanthaires, des Brachiopodes (*Rhynchonella moravica*, *Terebratula insignis*, *moravica*, *bisuffarcinata*), des Lamellibranches (*Lima latelunulata*, *Placunopsis granifera*, *Lithophagus Beneckei*, *Heterodiceras Luci*), des Gastéropodes (*Purpuroidea*, *Nerinea*, *Actæonina*). Les Céphalopodes sont plus rares. La faune présente d'assez grandes affinités avec celle de Kelheim, en Bavière, mais seul *Virgatites dorsoplanus*, trouvé par C. Renz au Daghestan, rappelle le Volgien de la Russie centrale et orientale [63]. L'absence du Tithonique sur le versant méridional de la chaîne a été affirmée par Fournier.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Régions arctiques. — Au lieu de continuer à suivre vers l'est la zone des plissements alpins et le faciès tithonique qui, jusqu'ici, la caractérise, il est nécessaire que nous passions d'abord en revue les vestiges du groupe Oolithique supérieur dans les régions arctiques. Cet aperçu nous confirmera dans l'attribution du Volgien de Russie à une *province boréale.*

Remarquons tout d'abord l'absence totale de renseignements sur la présence possible du Volgien en Bokharie, où cependant on a signalé du Callovien à affinités russes, et dans la presqu'île de Manghychlak, où le Kimeridgien et le Néocomien sont tous deux représentés.

Oural septentrional. — On ne connaît de dépôts volgiens sur le versant oriental de l'Oural, qu'à partir de 65° lat. N. Dans le pays de Liapine, non loin de l'embouchure de l'Yatria dans la Tchortynia, D. Ilovaïsky a observé, sous le Néocomien, deux niveaux volgiens : le supérieur, avec Ammonites du type de *Perisphinctes Panderi;* l'inférieur (grès vert), avec espèces voisines de *Perisphinctes biplex, dorsoplanus* et *Pottingeri, Cylindroteuthis Rouilleri* et nombreux Acéphales, dont une partie ressemble à des formes du Portlandien de Boulogne.

Le même auteur a observé dans le pays de Soswa, au-dessus du Kimeridgien à *Aulacostephanus,* des grès verts, renfermant *Perisphinctes Slschurovskii,* espèce du Volgien inférieur de Russie.

La présence du Volgien dans la Novaïa-Zemlia, où l'on a rencontré des fossiles séquaniens et néocomiens, est encore douteuse, car Tullberg n'a pas figuré les exemplaires de *Craspedites subditus* qu'il dit avoir été trouvés dans les calcaires bitumineux de la Skodde Bay.

Terre du Roi Charles et Spitzberg. — L'existence du Volgien à la Terre du Roi Charles résulte seulement de la découverte, dans cet archipel, de plusieurs gisements d'Aucelles. Des calcaires marneux à *Aucella mosquensis* du mont Nordenskjöld représentent le Volgien inférieur, tandis que les schistes du mont Johnsen, qui ont fourni des espèces voisines d'*Aucella Fischeriana, Pallasi, terebratuloides,* appartiennent au Volgien supérieur [262].

On signale également au Spitzberg des couches à Aucelles, que la présence d'*Aucella rugosa, mosquensis* et *orbicularis* permet de rapporter au Volgien inférieur; malheureusement on connaît mal les conditions de gisement de ces dépôts, dans lesquels on n'a pas encore trouvé de Céphalopodes.

Groenland oriental. — L'expédition danoise de 1900 sur la côte est du Groenland a découvert, dans le Sud de la Terre de Jameson, à l'embouchure d'un cours d'eau qui fut appelé « rivière des Aucelles », un grès jaunâtre avec *Aucella mosquensis* et d'autres fossiles mal conservés, dont l'un est très voisin d'*Astarte Sæmanni* du Portlandien, du Boulonnais et un autre, de *Perisphinctes Panderianus,* des couches à *Virgatites* de Russie [264]. Il est donc certain que l'on est en présence du Volgien inférieur.

Sibérie septentrionale. — Si l'on excepte le Lias, découvert par Toll entre l'embouchure de la Léna et celle de la Jana, on ne connaît, jusqu'ici, dans toute la Sibérie septentrionale, aucun dépôt jurassique marin antérieur au Portlandien et rien même ne permet d'affirmer la présence du Volgien inférieur.

On attribue au Volgien supérieur les *couches de Sourak* des bords de l'Olenek, qui reposent sur le Trias et supportent en concordance des grès éocrétacés à Inocérames. On n'y a trouvé aucun Céphalopode. Lahusen [348] ne cite qu'une Rhynchonelle, d'assez nombreux Lamellibranches (*Hinnites*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

lenaensis, *Pecten Lindströmi*, *Inoceramus retrorsus*, *Modiola*, *Leda*, *Tancredia*, *Cyprina*, *Solemya*, *Panopæa*) et des Gastéropodes (*Neritina*, *Turbo*, *Dentalium*). Comme une partie des espèces se retrouvent dans les grès, on peut douter que les couches de Sourak appartiennent au Volgien. Dans tous les cas, les deux formations n'ont pas été séparées d'une manière satisfaisante dans le Nord de la Sibérie; aussi n'est-on pas en droit de se baser sur la présence, à Iakoutsk, de grès à *Hinnites lenaensis*, pour affirmer que la mer volgienne s'étendait dans le bassin de la Léna, aussi loin vers le sud.

Asie méridionale. — Revenant à la zone des plissements alpins, nous sommes obligés de constater tout d'abord que les données que nous possédons sur le groupe Oolithique supérieur dans tout le segment compris entre les Balkans et l'Inde sont extrêmement précaires. Elles feraient même entièrement défaut si Bogdanovitch [313 *bis*] n'avait pas rencontré quelques Ammonites tithoniques (*Perisphinctes Richteri*, *Berriasella Calisto*, *Phylloceras*) dans la chaîne de l'Elbourz, dans le Nord de la Perse.

Inde. — Dans les chaînes centrales de l'Himalaya, une puissante série schisteuse fait suite en concordance au Callovien, elle est connue sous la dénomination de *Spiti shales*.

C'est une formation essentiellement bathyale, qui représente une partie du groupe Oolithique moyen et tout au moins le Kimeridgien, tout le groupe Oolithique supérieur et les premiers niveaux de l'Éocrétacé.

Les schistes gris sans nodules de la base renferment *Hecticoceras Kobelli* et *Belemnopsis Gerardi* et correspondent aux couches de Katrol de la presqu'île de Katch. Les schistes moyens sont noirs, les fossiles s'y trouvent en grande abondance dans des concrétions calcaires. Les Ammonites, dont l'étude, entreprise par Uhlig [349], est en cours de publication, se répartissent dans les genres *Phylloceras*, *Lytoceras*, *Lissoceras*, *Oppelia*, *Streblites*, *Neumayria*, *Aspidoceras*, *Spiticeras*, *Perisphinctes*, *Blanfordia*, *Berriasella*, *Himalayites*. Le nombre des espèces communes avec l'Europe occidentale est des plus minimes, mais il en est beaucoup, en particulier parmi les *Spiticeras*, qui se rapprochent d'espèces tithoniques. Les schistes supérieurs renferment à la fois des formes d'affinités tithoniques et des types éocrétacés. Les affinités russes de la faune de Spiti ont été exagérées par Neumayr, elles se réduisent en réalité à la présence de deux espèces d'*Aucella*, *A. leguminosa* et *Blanfordiana*, très voisines d'*A. Bronni* et *mosquensis*.

L'expédition Younghusband au Tibet a mis en évidence l'extension des couches de Spiti vers l'est jusqu'à Khamba Jong, elles constituent donc un des termes les plus constants de la région sédimentaire de l'Himalaya.

La série Oolithique moyenne de Katch supporte des grès et des conglomérats, qui constituent la partie inférieure du *groupe d'Oumia* et qui renferment des Ammonites que Waagen avait attribuées à des espèces portlandiennes ou tithoniques (*Perisphinctes Bleicheri*, *eudichotomus*, *frequens*) ou à des formes très voisines d'espèces européennes (*Lissoceras*, *Aspidoceras*). Ces déterminations ont été récemment contestées et l'étude des Lamellibranches a conduit Kitchin à ranger le groupe d'Oumia dans l'Éocrétacé.

Les affinités si frappantes qui rapprochent les faunes du groupe Oolithique moyen de l'Inde et de Madagascar cessent de se manifester au Portlandien, mais ceci tient peut-être uniquement aux lacunes que présentent encore à Madagascar nos connaissances relatives aux couches de passage entre le Jurassique et le Crétacé.

Archipel Malais. — G. Bœhm a visité et exploité en 1900, sur les côtes méridionales de Taliabou et de Mangoli, dans l'archipel Soula, des gisements qui lui ont fourni un certain nombre d'Ammonites et notamment *Phylloceras strigile*, *Blanfordia Wallichi*, qui se trouvait également dans les couches de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Spiti, puis d'autres *Hoplitidæ*, deux espèces d'*Himalayites*, un *Streblites*, deux *Bochianites*. Il pense que cette faune provient des couches-limite du Jurassique et du Crétacé [65].

Le même géologue affirme la présence de *Phylloceras strigile* et de *Blanfordia Wallichi* dans la Nouvelle-Guinée hollandaise.

Régions circumpacifiques. — Nous allons maintenant rencontrer, sur tout le pourtour du Pacifique, une série d'affleurements de couches oolithiques supérieures, jalonnant un *géosynclinal circumpacifique*.

Nouvelle-Zélande et Nouvelle-Calédonie. — La présence du Tithonique en Nouvelle-Zélande est certaine, depuis que Hochstetter y a recueilli une Ammonite très voisine des *Berriasella* de Stramberg (*Amm. neozelandicus*). Mais les travaux des géologues locaux n'ont guère éclairci les relations stratigraphiques des couches d'où provient cette espèce. Une forme décrite par Zittel sous le nom d'*Aucella plicata* est probablement originaire de couches plus anciennes. Le niveau de plusieurs *Belemnopsis* décrits par Hector ne peut pas non plus être déterminé avec certitude.

L'existence du groupe Oolithique supérieur en Nouvelle-Calédonie ne repose que sur des données paléontologiques peu précises, car les argiles qui constituent la base des couches à charbon, probablement crétacées, ne renferment que des Lamellibranches et des Gastéropodes spécifiquement indéterminables. Piroutet cite cependant une *Aucella* voisine d'*A. leguminosa* des couches de Spiti.

Alaska et Colombie Britannique. — Jusqu'ici la présence du groupe Oolithique supérieur dans l'Alaska ne résulte que de la mention, faite par divers auteurs, d'espèces du genre *Aucella*. A. P. Pavlow a reconnu dans le nombre *Aucella orbicularis*, *mosquensis*, *rugosa* et il conclut à l'existence du Volgien inférieur [317 *bis*].

Les *Aucella* citées par Whiteaves et Stanton de la Colombie Britannique ne permettent pas d'affirmer d'une manière certaine que le groupe Oolithique supérieur est représenté dans ce pays.

Californie. — Une importante discordance, sur laquelle nous reviendrons, existe en Californie entre les terrains antérieurs au Portlandien et les *Knoxville beds*, puissante série qui est généralement attribuée au Crétacé. On y rencontre, en effet, un certain nombre d'espèces que l'on peut identifier à des types du Néocomien de Russie, mais Stanton [350] a figuré en outre plusieurs espèces nouvelles de *Hoplitidæ*, extrêmement voisines d'espèces du niveau de Stramberg, sinon identiques. La base des Knoxville beds est donc portlandienne [319]. Cette conclusion, contraire à l'opinion des auteurs américains, est confirmée par la revision que Pavlow [317 *bis*] a entreprise des Aucelles des couches de Knoxville. Tandis que les espèces des couches supérieures sont incontestablement néocomiennes, celles des couches inférieures sont très voisines d'espèces volgiennes de Russie.

L'extension géographique des couches de Knoxville est considérable, puisque, en dehors de la Californie, on les connaît dans l'Oregon, dans l'état de Washington et dans la Colombie Britannique. Mais il n'est pas possible encore de faire le départ de ce qui, dans cette puissante série, revient réellement au Portlandien.

Texas. — Cragin et Stanton [351] ont fait connaître récemment une intéressante formation jurassique, dont les affleurements sont situés au Texas, dans les mont Malone et Quitman, sur les confins du Mexique, c'est-à-dire bien en dehors du géosynclinal circumpacifique.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Les couches inférieures, dont le substratum n'est pas visible, sont des gypses et des calcaires sans fossiles. Puis viennent, sur une épaisseur de plus de 300 m, des alternances de calcaires et de conglomérats, où les fossiles sont répartis sans règle apparente. La faune est très riche, elle comprend surtout des espèces nouvelles de Lamellibranches (*Gryphæa, Exogyra, Lima, Camptonectes, Gervilleia, Modiola, Arca, Cucullæa, Trigonia, Astarte, Ptychomya, Lucina, Cyprina, Pholadomya, Anatina*) et de Gastéropodes (*Pleurotomaria, Delphinula, Nerita, Turritella, Natica, Pseudomelania, Nerinea, Cerithium*), associées à quelques Céphalopodes (*Nautilus, Perisphinctes, Aspidoceras*) et à de rares Zoanthaires, Échinides et Bryozoaires. Plusieurs espèces se trouvent dans le Tithonique du Mexique : *Gryphæa mexicana, Exogyra subplicifera, potosina, Cucullæa catorcensis, Trigonia Calderoni, Lucina potosina, Cyprina Coteroi, Pleuromya inconstans, Perisphinctes potosinus, Felixi, Aspidoceras alamitocense.*

Mexique. — Au Mexique, le groupe Oolithique supérieur est peut-être actuellement le terme le mieux connu de toute la série sédimentaire. On l'a rencontré sur de grandes étendues et ses faunes ont fait l'objet de travaux paléontogiques importants.

Dans la Cordillère de l'Ouest, on a signalé, brièvement, dans les états de Chihuahua et de Durango, des schistes et des calcaires, qui renferment des *Aucella*, des *Lissoceras*, des *Perisphinctes*, des *Virgatites*, des *Craspedites* et constituent certainement la continuation vers le sud des couches de Knoxville inférieures de Californie.

Dans le Nord de l'état de Zacatecas et notamment à Mazapil, le groupe Oolithique supérieur fait suite en concordance au Kimeridgien, dont il a été question plus haut. Il comprend, d'après C. Burckhardt [314], les termes suivants :

1° Calcaire phosphoritique rougeâtre (1 à 2 m), avec *Phylloceras apenninicum, Eurynoticeras Zitteli, Perisphinctes Aguilari, danubiensis, contiguus, Nikitini, Virgatites mexicanus, Aspidoceras cyclotum, div. sp.;*

2° Calcaires phosphoritiques grisâtres (5 à 6 m), avec *Phylloceras mazapilense, Neumayria subrasilis, Perisphinctes, Hoplitidæ* indéterminables, au sommet banc à *Cucullæa phosphoritica;*

3° Calcaires marneux blanchâtres (10 m), avec intercalations de bancs de silex, plusieurs *Perisphinctes* et *Berriasella* indéterminables.

Le mélange, dans les couches inférieures, d'espèces du Tithonique méditerranéen et d'espèces du Volgien inférieur de Russie est tout à fait remarquable.

Plus au sud, à Catorce, dans l'état de San Luis Potosi, une puissante série de schistes et de grès a fourni une faune assez riche, étudiée par A. del Castillo et J. Aguilera [352], qui comprend des Brachiopodes, des Lamellibranches (*Aucella Bronni, mosquensis, Cucullæa catorcensis, Trigonia Calderoni, Cyprina Coteroi, Pleuromya inconstans*) et surtout des Ammonites (*Lytoceras potosinum, Lissoceras mazapilense, catorcense, Perisphinctes pouzinensis, colubrinus, potosinus, mazapilensis, Felixi, Berriasella Calisto, mexicana, Aspidoceras alamitocense*), enfin, quelques Bélemnites qui semblent appartenir au genre *Cylindroteuthis.*

Enfin, tout à fait dans le Sud, dans le Cerro de Titania, près Tlaxiaco, J. Felix [353] décrit comme provenant de calcaires compacts et marneux, qui reposent sur des marnes bariolées, une faune essentiellement néritique, constituée par des Spongiaires, des Crinoïdes, des Échinides (*Cidaris submarginata, Acrocidaris nobilis*), de rares Brachiopodes et un certain nombre de Lamellibranches, dont deux (*Gryphæa mexicana, Exogyra subplicifera*) se retrouvent dans les couches de Malone, au Texas.

Il est intéressant de constater que les formations bathyales du groupe Oolithique supérieur sont localisées dans les Cordillères et semblent s'être déposées dans un géosynclinal, sur les deux bords duquel se trouvent les formations néritiques du Texas et du Sud.

Amérique du Sud. — Nous manquons de tout renseignement sur l'existence du groupe Oolithique supérieur en Amérique, entre le Mexique et le Pérou, au nord de 10° lat. S. Steinmann figure de Huallanca, à peu près sur ce parallèle, un fragment de *Perisphinctes senex*, espèce du Tithonique supérieur de Stramberg.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Ce n'est que bien plus au sud, dans la Cordillère Argentine, que l'on se trouve en présence de successions bien étudiées et de riches faunes tithoniques. Les gisements, explorés surtout par Bodenbender et par Burckhardt [71], s'étendent sur les bassins du rio Atuel, du rio Colorado et du rio Neuquen. Nous savons déjà que la région andine était exondée pendant l'époque Oolithique moyenne. La mer en reprend possession dès le début de l'époque Oolithique supérieure, et la série transgressive commence par des couches qui correspondent à la base du Portlandien et non au Kimeridgien, comme on l'a admis, en raison de la présence d'Ammonites voisines de *Perisphinctes Erinus*, qui ne sont toutefois pas suffisamment caractéristiques. Voici la succession observée par Burckhardt, au col entre le Cujon del Burro et la vallée du rio Choica :

1° Calcaires bitumineux à géodes, avec *Virgatites scythicus, australis, Perisphinctes Nikitini, crinoides;*

2° Calcaire marneux, avec *Neumayria Zitteli, Ichthyosaurus Bodenbenderi;*

3° Schistes marneux, avec *Perisphinctes cobubrinoides, Aptychus, Inoceramus.*

A la Casa Pincheira, non loin du rio Malargue, les couches inférieures renferment *Virgatites dorsoplanus, Quenstedti, Perisphinctes Beltranensis, contiguus.*

Aux Molinos Colgados, sur le rio Grande, le Tithonique supérieur est représenté par des schistes à *Perisphinctes scruposus* et *permulticostatus*, surmontés de calcaires à *Berriasella peregrina*, espèce qui, d'après Burckhardt, se retrouve à Ttiazan, *B. australis, B. molinensis, Aulacostephanus* (?) *Theodori.*

Divers gisements, dont les relations stratigraphiques sont moins bien définies, ont fourni de nombreuses espèces, qui se rapportent soit à des types européens (*Perisphinctes transitorius, eudichotomus, Berriasella subcalisto, microcantha, perornata*), soit à des espèces des Spiti shales de l'Himalaya (*Aulacostephanus* [?] *Theodori, Köllikeri, Blanfordia Wallichi, Spiticeras Groteanum*).

Burckhardt a très bien mis en évidence les affinités multiples que présentent les faunes du Portlandien de la République Argentine. On y rencontre des *Virgatites* et des *Perisphinctes* du Volgien inférieur de Russie, associés à des espèces du Tithonique inférieur des régions méditerranéennes. Dans le Portlandien supérieur, les types méditerranéens coexistent avec les espèces de l'Inde.

On remarquera cependant, en ce qui concerne les éléments méditerranéens, l'absence complète des genres *Phylloceras* et *Simoceras*, la grande rareté des *Lytoceras* et des *Lissoceras;* en ce qui concerne les éléments boréaux, celle des *Aucella*. Les *Pachyceras* de l'Europe occidentale font également défaut. On ne connaît malheureusement jusqu'ici aucune Bélemnite dans le Portlandien des Andes argentines, de sorte que nous sommes privés de l'un des principaux éléments d'appréciation, qui d'ordinaire nous permettent d'attribuer une faune jurassique déterminée à l'une ou à l'autre des provinces zoologiques de l'époque. Nous aurons d'ailleurs à revenir plus loin sur cette importante question.

Afrique orientale. — La présence du groupe Oolithique supérieur sur la côte orientale de l'Afrique est infiniment probable, mais elle n'est pas certaine. Les fossiles de Mombassa attribués au Tithonique appartiennent en réalité au Kimeridgien. Cependant des Ammonites, recueillies par Donaldson Smith sur la côte des Somalis, ont été rapprochées d'espèces du groupe d'Oumia, c'est-à-dire du Portlandien de Katch.

Nous avons rangé dans le Kimeridgien les couches à Céphalopodes les plus récentes du Jurassique de Madagascar; comme dans le Nord de l'île elles sont reliées au Néocomien par une succession de couches concor-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

dantes [75], l'existence du Portlandien est très vraisemblable, mais aucun fossile de cet âge n'a encore été rencontré.

Les termes supérieurs du Jurassique semblent faire entièrement défaut en Australie.

Centre des États-Unis. — Il nous reste encore à parler de certaines formations continentales du Centre des États-Unis, que l'on attribue généralement au Jurassique supérieur, bien que plusieurs auteurs en fassent du Crétacé inférieur. Ce sont les *Atlantosaurus beds*, aussi appelés *couches de Como* ou *couches de Morrison* [266, 354]. Les argiles rouges et vertes y prédominent, avec des intercalations de grès et de calcaires. L'épaisseur moyenne est d'une centaine de mètres. La série est généralement comprise entre les couches rouges du Trias continental et les couches du Dakota mésocrétacées, mais dans le Wyoming elle fait suite en concordance aux couches marines du groupe Oolithique inférieur. Elle s'étend depuis les Black Hills, dans le Dakota, jusqu'au Nouveau-Mexique, en passant par le Wyoming et le Colorado. Elle semble s'être déposée dans un grand lac intérieur, car on n'y rencontre que des Mollusques d'eau douce (*Unio*, *Planorbis*, *Valvata*) et des restes de Vertébrés terrestres.

Parmi ces derniers, les Dinosauriens sont particulièrement abondants. Leurs représentants atteignent des dimensions gigantesques. C'est des couches de Como du Wyoming que proviennent les squelettes complets de *Diplodocus*, qui forment un des plus beaux ornements de plusieurs musées américains, et les restes de *Stegosaurus*, *Brontosaurus*, *Ceratosaurus*, que Marsh a utilisés pour ses restaurations classiques.

Les couches de Como ont également fourni des restes de Mammifères comparables à ceux du Jurassique d'Europe (*Triconodon*, *Dryolestes*, *Ctenacodon*).

6° RÉSULTATS GÉNÉRAUX

Résultats paléogéographiques. — Il n'est point de période géologique dont les conditions paléogéographiques soient mieux connues que celles de la période Jurassique. Le premier aperçu de la répartition des terrains jurassiques à la surface du Globe remonte à Leopold von Buch [2], et c'est à J. Marcou [6] que revient le mérite d'avoir tenté la première reconstitution des contours des terres et des mers de l'époque, mais c'est à M. Neumayr [10, 11] que nous devons les premiers travaux de Paléogéographie, basés sur des connaissances stratigraphiques suffisamment étendues. Le planisphère publié par cet auteur se trouve reproduit dans beaucoup d'ouvrages classiques, même dans les plus récents, quoiqu'il ne réponde plus entièrement à l'état actuel de nos connaissances. Nous allons essayer d'y substituer des tracés (fig. 341) plus conformes aux données récemment acquises, en nous inspirant des principes qui nous ont guidés dans nos reconstitutions antérieures (fig. 215, 226, 250, 272, 294).

Le continent Nordatlantique subsiste dans son intégrité pendant toute la durée de la période. Son étendue n'est pas moindre qu'à

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

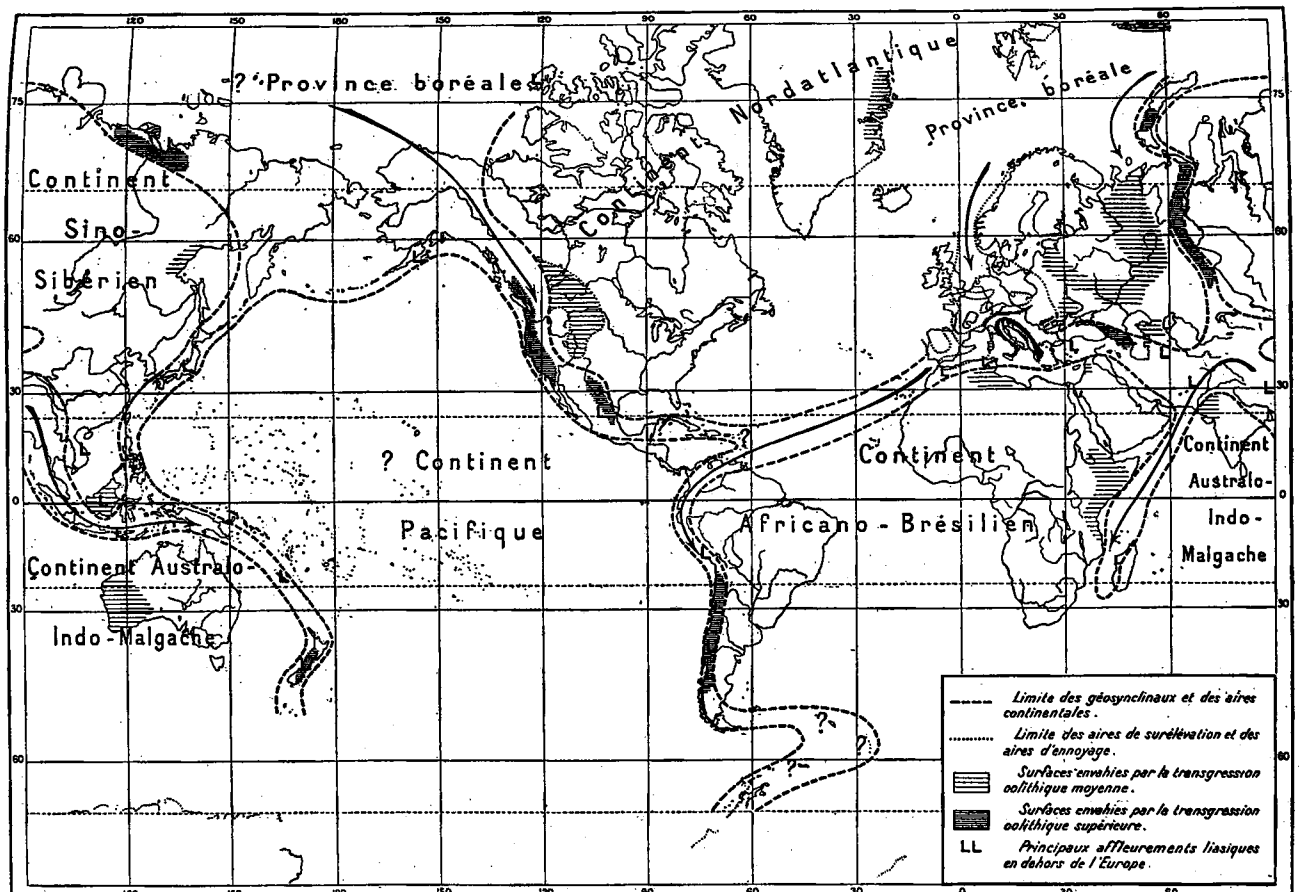


Fig. 341. — Essai de carte paléogéographique de la Terre à l'époque Jurassique.

Les flèches indiquent la direction des migrations des faunes marines.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

l'époque Triasique. Ce n'est que temporairement que certaines de ses parties sont envahies par les eaux, mais il s'agit de transgressions qui atteignent surtout sa périphérie et ne modifient pas les contours du socle continental. En effet, les mers du Centre de l'Amérique du Nord et des régions arctiques n'atteignaient qu'une faible profondeur et leur existence était éphémère (époque Oolithique inférieure). Ce sont, par excellence, des mers épicontinentales.

Comme à l'époque Triasique, le *continent Sino-Sibérien* était réuni au continent Nordatlantique pendant la plus grande partie du Jurassique. La séparation des deux aires continentales s'effectue peut-être dès l'Oxfordien, mais elle est certainement réalisée au Portlandien, grâce à la réouverture du *géosynclinal ouralien*, comblé depuis le Permien. A aucun moment, la mer n'a pénétré dans l'intérieur du continent Sino-Sibérien, où le Jurassique n'est représenté que par une formation continentale, la série d'Angara. Seuls les bords sont atteints par les eaux : l'extrême Nord de la Sibérie et Bornéo, au Lias ; la côte d'Okhotsk, au Bajocien ou au Bathonien ; tout le Nord de la Sibérie, au Portlandien.

Le *continent Africano-Brésilien* (Brasilianisch-æthiopischer Continent » de Neumayr) et le *continent Australo-Indo-Malgache*, jusqu'ici réunis en une masse unique, le continent de Gondwana, acquièrent leur individualité, par la formation du *géosynclinal de Mozambique*, dont l'existence, dès le Lias, est attestée par la présence de dépôts de cet âge dans le Nord Ouest de Madagascar. Mais ce géosynclinal n'était peut-être, au début, qu'un golfe, qui s'est transformé plus tard en un détroit à une époque qu'il n'est pas possible de préciser.

La réunion des régions cristallophylliennes de la Guyane et du Brésil avec celles d'Afrique en une seule aire continentale, à l'époque Jurassique, résulte, comme l'a établi Neumayr, de l'absence totale de dépôts jurassiques sur la côte orientale de l'Amérique du Sud et sur la côte occidentale de l'Afrique, au sud du Maroc, alors qu'on y rencontre des dépôts mésocrétacés. On sait que les affinités de certains éléments de la faune et de la flore militent également en faveur d'une ancienne connexion des deux continents actuels (voir p. 57).

Rien n'indique que le morcellement du continent Australo-Indo-Malgache, réalisé actuellement par suite de la formation de l'océan Indien, ait commencé à se produire dès l'époque Jurassique. On ne connaît, en effet, aucun dépôt jurassique ni sur la côte orientale de Madagascar ni dans le Sud de l'Inde péninsulaire, et les dépôts oolithiques inférieurs de l'Australie occidentale ont certainement pris

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

naissance dans une mer épicontinentale. L'existence d'un continent Sino-Australien, admise par Neumayr, est contredite par la découverte de couches jurassiques dans l'archipel Malais [12, 65].

Entre les continents Nordatlantique et Sino-Sibérien, au nord, et les continents Africano-Brésilien et Australo-Indo-Malgache, au sud, se trouvait une large et profonde dépression marine, la *Méditerranée centrale* de Neumayr, la *Tethys* de Suess. Elle est jalonnée, depuis le Maroc jusqu'aux îles de la Sonde, par des formations bathyales et l'épaisseur des sédiments y est souvent telle que l'on ne peut hésiter à l'assimiler à un géosynclinal, le *géosynclinal méditerranéen*. C'est d'ailleurs, comme on sait, sur son emplacement qu'ont pris naissance, vers la fin de l'ère Tertiaire, les plissements alpins. Sa largeur est plus grande qu'à l'époque Triasique, car aux formations lagunaires du Trias ont fait place, dans les Alpes françaises et dans les régions qui entourent la Méditerranée occidentale, des dépôts liasiques d'un caractère incontestablement bathyal.

L'existence du *continent Pacifique* au Jurassique est purement hypothétique, mais elle n'a été infirmée jusqu'ici par aucune découverte de fossiles liasiques ou oolithiques dans les îles de l'océan actuel et elle est confirmée par le caractère littoral des dépôts oolithiques moyens sur le versant chilien des Andes, mis en évidence par Burckhardt [71]. En revanche, un *géosynclinal circumpacifique* est jalonné par la présence de formations bathyales principalement liasiques et portlandiennes en Nouvelle-Zélande, au Japon, sur la côte ouest de l'Amérique du Nord et dans les Andes. C'est la continuation d'un état de choses qui existait antérieurement, notamment au Trias supérieur.

Une communication directe avait lieu pendant toute la période, au travers de l'Atlantique actuel, entre la partie sudaméricaine du géosynclinal circumpacifique et le géosynclinal méditerranéen, car, à tous les étages, on constate de grandes affinités paléontologiques entre la région andine et l'Europe occidentale. La division du Jurassique en zones, établie en Europe par Oppel, a pu être appliquée sans difficultés dans l'Amérique du Sud, car les mêmes espèces d'Ammonites se retrouvent au même niveau des deux côtés de l'Atlantique. Les analogies portent non seulement sur les Céphalopodes, dont la grande extension géographique est bien connue, mais encore sur les Lamellibranches, dont les moyens de dispersion sont en général assez faibles. Ainsi, *Pecten alatus*, espèce très caractéristique du Lias des Andes, se retrouve dans le Lias d'Espagne, mais n'est pas connu dans le reste de l'Europe, ce qui exclut la possibilité d'une immigration par

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

le chemin détourné de l'Asie méridionale et des bords du Pacifique. La propagation de cette espèce n'a pu s'effectuer que le long des côtes septentrionales du continent Africano-Brésilien.

PROVINCES ZOOLOGIQUES. — Dès 1860, J. Marcou distinguait, dans les mers jurassiques, jusqu'à 10 provinces zoologiques, mais les caractères qu'il assignait à chacune d'elles étaient dépourvus de toute précision ; elles sont à peu près tombées dans l'oubli. Il n'en est pas de même de ses « bandes homoiozoïques », qui, avec des limites sensiblement différentes, ont été reprises par Neumayr. L'un et l'autre de ces géologues se basaient sur l'existence de zones à caractères paléontologiques semblables, délimitées par des parallèles, pour conclure à une différenciation des climats déjà suffisamment accentuée à l'époque Jurassique pour que les bandes homéozoïques puissent être assimilées à des zones climatiques. D'après ce que nous savons des climats aux différentes époques de l'ère Paléozoïque, de telles conclusions ne sont pas faites pour nous étonner, et cependant elles ont été combattues avec une certaine âpreté par Nikitin [202], par A. Heilprin [IV, 8], par Ortmann [355] et par d'autres. La question présente une très grande importance et mérite d'être examinée attentivement.

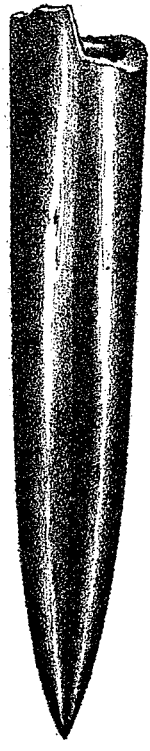


Fig. 342. — *Cylindroteuthis absolutus* (d'après A. d'ORBIGNY).
Volgien, environs de Kostroma (Russie).

Neumayr distinguait du nord au sud les zones climatiques suivantes :

1° Une ZONE BORÉALE, caractérisée par la présence des genres *Cardioceras* (fig. 312), *Garnieria* (*Oxynoticeras* Neum.), *Virgalites* (fig. 329), parmi les Ammonoïdés, *Cylindroteuthis* (fig. 342), parmi les Bélemnoïdés, *Aucella*, parmi les Lamellibranches; par l'absence des Zoanthaires constructeurs de récifs et des genres *Phylloceras*, *Lytoceras*, *Simoceras*, *Lissoceras*; par la rareté des genres *Oppelia*, *Hecticoceras*, *Peltoceras* et *Aspidoceras*.

2° Une ZONE TEMPÉRÉE NORD, comprenant notamment la *province de l'Europe centrale* et caractérisée par la rareté des genres d'Ammonites qui atteignent leur maximum dans les deux autres zones; par l'apparition des récifs coralliens et par la prédominance des genres *Oppelia*, *Reineckeia*, *Pelloceras*, *Aspidoceras*.

3° Une ZONE ÉQUATORIALE, avec la *province méditerranéenne*, caractérisée par l'abondance des genres *Phylloceras* (fig. 295), *Lytoceras* (fig. 296), *Simoceras*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

(fig. 339); puis, parmi les Bélemnitidés, celle de *Belemnopsis* (fig. 343) — associé, au Portlandien, à *Duvalia* — et, parmi les Brachiopodes, celle du genre *Pygope* (fig. 327, 328).

4° Une ZONE TEMPÉRÉE SUD, reproduisant les caractères de la zone tempérée nord.

Tout d'abord il convient de rappeler que les étages antérieurs au Callovien et en particulier ceux du Lias ne sont qu'exceptionnellement connus dans les régions boréales, de sorte que les distinctions invoquées par Neumayr entre la 1re et la 2e zone ne peuvent entrer en ligne de compte que pour les termes moyens et supérieurs du Jurassique.

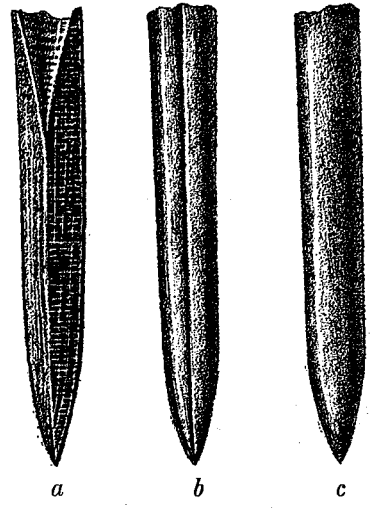


Fig. 343. — *Belemnopsis subblainvillei* (d'après EUG. DESLONGCHAMPS).

Aalenien moyen (mâlière). Les Moutiers-en-Cinglais (Calvados).

a, coupe longitudinale, montrant à droite la lame interne; *b*, face ventrale; *c*, face dorsale.

Nikitin a montré, d'autre part, que la plupart des espèces russes appartenant aux genres envisagés par Neumayr comme caractéristiques de la zone boréale se retrouvent en Allemagne et dans le bassin Anglo-Parisien. C'est ainsi, par exemple, que la plupart des espèces de *Cardioceras* et de *Quenstedticeras*, qui ont été tout d'abord décrites de l'Oxfordien de Russie, existent également aux mêmes niveaux en Angleterre et en Normandie. Les représentants du genre *Cylindroteuthis* ne sont pas rares dans le Nord du bassin de Paris. Nikitin concluait de ces faits à l'identité des faunes boréales et de l'Europe centrale. Il oubliait toutefois l'extrême rareté des *Oppelia*, des *Ochetoceras*, des *Creniceras*, des *Neumayria* et l'absence presque totale des *Reineckeia* proprement dites dans le Jurassique russe. On a vu aussi que les récentes explorations au Groenland, à la Terre François-Joseph, etc., mettent de plus en plus en évidence la similitude du Jurassique de ces régions boréales avec le Jurassique russe. On est donc fondé à admettre l'existence d'une *province boréale*, comprenant toutes les mers épicontinentales du continent Nordatlantique, c'est-à-dire non seulement celles dont les dépôts sont conservés dans les îles de l'océan Arctique, dans le Centre des États-Unis et sur la plate-forme Russe, mais encore celles qui pénétraient dans le

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

bassin Anglo-Parisien et dans la cuvette Germanique. C'est surtout au Callovien, à l'Oxfordien et au Portlandien que ces relations avec la Russie étaient étroites.

Au Lusitanien et au Kimeridgien, les influences boréales cessent de se faire sentir; les eaux sont suffisamment chaudes pour que des récifs coralliens puissent s'établir en Allemagne et dans le bassin Anglo-Parisien; en même temps, les *Cylindroteuthis* disparaissent de l'Europe occidentale, pour faire place aux *Belemnopsis*. Les Ammonites, assez rares, appartiennnent à des genres qui existent également dans la province méditerranéenne. Cependant, à la fin du Kimeridgien, la fréquence des *Reineckeia* relie de nouveau la faune anglo-parisienne à la faune russe et la distingue de la faune méditerranéenne, où ce genre fait presque totalement défaut. Nous sommes peut-être là en présence d'une migration d'origine orientale.

Au Portlandien inférieur, le genre *Virgatites* atteint l'Angleterre et le Boulonnais en passant par l'Allemagne du Nord. Nikitin lui attribue également une origine orientale. Dans le sud du bassin domine, par contre, le genre *Pachyceras*, aussi rare en Russie que dans l'Europe méridionale. Il est peut-être de provenance occidentale. Au Portlandien supérieur, les communications du bassin Anglo-Parisien avec la Russie par le Nord de l'Allemagne se ferment, mais *Craspedites* (fig. 330), genre essentiellement boréal, pénètre jusque dans le Lincolnshire, grâce sans doute à l'établissement d'un chenal situé à l'ouest de la Scandinavie, qui reliait le Nord de l'Angleterre aux mers boréales et qui existait déjà au Callovien et à l'Oxfordien, comme l'attestent les affleurements de l'île d'Andö.

On voit donc que les échanges de faunes de l'Europe occidentale avec la province boréale, tout en ne se produisant que d'une manière intermittente, sont cependant plus fréquents que le pensait Neumayr. Il y a lieu, dès lors, de rechercher si la « province de l'Europe centrale » possède vis-à-vis de la province méditerranéenne une individualité plus accentuée que vis-à-vis de la province boréale.

La fréquence de *Phylloceras* et de *Lytoceras* dans les dépôts jurassiques de la zone équatoriale n'est pas aussi constante que le croyait Neumayr. Au Liban et dans la presqu'île de Katch, en Inde, ces genres sont relativement rares. Dans l'Oxfordien de Mtaru, sur la côte orientale de l'Afrique, ils font même entièrement défaut. Ils manquent aussi dans les dépôts bajociens du Var, alors que, plus au nord, ils sont extrêmement abondants dans les couches de même âge des environs de Digne. On rencontre ainsi, en maints endroits, des îles caractérisées par l'absence ou par la rareté des *Phylloceras* et

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

des *Lytoceras* au milieu de régions où la présence de ces genres est la règle. L'auteur de ce Traité et J. F. Pompeckj [180] ont donné à peu près en même temps l'interprétation de cette anomalie. Les régions où manquent les deux genres sont les régions néritiques, elles sont situées dans le voisinage des côtes ou sur le pourtour d'îles plus ou moins étendues; celles où ils se rencontrent en abondance sont les régions bathyales et leur fréquence augmente avec la distance du rivage et avec la profondeur. Les *Phylloceras* et les *Lytoceras* sont sténothermes (p. 78, 152), c'est-à-dire liés à une température à peu près constante, qu'ils ne trouvent qu'à une certaine profondeur. Dans le bassin de Paris, toutes les fois que, comme par exemple au Toarcien, la profondeur des eaux est relativement élevée, les deux genres se rencontrent en plus forte proportion qu'à l'ordinaire, sans cependant jamais atteindre le degré de fréquence qu'ils présentent dans les géosynclinaux des régions méditerranéennes.

Par contre, la richesse exceptionelle en *Phylloceras* de certains dépôts néritiques, tels que le Bathonien de Strunga, en Roumanie, s'explique par le flottage qu'ont subi les coquilles des Ammonites après la mort de l'animal. La distinction fondamentale qui, d'après Neumayr, séparait la « province de l'Europe centrale » de la province méditerranéenne doit donc être attribuée à des différences d'ordre bathymétrique. Il n'existe pas de province indépendante de l'Europe centrale et il n'y a pas lieu d'admettre l'existence d'une zone tempérée nord entre la zone boréale et la zone équatoriale. Le bassin Anglo-Parisien est une région où, à tour de rôle, les influences boréales et les influences méditerranéennes ont prédominé.

La différence essentielle entre la province méditerranéenne et la province boréale ne réside donc pas dans la présence des genres *Phylloceras* et *Lytoceras*, dans la première, d'autant plus que *Phylloceras* a été trouvé exceptionnellement dans la seconde. Nous devons la chercher dans d'autres éléments de la faune. *Cadoceras*, *Cardioceras*, *Quenstedticeras* caractérisent la province boréale au Callovien et à l'Oxfordien; *Craspedites*, *Garnieria*, au Portlandien. Les genres *Reineckeia*, *Oppelia*, *Streblites*, *Creniceras*, *Neumayria*, *Lissoceras*, puis, plus tard, *Simoceras*, *Spiticeras*, *Berriasella* sont propres à la province méditerranéenne. Parmi les Bélemnitidés, *Cylindroteuthis* est exclusivement boréal, *Belemnopsis*, *Dicœlites*, *Duvalia* sont exclusivement méditerranéens. Le genre *Aucella*, très abondant dans tous les dépôts jurassiques de la province boréale, est fort rare dans la province méditerranéenne. Parmi les Brachiopodes, les genres *Antiptychina*, *Glossothyris*, *Pygope* peuvent être également cités comme

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

essentiellement méditerranéens. Enfin, on ne saurait trop insister sur l'absence totale de récifs coralliens dans la province boréale.

Le fait que, dans certaines régions, comme par exemple au Caucase, les éléments caractéristiques des deux provinces se rencontrent mélangés dans les mêmes couches s'explique fort bien par la situation géographique de ces régions à la limite des deux provinces.

Dans l'hémisphère méridional, la zone équatoriale s'étend assez loin vers le sud. On retrouve dans les Andes du Chili et de la République Argentine, au milieu de la période, les éléments les plus caractéristiques de la province méditerranéenne, notamment *Oppelia*, *Reineckeia* et *Belemnopsis*. Par contre, les genres *Cadoceras*, *Cardioceras*, *Quenstedticeras*, *Cylindroteuthis*, de la province boréale, semblent faire totalement défaut. Au Portlandien, on signale cependant, dans la même région, un niveau caractérisé par la présence de plusieurs espèces du genre *Virgatites*, tandis que, dans la partie supérieure de l'étage, on rencontre des *Perisphinctes*, des *Berriasella*, des *Spiticeras* identiques à des espèces méditerranéennes d'Europe, associés à des types caractéristiques des couches de Spiti de l'Himalaya, tels que *Aulacostephanus* (?) *Theodori* et *Blanfordia Wallichi*. Peut-être faut-il conclure, avec Burckhardt, de ces curieuses associations, à des communications de la région andine non seulement avec l'Europe méridionale, par le bras de mer dont il a été question plus haut, mais encore avec l'Inde, par un bras de mer qui couperait en deux le continent Pacifique.

D'ailleurs, des associations analogues ont été observées au Mexique. A côté de nombreux genres méditerranéens, tels que *Neumayria*, *Lissoceras*, *Eurynoticeras*, *Berriasella*, on trouve également des *Virgatites*, mais ici les influences boréales se manifestent d'une manière indubitable par la présence du genre *Aucella*, avec plusieurs espèces identiques à des espèces russes. Ce même genre existe dans le Portlandien de Californie, où il accompagne également *Berriasella*. On constate donc, sur le bord pacifique de l'Amérique, une remarquable coexistence, dans les mêmes couches ou dans des couches très voisines, d'éléments méditerranéens et d'éléments boréaux. Cette anomalie ne se produit d'ailleurs qu'au Portlandien; nous chercherons plus loin à en donner l'explication.

Pas plus que pour l'hémisphère nord il n'y a lieu d'admettre pour l'hémisphère sud l'existence d'une zone tempérée indépendante de la zone équatoriale. Il est à remarquer de plus que Neumayr lui-même n'avait pas en mains des éléments qui lui permissent d'établir avec certitude l'existence d'une zone australe au Jurassique, tandis que,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

pour l'Eocrétacé, il pouvait être plus affirmatif. Nous en sommes encore au même point, car, dans le Sud des trois continents qui empiètent sur l'hémisphère Sud, de même qu'à Madagascar et dans la Nouvelle-Zélande, les faunes jurassiques possèdent encore des affinités équatoriales.

Des 5 zones homéozoïques de Neumayr nous ne pouvons donc conserver que la zone boréale et la zone équatoriale. La zone boréale ne comprend qu'une seule province zoologique et nous n'en connaissons les faunes d'une manière satisfaisante qu'à partir du Callovien. Dans la large zone équatoriale, il est, par contre, facile de distinguer plusieurs provinces, mais seulement à dater du Jurassique supérieur.

En effet, le Lias présente partout la plus grande uniformité et les différences y sont d'ordre bathymétrique[1].

Il en est de même pour le Bajocien et le Bathonien, dont les affleurements boréaux sont trop mal connus pour qu'il soit possible, au moyen de leurs faunes, de caractériser une province distincte de la province méditerranéenne. A celle-ci appartiennent tous les dépôts bajociens et bathoniens de l'Europe et de l'Amérique du Sud, les seuls dont les faunes aient fait l'objet d'études suffisamment détaillées.

Au Callovien et à l'Oxfordien, la province boréale est nettement individualisée. C'est à cette époque qu'elle atteint son maximum d'extension vers le sud; elle envahit des régions, telles que le bassin Anglo-Parisien, qui précédemment faisaient partie de la province méditerranéenne.

Avec l'Argovien, la province méditerranéenne reprend son ancienne extension vers le nord et, jusqu'au Kimeridgien, la faune boréale est beaucoup moins différenciée qu'aux époques antérieures. Par contre, dès ce moment, nous voyons apparaître des éléments (*Aulacostephanus*), dont l'origine orientale est probable et qui sont certainement étrangers à la faune méditerranéenne. L'Inde et Madagascar commencent à se différencier. On observe, en effet, dans ces deux pays, la persistance, jusqu'au Kimeridgien, des genres *Macrocephalites* et *Hecticoceras*, inconnus en Europe à un niveau aussi élevé.

Au Portlandien, nous assistons à une différenciation des faunes bien plus accentuée. Entre la *province boréale* et la *province méditerranéenne* s'intercale une province caractérisée par la présence du genre *Pachyceras*. Elle s'étend au bassin de l'Aquitaine, au bassin de Paris, au Sud de l'Angleterre et au Hanovre. Elle mérite

1. Une exception pourrait peut-être être faite pour Madagascar, où Thévenin a signalé le singulier genre *Bouleiceras*, encore inconnu dans les autres régions du Globe.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

le nom de *province occidentale*. Dans la zone équatoriale, il existe, à côté de la province méditerranéenne, une province indépendante, la *province himalayenne*. Ses éléments caractéristiques, *Phylloceras strigile* et les genres *Himalayites* et *Blanfordia*, se retrouvent dans l'Archipel Malais. On sait que *Blanfordia Wallichi*, associé à une autre espèce de l'Himalaya, a été rencontré jusque dans la République Argentine. On ne peut affirmer avec certitude que le genre *Virgatites* soit réellement de provenance asiatique; dans tous les cas, il n'est ni d'origine boréale, ni d'origine méditerranéenne.

Climats. — Si l'existence de provinces zoologiques à l'époque Jurassique ne peut plus être contestée, l'accord est loin d'être établi en ce qui concerne les causes qui ont présidé à la différenciation de ces provinces. On sait (v. p. 90-92) que les obstacles qui s'opposent à la propagation des êtres marins et qui donnent ainsi lieu à cette différenciation sont de nature multiple. Le plus brutal, le plus absolu est l'existence d'une terre émergée, d'un isthme séparant les deux provinces. Il ne peut pas être question d'invoquer une pareille cause dans le problème qui nous occupe, car nous avons vu coexister deux provinces dans le bassin Anglo-Parisien et nous savons que, dans le Sud de la Russie, la transition de la province boréale à la province méditerranéenne est insensible.

Nous ne pouvons pas davantage faire intervenir la présence, entre les deux provinces, d'une profonde dépression océanique, qui eût été pour les deux faunes un obstacle non moins infranchissable. De telles fosses n'existent nulle part à la limite des provinces boréale et méditerranéenne.

Nous sommes donc obligés d'avoir recours à l'hypothèse de différences dans les conditions physiques réglant la répartition géographique des animaux marins. Et ici il ne peut s'agir de la salure, les mers qui nous intéressent ayant, en général et sauf exceptions locales, possédé une salure voisine de la normale, comme l'indique la composition de leurs faunes. La profondeur entre bien en ligne de compte, puisque c'est elle qui règle la localisation verticale des animaux eurythermes et sténothermes, mais on ne peut envisager comme appartenant à deux provinces zoologiques distinctes la faune néritique et la faune bathyale d'un même bassin. Aussi avons-nous renoncé à conserver la province de l'Europe centrale de Neumayr, qui correspond à la zone néritique de la province méditerranéenne, et avons-nous rayé de la liste des éléments caractéristiques de la faune équatoriale les genres *Phylloceras* et *Lytoceras*, qui ne se rencontrent que dans

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

la zone bathyale, à faune sténotherme, de cette même province.

Il ne reste plus d'autre interprétation possible que de supposer une *différenciation de la température de surface des mers jurassiques*, et ceci revient à accepter l'hypothèse des *zones climatiques*, élaborée par Neumayr et si fortement combattue par divers auteurs. Mais, au lieu d'admettre l'existence, dans chaque hémisphère, de trois zones climatiques, nous n'en admettons que deux, une zone équatoriale, extrêmement large, et une zone polaire. Encore la zone polaire n'est-elle connue jusqu'ici que dans l'hémisphère nord, mais on verra que, dès l'Éocrétacé, nous serons conduits à distinguer avec Neumayr une zone australe, indépendante de la zone équatoriale.

L'absence des récifs coralliens dans les régions polaires suffirait à elle seule à imposer l'hypothèse de la différenciation des climats au Jurassique. On l'a attribuée à l'absence de dépôts calcaires dans la province boréale, mais c'est au contraire à l'absence des récifs qu'il convient d'imputer l'absence des calcaires.

Toutefois la théorie de Neumayr ne rend compte des anomalies dans la distribution des genres caractéristiques des deux zones climatiques que si on la complète par l'hypothèse de *courants marins*, qui en est d'ailleurs la conséquence directe. On comprend alors aisément les variations dans le temps que présente, dans une même mer, telle que le bassin Anglo-Parisien, la limite de deux provinces. On comprend pourquoi, dans certaines régions, la limite des domaines respectifs des faunes boréale et méditerranéenne est si tranchée, tandis qu'ailleurs il se produit des échanges, qui se traduisent par un effacement des limites et par l'existence de faunes à caractère mixte, telles que celles du Caucase et des Andes.

Il ne faut pas oublier non plus que l'une des conséquences de la différenciation, suivant les latitudes, des températures de surface est la production de courants profonds ou d'une lente circulation marine. Que l'on se souvienne en outre du rôle que jouent, dans les mers actuelles, les seuils sous-marins dans la répartition des températures (v. p. 67) et l'on n'éprouvera aucune difficulté à interpréter les anomalies auxquelles il vient d'être fait allusion.

Ainsi, d'une manière générale, la présence d'un géanticlinal, formant un seuil sous-marin, devait empêcher les eaux froides et lourdes de la province boréale de se répandre dans les fosses de la province méditerranéenne, mais ce seuil pouvait présenter, en certains points, des brèches qui livraient alors passage à ces eaux. C'est ce qui devait se produire pour le bassin du Rhône à l'époque Oxfordienne. A ce moment, la province boréale s'étendait vers le sud au moins jusqu'au

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

bassin de Paris, aucun obstacle sous-marin ne pouvait s'opposer à la propagation vers le sud des *Quenstedticeras* et des *Cardioceras* au moyen des courants froids de profondeur. Aussi les représentants de ces deux genres sont-ils très abondants dans les formations bathyales de la Voulte (Ardèche) et de Castellane (Basses-Alpes), où ils se trouvent associés à des *Sowerbyceras*, à des *Phylloceras* et à des *Lytoceras*, c'est-à-dire aux genres sténothermes de la province méditerranéenne.

On conçoit aussi comment, inversement, des *Phylloceras* ont pu pénétrer accidentellement, grâce aux courants profonds, dans les eaux de la province boréale, ce qui s'est produit dans l'Alaska. Il semble que tout le géosynclinal qui suit les chaînes de montagnes de l'Ouest de l'Amérique ait été en communication facile avec les mers de la province boréale, car les *Aucella*, les *Cylindroteuthis*, les *Virgatites*, les *Craspedites* ont pu venir jusqu'en Californie et au Mexique, occuper des fonds où vivaient des *Phylloceras* et des *Lytoceras*, tandis que les faunes néritiques des mêmes régions accusent un caractère essentiellement méditerranéen.

L'existence, à l'époque Jurassique, de climats bien différenciés n'est pas faite pour nous surprendre, après ce que nous savons des climats des temps primaires. Elle s'est trouvée récemment confirmée par une constatation du plus haut intérêt, faite par W. Gothan [355 *bis*]. D'après cet auteur, les Araucariées de la période Anthracolithique ne présenteraient encore aucune trace de couches annuelles, tandis que cette particularité anatomique apparaît pour la première fois chez les Araucariées jurassiques. Elle serait même beaucoup plus marquée sur les troncs d'Abiétinées qui proviennent des couches jurassiques de la Terre du roi Charles (78° lat. N.). Or, à l'époque actuelle, les couches annuelles manquent chez les Conifères des régions tropicales. Gothan conclut de ces faits que non seulement les pôles avaient déjà subi un certain refroidissement à l'époque Jurassique, mais que le jeu des saisons commençait sans doute déjà à faire sentir ses effets.

Mouvements orogéniques et épirogéniques. — Comme la période Triasique, la période Jurassique est, en ce qui concerne les mouvements orogéniques, une phase de repos. Aucune chaîne de montagnes comparable à celles dont la surrection caractérise les temps Primaires ne prend naissance; les mouvements ne sont que des mouvements posthumes, affectant des régions antérieurement plissées, ou des mouvements préparatoires de ceux de l'ère Tertiaire, localisés

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

dans les géosynclinaux. Il y a lieu peut-être de faire une exception pour les phénomènes d'une plus grande ampleur dont l'Ouest de l'Amérique est le théâtre vers la fin de la période.

Des mouvements posthumes se produisent en Europe dans les chaînes calédonienne et armoricaine-varisque, mais il n'est pas toujours facile de les dater et de les distinguer de mouvements plus récents, qui se superposent à eux.

Nous sommes mieux documentés sur les mouvements qui affectent certains géosynclinaux et en particulier le grand géosynclinal méditerranéen, sur l'emplacement duquel seront localisés, vers la fin des temps Tertiaires, les plissements alpins. Nous assistons à la formation de plusieurs géanticlinaux, qui divisent le géosynclinal primaire en un certain nombre de géosynclinaux secondaires. En prenant comme point de départ les données stratigraphiques qui ont été exposées dans ce chapitre et en replaçant les terrains des nappes de charriage dans leur situation primitive, nous sommes à même de reconstituer, pour le segment du système alpin correspondant à la chaîne des Alpes, ces divers géanticlinaux et géosynclinaux [356].

Dans les Alpes françaises, le *géosynclinal dauphinois* s'étend à toute la largeur de la chaîne, jusqu'au bord occidental de la zone du Briançonnais. Le Jurassique y est exclusivement bathyal, même sur l'emplacement de la zone de massifs anciens (Mercantour, Pelvoux, Grandes Rousses, Belledonne, Mont Blanc), qui constituait, aux époques Anthracolithique et Triasique, un géanticlinal séparant le géosynclinal des Alpes Françaises en deux géosynclinaux secondaires. Sur le prolongement de cette zone, le massif cristallin de l'Aar constitue, par contre, pendant tout le Jurassique, un géanticlinal qui, au nord-est du Rhône, divisait en deux branches le géosynclinal dauphinois. Dès lors, on peut distinguer, dans les Alpes Suisses et plus à l'est, les géosynclinaux et géanticlinaux suivants, dont les plus septentrionaux disparaissent successivement vers l'est sous les nappes dont l'empilement a donné naissance à la chaîne (fig. 344) :

I. *Géosynclinal vindélicien.* L'existence de la branche septentrionale du géosynclinal dauphinois, actuellement cachée sous les nappes suisses, résulte de la nature des faciès qu'affectent, sur le bord méridional du Jura, les terrains supérieurs à l'Oxfordien. On est là certainement en présence du bord septentrional d'un géosynclinal, qui n'est autre d'ailleurs que le *sillon de l'Europe centrale.*

1. *Géanticlinal helvétique.* Dans le soubassement de la Dent de Morcles et dans la couverture sédimentaire du massif de l'Aar, les Lias inférieur et moyen sont néritiques, les schistes aaleniens sont transgressifs, le Bajocien, le Bathonien et le Callovien sont représentés par des oolithes ferrugineuses, l'Argovien est, lui aussi, transgressif et le Tithonique est coralligène.

II. *Géosynclinal valaisan.* Sur le bord méridional du massif de l'Aar reparaissent les formations bathyales du Jurassique. On les suit depuis la Tarentaise, par les deux val Ferret et par le Valais, jusque dans les Grisons.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

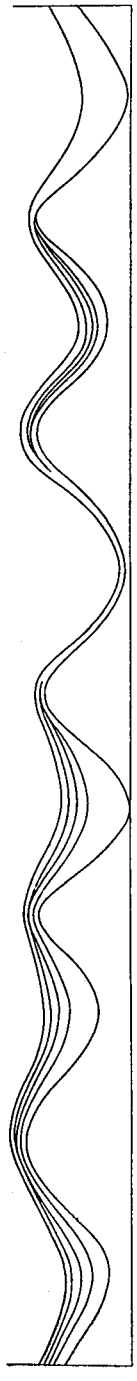


Fig. 344. — Coupe transversale schématique des géosynclinaux et des géanticlinaux du système alpin à l'époque Jurassique.

I, géosynclinal vindélicien; 1, géanticlinal helvétique; II, géanticlinal valaisan; 2, géanticlinal briançonnais; III, géosynclinal piémontais; 3, géanticlinal lombard; IV, géosynclinal bajuvarien; 4, géanticlinal carnique; V, géosynclinal juvavien; 5, géanticlinal forojulien; VI, géosynclinal illyrien.
N. B. Pour ne pas préjuger de la largeur respective des géosynclinaux, celle-ci a été supposée égale pour chacun d'eux; les quatre grandes divisions du Jurassique sont figurées, pour fixer les idées, avec leurs épaisseurs relatives, sans que celles-ci soient basées toutefois sur des évaluations précises.

Les nappes inférieures des Préalpes ont leurs racines dans cette zone, qui correspond à la branche méridionale du géosynclinal dauphinois.

2. *Géanticlinal briançonnais.* La zone axiale du Briançonnais et la nappe supérieure des Préalpes, qui a sa racine dans son prolongement, sont caractérisées par un Lias coralligène ou tout au moins zoogène, faisant quelquefois défaut, par des couches à *Mytilus*, représentant le groupe Oolithique inférieur, et par du Tithonique coralligène. Ces formations néritiques indiquent la présence d'une crête sous-marine, voire d'un chapelet d'îles, correspondant à un nouveau géanticlinal.

III. *Géosynclinal piémontais.* Les Schistes Lustrés du Piémont forment le pendant des formations bathyales du géosynclinal dauphinois. Ils se terminent par des radiolarites probablement portlandiennes, dont le dépôt correspond au maximum de profondeur des mers jurassiques d'Europe.

3. *Géanticlinal lombard.* Une crête sous-marine, correspondant à la zone cristalline des Lacs et à la traînée tonalitique, séparait les mers « alpines » des mers « dinariques ». Le Lias et les termes supérieurs du Jurassique y affectent le type néritique.

IV. *Géosynclinal bajuvarien.* Les Alpes calcaires de la Lombardie, les chaînes de la rive droite de l'Adige, la zone du Gailthal et les Karawanken du Nord constituent une zone tectonique unique, où la nappe de Bavière a ses racines. Elle correspond à un géosynclinal, peu profond, avec sédiments très puissants, au Trias, très profond, avec sédiments souvent réduits à de faibles épaisseurs, au Jurassique.

4. *Géanticlinal carnique.* Le Dachsteinkalk zoogène, les calcaires du Hierlatz, le Jurassique supérieur coralligène caractérisent la nappe du Todte Gebirge, dont la racine semble devoir être cherchée dans le Nord des Alpes Carniques et dans les Karawanken du Sud. La présence de ces termes détermine, dans les Alpes méridionales, l'emplacement d'un

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

deuxième géanticlinal, qui se prolonge vers le S. W. dans la région de Recoaro, haut-fond où se déposaient les calcaires gris à Végétaux d'âge liasique.

V. *Géosynclinal juvavien.* Au-dessus du Trias à faciès de Hallstatt viennent des formations bathyales appartenant à divers étages du Jurassique. La racine de la nappe de Hallstatt se trouvait vraisemblablement dans une zone située au sud du géanticlinal précédent (v. p. 895).

5. *Géanticlinal forojulien.* Sur le bord méridional des Alpes Vénitiennes et dans la nappe du Dachstein, la présence de couches du Hierlatz et de Tithonique coralligène indique l'existence d'un géanticlinal, dont l'emplacement coïncide avec celui qui existait au Trias.

VI. *Géosynclinal illyrien.* De même que le faciès des calcaires de Hallstatt reparaît encore une fois au sud du géanticlinal précédent et au sud-ouest de la *terre orientale*, le Lias se retrouve de nouveau en Bosnie avec son faciès de Schistes Lustrés et de roches vertes ou de calcaires à Céphalopodes. Il est recouvert, en Albanie et en Épire, par des calcaires à silex très puissants, indiquant la présence d'un géosynclinal sur l'emplacement futur des Alpes Dinariques.

La coupe schématique ci-contre (fig. 344) permet de se rendre compte de la complexité du géosynclinal alpin. La représentation en plan des mêmes géosynclinaux et géanticlinaux rencontrerait de grandes difficultés, à cause des compressions intenses qu'ont subies ultérieurement ces zones isopiques; elle mettrait cependant en évidence le parallélisme remarquable qui existe entre les axes de ces plis à grand rayon de courbure et les lignes directrices des plissements alpins. Il est donc parfaitement légitime d'assimiler la formation des géanticlinaux et des géosynclinaux secondaires à des mouvements orogéniques. Malheureusement, l'état actuel de nos connaissances ne permet de réaliser une pareille synthèse pour aucun des autres grands géosynclinaux. Il est peu probable, d'ailleurs, qu'aucun d'eux présente une telle complexité.

En Crimée, on a constaté une discordance assez importante des calcaires tithoniques sur les schistes fortement plissés qui correspondent à la partie inférieure et moyenne du système Jurassique.

D'autre part, des mouvements orogéniques beaucoup plus intenses se sont fait sentir dans la partie du géosynclinal circumpacifique qui suit le bord occidental du continent Nord-Américain [358]. D'immenses épaisseurs de sédiments s'y étaient accumulées et il n'est pas toujours possible de délimiter exactement la part respective qui revient aux terrains paléozoïques, au Trias et au Jurassique. Cet ensemble a été énergiquement plissé avant la fin de la période Jurassique, car les couches de Knoxville, dont la partie inférieure représente le Tithonique, reposent en discordance, dans les Coast Ranges, sur la *Golden Gate series* ou formation *Franciscaine*, qui n'a fourni que

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

des Inocérames et d'autres Bivalves; dans la Sierra Nevada, sur les couches de Mariposa, qui renferment des Ammonites séquaniennes ou peut-être même kimeridgiennes. Comme le conglomérat de base des couches de Knoxville renferme des éléments empruntés aux couches sous-jacentes, il est manifeste que le plissement a été accompagné d'une émersion, d'ailleurs de courte durée, car, en effet, entre les Coast Ranges et la Sierra Nevada, il se forme un nouveau géosynclinal, correspondant à la large vallée de Sacramento, où s'accumulera une série puissante de dépôts crétacés. Il est probable que des mouvements orogéniques non moins intenses ont joué au même moment, depuis l'Alaska jusqu'au Mexique, mais on éprouve, en général, à déterminer l'âge des dernières couches plissées, des difficultés encore plus grandes qu'en Californie.

Dans l'Amérique du Sud, le géosynclinal circumpacifique a été également le théâtre de mouvements orogéniques immédiatement antérieurs au Portlandien, mais ici, comme en Europe, leur intensité est bien moindre.

Les MOUVEMENTS ÉPIROGÉNIQUES qui se sont fait sentir à l'époque Jurassique ne sont connus d'une manière tant soit peu satisfaisante qu'en Europe. On doit leur attribuer la formation de la *cuvette Germanique,* aire d'ennoyage des plissements varisques, correspondant sensiblement, comme emplacement, à la dépression par où la mer du Zechstein et la mer triasique pénétraient dans les zones de plissement de l'Europe centrale. La formation du *bassin de Paris* rentre dans la même catégorie de mouvements, mais nous ne savons rien des couches jurassiques déposées dans sa partie centrale, car elles n'ont jamais été atteintes par des sondages. La *fosse Vocontienne* peut être également assimilée à une aire d'ennoyage, mais le meilleur exemple de dépression formée à l'époque Jurassique par un abaissement transversal des plissements antérieurs est le *golfe des Causses*, où les dépôts affectent au centre un caractère bathyal, tandis que sur les bords ils sont néritiques. Citons encore le *détroit du Poitou* et le *détroit de la Côte-d'Or,* qui mettent le bassin de Paris en communication respectivement avec le bassin de l'Aquitaine et avec le bassin du Rhône et dont le mode de formation est semblable.

Au milieu de ces aires d'ennoyage, des aires de surélévation prennent naissance grâce à des mouvements de même nature, mais de sens contraire. Les plus importants sont le *massif Ardennais*, le *massif de Bohême*, le *massif Armoricain*, la *Meseta Ibérique*, qui formaient autant d'îles dans la mer jurassique. Le *Plateau Central* semble avoir été alternativement exondé et immergé, au moins par-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

tiellement. Les *Vosges* et la *Forêt Noire* étaient sans doute dans le même cas et devaient former une île unique.

Les oscillations verticales des aires d'ennoyage et des aires de surélévation se manifestaient par des augmentations et des diminutions successives du rayon de courbure de ces ondulations transversales des zones de plissement, c'est-à-dire que, dans les cuvettes, les maxima de profondeur des eaux correspondaient à des minima d'étendue, c'est-à-dire à des phases d'émersion totale des aires de surélévation, et vice versa.

Transgressions et régressions marines. — Si notre loi des transgressions et des régressions marines est conforme à la réalité, tous ces mouvements épirogéniques doivent être complémentaires des mouvements orogéniques qui se produisent simultanément, soit dans les mêmes zones de plissement, soit dans les géosynclinaux voisins. Or, la période Jurassique est une de celles qui ont fourni les faits les plus probants en faveur de cette loi [XII, 12; 319]. Nous allons en donner quelques exemples, en suivant l'ordre chronologique.

Dès le début de la période, au Rhétien, la mer s'étend bien au delà des limites qu'occupaient les lagunes vers la fin du Trias. Elle envahit plusieurs aires de surélévation de l'Europe occidentale : l'Écosse et le Pays de Galles, l'Ardenne, le Plateau Central, le massif des Maures, la Corse, la partie occidentale de la Meseta Ibérique et même la Meseta Marocaine.

Ce mouvement a sa contre-partie dans le retrait de la mer sur les géanticlinaux de la région alpine, retrait qui se manifeste par une lacune entre le Trias supérieur et un terme du Lias, plus élevé que le Rhétien, qui varie suivant les points. On observe cette lacune sur le massif de l'Aar (géanticlinal helvétique), sur le géanticlinal briançonnais, puis, dans les Alpes orientales, dans les nappes qui correspondent aux géanticlinaux carnique et forojulien. Par contre, le Rhétien est bien développé sur le géanticlinal lombard.

Avec l'Hettangien le mouvement d'immersion des aires de surélévation s'accentue encore, mais il semble être suivi, au Sinémurien et au Lotharingien, d'un mouvement en sens inverse, car ces étages ne se sont pas déposés sur le seuil du Poitou, dans certaines parties du Languedoc et notamment dans le golfe des Causses, puis dans la Basse-Provence, où cependant le Rhétien et l'Hettangien existent.

Inversement, les géanticlinaux de la région alpine, émergés au début de la période, s'enfoncent sous les eaux, de sorte que les

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

couches du Hierlatz ou des calcaires spathiques analogues se déposent directement sur le Trias supérieur ou moyen.

Les étages suivants correspondent à une nouvelle phase d'invasion par la mer des aires de surélévation de l'Europe occidentale. Le Pliensbachien (ou le Lotharingien le plus élevé) est transgressif en Écosse, dans le Cotentin, dans le golfe des Causses, dans la Basse-Provence ; le Domérien, sur le bord sud-ouest du massif de Bohême, dans l'Ardenne, dans les régions de Caen et d'Argentan, sur le seuil du Poitou, dans l'Ardèche et dans le Nord du Maroc. Exceptionnellement, c'est le Toarcien qui est transgressif. Ainsi, au pied de la montagne de Crussol, près Valence, il repose directement sur le Trias. Dans le bassin du Donetz, c'est par lui que commence la série jurassique. Sur les bords de l'Ardenne, par contre, il est régressif. Il manque entièrement dans la zone du Briançonnais. Cette diminution dans l'étendue horizontale est compensée par un approfondissement général des géosynclinaux, d'où la grande extension des calcaires rouges à Ammonites dans toute l'Europe méridionale.

L'Aalenien correspond, pour toutes les aires de surélévation, à une nouvelle phase de retrait de la mer. Il y a eu, au début de la période, une surélévation des fonds, suffisante pour que, presque partout, les formations bathyales fassent place aux formations néritiques et pour que les courants marins puissent, en certains points, détruire les couches peu après leur dépôt, de sorte que l'on rencontre, au contact, des bancs bréchoïdes, où la faune est mélangée d'échantillons remaniés. C'est ce qui s'est produit par exemple en Souabe et dans le Calvados. Plusieurs géanticlinaux de la région alpine sont, par contre, envahis par les eaux. La transgression aalenienne est bien visible sur le géanticlinal helvétique. Dans les Alpes Vénitiennes, des calcaires aaleniens à Céphalopodes font suite aux « calcaires gris » à Lamellibranches et à Brachiopodes, riches en débris végétaux, qui représentent les étages moyens du Lias. En Calabre, des calcaires aaleniens néritiques reposent directement sur le granite ou sur des phyllades paléozoïques. En Pologne, l'invasion marine débute également avec l'Aalenien, elle est sans doute en relation avec les mouvements posthumes des plissements paléozoïques.

L'époque Oolithique inférieure constitue, pour les aires de surélévation de l'Europe occidentale, une nouvelle phase d'envahissement progressif par la mer. Mais les massifs « hercyniens » ne sont pas seuls à s'enfoncer sous les eaux, la transgression atteint des aires continentales qui étaient restées exondées pendant toute la durée de l'époque Liasique.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Sur quelques massifs anciens de l'Europe occidentale, la transgression se fait sentir dès le Bajocien. On l'a observée sur le bord sud-ouest du massif de Bohême et dans la Saxe, en Normandie, dans le Mont d'Or Lyonnais, dans l'Est du Var et dans le Sud des Alpes-Maritimes, ainsi qu'en Sardaigne. Le Boulonnais et les axes des plis anciens de la Basse-Normandie ne sont envahis par la mer qu'au Bathonien.

Les Karpates méridionales semblent englober un ancien noyau hercynien, où c'est tantôt le Bajocien qui repose sur les terrains cristallophylliens, comme à Strunga, tantôt le Callovien, comme à Valea Lupului.

La plate-forme Russe n'est touchée par la transgression bathonienne que sur ses bords, en Lithuanie et dans la région de Saratof. Au Callovien inférieur, la mer la recouvre déjà en grande partie, mais elle épargne les gouvernements de Moscou, Tver et Iaroslavl, c'est-à-dire la région centrale, qui n'est envahie qu'au Callovien supérieur.

Le Grand Plateau Désertique de l'Afrique du Nord est recouvert par les mers oolithiques dès le Bajocien, en Abyssinie; au Bathonien, dans l'Extrême-Sud Tunisien et dans l'Afrique orientale allemande. Nous ne possédons, par contre, aucun indice nous permettant de supposer que la transgression mésojurassique ait atteint les parties occidentales et méridionales du continent Africano-Brésilien.

Sur le bord septentrional du continent Australo-Indo-Malgache, la transgression a lieu dans la presqu'île de Katch au Bajocien. C'est aussi par des couches appartenant à cet étage que débute, dans l'Australie occidentale, la série jurassique.

Le continent Sino-Sibérien n'est atteint par la mer que sur son bord oriental. Des grès à fossiles bajociens ou bathoniens, reposant sur des schistes paléozoïques, ont été découverts par Bogdanovitch sur les rives de la mer d'Okhotsk.

Enfin, la transgression mésojurassique affecte tout particulièrement le continent Nord-Atlantique. Elle débute avec le Bajocien sur la côte orientale du Groenland et dans la Terre François-Joseph, avec le Bathonien, sur la Terre du Roi Charles. Plus au sud, la mer ne semble pas avoir pénétré dans le golfe des Montagnes Rocheuses avant le Callovien ou l'Oxfordien. C'est aussi à l'Oxfordien qu'appartiennent les couches marines inférieures d'Andö, l'une des îles Lofoten. Par contre, la mer semble avoir abandonné la Terre François-Joseph et la Terre du Roi Charles avant la fin de l'Oxfordien.

Dans l'Europe occidentale, la régression marine semble être assez

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

générale à l'Oxfordien, mais la mer gagne en profondeur ce qu'elle perd en étendue.

La transgression du Bajocien, du Bathonien et du Callovien sur les aires de surélévation et sur les aires continentales est compensée par une régression dans les régions alpines, qui se manifeste par l'absence fréquente des trois termes sur les géanticlinaux ou par leur caractère néritique (couches à *Mytilus*, couches à Brachiopodes).

En dehors de l'Europe, l'absence d'un ou de plusieurs étages du Jurassique moyen est également un fait assez fréquent dans les géosynclinaux (arc Iranien, Himalaya, Japon, Mexique, etc.).

Le début de l'époque Oolithique moyenne est marqué en Europe par un important événement tectonique, la formation, au nord des géosynclinaux méditerranéens, du *sillon de l'Europe centrale* (p. 1047).

Elle est due incontestablement à un mouvement orogénique, car l'axe du sillon est parallèle à la direction des plissements alpins. Elle est suivie immédiatement d'une transgression assez générale de l'Argovien, qui se manifeste à la fois sur le bord des massifs hercyniens (massif de Bohême, Plateau Central, Meseta Ibérique, Maures) et sur les géanticlinaux des Alpes. La transgression argovienne a été constatée également dans l'Atlas. Elle est compensée, dans l'avant-pays alpin, par une diminution de profondeur des eaux, qui permet aux récifs coralliens de s'établir dans le nord du bassin de Paris, en Angleterre et dans l'Allemagne du Nord. Au Kimeridgien nous assistons à un retour aux conditions bathymétriques qui régnaient à l'Oxfordien et ce sont, au contraire, les géosynclinaux qui accusent une tendance à l'exondation.

En effet, la fin de l'époque Oolithique moyenne est essentiellement une période de diastrophisme. En Europe, les géosynclinaux sont le théâtre de mouvements orogéniques peu intenses, qui se traduisent par la transgressivité, quelquefois accompagnée d'une légère discordance, du Tithonique sur les termes plus anciens du Jurassique. Cette invasion marine est très générale sur les géanticlinaux et sur le bord des géosynclinaux de l'Europe méridionale (zone du Briançonnais, Préalpes supérieures, Frioul, nappe du Dachstein, Gargano, Calabre, Sicile, Tunisie, Montenegro, Morée, Karpates méridionales, Crimée). La même transgression s'observe dans le Nord de la Sibérie et peut-être dans l'Oural, mais c'est surtout, comme on l'a vu plus haut, sur le pourtour de l'océan Pacifique et en particulier en Californie et dans les Andes Chilo-Argentines que les mouvements orogéniques sont intenses. La transgression portlandienne ou tithonique est non moins nette.

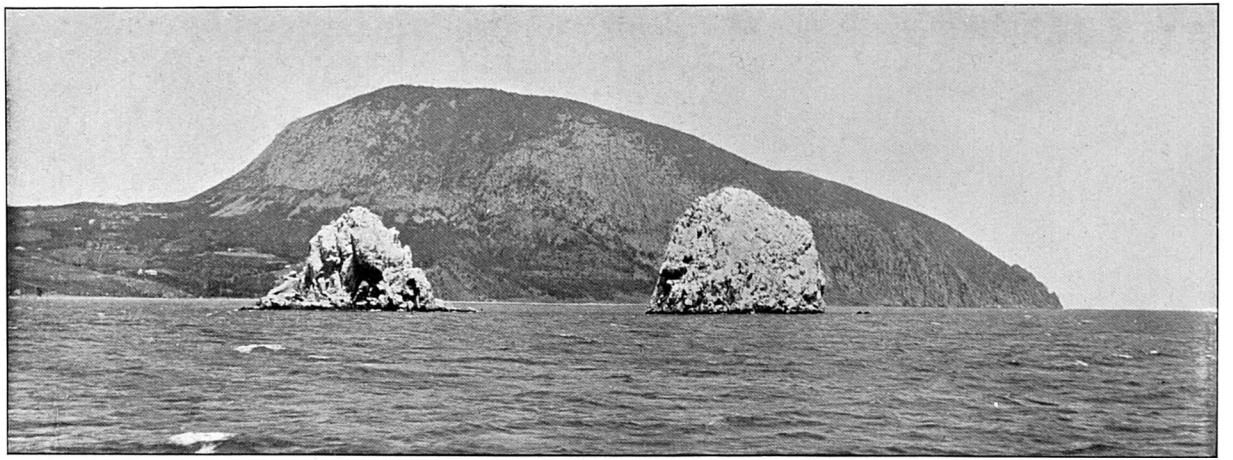
Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



Cliché Emile Haug.

L'AÏ-PETRI, BORD DU PLATEAU DE LA YAÏLA OCCIDENTALE, PRÈS ALOUPKA (Crimée).

Calcaires tithoniques superposés aux argiles du groupe Oolithique inférieur, traversées par des dykes de roches basiques (à droite).



Cliché E. de Daniloff.

AÏOU-DAG, PRÈS YALTA (Crimée), VU DE LA MER.

Laccolithe de diorite quartzifère, intrusif dans les schistes argileux du groupe Oolithique inférieur.
Au premier plan, dykes d'une éruption basique.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Ce mouvement d'invasion, par la mer portlandienne, de tous les géosynclinaux est compensé par un mouvement en sens inverse sur les aires continentales et sur les aires de surélévation des plissements hercyniens. Dans le Nord de l'Allemagne, dans le Sud de l'Angleterre, dans le bassin de Paris, dans le Jura, dans le bassin de l'Aquitaine, le Portlandien supérieur n'est plus représenté que par des formations lagunaires (Purbeckien). En dehors de l'Europe, sur les aires continentales, où le Kimeridgien est bien développé (Extrême-Sud Tunisien, Abyssinie, Syrie, Manguychlak, Katch), on cherche en vain des dépôts portlandiens. Il en est de même dans la Dobrogea et en Podolie. Comme pour tous les étages du Jurassique, la compensation des deux catégories de mouvements est évidente.

Phénomènes volcaniques et métamorphisme. — Le Jurassique a toujours passé pour une période de repos de l'activité volcanique et, si l'on n'envisageait que l'Europe occidentale, on pourrait dire avec raison que c'est une période de repos absolu. Cependant, cette règle subit quelques exceptions en Europe même.

Des volcans basaltiques ont dû fonctionner au début de la période dans les Alpes occidentales, car des dykes de mélaphyres traversent fréquemment le Lias inférieur calcaire du Dauphiné. On observe, dans les mêmes calcaires ou à leur limite avec le Trias, des nappes interstratifiées des mêmes roches, que l'on peut assimiler à des coulées. Elles sont souvent accompagnées de tufs, comme par exemple dans le ravin des Trente Pas, près Espinasse, dans les Hautes-Alpes.

Des diabases, accompagnés de tufs, ont été observés dans le Banat, où ils s'intercalent dans le Jurassique. Dans le Sud de la Crimée, des dykes de mélaphyres, d'andésites, de microgranulites traversent les schistes jurassiques, sans s'élever dans le Tithonique et dans le Néocomien (pl. CXII, 1). Ils sont accompagnées, au Kara Dagh, de tufs et de coulées [359].

D'autres roches éruptives d'âge jurassique semblent ne pas être venues au jour. Ce sont les gabbros, les variolites, les diabases et les serpentines résultant de leur décomposition, que l'on rencontre dans les Schistes Lustrés liasiques de la zone du Piémont et dont P. Termier attribue la formation à des colonnes filtrantes de vapeurs issues d'un magma situé en profondeur [XII, 25]. Ce sont surtout les magnifiques laccolithes de la côte méridionale de Crimée [359], constitués par des roches grenues ou porphyriques (diorites, micropegmatites, porphyrites, kératophyres, etc.), intrusives dans les schistes jurassiques (pl. CXII, 2).

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

De même que les phénomènes orogéniques immédiatement antérieurs au Portlandien atteignent, sur le bord pacifique des deux Amériques, une ampleur inconnue en Europe, de même les actions éruptives y acquièrent une intensité incomparable.

Le grand développement que prennent les andésites jurassiques (porphyrites) et les diorites dans les Andes avait déjà frappé les anciens auteurs. Les coulées et les projections y occupent quelquefois une place si considérable dans la série jurassique qu'il y a plutôt lieu de parler d'intercalations de roches sédimentaires dans la « formation porphyrique » que vice versa. D'immenses épaisseurs de conglomérats sont en outre uniquement constituées d'éléments empruntés aux produits éruptifs. A côté de ces roches basiques, on rencontre également, dans le Jurassique des Andes, un grand développement de rhyolithes, sous la forme de grandes coulées, avec les tufs qui les accompagnent. Les grès du Rhétien et du Lias sont souvent entièrement formés à leurs dépens [71, 188].

Dans la Sierra Nevada, des coulées d'andésites augitiques, avec les projections qui les accompagnent, recouvrent d'un manteau épais les terrains paléozoïques. Des Ammonites trouvées dans les tufs ne laissent aucun doute sur leur âge jurassique [360].

Les phénomènes de métamorphisme jouent, en Californie, un rôle plus important encore que les phénomènes volcaniques. Les immenses épaisseurs de sédiments accumulées dans le géosynclinal jurassique ont subi un métamorphisme général très intense. Dans les Coast Ranges, les schistes à Radiolaires de la série de Golden Gate ont été transformés en micaschistes et en schistes à glaucophane. Dans la Sierra Nevada, des roches granitoïdes ont pris naissance aux dépens des couches triasiques et jurassiques après leur plissement. Ce sont des granites, des granodiorites, des diorites, des gabbros [361], formant soit des batholithes, soit des dykes coupant en tous sens les roches qui constituent ces appareils. Les phénomènes de contact sont fréquents. Nulle part le magma ne semble être monté jusqu'à la surface, mais les couches portlandiennes et crétacées qui reposent en discordance sur la série plissée n'ont jamais été atteintes par le métamorphisme. Aussi bien dans les Coast Ranges que dans la Sierra Nevada, d'innombrables veines de quartz, souvent aurifères, traversent les terrains métamorphiques d'âge jurassique.

Dans la Colombie Britannique, comme G. M. Dawson l'a montré dès 1886, d'énormes épaisseurs de couches triasiques et jurassiques ont été transformées en granite antérieurement à la transgression éocrétacée ou portlandienne.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

1. — Leopold von Buch. Ueber den Jura in Deutschland. *Abh. d. k. Akad. d. Wiss.*, 1837, p. 49-136, 1 tabl., 2 pl., 1839.

2. — Id. Ueber die Juraformation auf der Erdoberfläche. *Ber. über die zur Bekanntmachung geeigneten Verh. d. k. Preuss. Akad. d. Wiss.*, 1852, p. 662-680, 1 pl., 1853.

3. — Fr. Aug. Quenstedt. Das Flözgebirge Württembergs, mit besonderer Rücksicht auf den Jura. 1 vol. in-8°, 558 p. Tübingen, 1843.

4. — Id. Der Jura. 1 vol. in-8°, VI + 842 p., 3 tabl., 42 fig., atlas 100 pl. Tübingen, 1858.

5. — Albert Oppel. Die Juraformation Englands, Frankreichs und des südwestlichen Deutschlands, nach ihren einzelnen Gliedern eingetheilt und verglichen. 1 vol. in-8°, 857 p., 1 carte (extr. *Württemb. naturw. Jahresh.*, XII-XIV). Stuttgart, 1856-1858.

6. — Jules Marcou. Lettres sur les roches du Jura et leur distribution géographique dans les deux hémisphères. 1 vol. in-8°, 364 p., 2 pl. Paris, 1857-1860.

7. — Edmond Hébert. Les mers anciennes et leurs rivages dans le bassin de Paris ou classification des terrains par les oscillations du sol. 1re partie. Terrain jurassique. 1 vol. in-8°, 88 pl. Paris, 1857.

8. — W. Waagen. Der Jura in Franken, Schwaben und der Schweiz, verglichen nach seinen palæontologischen Horizonten. 1 vol. in-8°, 234 p., fig. München, 1864.

9. — M. Neumayr. Jurastudien. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XX, p. 549-558, pl. XXIII, 1870; XXI, p. 297-378, 450-536, pl. XII-XXI, fig., 1871.

10. — Id. Ueber klimatische Zonen während der Jura und Kreidezeit. *Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Cl.*, XVIII, I, p. 277-310, pl., 1883.

11. — Id. Die geographische Verbreitung der Juraformation. *Ibid.*, L., I, p. 57-142, 3 pl., 1885.

12. — Émile Haug. Article « Jurassique ». *La Grande Encyclopédie*, XXI, p. 322-331, fig , 1894.

13. — R. Zeiller. Les progrès de la Paléobotanique de l'ère des Gymnospermes. *Progressus Rei Botanicæ*, II, p. 171-226, 1907.

14. — De Saporta. Paléontologie française. 2e série. Végétaux. Plantes jurassiques. 4 vol. in-8°, 506 + 349 + 672 + 548 p., 300 pl. Paris, 1873-1891.

15. — Alcide d'Orbigny, G. Cotteau, E. Deslongchamps, P. de Loriol. Paléontologie française. 1re série. Terrains jurassiques. 11 vol. in-8°, avec atlas (en cours). Paris, 1842 et sqq.

16. — Friedrich August Quenstedt. Die Ammoniten des Schwäbischen Jura. 3 vol. in-8°, 1140 p., atlas in-folio 126 pl. Stuttgart, 1885-1888.

17. — S. S. Buckman. On the Grouping of some Divisions of so-called « Jurassic » Time. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, LIV, p. 441-462, 1898.

18. — C. Fox-Strangways. The Jurassic Rocks of Britain, I, II, Yorkshire. *Mem. of the Geol. Surv. of the United Kingdom.* 2 vol. in-8°, 551 + 250 p., 6 pl., 28 fig., 1892.

19. — Horace B. Woodward. Id. III-V. England and Wales (Yorkshire excepted). 3 vol. in-8°, 399 + 628 + 499 p., 4 pl., 89 + 137 + 145 fig., 1893-1895.

20. — Karl von Seebach. Der Hannoversche Jura. 1 vol. gr. in-8°, 160 p., 1 carte, 10 pl. Berlin, 1864.

21. — Theodor Engel. Geognostischer Wegweiser durch Württemberg. 3te Aufl. 1 vol. in-8°, 645 p., 6 pl., 261 fig., 4 vues, 5 prof., 1 carte. Stuttgart, 1908.

22. — Ethel G. Skeat and Victor Madsen. On Jurassic, Neocomian and Gault boulders found in Denmark. *Danmarks geol. Unders.*, 2e sér., n° 8, 213 p., 8 pl., 1 carte, 1898.

23. — Ludwig von Ammon. Die Jura-Ablagerungen zwischen Regensburg und

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Passau. Eine Monographie des Niederbayerischen Jurabezirkes mit dem Keilberger Jura unter Berücksichtigung seiner Beziehungen zum Frankenjura. 1 vol. in-8°, X + 200 p., 5 pl. München, 1875.

23 *bis*. — J. F. POMPECKJ. Die Jura-Ablagerungen zwischen Regensburg und Regenstauf (ein Beitrag zur Kenntniss der Ostgrenze des Fränkischen Jura). *Geogn. Jahresh.*, XIV, p. 139-220, 7 fig., 1901.

23 *ter*. — KARL WANDERER. Die Jura-Ablagerungen am Westrande des Bayrischen Waldes zwischen Regenstauf und der Bodenwöhrerbucht. *Neues Jahrb. f. Miner.*, Beil. Bd. XXI, p. 468-539, pl. XXXI-XXXII, 1906.

24. — GEORG BRUDER. Die Fauna der Jura-Ablagerung von Hohenstein in Sachsen. *Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Cl.*, L, p. 233-283, tabl., 5 pl., 1885.

25. — ID. Ueber die Jura-Ablagerungen an der Granit- und Quadersandstein-Grenze in Böhmen und Sachsen. *Lotos, Jahrb. f. Nat.*, N. F. VII, 38 p., fig., 1886.

26. — V. UHLIG. Die Jurabildungen in der Umgebung von Brünn, geologisch und paläontologisch bearbeitet. *Beitr. z. Palæont. v. Œsterr.-Ung.*, I, p. 111-182, 7 fig., pl. XIII-XVII, 1881.

27. — EUG.-EUDES DESLONGCHAMPS. Études sur les étages jurassiques inférieurs de la Normandie. *Mém. Soc. Linn. Norm.*, XIV, p. 1-296, pl. I-III, 49 fig., 1865.

28. — BIGOT. Normandie. *Livret-guide VIII^e Congr. géol. intern.*, IX, 3, p. 27-61, 14 fig., 1900.

29. — HENRY JOLY. Le Jurassique inférieur et moyen de la bordure nord-est du bassin de Paris. *Thèses Fac. Sc. Nancy*. 1 vol. gr. in-4°, VIII + 468 p., 44 fig., 6 + 12 pl. Nancy, 1908.

30. — E. HAUG. Note préliminaire sur les dépôts jurassiques du nord de l'Alsace. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3^e sér., XIV, p. 47-63, 1885.

31. — LOUIS-ABEL GIRARDOT. Jurassique inférieur lédonien. Coupes des étages inférieurs du système jurassique dans les environs de Lons-le-Saunier. 1 vol. in-8°, 897 p., tableaux. Paris, 1890-1896.

32. — ALBERT GIRARDOT. Études géologiques sur la Franche-Comté septentrionale. Le système oolithique. 1 vol. in-8°, 416 p., 1 pl. Paris, 1896.

33. — J.-J. COLLENOT. Description géologique de l'Auxois. Stratigraphie, Paléontologie, Géogénie. 1 vol. in-8°, XX + 660 p. Semur, 1873.

34. — HENRI LASNE. Contribution à l'étude géologique du département de l'Indre. *Annales des Sc. géol.*, XX, n° 5, 74 p., fig., 1 carte, 1889.

35. — JULES WELSCH. Étude des terrains du Poitou dans le détroit poitevin et sur les bords du massif ancien de la Gâtine. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4^e sér., III, p. 797-881, 4 fig., 1905.

36. — ID. Coupe des terrains jurassiques sur le versant parisien du seuil du Poitou. *Ibid.*, 4^e sér., III, p. 944-954, pl. XXV-XXVIII, 1905.

37. — PH. GLANGEAUD. Le Jurassique à l'ouest du Plateau Central. Contribution à l'histoire des mers jurassiques dans le bassin de l'Aquitaine. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, VIII, n° 50, 255 p., 45 fig., 1 carte, 1895.

38. — ARMAND THEVENIN. Étude géologique de la bordure sud-ouest du Massif Central. *Ibid.*, XIV, n° 95, 203 p., 51 fig., 6 pl., 1903.

39. — LARRAZET. Recherches géologiques sur la région orientale de la province de Burgos et sur quelques points des provinces d'Alava et de Logroño. *Thèses Fac. Sc. Paris*. 1 vol. in-8°, 310 p., 12 fig., 3 pl. Lille, 1896.

40. — PAUL CHOFFAT. — Étude stratigraphique et paléontologique des terrains jurassiques du Portugal. I. Le Lias et le Dogger au nord du Tage. *Section des Trav. géol. du Portugal*. 72 p., 6 fig., 1880.

41. — ID. Recherches sur les terrains secondaires au sud du Sado. *Communicações da Commissão dos Trabalhos Geologicos*, I, p. 222-312, 1 pl., 1887.

42. — G. FABRE. Stratigraphie des petits causses entre Gévaudan et Vivarais. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3^e sér., XXI, p. 640-674, 6 fig., pl. XXI-XXIII, 1894.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

43. — Frédéric Roman. Recherches stratigraphiques et paléontologiques dans le Bas-Languedoc. *Annales de l'Univers. de Lyon*, XXXIV, 366 p., 49 fig., 9 pl., 1897.

43 *bis*. — F. Roman et P. de Brun. Note sur le Jurassique inférieur et moyen des environs de Saint-Ambroix (Gard). *Annales Soc. Linn. de Lyon*, LVI, p. 56-109, 2 fig., 1909.

44. — A. Toucas. Note sur le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur de la vallée du Rhône. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XVI, p. 903-927, 4 fig., 1888.

45. — Albert Oppel. Geologische Studien in dem Ardèche Departement. *Pal. Miltheil. a. d. Museum d. k. Bayer. Staates*, I, p. 305-322, 1 fig., 1862.

46. — Paul Gourret. Recherches sur le Lias et l'Oolithe des environs de Marseille et de Toulon. *Bibl. de l'École des Hautes-Etudes, Sect. des Sc. Nat.*, XXXII, 7, 56 p., 1 pl., 1886.

47. — W. Kilian et A. Guébhard. Étude paléontologique et stratigraphique du système Jurassique dans les Préalpes Maritimes. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., II, p. 737-828, pl. XLVIII-L, 1906.

48. — J. Repelin. Sur le Jurassique de la chaîne de la Nerthe et de l'Étoile. *Ibid.*, 3e sér., XXVI, p. 517-531, 1898.

49. — Louis Collot. Description géologique des environs d'Aix-en-Provence. *Thèses Fac. Sc. Montpellier*. 1 vol. in-4°, 234 p., 1 carte, 4 pl. Montpellier, 1880.

49 *bis*. — V. Paquier. Recherches géologiques dans le Diois et les Baronnies orientales. *Thèses Fac. Sc. Paris*. 1 vol. in-8°, 402 + VIII p., 12 fig., 8 pl. Grenoble, 1900.

50. — W. Kilian. Description géologique de la montagne de Lure (Basses-Alpes). *Thèses Fac. Sc. Paris*. 1 vol. in-8°, 458 p., 59 fig., 3 cartes, 4 pl. photot., 4 pl. lithogr. Paris, 1888.

50 *bis*. — Id. Notice stratigraphique sur les environs de Sisteron et contributions à la connaissance des terrains secondaires du Sud-Est de la France. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., t. XXIII, p. 659-803, fig., pl. XI-XIV, 1896.

50 *ter*. — Émile Haug. Les Chaînes Subalpines entre Gap et Digne. Contribution à l'histoire géologique des Alpes Françaises. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, III, n° 21, 197 p., 20 fig., 4 pl., 1891.

51. — Id. L'origine des Préalpes romandes et les zones de sédimentation des Alpes de Suisse et de Savoie. *Arch. Sc. phys. et nat.*, 3e pér., XXXII, p. 154-173, 1894.

51 *bis*. — Id. Les régions dites exotiques du versant nord des Alpes Suisses, réponse au Dr Hans Schardt. *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, XXXV, p. 114-161, 1899.

52. — Maurice Lugeon. La région de la brèche du Chablais. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, VII, p. 337-646, 8 pl., 61 fig., 1896.

52 *bis*. — Frédéric Jaccard. La région de la brèche de la Hornfluh (Préalpes Bernoises, Suisse). *Thèse Fac. Sc. Univers. Lausanne*. 1 vol. in-8°, 205 p., 31 fig., 5 pl. Lausanne, 1904.

52 *ter*. — Id. La région Rubli-Gummfluh (Préaples médianes, Suisse). *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, XLIII, p. 407-548, 9 fig., pl. XXXIII-XXXIX, 1907.

53. — Aug. Tobler. Ueber die Gliederung der mesozoischen Sedimente am Nordrand des Aarmassivs. *Verh. d. naturf. Ges. zu Basel*, XII, p. 25-107, pl. I, 1897.

54. — E. W. Benecke. Ueber Trias und Jura in den Südalpen. *Geogn.-paläont. Beitr.*, I, 1, p. 1-204, pl. I-XI, 7 fig., 1866.

55. — A. Rothpletz. Geologisch-palæontologische Monographie der Vilser Alpen, mit besonderer Berücksichtigung der Brachiopoden-Systematik. *Palæontographica*, XXXIII, p. 1-180, pl. I-XVII, fig., 1886.

56. — Eduard Suess und Edmund von Mojsisovics. Studien über die Gliederung der Trias- und Jurabildungen in den östlichen Alpen. II. Die Gebirgsgruppe des Osterhornes. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XVIII, p. 167-200, pl. VI-VIII, 1868.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

57. — GIORGIO DAL PIAZ. Le Alpi Feltrine. 1 vol. gr. in-4°, 176 p., 1 carte, 1 pl. de coupes, 34 fig. Venezia, 1907.

58. — EMIL TIETZE. Geologische und paläontologische Mittheilungen aus dem südlichen Theil des Banater Gebirgsstockes. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XXII, p. 35-142, pl. II-IX, 3 fig., 1872.

59. — GAETANO GIORGIO GEMMELLARO. Sopra alcune faune giuresi e liasiche della Sicilia. Studî palcontologici. 1 vol. in-4°, 434 p., atlas in-folio, 31 pl. Palermo, 1872-1882.

59 *bis*. — LOUIS GENTIL. Esquisse stratigraphique et pétrographique du bassin de la Tafna (Algérie). *Thèses Fac. Sc. Univers. Paris.* 1 vol. in-8°, 537 p., 121 fig., 5 pl. Alger, 1904.

59 *ter*. — ID. Rapport sur une mission scientifique au Maroc. *Nouv. Arch. des Miss. scient.*, XVIII, p. 29-71, 1899.

60. A. BORISSJAK. Die Fauna des Donez-Jura. I. Cephalopoda. *Mém. Com. Géol.*, N. S., n° 37, 94 p., 10 pl., 1908.

60 *bis*. — GEORGES N. ZLATARSKI. Le système jurassique en Bulgarie. *Godichn. Univers. Sofia*, III, p. 148-228, 1908.

61. — W. P. SEMENOW. Faune des dépôts jurassiques de Mangychlak et de Touar Kyr. *Trav. Soc. Natur. St.-Pétersb., Géol. Minér.*, XXIV, p. 29-140, pl. I-III, 1896.

62. — M. NEUMAYR und V. UHLIG. Ueber die von H. Abich im Kaukasus gesammelten Jurafossilien. *Denkschr. d. math.-naturw. Cl. d. k. Akad. d. Wiss.*, LIX, p. 1-122, pl. I-VI, 1892.

63. — CARL RENZ. Der Jura von Daghestan. *Neues Jahrb. f. Miner.*, 1904, II, p. 71-85, 4 fig.

64. — WILLIAM WAAGEN. Jurassic Fauna of Kutch. I. The Cephalopoda. *Palæontol. Indica*, ser. IX, p. 1-247, pl. I-LX, 1873-1876.

65. — GEORG BOEHM. Beiträge zur Kenntniss von Niederländisch-Indien. I. Die Südküsten der Sula-Inseln Taliabu und Mangoli. *Palæontographica*, Suppl. IV, 120 p., fig., 31 pl. (en cours), 1904. —

66. — ALPHEUS HYATT. Jura and Trias at Taylorville, California. *Bull. of the Geol. Soc. of Amer.*, III, p. 395-412, 1892.

67. — ID. Trias and Jura in the Western States. *Ibid.*, VI, p. 395-434, 1894.

68. — GUSTAV STEINMANN. Zur Kenntniss der Jura- und Kreideformation von Caracoles (Bolivia). *Neues Jahrb.*, Beil. Bd. I, p. 239-301, pl IX-XIV, 3 fig., 1881.

69. — CARL GOTTSCHE. Ueber jurassische Versteinerungen aus der Argentinischen Cordillere. Beiträge zur Geologie und Palæontologie der Argentinischen Republik. II. Palæontologischer Theil, III. Abth. *Palæontographica*, Suppl. III, 50 p., 8 pl., 1878.

70. — O. BEHRENDSEN. Zur Geologie des Ostabhanges der argentinischen Cordillere. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, XLIII, p. 369-420, pl. XXII-XXV; XLIV, p. 1-42, pl. I-IV, 1891-1892.

71. — CARL BURCKHARDT. Beiträge zur Kenntniss der Jura- und Kreideformation der Cordillere. *Palæontographica*, L, p. 1-144, 4 cartes, pl. I-XVI, 1903.

72. — E. FRAAS. Beobachtungen über den ostafrikanischen Jura (mit Fossilnotizen von E. DACQUÉ). *Centralbl. f. Miner.*, 1908, p. 641-651, 5 fig.

73. — K. FUTTERER. Beiträge zur Kenntniss des Jura in Ost-Afrika. *Zeitschr. d. D. Geol. Ges.*, XLVI, p. 1-49, fig., pl. I-VI, 1893; XLIX, p. 568-627, fig., pl. XIX-XXII, 1897.

74. — GOTTFRIED MÜLLER. Versteinerungen des Jura und der Kreide. *Deutsch-Ostafrika*, VII, p. 514-571, fig. 39-52, pl. XIV-XXV, 1900.

75. — PAUL LEMOINE. Études géologiques dans le Nord de Madagascar. Contributions à l'histoire géologique de l'Océan Indien. *Annales Hébert*, III, 520 p., 143 fig., 3 pl., 1 carte, 1906.

76. — ID. Les variations de faciès dans les terrains sédimentaires de Madagascar. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., VII, p. 30-41, 1907.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

77. — Albert Oppel und Eduard Suess. Uber die muthmasslichen Äquivalente der Kössener Schichten in Schwaben. *Sitzungsber. d. math.-naturw. Cl. d. k. Akad. d. Wiss.*, XXI, p. 535-549, 2 pl., 1856.

78. — Albert Oppel. Weitere Nachweise der Kössener Schichten in Schwaben und in Luxemburg. *Ibid.*, XXVI, p. 7-13, 2 fig., 1858.

79. — Gümbel. Ueber das Knochenbett (Bonebed) und Pflanzen-Schichten in der rhätischen Stufe Frankens. *Sitzungsber. d. k. bayer. Akad. d. Wiss.*, 1864, I, p. 215-278.

80. — Alphons v. Dittmar. Die Contorta-Zone (Zone der Avicula contorta Portl.), ihre Verbreitung und ihre organischen Einschlüsse. 1 vol. in-8°, 218 p., 4 pl. München, 1864.

81. — Levallois. Les couches de jonction (Grenz Schichten) du Trias et du Lias dans la Lorraine et dans la Souabe. Leur continuité de l'Ardenne au Morvan. Le grès dit infra-liasique; le bonebed; l'arkose; la zone à *Avicula contorta. Bull. Soc. Géol. Fr.*, 2e sér., XXI, p. 384-440, pl. VI, 1864.

82. — H. Zugmayer. Untersuchungen über rhätische Brachiopoden. *Beitr. z. Pal. Œsterr.-Ung.*, I, p. 1-42, pl. I-IV, 1880.

83. — J. F. Pompeckj. Ammoniten des Rhät. *Neues Jahrb. f. Miner.*, 1895, II, p. 1-46, 4 fig., pl. I-II.

84. — Hébert. Recherches sur l'âge des grès à combustibles d'Helsingborg et d'Höganäs (Suède méridionale), suivies de quelques aperçus sur les grès de Hör. *Annales des Sc. géol.*, I, p. 117-143, 1 pl., 1869.

85. — A. G. Nathorst. Beiträge zur fossilen Flora Schwedens. Ueber einige rhätische Pflanzen von Pålsjö in Schonen. 1 vol. in-4°, 34 p., 16 pl. Stuttgart, 1878.

86. — Bernhard Lundgren. Undersökningar öfver Molluskfaunan Sveriges aldre mesozoiska bildningar. *Lunds Univers. Årsskrift*, XVII, 56 p., 6 pl., 1881.

87. — A. de Lapparent. Note sur l'histoire géologique des Vosges. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XXV, p. 6-28, 1 fig., 1897.

88. — J. Henry. Étude stratigraphique et paléontologique de l'Infralias de la Franche-Comté. *Thèses Fac. Sc. Besançon.* 1 vol. in-4°, 155 p., 5 pl. Besançon, 1876.

89. — Jules Martin. Paléontologie stratigraphique de l'Infra-Lias du département de la Côte-d'Or. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 2e sér., VII, p. 1-101, pl. I-VIII, 1859.

90. Edm. Pellat. — Zone à Avicula contorta, Infrà-lias et Lias inférieur de Mazenay, etc. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., IV, p. 705-718, 1876.

91. — Louis Dieulafait. Étude sur la zone à Avicula contorta et l'Infralias dans le Sud-Est de la France. *Annales des Sc. géol.*, I, p. 337-496, pl. V-VII, 1869.

92. — Antoine Stoppani. Géologie et paléontologie des couches à Avicula contorta en Lombardie, comprenant des aperçus sur l'étage infraliasien en Lombardie et en Europe en général et deux monographies des fossiles appartenant à la zone supérieure et à la zone inférieure des couches à Avicula contorta en Lombardie, une note supplémentaire, etc. *Paléont. Lombarde*, 3e sér., 1 vol. in-4°, 267 p., 60 pl. Milan, 1860-1865.

92 *bis*. — Giovanni Capellini. Fossili infraliassici dei dintorni del golfo della Spezia. *Mem. d. Accad. d. Sc. d. Istituto di Bologna*, 2a ser., V, 101 p., 10 pl., 1867.

92 *ter*. — Maud Healey. The Fauna of the Napeng beds or the Rhaetic beds of Upper Burma. *Palæontol. Indica*, N. S., II, n° 4, 88 p., 2 tabl., 9 pl., 1908.

93. — R. Zeiller. Flore fossile des gîtes de charbon du Tonkin. *Étude des Gîtes minér. de la France.* 1 vol. in-4°, 328 p., 6 pl., atlas de 56 pl., 1902-1903.

94. — Ralph Tate and J. F. Blake. The Yorkshire Lias. 1 vol. in-8°, xx + 475 p., fig., 19 pl. London, 1876.

95. — D. Brauns. Der untere Jura im nordwestlichen Deutschland von der Grenze der Trias bis zu den Amaltheenthonen, mit besonderer Berücksichtigung

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

seiner Molluskenfauna, nebst Nachträgen zum mittleren Jura. 1 vol. in-8°, 493 p., 2 pl. Braunschweig, 1871.

96. — Heinrich Monke. Die Liasmulde von Herford in Westfalen. *Verh. d. nat. Vereins Rheinl. u. Westf.*, XXXV, p. 1-114, pl. I-III, 1889.

97. — Max Schlosser. Die Faunen des Lias und Dogger in Franken und der Oberpfalz. *Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges.*, LIII, p. 513-569, pl. XVI, 1901.

98. — Alfred Issler. Beiträge zur Stratigraphie und Mikrofauna des Lias in Schwaben. *Palæontographica*, LV, p. 1-104, pl. I-VII, 12 fig., 1908.

99. — August Denckmann. Ueber die geognostischen Verhältnisse der Umgegend von Dörnten nördlich Goslar, mit besonderer Berücksichtigung der Fauna des oberen Lias. *Abh. z. geol. Specialk. v. Preuss.*, VIII, 2, 108 p., 10 pl., 1887.

100. — Id. Studien im Deutschen Lias. *Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst.*, XIII, p. 98-114, fig., 1893.

100 *bis*. — Wilhelm Wunsdorf. Die Fauna der Schichten mit Harpoceras dispansum Lyc. vom Gallberg bei Salzgitter. *Ibid.*, XXV, p. 488-525, pl. XVII-XX, 1905.

101. — Albert Oppel. Der mittlere Lias Schwabens neu bearbeitet. *Württ. Jahresh.*, X, p. 39-136, pl. I-IV, 1853.

102. — Engel. Die Ammonitenbreccie des Lias bei Bad Boll. *Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württ.*, 1894, p. LI-LXII.

103. — W. Deecke. Die mesozoischen Formationen der Provinz Pommern. *Mitth. d. naturw. Ver. f. Neu-Vorpommern u. Rügen*, XX, p. 1-115, 1894.

104. — Id. Einige Beobachtungen im Bornholmer Lias. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, LI, p. 151-155, 1899.

105. — Joh. Chr. Moberg. Om Lias i Sydöstra Skåne. *K. Svenska Vetensk.-Akad. Handl.*, XXII, 6, 86 p., 1 carte, 3 pl., 1888.

106. — John W. Judd. The Secondary Rocks of Scotland. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, XXIX, p. 97, pl. VII-VIII; XXX, p. 220-302, pl. XXII-XXIII, fig. 1-11; XXXIV, p. 660-739, pl. XXXI, fig. 1-11, 1873-1878.

107. — Thomas Wright. Monograph of the Lias Ammonites. *Palæontogr. Soc*, 503 p., 88 pl., 1878-1885.

108. — S. S. Buckmann. A Monograph of the Ammonites of the « Inferior Oolite Series ». *Ibid.*, 8 + 456 + CCLXII p., 128 pl., 1887-1907.

109. — Id. On the Cotteswold, Midford, and Yeovil Sands, and the Division between Lias and Oolite. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, XLV, p. 440-474, 3 fig., 3 tabl., 1889.

110. — Id. The relations of Dundry with the Dorset-Somerset and Cotteswold areas during part of the Jurassic period. *Proc. of the Cotteswold Naturalist's Field Club*, IX, p. 374-387, fig., 1889.

111. — S. S. Buckman and E. Wilson. Dundry Hill : its Upper Portion, or the Beds marked as Inferior Oolite (95) in the Maps of the Geological Survey. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, LII, p. 669-720, fig., 1896.

112. — A. Bigot. Sur la position de la couche à *Leptæna* en Normandie et particulièrement à May-sur-Orne. *Bull. Labor. Géol. Caen*, I, p. 185-193, 1 pl, 1891.

113. — Munier-Chalmas. Étude préliminaire des terrains jurassiques de Normandie. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3e sér., XX, p. CLXI-CLXX, 1892.

114. — Louis Brasil. Remarques sur la constitution du Toarcien supérieur dans le Calvados. *Bull. Soc. Linn. de Normandie*, 4e sér., IX, p. 147-151, 1896.

115. — A. Thiriet. Recherches géologiques sur le Lias de la bordure sud-ouest du Massif Ardennais. *Thèses Fac. Sc. Paris*. 1 vol. in-8°, 220 p., 30 fig., 1 pl. Charleville, 1894.

116. — J. A. Stuber. Die obere Abtheilung des unteren Lias in Deutsch-Lothringen. *Abh. z. geol. Specialkarte v. Els.-Lothr.*, V, 2, p. 67-175, fig., 1893.

117. — G. Steinmann. Die Nagelfluh von Alpersbach im Schwarzwald. Ein

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Beitrag zur Geschichte der alemannischen Gebirgstafel. *Ber. d. naturf. Ges. in Freiburg i. B.*, IV, p. 1-32, 4 fig., 1888.

118. — WERNER JANENSCH. Die Jurensisschichten des Elsass. *Abh. z. geol. Specialkarte v. Els.-Lothr.*, N. F. 5, 151 p., 13 fig., 1902.

119. — W. BRANCO. Der untere Dogger Deutsch-Lothringens. *Ibid.*, II, p. 1-160, pl. I-X, 1884.

120. — E. W. BENECKE. Beitrag zur Kenntniss des Jura in Deutsch-Lothringen. *Ibid.*, N. F. 1, 97 p., 2 fig., 8 pl., 1898.

121. — ID. Die Versteinerungen der Eisenerzformation von Deutsch-Lothringen und Luxemburg. *Ibid.*, N. F. 6, 598 p., 59 pl., 1905.

122. — EUG. DUMORTIER. Études paléontologiques sur les dépôts jurassiques du bassin du Rhône. 4 vol, in-8°, 190+254+350+338 p., 30+50+45+62 pl. Paris, 1864-1874.

123. — M. LISSAJOUS. Toarcien des environs de Mâcon. 1 br. in-8°, 56 p., 6 pl. Mâcon, 1906.

124. — A. DE RIAZ. Note sur le Toarcien de la région lyonnaise et de Saint-Romain-au-Mont-d'Or en particulier. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., VI, p. 607-625, 1907.

125. — ATTALE RICHE. Étude stratigraphique et paléontologique sur la zone à *Lioceras concavum* du Mont d'Or Lyonnais, *Annales de l'Univers. de Lyon*, I, fasc. 14, 221 p., 7 fig., pl. A-C, I-VIII, 1904.

126. — C. CHARTRON et M. COSSMANN. Note sur l'Infralias de la Vendée et des Deux-Sèvres. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., II, p. 163-203, 8 fig , pl. III-IV, 1902; III, p. 497-544, 2 fig., pl. XVI-XVIII, 1903.

127. — PAUL CHOFFAT. L'Infralias et le Sinémurien du Portugal. *Communicacões do Serv. geol. de Portugal*, V, p. 49-114, 1 pl., 1 tabl., 1903.

128. — JOHANNES BOEHM. Description de la faune des couches de Pereiros. *Ibid.*, V, p. 1-48, pl. I-III, 1903.

129. — J. F. POMPECKJ. Notes sur les *Oxynoticeras* du Sinémurien supérieur du Portugal et remarques sur le genre *Oxynoticeras*. *Ibid.*, VI, p. 214-338, 2 pl., 1906.

130. — RENÉ NICKLÈS. Hettangien et Sinémurien du Mas-du-Pré, près de Nant. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., VII, p. 589-595, 1908.

131. — P. REYNÈS. Essai de Géologie et de Paléontologie aveyronnaises. 1 vol. in-8°, 110 p., 7 pl. Paris, 1868.

132. — RENÉ NICKLÈS. La série Liasique dans la région de Tournemire (Aveyron). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., VII, p. 569-583, 1908.

133. — JAUBERT. Notes sur les formations jurassiques qui recouvrent le versant nord du Mont Lozère. *Ibid.*, 2e sér., XXVI, p. 216-264, 7 fig., 1868.

134. — S. FRANCHI. Sull' età mesozoica della zona delle Petre verdi nelle Alpi occidentali. *Boll. d. R. Com. geol. d'Italia*, XXIX, p. 173-247, 325-482, pl. V-IX, 32 fig., 1899.

135. — C. HUG. Beiträge zur Kenntniss der Lias- und Doggerammoniten aus der Zone der Freiburger Alpen. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, XXV-XXVI, 29+39 p., 6 + 6 pl., 1898-1899.

136. — FRIEDRICH TRAUTH. Ueber den Lias der exotischen Klippen am Vierwaldstätter See. *Mitteil. d Geol. Ges. in Wien*, I, p. 412-485, fig., pl. XV-XVI, 1908.

137. — S. FRANCHI, W. KILIAN et P. LORY. Sur les rapports des Schistes lustrés avec les faciès dauphinois et briançonnais du Lias. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, XVIII, p. 135-141, 2 pl., 1908.

138. — C. F. PARONA. Revisione della fauna liasica di Gozzano in Piemonte. *Mem. R. Accad. d. Sc. di Torino*, ser. II, XLIII, p. 1-59, 2 pl., 1892.

139. — ID. I Brachiopodi liasici di Saltrio e Arzo nelle Prealpi Lombarde. *Mem. R. Ist. Lombardo di Sc. e Lett.*, 1884, p. 227-262, 6 pl.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

140. — Id. I fossili del Lias inferiore di Saltrio in Lombardia. *Atti d. Soc. Ital. di Sc. nat.*, XXXIII, p. 69-103, pl. I-III, 1890; *Boll. Soc. Malac. Ital.*, XVIII, p. 161-184, pl. I-II, 1894; *Ibid.*, XX, p. 7-20, 1 pl., 1896.

141. — Id. Contribuzione alla conoscenza delle Ammoniti liasiche di Lombardia. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, XXIII-XXV, 89 p., 15 pl., fig., 1896-1898.

142. — A. Freiherr von Bistram. Beiträge zur Kenntniss der Fauna des unteren Lias in der Val Solda. *Ber. d. naturf. Ges. zu Freiburg i. Br.*, XIII, p. 116-214, pl. I-VIII, 1903.

143. — Joseph Meneghini. Monographie des fossiles du calcaire rouge ammonitique (Lias supérieur) de Lombardie et de l'Apennin central. *Paléont. Lombarde*, 4e sér., 242 + 56 p., 31 + 7 pl., 1867-1881.

144. — M. Vacek. Ueber die Fauna der Oolithe von Cap S. Vigilio verbunden mit einer Studie über die obere Liasgrenze. *Abh. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XIII, 3, 212 p., 20 pl., 3 fig., 1886.

145. — Friedrich Trauth. Die Grestener Schichten der österreichischen Voralpen und ihre Fauna. *Beitr. z. Paläont. u. Geol. OEsterr.-Ung.*, XXII, p. 1-78, pl. I-IV, 1909.

146. — Franz Wähner. Beiträge zur Kenntniss der tieferen Zonen des unteren Lias in den nordöstlichen Alpen. *Ibid.*, II-XI, 291 p., 56 pl., 1882-1898.

147. — Id. Zur heteropischen Differenzierung des alpinen Lias. *Verh. d. k. k. geol. Reichsanst.*, 1886, p. 168-176, 190-206.

148. — Id. Exkursion nach Adnet und auf den Schafberg. *IX. Intern. Geol.-Kongr., Führer f. d. Exkurs. in OEsterreich*, IV, 20 p., 2 fig., 1903.

149. — Georg Geyer. Die mittelliasische Cephalopoden-Fauna des Hinter-Schafberges in Oberösterreich. *Abh. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XV, 4, 76 p., 9 pl., 1893.

150. — Franz Ritter von Hauer. Ueber die Cephalopoden aus dem Lias der nordöstlichen Alpen. *Denkschr. d. math.-naturw. Cl. d. k. Akad. d. Wiss.*, XI, 86 p., 25 pl., 1856.

151. — Emil Böse. Ueber liasische und mitteljurassische Fleckenmergel in den bayerischen Alpen. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, XLVI, p. 703-768, pl. LV-LVI, 1894.

152. — Georg Geyer. Ueber die Lagerungsverhältnisse der Hierlatzschichten in der südlichen Zone der Nordalpen vom Pass Pyhrn bis zum Achensee. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XXXVI, p. 215-294, 14 fig., 1886.

153. — Id. Ueber die liasischen Cephalopoden des Hierlatz bei Hallstatt. *Abh. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XII, 4, p. 213-287, 4 pl., 1886.

154. — Leopold Kober. Das Dachsteinkalkgebirge zwischen Gader, Rienz und Boita. *Mitt. d. geol. Ges. in Wien*, I, p. 203-244, pl. VIII-X, 1908.

155. — M. Neumayr. Ueber den Lias im südöstlichen Tirol und in Venetien. *Neues Jahrb. f. Miner.*, 1881, I, p. 208-226.

156. — Leopold Tausch v. Gloeckelsthurn. Zur Kenntniss der Fauna der « Grauen Kalke » der Südalpen. *Abh. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XV, 2, 42 p., 9 pl., 1890.

156 *bis*. — Victor Uhlig. Ueber eine unterliasische Fauna aus der Bukowina. *Abh. d. deutsch. naturw.-medicin. Ver. f. Böhmen « Lotos »*, II, 1, 31 p., 1 pl., 1900.

157. — M. Elemér Vadasz. Die unterliasische Fauna von Alsórákos im Komitat Nagyküküllö. *Mitt. a. d. Jahrb. d. k. ungar. geol. Anst.*, XVI, 5, p. 309-406, pl. VI-XI, 1908.

158. — Gyula Prinz. Die Fauna der älteren Jurabildungen im nordöstlichen Bakony. *Ibid.*, XV, 1, 142 p., 38 pl., 30 fig., 1901.

159. — A. Philippson und G. Steinmann. Ueber das Auftreten von Lias in Epirus. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, XLVI, p. 116-125, pl. XI, 1894.

160. — Carl Renz. Ueber die mesozoische Formationsgruppe der südwestlichen Balkanhalbinsel. *N. Jahrb. f. Miner.*, Beil.-Bd. XXI, p. 213-301, pl. X-XIII, 1905.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

161. — Id. Le Jurassique en Albanie méridionale et en Argolide. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., VII, p. 384-385, 1908.

162. — Mario Canavari. Contribuzione alla fauna del Lias inferiore di Spezia. *Mem. d. R. Comitato Geol. d'Italia*, III, 2, 173 p., 9 pl., 8 fig., 1888.

163. — Alberto Fucini. Sopra gli scisti lionati del Lias inf. dei dintorni di Spezia. *Atti d. Soc. Toscana di Sc. nat., Mem.*, XXII, p. 119-133, 1906.

164. — Id. Faunula del Lias medio di Spezia. *Boll. d. Soc. Geol. Ital*, XV, p. 123-164, pl. II, 1896.

165. — Id. Fauna del Lias medio del Monte Calvi presso Campiglia Marittima. *Palæontogr. Ital.*, II, p. 203-250, pl. XXIV-XXV, 1896.

166. — Id. Di alcune nuove Ammoniti dei calcari rossi inferiori della Toscana. *Ibid.*, IV, p. 239-352, pl. XIX-XXI, 1898.

167. — Id. Cefalopodi liassici del Monte di Cetona *Ibid.*, VII-XI, 318 p., 51 pl., 131 fig., 1901-1905.

168. — Id. Ammoniti del Lias medio dell' Appennino centrale esistenti nel Museo di Pisa. *Ibid.*, V, VI, 104 p., 13 pl., 51 fig., 1899-1900.

169. — Antonio Verri. Studî geologici sulle Conche di Terni e di Rieti. — Carlo Fabrizio Parona. Contributo allo studio della fauna liassica dell' Appennino centrale. *Mem. R. Accad. dei Lincei, cl. d. sc. fis., mat. e nat.*, ser. 3a, XV, 114 p., 4 pl.

170. — G. Bonarelli. Cefalopodi sinemuriani dell' Appenino centrale. *Ibid.*, V, p. 55-81, pl. VIII-X, fig. 1-4, 1899.

171. — Id. Osservazioni sul Toarciano e l'Aleniano dell' Appenino centrale. *Boll. d. Soc. geol. ital.*, XII, p. 195-254, fig., 1893.

172. — B. Greco. Il Lias inferiore nel circondario di Rossano Calabro. *Atti d. Soc. Tosc. di Sc. Nat.*, XIII, 128 p., 7 pl., 1893.

173. — Id. Il Lias superiore nel circondario di Rossano Calabro. *Boll. d. Soc. geol. ital.*, XV, p. 92-121, pl. I, 1896.

174. — Id. Fauna della zona con *Lioceras opalinum* Rein. sp. di Rossano in Calabria. *Palæontogr. Ital.*, IV, p. 93-140, pl. VIII-IX, 1898.

175. — Gaetano Giorgio Gemmellaro. Sui fossili degli strati a Terebratula Aspasia della contrade Rocche Rosse presso Galati (provincia di Messina). Disp. I, 1 br. in-4o, 48 p., 7 pl. Palermo, 1884.

176. — Id. Sugli strati con Leptæna nel Lias superiore della Sicilia. *Boll. d. R. Com. geol.*, XVII, p. 156-170, 341-359, 2 fig., pl. VI-VII, 1886.

177. — Id. Monografia sui fossili del lias superiore delle Provincie di Palermo e di Messina, esistenti nel Museo di Geologia della R. Universita di Palermo. *Bull. d. Soc. Nat. ed econom. di Palermo*, 30 dic. 1885, 10 p.

178. — Id. Sul Dogger inferiore di Monte San Giuliano (Erice). *Ibid.*, 29 genn. 1886, 16 p.

179. — Maryjan Raciborski. Flora kopalna ogniotrwałych glinek Krakowskich. I. Rodniowce (Archægoniatæ). *Pamietnik Akad. Umiejetności w Krakowie*, XVIII, p. 143-243, pl. VI-XXVII, 1894.

180. — J. F. Pompeckj. Palæontologische und stratigraphische Notizen aus Anatolien. I. Der Lias am Kessiktash, w. von Angora, nebst Bemerkungen über die Verbreitung des Lias im ostmediterranen Juragebiet. *Zeitschr. d. D. geol. Ges*, XLIX, p. 713-828, 1 carte, pl. XXIX-XXXI, 1898.

181. — R. Zeiller. Sur les plantes rhétiennes de la Perse recueillies par M. J. de Morgan. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 4e sér., V, p. 190-197, 1905.

182. — Carl Diener. Upper triassic and liassic faunæ of the exotic blocks of Malla Johar in the Bhot Mahals of Kumaon. *Palæont. Indica*, ser. XV, I, no 1, 100 p., 16 pl., 1908.

183. — H. Counillon. Sur le gisement liasique de Huu-Nien, province de Quang Nam (Annam). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., VIII, p. 524-532, 2 fig., pl. XI, 1909.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

184. — MATAJIRO YOKOYAMA. On some jurassic fossils from Rikuzen. *Journ. Coll. of Sc. Imp. Univ. Tokyo*, XVIII, 6, 13 p., 2 pl., 1904.

185. — C. A. WHITE. Mesozoic Mollusca from the Southern Coast of the Alaskan Peninsula. *Bull. U. S. Geol. Surv.*, n° 51, p. 64-70, pl. XII-XIV, 1889.

186. — EMIL BÖSE. Ueber Lias in Mexico. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, L, p. 168-175, 1 fig., 1908.

187. — GUSTAV STEINMANN. Beiträge zur Geologie und Paläontologie von Südamerika : V. W. MÖRICKE. Versteinerungen des Lias und Unteroolith von Chile. *Neues Jahrb. f. Miner.*, Beil.-Bd. IX, p. 1-100, pl. I-VI, 1894. VII. H. GRAF ZU SOLMS-LAUBACH und G. STEINMANN. Das Auftreten und die Flora der rhätischen Kohlenschichten von La Ternera (Chile). *Ibid.*, Beil.-Bd. XII, p. 581-609, pl. XIII-XIV, 1 fig., 1899.

188. — S. ROTH, F. KURTZ et C. BURCKHARDT. Le Lias de la Pietra Pintada (Neuquen). *Revista del Museo de la Plata*, X, p. 225-251, pl. I-IV, 1901.

189. — ARMAND THEVENIN. Paléontologie de Madagascar. V : Fossiles liasiques. *Annales de Paléont.*, III, p. 105-143, VIII-XII, 1908.

190. — ÉMILE HAUG. Études sur les Ammonites des étages moyens du système jurassique. I. Genre Sonninia; II. Genre Witchellia. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XX, p. 277-333, 14 fig., pl. VIII-X, 1893.

191. — D. BRAUNS. Der mittlere Jura im nordwestlichen Deutschland von den Posidonienschiefern bis zu den Ornatenschichten, mit besonderer Berücksichtigung seiner Molluskenfauna. 1 vol. in-8°, 314 p., 2 pl. Cassel, 1869.

192. — ERICH MASCKE. Die Stephanoceras-Verwandten in den Coronatenschichten von Norddeutschland. *Inaug. Dissert. Göttingen.* 1 br. in-8°, 38 p. Göttingen, 1907.

193. — ALEXANDER STEUER. Doggerstudien. Beitrag zur Gliederung des Doggers im nordwestlichen Deutschland. *Habilitationsschr. Univers. Jena.* 1 br. in-8°, 48 p. Jena, 1897.

194. — LOTHAR REUTER. Die Ausbildung des oberen Braunen Jura im nördlichen Teile der Fränkischen Alb. Ein Beitrag zur Kenntniss des fränkischen Jurameeres. *Geogn. Jahresh.*, XX, p. 1-118, 13 fig., 9 pl., 1908.

195. — M. NEUMAYR. Die Cephalopodenfauna der Oolithe von Balin bei Krakau. *Abh. d. k. k. geol. Reichsanst.*, V, p. 19-54, pl. IX-XV, 1871.

196. — GEJZA BUKOWSKI. Ueber die Jurabildungen von Czenstochau in Polen. *Beitr. z. Pal. Œsterr.-Ung.*, V, p, 75-171, pl. XXV-XXX, 1887.

197. — E. SCHELLWIEN. Der lithauisch-kurische Jura und die ostpreussischen Geschiebe. *Neues Jahrb. f. Miner.*, 1894,II, p. 207-227, pl. III-IV.

198. — S. NIKITIN. Die Jura-Ablagerungen zwischen Rybinsk, Mologa und Myschkin an der oberen Wolga. *Mém. Ac. Imp. des Sc. de St-Pétersb.*, 7e sér., XXVIII, 5, 98 p., 7 pl., 1881.

199. — ID. Der Jura der Umgegend von Elatma. Eine palæontologisch geognostische Monographie. *Nouv. Mém. Soc. Imp. Nat. Moscou*, XIV, 2, p. 83-133, pl. VIII-XIII, 1881; XV, 2, p. 43-67, pl. IX-XIII, 1885.

200. — ID. Allgemeine geologische Karte von Russland. Blatt 71, Kostroma. *Mém. Comité géol.*, II, 1, 218 p., 8 pl., 1885.

201. — ID. Allgemeine geologische Karte von Russland. Blatt 56, Jaroslawl. *Ibid.*, I, 2, 153 p., 3 pl., 1884.

202. — ID. Ueber die Beziehungen zwischen der russischen und der westeuropäischen Juraformation. *N. Jahrb. f. Miner.*, 1886, II, p. 205-245.

203. — LORENZ TEISSEYRE. Ein Beitrag zur Kenntniss der Cephalopodenfauna der Ornatenthone im Gouvernement Rjäsan (Russland). *Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. I. Abth.*, LXXXVIII, p. 538-628, pl. I-VIII, 1883.

204. — I. LAHUSEN. Die Fauna der jurassischen Bildungen des Rjasanschen Gouvernements. *Mém. Comité géol.*, I, 1, 94 p., 11 pl., 1883.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

205. — Bernhard Lundgren. Anmärkningar om Faunan i Andöns Jurabildningar. *Christiania Vedensk. Selsk. Forh.*, 1894, n° 5, 11 p. 3 fig.

206. — S. S. Buckman. The Bajocian of the Sherborne District : its relation to subjacent and superjacent strata. *Quarl. Journ. Geol. Soc.*, XLIX, p. 479-522, 3 tabl., 1893.

207. — Id. The Bajocian of the Mid-Cotteswolds. *Ibid.*, LI, p. 388-462, 8 tabl., pl. XIV, 1895.

208. — Id. Deposits of the Bajocian Age in the Northern Cotteswolds : the Cleeve Hill Plateau. *Ibid.*, LIII, p. 607-629, 7 fig., pl. XLVI, 1897.

209. — Id. Bajocian and contiguous deposits in the North Cotteswolds : the Main Hill-Mass. *Ibid.*, LVII, p. 126-154, 5 fig., pl. VI, 1901.

210. — Morris and John Lycett. A Monograph of the Mollusca from the Great Oolite chiefly from Minchinhampton. *Palæontogr. Soc.*, 130 + 147 + 129 p., 15 + 45 pl., 1854-1863.

211. — L. Brasil. Observations sur le Bajocien de Normandie. *Bull. du Labor. de Géol. de la Faculté des Sc. de Caen*, II, p. 223-243, 1895.

212. — J. Raspail. Contribution à l'étude de la falaise jurassique de Villers-sur-Mer. *Feuille des Jeunes Naturalistes*, IV^e sér., 31^e ann., p. 125-126, 145-149, 169-172, 193-198, pl. IX-XII, 1901.

213. — René Nicklès. Sur le Bajocien de Lorraine, *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3^e sér., XXV, p. 194-195, 1897.

214. — J. Wohlgemuth. Recherches sur le Jurassique moyen à l'Est du Bassin de Paris. 1 vol. in-8°, 340 p., 4 pl., 1 carte. Paris, 1883.

215. — A. Oskar Schlippe. Die Fauna des Bathonien im oberrheinischen Tieflande. *Abh. z. geol. Specialk. v. Els.-Lothr.*, IV, 4, 267 p., fig., 8 pl., 1888.

216. — E. W. Benecke. Ueber einen neuen Juraaufschluss im Unter-Elsass. *Mitteil. d. geol. Landesanst. v. Els.-Lothr.*, VI, p. 401-460, pl. X-XII, 1909.

217. — Carl Lent und Gustav Steinmann. Die Renggeritone im badischen Oberlande. *Mitteil. d. Grossh. Badisch. Geol. Landesanst.*, II, p. 615-639, sans date.

218. — Attale Riche. Étude stratigraphique sur le Jurassique inférieur du Jura méridional. *Annales de l'Univ. de Lyon*, VI, 3, 396 p., 4 cartes, 42 fig., 2 pl., 1893.

219. — Id. Esquisse de la partie inférieure des terrains jurassiques du département de l'Ain. *Annales Soc. Linn. Lyon*, XLI, p. 1-105, 1894.

220. — Paul Choffat. Esquisse du Callovien et de l'Oxfordien dans le Jura occidental et le Jura méridional. *Mém. Soc. d'Émulation du Doubs*, 5^e sér., III, 146 p., 2 pl., 1878.

221. — C. F. Parona et G. Bonarelli. Sur la faune du Callovien inférieur (Chanasien) de Savoie. *Mém. Acad. de Savoie*, 4^e sér., VI, 183 p., 11 pl., 1895.

222. — Karl Bertschinger. Ueber den Complex der Lamberti-cordatus-Schichten mit den angrenzenden Formationsgliedern in Mitteleuropa. *Inaug. Dissert. Philos. Fac. Zürich.* 1 br. in-8°, 68 p., tableaux. Hottingen-Zürich, 1883.

223. — P. de Loriol. Étude sur les Mollusques et Brachiopodes de l'Oxfordien inférieur ou zone à Ammonites Renggeri du Jura Bernois, accompagnée d'une notice stratigraphique par E. Koby. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, XXV-XXVI, 220 p., 12 pl., 1898-1899.

224. — Id. Étude sur les Mollusques et Brachiopodes de l'Oxfordien supérieur et moyen du Jura Bernois. *Ibid.*, XXIII-XXIV, 158 p., 17 pl., 1896-1897. Supplément. *Ibid.*, XXVIII, 119 p., 7 pl., 1901.

225. — Id. Étude sur les Mollusques et Brachiopodes de l'Oxfordien inférieur ou zone à Ammonites Renggeri du Jura lédonien, accompagnée d'une notice stratigraphique par Abel Girardot. *Ibid.*, XXVII, 196 p., fig., 6 pl., 1900.

226. — Id. Étude sur les Mollusques et Brachiopodes de l'Oxfordien supérieur et moyen du Jura lédonien. *Ibid.*, XXIX-XXXI, 303 p., 27 pl., 1902-1904.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

227. — A. DE GROSSOUVRE. Note sur l'Oolithe inférieure du bord méridional du bassin de Paris. *Ibid.*, 3e sér., XIII, p. 355-411, 1885.

228. — ID. Études sur l'Etage Bathonien. *Ibid.*, 3e sér., XVI, p. 366-401, pl. III-IV, 3 fig., 1888.

229. — ID. Sur le Callovien de l'Ouest de la France et sur sa faune. *Ibid.*, 3e sér., XIX, p. 247-262, pl. IX, 1891.

230. — M. COSSMANN. Note sur les Gastropodes du gisement Bathonien de Saint-Gaultier (Indre). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XXVII, p. 543-586, pl. XIV-XVII, 1899.

230 *bis*. — ID. Seconde note sur les Mollusques du Bathonien de Saint-Gaultier (Indre). *Ibid.*, 3e sér., XXVIII, p. 165-203, 13 fig. (4 pl. ajoutées au tirage à part), 1900.

230 *ter*. — ID. Troisième note sur le Bathonien de Saint-Gaultier (Indre). *Ibid.*, 4e sér., VII, p. 225-253, 4 fig., pl. VII, VIII, 1907.

231. — HÉBERT et EUGÈNE-EUDES DESLONCHAMPS. Mémoire sur les fossiles de Montreuil-Bellay (Maine-et-Loire). *Bull. Soc. Linn. Norm.*, V, p. 153-240, pl. I-IX, 1860.

231 *bis*. — EUGÈNE DUMORTIER. Sur quelques gisements de l'Oxfordien inférieur de l'Ardèche. 1 br. in-8°, 85 p., 6 pl. Paris, 1871.

232. — ZURCHER. Note sur la zone à Ammonites Sowerbyi dans le S.O. du département du Var. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XIII, p. 9-11, 1884.

233. — H. DOUVILLÉ. Sur quelques fossiles de la zone à Amm. Sowerbyi des environs de Toulon. *Ibid.*, p. 12-44, 17 fig., pl. I-III, 1884.

234. — KILIAN. Sur le Bajocien du Var. *Ibid.*, 3e sér., XIX, p. 1175-1178, 1892.

235. — MICHALET. Le Bathonien des environs de Toulon et ses Échinides. *Ibid.*, 3e sér., XXIII, p. 50-75, 5 fig., 1895.

236. — P. LORY. Recherches sur le Jurassique moyen entre Grenoble et Gap. *Annales de l'Univers. de Grenoble*, XVII, p. 127-157, 1905.

237. — P. DE LORIOL et HANS SCHARDT. Étude paléontologique et stratigraphique des couches à Mytilus des Alpes Vaudoises. *Mém. Soc. Paléont. Suisse*, X, 140 p., 15 pl., 1883.

238. — J. OPPENHEIMER. Ueber den Dogger und Malm der exotischen Klippen am Vierwaldstätter See. *Mitteil. d. Geol. Ges. in Wien*, I, p. 486-503, 1898.

239. — EDMUND JÜSSEN. Beiträge zur Kenntniss der Klausschichten in den Nordalpen. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XL, p. 381-398, pl. II, 1890.

240. — EGBERT WILHELM RITTER V. HOCHSTETTER. Die Klippe von St. Veit bei Wien. *Ibid.*, XLVII, p. 95-156, 3 fig., pl. III, tableau, 1897.

241. — A. OPPEL. Ueber das Vorkommen von jurassischen Posidonomyen-Gesteinen in den Alpen. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, XV, p. 188-217, pl. V-VII, 1863.

242. — M. NEUMAYR. Ueber einige neue oder weniger bekannte Cephalopoden der Macrocephalen-Schichten. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XX, p. 147-156, pl. VII-IX, 1870.

243. — C. F. PARONA. Nuove osservazioni sopra la fauna e l'età degli strati con Posidonomya alpina nei Sette Comuni. *Palæontogr. Ital.*, I, p. 1-42, pl. I-II, 1895.

244. — ID. La fauna fossile (calloviana) di Acque Fredde sulla sponda Veronese del lago di Garda. *R. Accad. dei Lincei, ser. 4a, Mem. d. Cl. di Sc. fis., matem. e. nat.*, VII, p. 364-396, 1 pl., 1894.

245. — V. UHLIG. Ueber die Fauna des rothen Kellowaykalkes der penninischen Klippe Babierzówka bei Neumarkt, in West-Galizien. *Jabrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XXXI, p. 381-422, pl. VII-XI, 1881.

246. — V. POPOVICI-HATZEG. Étude géologique des environs de Campulung et de Sinaia (Roumanie). *Thèses Fac. Sc. Univers. Paris.* 1 vol. in-8°, 220 p., 21 fig., carte. Paris, 1898.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

246 *bis.* — Id. Les Céphalopodes du Jurassique moyen du Mont Strunga (massif de Bucegi, Roumanie). *Mém. Soc. Géol. Fr. Paléont.*, n° 35, 28 p., 11 fig., 6 pl., 1905.

247. — Joan Simionescu. Studii geologice si paleontologice din Carpaţii sudici. III. Fauna calloviana din Valea Lupului (Rucăr). *Acad. Româna. Publicat. fund. Vasilie Adamachi*, n° III, 42 p., 3 pl., 1899.

248. — Johann Kudernatsch. Die Ammoniten von Swinitza. *Abh. d. k. k. geol. Reichsanst*, I, 2, n° 1, 16 p., 4 pl., 1852.

249. — Louis Gentil et Paul Lemoine. Sur les gisements calloviens de la frontière marocaine. *C. R. A. F. A. S.*, Grenoble, 1904, p. 641-644, 1905.

250. — Karl Deninger. Die mesozoischen Formationen auf Sardinien. *Neues Jahrb. f. Miner.*, Beil.-Bd. XXIII, p. 435-473, pl. XIII-XV, 1907.

251. — Henri Jourdy. Observations dans l'Extrême-Sud tunisien, *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., VIII, p. 144-151, 8 fig., 1908.

252. — Henri Douvillé. Le Jurassique de l'Extrême-Sud tunisien. *Ibid.*, p. 152-154, 1908.

253. — Id. Examen des fossiles rapportés du Choa par M. Aubry. *Ibid.*, 3e sér., XIV, p. 223-241, pl. XII, 1886.

254. — Fritz Nœtling. Der Jura am Hermon. Eine geognostische Monographie. 1 vol. in-4°, 47 p., 7 pl. Stuttgart, 1887.

255. — S. Nikitin. Einige Bemerkungen über die Jura-Ablagerungen des Himalaya und Mittelasiens. *Neues Jahrb. f. Miner.*, 1889, II, p. 116-145.

256. — D. Strémooukhoff. Note sur le Phylloceras Zignodianum d'Orb. et le Lytoceras Adelæ d'Orb. des schistes de Balaclava. *Nouv. Mém. Soc. I. Nat. Moscou*, XV, p. 1-8, pl. I-II, 1895.

257. — Constantin de Vogdt. Le Jurassique à Soudak. *Guide des excurs. du VIIe Congr. géol. intern.*, XXXII, 8 p., 1 pl., 1897.

258. — Fritz Nœtling. The Fauna of the Kellaways of Mazár Drik. *Palæont. Indica*, ser. XVI, Baluchistan and N.-W. Frontier of India, I, 22 p., 13 pl., 1895.

259. — E. T. Newton and J. J. H. Teall. Notes on a collection of rocks and fossils from Franz Josef Land, made by the Jackson-Harmsworth Expedition during 1894-1896. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, LIII, p. 477-518, 4 fig., pl. XXXVII-XLI, 1897.

260. — J. F. Pompeckj. The Jurassic Fauna of Cap Flora, Franz Josef Land, with a geological sketch of Cap Flora and his neighbourhood. *The Norwegian North Polar Exped. 1893-1896, Scientific Results*, I, n° 2, 147 p., fig., 2 pl., 1900.

261. — A. G. Nathorst. Fossil Plants from Franz Josef Land. *Ibid.*, n° 3, 26 p., 1 pl., 1900.

262. — J. F. Pompeckj. Marines Mesozoicum von König-Karls-Land. *Öfvers. af K. Vetensk.-Akad. Förhandl.*, 1899, n° 5, p. 449-464.

263. — Bernhard Lundgren. Anmärkningar om några Jurafossil från Kap Stewart i Ost-Grönland. *Meddelser om Grönland*, XIX, p. 189-214, pl. III-V, 1895.

264. — Victor Madsen. On Jurassic Fossils from East Greenland. *Ibid.*, XXIX, 1, p. 157-210, pl. VI-X, 1 carte, 1904.

265. — F. B. Meek and F. V. Hayden. Palæontology of the Upper Missouri. Invertebrates, I. *Smithsonian Contrib. to Knowledge*, n° 172, IX + 135 p., 5 pl., 1864.

266. — W. N. Logan. A North American Epicontinental See of Jurassic Age. *Journ. of Geol.*, VIII, p. 241-273, 4 fig., 1900.

267. — J. F. Pompeckj. Jura-Fossilien aus Alaska. *Verh. d. kais. Russ. Miner. Ges.*, 2te Ser., XXXVIII, p. 239-278, pl. V-VII, 1900.

268. — A. Tornquist. Der Dogger am Espinazito-Pass nebst einer Zusammenstellung der jetzigen Kenntnisse von der argentinischen Juraformation. *Palæont. Abh.*, VIII, 2, p. 135-204, 2 fig., pl. XIV-XXIII, 1898.

269. — Id. Fragmente einer Oxfordfauna von Mtaru in Deutsch-Ostafrika,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

nach dem von Dr Stuhlmann gesammelten Material. *Jahrb. d. Hamburg. wiss. Anstalten*, X, 2, 27 p., 3 pl., 1893.

270. — G. C. Crick. On a collection of Jurassic Cephalopoda from Western Australia obtained by Harry Page Woodward... *Geol. Mag.*, dec. 4, I, p. 385-393, 433-441, pl. XII-XIII, 1894.

271. — Albert Oppel. Ueber Jurassische Cephalopoden. *Paläont. Milth.*, I, p. 127-266, pl. XL-LXXIV, 1862-1863.

272. — Id. Ueber die Zone des Ammonites transversarius. *Geogn.-paläont. Mitth.*, I, p. 203-318, tabl., 1866.

273. — W. Waagen. Versuch einer allgemeinen Classification der Schichten des oberen Jura. 1 br. in-8°, 31 p. München, 1865.

274. — David Ilovaisky. L'Oxfordien et le Séquanien des gouvernements de Moscou et de Riazan. *Bull. Soc. Impér. Natur. Moscou*, N. S. XVII, p. 222-292, pl. VIII-XII, 1903.

275. — A. Pavlow. Les Ammonites de la zone à Aspidoceras acanthicum de l'Est de la Russie. *Mém. Comité géol.*, II, 3, 91 p. (en russe avec résumé franç.), 10 pl., 1886.

276. — G. Lindström. Om Trias- och Juraförsteningar från Spetsbergen. *K. Svenska Vetensk. Akand. Handl.*, VI, 6, 20 p., 3 pl., 1865.

277. — Bernhard Lundgren. Bemerkungen über die von der schwedischen Expedition nach Spitsbergen 1882 gesammelten Jura- und Trias-Fossilien. *Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handl.*, VIII, 12, 21 p., 2 pl., 1883.

277 *bis*. — Wilhelm Haizmann. Der weisse Jura γ und δ in Schwaben. *Neues Jahrb. f. Miner.*, Beil.-Bd. XV, p. 473-561, 4 fig., pl. XIII-XIV, 1902.

278. — Casimir Mœsch. Der Aargauer Jura und die nördlichen Gebiete des Kantons Zürich, geologisch untersucht und beschrieben. *Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz*, IV, 319 p., 13 pl., 2 cartes, fig., 1867.

279. — Franz Josef und Leopold Würtenberger. Der Weisse Jura im Klettgau und angrenzenden Randgebirg. *Verh. d. naturwiss. Vereins in Carlsruhe*, II, p. 11-68, 1 tabl., 1866.

280. — P. de Loriol. Monographie paléontologique des couches de la zone à Ammonites tenuilobatus (Badener Schichten) de Baden (Argovie). *Mém. Soc. Pal. Suisse*, III-V, 200 p., 23 pl., 1876-1878.

281. — Id. Monographie paléontologique des couches de la zone à Ammonites tenuilobatus (Badener Schichten) d'Oberbuchsitten et de Wangen (Soleure). *Ibid.*, VII-VIII, 120 p., 14 pl., 1880-1881.

282. — Josef Oppenheimer. Der Malm der Schwedenschanze bei Brünn. *Beitr. z. Paläont. u. Geol. OEsterr. Ung.*, XX, p. 221-271, pl. XX-XXII, 1907.

283. — A. de Riaz. Description des Ammonites des couches à Peltoceras transversarium (Oxfordien supérieur) de Trept (Isère). 1 vol. in-fol., 69 p., 19 pl. Lyon, Genève, Bâle, Paris, 1898.

284. — E. Dumortier et F. Fontannes. Description des Ammonites de la zone à Ammonites tenuilobatus de Crussol (Ardèche) et de quelques autres fossiles jurassiques nouveaux ou peu connus. *Mém. de l'Acad. de Lyon*, XXI, p. 187-342, 19 pl., 1876.

285. — F. Fontannes. Description des Ammonites des calcaires du Château de Crussol, Ardèche (zones à Oppelia tenuilobata et Wagenia Beckeri). 1 vol. in-4°, 122 p., 13 pl. Lyon, 1879.

286. — Ernest Favre. Description des fossiles du terrain jurassique de la montagne des Voirons (Savoie). *Mém. Soc. Pal. Suisse*, II, 79 p., 7 pl., 1875.

287. — Id. Description des fossiles du terrain oxfordien des Alpes Fribourgeoises. *Ibid.*, III, 76 p., 7 pl., 1876.

288. — Id. La zone à Ammonites acanthicus dans les Alpes de la Suisse et de la Savoie. *Ibid.*, IV, 115 p., 9 pl., 1877.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

289. — Ernst Gallinek. Der obere Jura von Inowrazlaw in Posen. *Verh. d. Russ.-Kais. Miner. Ges. St.-Petersb.*, 2, XXXIII, p. 353-427, pl. I-III, 1895.

290. — Martin Schmidt. Ueber oberen Jura in Pommern. Beiträge zur Stratigraphie und Paläontologie. *Abh. d. k. Preuss. Geol. Landesanst.*, N. F., n° 41, 222 p., 10 pl., 1 carte, 1905.

291. — C. Struckmann. Der obere Jura der Umgegend von Hannover. Eine paläontologisch-geognostisch-statistische Darstellung. 1 vol. in-4°, 169 p., 8 pl. Hannover, 1878.

292. — Aug. Dollfus. Protogæa Gallica. La faune kimméridienne du cap de la Hève. Essai d'une revision paléontologique. 1 vol. in-4°, 102 p., 18 pl., 1863.

293. — Edm. Pellat. Le terrain jurassique moyen et supérieur du Bas-Boulonnais. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., VIII, p. 647-698, fig. 1882.

294. — P. de Loriol et E. Pellat. Monographie paléontologique et géologique des étages supérieurs de la formation jurassique de Boulogne-sur-Mer. *Mém. Soc. phys. et hist. nat. Genève*, XXIII, 2, p. 253-408; XXIV, 1, p. 1-326, 26 pl., 1873-1875.

295. — H. Douvillé. Note sur la partie moyenne du terrain jurassique dans le bassin de Paris et sur le terrain corallien en particulier. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., IX, p. 439-474, tableau, 1881.

296. — P. de Loriol, E. Royer et H. Tombeck. Description géologique et paléontologique des étages jurassiques supérieurs de la Haute-Marne. *Mém. Soc. Linn. Norm.*, XVI, 542 p., 26 pl., 1 tabl., 1872.

297. — P. de Loriol. Description des Mollusques et Brachiopodes des couches séquaniennes de Tonnerre (Yonne), accompagnée d'une étude stratigraphique par J. Lambert. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, XX, 213 p., 12 pl., 1893.

297 *bis*. — Peron. Les faunes successives du Jurassique supérieur des environs de Bourges. *C.R. A. F. A. S.*, Montauban, 1902, p. 497-518.

298. — Paul Lemoine et Camille Rouyer. L'étage Kimeridgien entre l'Aube et la Loire. *Bull. Soc. Sc. Hist. et Nat. de l'Yonne*, LVII, 2, p. 213-299, 9 fig., 1904.

299. — Ch. Contejean. Monographie de l'étage Kimméridien du Jura, de la France et de l'Angleterre. *Thèses Fac. Sc. Besançon.* 1 vol. in-8°, 314 p., 27 pl. Montbéliard, 1859. Additions et rectifications. 28 p. Montbéliard, 1869.

300. — L'abbé E. Bourgeat. Recherches sur les formations coralligènes du Jura méridional. *Thèses Fac. Sc. Paris.* 1 vol. in-8°, 188 p., 7 pl., 9 fig. Lille, 1887.

301. — Louis Rollier. Résumé des relations stratigraphiques et orographiques des facies du Malm dans le Jura. *Arch. des Sc. phys. et nat.*, 4e pér., III, p. 263-280, pl. VI-VIII, 1897.

301 *bis*. — P. de Loriol. Étude sur les Mollusques des couches coralligènes inférieures du Jura Bernois, accompagnées d'une notice stratigraphique par E. Koby. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, XVI-XVII, 174 p., 18 pl., 1889-1890.

301 *ter*. — Id. Étude sur les Mollusques du Rauracien inférieur du Jura Bernois, accompagnée d'une notice stratigraphique par E. Koby. *Ibid.*, XXI, 129 p., 10 pl., 1894.

302. — Paul Choffat. Description de la faune jurassique du Portugal. Classe des Céphalopodes. 1re sér. : Ammonites du Lusitanien de la contrée de Torres-Vedras. *Direct. des Trav. géol. du Portugal*, 82 p., 19 pl., 1893.

303. — M. Neumayr. Die Fauna der Schichten mit Aspidoceras acanthicum. *Abh. d. k. k. geol. Reichsanst.*, V, 6, p. 141-257, pl. XXXI-XLIII, 1873.

304. — Franz Toula. Die Acanthicus-Schichten im Randgebirge der Wiener Bucht bei Giesshübl (Mödling NW). *Ibid.*, XVI, 2, 120 p., 19 pl., fig., 1907.

305. — E. Nicolis e C. F. Parona. Note stratigrafiche e paleontologiche sul Giura superiore della provincia di Verona. *Boll. d. Soc. Geol. Ital.*, IV, p. 1-96, pl. III-IV, 1885.

305 *bis*. — Domenico Del Campana. Fossili del Giura superiore dei Sette

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Comuni. *Pubblicaz. d. R. Ist. di Studi sup. prat. e di perfez. in Firenze. Ser. di Sc. fis. e nat.*, XXVIII, 140 p., 7 pl., 1905.

306. — M. Canavari. La fauna degli strati con Aspidoceras acanthicum di Monte Serra presso Camerino. *Palaeontogr. Ital.*, II-IV, VI, IX, 105 p., 50 fig., 34 pl., 1896-1903 (en cours).

307. — Jules Welsch. Les terrains secondaires des environs de Tiaret et de Frenda (département d'Oran, Algérie). *Thèses Fac. Sc. Paris.* 1 vol. in-8°, 204 p., 25 fig., 1 pl., Lille, 1890.

308. — Louis Gentil et Paul Lemoine. Sur le Jurassique du Maroc occidental. *C.R. A.F.A.S.*, Cherbourg, 1905, p. 333-340, pl. IV-V, 1906.

309. — Edgar Dacqué. Beiträge zur Geologie des Somalilandes. II. Oberer Jura. *Beitr. z. Pal. Œsterr.-Ung.*, XVII, p. 119-159, pl. XIV-XVIII, 1905.

310. — R. Bullen Newton and G. C. Crick. On some Jurassic Mollusca from Arabia. *Ann. a. Mag. of Nat. Hist.*, 8, II, p. 1-29, pl. I-III, 1908.

311. — Lothar Krumbeck. Die Brachiopoden- und Molluskenfauna des Glandarienkalkes. *Ibid.*, XVIII, p. 65-162, pl. VIII-XIV, 1905.

311 *bis*. — Franz Toula. Der Jura im Balkan nördlich von Sofia. *Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Cl.*, CII, 1, p. 191-206, pl. I-II, 1893.

312. — Ioan Simionescu. Studii geologice și paleontologice din Dobrogea. I. Fauna cefalopodelor jurasice dela Hârșova. *Acad. Rom. Publicat. fundului Vasile Adamachi*, IV, n° XXI, p. 145-212, 9 pl., 42 fig., 1907.

313. — Alois v. Alth. Die Versteinerungen des Nizniower Kalksteines. *Beitr. z. Paläont. v. Œsterr.-Ung.*, I, p. 183-332, fig., pl. XVIII-XXIX, 1882.

313 *bis*. — Ch. Bogdanowitch. Notes sur la Géologie de l'Asie centrale. I. Description de quelques dépôts sédimentaires de la contrée transcaspienne et d'une partie de la Perse septentrionale. *Verh. d. k. russ. Miner. Ges.*, 2te Ser., XXVI, p. 1-192, 13 fig., pl. I-VIII, 1890.

314. — Carlos Burckhardt. La faune jurassique de Mazapil, avec un appendice sur les fossiles du Crétacique inférieur. *Bol. del. Inst. geol. di México*, n° 23, 216 p., 43 pl., 1906.

315. — Albert Oppel. Die tithonische Etage. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, XVII, p. 535-558, 1865.

316. — A. Pavlow et G. W. Lamplugh. Argiles de Speeton et leurs équivalents. *Bull. Soc. Imp. des Natur. Moscou*, N. S., V, p. 181-276, 455-570, pl. IV-XVIII, 1892.

317. — Alexis P. Pavlow. On the classification of the strata between the Kimeridgian and the Aptian. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, LIII, p. 542-554, pl. XXVII, 1896.

317 *bis*. — Id. Enchaînement des Aucelles et Aucellines du Crétacé russe. *Nouv. Mém. Soc. Imp. Natur. de Moscou*, XVII, 1, 93 p., 18 fig., 6 pl., 1907.

318. — S. Nikitin. Notiz über die Wolga-Ablagerungen. *Verh. d. k. russ. miner. Ges.*, 2, XXXIV, p. 171-184, 1897.

319. — Émile Haug. Portlandien, Tithonique et Volgien. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XXVI, p. 197-228, 1898.

320. — A. Michalski. Die Ammoniten der unteren Wolga-Stufe. *Mém. Comité géol.*, VIII, 2, 497 p., 13 pl., 1894.

321. — Id. Sur la présence du Wealdien et du Néocomien dans la partie nord-ouest de la Pologne. *Bull. Comité géol. St. Pétersb.*, XXII, p. 339-364, 1903.

322. — N. Bogoslowsky. Der Rjasan-Horizont, seine Fauna, seine stratigraphischen Beziehungen und sein wahrscheinliches Alter. *Mater. z. Geol. Russlands*, XVIII, p. 1-158, pl. I-VI, 1897.

323. — G. W. Lamplugh. On the Speeton Series in Yorkshire and Lincolnshire. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, LII, p. 179-218, fig., 3 tabl., 1896.

324. — C. Struckmann. Die Portland-Bildungen der Umgegend von Hannover. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, XXXIX, p. 32-67, pl. IV-VII, 1887.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

325. — Willi Koert. Geologische und paläontologische Untersuchung der Grenzschichten zwischen Jura und Kreide auf der Südwestseite des Selter. *Dissert. Göttingen.* 1 broch. in-8°, 58 p., fig. Göttingen, 1898.

326. — P. de Loriol et E. Pellat. Monographie paléontologique et géologique de l'étage Portlandien des environs de Boulogne-sur-Mer. *Mém. Soc. Phys. et d'Hist. Nat. de Genève*, XIX, p. 1-200, pl. I-XI, 1866.

327. — Munier-Chalmas et Edm. Pellat. Les falaises jurassiques du Boulonnais. *Livret-guide VIII^e Congr. géol. intern.*, IX, 2, 12 p., 1 pl., 1900.

328. — A. P. Pavlow. Comparaison du Portlandien de Russie avec celui du Boulonnais. *Congr. géol. inter. C. R. de la VIII^e sess., en France*, p. 347 348, 1900.

329. — P. de Loriol et G. Cotteau. Monographie paléontologique et géologique de l'étage portlandien du département de l'Yonne. 1 vol. in-4°, 260 p., 15 pl. Paris, 1868.

330. — Gustave Maillard. Invertébrés du Purbeckien du Jura. Monographie. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, XI, 159 p., 5 pl., 1884. Suppl. *Ibid.*, XII, 22 p., 1 pl., 1886.

331. — Ph. Glangeaud. Le Portlandien du bassin de l'Aquitaine. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° 62, X, p. 25-61, 1 pl., 1898.

332. — A. Toucas. Étude de la faune des couches tithoniques de l'Ardèche. *Bull. Soc. Géol. Fr*, 3^e sér., XVIII, p. 560-629, tabl., pl. XIII-XVIII, 1890.

333. — P. Lory. Sur les couches à Phylloceras Loryi des Alpes occidentales. *Ibid.*, 4^e sér., IV, p. 641-644, 1 fig., 1904.

334. — Ernest Favre. Description des fossiles des couches tithoniques des Alpes Fribourgeoises. *Mém. Soc. Paléont. Suisse*, VI, 75 p., 5 pl., 1880.

335. — Hermann Vetters. Die Fauna der Juraklippen zwischen Donau und Thaya. I. Die Tithonklippen von Niederfellabrunn. *Beitr. z. Pal. u. Geol OEsterr.-Ung.*, XVII, p. 225-259, pl. XXI-XXII, 1905.

336. — Theodor Schmierer. Das Altersverhältnis der Stufen ε und ζ des weissen Jura. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, LIV, p. 525-607, 14 fig., 1902.

337. — Max Schlosser und Georg Boehm. Die Fauna des Kelheimer Diceras-Kalkes. *Palæontographica*, XXVIII, p. 41-110, 141-212, pl. VIII-XIII, XXIII-XL, 1881.

338. — Johannes Walther. Die Fauna der Solnhofener Plattenkalke, bionomisch betrachtet. *Festschr. z. 70ten Geburtstage v. Ernst Haeckel*, p. 135-214, pl. VIII, 1904.

339. — L. Lortet. Les Reptiles fossiles du bassin du Rhône. *Archives du Muséum d'Hist. Nat. de Lyon*, V, 1, p 1-139, 10 fig., pl. I-XII, 1892.

340. — L. Pillet et E. de Fromentel. Description géologique et paléontologique de la colline de Lémenc sur Chambéry. 1 vol. in-8°, 193 p., atlas in-folio, 15 pl. Chambéry, 1875.

340 *bis*. — A. Gevrey. Note préliminaire sur le gisement tithonique d'Aizy-sur-Nogarey (Isère). *Bull. Soc. Statist. Isère*, 4^e sér., I, p. 49-55, 1892.

341. — W. Kilian et P. Lory. Notices géologiques sur divers points des Alpes françaises. *Trav. Labor. Géol. Fac. Sc. Univ. Gren.*, V, p. 557-635, 8 fig., 1900.

342. — W. Kilian et J. Révil. Contributions à la connaissance de la zone du Briançonnais. Série suprajurassique. *Annales de l'Univers. de Grenoble*, XV, p. 533-559, fig., 1903.

343. — Wilfried von Seidlitz. Geologische Untersuchungen im östlichen Rätikon. *Ber. naturf. Ges. zu Freib. i. B.*, XVI, p. 232-367, 20 fig., pl. VII-XI, 1906.

344. — K. A. Zittel, Georg Boehm, Gustave Cotteau, Wilhelm Mœricke, Maria M. Ogilvie, Oskar Zeise. Palæontologische Studien über die Grenzschichten der Jura- und Kreide-Formation im Gebiete der Karpathen, Alpen und Apenninen. *Palæont. Mitth. a. d. Museum d. k Bayer. Staates*, II, III, 681 + 353 p., 70 + 21 pl., 1868-1897.

345. — Georg Geyer. Ueber jurassische Ablagerungen auf dem Hochplateau des Todten Gebirges in Steiermark. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XXXIV, p. 335-366, fig., 1884.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

346. — GAETANO GIORGIO GEMMELLARO. Studî paleontologici sulla fauna del calcare a Terebratula janitor del Nord di Sicilia. 1 vol. gr. in-4°, 56 + 92 + 100 p., 12 + 15 + 13 pl. Palermo, 1868-1876.

347. — O. RETOWSKI. Die tithonischen Ablagerungen von Theodosia. Ein Beitrag zur Paläontologie der Krim. *Bull. Soc. Impér. Natur. Moscou*, N. S. VII, p. 206-301, pl. IX-XIV, 1894.

348. — J. LAHUSEN. Die Inoceramen-Schichten an dem Olenek und der Lena. *Mém. Acad. Imp. Sc. St-Pétersb.*, 7e sér., XXXIII, 7, 13 p., 2 pl., 1886.

349. — VICTOR UHLIG. Himalayan Fossils. The Fauna of the Spiti Shales. *Palæont. Indica*, ser. XV, IV, p. 1-132, pl. I-XVIII (en cours), 1903—.

350. — TIMOTHY WILLIAM STANTON. Contributions to the Cretaceous Paleontology of the Pacific Coast. The Fauna of the Knoxville Beds. *Bull. of the U. S. Geol. Surv.*, n° 133, 132 p., 20 pl., 1895.

351. — FRANCIS WHITTEMORE CRAGIN. Paleontology of the Malone Jurassic Formation of Texas, with stratigraphic notes... by T. W. STANTON. *Ibid.*, n° 266, 172 p., 29 pl., 1905.

352. — ANTONIO DEL CASTILLO y JOSE G. AGUILERA. Fauna fosil de la Sierra de Catorce. *Bol. Comis. geol. di Mexico*, n° 1, 55 p., 24 pl., 1895.

353. — J. FELIX. Versteinerungen aus der mexikanischen Jura- und Kreideformation. *Palæontographica*, XXXVII, p. 140-194, pl. XXII-XXX, 1891.

354. — WILLIS T. LEE. The Morrison shales of Southern Colorado and northern New Mexico. *Journ. of Geol.*, X, p. 36-58, 7 fig., 1902.

355. — ARNOLD E. ORTMANN. An examination of the arguments given by Neumayr for the existence of climatic zones in Jurassic times. *Amer. Journ. of Sc.*, 4th ser., I, p. 257-270, 1896.

355 *bis*. — W. GOTHAN. Die Frage der Klimadifferenzierung im Jura und in der Kreideformation im Lichte paläobotanischer Tatsachen. *Jahrb. d. K. Preuss. Geol. Landesanst.*, XXIX, II, p. 220-242, pl. XVI-XIX, 1898.

356. — EMILE HAUG. Caractères stratigraphiques des nappes des Alpes françaises et suisses. *C. R. Ac. Sc.*, CXLVIII, p. 1345-1347, 1909.

ID. Sur les racines des nappes supérieures des Alpes occidentales. *Ibid.*, p. 1427-1430.

ID. Sur les nappes des Alpes orientales et leurs racines. *Ibid.*, p. 1476-1478.

ID. Les géosynclinaux de la chaîne des Alpes pendant les temps secondaires. *Ibid.*, p. 1637-1639.

357. — H. KEIDEL. Ueber die Geologie einzelner Teile der argentinischen Anden. *Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien, math.-naturw. Kl.*, CXVII, I, p. 1327-1336, 1908.

358. — ANDREW C. LAWSON. The Cordilleran Mesozoic Revolution. *Journ. of Geol.*, I, p. 579-586, 1893.

359. — A. LAGORIO. Itinéraire géologique par le Kara-Dagh. Itinéraire géologique d'Alouchta à Sébastopol par Yalta, Bakhtchissaraï et Mangoup-Kalé. *Guide des excurs. du VIIe Congr. géol. intern.*, XXXI, XXIII, 14 + 28 p., 2 + 1 pl., 5 + 3 fig., 1897.

360. — H. W. TURNER. The age and succession of the igneous rocks of the Sierra Nevada. *Ibid.*, III, p. 385-414, 3 fig., pl. VII, 1895.

361. — W. LINDGREN. The Granitic Rocks of the Pyramid Peak District, Sierra Nevada, California. *Amer. Journ. of Science*, 4th ser., III, p. 301-314, 1 fig., 1897. V. aussi 0, 1-9, 22; I, 6; IV, 9; XII, 12; XIII, 25; XIV, 11; XXII, 9; XXXII, 33; XXXIV, 19, 41, 57, 74, 80; XXXV, 66, 70 *bis*, 76-77, 111, 128, 129, 141; XXXVI, 4, 52-55.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

CHAPITRE XXXVIII

PÉRIODE CRÉTACÉE

1° Caractères généraux : Caractères paléontologiques. — Principaux faciès. — Limite inférieure. — Subdivisions.
2° Répartition géographique et principaux types du groupe Éocrétacé : Europe septentrionale. — Bassin Anglo-Parisien et Jura. — Bassin du Rhône et Alpes occidentales. — Alpes suisses. — Alpes orientales. — Pourtour de la Méditerranée occidentale. — Europe orientale. — Asie et Australie. — Continent Nordatlantique. — Versant pacifique de l'Amérique. — Afrique orientale et Madagascar.
3° Répartition géographique et principaux types du groupe Mésocrétacé : Nord-Ouest de l'Europe. — Zone des plissements pyrénéens et alpins. — Europe orientale. — Pourtour de la Méditerranée occidentale. — Plateau désertique. — Chaînes de l'Asie méridionale. — Continent Australo-Indo-Malgache. — Géosynclinal circumpacifique. — Terres arctiques. — Type atlantique des deux Amériques. — Afrique équatoriale et australe.
4° Répartition géographique et principaux types du groupe Néocrétacé : Nord-Ouest de l'Europe. — Zone des plissements pyrénéens et alpins. — Europe orientale. — Pourtour de la Méditerranée occidentale. — Plateau désertique. — Chaînes de l'Asie méridionale et centrale. — Continent Australo-Indo-Malgache. — Géosynclinal circumpacifique. — Terres arctiques. — Type atlantique dans les deux Amériques. — Afrique équatoriale et australe.
5° Résultats généraux : Résultats paléogéographiques. — Provinces zoologiques et climats. — Mouvements orogéniques et épirogéniques. — Transgressions et régressions marines. — Phénomènes volcaniques et métamorphisme.

Dès le début du XIXe siècle, le terme de *terrain de Craie* (en allemand *Kreidegebirge*) était très généralement en usage pour désigner la partie supérieure de la série Secondaire. Il paraît avoir été employé pour la première fois sous sa forme actuelle de terrain ou de système *Crétacé* (*cretaceous* series) par Omalius d'Halloy en 1822. La forme *crétacique*, proposée par Renevier par raison d'uniformité, n'a pu prévaloir en France contre un long usage. La craie est cependant

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

loin d'être le sédiment prédominant dans l'ensemble que l'on désigne aujourd'hui sous le nom de Crétacé; elle ne joue un rôle important que dans la partie supérieure du système, et encore dans certaines régions seulement. Mais on pourrait adresser la même critique à tous les termes de la nomenclature qui rappellent un caractère lithologique.

1° CARACTÈRES GÉNÉRAUX

Caractères paléontologiques. — Le trait dominant de la flore crétacée est l'apparition brusque, dès le début de la période, des premières Angiospermes connues avec certitude. Les classes qui étaient prépondérantes au Jurassique jouent cependant un rôle non moins important, les formes de Cryptogames vasculaires et de Gymnospermes génériquement identiques aux formes actuelles devenant de plus en plus nombreuses [2, 2 *bis*].

Ainsi, on signale, parmi les Fougères, les genres *Gleichenia*, *Osmundia*, *Adiantum*, *Pteris*, *Asplenium*, *Aspidium*, *Acrostichum*, etc.

C'est au Crétacé qu'apparaissent les premières Hydroptéridées, avec les genres actuels *Salvinia* et *Marsilia*. *Krannera* se rattache peut-être aux Cordaïtées, dont il serait le dernier représentant.

Parmi les Cycadinées, les *Benneltitées* atteignent à peine la fin de la période. Les *Cycadées* et les *Zamiées* sont en légère diminution.

Les Conifères sont plus variés qu'au Jurassique; aux *Abiétinées* et aux *Araucariées* viennent s'ajouter des *Taxinées*, des *Taxodinées*, des *Cupressinées* assez nombreuses.

Les Monocotylédones, dont la présence au Jurassique n'est pas tout à fait certaine, sont représentées, au Crétacé, par des *Aroïdées*, des *Pandanées*, des *Palmiers*, des *Alismacées*, des *Liliacées*.

Les Dicotylédones débutent dès la base du système et elles deviennent de plus en plus abondantes à mesure que l'on s'élève dans la série. Ce sont principalement des *Amentacées* (*Populus*, *Salix*, *Betula*, *Fagus*, *Quercus*, *Juglans*, *Myrica*), des *Urticinées* (*Artocarpus*, *Ficus*, *Credneria*), des *Polycarpées* (*Laurus*, *Sassafras*, *Cinnamomum*, *Persea*), des *Æsculinées* (*Acer*), des *Frangulinées* (*Ilex*), des *Ombelliflores* (*Hedera*, *Cornus*), des *Saxifraginées* (*Liquidambar*, *Platanus*), des *Myrtiflores* (*Eucalyptus*, *Leptospermum*), auxquelles viennent se joindre déjà de rares Gamopétales (*Nerium*, *Viburnum*). La plupart des genres ont pu être identifiés à des types actuels, certains genres spéciaux au Crétacé sont de position systématique douteuse.

Les Invertébrés de l'époque Crétacée se répartissent de la manière suivante [3-4] :

PROTOZOAIRES

Foraminifères : mêmes familles qu'au Jurassique, avec les mêmes genres, auxquels viennent s'ajouter, parmi les *Peneroplidæ*, *Dicyclina*, *Bræckina*, *Præsorites*, *Mæandropsina*, *Fallotia*, *Orbitolina*, *Alveolina;* parmi les *Nummulitidæ*, les genres *Operculina*, *Omphalocyclus* et *Orbitoides* [5, 6].

Radiolaires : genres nombreux de *Spumellaria* et de *Nasselaria*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

SPONGIAIRES

a) SILICISPONGIÆ.

MONACTINELLIDA et TETRACTINELLIDA (spicules isolés).

LITHISTIDA : *Tetracladina* (*Callopegma*, *Phymatella*, *Siphonia*, *Hallirhoa*, *Jerea*, *Turonia*, *Rhagadinia*), *Megamorina* (*Doryderma*, *Carterella*, *Isorhaphinia*), *Rhizomorina* (*Jereica*, *Chenendopora*, *Verruculina*, *Amphithellon*).

HEXACTINELLIDA : *Dictyonina* (*Cralicularia*, *Leptophragma*, *Coscinopora*, *Ventriculites*, *Cœloptychium*, *Plocoscyphia*, *Becksia*, *Camerospongia*, *Cystispongia*).

b) CALCISPONGIÆ.

PHARETRONES (*Peronidella*, *Corynella*, *Oculospongia*, *Elasmostoma*, *Pachytilodia*).

SYCONES (*Thalamopora*, *Barroisia*).

CŒLENTÉRÉS

a) ANTHOZOAIRES.

HEXACORALLIAIRES : *Amphiastræidæ* (*Rhipidogyra*, *Phytogyra*, *Pachygyra*, *Barysmilia*), *Stylinidæ*, *Astræidæ* (*Rhizangia*, *Latusastræa*, *Heliastræa*, *Isastræa*, *Goniastræa*, *Hymenophyllia*, *Leptoria*, *Diploria*, *Aspidiscus*), *Fungidæ* (*Microseris*, *Asteroseris*, *Cycloseris*, *Trochoseris*, *Cyathoseris*, *Cyclolites*, *Leptophyllia*, *Latimæandra*, *Thamnastræa*), *Eupsammidæ* (*Haplaræa*, *Eupsammia*, *Stephanophyllia*), *Turbinolidæ* (*Sphenotrochus*, *Trochocyathus*, *Thecocyathus*, *Caryophyllia*, *Trochosmilia*, *Cœlosmilia*, *Placosmilia*, *Diploctenium*, *Parasmilia*), *Stylophoridæ* (*Astrocœnia*), *Madreporidæ* (*Koninckina*, *Actinacis*), *Poritidæ* (*Porites*).

ALCYONAIRES : *Pennatulidæ* (*Pavonaria*, *Pennatulites*, *Glyptosceptron*), *Gorgonidæ* (*Isis*, *Moltkia*, *Corallium*), *Helioporidæ* (*Heliopora*, *Polytremacis*).

b) HYDROZOAIRES.

HYDRACTINIES : *Hydractinia*, *Ellipsactinia*, *Parkeria*, *Porosphæra*.

STROMATOPORIDÉS : *Stromatopora* (?), *Actinostromaria*, *Neostroma*.

ACALÈPHES : *Atolla*.

ÉCHINODERMES

CRINOÏDES : *Marsupites* (fig. 345), *Uintacrinus* (fig. 346), *Apiocrinus*, *Millericrinus*, *Bourgueticrinus*, *Mesocrinus*, *Eugeniacrinus*, *Cyathidium*, *Pentacrinus*, *Balanocrinus*, *Antedon*, *Eudiocrinus*, *Actinometra*, *Thiolliericrinus*.

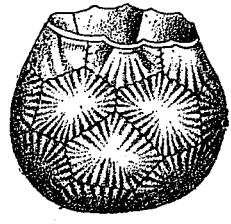


Fig. 345. — *Marsupites ornatus*, d'après BRONN).
Santonien inférieur, Angleterre.

OPHIUROÏDÉS : *Geocoma*, *Ophioglypha*.

ASTÉROÏDÉS : *Goniaster*, *Metopaster*, *Mitraster*, *Pentaceros*, *Rhopia*.

ÉCHINOÏDÉS [3] : *Archæocidaridæ* (*Tetracidaris*), *Cidaridæ* (*Cidaris*, *Rhabdocidaris*, *Liocidaris*, *Orthocidaris*, *Temnocidaris*), *Echinothuridæ* (*Echinothuria*), *Salenidæ* (*Peltastes*, *Salenia*, *Goniophorus*, *Heterosalenia*, *Acrosalenia*), *Hemicidaridæ* (*Hemicidaris*, *Pseudocidaris*, *Acrocidaris*, *Goniopygus*), *Diademalidæ* (*Pseudodiadema*, *Magnosia*, *Cottaldia*, *Heterodiadema*, *Hemipedina*, *Codiopsis*, *Orthopsis*, *Codechinus*), *Cyphosomatidæ* (*Cyphosoma*, *Micropsis*, *Cœlopleurus*, *Glyphocyphus*), *Echinidæ* (*Micropedina*, *Stomechinus*, *Glyptechinus*), *Discoididæ* (*Holectypus*, *Discoidea*, *Echinoconus*, *Pygaster*), *Fibulariidæ* (*Fibularia*, *Echinocyamus*), *Dysasteridæ* (*Collyrites*, *Dysaster*, *Metaporhinus*), *Echinolampadidæ* (*Caratomus*, *Bothryopygus*, *Cassidulus*, *Pygorhynchus*), *Clypeidæ* (*Pyrina*, *Pygaulus*, *Pygurus*, *Catopygus*), *Nucleolitidæ* (*Echinobrissus*), *Ananchytidæ* (*Holaster*, *Ananchytes* [fig. 395], *Stenonia*, *Offaster*, *Cardiaster*, *Coraster*, *Stegaster*, *Infulaster*, *Hagenowia*, *Hemipneustes*), *Spatangidæ* (*Toxaster*, *Enallaster*, *Heteraster*, *Hypsaster*, *Epiaster*, *Micraster*, *Isopneustes*, *Isaster*, *Cyclaster*, *Adelaster*, *Hemiaster*).

VERMIDIENS

a) BRYOZOAIRES [3].

CYCLOSTOMES : *Diastoporidæ* (*Stomatopora*, *Berenicea*, *Discosparsa*, *Diastopora*, *Bidiastopora*), *Idmoneidæ* (*Idmonea*, *Bisidmonea*, *Filisparsa*, *Filicavea*, *Hornera*, *Reticulipora*, *Retecava*, *Bicrisina*), *Entalophoridæ* (*Entalophora*, *Spiropora*, *Peripora*), *Fasciporidæ* (*Fascipora*, *Semifascipora*), *Fascigeridæ* (*Filifascigera*, *Reptofascigera*, *Theonora*, *Fasciculipora*, *Frondipora*, *Unicystis*; *Truncatula*, *Desmeopora*, *Cyrtopora*, *Plethopora*), *Lichenoporidæ* (*Discocytis*, *Aspendesa*, *Lichenopora*, *Stellocavea*), *Cerioporidæ* (*Geriopora*, *Heteropora*, *Heteroporella*, *Neuropora*, *Acanthopora*), *Ceidæ*, *Meliceritidæ*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

CHILOSTOMES : *Eucrateidæ*, *Cellulariidæ*, *Cellariidæ*, *Selenariidæ* (*Lunulites*, *Stichopora*, *Selenaria*), *Onychocellidæ* (*Onychocella*, *Vibracella*), *Membraniporidæ*, *Cribrilinidæ* (*Membraniporella*, *Cribrilina*), *Microporidæ*, *Microporellidæ*, *Porinidæ*, *Escharidæ* (*Lepralia*, *Schizoporella*).

b) BRACHIOPODES.

INARTICULÉS : *Lingula*, *Orbiculoidea*, *Discinisca*, *Crania*, *Ancistrocrania*.

ARTICULÉS : *Thecideidæ* (*Thecidea*, *Lacazella*), *Rhynchonellidæ* (*Rhynchonella*, *Acanthothyris*), *Terebratulidæ* (*Terebratula*, *Pygope*, *Terebratulina*), *Terebratellidæ* (*Muehlfeldtia*, *Dallina*, *Kingena*, *Lyra*, *Trigonosemus*, *Zeilleria*, *Aulacothyris*, *Magas*, *Terebratella*, *Peregrinella*, *Rhynchora*, *Rhynchorina*), *Megathyridæ* (*Cistella*, *Megathyris*).

MOLLUSQUES

a) LAMELLIBRANCHES [3 *bis*, 4].

TAXODONTES : *Nuculidæ* (*Nucula*, *Acila*), *Ledidæ* (*Leda*, *Yoldia*), *Arcidæ* (*Beushausenia*, *Cucullæa*, *Arca*, *Isoarca*), *Pectunculidæ* (*Limopsis*, *Pectunculus*).

ANISOMYAIRES : *Pinnidæ* (*Pinna*, *Pinnigena*), *Pernidæ* (*Gervilleia*, *Perna*, *Inoceramus*, *Aucella*, *Aucellina*, *Paraucellina*), *Aviculidæ* (*Avicula*, *Oxytoma*), *Mytilidæ* (*Myoconcha*, *Mytilus*, *Modiola*, *Lithodomus*), *Pectinidæ* (*Pecten*, *Chlamys*, *Camptonectes*, *Entolium*, *Pseudamussium*, *Amussium*, *Neithea*, *Hinnites*), *Spondylidæ* (*Plicatula*, *Spondylus*), *Limidæ* (*Lima*), *Anomiidæ* (*Anomia*), *Ostreidæ* (*Ostrea*, *Alectryonia*, *Pycnodonta*, *Exogyra*), *Vulsellidæ* (*Naiadina*, *Pseudoheligmus*, *Heligmopsis*, *Vulsellopsis*, *Chalmasia*, *Vulsella*).

SCHIZODONTES : *Trigoniidæ* (*Trigonia*), *Unionidæ* (*Unio*), *Mutelidæ* (*Spatha*).

EULAMELLIBRANCHES : *Cyprinidæ* (*Veniella*, *Venilicardia*, *Roudairia*, *Cicatrea*, *Isocardia*, *Cypricardia*), *Cyrenidæ* (*Cyrena*, *Sphærium*), *Astartidæ* (*Astarte*, *Eriphyla*, *Opis*), *Crassatellidæ* (*Crassatella*), *Cardilidæ* (*Venericardia*, *Cardita*), *Lucinidæ* (*Unicardium*, *Sphæra*, *Corbis*, *Lucina*, *Tancredia*), *Cardiidæ* (*Cardium*, *Protocardia*), *Veneridæ* (*Cyprimeria*, *Dosinia*, *Ptychomya*, *Venus*, *Cytherea*, *Tapes*), *Tellinidæ* (*Tellina*), *Solenidæ* (*Solecurtus*), *Mactridæ* (*Mactra*), *Myidæ* (*Corbula*), *Anatinidæ* (*Anatina*, *Thracia*, *Liopistha*, *Neæra*), *Pholadomyidæ* (*Pleuromya*, *Homomya*, *Goniomya*, *Mactromya*, *Panopæa*, *Pholadomya*, *Myopholas*), *Gastrochænidæ* (*Gastrochæna*), *Clavagellidæ* (*Clavagella*), *Pholadidæ* (*Pholas*), *Teredinidæ* (*Teredo*).

PACHYODONTES : *Diceratidæ* (*Matheronia*, *Requienia*, *Toucasia*, *Apricardia*, *Bayleia*), *Chamidæ* (*Chama*), *Gyropleuridæ* (*Valletia*, *Gyropleura*, *Horiopleura*, *Ethra*, *Pachytraga*, *Sellæa*, *Præcaprina*, *Caprina*, *Schiosia*, *Offneria*, *Caprinula*, *Plagioptychus*), *Monopleuridæ* (*Monopleura*, *Rousselia*, *Agria*, *Ichthyosarcolithes*, *Polyconites*, *Caprotina*), *Hippuritidæ* (*Hippurites*: *Orbignya*, *Vaccinites*) [7, 8], *Radiolitidæ* (*Agria*, *Præradiolites*, *Sphærulites*, *Radiolites*, *Biradiolites*, *Sauvagesia*) [9].

b) GASTÉROPODES [3 *bis*, 4].

DIOTOCARDES : *Pleurotomariidæ*, *Fissurellidæ*, *Haliotidæ*, *Euomphalidæ*, *Stomatiidæ*, *Trochidæ*, *Phasianellidæ*, *Neritidæ*.

HÉTÉROCARDES : *Patellidæ*.

MONOTOCARDES : *Paludinidæ*, *Ampullariidæ*, *Littorinidæ*, *Bithyniidæ*, *Cyclostomidæ*, *Hydrobiidæ*, *Rissoidæ*, *Valvatidæ*, *Capulidæ*, *Pseudomelaniidæ*, *Melaniidæ*, *Neritinidæ*, *Actæonidæ*, *Bullidæ*, *Cerithidæ*, *Chenopidæ*, *Strombidæ*, *Turritellidæ*, *Vermetidæ*, *Xenophoridæ*, *Naticidæ*, *Cypræidæ*, *Solariidæ*, *Scalariidæ*, *Pyramidellidæ*, *Eulimidæ*, *Cassididæ*, *Tritonidæ*, *Fusidæ*, *Buccinidæ*, *Purpuridæ*, *Muricidæ*, *Cancellariidæ*, *Volutidæ*, *Olividæ*, *Pleurotomidæ*, *Terebridæ*, *Conidæ*.

PULMONÉS : *Helicidæ*, *Limacidæ*, *Testacellidæ*, *Pupidæ*, *Limneidæ*, *Physidæ*.

PTÉROPODES : *Cavolinidæ*.

d) CÉPHALOPODES [3, 4, 11, 11 *bis*, 12, 38].

NAUTILOÏDÉS : *Nautilidæ* (*Hercoglossa*, *Cænoceras*, *Cymatoceras*).

AMMONOÏDÉS : *Phylloceratidæ* (*Phylloceras*), *Lytoceratidæ* (*Lytoceras*, *Pictetia*, *Tetragonites*, *Kossmatella*, *Jaubertella*, *Gaudryceras*, *Pseudophyllites*, *Costidiscus-Macroscaphites*, *Hamulina*, *Ptychoceras*), *Oppeliidæ* (*Oppelia*, *Streblites*, *Forbesiceras*), *Lissoceratidæ* (*Lissoceras*), *Pulchelliidæ* (*Pulchellia*, *Garnieria*), *Perisphinctidæ* (*Perisphinctes*, *Simoceras*), *Aspidoceratidæ* (*Aspidoceras*), *Cosmoceratidæ* (*Leptoceras*), *Desmoceratidæ* (*Desmoceras*, *Silesites*, *Puzosia*, *Brahmaites*, *Hauericeras*, *Holcodiscus*, *Kossmaticeras*, *Pachydiscus*, *Parapachydiscus*), *Holcostephanidæ* (*Spiticeras*, *Holcostephanus*, *Polyptychites*, *Simbirskites*, *Saynoceras*), *Hoplitidæ* (*Berriasella*, *Neocomites*, *Acanthodiscus*, *Leopoldia*, *Crioceras*, *Ancyloceras*, *Heteroceras*, *Bochianites*; *Parahoplites*, *Brancoceras*, *Douvilleiceras*, *Mortoniceras*; *Hoplites*, *Schlœnbachia*: *Placenticeras*, *Engonoceras*, *Neolobites*, *Flickia*; *Sonneratia*, *Stoliczkaia*, *Neoptychites*,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Scaphites), *Acanthoceratidæ* (*Acanthoceras*, *Acompsoceras*, *Mammites*, *Pseudaspidoceras*, *Peroniceras*, *Prionotropis*, *Tunesites*, *Fagesia*, *Vascoceras*, *Thomasites*, *Pseudotissotia*, *Choffaticeras*, *Hemitissotia*; *Barroisiceras*, *Tissotia*, *Heterotissotia*; *Sphenodiscus*; *Hamites*, *Anisoceras*, *Turrilites*, *Bostrychoceras*, *Baculites*).

OCTOPODES : *Calais*.

BÉLEMNOÏDÉS : *Belemnitidæ* (*Belemnopsis*, *Pseudobelus*, *Duvalia*, *Cylindroteuthis*, *Belemnitella*, *Actinocamax*), *Belemnoteuthidæ* (*Belemnoteuthis*), *Chondrophoridæ* (*Phylloteuthis*, *Plesioteuthis*).

ARTHROPODES

CRUSTACÉS.

CIRRIPÈDES : *Loricula*, *Pollicipes*, *Scalpellum*, *Verruca*.

OSTRACODES : *Cytherella*, *Cythere*, *Cytheridea*, *Cypridea*, *Bairdia*, *Macrocypris*.

ISOPODES : *Palæga*.

STOMATOPODES : *Squilla*.

DÉCAPODES. Macroures : *Pseudocrangon*, *Hoplophorus*, *Eryon*, *Palinurus*, *Podocrates*, *Eurycarpus*, *Glyphæa*, *Meyeria*, *Encoploclytia*, *Nymphæops*, *Hoploparia*, *Oncoparia*, *Palæastacus*, *Callianassa*.

Anomoures : *Galathea*.

Brachyoures : *Prosopon*, *Dromiopsis*, *Binkhorstia*, *Polycnemidium*, *Palæocorystes*, *Eucorystes*, *Necrocarcinus*, *Leucosia*, *Palæocarpilius*.

MYRIAPODES : *Iulopsis*.

INSECTES : *Orthoptères*, *Neuroptères*, *Hémiptères*, *Coléoptères*, *Diptères*, *Hyménoptères*.

VERTÉBRÉS

POISSONS.

SÉLACIENS : *Diplospondyli* (*Notidanus*), *Cyclospondyli* (*Centrophorus*, *Acanthias*), *Asterospondyli* (*Acrodus*, *Synechodus*, *Cestracion*, *Scyllium*, *Mesiteia*, *Scapanorhynchus*, *Odontaspis*, *Otodus*, *Lamna*, *Oxyrhina*, *Corax*, *Carcharodon*), *Tectospondyli* (*Squatina*, *Pristiophorus*, *Sclerorhynchus*, *Platyspondylus*, *Rhinobatus*, *Cyclobatus*, *Raja*, *Ptychodus*), *Holocephali* (*Ischyodus*, *Edaphodon*, *Elasmodectes*, *Elasmodus*, *Callorhynchus*).

DIPNEUSTES : *Sirenoidei* (*Ceratodus*).

GANOÏDES : *Cœlacanthidæ* (*Macropoma*), *Lepidostei* (*Lepidotus*, *Macropistius*, *Notagogus*, *Petalopteryx*, *Gyrodus*, *Mesodon*, *Stemmatodus*, *Cœlodus*, *Anomœodus*, *Palæobalistum*, *Belonostomus*); *Amioidei* (*Protosphyræna*, *Megalurus*, *Oxygonus*, *Oligopleurus*, *Œnoscopus*, *Spathiurus*).

TÉLÉOSTÉENS. Physostomes : *Leptolepidæ* (*Leptolepis*), *Elopidæ* (*Elopopsis*, *Osmeroides*, *Thrissopater*, *Rhacolepis*); *Albulidæ* (*Isticus*), *Ichthyodectidæ* (*Portheus*, *Ichthyodectes*, *Gillicus*, *Spathodactylus*), *Saurodontidæ* (*Saurocephalus*, *Saurodon*), *Clupeidæ* (*Diplomistus*, *Scombroclupea*), *Osteoglossidæ* (*Plethodus*, *Anogmius*), *Halosauridæ* (*Echidnocephalus*), *Dercetidæ* (*Dercetis*, *Leptotrachelus*, *Pelargorhynchus*, *Stratodus*), *Enchodontidæ* (*Enchodus*, *Euryopholis*, *Cimolichthys*, *Prionolepis*, *Leptecodon*, *Halec*, *Empo*), *Scopelidæ* (*Sardinioides*, *Sardinius*, *Leptosomus*, *Opisthopteryx*, *Rhinellus*), *Gonorhynchidæ* (*Charitosomus*), *Cheirotricidæ* (*Cheirothrix*), *Murænidæ* (*Urenchelys*).

Physoclystes : *Berycidæ* (*Hoplopteryx*, *Sphenocephalus*, *Pycnosterinx*), *Sparidæ* (*Stephanodus*).

AMPHIBIENS.

URODÈLES (*Hylæobatrachus*).

REPTILES.

RHYNCHOCÉPHALES : *Champsosauridæ* (*Champsosaurus*).

SAUROPTÉRYGIENS : *Plesiosauridæ* (*Cimoliosaurus*, *Elasmosaurus*, *Dolichorhynchus*, *Polyptychodon*).

ICHTHYOPTÉRYGIENS : *Ichthyosauridæ* (*Ichthyosaurus*, *Ophthalmosaurus*).

CROCODILIENS : *Mesosuchia* (*Pholidosaurus*, *Hylæochampsa*, *Goniopholis*, *Bernissartia*), *Eusuchia* (*Thoracosaurus*, *Holops*, *Bottosaurus*, *Crocodilus*).

CHÉLONIENS : *Cryptodira* (*Protostega*, *Archelon*, *Protosphargis*, *Osteopygis*, *Lytoloma*, *Argillochelys*, *Chelone*, *Pelobatochelys*, *Chitracephalus*, *Tretosternum*, *Toxochelys*, *Portochelys*, *Adocus*), *Amphichelydia* (*Baëna*).

DINOSAURIENS : *Theropoda* (*Megalosaurus*, *Lælaps*, *Cœlurus*, *Thecospondylus*, *Calamospondylus*), *Sauropoda* (*Pleurocœlus*, *Ornithopsis*, *Titanosaurus*, *Argyrosaurus*), *Orthopoda* (*Camptosaurus*, *Hypsilophodon*, *Iguanodon*, *Trachodon*, *Claosaurus*, *Limnosaurus*, *Polacanthus*, *Triceratops*, *Ceratops*, *Sterrholophus*, *Torosaurus*).

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

PTÉROSAURIENS : *Pterodactylidæ* (*Nyctodactylus*), *Ornithocheiridæ* (*Pteranodon*, *Ornithocheirus*).

LÉPIDOSAURIENS : Dolichosauria (*Dolichosaurus*, *Acteosaurus*, *Adriosaurus*, *Aigialosaurus*, *Carsosaurus*, *Pontosaurus*, *Mesoleptos*).

Pythonomorpha : *Mosasauridæ* (*Tylosaurus*, *Hainosaurus*, *Platecarpus*, *Holosaurus*, *Plioplatecarpus*, *Prognathosaurus*, *Brachysaurus*, *Phosphorosaurus*, *Taniwhasaurus*, *Clidastes*, *Mosasaurus*).

OISEAUX.

ORNITHURÆ : *Odontolcæ* (*Hesperornis*, *Enaliornis*, *Baptornis*), *Odontotormæ* (*Ichthyornis*).

MAMMIFÈRES.

ALLOTHÉRIENS : *Tuberculati* (*Pediomys*, *Didelphops*, *Cimolestes*), *Plagiaulacidæ* (*Ptilodus*, *Meniscoessus*).

Si maintenant nous cherchons à résumer les caractères généraux de la faune crétacée, nous constatons tout d'abord la présence d'un certain nombre de genres qui lui sont spéciaux. Nous en citerons quelques-uns à titre d'exemple et en laissant de côté ceux qui appartiennent à des familles ou à des ordres entiers, exclusivement crétacés, de même que ceux qui sont localisés dans un étage unique. Parmi les Foraminifères, *Orbitolina*, *Orbitoides*; parmi les Spongiaires, *Siphonia*, *Jerea*, *Verruculina*, *Coscinopora*, *Ventriculites*, *Plocoscyphia*, *Elasmostoma;* parmi les Zoanthaires, *Aspidiscus*, *Cœlosmilia*, *Barysmilia*, *Microseris*, *Microbacia;* parmi les Échinides, *Heterodiadema*, *Codiopsis*, *Discoidea*, *Echinoconus*, *Pygaulus*, *Ananchytes*, *Micraster;* parmi les Céphalopodes, *Belemnitella;* parmi les Poissons, *Ptychodus*.

Plusieurs familles, quelques sous-ordres et un petit nombre d'ordres sont exclusivement cantonnés dans le Crétacé. Il convient de mentionner en première ligne, parmi les Lamellibranches, les Rudistes proprement dits, c'est-à-dire ceux qui appartiennent à la série inverse. Ils apparaissent dans les premières couches crétacées et leurs derniers restes se rencontrent dans les couches les plus élevées du système. Parmi les *Ammonoidæ*, les *Desmoceratidæ* et les *Acanthoceratidæ* sont seuls localisés dans le Crétacé. Plusieurs familles de Poissons sont spéciales à la période qui nous occupe : les *Ichthyodectidæ*, les *Saurodontidæ*, les *Dercetidæ*, les *Enchodontidæ*. Leurs représentants sont pour la plupart des carnivores de grande taille. Parmi les Reptiles, les *Mosasauriens*, qui constituent à eux seuls le sous-ordre des Pythonomorphes, sont étroitement cantonnés dans le Crétacé supérieur. Ce sont des êtres marins, dont l'aspect extérieur rappelle les Cétacés actuels. Enfin, les Oiseaux à dents du Crétacé constituent un ordre, les *Ornithuræ*, qui n'a pas de représentants dans les autres terrains.

Plusieurs genres et plusieurs familles atteignent au Crétacé le maximum de leur développement. On peut citer par exemple les

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

genres *Cyclolites*, *Thecidea*, *Inoceramus*, *Neithea*, *Ostrea*, *Trigonia*, les familles des *Craniidæ*, des *Actæonidæ*, des *Hoplitidæ*, puis, parmi les Dinosauriens, les deux sous-ordres des *Theropoda* et des *Orthopoda*.

Le nombre des types archaïques est extrêmement restreint. Parmi ceux qui avaient encore des représentants au Jurassique, les Stromatoporidés ont seuls survécu. En revanche, nous voyons reparaître des types paléozoïques, qui n'ont laissé aucune trace de leur existence dans les terrains triasiques et jurassiques. Le genre *Tetracidaris*, de l'Éocrétacé du Midi de la France, est le seul Échinide mésozoïque qui possède quatre rangées de plaques interambulacraires; il rappelle à cet égard les *Archæocidaris* du Carbonifère. Les genres *Marsupites* (fig. 345) et *Uintacrinus* (fig. 346), du Néocrétacé d'Europe et d'Amérique, sont des Crinoïdes du groupe des *Flexibilia*, dont tous les autres représentants sont paléozoïques. Ce sont là des récurrences qui montrent combien nos connaissances des faunes anciennes sont encore fragmentaires.

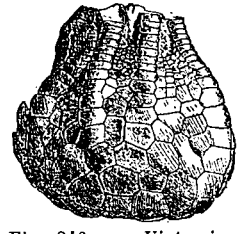


Fig. 346. — *Uintacrinus westphalicus* (d'après C. Schlüter).
Santonien inférieur, Westphalie.

D'autre part, nous enregistrons la première apparition, au Crétacé, d'un certain nombre de groupes du règne animal qui comptent parmi les éléments les plus caractéristiques des faunes tertiaires et de la faune actuelle. Il y a lieu de citer, parmi les Alcyonaires, les familles des *Pennatulidæ*, des *Gorgonidæ*, des *Helioporidæ;* parmi les Échinides, les *Fibularidæ*, les *Echinolampadidæ*, les *Ananchytidæ*, les *Spatangidæ;* parmi les Lamellibranches, les *Crassatellidæ*, les *Mactridæ*, les *Clavagellidæ*, etc.; parmi les Gastéropodes, les *Solariidæ*, les *Cyclostomidæ*, les *Ampullariidæ*, les *Melaniidæ* et de nombreuses familles de Siphonostomes. Nombreuses sont également les familles de Poissons osseux dont l'apparition remonte au Crétacé. Enfin, c'est dans l'Éocrétacé de Bernissart, en Belgique, qu'ont été trouvés les plus anciens restes connus de l'ordre des Urodèles (*Hylæobatrachus*).

Principaux faciès. — Si les *formations continentales* proprement dites sont à peu près inconnues dans les terrains crétacés d'Europe, il n'en est pas tout à fait de même dans l'Amérique du Nord, où les *couches du Potomac* du bord atlantique constituent un équivalent continental de l'Éocrétacé, tandis que les *couches de Laramie* du

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Centre représentent, avec un faciès analogue, le terme le plus élevé du système. Dans l'un et l'autre cas, on est en présence de conglomérats, de sables ou de grès et d'argiles, formés au détriment de matériaux arrachés par des actions torrentielles à des chaînes de montagnes qui existaient dans le voisinage, puis déposés par des cours d'eau ou dans des lacs. Les débris végétaux sont abondants dans les couches du Potomac, mais seules les couches de Laramie renferment des lits importants de lignites. On y rencontre aussi des Mollusques d'eau douce et des Reptiles terrestres.

Les *formations lagunaires* prennent un grand développement en Europe, dans les étages supérieurs. Ce sont des argiles bariolées, quelquefois gypsifères, et des couches marneuses avec lignites. La faune comprend surtout des Mollusques adaptés aux eaux saumâtres, tels que les *Melanopsis* et les *Glauconia*, ou aux eaux douces, tels que les Cyrènes.

La plupart des formations d'eau douce que l'on rencontre dans le Crétacé d'Europe à l'état d'intercalations dans des séries marines sont des formations dites d'estuaire, quoique, dans bien des cas, elles doivent leur origine à des deltas. Quoi qu'il en soit, la dessalure des eaux est due à des cours d'eau. Dans ces dépôts, des Mollusques marins euryhalins sont associés à des Mollusques d'eau douce.

Les véritables *formations littorales* sont rarement conservées; on ne peut pas toujours les distinguer des *formations néritiques*, qui jouent, dans les terrains crétacés, un rôle capital.

Les formations détritiques de la zone néritique comprennent surtout des grès, de composition et d'aspect très variés. Citons comme exemple les grès du Maine, à Trigonies, les grès d'Uchaux, à fossiles silicifiés, le *Quadersandstein* de Saxe, les grès glauconieux, très développés surtout dans le Crétacé moyen. Les sables non cimentés sont beaucoup moins fréquents. Parmi les formations argileuses de la zone néritique, on peut mentionner les *argiles à Plicatules*, les *argiles à Huîtres*. Les *marnes à Huîtres*, généralement riches en Échinides et en Brachiopodes, sont un des faciès les plus fréquents dans le Crétacé. Les *marnes à Rudistes*, où les polypiers de Zoanthaires sont souvent abondants, jouent un rôle important dans les étages supérieurs. Dans ces faciès marneux, les Ammonites ne sont généralement pas tout fait absentes, mais elles ne constituent pas l'élément prédominant de la faune.

Les formations organogènes de la zone néritique sont extrêmement variées. Les véritables récifs coralliens sont beaucoup plus rares qu'au Jurassique, mais les *calcaires à Rudistes*, où abondent

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

aussi d'autres Lamellibranches à test épais, de gros Gastéropodes, des Échinides, comptent parmi les faciès les plus caractéristiques du Crétacé. Les Algues calcaires prennent une part assez active à la formation de ces « calcaires construits ».

La *craie blanche* est par excellence une roche zoogène, quoique les éléments d'origine minérale n'y fassent pas entièrement défaut. Elle est constituée par des débris finement triturés de tests de Lamellibranches, de Bryozoaires, d'Échinodermes, auxquels viennent se mêler en plus ou moins grande quantité des Foraminifères benthoniques [VIII, 11]. Les organismes dont le squelette calcaire est à l'état de calcite sont seuls conservés, les tests constitués par de la conchite ont été dissous et n'ont laissé qu'un moule interne et une empreinte externe. Tandis que les Bélemnites sont assez communes dans la craie, les Ammonites y sont fort rares. L'ancienne attribution de la craie aux formations abyssales résulte d'une assimilation erronée à la boue à Globigérines des océans actuels. L. Cayeux, qui s'est livré à une étude très approfondie des organismes fossiles de la craie, est arrivé à la conclusion que ceux-ci, sauf de très rares exceptions, ne vivaient certainement pas dans des eaux dont la profondeur était supérieure à 150 brasses. On est en droit d'admettre que la craie blanche s'est formée dans une zone de sédimentation peu éloignée de la limite des régions néritique et bathyale.

Différents éléments peuvent venir se mélanger à ceux de la craie blanche, de manière à donner naissance à la *craie marneuse*, à la *craie glauconieuse* (improprement appelée chloritée), à la *craie phosphatée*. Le *tuffeau* est une craie à éléments plus grossiers, très faiblement agglomérés, renfermant beaucoup de grains de quartz et assez fréquemment des paillettes de mica.

Les formations bathyales du Crétacé rappellent beaucoup celles du Jurassique; ce sont des marnes à Ammonites pyriteuses, des calcaires marneux à Céphalopodes, des calcaires compacts, à cassure esquilleuse, riches en Échinides et en Ammonites. Comme au Jurassique, les genres sténothermes *Phylloceras* et *Lytoceras* indiquent des eaux d'une assez grande profondeur.

Les calcaires à silex, avec Céphalopodes et Radiolaires, ne peuvent pas être envisagés comme des formations véritablement abyssales, car ils alternent presque toujours avec des marnes. On peut en dire autant des calcaires à Globigérines et *Pulvinulina*, que l'on voit quelquefois passer latéralement à des formations détritiques.

Limite inférieure. — Il est peu de systèmes dont la délimitation

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

ait fait l'objet d'aussi ardentes discussions que le Crétacé. Ceci, en ce qui concerne tout au moins la limite inférieure, ne tient pas à l'existence d'un étage bien individualisé, comme le Rhétien, que l'on attribuait tantôt à l'un, tantôt à l'autre des deux systèmes. Les divergences résultent plutôt du fait que, dans certaines régions, comme par exemple dans les Alpes, il existe un passage tout à fait insensible entre le Jurassique et le Crétacé, de sorte qu'il n'y a aucune raison péremptoire, la sédimentation et l'évolution des faunes étant parfaitement continues, de placer la limite à un niveau plutôt qu'à un autre. Il est infiniment probable que si l'on avait été amené à opérer dans les Alpes la délimitation des deux systèmes avant de la faire ailleurs, on aurait placé le Tithonique tout entier dans le Crétacé, car une importante discordance s'observe souvent à la base de cet étage. Mais ce n'est pas — on l'a vu mainte fois — dans les géosynclinaux, où le passage est en général insensible, que l'on doit chercher à préciser les limites de deux systèmes, c'est sur les aires continentales, où ces limites correspondent souvent à une lacune ou à une discordance.

Dans les régions classiques, où a été pris le type du groupe inférieur du Crétacé, du Néocomien, régions qui appartiennent à la zone « hercynienne » de l'Europe, on observe précisément cette discontinuité. En effet, dans le Jura, le Néocomien est séparé du Jurassique par des couches lagunaires et lacustres et, dans une partie du bassin de Paris, ce même étage repose en discordance sur le Portlandien inférieur, de sorte que la délimitation est ici très facile. Pour préciser ensuite la limite dans les pays où le Jurassique passe insensiblement au Crétacé, il suffira de déterminer quel est, dans la série continue des couches de passage, le niveau paléontologique qui correspond exactement aux couches les plus basses du Néocomien du Jura. Par de patientes recherches stratigraphiques et paléontologiques, W. Kilian [XXXVII, 50 *bis*] est arrivé à établir d'une manière certaine que les couches désignées, dans le bassin du Rhône, sous le nom de *Berriasien*, dont la position stratigraphique était très discutée, correspondent à ces premières couches du Jura et que, par conséquent, ce niveau, qui possède, dans les régions méditerranéennes, une grande extension géographique, doit être placé à la base du Néocomien alpin.

Dans ces conditions, il n'y a pas lieu de traiter à part, comme nous l'avons fait pour le Jurassique, les couches qui se trouvent à la limite des deux systèmes.

La limite inférieure du Crétacé, telle qu'elle est aujourd'hui

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

admise par la grande majorité des auteurs, correspond à l'arrivée, dans les mers de l'Europe, de toute une faune néritique nouvelle, composée en grande partie d'éléments cryptogènes. Il convient de citer notamment : parmi les Échinides, la famille des *Spatangidæ* (*Toxaster*, *Enallaster*, *Heteraster*, etc.); parmi les Lamellibranches, les genres *Neithea*, *Crassatella*, *Ptychomya* et les Rudistes proprement dits, c'est-à-dire les familles des *Gyropleuridæ*, des *Monopleuridæ*, des *Hippuritidæ*, des *Radiolitidæ*; parmi les Gastéropodes, les familles des *Solariidæ*, des *Ampullaridæ*, des *Buccinidæ*, des *Muricidæ*, etc.

Dans le cas des formations continentales, l'apparition des premières Dicotylédones fournira un précieux critérium pour la détermination de la limite inférieure du système.

Subdivisions. — Tandis que beaucoup de géologues divisent le système Crétacé en deux groupes ou sous-systèmes, auxquels divers auteurs américains attribuent même le rang de systèmes indépendants, nous emploierons dans cet ouvrage la division en trois groupes, qui est plus conforme à la distribution verticale des organismes et qui correspond mieux aux coupures naturelles résultant des transgressions sur les aires continentales. Toutefois, avant d'exposer en détail les raisons qui militent en faveur de cette classification, il est nécessaire de justifier la division en étages dont nous ferons usage ici.

Dès 1835, Thurmann distinguait sous le nom de *Néocomien*[1] la partie inférieure des terrains crétacés et il décrivait les différentes assises qui constituent, dans le Jura, ce nouveau terme de la série stratigraphique. En 1842, Alcide d'Orbigny [3] introduisait dans la science une division du Crétacé en 6 étages, dont les noms sont encore aujourd'hui en usage. Il adoptait le Néocomien, mais en séparait l'*Aptien*[2], dont il prenait le type en Provence. L'étage suivant, l'*Albien*[3], était destiné à remplacer le « Gault » des auteurs anglais. Quant aux 3 étages supérieurs, le *Cénomanien*[4], le *Turonien*[5] et le *Sénonien*[6], ils correspondaient respectivement à la « Craie chloritée », à la « Craie marneuse » et à la « Craie blanche » du bassin de Paris. Conformément à sa méthode, Alcide d'Orbigny complétait la définition de ses étages par l'énumération d'un certain

1. De *Neocomum*, nom latin de la ville de Neuchâtel, en Suisse.
2. D'Apt, dans le département de Vaucluse.
3. D'*Alba*, nom latin de l'Aube.
4. De *Cenomanum*, le Mans.
5. De *Turonia*, l'ancienne Touraine.
6. De *Senones*, nom latin de Sens, dans l'Yonne.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

nombre d'exemples de couches synchroniques, empruntés aux régions les plus diverses.

Les 6 étages ne possédaient pas tous la même étendue verticale. Ainsi d'Orbigny lui-même [0,14] ne tardait pas à séparer du Néocomien, après l'Aptien, l'*Urgonien*, qui toutefois ne correspond qu'à un faciès spécial, dont les limites varient suivant les régions. Le Néocomien supérieur d'Alcide d'Orbigny devenait plus tard le *Barrémien*[1], nom proposé par Coquand en 1861; la partie de l'étage qui subsistait sous le nom primitif était à son tour divisée en *Valanginien*[2] et en *Hauterivien*[3]. Chacun de ces deux termes possède une valeur équivalente au Barrémien et à l'Aptien. Il est dès lors infiniment préférable de conserver au nom de Néocomien son acception primitive et d'en faire un groupe divisé en 4 étages : Valanginien, Hauterivien, Barrémien, Aptien. Il n'y a aucune raison de l'employer dans un sens restreint, qui ne peut que prêter à confusion.

Le Sénonien possède également une grande extension verticale, aussi Desor en a-t-il séparé les couches les plus élevées sous le nom de *Danien*[4], tandis que Coquand l'a divisé en 1857 en 4 étages, le *Coniacien*[5], le *Santonien*[6], le *Campanien*[7] et le *Dordonien*. Ce dernier, créé pour des couches inférieures au Danien, tombe en synonymie du *Maestrichtien*[8], créé par Dumont en 1849. Le Sénonien comprend ainsi 5 étages et devient lui-même un groupe.

Restent l'Albien, le Cénomanien et le Turonien. Les subdivisions que l'on y a introduites — *Vraconnien*, à la partie supérieure de l'Albien; *Rotomagien* et *Carentonien*, dans le Cénomanien; *Ligérien* ou *Salmurien* et *Provencien* ou *Angoumien*, dans le Turonien — n'ont guère que la valeur de sous-étages. Par contre, l'ensemble des trois étages constitue un groupe assez naturel, un *Mésocrétacé*, dont l'étendue correspond à peu près au Néocomien et au Sénonien, pris dans leur acception primitive, qui deviennent l'*Éocrétacé* et le *Néocrétacé*.

Dans la classification qui est généralement en usage, l'Albien est attribué à l'Éocrétacé, le Cénomanien et le Turonien au Néocrétacé.

On a invoqué en faveur de ce groupement la grande extension de

1. De Barrême, village des Basses-Alpes.
2. De Valangin, château situé près de Neuchâtel, Desor, 1853.
3. De Hauterive, ville du canton de Neuchâtel, Renevier, 1874.
4. De *Dania*, le Danemark.
5. De Cognac, ville de la Charente.
6. De *Santonia*, la Saintonge.
7. De *Campania*, la Champagne.
8. De Maestricht, Pays-Bas.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

la transgression cénomanienne, mais on a oublié que cette transgression se manifeste presque partout dès l'Albien et qu'au Cénomanien elle ne présente même pas toujours son maximum, qui n'est atteint, dans bien des régions, qu'au Turonien. Les trois étages appartiennent à un même cycle et ne peuvent être séparés. Tout au plus pourrait-on songer à distraire du Mésocrétacé le Turonien supérieur, qui est quelquefois transgressif dans des régions où il a été ultérieurement plissé. Mais, dans nos classifications, nous accordons toujours la préférence aux coupures fondées sur les transgressions sur les aires continentales et nous ne tenons pas compte des mouvements qui se sont fait sentir dans les géosynclinaux.

Des raisons paléontologiques militent également en faveur d'une division du Crétacé en trois groupes. Quelques exemples empruntés à diverses classes d'Invertébrés vont nous permettre de mettre en évidence les caractères qui différencient l'Albien de l'Éocrétacé et le rapprochent du Cénomanien; mais, en même temps, ils nous montreront que le Turonien occupe une place à part et que, par certains éléments de sa faune, il a autant d'affinités avec le Sénonien qu'avec le Turonien.

Les Foraminifères de grande taille, qui nous rendront de si grands services dans la classification des terrains tertiaires, manquent à peu près totalement dans le Turonien, dans le Coniacien et dans le Santonien, de sorte qu'ils ne peuvent intervenir qu'accessoirement pour l'établissement de divisions paléontologiques dans le Crétacé. Le genre *Orbitolina*, très répandu dans certains faciès de l'Éocrétacé, s'élève jusque dans le Cénomanien. Il est remplacé dans le Campanien par les genres *Præsorites*, *Mæandropsina* et *Fallotia*, qui appartiennent à la même famille. En même temps, on voit apparaître brusquement le premier représentant des Orbitoïdes, le genre *Orbitoides* s. str. [5, 6].

La répartition verticale des Échinides confirme en tous points la division du Crétacé en trois groupes. En effet, l'Éocrétacé est caractérisé, non seulement par l'apparition brusque des premiers *Spatangidæ*, mais encore par la persistance des genres *Echinobrissus* et *Pygurus* et de la famille des *Dysasteridæ*, qui ne survivent pas à l'Aptien. Dès la base du Mésocrétacé les *Ananchytidæ*, qui atteindront leur maximum au Néocrétacé, sont représentés par le genre *Holaster*, qui est très rare dans le dernier étage de l'Éocrétacé et se continue dans le Cénomanien et dans le Turonien. L'étage supérieur du Mésocrétacé se relie, par contre, au Néocrétacé par la présence du genre *Micraster*, qui dérive d'ailleurs, par filiation directe, des *Epiaster* albiens et cénomaniens. Dans le Néocrétacé apparaissent, en outre, les *Fibularidæ*.

Les Rudistes [5,7-9, 125] fournissent des coupures un peu moins nettes que les autres Invertébrés, car, à une importante exception près, leur évolution a laissé des traces assez continues dans la série des dépôts crétacés. Les formes normales de la famille des *Diceratidæ*, si développées dans l'Éocrétacé (*Matheronia*, *Requienia*, *Toucasia*) se poursuivent dans l'Albien avec *Toucasia*, dans le Turonien avec *Bayleia*, et, jusque dans le Sénonien supérieur, avec *Apricardia*. Parmi les formes inverses, les *Horiopleura* passent de l'Aptien dans l'Albien, les *Gyropleura* vont du Valanginien au Maestrichtien. Certains genres, que l'on considérait comme les plus caractéristiques du Cénomanien, ont déjà des représentants ou tout au moins des précurseurs dès l'Aptien inférieur. Il résulte des remarquables études de Paquier que les Caprotinés y sont déjà représentés par *Ethra* et *Pachytraga*, les Caprininés, par *Præcaprina*, *Offneria* et par le genre *Caprina* lui-même. Les *Radiolitidæ*, qui atteignent leur maximum dans le Néocrétacé, ont des précurseurs dans le Mésocrétacé et même dans l'Éocrétacé. Ainsi, les *Agria* vont du Barrémien au Danien; les *Præradiolites*, du Cénomanien au Danien; les *Sphærulites*, de l'Albien au

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Maestrichtien; les *Radiolites* et les *Biradiolites*, du Turonien au Maestrichtien. Ils se rattachent directement aux *Monopleura*.

L'apparition du genre *Hippurites*, avec ses deux sections *Orbignya* et *Vaccinites*, est, par contre, très brusque. Elle ne peut s'expliquer que par l'immigration simultanée de représentants de plusieurs rameaux déjà antérieurement différenciés. Cette invasion d'éléments cryptogènes a lieu dans les régions méditerranéennes au Turonien supérieur. Les Hippurites évoluent ensuite d'une manière tout à fait régulière jusqu'au Danien.

A côté des *Radiolitidæ* et des *Hippuritidæ*, la faune néocrétacée ne comprend que de rares représentants des familles qui prédominaient au Mésocrétacé (*Apricardia*, *Plagioptychus*, *Mitrocaprina*). Les *Ichthyosarcolithes* et les *Polyconites* du Cénomanien ont disparu, ainsi que tous les Caprotinés.

La répartition verticale des Gastéropodes dans les couches crétacées n'a pas fait l'objet de travaux d'ensemble suffisants pour que l'on puisse en tirer des conclusions sur le groupement des étages. Certaines familles apparaissent avec la transgression cénomanienne, d'autres ne sont connues qu'à partir du Sénonien.

C'est sur les Ammonites [10-12, 38] qu'il convient avant tout de se baser pour mettre en lumière les changements brusques dans la composition des faunes. Mais elles ne nous fourniront pas de résultats aussi concluants qu'au Jurassique, car au Crétacé leur évolution est bien plus continue et nous n'aurons guère à enregistrer d'apparition de types cryptogènes comparable à celle des *Oppeliidæ*, des *Lissoceratidæ*, des *Cardioceratidæ*.

Le trait distinctif de la *faune éocrétacée*, en ce qui concerne les Ammonites, est la persistance de quelques types jurassiques, tels que *Aspidoceras*, *Streblites*, *Oppelia*. Ce dernier genre a ses derniers représentants dans l'Aptien. Nous assistons ensuite à l'épanouissement des familles des *Hoplitidæ* et des *Holcostephanidæ*, qui débutent au Jurassique supérieur avec *Berriasella* et *Spiticeras*. Les *Desmoceratidæ* sont non moins variés.

Deux groupes d'Ammonites déroulées sont spéciaux à l'Éocrétacé. Le premier dérive de *Costidiscus* et comprend un type scaphitoïde, *Macroscaphites*, qui est peut-être le mâle de *Costidiscus*, et des formes recourbées en crosse, *Hamulina* et *Ptychoceras*. Au second, qui se rattache aux *Hoplitidæ*, appartiennent les genres *Crioceras*, *Ancyloceras*, *Heteroceras*. La dégénérescence qui, au Crétacé, frappe tant de rameaux, appartenant aux phylums les plus divers, ne porte, chez aucun type éocrétacé, sur les cloisons, aussi les « Cératites de la Craie » n'apparaissent-ils que plus tard. De même, les *Acanthoceratidæ* font encore entièrement défaut.

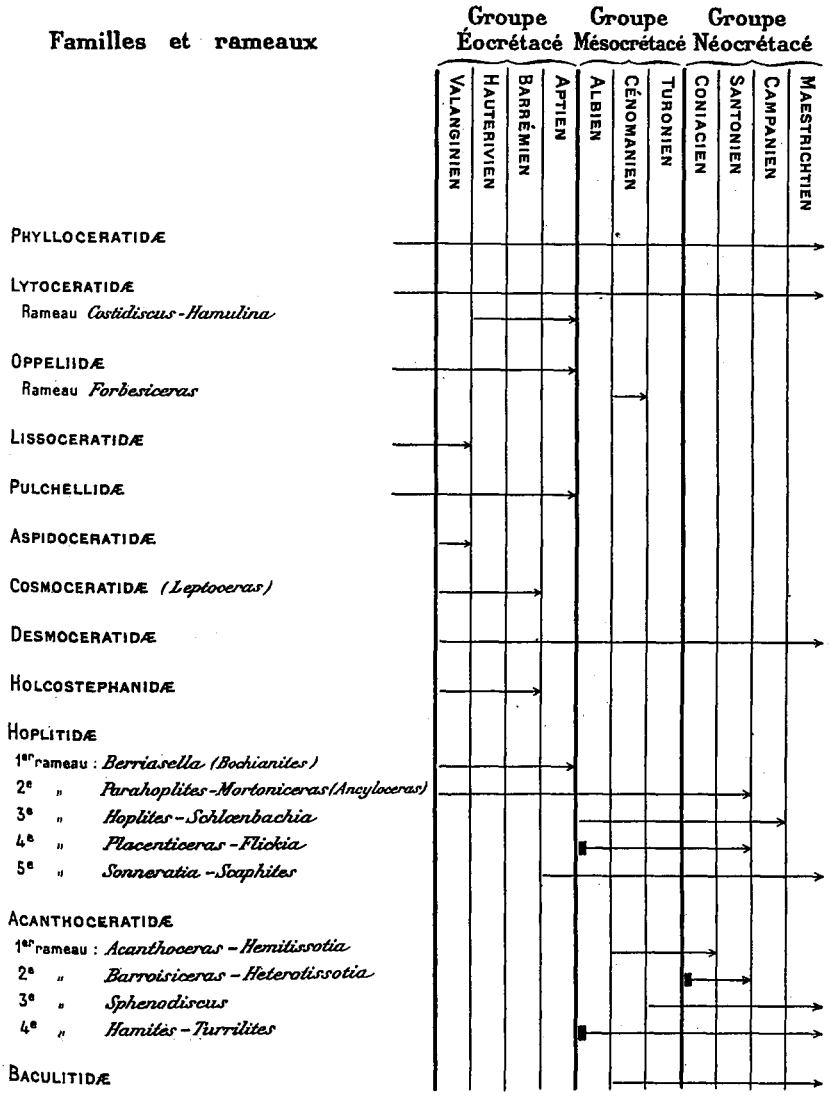
La faune mésocrétacée est remarquable par l'épanouissement des divers rameaux issus, d'une part, de *Lytoceras* (*Jaubertella*, *Gaudryceras*, *Kossmatella*, *Tetragonites*); d'autre part, de *Parahoplites*. Parmi ces derniers, il convient de citer les vrais *Hoplites* et les *Schlœnbachia*, qui en dérivent; puis les genres *Sonneratia*, *Brancoceras*, *Mortoniceras*, *Douvilleiceras*. Les *Holcostephanidæ* ont disparu, les *Desmoceratidæ* ont, par contre, continué leur évolution progressive. Les *Acanthoceratidæ*, probablement dérivés des *Hoplitidæ*, font leur apparition à l'Albien, avec *Acanthoceras* et *Stoliczkaia*. Enfin, le genre *Placenticeras* doit être envisagé comme cryptogène, il débute dans l'Albien, avec des espèces déjà remarquablement différenciées, et s'élève jusque dans le Campanien. *Sphenodiscus*, qui appartient sans doute à un autre rameau, apparaît dans des conditions non moins obscures.

A côté de ces formes normales, on rencontre dans le Mésocrétacé des séries régressives. Le genre *Scaphites* a été rapproché de *Stoliczkaia*. La série *Hamites* — *Anisoceras* — *Turrilites*, spéciale à l'Albien et au Cénomanien, semble, par son ornementation, se rattacher aux *Hoplitidæ*. Lorsque la dégénérescence porte sur les cloisons, on est en présence de formes qui rappellent les Cératites triasiques, voire certaines Goniatites paléozoïques. Les genres *Engonoceras*, *Neolobites* et *Flickia*, du Cénomanien, sont placés par Pervinquière à côté de *Placenticeras* [38].

La faune turonienne occupe une place tout à fait à part. Plusieurs de ses éléments les plus caractéristiques ont leurs racines dans les faunes des étages antérieurs. Ainsi *Pachydiscus* descend directement de *Desmoceras*, *Neoptychites*, de *Stoliczkaia*, *Hoplitoides*, de *Sonneratia*, *Mammites*, d'*Acanthoceras*. L'origine de *Prionotropis* est beaucoup plus obscure et aucune forme de passage ne relie ce genre aux *Acanthoceras*, dont on l'a rapproché. Il en est de même de la curieuse série exclusivement équatoriale, *Fagesia* — *Vasoceras* — *Thomasites* — *Choffaticeras*, dont les relations génétiques avec *Acanthoceras* sont indiscutables, encore que les jalons intermédiaires nous échappent. *Fagesia* est un type très curieux, dont la forme externe simule à tel point les *Pachyceras* du Jurassique que les premiers exemplaires trouvés en Algérie furent déterminés comme *Ammonites*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

DISTRIBUTION VERTICALE
DES PRINCIPALES FAMILLES D'AMMONOÏDÉS CRÉTACÉES



Les grosses barres verticales indiquent l'apparition de familles cryptogènes.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

coronatus (fig. 387). L'autre extrême de la série simule d'une manière extraordinaire les *Oxynoticeras* et les *Hudlestonia* du Lias. Les cloisons, par suite de la régression qu'elles ont subie, reproduisent, dans les deux cas, à peu près le même aspect.

Ces formes singulières, incontestablement cryptogènes, confèrent à la faune turonienne des régions équatoriales un caractère encore plus exceptionnel, mais leur apparition brusque n'est pas un argument en faveur de l'attribution du Turonien au Néocrétacé, car celui-ci ne renferme que de rares descendants des genres dont il vient d'être question.

La *faune néocrétacée*, prise dans son ensemble, se compose des éléments suivants :

1° Genres qui traversent toute la série crétacée, sans subir de transformations considérables : *Phylloceras*, *Lytoceras* et ses rameaux latéraux, *Desmoceras*, *Puzosia*, *Schlœnbachia*.

2° Genres, tels que *Hoplites*, *Placenticeras*, *Sonneratia*, *Scaphites*, *Baculites*, communs au Mésocrétacé et au Néocrétacé.

3° Genres qui peuvent être, sans difficultés, rattachés à des ancêtres mésocrétacés : *Hauericeras*, *Brahmaites* et *Kossmaticeras*, à *Desmoceras*; *Muniericeras*, à *Sonneratia*; *Parapachydiscus*, à *Pachydiscus*; *Bostrychoceras*, à *Turrilites*; *Hemitissotia*, à *Choffaticeras*.

4° Genres cryptogènes.

Ces derniers doivent attirer plus particulièrement notre attention.

Une première série comprend les genres *Barroisiceras* (fig. 396), *Tissotia* (fig. 398) et *Heterotissotia*, formes carénées, à ornementation vigoureuse, au moins dans le jeune âge, à ombilic étroit, qui ne sauraient en aucune façon être envisagées comme des descendants de *Pseudotissotia* et *Choffaticeras*, ces deux genres se trouvant à un état d'évolution régressive beaucoup plus avancée. *Barroisiceras* possède des cloisons normales, *Tissotia* et *Hemitissotia* sont, par excellence, des « Cératites de la Craie ». Les trois genres sont coniaciens.

Une seconde série comprend des formes carénées ou tricarénées, à ornementation bien accentuée, à ombilic large, que l'on a réunies autrefois sous le nom de *Schlœnbachia*, mais qui ont été réparties depuis dans les genres *Mortoniceras*, *Peroniceras*, *Gauthiericeras*. Le premier seul s'élève jusque dans le Campanien, les deux autres sont exclusivement coniaciens.

Les deux séries appartiennent probablement à la famille des *Acanthoceratidæ*, mais elles ne se rattachent directement à aucune forme mésocrétacée connue. Leur apparition au début du Néocrétacé est certainement due à une immigration brusque, dont le lieu d'origine ne peut encore être déterminé.

Cette invasion de types cryptogènes constitue, pour le groupe Néocrétacé, une excellente limite inférieure.

Le tableau ci-contre est destiné à mettre en évidence la filiation et la répartition verticale des diverses familles d'Ammonoïdés crétacées.

Les Belemnitidæ vont encore nous fournir des éléments pour la division du système Crétacé en trois groupes.

L'Éocrétacé se distingue par la persistance, jusque dans ses couches terminales, des genres jurassiques *Duvalia* et *Cylindroteuthis*, dont aucun représentant n'est connu au-dessus de l'Aptien. Par contre, les genres *Belemnopsis* et *Pseudobelus* montent jusque dans le Mésocrétacé, le premier jusque dans le Cénomanien (*B. ultimus*), le deuxième jusque dans l'Albien (*Ps. minimus*).

C'est au Cénomanien qu'apparaît brusquement le genre *Belemnitella* (*B. lanceolata*), dont les différentes espèces s'échelonnent jusqu'au sommet du Sénonien. La section des *Actinocamax* ne s'en distingue que par une calcification incomplète de l'extrémité alvéolaire du rostre, caractère insuffisant pour motiver l'établissement d'un genre spécial.

En résumé, les principales invasions d'éléments cryptogènes ont lieu au début même de la période; puis, successivement, dans chacun des trois étages du Mésocrétacé, à mesure que la transgression s'étendait à des surfaces plus considérables; enfin, au début du Néocrétacé. Les coupures établies sur ces immigrations coïncident donc, d'une manière très satisfaisante, avec celles que nous avons fondées sur les transgressions et les régressions marines.

La division du système Crétacé en zones paléontologiques est

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Répartition des Rudistes dans le système Crétacé de l'Europe occidentale d'après H. Douvillé, V. Paquier et A. Toucas.

Néocrétacé	Danien	*Agria Moroi, Præradiolites Boucheroni, Leymeriei, Orbignya Castroi.*
	Maestrichtien	2° *Gyropleura costulata, ciplyana, supracretacea, Agria Fumanyæ, Præradiolites Boucheroni, Bournoni, Sphærulites Jouanneti, Biradiolites aquitanicus, Orbignya radiosa, Lapeirousei, Pironæa polystylus.* 1° *Sphærulites crateriformis, Biradiolites royanus, Orbignya Lapeirousei.*
	Campanien	*Præradiolites Aristidis, Hœninghausi, Radiolites Nouleti, Biradiolites leychertensis, royanus, Orbignya striata, Heberti, variabilis, Vaccinites robustus, latus, sulcatus.*
	Santonien	2° *Præradiolites sinuatus, Radiolites angeoides, Guiscardii, Biradiolites Stoppanii, fissicostatus, Orbignya canaliculata, turgida, Vaccinites latus.* 1° *Monopleura marticensis, Agria excavata, Præradiolites Toucasi, Sphærulites Boreaui, Radiolites Matheroni, squamosus, Biradiolites acuticostatus, Orbignya Matheroni, sublævis, Vaccinites dentatus, galloprovincialis.*
	Coniacien	*Agria gardonica, Præradiolites Requieni, Radiolites Sauvagesi, Biradiolites canaliculatus, Orbignya incisa, socialis, Vaccinites Moulinsi, corbaricus, giganteus, Zurcheri.*
Mésocrétacé	Turonien	3° *Plagioptychus Aguilloni, Agria præexcavata, irregularis, Præradiolites ponsianus, Pailletei, Sphærulites patera, Radiolites radiosus, Biradiolites quadratus, Orbignya Requieni, Vaccinites petrocoriensis, Rousseli, præcorbaricus.* 2° *Apricardia Archiaci, Plagioptychus Arnaudi, Radiolites socialis, Sauvagesia cornupastoris, Biradiolites lumbricalis, Orbignya primordialis, Requieni, Vaccinites præpetrocoriensis, inferus.* 1° *Apricardia Pironai, Gyropleura* sp., *Monopleura forojuliensis, Caprina schiosensis, Caprinula Di-Stefanoi, Sphærucaprina striata, Caprotina hirudo, Radiolites lusitanicus, Sauvagesia Sharpei, Arnaudi.*
	Cénomanien	2° *Apricardia Guerangeri, Gyropleura cenomanensis, navis, Polyconites operculatus, Sellæa quadripartita, Caprina adversa, Caprinula Boissyi, Ichthyosarcolithes triangularis, Agria Grossouvrei, Præradiolites Fleuriaui, Sphærulites foliaceus, Sauvagesia Nicaisei.* 1° *Toucasia santanderensis, Horiopleura Lamberti, Polyconites sub-Verneuili, Gemmellaroi, Caprina Choffati, communis, Sellæa Zitteli, Himeraelites vultur, Sphærulites cantabricus.*
	Albien	? ? ?
Écrétacé	Aptien	2° *Toucasia santanderensis, Seunesi, Horiopleura Lamberti, Polyconites Verneuili, Sphærulites Rousseli, cantabricus.* 1° *Matheronia Virginiæ, aptiensis, Toucasia santanderensis, Gyropleura Kiliani, Horiopleura Almeræ, Baylei, Pachytraga Lapparenti, Caprina Douvillei, Præcaprina varians, Gaudryi, Offneria rhodanica.*
	Barrémien	*Matheronia gryphoides, Requienia ammonia, Toucasia carinata, Ethra Munieri, Pachytraga paradoxa, Agria Blumenbachi.*
	Hauterivien	? ? ?
	Valangien	*Matheronia eurystoma, Jaccardi, Valletia Tombecki, Pilleti, Gyropleura, Monopleura valangiensis, valdensis.*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Zones à Ammonites du Crétacé, d'après W. Kilian, Ch. Jacob et A. de Grossouvre

Groupe Néocrétacé ou Sénonien	Danien	Zone à	*Hercoglossa danica.*
	Maestrichtien	—	*Parapachydiscus neubergicus.*
		—	*Bostrychoceras polyplocum.*
	Campanien	—	*Hoplites Vari.*
		—	*Mortoniceras delawarense.*
		—	*Placenticeras bidorsatum.*
	Santonien	—	— *syrtale.*
		—	*Mortoniceras texanum.*
	Coniacien	—	— *Emscheris.*
		—	*Barroisiceras Haberfellneri.*
Groupe Mésocrétacé	Turonien	—	*Acanthoceras Deverianum.*
		—	— *ornatissimum.*
		—	— *Bizeti.*
		—	*Mammites nodosoides.*
	Cénomanien	—	*Acanthoceras rotomagense.*
		—	— *Mantelli.*
		—	*Mortoniceras inflatum.*
	Albien	—	— *Hugardianum.*
		—	*Hoplites dentatus.*
		—	— *tardefurcatus.*
Groupe Éocrétacé ou Néocomien	Aptien	—	*Douvilleiceras nodosocostatum.*
		—	— *subnodosocostatum.*
		—	*Oppelia Nisus.*
		—	*Parahoplites Deshayesi* et *Ancyloceras Matheroni.*
	Barrémien	—	*Heteroceras Astierianum* et *Macroscaphites Yvani.*
		—	*Pulchellia pulchella* et *Holcodiscus Caillaudianus.*
		—	*Parahoplites angulicostatus.*
		—	*Desmoceras Sayni.*
	Hauterivien	—	*Crioceras Duvali.*
		—	*Acanthodiscus radiatus* et *Leopoldia castellanensis.*
	Valanginien	—	*Saynoceras verrucosum.*
		—	*Kilianella Roubaudiana.*
		—	*Thurmannia Boissieri* et *Spiticeras Negreli.*

d'introduction beaucoup plus récente que celle du Jurassique. Des horizons, d'une valeur locale, basés sur les Échinides, sur les Bélemnitelles, sur les Inocérames [11 *ter*] ou sur les Ammonites [11 *bis*], avaient été distingués par plusieurs auteurs, notamment par C. Schlüter, dans diverses régions. Un schéma général, basé, comme celui d'Oppel, sur les Ammonites, fut proposé en 1889 par A. de Grossouvre, puis remanié et complété en 1901 [12], mais il ne s'étend qu'aux étages supérieurs à l'Albien. Concurremment W. Kilian [XXXVII, 50 *bis*; 10] avait établi, pour l'Éocrétacé du bassin du Rhône, une division en zones, basée également sur les Ammonites, qui peut très bien s'appliquer à l'ensemble des régions méditerranéennes. Par contre, il n'y a qu'un petit nombre de ces zones qui se retrouvent dans le Nord de l'Europe, c'est-à-dire dans la province boréale, où l'on devra faire usage des zones reconnues en Russie

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

et dans le Yorkshire par Pavlow [XXXVII, 316-317 *bis*], dans l'Allemagne du Nord, par A. von Kœnen [85]. Enfin, ce n'est qu'en 1907 qu'une division précise de l'Albien et des assises limitrophes en zones caractérisées par des Ammonites fut proposée par Ch. Jacob [11].

Le tableau ci-dessus réunit en un ensemble les zones établies par W. Kilian, Ch. Jacob et A. de Grossouvre.

La répartition verticale des Bélemnites sera indiquée en temps et lieu. Ce ne sont d'ailleurs pas les mêmes genres qui ont été utilisés, pour l'établissement de zones, dans les deux provinces boréale et méditerranéenne.

Dans les régions équatoriales nous aurons, en outre, à tenir grand compte de la distribution des Rudistes dans le temps (p. 1169) et nous verrons que, là aussi, grâce aux beaux travaux de H. Douvillé [5,7] et d'A. Toucas [8,9], il est possible de distinguer de véritables zones, dont la répartition géographique est quelquefois assez considérable.

Enfin, dans les étages inférieurs et dans le Campanien, les grands Foraminifères rendent également des services pour l'établissement des parallélismes à grande distance, ainsi que l'a montré H. Douvillé [5, 6].

2° RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET PRINCIPAUX TYPES DU GROUPE ÉOCRÉTACÉ

Europe septentrionale. — On a vu précédemment qu'à l'époque Oolithique les mers de l'Europe septentrionale étaient habitées par une faune bien différente de celle de l'Europe méridionale, que nous avons qualifiée, avec Neumayr, de boréale. Il en est de même à l'Éocrétacé, au moins pendant la plus grande partie de la période. Les dépôts néocomiens de la Russie orientale, ceux du Yorkshire et du Lincolnshire, ceux de l'Allemagne du Nord présentent entre eux de nombreux traits communs. Leur faune est caractérisée par la présence des Bélemnites du genre *Cylindroteuthis*, de nombreuses Aucelles et d'Ammonites spéciales. Le schéma des zones de l'Europe centrale et méridionale ne s'applique pas à ces régions.

Russie orientale. — L'Éocrétacé n'est connu que dans l'Est et le Sud de la Russie. En Crimée, il présente des caractères méditerranéens, au Caucase, des caractères intermédiaires entre ceux des deux provinces. Nous ne nous occuperons pour le moment que des dépôts éocrétacés qui affleurent dans l'Est, depuis la Petchora, au nord, jusqu'à Syzran, sur la Volga, au sud [XXXVII, 317; 80]. Nulle part d'ailleurs, dans toute cette région, la série n'est complète. L'Hauterivien fait toujours défaut. Le Barrémien est transgressif et repose tantôt sur le Valanginien, tantôt sur un niveau quelconque du Jurassique supérieur.

La continuité entre le Volgien et les premières couches éocrétacées n'existe qu'à Riazan et dans la région de Syzran; partout ailleurs, les couches supérieures du Jurassique sont ravinées.

Le Valanginien manque dans la région de Moscou et de Simbirsk, mais il est bien développé dans la Petchora (d'où le nom de *Petchorien*, que lui a donné Pavlow) et sur-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

tout dans les régions d'Alatyr, de Syzran et de Riazan. Il s'y trouve à l'état de grès glauconieux avec nodules de phosphate de chaux. A. Pavlow [XXXVII, 317 *bis*] y distingue les niveaux suivants :

1° Zone à *Craspedites spasskensis* et *pressulus*, avec *Aucella volgensis*, *okensis*, *subokensis*, *spasskensis;*

2° Zone à *Craspedites stenomphalus*, *Garnieria Gevriliana*, *Marcousana* (espèces valanginiennes de l'Europe occidentale), avec *Aucella volgensis*, *surensis*, *okensis*, *Keyserlingi*, *terebratuloides*, *uncitoides;*

3° Zone à *Polyptychites Keyserlingi*, *gravesiformis*, *Beani*, *hoplitoides*, *Neocomites neocomiensis*, avec *Aucella sysranensis*, *Keyserlingi*, *uncitoides*, *bulloides;*

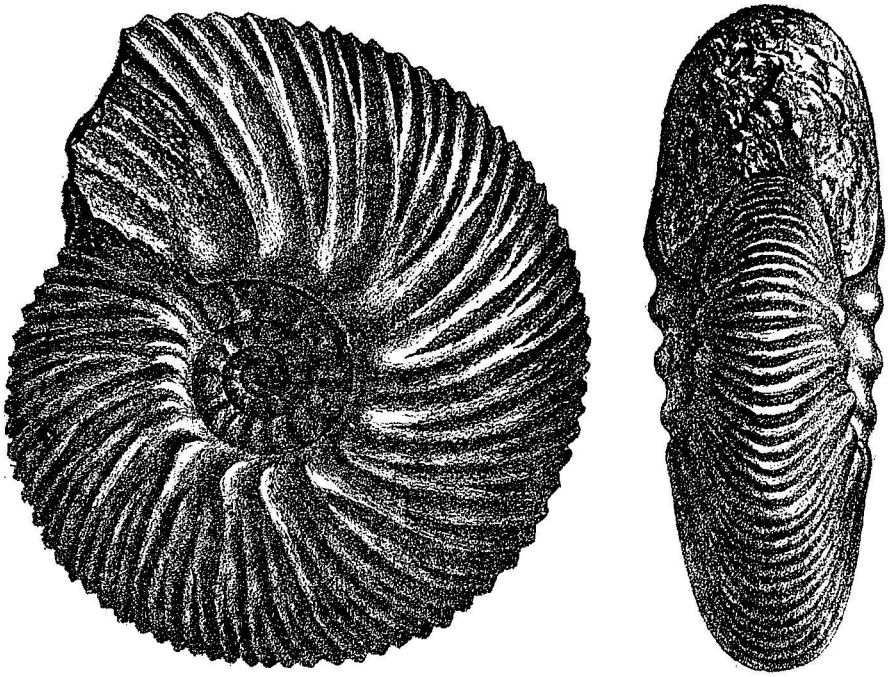


Fig. 347. — *Polyptychites bidichotomus* (d'après Neumayr et Uhlig). 2/3 gr. nat.
Minerai de fer du Hils (Hauterivien). Fosse Ludwig, près Salzgitter, Hanovre.

4° Zone à *Polyptychites polyptychus*, avec *Aucella Ichmæ*, *Tchernovi*, *crassicollis*, *pyriformis*, *borealis*.

Dans les zones inférieures on rencontre encore *Cylindroteuthis lateralis*, tandis que plus haut c'est *C. subquadratus* qui prédomine.

Le Barrémien, aussi appelé *Simbirskien*, est représenté, dans les régions d'Alatyr, Simbirsk, Syzran, Riazan, par des argiles noires, caractérisées par *Simbirskites versicolor*, *discofalcatus*, *progrediens*, *Decheni*, *Inoceramus aucella*, *Astarte porrecta*.

Le genre *Aucella* semble avoir disparu.

Près de Moscou, la même faune se trouve dans les grès ferrugineux de Worobiewo, qui sont séparés du Volgien supérieur (niveau de Riazan) par des sables à débris végétaux.

Tandis que le Valanginien de la Russie orientale s'est déposé dans un golfe ouvert au nord, l'extension du Barrémien démontre, d'après Pavlow, l'existence d'un large bras de mer qui mettait en communication temporaire l'océan boréal avec la mer qui occupait le Caucase et la Crimée. La mer aptienne correspondait, par contre, à un golfe ouvert au sud, où les eaux boréales n'avaient plus accès.

L'Aptien de la Russie orientale, constitué par des argiles et des sables à *Parahoplites*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Deshayesi, *Oppelia Trautscholdi* et *Douvilleiceras Cornuelianum*, accuse, en effet, par sa faune, des affinités méditerranéennes.

Les espèces méditerranéennes sont, par contre, assez rares dans le Valanginien et dans le Barrémien de Russie. Ce sont des types spéciaux d'Ammonites qui caractérisent le Valanginien : *Polyptychites* (fig. 347), *Craspedites* (fig. 348), *Garnieria* (fig. 350), associés à *Cylindroteuthis* et *Aucella*. Dans le Barrémien, c'est le genre *Simbirskites* (fig. 349) qui prédomine. Nous retrouverons ces types, que l'on a qualifiés de boréaux, dans le Néocomien du Yorkshire et de l'Allemagne du Nord.

Yorkshire et Lincolnshire. — Le Valanginien et le Barrémien du Yorkshire et du Lincolnshire présentent de telles affinités paléontologiques avec les

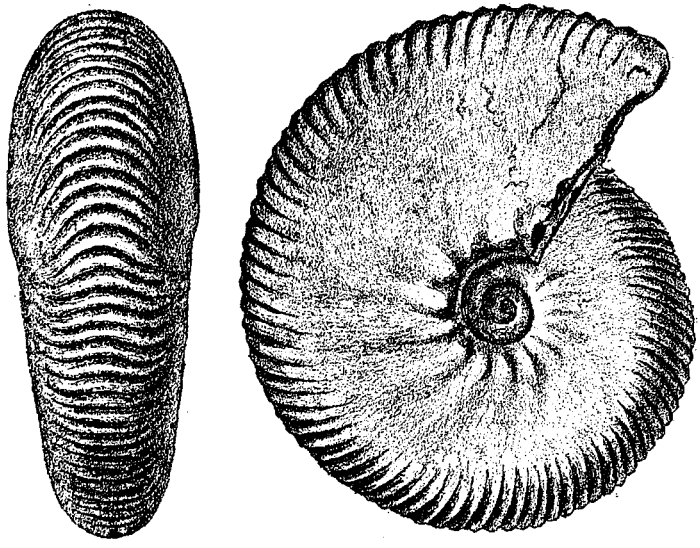


Fig. 348. — *Craspedites semilævis* (d'après A. von Koenen). Gr. nat.
Valanginien. Osterwald, Hanovre.

termes correspondants de la Russie orientale qu'il devait exister une communication facile entre les deux régions. Celle-ci devait se faire directement le long des côtes de Norvège et par les îles Lofoten, comme c'était le cas à l'époque Jurassique.

Dans les falaises de Speeton [XXXVII, 316], tout l'Éocrétacé est à l'état d'argiles, qui font suite en concordance parfaite au Portlandien. La limite entre les deux systèmes passe au milieu des couches argileuses à *Cylindroteuthis lateralis*, qui renferment vers la partie supérieure la faune du Valanginien russe : *Polyptychites Keyserlingi*, *gravesiformis*, *Lamplughi*, *Beani*, *polyptychus*, *Cylindroteuthis russiensis*, *subquadratus*, *explanatoides*. Dans le Lincolnshire, la même faune se trouve dans le minerai de fer de Claxby.

Contrairement à ce qui a lieu en Russie, il n'y a pas, dans le Nord de l'Angleterre, de lacune entre le Valanginien et le Barrémien.

L'Hauterivien est représenté, dans les argiles de Speeton et de Spilsby, par un niveau dont la faune a les plus grandes affinités avec celle de l'Allemagne du Nord et du bassin de Paris. On y trouve notamment *Neocomites regalis*, *amblygonius*, *Kilianella Roubaudiana*, *Holcostephanus Astierianus*, *sulcosus*, *Atherstoni*, *Spiticeras spitiense*, *Holcodiscus rotula*, *Polyptychites bidichotomus* (fig. 347), *Cylindroteuthis subquadratus*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le BARRÉMIEN, également argileux, présente un niveau inférieur, avec *Simbirskites subinversus, inversus, Payeri, Crioceras capricornu*, et un niveau supérieur, avec *Simbirskites Decheni, umbonatus, discofalcatus*. On rencontre, en outre, dans tout l'étage, *Holcodiscus rotula, Cylindroteuthis Jasikowi* et d'autres Bélemnites, qui ne sont qu'exceptionnellement associées à des formes boréales : *Belemnopsis jaculum, pistilliirostris, cristatus*. A. Pavlow y voit avec raison une colonie d'origine méditerranéenne.

L'APTIEN, encore argileux à Speeton, est représenté, dans le Lincolnshire, par le *calcaire de Tealby*. Les Ammonites y sont plus rares et appartiennent à des espèces cosmopolites (*Parahoplites Deshayesi, Sonneratia bicurvata*). Les Bélemnites offrent de nouveau la singulière association de types boréaux (*Cylindroteuthis brunsvicensis, absolutiformis*) et méditerranéens (*Belemnopsis obtusirostris*).

Allemagne du Nord. — Contrairement à ce qui a lieu dans le Nord de l'Angleterre, il n'y a pas eu, dans le Nord-Ouest de l'Allemagne, continuité de sédimentation entre le Jurassique et le Crétacé. Nous savons déjà que le Portlandien supérieur y est représenté par des couches saumâtres et d'eau douce, connues sous le nom de *Purbeckien*. Celles-ci supportent des argiles et des grès, avec Mollusques d'eau douce, que l'on désigne sous le nom de *Wealdien* [82-84], donné, en Angleterre, à des formations, analogues comme faciès, sinon comme position stratigraphique, et qui ont été rangées par les géologues allemands tantôt dans le Jurassique, tantôt dans le Crétacé. On ne peut déterminer avec certitude la position exacte de la limite inférieure de ce Wealdien, mais les travaux d'A. von Kœnen [84] ont démontré que le Valanginien inférieur affecte seul, en Allemagne, le faciès d'eau douce.

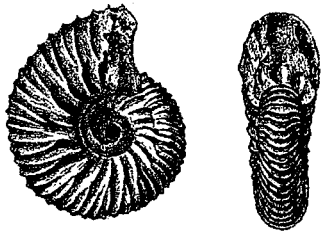


Fig. 349. — *Simbirskites elatus* (d'après A. VON KŒNEN). Gr. nat.

Hauterivien. Hildesheim, Hanovre.

Le Wealdien est quelquefois transgressif et repose dans ce cas directement sur le Jurassique marin, voire sur le Lias ou le Trias. Il débute alors par un conglomérat de base. Les grès, souvent assez puissants, d'autres fois très réduits, constituent la partie moyenne de la formation, dont la base et la partie supérieure sont à l'état d'argiles.

Des intercalations de lignites s'observent à plusieurs niveaux. Les débris végétaux appartiennent aux Équisétacées (*Equisetum*), aux Fougères (*Sphenopteris, Pecopteris*), aux Cycadées (*Clathraria, Pterophyllum, Dioonites, Podozamites*), aux Conifères (*Pachyphyllum, Abietites*).

Les Vertébrés sont représentés par des restes de Poissons, de Chéloniens, de Crocodiliens, de Pythonomorphes (*Megalosaurus*), de Sauroptérygiens (*Plesiosaurus*), de Dinosauriens (*Iguanodon*). C'est à ces derniers qu'il convient sans doute de rapporter des empreintes de pas tridactyles assez communes dans certains bancs. Les Invertébrés appartiennent exclusivement à des genres d'eau douce. Ce sont des Ostracodes (*Cypridea valdensis*), des Gastéropodes (*Paludina fluviorum, Valvata Deisteri, Melania strombiformis, harpæformis*), des Lamellibranches (*Cyrena Bronni, Unio porrectus, planus*).

Le Wealdien est recouvert par des couches marines. Dans les collines du Hils, dans le Hanovre, ce sont exclusivement des argiles, les *argiles du Hils*. Elles sont parfois transgressives et débutent par un conglomérat de base, le *conglomérat du Hils*. En combinant les observations faites dans un grand nombre de briqueteries, surtout aux environs de Hildesheim, A. von Kœnen

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

[85] a pu reconnaître l'existence d'un grand nombre d'horizons, qui se succèdent toujours dans le même ordre et sont caractérisés chacun par quelques espèces spéciales. Mais il ne peut être question d'attribuer à ces niveaux la valeur de zones paléontologiques comparables à celles qu'Oppel a établies pour le Jurassique. Voici cette succession, avec l'attribution aux étages telle qu'elle est proposée par A. von Kœnen :

Aptien	15°	Zone à *Parahoplites furcatus;*
	14°	— — *Deshayesi;*
	13°	— — *Weissi* et *Acanthoceras Albrechti Austriæ;*
Barrémien	12°	— *Ancyloceras trispinosum* et *Desmoceras Mayeri;*
	11°	— — *innexum, Crioceras pingue;*
	10°	— — *costellatum, Crioceras Denckmanni, Andreæi;*
	9°	— *Crioceras elegans;*
	8°	— *Crioceras fissicostatum* et *Ancyloceras crassum;*
Hauterivien	7°	— *Simbirskites Phillipsi* et *Crioceras Strombecki;*
	6°	— *Crioceras capricornu;*
	5°	— *Neocomites amblygonius* et *Acanthodiscus radiatus;*
Valanginien	4°	— *Polyptychites terscissus* et *Crioceras curvicosta;*
	3°	— *Holcostephanus psilostomus* et *Saynoceras verrucosum;*
	2°	— *Polyptychites Keyserlingi* et *Brancoi;*
	1°	— *Garnieria Gevriliana* et *heteropleura.*

Il est incontestable que la zone inférieure n'est autre que la zone moyenne du Valanginien de la Russie orientale, dont elle renferme l'espèce la plus caractéristique, *Garnieria Gevriliana;* elle correspond également au Valanginien moyen du Jura, où l'on retrouve *Garnieria heteropleura* (fig. 350). Comme elle repose sur le Wealdien, on peut en conclure que ce terme d'eau douce ne s'élève pas plus haut que le Valanginien inférieur. Quant au Valanginien supérieur, il est représenté par les zones 2, 3 et 4 de Kœnen, où dominent les *Craspedites* (fig. 348) et les *Polyptychites* (fig. 347).

La zone 5 appartient incontestablement à l'Hauterivien. C'est le niveau principal des *Hoplitidæ*. La lacune signalée en Russie n'existe donc pas dans l'Allemagne du Nord.

La zone 6 ne renferme que des *Crioceras*, qui ne nous fournissent aucun renseignement précis sur son niveau stratigraphique. La zone 7 n'a pas fourni moins de 10 espèces du genre *Simbirskites* (fig. 349). Pour cette raison, il nous paraît préférable de l'attribuer au Barrémien. Les autres niveaux de l'étage (8-12) contiennent surtout des *Desmoceras*, des *Crioceras*, des *Ancyloceras*, avec un seul représentant du genre *Hamulina*.

Dans l'Aptien (13-15), enfin, se trouvent localisés les *Oppelia* (*O. nisoides*, *Haugi*, *scalata*), les *Parahoplites*, les *Acanthoceras* et la plupart des grands *Ancyloceras*.

E. Stolley [86], dont la division en zones de l'Éocrétacé de l'Allemagne du Nord diffère sensiblement de celle de Kœnen, s'est principalement attaché à préciser les niveaux qu'occupent les nombreuses espèces de Bélemnites réparties dans tout le groupe.

Le Valanginien renfermerait exclusivement des espèces voisines de *Cylindroteuthis subquadratus*, tandis que cette espèce elle-même caractériserait la zone à *Neocomites amblygonius*, où *Belemnopsis jaculum* fait également son apparition, pour s'élever ensuite jusqu'au niveau des premiers *Simbirskites*. Un peu plus haut se trouvent *Cylindroteuthis Jasikowi*, *speetonensis*, *absolutiformis*, *pugio*, tandis que le véritable *C. brunsvicensis* débute avec la zone à *Crioceras elegans* et monte jusque dans l'Aptien. Les Bélemnites pourront faciliter assurément l'établissement d'un parallélisme assez satisfaisant entre l'Éocrétacé du Nord de l'Angleterre et celui de l'Allemagne septentrionale, mais elles sont loin de permettre une division en zones aussi rigoureuse que les Ammonites.

La répartition verticale des Gastéropodes et des Lamellibranches dans les argiles du Hils n'offre aucune particularité intéressante, car la plupart des espèces se rencontrent dans toutes les zones de l'Éocrétacé. C'est le cas, en particulier, pour *Exogyra Couloni*, *Tombeckiana*, *tuberculifera*, *Pecten crassitesta*, *germanicus*, *Avicula Cornueliana*, *Lima longa*, *Panopæa neocomiensis*, etc. [87]. *Aucella Lamplughi* est une espèce de la zone à *Polyptychites Keyserlingi* de Russie. Les Brachiopodes et les Échinides (*Toxaster retusus*) sont également représentés.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Dans son ensemble, la faune des argiles du Hils possède surtout des affinités étroites avec celle de l'Éocrétacé de la Russie orientale et du Yorkshire; l'Hauterivien renferme principalement des espèces cosmopolites; dans le Barrémien, de rares éléments méditerranéens apparaissent (*Belemnopsis, Desmoceras, Hamulina*); ils sont plus nombreux à l'Aptien, où aux derniers *Cylindroteuthis* viennent se joindre, non seulement des *Belemnopsis*, mais encore une *Duvalia*, tandis que les Ammonites appartiennent exclusivement à des types méditerranéens, parmi lesquels se trouve même un *Phylloceras* (*Ph. Morelianum*). La présence, dans la faune des argiles du Hils, à côté de Céphalopodes, de Gastéropodes, de Lamellibranches, de Brachiopodes, d'Échinides montre que, malgré le caractère vaseux des dépôts,

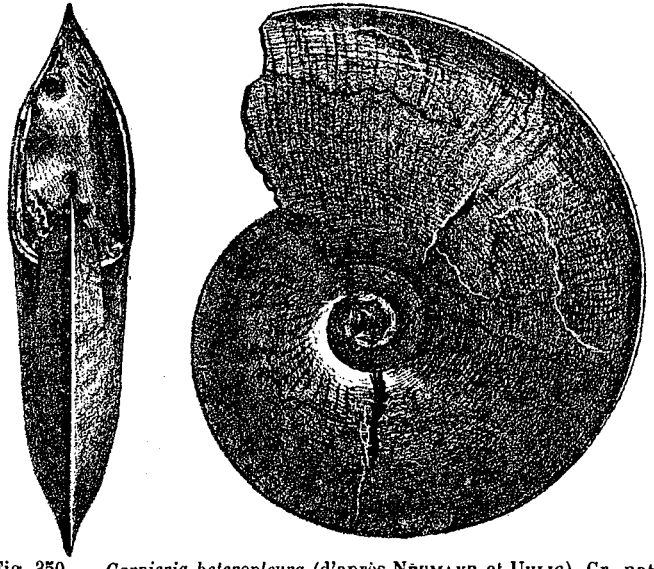


Fig. 350. — *Garnieria heteropleura* (d'après Neumayr et Uhlig). Gr. nat.
Valanginien. Grand Süntel, près Springe, Hanovre.

la profondeur des eaux n'était pas très considérable. L'épaisseur moyenne de la formation est d'environ 300 m.

En quelques points, notamment à Salzgitter et à Steinlah, les argiles sont remplacées par des minerais de fer oolithiques, qui ont fourni des Ammonites de grande taille, indiquant la présence de plusieurs étages : des *Craspedites* (*Cr. Denckmanni, Kleini, Damesi*), des *Polyptychites* valanginiens, dont certains (*Pol. Losseni, inverselobatus, Kayseri*) ressemblent à des *Perisphinctes* jurassiques, d'autres (*P. latissimus, marginatus*) à des *Pachyceras*, puis des *Parahoplites*, des *Ancyloceras* (*A. Urbani, Seeleyi*) aptiens [88].

De véritables formations néritiques se rencontrent sur les bords de la dépression où se déposaient les argiles. Ce sont les grès et les conglomérats du bord septentrional du Harz et les *grès du Teutoburger Wald* [89], qui se poursuivent vers l'ouest jusque sur territoire hollandais. Ces derniers renferment des Échinides (*Toxaster retusus*), des Brachiopodes (*Rhynchonella multiformis, Terebratula sella, Moutoniana*), de très nombreux Lamellibranches (*Mytilus, Pinna, Inoceramus, Avicula, Lima, Ostrea, Arca, Trigonia, Cardium, Crassa-*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

tella, *Thracia*, *Panopæa*, *Goniomya*, *Pholadomya*), des Gastéropodes (*Trochus*, *Pterocera*, *Cerithium*, *Natica*, *Actæonina*) et aussi des Ammonites, qui indiquent la présence de l'Hauterivien supérieur (*Polyptychites bidicholomus* [fig. 347], *Neumayri*, *œrlinghusanus*, *Crioceras capricornu*) et du Barrémien inférieur (*Simbirskites Decheni*, *inverselobatus*, *lippiacus*). Les Aucelles appartiennent en partie à des espèces spéciales, qui manquent en Russie, où, comme on sait, l'Hauterivien n'est pas représenté.

Sauf sur le littoral baltique, les dépôts éocrétacés ne sont pas connus dans l'Allemagne du Nord à l'est du Brunswick. Il est d'autant plus intéressant de retrouver des formations bathyales tout à fait analogues aux argiles du Hils vers le nord, à l'île d'Helgoland, où elles reposent directement sur le Trias moyen. Le faciès est le même que dans le Hils, car les Lamellibranches et les Brachiopodes accompagnent ici aussi les Céphalopodes, qui toutefois sont prédominants. D'après A. von Kœnen, les Ammonites se répartissent de la manière suivante [90] :

1° Zone à *Acanthodiscus radiatus* : *A. radiatus*, *Vaceki*, *paucinodus*, *Crioceras Rœmeri*;
2° Zone à *Crioceras capricornu* : *Cr. capricornu*, *torulosum*;
3° Zone à *Simbirskites Phillipsi*, avec environ 20 espèces de *Simbirskites*;
4° Zones moyennes et supérieures du Barrémien, avec *Desmoceras Hoyeri*, nombreux *Crioceras* et *Ancyloceras*;
5° Aptien inférieur, avec *Parahoplites Deshayesi*.

Aucun échantillon n'indique la présence du Valanginien, mais l'Hauterivien et le Barrémien accusent des affinités remarquables avec le Hanovre.

L'existence d'un Éocrétacé néritique au N.E. de l'île d'Helgoland, sur le bord du bouclier Scandinave, résulte de la découverte, faite au Jutland, de blocs erratiques d'un grès calcaire à fossiles néocomiens, parmi lesquels se trouve une seule Ammonite (*Neocomites oxygonius*), pour 17 espèces de Lamellibranches, appartenant presque toutes à des formes caractéristiques du bassin de Paris, telles que *Oxyloma Cornueliana*, *Gervilleia anceps*, *Cucullæa Cornueliana*, *Trigonia Robinaldina*, *Ptychomya Cornueliana*, *Cardium subhillanum*, *Pleuromya neocomiensis*, etc. [XXXVII, 22].

Plus à l'est, W. Deecke [XXXVII, 103] ne signale, d'autre part, que des couches à fossiles wealdiens (*Cyrena angulata*, *Paludina*, *Cypridea valdensis*), englobées dans les formations glaciaires de l'île de Rügen et de Hiddensö.

Enfin, l'Éocrétacé est encore connu non loin de la frontière orientale de la Prusse, dans la Pologne russe, où, d'après Michalski [91], un sondage a traversé de haut en bas, sous les dépôts tertiaires :

1° l'Éocrétacé marin, avec Ammonites indéterminables, *Isocardia*, *Exogyra Couloni*;
2° l'argile wealdienne, avec *Cypridea valdensis*, *Melania harpæformis*, *Cyrena*;
3° le Volgien, avec *Virgatites scythicus*;
4° le Kimeridgien.

Bassin Anglo-Parisien et Jura. — Nous abordons maintenant une région où les influences boréales ne se font plus qu'exceptionnellement sentir et qui constitue, à vrai dire, le bord septentrional du domaine méditerranéen. Elle comprend seulement le Sud de l'Angleterre, le Nord de la France, le Sud-Est du bassin de Paris et le Jura, car, plus à l'est, dans l'Allemagne du Sud, en Bohême, dans l'avant-pays des Karpates, et au nord de la Crimée, aucune trace d'Éocrétacé n'est connue. On en a conclu à l'existence d'une terre émergée, située sur l'emplacement de l'ancienne chaîne hercynienne et formant une barrière entre les mers de la province boréale et celles de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

la province méditerranéenne (fig. 351). Au début de l'Éocrétacé, cette barrière s'étendait vers l'ouest au moins jusqu'au massif Armoricain. Mais bientôt une brèche s'est ouverte entre le Plateau Central et les Vosges, par le détroit de la Côte d'Or, de sorte que la mer a pu pénétrer par le sud dans le bassin de Paris, dont elle baignait la partie sud-est. A la fin de la période, c'est-à-dire à l'Aptien, la mer envahissait en outre le Nord de la France et le Sud de l'Angleterre, établissant ainsi une communication

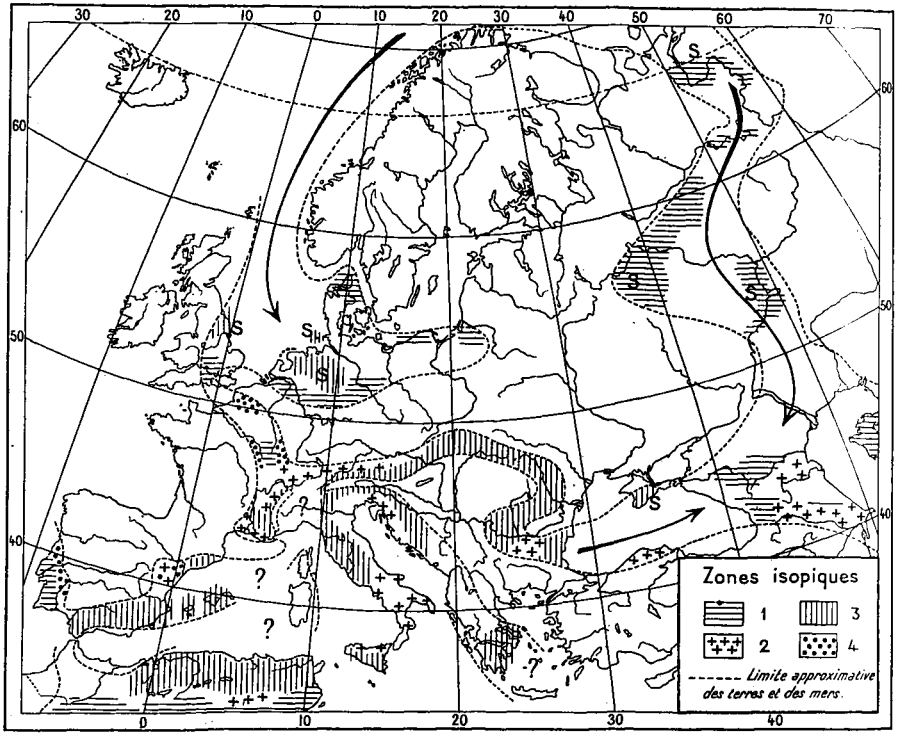


Fig. 351. — Carte des zones isopiques de l'Europe à l'époque du Barrémien.

1, Formations néritiques; 2, formations zoogènes (calcaires à Réquiénies = Urgonien, p. p.); 3, formations bathyales des géosynclinaux et des aires d'ennoyage; 4, formations lagunaires. Les flèches indiquent le sens des migrations des faunes marines. S, couches à *Simbirskites*.

entre les deux provinces. Pour bien mettre en évidence cette transgression éocrétacée vers le nord, nous décrirons d'abord la série néocomienne du Jura, où tous les termes du groupe sont représentés, et nous nous dirigerons de là vers le N.W., où la série marine débute par des termes de plus en plus élevés, tandis que les couches sous-jacentes sont lagunaires ou continentales.

Jura. — La série éocrétacée de la chaîne du Jura est classique, c'est là qu'elle a pris son nom de Néocomien, c'est là qu'ont été établies ses subdivisions. Nous prendrons comme type l'Éocrétacé du Jura neuchâtelois et vaudois et des parties limitrophes du Jura franc-comtois. La succession

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

est complète et facilement observable sur les flancs des grands synclinaux, tels que le val Saint-Imier, le val de Ruz, le val de Travers, le val de Nozeroy, le val de Joux, qui sont un des traits caractéristiques de cette partie de la chaîne. Depuis le moment où A. de Montmollin [92] a, le premier, fait connaître ces terrains, des travaux nombreux, dus à Lory [93], à Campiche et de Tribolet [3 *bis*], à Marcou [94], à Aug. Jaccard [95], à Baumberger [96-98], ont été consacrés à cette série.

Le VALANGINIEN repose directement sur le Purbeckien ; ses premières couches alternent avec les dernières couches saumâtres. Il comprend les termes suivants :

1° Marnes grises et calcaires oolithiques, avec *Toxaster granosus*, *Terebratula valdensis*, *Zeilleria pseudojurensis*, Lamellibranches, *Natica Pidanceti*, *Pterocera Jaccardi*, *Aporrhais valanginensis* ;

2° *Marbre bâtard*, calcaire zoogène, avec *Pygurus Gillieroni*, *Terebratula valdensis*, *Natica Leviathan*, *Pterocera Jaccardi*, *Nerinea valdensis*, *Blancheti*, *Neithea valanginensis* ;

3° *Marnes d'Arzier* [99], avec Spongiaires, *Cidaris pretiosa*, *Acrocidaris minor*, *Pseudodiadema Guirandi*, *Cyphosoma nobile*, *Terebratula valdensis*, *Terebratella arzierensis*, *Rhynchonella valangiensis*, *Thecidea valangiensis* ;

4° *Calcaire roux d'Auberson* (brèche à Échinodermes) et *limonite de Métabief*, avec *Rhabdocidaris Sanctæ-Crucis*, *Acrosalenia patella*, *Goniopygus decoratus*, *Pygurus rostratus*, Bryozoaires, *Eudesia Marcousana*, *Mytilus Montmollini*, *Lithodomus aubersonensis*, *Arca Sanctæ-Crucis*, *Trigonia Sanctæ-Crucis*, *Opis neocomiensis*, *Astarte Germani*, *Corbis corrugata*, *Cardium Jaccardi*, *Isocardia neocomiensis*, *Pholadomya elongata*, *Pleurotomaria aubersonensis*, *Turbo Sanctæ-Crucis*, *Natica valdensis*, *Garnieria Gevriliana*, *Marcousana*, *heteropleura* (fig. 350), *Neocomites Thurmanni*, *Leenhardti*, *Acanthodiscus Arnoldi*, *Euthymi*, *Belemnopsis pistilliformis*, *Duvalia dilatata* ;

5° Marnes jaunes à Bryozoaires de Villers-le-Lac, avec Échinides, Bryozoaires, Brachiopodes, Lamellibranches, Gastéropodes, généralement identiques à ceux des couches précédentes, associés à *Saynoceras verrucosum*, *Acanthodiscus Arnoldi*, *Holcostephanus Astierianus*, *Atherstoni*.

Les couches 1 à 3 ne renferment pas de Céphalopodes, mais, comme les Ammonites du calcaire roux (n° 4) ne laissent aucun doute sur l'assimilation de ce niveau au Valanginien moyen de Russie et d'Allemagne, on est en droit de les considérer comme synchroniques des couches attribuées dans ces régions au Valanginien inférieur. L'horizon n° 5 correspond non moins bien au Valanginien supérieur du Nord de l'Europe et nous retrouvons, dans la région alpine, *Saynoceras verrucosum* au même niveau.

L'HAUTERIVIEN ne comprend que deux divisions principales :

1° Marnes bleues d'Hauterive, avec *Pseudodiadema Bourgueti*, *Holectypus macropygus*, *Pygurus Montmollini*, *Toxaster retusus*, *Rhynchonella multiformis*, *Terebratula acuta*, *Exogyra Couloni*, *Alectryonia rectangularis*, *Neithea neocomiensis*, *Arca Gabrielis*, *Cornueliana*, *Nucula simplex*, *Trigonia caudata*, *carinata*, *longa*, *Astarte Beaumonti*, *gigantea*, *Corbis corrugata*, *Cardium subhillanum*, *Venus Cornueliana*, *Robinaldina*, *Pholadomya elongata*, *Panopæa neocomiensis*, *Pleurotomaria Bourgueti*, *Cymatoceras pseudoelegans*, *neocomiensis*, *Holcostephanus Sayni*, *stephanophorus*, *Polyptychites bidichotomus*, *Carteroni*, *Acanthodiscus radiatus*, *Leopoldinus*, *Vaceki*, *Neocomites amblygonius*, *Schlœnbachia cultrata*, *Placenticeras* (?) *clypeiforme*, *Belemnopsis pistilliformis*, *Duvalia lata*, *Serpula antiquata* ;

2° Calcaire jaune de Neuchâtel (pierre à bâtir), oolithique, spathique ou lumachellique, essentiellement zoogène, avec faune moins riche que la précédente, mais sans espèces spéciales.

Les Ammonites de l'Hauterivien jurassien se rapportent à des espèces qui caractérisent l'étage depuis le Yorkshire et l'Allemagne du Nord jusqu'en Provence.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

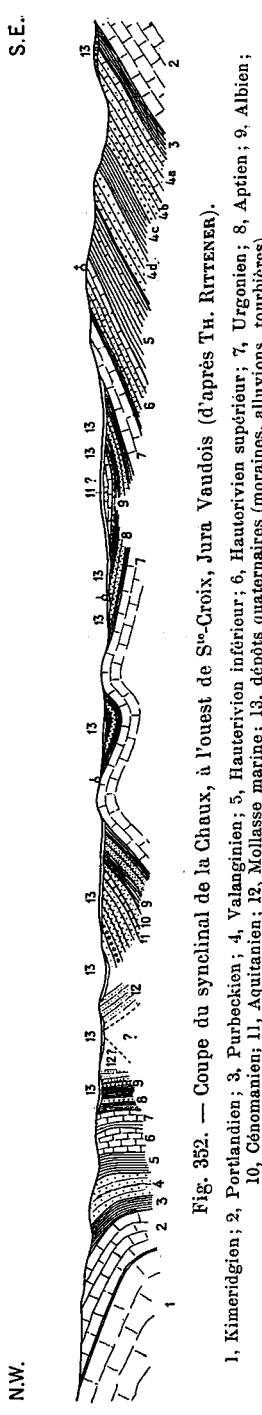


Fig. 352. — Coupe du synclinal de la Chaux, à l'ouest de Ste-Croix, Jura Vaudois (d'après Th. Rittener).
1, Kimeridgien; 2, Portlandien; 3, Purbeckien; 4, Valanginien; 5, Hauterivien inférieur; 6, Hauterivien supérieur; 7, Urgonien; 8, Aptien; 9, Albien; 10, Cénomanien; 11, Aquitanien; 12, Mollasse marine; 13, dépôts quaternaires (moraines, alluvions, tourbières).

Le Barrémien, généralement connu dans le Jura sous le nom d'Urgonien, est essentiellement zoogène. On y distingue :

1° Des calcaires jaunes, oolithiques, à Échinides, Lamellibranches, Gastéropodes, avec lentilles de calcaires coralligènes à *Requienia ammonia;*

2° Des calcaires blancs en gros bancs, avec *Rhynchonella lata, Corbis Michaillensis, Requienia ammonia, Toucasia carinata* et Gastéropodes (*Turbo, Trochus, Pileolus, Nerita, Cryptoplocus, Nerinea, Itieria*).

L'Aptien n'est représenté que sur une surface restreinte, il est localisé aux environs du val de Travers, de Sainte-Croix (fig. 352) et de Vallorbes. Des trois divisions que l'on y a distinguées la première seule paraît appartenir à l'Aptien inférieur, au Rhodanien de Renevier; la 2e renferme les Ammonites caractéristiques de l'Aptien supérieur, qui est particulièrement bien développé dans le Jura méridional, comme on le verra plus tard.

1° Calcaire blanc soyeux imprégné d'asphalte;

2° Marnes et calcaires jaunes, argiles bleues ou vertes, avec *Orbitolina lenticularis*, Échinides (*Pseudodiadema carthusianum, Nucleolites Roberti, Botriopygus Sueuri, Enallaster Fittoni, Heteraster oblongus*), Brachiopodes (*Rhynchonella Gibbsiana, Zeilleria tamarindus*), Lamellibranches (*Plicatula placunea, Exogyra aquila, Arca aptiensis, Trigonia caudata, Pholadomya Cornueliana*), Gastéropodes (*Pterocera pelagi, Aporrhais Forbesi, Natica Cornueliana, Tylostoma Rochatiana, Cerithium Heeri, Bulla Tombeckiana*) et quelques Céphalopodes (*Parahoplites furcatus, gargasensis, Douvilleiceras Martini, Belemnopsis semicanaliculatus);*

3° Grès jaunes ou verdâtres, souvent imprégnés d'asphalte, avec nombreux Spongiaires (Pharétrones, Sycones), Échinides (*Salenia prestensis, Peltastes Lhardyi, Epiaster polygonus*), Bryozoaires, Brachiopodes (*Rhynchonella Gibbsiana, Terebratula biplicata*), Lamellibranches (*Pecten Dutemplei, Mytilus sublineatus, Trigonia alæformis*), Serpules.

On voit, par cet aperçu, que, du bas en haut de la série, l'Écrétacé est constitué exclusivement par des formations néritiques. Même lorsque les Céphalopodes sont assez abondants, comme par exemple dans les marnes d'Hauterive, ils ne représentent qu'un tant pour cent insignifiant dans le nombre total des individus et les genres *Phylloceras* et *Lytoceras* font entièrement défaut. Malgré la présence d'Ammonites généralement considérées comme boréales, telles que

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Garnieria et *Polyptychites*, on constate l'absence complète des *Cylindroteuthis* et des Aucelles. En revanche, les *Belemnopsis* ne sont pas rares et l'on a signalé quelques *Duvalia* dans le Valanginien et dans l'Hauterivien.

Les divers étages de la série Éocrétacée n'ont pas tous la même extension géographique. Ainsi le Valanginien manque entièrement, de même que le Purbeckien sous-jacent, au sud d'une ligne passant par Chalon-sur-Saône, Salins, Nods et Bienne. L'Hauterivien est transgressif vers le nord : dans la Haute-Saône, où plusieurs témoins de cet étage ont échappé à la dénudation, il fait suite immédiatement au Portlandien ; à Avilley, dans la vallée de l'Oignon, il repose même directement sur le Séquanien, comme l'a montré W. Kilian.

Tous les termes de la série éocrétacée du Jura s'amincissent vers le N.E., de sorte que l'on est en droit d'admettre que le rivage se trouvait peu à l'est de Bienne ; mais l'érosion n'a rien épargné des couches littorales [97].

Au moment de la transgression mésocrétacée, les couches barrémiennes et aptiennes ont été souvent détruites par la progression de la mer. Ainsi, à Mouthier-Hautepierre (Doubs) et à Avilley (Haute-Saône), l'Albien s'appuie sur la surface ravinée de l'Hauterivien. Ailleurs, il repose sur le Barrémien, dont les formations zoogènes ont facilement échappé à la destruction, tandis que l'Aptien a été enlevé partout au nord du val de Travers.

Bourgogne. — On verra tout à l'heure que l'Hauterivien et l'Aptien du Sud-Est du bassin de Paris présentent avec les termes correspondants du Jura de telles affinités paléontologiques qu'il est nécessaire d'admettre, entre les deux régions, une communication directe, par le détroit Morvano-Vosgien, au moins pendant une partie de l'époque Éocrétacée. Les dépôts de cet âge ont entièrement disparu sur tout le Plateau de Langres, mais quelques témoins subsistent à l'ouest de ceux de la Haute-Saône, dont il vient d'être question, sur la rive droite de la Saône, près de Pontailler (Côte-d'Or). Malgré ces jalons intermédiaires, il reste cependant encore une distance de plus de 100 km entre les affleurements éocrétacés du bassin de Paris et ceux de la vallée de la Saône.

Sur le bord du Plateau Central on connaît également quelques lambeaux néocomiens dans la côte Chalonaise et aux environs de Tournus. Le Valanginien s'y trouve sous la forme de calcaires jaunes, avec *Pygurus rostratus* et *Valletia*. Ces lambeaux font face à ceux qui sont conservés sur le bord occidental du Jura méridional.

Bord sud-est du bassin de Paris. — Dans le nord-est et dans l'ouest du bassin de Paris ce sont les dépôts mésocrétacés qui reposent directement sur les terrains jurassiques, mais, entre Bar-le-Duc, au nord-est, et Subligny, près Vailly (Cher), à l'ouest, il existe une bordure ininterrompue d'affleurements éocrétacés, qui traverse les départements de la Haute-Marne, de l'Aube et de l'Yonne.

La mer valanginienne n'ayant pas franchi le détroit Morvano-Vosgien, c'est l'Hauterivien qui s'appuie directement sur le Portlandien inférieur, dernier terme du Jurassique dans cette partie du bassin de Paris. On observe quelquefois dans l'Yonne, entre les deux étages, une véritable discordance angulaire, sur laquelle Edm. Hébert a attiré l'attention dès 1857 [XXXVII, 7]. Près de Villefargeau, par exemple, les calcaires hauteriviens reposent tantôt sur l'oolithe portlandienne, tantôt sur les calcaires inférieurs à cette oolithe. La surface supérieure du Portlandien est ravinée, durcie, souvent percée de trous de Pholades.

Nous donnerons d'abord en détail, d'après les travaux déjà anciens de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Cornuel [101-104], la succession des dépôts éocrétacés dans l'arrondissement de Vassy (Haute-Marne) et nous indiquerons ensuite les modifications qu'elle subit vers l'ouest.

L'Hauterivien débute par une *marne argileuse noirâtre*, avec ossements de Chéloniens terrestres et petits Mollusques (*Trigonia rudis*, *Ptychomya*, *Gastéropodes*), qui forme comme un remplissage des creux que présentait la surface des calcaires portlandiens. Puis viennent près de 20 m de sables, très ferrugineux dans leur partie inférieure, avec concrétions d'hydroxyde de fer à la base. On y trouve presque exclusivement des Lamellibranches (*Pinna Robinaldina*, *Arca Cornueliana*, *Crassatella Robinaldina*, *Pholadomya Agassizi*).

Les couches suivantes, connues sous la dénomination de *calcaires à Spatangues*, sont bien plus fossilifères. Ce sont des marnes calcaires bleues, passant à leur partie supérieure, par alternances répétées, à un calcaire jaunâtre, où le test des fossiles est remplacé par de la calcite, qui a assuré la conservation de tous les détails de l'ornementation. La faune de cet ensemble est extrêmement riche ; elle comprend des Spongiaires, de très nombreux Zoanthaires, des Échinides (*Pygurus Montmollini*, *Holectypus neocomiensis*, *Toxaster retusus*), des Brachiopodes, plus de 100 espèces de Lamellibranches (*Avicula Cornueliana*, *Gervilleia anceps*, *Perna Mulleti*, *Lima Royeriana*, *Tombeckiana*, *Neithea atava*, *Exogyra Couloni*, *Cucullæa Gabrielis*, *Trigonia longa*, *carinata*, *ornata*, *Corbis corrugata*, *Crassatella Cornueliana*, *Isocardia neocomiensis*, *Cardium subhillanum*, *Venus Cornueliana*, *Pholadomya elongata*), des Gastéropodes (*Pleurotomaria neocomiensis*, *Solarium neocomiense*, *Natica lævigata*, *Rostellaria Robinaldina*, *Cerithium terebroides*, *Actæon marginatum*), des Céphalopodes peu abondants, mais très caractéristiques (*Cymatoceras pseudoelegans*, *Acanthodiscus radiatus*, *Leopoldia Leopoldina*, *Neocomites neocomiensis*, *cryptoceras*, *Polyptychites bidichotomus*, *Carteroni*, *Duvalia dilatata*, *Belemnopsis pistilliformis*, *Cylindroteuthis subquadratus*), des Crustacés décapodes, des Poissons. L'analogie de cette faune avec celle des marnes hauteriviennes du Jura est tout à fait frappante. Les Ammonites sont les mêmes. L'association d'un *Cylindroteuthis* boréal à des types méditerranéens est fort intéressante.

Le Barrémien débute par l'*argile ostréenne* de Cornuel, constituée par des alternances d'argiles grises, très riches en Foraminifères et en Ostracodes, et de marno-calcaires jaunâtres, remplis d'Ostracées, qui forment souvent de véritables lumachelles (*Exogyra Couloni*, *Boussingaulti*, *Leymeriei*, *macroptera*). Les autres Mollusques, sauf les genres *Cardium*, *Nucula*, *Venus*, sont rares. Les Serpules sont très communes. Le fossile le plus caractéristique est *Toxaster Ricordeanus*. Au-dessus viennent des *grès et sables piquetés*, une *argile rose marbrée*, formant un horizon très constant, et des *sables et grès ferrugineux*. Ces trois termes sont à peu près dépourvus de fossiles et paraissent s'être déposés dans une lagune. Par contre, le *fer oolithique*, nappe de limonite, autrefois exploitée comme minerai de fer aux environs de Vassy et de Bailly-aux-Forges, qui leur fait suite, est une formation d'eau douce, renfermant de nombreux *Unio* (9 espèces), *Cyclas neocomiensis*, *Paludestrina bulimoides*, *Paludina vassiacensis*. On y trouve en outre des débris végétaux, des feuilles, des tiges de Conifères (*Cedroxylon*, *Araucaroxylon*) et de Fougères et surtout des cônes et des inflorescences mâles de Conifères (*Pinus*, *Sarcoxylon*) [105].

L'étage se termine par la *couche rouge de Vassy*, assise peu épaisse d'argile rougeâtre à grains oolithiques, dont les fossiles, fort bien conservés, indiquent le retour des eaux marines. On y trouve notamment *Heteraster oblongus*, *Exogyra Boussingaulti*, *Lima Royeriana*, *Nucula simplex*, *Corbis corrugata*, *Astarte laticosta*, *Cardium Forbesi*, *Corbula striatula*, *Panopæa neocomiensis*, *Natica lævigata*, *Rostellaria Robinaldina*, *Cerithium Cornuelianum* et d'autres Mollusques, dont la plupart ont déjà fait leur apparition dans l'Hauterivien.

L'Aptien correspond en majeure partie à la formation que Cornuel a désignée sous la dénomination d'*argile à Plicatules*. Il présente à la base un lit d'argile de 20 cm d'épaisseur, rempli d'*Exogyra aquila*, avec *Terebratella Astieriana*, *Zeilleria tamarindus*, *Terebratula sella*, *Rhynchonella lata*, *depressa*, *Perna Mulleti*, *Plicatula placunea*, *Rœmeri*, *Carteroni*, *Pecten interstriatus*, *Nucula simplex*, *Conoteuthis Dupinianus*, *Parahoplites Deshayesi*.

La partie moyenne des argiles aptiennes renferme des concrétions ferrugineuses et siliceuses, avec *Ancyloceras Matheroni* et *Douvilleiceras Cornuelianum* en exemplaires de grande taille.

Dans la partie supérieure, les Ammonoïdés abondent et sont à l'état de moules

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

internes ferrugineux. On y trouve surtout *Oppelia Nisus*, *Parahoplites Deshayesi*, *Milletianus*, *Douvilleiceras Royerianum*, *Cornuelianum*, *Sonneratia bicurvata*, *Ancyloceras varians*, *Toxoceras Royerianum*, *Cornuelianum*. C'est la faune caractéristique de la zone à *Oppelia Nisus*, mais les *Phylloceras* et les *Lytoceras* y font entièrement défaut.

Ces argiles sont séparées des premières couches albiennes par un sable blanc jaunâtre et par le grès de *Valcourt*, qui contient encore *Exogyra aquila*.

Dans le département de l'Aube et dans une partie de l'Yonne, la succession des dépôts éocrétacés n'est plus tout à fait la même que celle de la Haute-Marne [24, 106]. Tandis que certains termes, tels que le *calcaire à Spatangues* et l'*argile à Plicatules*, sont remarquablement constants, d'autres et, en particulier, les sables et minerais de fer à faune d'eau douce, ainsi que les argiles lagunaires, font place à des dépôts franchement marins.

Les marnes noirâtres et les sables ferrugineux, par quoi débute l'Hauterivien dans la Haute-Marne, sont remplacés par un calcaire blanchâtre, zoogène, rempli de Spongiaires, de Zoanthaires, de grosses Serpules. Les Échinides réguliers, tels que *Cidaris Lardyi*, *Rhabdocidaris salviensis*, *Pseudocidaris clunifera*, sont communs. Les Lamellibranches sont presque exclusivement représentés par des Huîtres fixées (*Ostrea Tombecki*, *macroptera*, *Minos*), des Spondyles (*Spondylus Rœmeri*), des formes perforantes (*Lithodomus amygdaloides*, *Pholas icaunensis*). Ce calcaire, épais de 2 m en moyenne, s'est évidemment formé sur un fond rocheux, balayé par les courants, qui empêchaient tout dépôt d'argile. Il manque en beaucoup d'endroits, de sorte que le calcaire à Spatangues repose directement sur les calcaires portlandiens [107].

Le Barrémien de l'Aube est entièrement marin, il ne renferme aucune formation analogue aux sables, aux argiles roses et au fer oolithique à fossiles d'eau douce de la Haute-Marne. Un faciès analogue à l'argile ostréenne se continue jusqu'au haut de l'étage. Les argiles à *Ostrea Leymeriei* supportent des argiles avec intercalations de lumachelles d'*Exogyra Boussingaulti* et nombreux Mollusques marins, de véritables *bonebeds* et de plaquettes gréseuses à *Corbula* et *Cardium*. Puis viennent des argiles très ferrugineuses et des minerais de fer, qui correspondent à la couche rouge de Vassy et renferment la même faune.

A ces couches marines se substituent, dans l'Yonne, des sables et des argiles bigarrées, généralement sans fossiles, où toutefois Peron [107] a trouvé, dans le vallon de Cassoire, des Unios. C'est le pendant des couches d'eau douce de la Haute-Marne. On doit donc conclure, avec Peron, que la mer barrémienne continuait à pénétrer dans l'Aube, située dans l'axe du détroit morvano-vosgien, « et que ce bras de mer était, au sud comme au nord, flanqué de lagunes où se déversaient des cours d'eau et où vivait une faune de mollusques fluviatiles ».

L'Aptien [109] débute, par contre, dans l'Yonne comme dans l'Aube, par un calcaire argileux, qui renferme en grand nombre des Échinides (*Pellastes Lardyi*, *Toxaster Ricordeanus*), des Serpules, des Bryozoaires, des Brachiopodes (*Rhynchonella lata*, *Gibbsiana*, *Terebratella Astieriana*, *Terebratula sella*), des Lamellibranches (*Pecten aptiensis*, *Plicatula placunea*), parmi lesquels *Exogyra aquila* est si abondante que dans l'Aube ses valves ont quelquefois servi à l'empierrement des routes. C'est le niveau à *Terebratella Astieriana*, qui marque également dans la Haute-Marne la base de l'Aptien. Le reste de l'étage est constitué, ici aussi, par des argiles à Plicatules, avec Ammonites pyriteuses.

Dans le Cher, le calcaire à Spatangues repose directement sur le Juras-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

sique; il supporte soit des marnes à Huîtres, soit des argiles bariolées barrémiennes. Ces divers termes vont en s'amincissant graduellement vers le S.W., et finissent par disparaître. A partir de Crésancy, près Sancerre, l'Albien inférieur, représenté par des sables et des grès ferrugineux, s'étend en transgression sur le Portlandien.

Nord de la France et Belgique. — Dans le Sud de la Meuse, l'Aptien fait d'ordinaire suite normalement au Barrémien, cependant, près de Triaucourt, ses argiles s'appuient sur le Portlandien. Au nord de Bar-le-Duc, la transgression albienne masque complètement le prolongement de l'Aptien vers le nord, mais, aux environs de Grandpré, dans les Ardennes, cet étage reparaît sous la forme de sables ferrugineux, avec Échinides (*Goniocidaris farringdonensis, Diplopodia Renevieri, Pellastes Lardyi, Discoidea Peroni, Toxaster Breyniusi*), Bryozoaires, Brachiopodes (*Rhynchonella lata, Terebratula sella*),

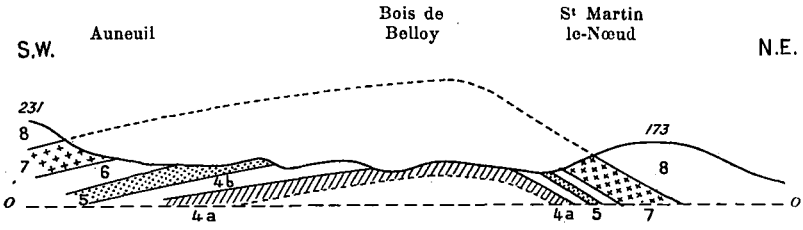


Fig. 353. — Coupe transversale de la terminaison sud-est de l'anticlinal du Pays de Bray, de la Neuville-sur-Auneuil à Beauvais (d'après A. DE LAPPARENT).

4 a, sables et argiles (Valanginien et Hauterivien); 4 b, glaise panachée (Barrémien); 5, sables verts (Aptien); 6, Albien et gaize; 7, craie de Rouen (Cénomanien) et craie marneuse (Turonien); 8, craie blanche (Sénonien). *o—o*, niveau de la mer.

Lamellibranches (*Pecten aptiensis*) et *Parahoplites Milletianus*. Il repose directement sur le Kimeridgien.

En général, toutefois, dans le Nord de la France, l'Aptien marin est séparé du Jurassique par diverses formations lagunaires, voire continentales, qui représentent probablement tantôt la totalité, tantôt une partie des étages inférieurs de l'Éocrétacé [110].

Sur les bords de l'estuaire de la Seine et au cap de la Hève, le Kimeridgien supporte des sables jaunes et rouges avec nodules, où l'on n'a trouvé que des restes de Crustacés et des moules de *Thetys lævigata*. Au-dessus vient un poudingue aptien avec *Exogyra aquila, Parahoplites Milletianus, Douvilleiceras Cornuelianum.*

Dans le Pays de Bray [23], le Portlandien est recouvert par la succession suivante de couches éocrétacées (fig. 353, 354) :

1° Sables blancs et argiles réfractaires, ayant fourni des débris végétaux (*Lonchopteris Mantelli*) et des moules de Lamellibranches (*Panopæa neocomiensis, Cardium subhillanum*) [111];

2° Grès ferrugineux et argiles à poteries, avec *Leda scapha, L. Mariæ, Astarte numismalis, Cardium subhillanum, Panopæa neocomiensis;*

3° Sables bariolés et glaise panachée sans fossiles;

4° Argiles grises à *Exogyra aquila.*

Les assises 1 et 2 renfermant des fossiles caractéristiques de l'Hauterivien et 4 correspondant à l'Aptien, on est en droit de ranger 3 dans le Barrémien. D'ailleurs la glaise panachée est identique, comme composition, à l'argile

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

rose marbrée de la Haute-Marne. Il semble donc qu'ici cet étage soit tout entier représenté par des formations lagunaires, mais on n'y a encore signalé aucun fossile d'eau douce.

Dans le Boulonnais, Parent a constaté une discordance bien nette entre le Jurassique et les sables éocrétacés, qui reposent tantôt sur le Purbeckien, tantôt sur le Portlandien marin, dont la surface est profondément ravinée [112, 113]. Les sables ferrugineux et les argiles des environs de Wimereux renferment des ossements de Reptiles terrestres et des Mollusques d'eau douce, tels que *Cyrena Mantelli*, *Cyclas media*, *Unio valdensis*, caractéristiques du Wealdien d'Angleterre; ils passent au nord à des sables jaunes micacés, dans lesquels Rigaux a trouvé des Trigonies.

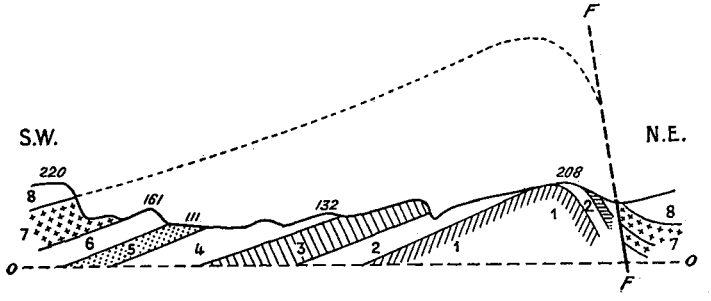


Fig. 354. — Coupe transversale de l'anticlinal du Pays de Bray, du moulin de Pierre à Hanvoile (d'après A. DE LAPPARENT).

1, Kimeridgien; 2, Portlandien inférieur; 3, Portlandien supérieur; 4, Valanginien-Barrémien; 5, sables verts (Aptien); 6, Albien et gaize; 7, craie de Rouen (Cénomanien) et craie marneuse (Turonien); 8, craie blanche (Sénonien). *o—o*, niveau de la mer.

L'Aptien est constitué, dans la même région, par des sables argileux, avec *Terebratula prælonga*, *Arca Raulini*, *Cymatoceras pseudoelegans*, *Douvilleiceras Cornuelianum*.

Dans le bassin houiller franco-belge, les terrains carbonifères sont souvent recouverts directement par des sables ferrugineux et des argiles, qui renferment surtout des débris végétaux. On les attribue aujourd'hui à l'Éocrétacé et on réserve le nom d' « Aachenien », qu'on leur a longtemps donné, à des formations plus récentes. En beaucoup d'endroits, et notamment dans le Hainaut, on les rencontre exclusivement dans des sortes de puits, à section plus ou moins régulière, à parois coupées à pic, dont ils constituent le remplissage. Ces « puits naturels » [114] sont coupés comme à l'emporte-pièce à travers les assises houillères, leur mode de formation est comparable à celui des *avens* qui se forment de nos jours sur les plateaux calcaires. Ils ont été ultérieurement remplis par des sédiments d'origine continentale, qui ont disparu de la surface du plateau.

A Bernissart, un de ces puits, le puits Sainte-Barbe, dont le fond n'a pas été atteint à une profondeur de plus de 200 m, a fourni de nombreux ossements de Poissons, de Chéloniens, de Crocodiliens et surtout de Dinosauriens. Ceux-ci sont représentés par une espèce géante, *Iguanodon Bernissartense*, dont on a trouvé plus de 20 squelettes complets, aujourd'hui reconstitués et exposés dans une salle spéciale du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique, à Bruxelles. Les Poissons (*Lepidotus Fittoni*, *Mantelli*, etc.) et les débris végétaux (*Lonchopteris Mantelli*, *Pecopteris polymorpha*, *Sphenopteris*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Mantelli) permettent d'attribuer à l'argile de Bernissart, dont les géologues belges ont fait l'étage *Bernissartien,* le même âge que le Wealdien d'Angleterre et que les plus anciennes couches éocrétacées du Pays de Bray.

L'Aptien n'est pas connu en Belgique.

Sud de l'Angleterre. — Le régime continental, inauguré dans le Sud de l'Angleterre à la fin de l'époque Jurassique, se poursuit au début du Crétacé. Au Purbeckien fait suite le *Wealdien*, qui tire son nom des collines du Weald, vaste anticlinal éocrétacé, flanqué au nord et au sud de couches mésocrétacées et néocrétacées (fig. 355). La limite entre les deux étages est

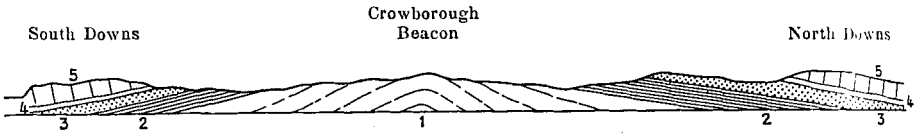


Fig. 355. — Coupe schématique transversale de l'anticlinal du Weald (d'après H. B. Woodward).

1, couches de Purbeck et sables de Hastings; 2, argiles du Weald; 3, Lower Greensand (Aptien); 4, Gault (Albien) et Upper Greensand (Cénomanien); 5, Chalk (Craie turonienne et sénonienne).

conventionnelle et rien ne prouve qu'elle coïncide exactement avec la limite du Jurassique et du Crétacé.

Le Wealdien comprend les termes suivants [18] :

1° *Sables de Hastings*, atteignant jusqu'à 300 m d'épaisseur et divisé en :
a) *sables d'Ashdown* et *argiles de Fairlight;*
b) *argile de Wadhurst;*
c) *sables de Tunbridge Wells*, avec intercalations argileuses au milieu.
2° *Argiles du Weald*, puissantes d'environ 300 m.

Cette importante formation ne contient que de rares organismes marins, appartenant tous à des genres euryhalins, tels que *Mytilus*, *Ostrea*, *Lepidotus*. On y trouve des restes de Végétaux (*Sphenopteris*, *Sagenopteris*, *Lonchopteris*, *Equisetum*, *Bennettites*, *Pterophyllum*, *Araucarites*), de Reptiles terrestres (*Goniopholis*, Chéloniens, *Megalosaurus*, *Iguanodon*), d'Ostracodes (*Cypridea valdensis*, *Fittoni*), de Mollusques d'eau douce (*Paludina elongata*, *sussexensis*, *fluviorum*, *Melanopsis*, *Cyclas*, *Cyrena media*, *Unio valdensis*).

En dehors du Weald, le Wealdien se rencontre encore dans l'île de Wight et dans l'« île » de Purbeck.

On suppose généralement qu'il doit son origine à un vaste delta, par lequel un grand fleuve se déversait vers le sud dans le bassin de Paris.

Les premières couches marines que l'on rencontre dans l'Éocrétacé du Sud de l'Angleterre appartiennent incontestablement au Barrémien. En effet, les *couches d'Atherfield*, qui, dans l'île de Wight et sur le pourtour du Weald, font suite aux argiles wealdiennes, renferment une faune où l'on retrouve non seulement des espèces spécialement barrémiennes, telles que *Ostrea Leymeriei*, *Exogyra Boussingaulti*, mais surtout des formes déjà très communes dans l'Hauterivien, comme *Gervilleia anceps*, *Arca Raulini*, *Trigonia caudata*, *Cardium subhillanum*, *Corbis corrugata*, *Panopæa neocomiensis*. *Perna Mulleti* caractérise un niveau sableux à la base des argiles d'Atherfield, tandis que les argiles sableuses qui leur font suite sont riches en restes de Crustacés décapodes, d'où le nom de *Lobster clay* qu'on leur a donné.

L'Aptien inférieur est représenté dans l'île de Wight par les *sables de*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Walpen, caractérisés par la présence de *Parahoplites Deshayesi* et de gros *Ancyloceras*, voisins d'espèces du Midi (*Anc. gigas*, *Hillsi*, *Bowerbanki*). Dans le Weald, les *couches de Hythe*, qui comprennent des calcaires, des grès et des sables, renferment les mêmes Céphalopodes, associés à de nombreux Lamellibranches (*Exogyra aquila*, *Plicatula placunea*, *Trigonia alæformis*), à des Brachiopodes (*Terebratella oblonga*, *Terebratula sella*, *Zeilleria tamarindus*), à des Serpules et à des débris végétaux.

L'APTIEN SUPÉRIEUR est constitué, dans l'île de Wight, par les *sables de Shanklin*, peu fossilifères, avec argiles dans la partie moyenne; dans le Weald, par les *couches de Sandgate*, exclusivement sableuses, avec Lamellibranches, Brachiopodes (*Rhynchonella Gibbsiana*), ossements de Reptiles (*Ichthyosaurus campylodon*) et bois de Conifères.

Dans le Wiltshire, l'Aptien repose en discordance tantôt sur les couches supérieures du Jurassique, tantôt sur le Wealdien (fig. 356). C'est une formation gréseuse, avec conglomérats, dont les éléments sont empruntés au Jurassique, ou au Trias, voire au Carbonifère. A côté de Brachiopodes et de Lamellibranches divers, on y trouve un Rudiste (*Toucasia carinata* = *Requienia Lonsdalei*), qui indique l'existence de communications directes avec l'Europe méridionale.

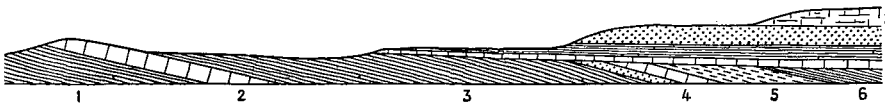


Fig. 356. — Coupe schématique montrant les relations du Jurassique et du Crétacé dans le Wiltshire (d'après H. B. WOODWARD).

1, Oxfordien; 2, Lusitanien; 3, Kimeridgien; 4, Portlandien; 5, Purbeckien; 6, Wealdien; 7, Aptien; 8, Albien; 9, Cénomanien; 10, Turonien.

Les *couches de Faringdon*, dans l'Oxfordshire, sont également transgressives sur le Jurassique. Ce sont principalement des sables ferrugineux et des graviers, qui ont fourni, outre quelques Brachiopodes et Lamellibranches aptiens, d'innombrables Spongiaires d'une belle conservation.

L'ensemble du Barrémien et de l'Aptien est désigné, dans le Sud de l'Angleterre, sous le nom de *Lower Greensand*, par opposition à l'*Upper Greensand*, qui est d'âge cénomanien. Dans les comtés du Centre, cette dénomination comprend exclusivement des dépôts aptiens, car ceux-ci sont transgressifs jusque dans les environs de Cambridge. Plus au nord, leur jonction avec ceux du Lincolnshire est masquée par les dépôts tertiaires, mais la communication des mers des deux régions résulte des analogies frappantes que présente la faune aptienne du Nord et celle du Sud de l'Angleterre. L'absence de dépôts antérieurs à l'Aptien, dans le Centre, et le caractère fluviatile des dépôts antérieurs au Barrémien, dans le Sud, nous explique pourquoi les faunes des étages inférieurs de l'Éocrétacé sont totalement différentes de celles du bassin de Paris et du Jura.

BASSIN DU RHÔNE ET ALPES OCCIDENTALES. — Après avoir passé en revue les régions éocrétacées situées au N.W. du Jura, nous abordons maintenant l'étude de celles qui font suite à cette chaîne vers le Sud, c'est-à-dire le bassin du Rhône et les Alpes occidentales (fig. 357).

De même qu'à l'époque Jurassique, nous sommes en présence d'une

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

région centrale, où la série qui nous occupe est entièrement bathyale, et d'une ceinture de formations néritiques. La région bathyale comprend la *fosse vocontienne*, qui s'étend des Cévennes aux Alpes, à travers les départements de l'Ardèche et de la Drôme, et le *géosynclinal dauphinois*, que l'on suit du sud au nord, à travers les Alpes-Maritimes, les Basses-Alpes et la partie occidentale des Hautes-Alpes, jusqu'au massif du Pelvoux, à partir d'où les érosions anténummulitiques n'ont plus laissé subsister de dépôts éocrétacés. La bordure néritique du bassin comprend, au nord-ouest, les Hautes-Chaînes calcaires de Savoie, les massifs de la Grande-Chartreuse et du Vercors, les environs de Valence; au sud, le Languedoc méridional et la Basse-Provence. Par contre, la bordure néritique qui confinait sans doute à l'est au géosynclinal dauphinois est encore inconnue.

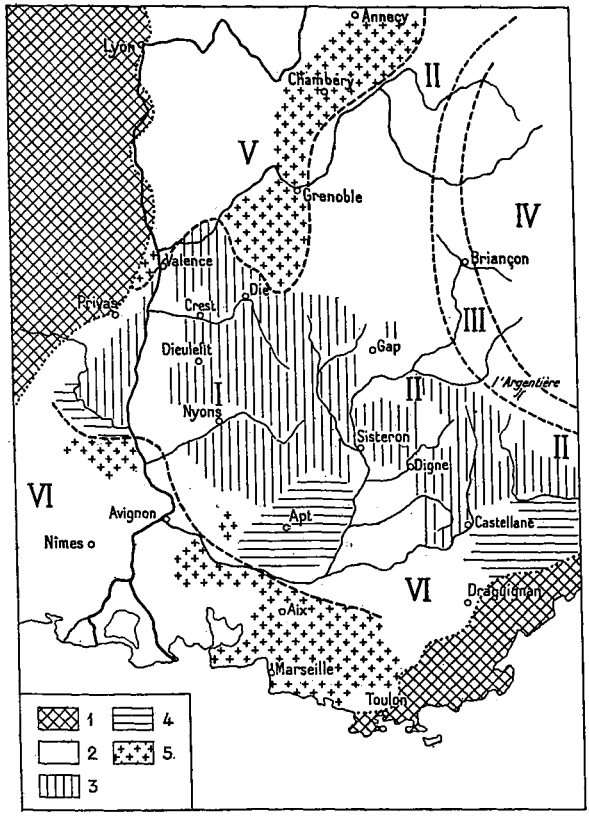


Fig. 357. — Carte représentant la répartition des faciès dans le bassin du Rhône à l'époque Barrémienne (en partie d'après V. PAQUIER).

1, terrains antétriasiques du Plateau Central et du massif des Maures; 2, régions où le Barrémien est caché sous des terrains plus récents ou a été enlevé par dénudation; 3, formations bathyales; 4, formations néritiques non zoogènes; 5, faciès urgonien. I, fosse Vocontienne; II, géosynclinal alpin; III, géanticlinal briançonnais; IV, géosynclinal piémontais (?); V, seuil jurassien; VI, régions démantelées du Bas-Languedoc et de la Basse-Provence.

Fosse vocontienne. — Nous commencerons notre aperçu par les régions centrales du bassin du Rhône, où règne, à l'exclusion des formations néritiques, le type bathyal des terrains éocrétacés, appelé aussi *type vaseux* ou *type alpin*, par opposition au *type jurassien*, qui correspond aux formations néritiques.

Les sédiments prédominants sont des marnes, des calcaires marneux et des calcaires compacts. Leur épaisseur totale est assez variable, mais elle atteint jusqu'à 2 000 m. Les restes organiques appartiennent en majeure partie aux Céphalopodes. Ce sont des Bélemnites des genres *Duvalia* (fig. 358, 359), *Belemnopsis*, *Pseudobelus*. Les *Cylindroteuthis* font totalement défaut. Les Ammonites sont surtout représentées par les genres *Phylloceras*, *Lytoceras*,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Desmoceras, mais les formes ornées ne manquent pas non plus et, à certains niveaux, les formes déroulées abondent, de même que les *Aptychus*. Les mâchoires de Nautiles, connues sous les noms de *Rhyncholithes*, *Sidetes*, *Hadrochilus*, etc., sont également très communes dans certains gisements. On rencontre en outre, assez fréquemment, des *Pholadomya* et des Brachiopodes, parmi lesquels les *Pygope* (fig. 360) sont prédominants.

La succession des zones paléontologiques dans cette série est aujourd'hui bien connue, grâce principalement aux travaux déjà classiques de

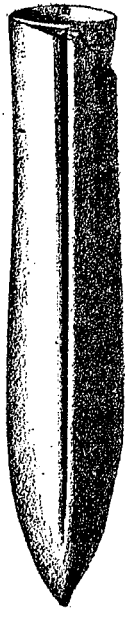


Fig. 358. — *Duvalia lata* (d'après Duval-Jouve). 3/4 gr. nat.

Marnes valanginiennes. Environs de Castellane (Basses-Alpes).

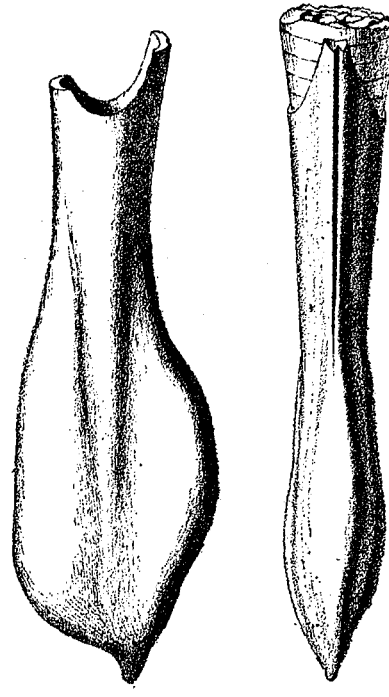


Fig. 359. — *Duvalia Emerici* (d'après Duval-Jouve). 4/5 gr. nat.

Barrémien. Environs de Castellane (Basses-Alpes).

W. Kilian [XXXVII, 50, 50 *bis*]. Il en est de même de la répartition verticale des espèces les plus fréquentes. Malheureusement les faunes successives ne sont encore décrites que d'une manière tout à fait incomplète [3, 29 *bis*, 118-120].

Voici, réparties par étages, les zones distinguées par Kilian, avec leurs faciès les plus fréquents et avec leurs fossiles les plus caractéristiques. On a ajouté, également d'après Kilian [10], les localités les plus fossilifères.

Valanginien. 1° Zone à *Thurmannia Boissieri* et *Spiticeras Negreli* (*Berriasien*, calcaire à ciment de la Porte de France) [119]. Calcaires marneux tachetés, avec intercalations bréchiformes et rognonneuses. *Phylloceras semisulcatum*, *Calypso*, *serum*, *Lytoceras Honnoratianum*, *Juilleti*, *Lissoceras Grasianum*, *Berriasella privasensis*, *Chaperi*, *pontica*, *callisto*, *Neocomites occitanicus*, *Acanthodiscus Euthymi*, *Malbosi*, *Leopoldia Dalmasi*, *Spiticeras ducale*,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Negreli, indicum, Groteanum, spitiense, Duvalia lata, conica, Orbignyana, Mayeri, tithonia, Hinnites occitanicus, Pygope diphyoides (fig. 360), *triangulus.* Porte de France à Grenoble (pl. CXI, 1); la Faurie (Hautes-Alpes); Chardavon (Basses-Alpes); Gigondas (Vaucluse); Chomérac, Vogüé, Berrias (Ardèche); la Cadière (Gard); la Cisterne (Hérault).

2° Zone à *Kilianella Roubaudiana.* Marnes à Ammonites pyriteuses [120]. *Phylloceras*

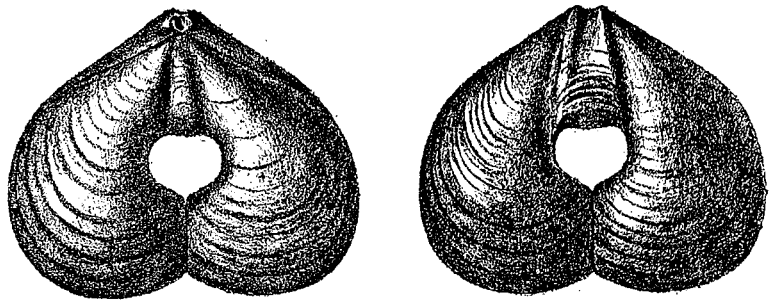


Fig. 360. — *Pygope diphyoides* (d'après PICTET). Gr. nat.

Valanginien inférieur. Berrias (Ardèche).

Thetys, serum, Calypso, semisulcatum, Lytoceras quadrisulcatum, Juilleti, Lissoceras Grasianum, Garnieria heteropleura, Neocomites neocomiensis, trezanensis, Thurmannia Thurmanni, pertransiens, Kilianella lucensis, Duvalia lata, Pseudobelus bipartitus. La Faurie, Saint-Julien-en-Bochaine (Hautes-Alpes); Pontet, Chamaloc, Luc-en-Diois (Drôme); Chomérac (Ardèche).

3° Zone à *Saynoceras verrucosum.* Marnes à Ammonites pyriteuses, avec bancs marno-calcaires à grands *Hoplitidæ* écrasés, à la partie supérieure. Mêmes *Phylloceras* et *Lytoceras* que dans la zone précédente, *Neocomites teschenensis, beaumugnensis, Hoplitides submartini, Depereti, Holcostephanus Astierianus, Jeannoti, Bachelardi, Bochianites neocomiensis,*

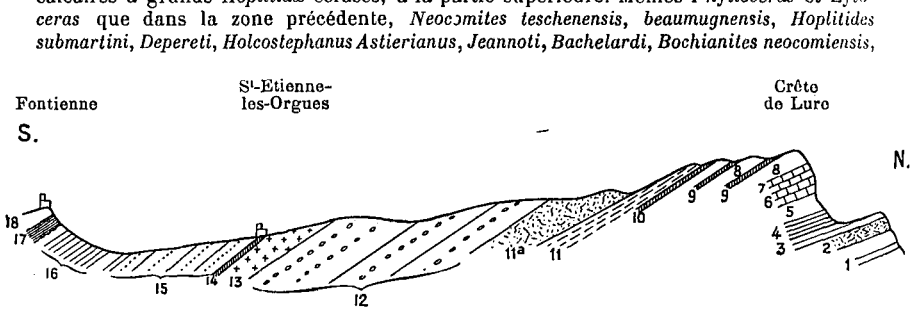


Fig. 361. — Coupe du versant méridional de la montagne de Lure (d'après W. KILIAN).

1, calcaires massifs à *Sowerbyceras Loryi* (Kimeridgien supr et Portlandien infr); 2, calcaires tithoniques; 3, niveau de Berrias; 4, marnes valanginiennes; 5, calcaires marneux (Valanginien supr); 6, Hauterivien; 7, calcaire en plaquettes; 8, couches marneuses à *Holcodiscus* (niveau de Combe-Petite); 9, bancs de calcaires à silex; 10, couches à *Heteroceras* (niveau de Morteiron); 11, calcaires compacts de l'Ermitage de Lure; 11a, calcaires à silex cérébroïdes; 12, calcaires à silex, avec *Costidiscus recticostatus* et *Ancyloceras Matheroni*; 13, calcaires des Graves à *Douvilleiceras Martini*; 14, marnes à *Belemnopsis semicanaliculatus*; 15, grès verts albiens; 16, Cénomanien; 17, argiles bariolées nummulitiques; 18, Aquitanien.

7-11, Barrémien: 12-14, Aptien.

Duvalia Emerici. Beaumugne, près Saint-Julien-en-Bochaine (Hautes-Alpes); Montbrun, la Charce (Drôme) [pl. CXIII, 1]; Noyers-sur-Jabron, Blégiers, Blieux (Basses-Alpes).

HAUTERIVIEN. 1° Zone à *Acanthodiscus radiatus* et *Leopoldia castellanensis.* Calcaires marneux en bancs réguliers, alternant avec des marnes, quelquefois avec Ammonites pyriteuses. *Phylloceras infundibulum, serum, Lytoceras subfimbriatum, Lissoceras Grasianum, Cœlopoceras clypeiforme, Desmoceras Neumayri, Holcodiscus intermedius, incertus, Acanthodiscus Vaceki, Neocomites regalis, amblygonius, Holcostephanus Astierianus, perinflatus, Ather-*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

stoni, Jeannoti, Schlœnbachia cultrata, Duvalia dilatata. La Charce [pl. CXIII, 1], chaîne de Raye (Drôme); Baix, Cruas (Ardèche).

2° Zone à *Crioceras Duvali.* Mêmes caractères lithologiques. *Crioceras angulicostatus, Holcostephanus Jeannoti, Sayni, Holcodiscus incertus.* La Charce (Drôme) [pl. CXIII, 1]; Montclus (Hautes-Alpes); La Motte-du-Caire, Feissal, le Cheiron (Basses-Alpes).

BARRÉMIEN. 1° Zone à *Desmoceras Sayni*[1] [XXXVII, 49 *bis*]. Calcaires marneux à Ammonites pyriteuses. *Phylloceras infundibulum, Desmoceras difficile, Pulchellia Favrei, Hamulina, Ptychoceras, Aptychus angulicostatus.* Veynes (Hautes-Alpes); Valdrôme, Combovin, Châtillon, Saillans (Drôme), Noyers-sur-Jabron (Basses-Alpes).

2° Zone à *Parahoplites angulicostatus.* Calcaires marneux bien lités, de teinte claire [XXXVII, 49 *bis*]. *Desmoceras ligatum, cassidoides, Loryi, Holcodiscus rotula, intermedius, Perezi, Crioceras villersensis, Hamulina subundulata.* Crest, Châtillon, Saint-Julien-en-Quint (Drôme); Cruas (Ardèche).

3° Zone à *Pulchellia pulchella* et *Holcodiscus Caillaudianus.* Calcaires marneux en dalles, quelquefois avec horizon pyriteux. *Phylloceras infundibulum, Hamulina hamus, Pulchellia compressissima, Sauvageaui, Heinzia Sellei, Desmoceras difficile, psilotatum, Charrierianum, Fabrei, Silesites vulpes, Holcodiscus fallax, Perezi, Van den Heckei, Gastaldii* (fig. 361), *Crioceras Emerici, Mojsisovicsi, Duvalia Grasi* (fig. 359). Combe-Petite, près Saint-Étienne-les-Orgues; Chabrières (Basses-Alpes); chaîne de Raye, Lus-la-Croix-Haute, la Charce, Aouste (Drôme); Meysse, Saint-Thomé (Ardèche).

4° Zone à *Heteroceras Astierianum* et *Macroscaphites Ivani* (fig. 362). Calcaires bicolores à la base; calcaires à silex ou calcaires marneux à Ammonites pyriteuses, au sommet. *Lytoceras Phestus, Costidiscus recticostatus, Hamulina Haueri, Silesites Seranonis, Desmoceras strettostoma, Parahoplites Feraudianus, cruasensis, Ancyloceras Fallauxi, hammatoptychum, Heteroceras Tardieui, bifurcatum.* Morteiron (fig. 361). Noyers-sur-Jabron, Barrême (fig. 363), le Cheiron (Basses-Alpes); Cobonne, Valdrôme, la Charce (Drôme); Cruas, Saint-Thomé (Ardèche).

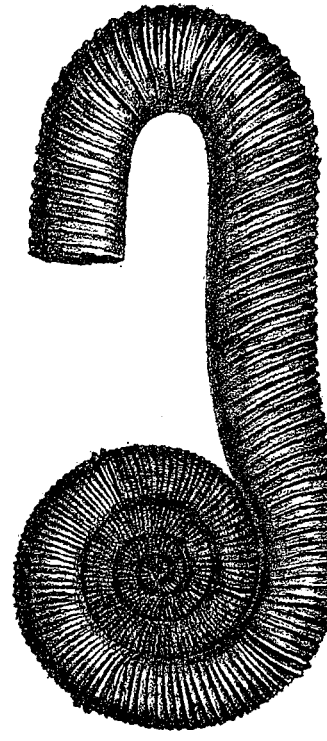


Fig. 362. — *Macroscaphites Ivani* (d'après A. D'ORBIGNY). 4/5 gr. nat.
Barrémien supérieur.
Environs de Castellane (Basses-Alpes).

APTIEN. 1° Zone à *Parahoplites Deshayesi* et *Ancyloceras Matheroni.* Calcaires gris ou blanchâtres à silex. *Costidiscus recticostatus, Desmoceras Matheroni, Melchioris, Parahoplites Weissi, Douvilleiceras Martini, Albrechti Austriæ, Belemnopsis semicanaliculatus.* L'Homme d'Armes, près Montélimar, Lesches, la Charce (Drôme): Lafarge (Ardèche); Sorgues, Apt (Vaucluse); montagne de Lure, Saint-Jacques, Moriez, Saint-André, Vergons (Basses-Alpes); la Bedoule (Bouches-du-Rhône).

2° Zone à *Oppelia Nisus.* Marnes noires (pl. CXIII, 2) à Ammonites pyriteuses. *Phylloceras Guettardi, Morelianum, Goreti, Tetragonites Duvalianus, Jauberticeras Jaubertianum, Gaudryceras numidum, Macroscaphites striatisulcatus, Desmoceras Emerici, Melchioris, Belus, Matheroni, Parahoplites Milletianus, furcatus, Douvilleiceras Martini, Cornuelianum, Duvalia Grasi.* Serre Chaïtieu, près Lesches (Drôme); Lieoux (Vaucluse); Sisteron, Reynier, Hyèges, Saint-André, Angles, Vergons, Colmars (Basses-Alpes).

1. La présence des genres *Pulchellia* et *Hamulina* et celle du groupe de *Desmoceras difficile* militent en faveur de l'attribution de cette zone au Barrémien et non à l'Hauterivien, où elle est d'ordinaire rangée.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

3° et 4° Les zones supérieures de l'Aptien sont généralement représentées, dans la fosse vocontienne, par des marnes très peu fossilifères. On a cependant signalé, en diverses localités, *Parahoplites Nolani*, qui, ailleurs, se rencontre au même niveau.

Grâce à la présence d'espèces possédant une grande extension géographique et cantonnées à des niveaux déterminés, il est possible de paralléliser d'une manière rigoureuse plusieurs zones de cette succession-type avec des niveaux déterminés de l'Éocrétacé du Jura. Ainsi, les zones 2 et 3 du Valanginien correspondent parfaitement aux divisions 4 et 5 de cet étage dans la région de Neuchâtel. La zone à *Acanthodiscus radiatus* a son équivalent exact dans les marnes bleues d'Hauterive. La zone inférieure de l'Aptien correspond aux couches de cet étage qui renferment *Douvilleiceras Martini*. La 2e zone de l'Aptien, qui ne renferme pas de Céphalopodes dans le Jura, est, par contre, très riche en Ammonites dans la Haute-Marne, où se retrouvent la plupart des espèces caractéristiques du bassin du Rhône, les *Phylloceras* et les *Lytoceratidæ* exceptés. Mais la zone inférieure se retrouve seule, avec quelques-unes de ses Ammonites caractéristiques, dans le Sud de l'Angleterre.

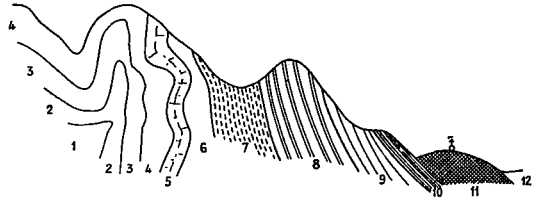


Fig. 363. — Coupe de la série Éocrétacée au N.-W. de Barrême (Basses-Alpes) (d'après W. Kilian).

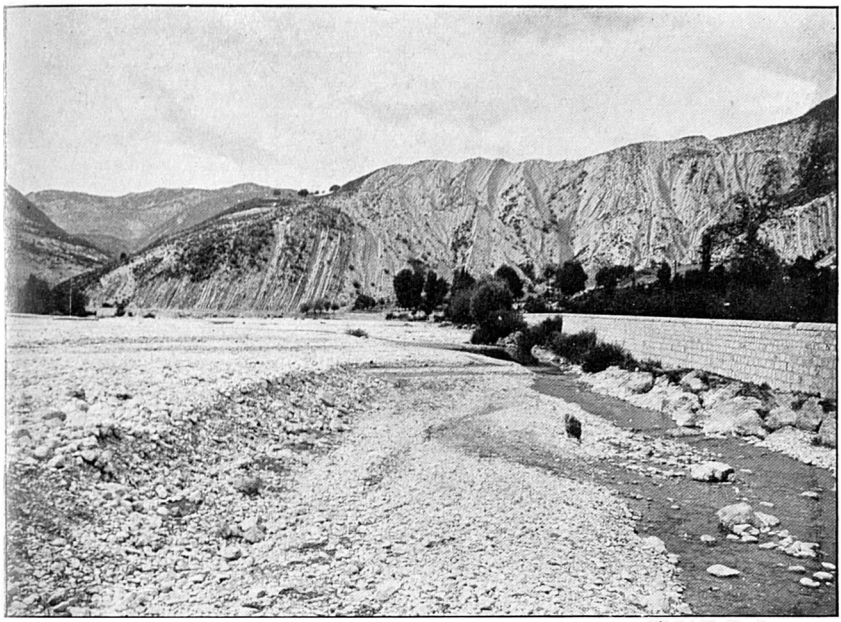
1-4, Argovien-Kimeridgien; 5, calcaires tithoniques; 6, marno-calcaires du niveau de Berrias (Valanginien inférieur); 7, marnes à Ammonites pyriteuses (Valanginien moyen et supérieur); 8, calcaires marneux et marnes (Hauterivien); 9, calcaires barrémiens; 10, calcaires à *Ancyloceras Matheroni* (Aptien inférieur); 11, marnes noires aptiennes; 12, Nummulitique.

Quoique l'on ait affaire à des séries appartenant à deux provinces zoologiques différentes, certaines espèces caractéristiques fournissent des points de repère précieux pour l'établissement du parallélisme entre l'Éocrétacé de la fosse vocontienne et celui des régions septentrionales de l'Europe. On peut citer : *Garnieria heteropleura* et *Saynoceras verrucosum*, dans le Valanginien moyen et supérieur; *Acanthodiscus radiatus*, *Neocomites amblygonius*, *Holcostephanus Atherstoni*, dans l'Hauterivien inférieur; *Holcodiscus rotula*, dans le Barrémien inférieur; *Parahoplites Deshayesi*, dans l'Aptien inférieur.

Géosynclinal dauphinois. — La fosse vocontienne, dont l'axe est dirigé sensiblement W.-E., se raccorde à l'est avec un géosynclinal dont la direction, d'abord S. E.-N.W., puis S.-N., est sensiblement celle des plissements alpins. Il est situé entièrement sur l'emplacement du géosynclinal dauphinois de l'époque Jurassique, mais il n'en occupe pas toute la largeur. Tout le bord occidental de l'ancien géosynclinal est, en effet, envahi périodiquement par des formations néritiques. La région où règnent exclusivement les formations bathyales de l'Éocrétacé correspond à une zone plus interne des Alpes françaises, que l'on peut suivre à travers les Alpes-Maritimes, les Basses-Alpes et les Hautes-Alpes.

Le Sud des Alpes-Maritimes appartient à la zone néritique de la Basse-Provence; dans le Nord, on voit, par contre, affleurer des formations bathyales, qui font suite en concordance au Jurassique vaseux. Léon Bertrand [XXXV, 111] a retrouvé, dans les hautes vallées du Var et de la Tinée,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



Cliché Emile Haug.

VALLÉE DE L'OULE, EN AVAL DE LA CHARCE (Drôme).
A gauche, calcaires hauteriviens; à droite, marnes valanginiennes.



Cliché J. Boussac.

COL DES CHAMPS, PRÈS COLMARS (Basses-Alpes).
Ravins dans les marnes aptiennes; sur la droite, crêtes nummulitiques.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

les marnes valanginiennes à Ammonites pyriteuses, des calcaires hauteriviens à *Crioceras Duvali*, des calcaires barrémiens à *Costidiscus recticostatus*, *Lytoceras Phestus*, etc., des marnes noires aptiennes à Ammonites pyriteuses. La série diminue beaucoup d'épaisseur vers le nord-est; en même temps, les calcaires deviennent plus compacts et plus noirs et les fossiles sont de plus en plus rares.

Des faciès analogues ont été observés par W. Kilian et par É. Haug dans l'Est des Basses-Alpes : dans la haute vallée du Verdon, dans le bassin de l'Ubaye et sur le versant ouest de la chaîne de la Blanche. Par contre, dans le Sud du département, en particulier aux environs de Barrême et de Vergons, de même que dans l'Ouest, aux environs de Sisteron, l'Éocrétacé affecte exactement les mêmes faciès que dans la fosse vocontienne.

Dans les Hautes-Alpes [XXXVII, 50 *ter*], si l'on fait abstraction de la région de Veynes, qui appartient à la fosse vocontienne, l'Éocrétacé est réduit à l'unique témoin du Puy de Manse, au N.E. de Gap. Partout ailleurs, les dépôts de cet âge ont été enlevés par une ablation certainement très ancienne, car le Nummulitique autochtone ou charrié repose immédiatement sur les marnes oxfordiennes. La même lacune s'observe au nord du massif du Pelvoux, dans la vallée de la Romanche, en Maurienne et en Tarentaise, où le Nummulitique s'appuie même directement sur le Lias ou sur le Trias. Cependant, on est en droit d'affirmer qu'à l'Éocrétacé le géosynclinal se prolongeait au nord dans ces régions, car dans la nappe inférieure de Sulens, dont la racine était incontestablement située immédiatement en avant de la zone des Aiguilles d'Arves, le Néocomien est entièrement à l'état bathyal.

Il est impossible, dans l'état actuel de nos connaissances, de dire jusqu'où s'étendait vers l'est la mer éocrétacée, car on n'a signalé, dans la zone du Briançonnais, aucune trace de Néocomien et, dans les nappes de l'Ubaye, ce terme n'est connu qu'au Lan, près de Barcelonnette, où il est représenté par quelques mètres de calcaires à *Belemnopsis*, *Aptychus Didayi* et *Rhynchoteuthis*. On est là, sans doute, sur l'extrême bord du géosynclinal, mais les formations littorales, qui existaient certainement plus à l'est, n'ont pas échappé à l'ablation.

Savoie. — Nous abordons maintenant, en commençant par le nord, l'étude de la zone néritique qui fait suite à l'ouest au géosynclinal dauphinois et qui borde, au nord et au sud, la fosse vocontienne.

En Savoie, grâce à la virgation des chaînons méridionaux du Jura, du chaînon indépendant du Salève, du Semnoz et des Hautes Chaînes calcaires, on peut observer une série de passages graduels entre le *faciès jurassien*, complètement néritique, à l'ouest, et le *faciès alpin*, complètement bathyal, qui existait plus à l'est. Ces passages s'effectuent par l'intermédiaire d'un *faciès mixte*, où les formations bathyales font place peu à peu, à mesure que l'on s'élève dans la série, à des formations néritiques. Ceci revient à dire que la limite occidentale du géosynclinal dauphinois s'est graduellement déplacée vers l'est.

Le VALANGINIEN permet, mieux encore que les autres termes de l'Éocrétacé, d'étudier la transformation latérale d'un faciès à l'autre.

Dans les chaînes méridionales du Jura, il fait suite soit au Purbeckien, soit au Tithonique et débute par des calcaires jaunes en gros bancs, avec *Natica Leviathan*, *Nerinea valdensis*. Puis viennent des marnes à Brachiopodes, comparables aux marnes d'Arzier, des calcaires roux à *Pygurus rostratus* et des calcaires à *Alectryonia macroptera*. C'est dans ces derniers que s'intercalent de petites lentilles coralligènes, renfermant des

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Zoanthaires et des Lamellibranches siliciflés (*Valletia Tombecki*, *Astarte*, *Corbis*, *Trigonia*, *Nerinea*).

Les mêmes divisions se rencontrent dans la chaîne du Salève, où les calcaires à *Natica Leviathan* reposent en concordance sur des calcaires zoogènes portlandiens à *Heterodiceras Luci*, et dans celle du Semnoz et du Revard, où le Tithonique est bathyal.

Dans les chaînons occidentaux des Bauges, ce type zoogène du Valanginien fait place peu à peu à des calcaires marneux sombres, très peu fossilifères; tandis que, dans les chaînons du bord interne du massif, apparaît le type bathyal. On distingue alors, à la base, des calcaires marneux, correspondant exactement au Berriasien (fig. 77, C_{cl}), surmontés d'une puissante série de marnes noires (fig. 78, C_V), à Ammonites pyriteuses (*Phylloceras semiculcatum*, *Lytoceras Juilleti*, *Lissoceras Grasianum*, *Kilianella Roubaudiana*).

Le type bathyal, avec les mêmes éléments lithologiques, règne également dans les chaînes du Genevois, au N.E. du lac d'Annecy, puis sur la rive droite de l'Arve, dans le massif du Haut-Giffre, et jusque dans le massif de la Dent de Morcles, dans les Alpes Vaudoises.

L'Hauterivien est loin de présenter des différences de faciès aussi tranchées. Il est toujours néritique et renferme en abondance, dans toute son épaisseur, *Toxaster retusus* et *Exogyra Couloni*. Mais il existe partout, sauf dans le Nord de la région, et en particulier au Salève, dans les Bauges et aux environs de Thônes, des niveaux assez riches en Céphalopodes, tels que *Cymatoceras pseudoelegans*, *Holcostephanus Astierianus*, *Acanthodiscus radiatus*, *Leopoldia Leopoldina*, *Neocomites cryptoceras*.

Le Barrémien est très uniformément représenté par des calcaires blancs ou gris non stratifiés, zoogènes, généralement connus sous le nom d'Urgonien. Ils constituent en quelque sorte l'ossature des montagnes de la région et leur confèrent un aspect très particulier (pl. I; VI, 2; VII, 2; CXIV, 1). On y trouve surtout *Pygaulus Desmoulinsi*, *Requienia ammonia*, *Matheronia Munieri*, *Agria Blumenbachi*, des Nérinées, etc.

L'Aptien inférieur, lorsqu'il existe, est à l'état de calcaires marneux, bien stratifiés, ou de marnes, renfermant en abondance *Orbitolina lenticularis* et quelquefois *Heteraster oblongus*, *Toxaster Roberti*, *Toucasia carinata*, *Pterocera Pelagi*. Renevier [121] a donné à ces couches, qui sont particulièrement bien développées à la Perte du Rhône (fig. 379), près Bellegarde, le nom de *Rhodanien*. Souvent elles sont recouvertes par une nouvelle masse de calcaires zoogènes, qui forme un second abrupt, séparé du premier par une bande gazonnée.

L'Aptien moyen et supérieur n'existe qu'en un petit nombre de points, soit sous la forme de schistes rouges et verts, comme dans le massif du Haut Giffre, soit sous la forme de calcaires siliceux ou de grès verdâtres, avec *Exogyra aquila*, *Cyprina angulata*, *Rhynchonella Gibbsi*, comme dans le massif de la Dent de Morcles, sur la rive droite du Rhône.

La partie supérieure de l'Aptien et quelquefois l'étage tout entier font défaut dans une grande partie de la région, où l'Aptien repose immédiatement sur les calcaires urgoniens d'âge barrémien.

Chartreuse et Vercors. — Le « type mixte » de l'Éocrétacé existe également dans les environs de Grenoble, où il a été bien défini par Charles Lory [46] et étudié ensuite en détail par W. Kilian et P. Lory [XXXVII, 341].

Le Valanginien présente, ici aussi, deux types bien distincts. Dans la chaîne occidentale des massifs de la Chartreuse et du Vercors, en particulier à l'Échaillon, les faciès zoogènes sont prédominants. Le récif qui, en ce point, s'était établi dès le début du Portlandien, persiste encore pendant une grande partie de l'époque valanginienne et présente à sa partie supérieure des couches à Brachiopodes néocomiens et *Exogyra Couloni* (fig. 336). Par contre, dans les autres chaînes, des faciès vaseux font suite à ceux qui régnaient à la fin du Jurassique. Le *calcaire à ciment de la Porte de France*, d'âge berriasien, est célèbre par les discussions auxquelles il a donné lieu. On y trouve notamment *Pygope janitor*, *Rhynchonella contracta*, *Lytoceras Liebigi*, *Thurmannia occitanica*, *Boissieri*. Au-dessus viennent, comme dans la fosse vocontienne, des marnes à *Duvalia lata*, *Neocomites neocomiensis*, renfermant localement *Cardiolampas ovulum* et *Mytilus Montmollini*.

Vers la fin de l'époque, le faciès néritique envahit toute la largeur de la Chartreuse et du Vercors, comme le montre la grande extension du *calcaire du Fontanil*, formation détritique, caractérisée par la présence de *Pygurus Montmollini*, de nombreux Lamelli-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

branches et Brachiopodes, associés à quelques Ammonites (*Holcostephanus gratianopolitanus*, *Neocomites neocomiensis*, *Thurmannia Thurmanni*, *Albini*).

L'étage se termine par un calcaire roux à silex, avec *Alectryonia macroptera*, *Neithea atava*.

L'Hauterivien des environs de Grenoble débute par des couches glauconieuses et phosphatées, avec *Duvalia dilatata*, *Holcostephanus hispanicus*, *Holcodiscus intermedius*, *Streblites folgariacus*, *Acanthodiscus radiatus*, *Neocomites paucinodus*. Puis viennent des calcaires marneux à *Crioceras Duvali*, marquant un retour des conditions bathyales. Dans leur partie supérieure, *Toxaster retusus* et *Exogyra Couloni* deviennent abondants, attestant une nouvelle diminution de la profondeur des eaux. Les calcaires roux à *Toxaster retusus*, qui viennent au-dessus, renferment *Parahoplites cruasensis* et *Crioceras Sablieri* et sont rangés par Kilian dans l'étage suivant.

Le Barrémien est constitué assez uniformément par les calcaires zoogènes à *Requienia ammonia*, constituant une 1re masse de calcaires urgoniens (pl. CXV, 1).

L'Aptien de la Chartreuse et du Vercors comprend deux niveaux marneux à Orbitolines, séparés par une 2e masse de calcaires urgoniens.

La couche inférieure renferme *Orbitolina concava*, *Pygaulus depressus*, *Heteraster oblongus*, *Toxaster Roberti*, *Rhynchonella lata*, *Neithea atava*, *Toucasia carinata*.

La 2e masse de calcaires urgoniens est caractérisée, d'après Paquier, par la présence de *Toucasia carinata*, *Matheronia gryphoides*, *Caprina Douvillei*, *Præcaprina varians* [125].

Les couches à Orbitolines supérieures sont particulièrement riches au Rimet, près Rencurel, et aux Ravix. On y rencontre en abondance *Orbitolina discoidea* et *conoidea*, *Salenia prestensis*, *Goniopygus delphinensis*, *Codechinus rotundus*, *Pygaulus Desmoulinsi*, *Heteraster oblongus*, *Miotoxaster Collegnoi*, *Rhynchonella Bertheloti*, *lata*, *Terebratula sella*, *Ostrea Boussingaulti*, *Toucasia carinata*, *Matheronia Virginiæ*, *Gyropleura Kiliani*. Les Céphalopodes y sont représentés par *Macroscaphites striatosulcatus*, *Douvilleiceras Stobieckii*, *Martini*, *Cornuelianum*, *Puzosia Matheroni*, *Desmoceras Matheroni*, *Belemnopsis semicanaliculatus*.

Ces couches à Orbitolines supérieures sont recouvertes, dans le Vercors, par une *lumachelle*, qui renferme, en certains points, les Ammonites suivantes, généralement caractéristiques des zones supérieures de l'Aptien : *Tetragonites Duvalianus*, *Jallabertianus*, *Desmoceras clansayense*, *Parahoplites Nolani*, *Douvilleiceras Bergeroni*, *Bigoureti*, *nodosocostatum*, *Leymeriella tardefurcata*. C'est le *niveau de Clansayes* [11].

Valentinois et Languedoc septentrional. — La ceinture néritique de la fosse vocontienne se poursuit, à travers le Vercors, le Royans, le Valentinois septentrional, jusque dans l'Ardèche. Toutefois, le Valanginien conserve ici aussi son caractère bathyal. L'Hauterivien lui-même reste bathyal dans tout le Valentinois et G. Sayn [123] y a même découvert, dans la chaîne de Raye, un niveau à Ammonites pyriteuses, riche en *Phylloceras* et en *Lytoceras*. Sur la rive droite du Rhône, on rencontre, par contre, aux environs de Cruas, des calcaires à *Toxaster retusus*, surmontés de calcaires à *Parahoplites cruasensis* et autres Ammonites de grande taille.

Ce n'est qu'avec le Barrémien que les formations néritiques apparaissent dans le Valentinois [122, 123]. Tandis qu'à Cobonne règne encore le type bathyal, à 15 km plus au nord, dans la chaîne de Raye, apparaissent des calcaires jaunâtres, avec lits glauconieux, très riches en Échinides (*Toxaster retusus*, *Ricordeanus*), associés à des *Pulchellia* et des *Holcodiscus*, mais sans *Phylloceras* ni *Lytoceras*. Ces genres font également défaut dans l'Ardèche, où l'on observe, dans la partie inférieure de l'étage, des bancs bréchoïdes à *Exogyra Couloni* et des bancs glauconieux à *Toxaster*. Mais le Barrémien supérieur est de nouveau bathyal, c'est le calcaire à *Costidiscus recticostatus*, exploité sur une vaste échelle, entre Cruas et Meysse, de même que les calcaires de l'Aptien inférieur qui lui font suite, pour la fabrication de la chaux hydraulique (chaux du Teil).

L'Aptien présente à l'est de Valence et à Soyons, sur la rive droite du Rhône, le faciès des calcaires urgoniens. La deuxième masse des environs de Grenoble est seule représentée ici.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Languedoc méridional. — Nous avons vu que la fosse vocontienne empiétait sur le Languedoc, aussi l'Éocrétacé est-il presque exclusivement bathyal entre Cruas, au nord, et Viviers, au sud, et, dans ce segment, on ne le voit pas prendre, à l'approche du Plateau Central, le faciès néritique. Au sud des gorges de l'Ardèche, par contre, le faciès bathyal demeure cantonné dans le Valanginien [124].

L'Hauterivien est à l'état de marnes et de calcaires à *Toxaster retusus* et *Exogyra Couloni*. Les Ammonites les plus communes de ce *faciès cévenol* sont les suivantes : *Cœlopoceras clypeiforme, Acanthodiscus radiatus, Vaceki, Leopoldia Leopoldina, Neocomites longinodus, amblygonius, Holcostephanus Atherstoni.* Les *Phylloceras*, les *Lytoceras*, les *Desmoceras* sont extrêmement rares.

Le Barrémien est représenté de même par des marnes et des calcaires, connus sous le nom de *Barutélien*, riches en Échinides et en Huîtres, où les Ammonites ne sont pas communes (*Desmoceras difficile, Fabrei, Holcodiscus Caillaudi, Perezi, Pulchellia compressissima*). En divers points, le faciès urgonien apparaît déjà dans le Barrémien supérieur. A Brouzet-les-Alais, par exemple, les couches à *Holcodiscus* du Barrémien inférieur sont recouvertes, d'après E. Pellat, par des calcaires riches en Gastéropodes à test épais (*Itieria, Nerinea, Chenopus, Pseudomelania, Nerita, Ataphrus*) et en Lamellibranches (*Pterocardia, Corbis, Mytilus, Neithea, Requienia Pellati*) [126].

C'est surtout dans l'Aptien inférieur que le faciès urgonien est bien développé. Les localités de Viviers, Châteauneuf-du-Rhône, Donzère, Saint-Montant ont fourni une faune de Rudistes extrêmement variée (*Matheronia Virginiæ, aptiensis, Toucasia carinata, transversa, Pachytraga Lapparenti, Præcaprina varians, Gaudryi, Offneria rhodanica*), voisine de celle du Rimet. Son âge résulte également de la présence d'Ammonites bedouliennes, telles que *Douvilleiceras Stobieckii*, et de l'alternance des calcaires urgoniens avec des marnes à Orbitolines et *Heteraster oblongus* [125]. L'Aptien supérieur redevient marneux et renferme notamment des Orbitolines, *Discoidea decorata, Miotoxaster Collegnoi, Terebratula sella, Oppelia Nisus, Belemnopsis semicanaliculatus.*

Dans le Sud du Gard et dans l'Hérault, on ne rencontre plus ni Barrémien ni Aptien, les dépôts crétacés les plus élevés (Danien) font suite à l'Hauterivien, dont ils sont souvent séparés par une couche de bauxite. Il y a eu dans la région une émersion, au cours de laquelle les termes supérieurs de l'Éocrétacé ont complètement disparu par ablation, si tant est qu'ils ont jamais existé.

Basse-Provence. — Pour terminer l'étude de la ceinture de formations néritiques qui entoure la fosse vocontienne, il nous reste à parler des dépôts éocrétacés de la Basse-Provence, dont les faciès se ressentent du voisinage d'une terre émergée ou d'un seuil sous-marin, qui existait sur l'emplacement du massif ancien des Maures et de l'Esterel (fig. 357).

Tandis que le Portlandien bathyal de la Haute-Provence est surmonté par le Berriasien à Céphalopodes, le Valanginien ne présente en général le type néritique que là où le Portlandien est à l'état de calcaires blancs zoogènes, c'est-à-dire au sud d'une ligne passant à peu près par l'étang de Berre, Aix, Rians, Moustiers-Sainte Marie [29]. Plus à l'est et au sud d'une ligne allant de la Palud-de-Moustiers à la Garde, c'est l'Hauterivien qui va reposer directement sur les calcaires blancs, mais ceux-ci renferment, dans leur partie supérieure, à Andon, près Escragnolles, *Natica Leviathan*, qui est un des fossiles les plus caractéristiques du Valanginien du Jura [XXXVII, 50 *bis*].

Le Valanginien de la Basse-Provence est habituellement constitué par des calcaires blanchâtres bien stratifiés, alternant avec des lits d'argile verdâtre. Collot y a trouvé *Phyllobrissus Duboisi, Terebratula valdensis, Nerinea lobata, valdensis, Natica Leviathan, Kilianella Roubaudiana* [29]. La partie la plus élevée renferme, autour de Moustiers, *Toxaster granosus, Trigonia caudata*, associés à des Céphalopodes (*Thurmannia Thurmanni, Desori, Neocomites amblygonius, Holcostephanus utriculus, Astierianus, Atherstoni, Duvalia lata*), mais sans *Phylloceras* ni *Lytoceras* [126 *bis*].

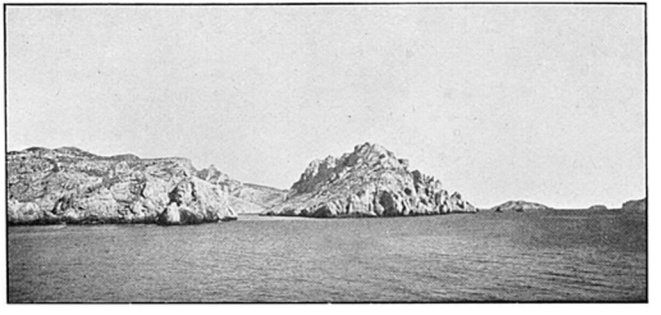
L'Hauterivien néritique forme une large auréole autour du massif des Maures, sa

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

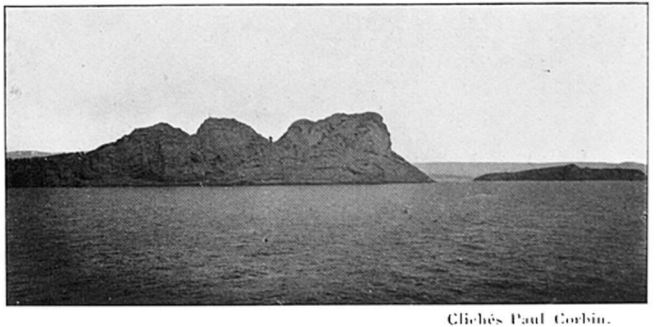


Cliche Paul Corbin.

CRÊTE DES ARAVIS, VUE DES CONFINS, PRÈS LA CLUSAZ (Haute-Savoie).
1, Hauterivien ; 2, Urgonien ; 3, Albien ; 4, Sénonien.



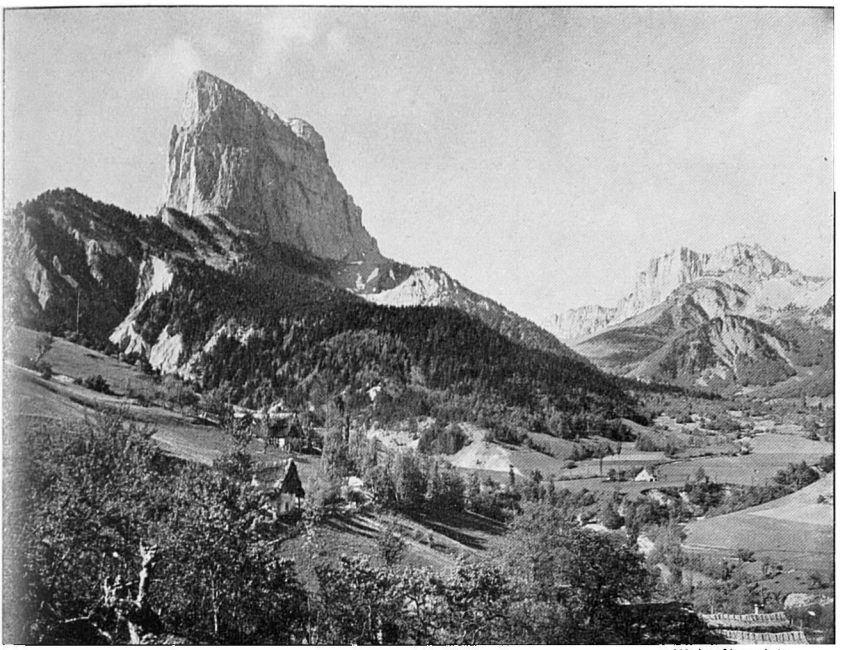
CAP CROISETTE ET ILE MAIRE, près Marseille.
Rochers urgoniens.



Clichés Paul Corbin.

BEC DE L'AIGLE ET ILE VERTE.
Conglomérats turoniens (Vue prise à l'Est de pl. IV, 2).

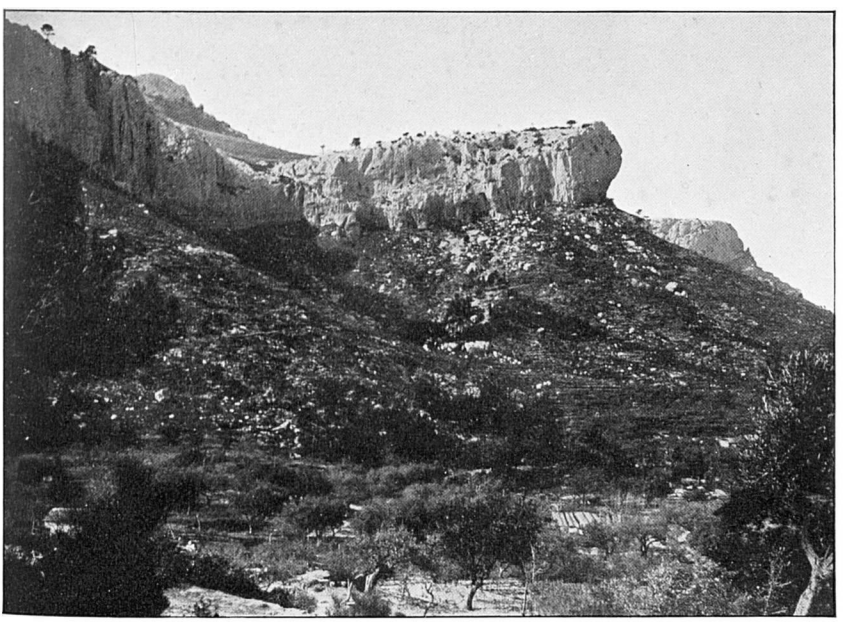
Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



Cliché Neurdein.

LE MONT AIGUILLE, PRÈS CLELLES (Isère).

Témoin de calcaire urgonien sur un soubassement hauterivien.
A droite, crête urgonienne du Grand-Veymont.



Cliché Emile Haug.

LE CAOUMÉ, VERSANT DU REVEST, PRÈS TOULON.

Au-dessous de l'escarpement : marnes et calcaires marneux à *Periaster Verneuili* (Turonien inférieur).
L'escarpement est constitué par des calcaires blancs compacts (Turonien supérieur).
Au-dessus de l'escarpement : grès et calcaires à Hippurites (Sénonien inférieur).

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

limite septentrionale décrit une courbe dont le sommet est situé à Chabrières, près Norante (Basses-Alpes). L'étage n'existe pas dans la région de Brignoles et de Draguignan, où, par suite de mouvements épirogéniques et de dénudations consécutives, c'est le Néocrétacé qui fait suite au Jurassique. Toutefois, il est probable qu'une partie du massif des Maures était émergée, car les Lamellibranches et les Spatangues deviennent plus abondants à mesure que l'on s'en approche, en même temps que les Céphalopodes deviennent plus rares.

Dans le sud, ce sont des calcaires argileux bleuâtres, passant à leur partie supérieure à des calcaires à silex avec fossiles silicifiés. Dans le nord, c'est-à-dire aux environs de Chabrières, de Peyroules (Basses-Alpes), d'Escragnolles (Alpes-Maritimes), les calcaires marneux se chargent de glauconie et de phosphate de chaux.

Les fossiles les plus abondants sont ceux qui caractérisent également l'Hauterivien du Jura : *Toxaster retusus*, *Rhynchonella multiformis*, *Terebratula prælonga*, *Exogyra Couloni*, *Alectryonia rectangularis*, *Lima Royeriana*, *Pholadomya elongata*, *Pterocera pelagi*. Les Céphalopodes sont représentés par *Cymatoceras pseudoelegans*, *Lissoceras Grasianum*, *Holcostephanus Astierianus*, *Holcodiscus intermedius*, *Acanthodiscus Astierianus*, *Leopoldia Leopoldina*, *Neocomites cryptoceras*, *amblygonius*, *castellanensis*, *Cœlopoceras clypeiforme*, *Duvalia dilatata*, *Belemnopsis pistilliformis*. Les *Phylloceras* et les *Lytoceras* font totalement défaut dans les couches glauconieuses. A Moustiers et à Escragnolles, la fin de l'Hauterivien est marquée toutefois par un retour momentané aux conditions bathyales, qui se manifeste par la disparition des *Toxaster* et des Huîtres et par l'apparition de quelques représentants des genres *Phylloceras* et *Lytoceras*, accompagnés de nombreux *Crioceras Duvali* [XXXVII, 50 *bis*].

Le Barrémien du Sud des Basses-Alpes débute souvent encore par un faciès bathyal, avec *Phylloceras infundibulum* et nombreux *Desmoceras*, dans des calcaires marneux. Mais le faciès néritique ne tarde pas à s'établir à nouveau, sous la forme de couches glauconieuses, qui, dans les Alpes-Maritimes, depuis Escragnolles jusqu'à la Turbie, sont seules à représenter le Barrémien, réduit ici à quelques mètres d'épaisseur. Les Ammonites les plus caractéristiques de ce faciès glauconieux sont *Desmoceras Charrierianum*, *Holcodiscus Caillaudi*, *Perezi*, *van den Heckei*, *Pulchellia pulchella*, *Didayi*. Les *Phylloceras* et les *Lytoceras* sont de nouveau absents. Par contre, à Èze, les Lamellibranches (*Plicatula radiola*, *Crassatella Breoni*) et les Brachiopodes (*Rhynchonella Vasseuri*, *Terebratula Dutempleana*) sont très abondants [127].

Plus à l'ouest, dans la chaîne du mont Luberon (Vaucluse), la partie inférieure du Barrémien est à l'état de calcaires à *Cancellophycus*, avec *Miotoxaster Ricordeanus* et *Parahoplites cruasensis*, la partie supérieure se présente sous la forme de calcaires à silex, avec *Costidiscus recticostatus*. Sur la rive opposée de la Durance, à Orgon (Bouches-du-Rhône), le Barrémien prend le faciès zoogène. Il est constitué par une succession de calcaires saccharoïdes, d'oolithes, de calcaires à entroques, de calcaires blancs crayeux. C'est le type de l'étage *Urgonien* d'Alcide d'Orbigny. On y rencontre en abondance des Foraminifères (*Orbitolina conoidea*), des Échinides (*Pseudocidaris clunifera*, *Pygaulus depressus*), des Brachiopodes (*Rhynchonella Renauxiana*, *lata*), des Rudistes (*Requienia ammonia*, *Matheronia gryphoides*, *Toucasia carinata*, *Ethra Munieri*, *Agria Blumenbachi*), des Gastéropodes (*Nerinea Renauxiana*, *gigantea*). L'âge barrémien de ces calcaires urgoniens résulte de leur superposition immédiate à une faible épaisseur de calcaires semblables à ceux de la rive droite de la Durance et surtout de la présence d'une Ammonite, *Desmoceras Charrierianum*, caractéristique du Barrémien néritique des Basses-Alpes et des Alpes-Maritimes.

Des calcaires urgoniens du même âge sont bien développés autour de Marseille (pl. CXIV, 2), où ils supportent l'Aptien inférieur à Céphalopodes. Ils forment aussi les grands escarpements du cap Gros, du Faron et du Coudon, qui confèrent au site de Toulon une partie de sa splendeur. Leur grande épaisseur (200-300 m) permet de supposer qu'ils s'étendaient vers le nord et vers l'est bien au delà de leur limite actuelle et qu'ils ont disparu de la région de Brignoles et de Draguignan par suite de dénudations antécénomaniennes.

L'Aptien, bien développé à Barrême et à Vergons (Basses-Alpes), s'amincit rapidement vers le sud et fait totalement défaut aux environs de Moustiers, d'Escragnolles et d'Èze, où l'Albien repose transgressivement sur le Barrémien.

Dans le Sud des Bouches-du-Rhône, l'Aptien est représenté par un faciès à Céphalopodes, où manquent cependant le genre *Phylloceras* et les *Lytoceratidæ*. Sa partie inférieure est à l'état de marno-calcaires, semblables à ceux de Sisteron et de Vergons. La

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

localité de la Bédoule [28], type du sous-étage *Bédoulien*, est célèbre par les beaux exemplaires d'*Ancyloceras Matheroni* que l'on y a trouvés, associés à de grandes Ammonites (*Puzosia Matheroni*, *Parahoplites Weissi*, *Douvilleiceras Cornuelianum*) et à diverses espèces caractéristiques des faciès néritiques, telles que *Miotoxaster Collegnoi*, *Rhynchonella lata*, *Exogyra aquila*. Sa partie supérieure est tout à fait marneuse et renferme *Belemnopsis semicanaliculatus*, *Oppelia Nisus*, *Parahoplites furcatus*, *gargasensis*, *Douvilleiceras Martini*, *Cornuelianum*, ainsi que *Plicatula placunea*, des Brachiopodes et de petits Zoanthaires.

Immédiatement au sud de la fosse vocontienne, l'Aptien inférieur présente le faciès urgonien, exactement comme en Dauphiné, sur le bord septentrional de la fosse. Au mont Luberon et sur le flanc méridional de la montagne de Lure (fig. 363), le Barrémien supporte des calcaires urgoniens

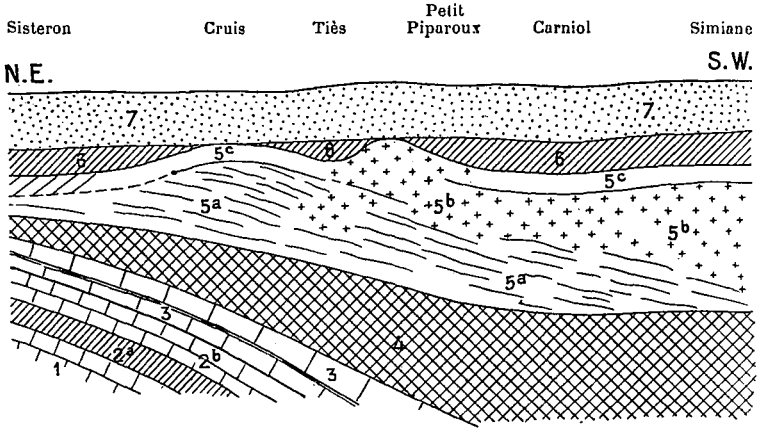


Fig. 364. — Variations de faciès et d'épaisseur des couches éocrétacées de la montagne de Lure (d'après W. Kilian).

1, niveau de Berrias; 2^a, marnes valanginiennes à Ammonites ferrugineuses; 2^b, calcaires marneux à *Hoplitidæ* écrasés; 3, Hauterivien; 4, Barrémien; 5^a, calcaires à silex à *Parahoplites Deshayesi* et *Ancyloceras Matheroni*; 5^b, calcaires zoogènes (Urgonien); 5^c, calcaires des Graves à *Miotoxaster Collegnoi*, *Rhynchonella Gibbsi*; 6, marnes aptiennes à *Oppelia Nisus*; 7, grès verts albiens.

puissants, avec leur faune habituelle (*Pygaulus depressus*, *Requienia ammonia*, *Toucasia carinata*, *Matheronia gryphoides*, *Nerinea gigantea*), qui sont surmontés eux-mêmes par des marnes à Ammonites pyriteuses. Celles-ci, bien développées près d'Apt, à Gargas, où a été pris le type du sous-étage *Gargasien*, renferment *Belemnopsis semicanaliculatus*, *Macroscaphites striatisulcatus*, *Oppelia Nisus*, *Parahoplites furcatus*, *gargasensis*, *Douvilleiceras Martini*, *Toxoceras Royerianum*, associés à des Gastéropodes et à des Lamellibranches nombreux. Les *Desmoceras*, les *Phylloceras*, les *Lyloceratidæ* sont infiniment plus rares que dans l'Est et le Nord des Basses-Alpes. W. Kilian [XXXVII, 50 *bis*] a fort bien mis en évidence le contraste qui existe entre le *type oriental* des marnes aptiennes, avec *Phylloceras*, *Lyloceras* et *Desmoceras*, et le *type occidental*, où ces genres sont fort rares. Cette opposition s'explique aisément si l'on invoque des différences dans les conditions bathymétriques et si l'on envisage les Ammonites caractéristiques du type bathyal comme des genres sténothermes.

C'est également sur le bord méridional de la fosse vocontienne, à Clansayes, dans le Sud-Ouest de la Drôme, qu'ont été définies pour la première fois les deux zones supérieures de l'Aptien [11,128], la zone à *Douvilleiceras*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

subnodosocostatum, ou *niveau des Grèzes*, et la zone à *Douvilleiceras nodosocostatum* ou *niveau de Clansayes*.

La première est constituée par des marnes grises à nodules phosphatés noirs, renfermant, outre l'espèce qui a donné son nom à la zone, *Parahoplites crassicostatus*, *Tobleri* et *Douvilleiceras Martini*.

La seconde, séparée de la précédente par des marnes sableuses, comprend des sables verdâtres, avec lits de nodules phosphatés. Elle a fourni une faune extrêmement riche, composée d'Échinides (*Discoidea conica*, *Catopygus carinatus*), de Brachiopodes (*Rhynchonella sulcata*, *Terebratula Dutempleana*, *Zeilleria lemanensis*), de Lamellibranches (*Plicatula radiola*, *Spondylus gibbosus*, *Arca carinata*, *glabra*, *Cardita rotundata*, *Opis Hugardiana*, *Venus Vibrayeana*, *Mactra gaultina*), de Gastéropodes (*Pleurotomaria*, *Turbo*, *Solarium*, *Natica*, *Scalaria*, *Aporrhais*), d'Ammonites assez nombreuses (*Phylloceras Velledæ*, *Desmoceras Toucasi*, *clansayense*, *akuchaense*, *Parahoplites Nolani*, *Grossouvrei*, *Bigoti*, *Douvilleiceras clansayense*, *Bigoureti*, *Bergeroni*, *nodosocostatum*) et de restes de Poissons.

Récapitulation. — Il résulte de cet aperçu des dépôts éocrétacés du bassin du Rhône que les formations vaseuses sont principalement localisées dans le centre du bassin, dans la fosse vocontienne, tandis que les formations zoogènes et les couches où abondent les Échinides, les Brachiopodes ornés, les Lamellibranches non fouisseurs et les Gastéropodes se trouvent à peu près exclusivement sur la périphérie, au voisinage des terres émergées. L'assimilation de celles-ci à des formations néritiques, de celles-là à des formations bathyales s'impose ici avec une évidence toute particulière.

Quoique l'emplacement de la fosse vocontienne soit resté invariablement le même pendant toute la durée de la période Éocrétacée, on peut cependant constater des variations importantes dans les limites respectives des formations bathyales et des formations néritiques.

Au Valanginien, le régime bathyal a régné jusque dans des régions qui, comme les Chaînes Subalpines de la Savoie et du Dauphiné ou comme le Bas-Languedoc, accusent, pendant le reste de la période, un régime néritique.

Au début de l'Hauterivien, par contre, le régime néritique prend une très grande extension et ce n'est qu'à la fin de l'étage et au début du Barrémien que le faciès bathyal couvre de nouveau de plus grands espaces, envahissant même la région de Castellane et d'Escragnolles. Mais, en même temps, la profondeur des eaux semble avoir diminué dans le centre de la fosse vocontienne. Ainsi, en plusieurs points du Diois, la zone à *Parahoplites angulicostatus*, présente-t-elle un banc calcaire qui est littéralement pétri de *Peregrinella peregrina*, espèce dont les dimensions — jusqu'à 10 cm — sont tout à fait insolites. Dans le même banc, Paquier [XXXVII, 49 *bis*] signale des Lamellibranches et des Gastéropodes indéterminables, ainsi qu'une Ammonite, *Holcodiscus rotula*, que l'on rencontre également à la base du Barrémien dans l'Europe septentrionale.

W. Kilian a, le premier [XXXVII, 50 *bis*], attiré l'attention sur la fréquence des espèces de l'Allemagne du Nord dans les formations néritiques du bassin du Rhône. Il faut voir là, de préférence à une invasion de types boréaux, une diffusion d'espèces eurythermes dans des mers peu profondes qui, au moment de ces échanges, communiquaient facilement entre elles. Un seuil devait, par contre, empêcher le passage des genres sténothermes d'un bassin dans l'autre.

Vers la fin du Barrémien, la fosse vocontienne se creuse de nouveau, en même temps que, sur ses bords, prennent naissance des formations zoogènes

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

attestant de faibles profondeurs. La faune est, à ce moment, totalement différente de celle du Nord de l'Europe.

Au début de l'Aptien, les profondeurs tendent de nouveau à s'égaliser et les communications avec la province boréale se rétablissent, grâce à la transgression qui se fait sentir dans le Nord du bassin de Paris et dans le Sud de l'Angleterre. A la fin de l'étage, le faciès des marnes à Ammonites pyriteuses règne depuis la Haute-Marne jusque dans les Bouches-du-Rhône.

Alpes Suisses. — Nous avons suivi les dépôts éocrétacés des Alpes occidentales vers le nord jusque dans la Haute-Savoie et même au delà du Rhône jusque dans le massif de la Dent de Morcles. Cette série autochtone, qui appartient au *type mixte*, s'enfonce au col de Cheville sous les nappes de charriage des Alpes Suisses. Il est nécessaire d'indiquer les caractères de la série Éocrétacée dans chacune de ces nappes empilées, en commençant par les plus profondes, car, en les replaçant par la pensée dans leur position primitive, c'est-à-dire en les juxtaposant du nord au sud, nous pourrons nous rendre compte des variations de faciès que présentent les dépôts vers l'intérieur des Alpes.

Série autochtone. — Nous partons d'une série que l'on peut qualifier d'autochtone, quoiqu'elle appartienne à la couverture sédimentaire du massif de l'Aar, qui est déversée sur l'avant-pays en grands plis couchés, partiellement conservés. Elle peut être qualifiée également de rudimentaire, car ses divers termes n'y présentent en général qu'une épaisseur réduite; l'un ou l'autre d'entre eux peut manquer et quelquefois l'Éocrétacé tout entier est absent.

Dans les plis couchés du Döldenhorn et de la Blümlisalp, les termes inférieurs sont seuls représentés: le Valanginien, par des couches marneuses, qui ont fourni à Alfred Troesch quelques Ammonites caractéristiques du niveau de Berrias, et par des calcaires spathiques, souvent oolithiques; l'Hauterivien, très réduit, par des calcaires siliceux à *Toxaster retusus*, auxquels fait suite immédiatement le Nummulitique.

Entre la vallée de Lauterbrunnen et le Griesstock, les dépôts crétacés manquent entièrement sur le bord septentrional du massif de l'Aar. Plus à l'est, ils sont tout à fait rudimentaires. Ainsi, l'Hauterivien à *Toxaster retusus* et *Exogyra Couloni* n'atteint que 4 à 6 m au Piz Dartgas, l'Urgonien à *Requiena ammonia*, 6 à 10 m seulement. L'Aptien n'est pas représenté [XXXVII, 53].

Nappes helvétiques. — Un groupe de nappes qui a ses racines immédiatement en arrière du massif de l'Aar a été réuni sous la dénomination de *nappes helvétiques*. Les auteurs ne sont d'accord ni sur leur nombre ni sur leur étendue, car chacune d'elles présente des digitations multiples. On peut en distinguer trois principales : 1° la nappe glaronaise, que l'on suit depuis le Rhin, à l'est, jusqu'à l'Axenstrasse, sur le lac des Quatre-Cantons, à l'ouest; 2° la nappe du Räderten et du Säntis, connue vers l'ouest jusqu'à Richisau; 3° la nappe du Wildhorn, du Morgenberghorn et du Drusberg, qui a disparu par dénudation à l'est du Wäggithal et qui est accompagnée, en avant, d'un lambeau de poussée, comprenant l'Elsighorn, le Hohgant, le Pilate.

Dans la 1re de ces nappes, la *nappe inférieure*, l'Éocrétacé est encore très réduit [131]. Le Valanginien est presque partout exclusivement à l'état de calcaires zoogènes peu épais. L'Hauterivien, constitué par des calcaires siliceux foncés, avec *Pygurus rostratus*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

à la base, n'atteint pas plus de 20 m de puissance. Le Barrémien est également calcaire : sa partie inférieure renferme des valves siliciflées d'*Exogyra sinuata*; sa partie supérieure présente tous les caractères de l'Urgonien des Alpes françaises. L'Aptien comprend des marnes à *Orbitolina lenticularis* et *Heteraster oblongus*, surmontées d'une seconde masse de calcaires urgoniens.

Dans la *nappe moyenne*, les intercalations marneuses commencent à jouer un rôle assez important.

Le VALANGINIEN comprend, d'après Arnold Heim, les termes suivants :

1° *marnes de l'Œhrli*, faisant suite au Tithonique vaseux;

2° 1re masse de calcaires zoogènes (*calcaire de l'Œhrli*), atteignant jusqu'à 250 m d'épaisseur;

3° marnes et calcaires noduleux (maximum 100 m), avec *Terebratula Moutoniana, Mytilus Couloni, Pinna Robinaldina, Alectryonia rectangularis, Exogyra Couloni;*

4° 2e masse de calcaires zoogènes;

5° banc de calcaire sableux et glauconieux (10-30 cm) du Gemsmättli, avec *Neocomites neocomiensis* et *pseudopexiptychus* [130].

L'HAUTERIVIEN débute souvent par des calcaires à *Pygurus rostratus*, que surmonte, au Mattstock, une couche de sable glauconieux avec *Nautilus neocomiensis, Lissoceras Grasianum, Holcostephanus Sayni, Belemnopsis pistilliformis.* Puis viennent des calcaires siliceux, atteignant ici 100 m de puissance. Ils sont surmontés par des calcaires glauconieux, les *couches de l'Altmann*, très riches en Céphalopodes (*Lytoceras quadrisulcatum, Desmoceras difficile, cassidoides, Holcodiscus fallax, Pulchellia pulchella*), qui, d'après Sayn [135], appartiennent déjà au BARRÉMIEN. La partie supérieure de cet étage et l'APTIEN forment une masse unique de calcaires urgoniens, peu fossilifères, dont l'épaisseur va jusqu'à 300 m.

L'analogie de cette série avec le *type mixte* des environs de Grenoble n'échappera pas au lecteur. Mais, tandis que, dans les chaînes calcaires du Dauphiné et de la Savoie, la nappe inférieure de Sulens est seule à fournir des renseignements sur les modifications de faciès qui se produisent vers l'intérieur des Alpes, dans les nappes de la Suisse centrale on peut observer toute une succession de faciès correspondant à des profondeurs croissantes. Dans la nappe helvétique moyenne elle-même, on peut déjà constater le début d'une transformation latérale. Arnold Heim [131] a montré que dans les Churfirsten, au sud du Säntis, les calcaires, sauf l'Urgonien, ne jouent plus qu'un rôle insignifiant, les formations marneuses se développant à leurs dépens et atteignant alors des épaisseurs considérables. C'est ainsi que le calcaire de l'Œhrli vient se terminer en biseau au milieu des marnes valanginiennes, tandis que celles-ci deviennent schisteuses et constituent les *schistes de Balfries*, qui prennent quelquefois 500 m de puissance et ne renferment guère que des *Aptychus*. Les calcaires zoogènes du Valanginien supérieur font eux-mêmes place à des calcaires marneux à *Pygope diphyoides* et les calcaires siliceux de l'Hauterivien se transforment en schistes. La base du Barrémien elle-même est représentée par des alternances de marnes et de calcaires, les *couches du Drusberg*[1], qui renferment par contre une faune néritique (*Toxaster retusus, Pinna Robinaldina, Exogyra Couloni*). L'Urgonien conserve son caractère habituel.

La *nappe supérieure* renferme à peu près les mêmes faciès. Les marnes noires du Valanginien ont fourni, au Justisthal, au nord du lac de Thoune, des Céphalopodes assez nombreux et très caractéristiques : *Phylloceras Calypso, Lissoceras Grasianum, Neocomites pexiptychus, Leptoceras Studeri, Duvalia lata.* C'est dans une digitation de cette nappe, au Luitere Zug, près

1. Il y a lieu de remarquer que, dans les Hautes Chaînes calcaires de Savoie, le Valanginien et l'Hauterivien sont également plus marneux et beaucoup plus épais dans les chaînes internes, notamment dans les Aravis, que dans les chaînes externes.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Wolfenschiessen, que se trouvent, en superposition directe à l'Urgonien, des marnes noires à fossiles phosphatés, que Tobler et Jacob [132] attribuent à la zone à *Douvilleiceras subnodosocostatum*. La faune se compose d'un mélange d'espèces de la zone à *Oppelia Nisus* et de la zone de Clansayes, avec quelques espèces spéciales, comme *Parahoplites Tobleri* et *Douvilleiceras Buxtorfi*.

Nappes inférieures des Préalpes. — La prédominance des formations marneuses dans les nappes helvétiques supérieures et l'augmentation d'épaisseur que subissent les dépôts vers le sud montrent que l'on est en présence du bord d'un géosynclinal. La nappe dont la racine est située immédiatement au sud de celle de la nappe helvétique supérieure correspond à la région axiale de ce géosynclinal. En effet, dans la nappe inférieure des Préalpes, dont fait partie également la nappe inférieure de Sulens, l'Éocrétacé est exclusivement bathyal. C'est le « Néocomien à Céphalopodes » des géologues suisses; il présente les plus étroites affinités avec celui du géosynclinal dauphinois, dont il constitue sans doute le prolongement direct. Il apparaît sur les deux bords des Préalpes.

Sur le bord interne, il forme, au pied des Diablerets, une lame indépendante. C'est un calcaire foncé, en bancs réguliers, alternant avec des marnes schisteuses. On n'y a rencontré encore qu'une faune hauterivienne : *Phylloceras Rouyanum*, *Thetys*, *Lytoceras subfimbriatum*, *Lissoceras Grasianum*, *Desmoceras* sp., *Holcostephanus Astierianus*, *Jeannoti*, *Neocomites cryptoceras*, *castellanensis*, *angulicostatus*, *Crioceras Duvali*, *Hamulina hamus*, *Ptychoceras Meyrati*, *Belemnopsis pistilliformis*, *Duvalia dilatata* [30].

Sur le bord externe, on connaît le Néocomien à Céphalopodes depuis le Reret, près Bonneville, jusqu'au lac de Thoune. Il est surtout bien développé aux Voirons et aux environs de Châtel-Saint-Denis. Aux Voirons [133], la faune est à peu près la même que dans les Alpes Vaudoises, mais on y a trouvé, outre les Céphalopodes, de nombreux Poissons. Le ravin de la Veveyse, près Châtel-Saint-Denis, a permis à Sarasin et Schöndelmayer [134] de constater la superposition de quatre termes, lithologiquement distincts et caractérisés, respectivement, par des faunes d'Ammonites correspondant au Berriasien, au Valanginien supérieur, à l'Hauterivien et au Barrémien. Dans les deux étages supérieurs, les Céphalopodes déroulés (*Crioceras*, *Leptoceras*, *Hamulina*, *Ptychoceras*) sont particulièrement abondants. Aucune espèce n'indique la présence d'une faune aptienne et cet étage ne semble pas être représenté dans les Préalpes.

Dans la nappe moyenne des Préalpes, l'Éocrétacé est encore bathyal, il atteint de grandes épaisseurs, mais les fossiles sont beaucoup plus rares que dans la nappe inférieure.

On rencontre de même dans les « Klippen » de la Suisse centrale, qui ne sont autre chose que des témoins des nappes des Préalpes, des calcaires marneux à *Aptychus* et *Pygope diphyoides*, qui ne fournissent pas de renseignements précis sur les niveaux représentés. Enfin, dans les Grisons, sur le prolongement du même géosynclinal, l'Éocrétacé est constitué par des schistes à Fucoïdes et par des brèches très fines, dans lesquelles Th. Lorenz et W. von Seidlitz [XXXVII, 343] ont trouvé *Orbitolina lenticularis*, des *Miliolidæ*, des Bryozoaires et des Algues Siphonées (*Calpionella*, *Diplopora*).

Dans la nappe supérieure, de même que dans la nappe de la Brèche, il n'existe aucune trace de dépôts éocrétacés; le géanticlinal briançonnais, caractérisé au Jurassique par des formations néritiques ou même littorales, était entièrement émergé.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

ALPES ORIENTALES. — Les dépôts éocrétacés ne possèdent dans les Alpes orientales qu'une extension restreinte, mais leur étude fournit, en faveur de la théorie des nappes, quelques arguments non moins probants que ceux tirés de l'étude des dépôts jurassiques. Il est donc nécessaire d'insister spécialement sur les faciès de l'Éocrétacé dans les pays de nappes, d'une part, dans les pays de racines, de l'autre. Nous commencerons notre examen par le nord.

Zone du Flysch. — Les nappes helvétiques s'enfoncent à l'est sous les terrains triasiques du Rhätikon, qui appartiennent à la nappe de Bavière, mais les replis frontaux de la nappe du Säntis se retrouvent sur la rive droite du Rhin et les terrains éocrétacés qui y prennent part se poursuivent sur le bord externe des Alpes orientales dans la *zone du Flysch*. Ils constituent les chaînons du Bregenzer Wald, aux allures jurassiennes, et, plus à l'est, le pli indépendant du Grünten, dans les Alpes de Bavière. Les faciès sont à peu de chose près les mêmes que dans la nappe du Säntis. La succession, dans les chaînons septentrionaux, est la suivante : marnes à *Duvalia lata* et Ammonites valanginiennes; calcaires spathiques valanginiens; calcaires siliceux hauteriviens; calcaires marneux, avec couche glauconieuse riche en Ammonites hauteriviennes; calcaires urgoniens avec, au sommet, couches marneuses à *Orbitolina lenticularis*, représentant l'Aptien. Dans les chaînons méridionaux, les calcaires valanginiens disparaissent et les calcaires urgoniens eux-mêmes font place à des formations marneuses [34]. Ce passage latéral du faciès calcaire au faciès marneux est à rapprocher des faits observés par Arnold Heim dans la nappe du Säntis. Il est incontestable que la région axiale du géosynclinal n'était pas éloignée, mais la continuation des nappes des Préalpes vers l'est est cachée sous la nappe de Bavière, et ce n'est que dans la Basse-Autriche que l'on rencontre de nouveau des bandes étroites de calcaires à *Aptychus* et des marnes néocomiennes, qui représentent vraisemblablement des lambeaux étirés de l'une des nappes des Préalpes.

Nappe de Bavière. — L'Éocrétacé est conservé, dans la nappe de Bavière, sous la forme de longues bandes correspondant aux synclinaux. Il repose presque toujours en concordance sur le Jurassique le plus élevé, mais sa présence exclut généralement celle du Mésocrétacé et du Néocrétacé, qui sont transgressifs. Il est uniquement représenté par des formations bathyales. On y distingue d'ordinaire deux termes, un terme inférieur calcaire, les *couches du Schrambach*, un terme supérieur marneux et schisteux, les *couches du Rossfeld*. Les principales localités fossilifères se trouvent dans les environs de Kufstein (pl. CXVI, 1), de Ruhpolding (Urschlauerachenthal), de Hallein (Rossfeld), de Salzbourg (Schellenberg) et d'Ischl. Leur étude stratigraphique détaillée est encore à faire, mais les déterminations paléontologiques ont permis de reconnaître l'existence du niveau de Berrias (*Lyloceras Honnoratianum, Lissoceras Grasianum, Thurmannia Boissieri, occitanica, Berriasella Boissieri, privasensis, Spiticeras narbonense*), du Valanginien proprement dit (*Duvalia lata, Lissoceras Grasianum, Neocomites pexiptychus, neocomiensis*), de l'Hauterivien (*Phylloceras Thetys, Lyloceras subfimbriatum, Holcodiscus incertus, Neocomites cryptoceras, Crioceras Duvali, Holcostephanus Jeannoti, Astierianus*) et du Barrémien (*Costidiscus recticostatus, Desmoceras difficile, Silesites Seranonis*) [135-137]. L'Aptien n'a pas encore été signalé.

Alpes méridionales. — Conformément à l'hypothèse qui fait venir la nappe de Bavière du bord septentrional des Alpes calcaires méridionales, le Néocomien de la région des Dolomites, située un peu plus au sud, a de grandes

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

affinités avec celui des Alpes de Salzbourg et de Bavière. Le principal gisement est l'Alpe Puez, sur le plateau de Gardenazza, près Corvara, qui est constitué par les calcaires du Dachstein triasiques et supporte plusieurs buttes-témoins, formées de couches néocomiennes repliées en synclinal et conservées grâce à des chapeaux de calcaire du Dachstein refoulé sur le synclinal (fig. 365; pl. CXVI, 2) [137-139].

Le calcaire du Dachstein supporte immédiatement une brèche formée à ses dépens, dont le ciment est dolomitique et qui passe graduellement à des dolomies vertes, sans fossiles, représentant peut-être le Tithonique, généralement transgressif dans le Tyrol méridional. Ces dolomies sont recouvertes en concordance par la série suivante :

1° calcaires siliceux gris et verts en bancs minces réguliers, avec gâteaux de silex;

2° marnes et calcaires noduleux lie-de-vin, avec *Terebratula Moutoniana*, *Pygope janitor*, *triangulus*, *Phylloceras semisulcatum*, *semistriatum*, *infundibulum*, *Lytoceras quadrisulcatum*,

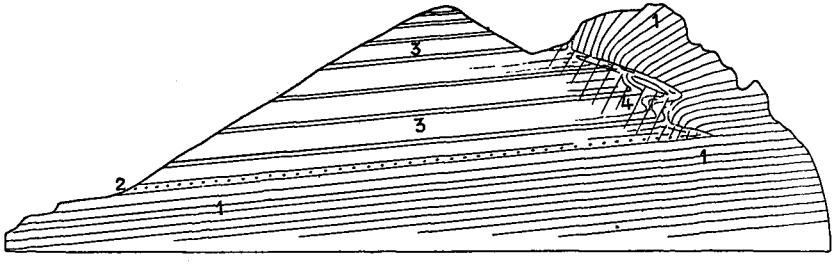


Fig. 365. — Coupe de la butte dite Colle di Muntijella, sur le plateau de Puez, près Corvara (Tyrol méridional), montrant les couches néocomiennes pincées dans les calcaires triasiques (relevée par l'auteur en 1886).

1, calcaires du Dachstein (Trias supérieur); 2, calcaires noduleux (Valanginien); 3, calcaires à silex (Hauterivien et Barrémien); 4, mêmes calcaires écrasés et laminés.

Liebigi, *subfimbriatum*, *Desmoceras*, *Holcostephanus Jeannoti*, *Belemnopsis pistilliformis* (VALANGINIEN);

3° calcaires gris verdâtre et gâteaux siliceux, avec *Pygope janitor*, *Phylloceras infundibulum*, *Lissoceras Grasianum*, *Holcostephanus Astierianus*, *Parahoplites angulicostatus* (HAUTERIVIEN);

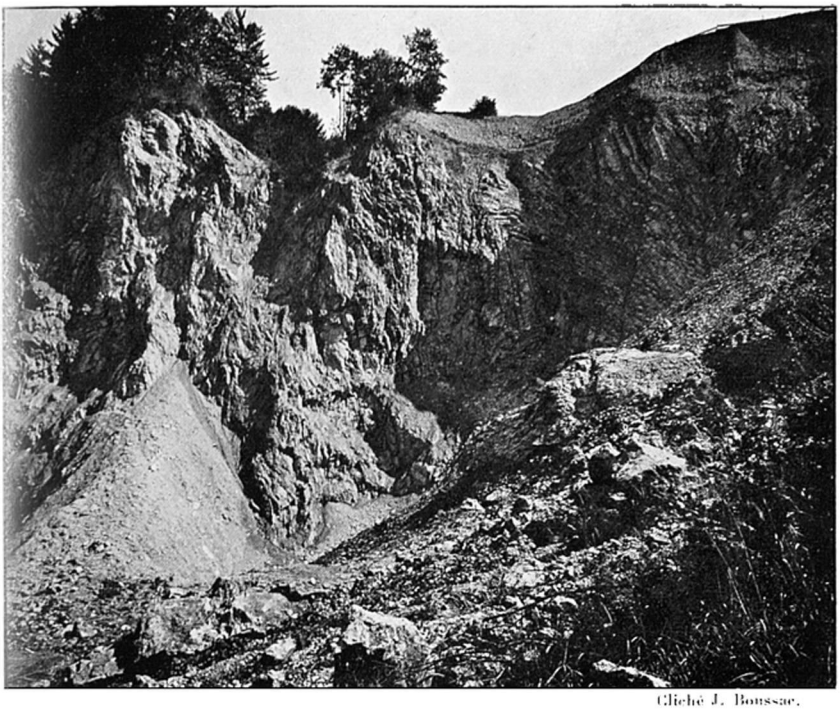
4° calcaires gris avec gros nodules, alternant avec des couches marneuses et renfermant une faune composée exclusivement, outre *Pholadomya barremensis*, d'Ammonoïdés d'assez grande taille : *Phylloceras infundibulum*, *ladinum*, *Thetys*, *Lytoceras Phestus*, *subfimbriatum*, *Puezanum*, *Costidiscus recticostatus*, *Rakusi*, *Hamulina* pl. sp., *Ptychoceras Puzosianum*, *Desmoceras difficile*, *psilotatum*, *cassidoides*, *Uhligi*, *Melchioris*, *Puzosia Neumayri*, *Silesites vulpes*, *Aspidoceras Beneckei*, *Crioceras dissimile*, *Mojsisovicsi*, *Ancyloceras Matheroni*, *badioticum*, *Heteroceras* (BARRÉMIEN) [139];

5° calcaires noduleux et marnes schisteuses sans fossiles (APTIEN).

La riche faune dont les restes se trouvent dans les couches n° 4 comprend des espèces caractéristiques des deux zones supérieures du Barrémien du bassin du Rhône (niveau de Combe-Petite et de Morteiron), auxquelles viennent s'ajouter quelques formes de l'Aptien inférieur. L'abondance des *Phylloceras*, des *Lytoceras* et des *Desmoceras*, l'absence des Bélemmites, l'extrême rareté des Nautiles, des *Pulchellia* et des *Holcodiscus* montrent que l'on est en présence d'un dépôt formé dans des eaux très profondes. Cette conclusion se trouve confirmée par la découverte de nombreuses espèces de Radiolaires dans les bancs riches en nodules siliceux.

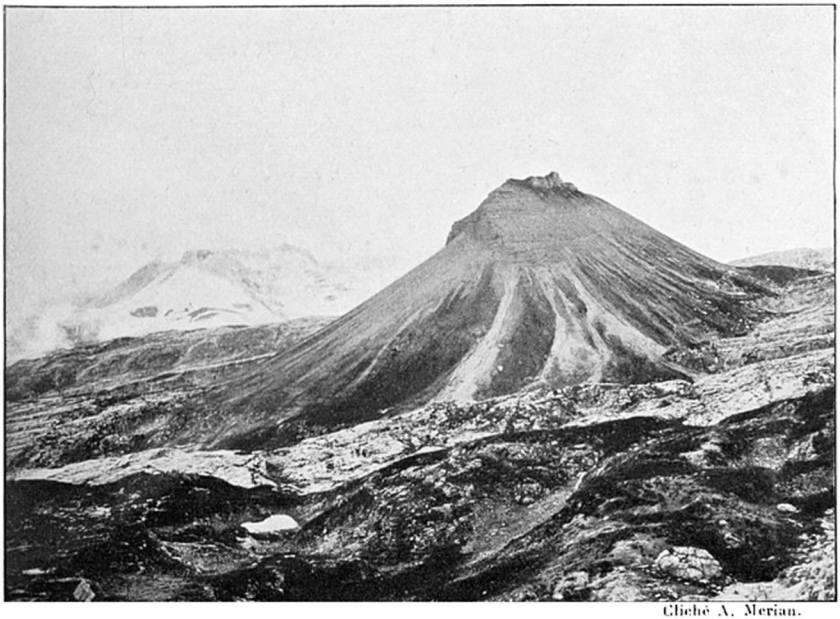
Dans les témoins situés plus à l'est, dans la région d'Ampezzo, le Néoco-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



Cliché J. Boussac.

CARRIÈRE DE SEBI, PRÈS KUFSTEIN (Tyrol).
Calcaires marneux du Valanginien plissés.



Cliché A. Merian.

COLL DELLA SONÉ, ALPE PUEZ, PRÈS CORVARA (Tyrol méridional).
Témoin de Néocomien sur un plateau triasique et tithonique.
Au sommet, lambeau de recouvrement de calcaire du Dachstein.
A l'arrière-plan, synclinal de Néocomien pincé dans le calcaire du Dachstein du Zwischenkoff.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

mien fait suite au Tithonique rouge à *Pygope diphya* et se termine par des grès.

Dans les Alpes Vénitiennes, il y a passage insensible du Tithonique supérieur au *Biancone*, formation constituée par des calcaires blancs à cassure conchoïdale, avec silex blonds. Les fossiles y sont rares, ce sont principalement des Céphalopodes, qui appartiennent à des espèces caractéristiques de chacun des quatre étages de l'Éocrétacé [0,7; 140, 141].

En Lombardie, le Néocomien correspond à la partie supérieure de la *Majolica*. Les fossiles, exception faite des *Aptychus*, y sont plus rares encore qu'en Vénétie. Ils indiquent cependant d'une manière certaine la présence du Valanginien (*Belemnopsis bipartitus*, *Neocomites neocomiensis*), de l'Hauterivien (*Lytoceras subfimbriatum*, *Holcostephanus Astierianus*, *Polyptychites bidicholomus*) et du Barrémien (*Phylloceras semistriatum*, *Costidiscus recticostatus*, *Silesites Seranonis*), tandis que l'Aptien semble faire défaut [0,7; 142].

E. von Mojsisovics avait déjà été frappé des grandes analogies de faciès que présentent les terrains secondaires de la Lombardie, depuis le Lias jusqu'au Néocomien, avec ceux des Alpes calcaires septentrionales, aussi est-ce dans les Préalpes lombardes que nous plaçons la racine de la nappe de Bavière.

La persistance, au Néocomien, d'un géanticlinal forojulien (v. p. 1127) résulte de la présence, aux environs de Tarcento, dans le Frioul, de calcaires éocrétacés à Rudistes et Nérinées, qui, d'après Marinelli, font suite immédiatement au Tithonique coralligène.

Pourtour de la Méditerranée occidentale. — Nous reprendrons plus tard l'étude du prolongement vers l'est des formations éocrétacées des Alpes orientales et nous passerons d'abord en revue les dépôts qui ont pris naissance dans la branche occidentale du géosynclinal dinarique et dans les régions néritiques qui servent de bordure à cette dépression circumméditerranéenne.

Apennin et Sicile. — Des calcaires tout à fait comparables au Biancone et à la Majolica affleurent dans les Alpes Apuanes et dans l'Apennin central, montrant la persistance du géosynclinal qui existait depuis le début du Jurassique dans la région moyenne de la Péninsule. Dans le Sud-Est, par contre, l'Éocrétacé est exclusivement néritique. Il est constitué, au Monte Gargano, à Capri, dans les Pouilles [143], dans la Basilicate et en Calabre, par un système de calcaires zoogènes et de dolomies, reposant souvent en discordance sur le Lias ou sur le Tithonique. Le niveau le plus constant est un calcaire à *Toucasia carinata*, tout à fait comparable à l'Urgonien du bassin du Rhône. Au Gargano, il repose, d'après C. Viola et M. Cassetti, sur des calcaires et des dolomies à *Peregrinella peregrina*. Sur le versant tyrrhénien, par contre, la base de l'Éocrétacé est constituée par des calcaires en dalles, qui, à Tolfa, près Civita-Vecchia, et à Pietraroia, renferment de nombreux restes de Poissons. Ils sont recouverts par des calcaires à Rudistes.

En Sicile, les étages inférieurs de l'Éocrétacé font entièrement défaut dans le Nord-Ouest, dans les régions où le Tithonique affecte le faciès coralligène. Par contre, ils existent à l'état de calcaires marneux à Céphalopodes (*Phylloceras infundibulum*, *Lytoceras subfimbriatum*, *Lissoceras Grasianum*, *Desmoceras*, *Aptychus*, *Duvalia dilatata*) autour de Taormina, ainsi qu'à Licodia Eubea, dans les monts Hybléens, et dans les environs de Sciacca, sur la côte méridionale [35]. Des calcaires bitumineux à Rudistes, compara-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

bles à l'Urgonien, avec *Requienia*, *Itieria*, *Nerinea*, reposent, aux environs de Palerme, sur le Tithonique. Au Monte Pellegrino et à Termini-Imerese, ils supportent, d'après Di-Stefano [36], des calcaires à *Polyconites* (*P. Verneuili* et autres espèces du même genre), *Sellæa*, *Himeraelites* et Orbitolines, dont l'âge sera discuté plus loin.

Tunisie et Algérie. — Dans la chaîne de l'Atlas, nous retrouvons, à l'Éocrétacé, le contraste qui existait déjà au Jurassique entre les formations bathyales du Nord et les formations néritiques du Sud. L'emplacement du géosynclinal correspond approximativement au Tell, tandis que les dépôts néritiques s'étendent aux Hauts Plateaux et envahissent des régions où le Jurassique était en partie représenté par des formations bathyales. Nous étudierons successivement chacun des deux faciès, en commençant par les formations bathyales, que nous pourrons suivre depuis Hammam-Lif, près Tunis, jusqu'à la frontière marocaine.

Quoique, dans la région bathyale, l'Éocrétacé soit toujours concordant avec le Tithonique et que le passage d'un terrain à l'autre ait lieu d'une manière tout à fait insensible, on n'a encore signalé la faune de Berrias qu'en deux points de l'Atlas et, dans l'un et l'autre cas, les relations stratigraphiques du gisement ne sont pas très nettes.

Le premier point, indiqué par Aubert, est le djebel Meloussi, dans la Tunisie centrale, d'où l'on ne connaît qu'un petit nombre d'Ammonites (*Thurmannia Boissieri*, *Spiticeras Theodori*) [37].

La seconde localité est Lamoricière, dans la province d'Oran. Des argiles verdâtres, avec intercalations gréseuses, y renferment une faune très riche en Céphalopodes (*Phylloceras*, *Lytoceras*, *Spiticeras Negreli*, *Berriasella occitanica*, *Thurmannia Boissieri*, *Malbosi*, *Lissoceras Grasianum*, *Duvalia lata*), dont beaucoup appartiennent à des espèces spéciales. On y trouve également des Échinides (*Collyrites Malbosi*, *Toxaster granosus*, *africanus*) et *Exogyra Couloni*. L. Gentil y a découvert un squelette de *Goniopholis* [XXXVII, 59 *bis*].

Le Valanginien proprement dit n'est pas beaucoup mieux connu. Il existe à Hammam-Lif et au djebel Oust, en Tunisie, sous la forme de marnes à Ammonites ferrugineuses (*Holcostephanus Astierianus*, *Phylloceras semisulcatum*, *Lissoceras Grasianum*, *Neocomites neocomiensis*, *pexiptychus*, *Duvalia lata*, *Pseudobelus bipartitus*) [144], ainsi qu'à Teniet Courass, dans le nord du massif du Bou-Thaleb (*Lissoceras Grasianum*, *Holcostephanus Astierianus*, *Neocomites neocomiensis*, *Duvalia lata*, *conica*) [42].

L'Hauterivien n'est connu de même qu'en un petit nombre de points, également à l'état de marnes à Ammonites pyriteuses et Bélemnites : au djebel Djaffa, près Temlouka, dans la province de Constantine (*Lissoceras Grasianum*, *Duvalia dilatata*, *Belemnopsis pistilliformis*) [146] ; à Aïn Bou Sellem, près Sétif, et à Arlal, dans le bassin de la Tafna, en Oranie (*Lissoceras Grasianum*, *Holcostephanus hispanicus*, *Aptychus angulicostatus*, *Duvalia dilatata*, *Pseudobelus bipartitus*) [XXXVII, 59 *bis*].

Le Barrémien, par contre, est non seulement le niveau le plus fossilifère de l'Éocrétacé de l'Afrique du Nord, c'est aussi celui qui a été observé dans le plus grand nombre de localités. On le connaît aux environs de Tunis [37, 145], dans le bassin de la Seybouse [145, 146] et au djebel Ouach (province de Constantine) [145, 146], entre Médéa et Teniel-el-Had (province d'Alger) [40], dans la vallée du Sig, aux environs de Sidi-bel-Abbès et à Arlal (province d'Oran) [41, XXXVII, 59 *bis*]. Il est toujours à l'état de marnes à petites Ammonites pyriteuses. Les espèces les plus caractéristiques sont les suivantes : *Phylloceras infundibulum*, *Thetys*, *Lytoceras numidum*,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Macroscaphites Ivani, *Hamulina subcylindrica*, *Pulchellia Sauvageaui*, *Changarnieri*, *ouachensis*, *Heinzia Heinzi*, *coronatoides*, *Desmoceras Nabdalsa*, *strettostoma*, *gelulinum*, *Gouxi*, *Blayaci*, *Silesites Seranonis*, *Holcodiscus Gastaldinus*, *diversecostatus*, *metamorphicus*, *Henonis*, *Sophonisba*, *alcoyensis*, *Hoplites Lamoricierei*, *Leptoceras Cirtæ*, *Crioceras*, *Toxoceras*, *Heteroceras*, *Bochianites*, *Duvalia Fallauxi*, *carpathica*, *minaret*. Les Céphalopodes sont fréquemment accompagnés de petits Gastéropodes et Lamellibranches, de rares Brachiopodes, Échinides et Zoanthaires.

Les deux horizons de Combe-Petite et de Morteiron n'ont pu être distingués qu'au djebel Ouach et au djebel Djaffa. Dans cette dernière localité, où les *Phylloceras* sont devenus assez rares, en raison du voisinage de la région néritique, le niveau supérieur renferme de nombreux Ammonoïdés déroulés, des Brachiopodes (*Rhynchonella irregularis*) et des débris d'Échinodermes [1].

Dans la région littorale de la province d'Alger, les fossiles deviennent extrêmement rares, en même temps que les dépôts augmentent considérablement d'épaisseur [43].

L'Aptien est généralement représenté par des marnes à Ammonites ferrugineuses, mais il n'est vraiment très fossilifère qu'à l'oued Cheniour, au sud de Guelma, où Blayac a observé deux niveaux de marnes à Ammonites ferrugineuses séparés par un banc calcaire. Le niveau inférieur renferme *Macroscaphites striatosulcatus*, *Desmoceras strettostoma*, *Seguenzæ*, *Duvalia Grasi*; le supérieur, *Phylloceras Guettardi*, *Gaudryceras numidum*, *Tetragonites Jallabertianus*, *Depéreti*, *Duvalianus*, *Silesites Trajani*, *interpositus*, *Puzosia Matheroni* [148]. On est là en présence d'équivalents exacts du Bedoulien et du Gargasien de la fosse vocontienne. La faune des grands *Ancyloceras* et des grands *Parahoplites* de l'Aptien inférieur de Provence n'a pas encore été rencontrée en Algérie. En revanche, l'Aptien se termine, à l'oued Cheniour, par des marnes, qui représentent l'horizon de Clansayes et qui renferment, entre autres, *Parahoplites Abichi*, *gargasensis*, *Douvilleiceras nodosocostatum*.

Passons maintenant à l'étude du type néritique, caractéristique des Hauts Plateaux.

Le Valanginien néritique n'est connu que dans la région de Mascara, dans la province d'Oran, où G.-B.-M. Flamand a découvert des calcaires à gros Gastéropodes (*Natica Leviathan*, *Pterocera*), avec intercalations de lits argileux, reposant, sur le versant sud des plateaux de Saïda et de Tifrit, en discordance sur les dolomies bathoniennes et les argiles et grès du Callovien et de l'Oxfordien.

L'Hauterivien néritique n'apparaît dans la Tunisie centrale qu'en un seul point, au djebel Mrhila, où Pervinquière a recueilli, dans une puissante série de marnes avec intercalations de bancs calcaires et gréseux, *Toxaster retusus*, *Pseudodiadema rotulare*, *Terebratula prælonga*, *Exogyra Couloni*, *Ex. Minos*, *Neithea atava*, *Pholadomya elongata*, *Pleuromya neocomiensis* [37]. C'est là une faune essentiellement jurassienne.

Dans la province de Constantine, le massif du Bou-Thaleb présente un exemple non moins remarquable d'Hauterivien néritique [40, 42]. Des calcaires gréseux, alternant avec des bancs calcaires et avec des grès, renferment en abondance des Zoanthaires, des Échinides (*Cidaris muricata*, *Pseudocidaris clunifera*, *Pyrina incisa*, *Toxaster subcavatus*), des Brachiopodes *Terebratula sella*, *prælonga*), des Lamellibranches (*Neithea atava*, *Crassatella*

1. Renseignements inédits fournis par M. J. Blayac.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Robinaldina), des Gastéropodes (*Pterocera pelagi*). Les mêmes faciès se rencontrent dans les Hauts Plateaux des provinces d'Alger et d'Oran, où *Toxaster africanus*, *Terebratula prælonga* et *Ostrea Maresi* sont particulièrement fréquents. Les Ammonites font entièrement défaut.

La distinction du BARRÉMIEN et de l'APTIEN rencontre, aussi bien en Tunisie qu'en Algérie, de grandes difficultés, lorsque ces deux étages affectent le type néritique [37, 40]. Ils sont à l'état de marnes, avec bancs calcaires ou gréseux souvent très développés. La faune, quelquefois très riche en individus, comprend *Orbitolina lenticularis*, des Échinides nombreux (*Cidaris Lhardyi*, *Salenia prestensis*, *Pseudodiadema Malbosi*, *Holectypus macropygus*, *Heteraster oblongus*, *Miotoxaster Collegnoi*), des Brachiopodes (*Rhynchonella Gibbsiana*, *Zeilleria tamarindus*), des Lamellibranches (*Alectryonia Boussingaulti*, *Leymeriei*, *rectangularis*, *Exogyra aquila*, *Panopæa Prevosti*), des Gastéropodes (*Nerinea Pauli*, *Natica Coquandi*) et quelques Céphalopodes (*Parahoplites fissicostatus*, *Douvilleiceras Martini*, *Belemnopsis semicanaliculatus*). On reconnaît là les espèces les plus caractéristiques du pourtour de la fosse vocontienne. Quelques bancs zoogènes très épais rappellent tout à fait l'Urgonien [1]. Au Bou-Thaleb, ils renferment surtout *Toucasia carinata;* dans l'Aurès, on signale également *Requienia ammonia.*

Le faciès à Rudistes empiète quelquefois sur la région où dominent les formations bathyales. Ainsi, dans la région de Guelma, Blayac a observé au djebel Taya, au-dessous des marnes à Ammonites ferrugineuses qui représentent les deux zones supérieures du Barrémien, des calcaires à *Toucasia*, *Monopleura* et *Ichthyosarcolithes* [149]. Au djebel Sidi-Rgheiss, le même auteur a constaté la succession suivante [147];

1° Marnes à *Exogyra aquila*, *Miotoxaster Collegnoi* et *Epiaster restrictus;*

2° Calcaires récifaux, atteignant 300 m d'épaisseur, avec *Orbitolina conoidea*, *discoidea*, *Toucasia santanderensis*, *Polyconites Verneuili*, *Radiolites cantabricus*, passant latéralement à des marnes à *Exogyra aquila*, *Parahoplites Deshayesi*, *Belemnopsis semicanaliculatus;*

3° Marnes à *Oppelia Nisus*, *Sonneratia raresulcata*, *Parahoplites gargasensis*, *Douvilleiceras Milletianum;*

4° Grès avec fossiles albiens.

Il résulte d'une manière absolument indiscutable, de cette précieuse observation, que les calcaires à *Polyconites Verneuili* sont d'âge aptien. La même conclusion semble pouvoir s'appliquer aux calcaires qui, en Sicile, renferment les mêmes Rudistes. Elle s'est trouvée confirmée depuis par des constatations faites dans les Corbières.

Maroc. — Les dépôts éocrétacés sont encore totalement inconnus dans l'Atlas Rifain, qui prolonge à l'ouest l'Atlas Tellien. Ils font certainement défaut dans la Meseta Marocaine, où le Turonien est transgressif sur le Rhétien et sur les terrains primaires. Ils sont, par contre, très développés dans la partie occidentale du Haut-Atlas.

Ils apparaissent déjà à Safi, où ils ont été découverts dès 1871 par Maw, qui a recueilli, dans des alternances de marnes et de grès, *Exogyra conica*, *Alectryonia Leymeriei*, *Boussingaulti*. Brives [44] y a trouvé, en outre, *Exogyra Couloni*. Le même géologue a recueilli une faune hauterivienne, dans des calcaires massifs, au djebel Hadid (*Toxaster africanus*, *Terebratula sella*, *Aulacothyris collinaria*, *Exogyra Couloni*). A la Kasba d'Imrad, il signale *Thurmannia Boissieri*, qui indique la présence du Berriasien.

1. C'est dans ces calcaires aptiens que se trouve le gîte de substitution du djebel Ouenza, où le calcaire a été remplacé, sur de grandes épaisseurs, par du carbonate de fer, ultérieurement transformé en hématite rouge. Les calcaires aptiens de la Tunisie sont également très minéralisés.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Dans la même région, Paul Lemoine a reconnu en outre, au-dessus des argiles et des calcaires de l'Hauterivien, l'existence du Barrémien, représenté, dans les falaises d'Arbalou, par des argiles sableuses à *Pulchellia pulchella*, et de l'Aptien inférieur à l'état d'argiles ou de calcaires marneux à grands Céphalopodes (*Parahoplites fissicostatus*, *Ancyloceras Waageni*).

Mais c'est le pays des Ida ou Tanan, à l'est du cap Rir, qui a fourni à L. Gentil la succession la plus complète de niveaux éocrétacés, tous remarquablement fossilifères, à l'exception du Valanginien, qui est encore inconnu dans la région. Les déterminations sont dues à W. Kilian [150-152]

L'Hauterivien, déjà signalé par Brives [44], renferme des Échinides (*Toxaster africanus*, *retusus*), des Brachiopodes de grande taille (*Rhynchonella multiformis*, *Terebratula prælonga*, *Carteroni*, *Aulacothyris collinaria*), des Lamellibranches (*Alectryonia rectangularis*, *Exogyra Couloni*, *Mytilus Couloni*), associés à de nombreux Céphalopodes (*Neocomites neocomiensis*, *Holcostephanus Astierianus*, *Acanthodiscus radiatus*, *Leopoldia Kiliani*, *biassalensis*, *Thurmannia Thurmanni*, *Duvalia dilatata*).

Le Barrémien est représenté par un niveau inférieur correspondant à la zone à *Parahoplites angulicostatus* (*Lytoceras densifimbriatum*, *Desmoceras Neumayri*, *Crioceras*) et par la zone moyenne, qui renferme, comme l'horizon de Combe-Petite, de nombreuses *Pulchellia* (*P. compressissima*, *Caicedi*, *Didayana*, *Dumasiana*), associés à des *Desmoceras* (*D. difficile*, *Waageni*, *Uhligi*, *cassidoides*) et à des Ammonites déroulées extrêmement variées (*Heteroceras*, *Crioceras*, *Ancyloceras*). Les Lamellibranches et les Brachiopodes sont assez communs, les *Phylloceras* sont rares, les *Holcodiscus* et les *Lytoceras* paraissent manquer.

L'Aptien est représenté par ses trois niveaux principaux. Le niveau moyen (Gargasien) est à l'état de marnes à fossiles pyriteux. La présence de l'Aptien inférieur résulte de la découverte, aux environs du cap Rir, d'argiles et de grès qui renferment *Douvilleiceras Martini*, *Cornuelianum*, *Stobieckii*, *Plicatula placunea*, *Rhynchonella lata*. On y trouve des Brachiopodes (*Terebratula sella*, *Zeilleria tamarindus*), des Lamellibranches (*Plicatula placunea*, *radiola*, *Venericardia neocomiensis*), des Gastéropodes et surtout des Céphalopodes (*Phylloceras Carlavanti*, *Lytoceras numidicum*, *Desmoceras Toucasi*, *Puzosia Angladei*, *Oppelia Nisus*, *Sonneratia raresulcata*, *Parahoplites gargasensis*, *Toxoceras Cornuelianum*, *Belemnopsis semicanaliculatus*). Le niveau supérieur est constitué, au S.E. du djebel Aouljdad, dans les Ida ou Tanan, par des calcaires marneux gris blanchâtre, dans lesquels L. Gentil a recueilli une faune extraordinairement riche en individus et comprenant, d'après W. Kilian, les espèces suivantes : *Rhynchonella Deluci*, *Terebratula sella*, *Dutempleana*, *Plicatula radiola*, *Desmoceras Toucasi*, *akuchaense*, *Parahoplites Nolani*, *Bigoti*, *Deshayesi*, *Douvilleiceras Bigoureti*, *nodosocostatum*, *Belemnopsis semicanaliculatus*. C'est là incontestablement la faune de Clansayes, que l'on a souvent rangée à tort dans l'Albien.

Le même niveau, également riche, a été trouvé à Imi n Tanout, au bord sud de la grande plaine de Marrakech, où L. Gentil a recueilli notamment en grande abondance *Plicatula radiola* et des *Parahoplites* (*P. Uhligi*, *Nolani*, *achiltaensis*, *Milletianus*, *Melchioris*), associés à *Lycoteras belliseptatum*.

La plupart des espèces des deux localités se retrouveront dans l'Aptien supérieur du Caucase.

On sera frappé de l'analogie de la succession relevée par L. Gentil chez les Ida ou Tanan avec celle du pourtour de la fosse vocontienne. La composition des faunes est sensiblement la même dans les deux régions. Les Ammonites, quoique très abondantes, sont toujours associées à des Brachiopodes et à des Lamellibranches. Les *Phylloceras* ne constituent jamais l'élément prédominant de la faune. Kilian a insisté sur la fréquence, dans le Barrémien, de plusieurs *Crioceras*, identiques à des espèces de l'Allemagne du Nord, ce qui montre bien le caractère cosmopolite de ces types eurythermes. L'Éocrétacé du Maroc méridional doit être évidemment qualifié de néritique, comme celui des Hauts Plateaux algériens et du Centre de la Tunisie, et l'on peut se demander si les Ammonites des gisements

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

étudiés par L. Gentil ne sont pas en grande partie des coquilles flottées. Leur état souvent fragmentaire pourrait être invoqué en faveur de cette manière de voir.

Espagne méridionale et Baléares. — Le contraste entre les faciès du géosynclinal et ceux de l'avant-pays que l'on constate dans le Nord de l'Afrique se retrouve en Espagne. Comme au Jurassique, les formations bathyales de l'Éocrétacé sont localisées dans la zone des plissements alpins, c'est-à-dire en Andalousie, dans les provinces de Murcie et d'Alicante et dans les Baléares. Les formations néritiques caractérisent, par contre, les bords de la Meseta.

Au nord de la chaîne Bétique, dans les massifs secondaires des provinces de Malaga, de Grenade [XXII, 9] et de Jaen [45], les étages inférieurs sont exclusivement représentés par des calcaires marneux et des marnes, souvent avec fossiles pyriteux. La concordance avec le Tithonique est parfaite et la partie supérieure de cet étage renferme déjà plusieurs espèces de l'horizon de Berrias, qui, lui-même, n'est pas connu encore dans la région.

Le Valanginien proprement dit est représenté par des marnes à Ammonites pyriteuses, renfermant les Céphalopodes les plus caractéristiques de l'étage : *Phylloceras Thetys, picturatum, Calypso, semisulcatum, Lytoceras Juilleti, Lissoceras Grasianum, Neocomites neocomiensis, pexiptychus, Ptychoceras neocomiense, Duvalia lata, conica.*

L'Hauterivien, plus calcaire, a fourni *Phylloceras infundibulum, Holcostephanus Astierianus, Jeannoti, Neocomites cryptoceras, Duvalia dilatata.*

Le Barrémien est constitué soit par des calcaires marneux, soit par des marnes à Ammonites pyriteuses. On y a trouvé notamment *Phylloceras serum, Lytoceras subfimbriatum, Macroscaphites striatisulcatus, Pulchellia Sauvageaui, Silesites vulpes, Seranonis, Holcodiscus intermedius, Desmoceras difficile, cassidoides, Parahoplites angulicostatus.* Les trois zones principales paraissent donc représentées.

L'Aptien bathyal est connu seulement à Conil, dans la province de Cadix, et à Huescar, au pied sud de la Sagra (*Oppelia Nisus, Puzosia Belus, intermedia, Douvilleiceras Martini*). Déjà à Jodar, dans la province de Jaen, apparaît le faciès à Orbitolines (*Orbitolina lenticularis, discoidea-conoidea*). Les bancs calcaires renferment *Toucasia santanderensis* et d'autres Rudistes [45].

Dans le Sud de la province d'Alicante, qui a fait l'objet, de la part de René Nicklès [46, 153], de travaux remarquables, les formations bathyales et les formations néritiques coexistent ; on est en présence d'une sorte de *faciès mixte*, analogue à celui des Chaînes Subalpines de la Savoie et du Dauphiné. Malgré cette particularité, certains gisements de marnes à Ammonites pyriteuses ne le cèdent en rien aux plus riches du bassin du Rhône et de la province de Constantine.

La série débute au Moncabrer, dans la sierra Mariola, exactement comme sur le pourtour de la fosse vocontienne, par des calcaires à *Natica Leviathan, Pterocera pelagi, Pygurus Montmollini*, alternant ici avec des grès.

A la Querola, le Valanginien présente, à la base, des calcaires sableux, renfermant *Rhabdocidaris Salvæ, Toxaster Ricordeanus, Terebratula Moutoni, Exogyra Couloni, Holcostephanus Astierianus, hispanicus, utriculus, Neocomites neocomiensis, Belemnopsis pistilliformis.* Puis viennent des marnes à fossiles pyriteux, qui ont fourni, à la Querola et à Foncalent, *Phylloceras Thetys, semisulcatum, Lissoceras Grasianum, Holcostephanus Astierianus, hispanicus, Craspedites Douvillei, Neocomites neocomiensis, Roubaudi, Saynoceras verrucosum, Mortoniceras* (6 espèces spéciales).

Ces marnes sont surmontées de calcaires glauconieux à *Crioceras Duvali* et *Duvalia dilatata*, qui représentent l'Hauterivien et sont tout à fait comparables à ceux des Chaînes Subalpines.

Le Barrémien débute par un second niveau de marnes à Ammonites pyriteuses, très fossilifères dans la sierra de Foncalent et surtout à la Querola, près Concentaina. Nicklès

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

en a fait connaître la faune [153], qui présente d'étroites affinités avec celle du djebel Ouach et comprend notamment de nombreux représentants des genres *Pulchellia* (environ 20 espèces) et *Holcodiscus* (11 espèces), associés à des *Phylloceras*, à *Desmoceras difficile, strettostoma, Craspedites alcoyensis, Sonneratia Grossouvrei, Hamulina Munieri*. La partie supérieure du Barrémien est constituée par des calcaires, quelquefois grumeleux, avec grands *Ancyloceras Orbignyi, Crioceras Emerici, Puzosianum, Heteroceras bifurcatum*.

Avec l'Aptien reparaissent les formations néritiques. Ce sont des alternances de calcaires et de marnes, où abondent les Orbitolines, *Plicatula placunea, Exogyra aquila*, et où les Ammonites, à l'exclusion des *Phylloceras*, sont assez communes (*Douvilleiceras Stobieckii, Martini, Cornueli, Parahoplites Dufrenoyi*). Des couches à Rudistes très puissantes, avec *Toucasia santanderensis* et *Seunesi*, Nérinées, Zoanthaires, couronnent la série dans la sierra Mariola.

Aux Baléares, on retrouve à Majorque et à Iviza les calcaires à *Crioceras Duvali* et des marnes à Ammonites pyriteuses, qui paraissent représenter plusieurs horizons [XXXIV, 57].

Portugal. — Sur le bord occidental de la Meseta Ibérique, les formations bathyales font entièrement défaut et l'on ne rencontre de dépôts éocrétacés marins que sur la côte ouest du Portugal, à Cintra, aux environs de Lisbonne, dans l'Arabida et dans l'Algarve. Si, de ces régions, on se dirige vers l'est, on voit les calcaires faire place graduellement à des grès, et, si l'on va vers le nord, on se trouve en présence d'une formation exclusivement détritique, qui couvre toute la région de Torres Vedras, de Cercal et de Peniche et qui, en raison du rôle important qu'y jouent les graviers et les gros blocs roulés, peut être assimilée à un vaste delta torrentiel. Des couches à faunes saumâtres et à Végétaux terrestres s'intercalent dans ces grès. Le gisement de Cercal est célèbre, parce qu'il a fourni les plus anciennes Dicotylédones connues en Europe : *Dicotylophyllum, Choffatia*. Elles sont associées à des Monocotylédones (*Poacites, Rhizocaulon*), à des Gymnospermes (*Brachyphyllum, Sphenolepidum*), à des Fougères (*Sphenopteris, Camptoniopteris*) et autres Cryptogames vasculaires (*Lycopodites, Isoetes, Equisetum*) et à des Hépatiques [2]. Leur âge, présumé barrémien par Saporta, est probablement plus récent.

Voici, à titre d'exemple, la succession observée par Choffat aux environs de Cintra [47] :

Valanginien : 1° Calcaires passant insensiblement, à la base, aux calcaires jurassiques (apparition de *Trigonia caudata*; Zoanthaires, Lamellibranches et Gastéropodes indéterminables);

2° Marno-calcaires grumeleux à *Spirocyclina Choffati*, var. *infravalanginiensis* (très voisin d'une espèce jurassique) et *Aptyxis infravalanginiensis;*

3° Calcaires marneux à *Cyprina infravalanginiensis, Corbis corrugata, Trigonia caudata, Natica Pilleti*, Nérinées;

4° Calcaires à *Natica Leviathan, Pygurus rostratus, Terebratula collinaria, Lucina Germaini, Tylostoma Laharpei, Nerinea Guinchoensis*, Végétaux terrestres.

Hauterivien : 1° Calcaires à *Alectryonia rectangularis*.

2° Marno-calcaires à *Exogyra Couloni*, avec *Holectypus macropygus, Pyrina pygæa, Zeilleria tamarindus, Neithea neocomiensis, Gervilleia anceps, Arca Gabrielis, Turritella angulata, Aporrhais acuta, Phylloceras semistriatum, Lytoceras subfimbriatum, Lissoceras Grasianum, Holcostephanus Astierianus, Neocomites cryptoceras, Acanthodiscus radiatus, Cymatoceras pseudoelegans, Duvalia dilatata;*

3° Marnes à *Toxaster* et *Terebratula acuta;*

4° Calcaires à *Crioceras lusitanicum*.

Barrémien. Calcaires compacts ou calcaires marneux à silex et marnes avec Échinides, Brachiopodes, nombreux Lamellibranches (*Ostrea tuberculifera, Trigonia caudata, Matheronia gryphoides, Toucasia carinata, Pholadomya scaphoides*) et Gastéropodes (*Glauconia, Natica, Nerinea, Itieria*).

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

APTIEN. Partie inférieure des *couches d'Almargem*, puissante formation gréseuse (200 m), dont la partie supérieure est albienne, très fossilifère à Lagosteiros, Crismina, Ericeira : *Enalaster Delgadoi*, *Trigonia Hondaana*, *caudata*, *Fittoni*, *Cerithium Rehbinderi*, *Ptygmatis astrachanicus*, Végétaux terrestres.

Cette série est exclusivement néritique. Les couches à Céphalopodes hauteriviennes des environs de Cintra doivent elles-mêmes être considérées comme telles. Elles sont d'ailleurs remplacées, dans les autres régions, par des calcaires à *Purpuroidea* et *Pterocera* ou par des grès à Végétaux terrestres [49, 50].

Aragon. — Sur le bord opposé de la Meseta, dans l'Aragon, la série Éocrétacée est également néritique, mais elle est incomplète, ses termes inférieurs faisant défaut.

L'Hauterivien existe encore, d'après Nicklès [46], à Ador, dans la province de Valence, où il est constitué par des calcaires sableux jaunes à *Toxaster Ricordeanus*, *Terebratella*, *Ostrea carinata*, *Leopoldia Leopoldi*. Mais, dans la province de Teruel [XXXII, 33; 51, 154, 155], à l'extrémité sud-est de la chaîne Ibérique, c'est le BARRÉMIEN qui fait suite immédiatement, d'ailleurs en concordance, au Lias. Il débute à Utrillas, près Montalban, par des calcaires jaunes à *Trigonia Hondeana*, *ornata*, *abrupta*, surmontés de grès, de sables et d'argiles, parfois lignitifères, avec *Vicarya Lujani*, *Pizcuetana*, *Nerinea Utrillasi*, *helvetica*, etc., qui sont quelquefois transgressifs. Au-dessus viennent des calcaires à *Toucasia carinata*, formant souvent deux masses, séparées soit par des grès blancs, soit par des marnes à *Orbitolina lenticularis*, *Heteraster oblongus*, *Ostrea Boussingaulti*. Des marnes semblables, extrêmement fossilifères, avec *Orbitolina lenticularis*, *Heteraster oblongus*, *Lima Cottaldina*, *Neithea atava*, appartiennent peut-être déjà à l'APTIEN. Les grès, qui constituent presque entièrement cet étage, renferment à la base *Exogyra aquila*, *Plicatula placunea*, puis plus haut, d'après Dereims [XXXII, 33], de véritables lumachelles d'Huîtres (*Ostrea prælonga*, *falco*, *Pantagruelis*, *Boussingaulti*, *Leymerici*), qui appartiennent déjà à l'Albien. Coquand, qui a suivi l'Aptien vers l'est jusque dans la province de Castellon de la Plana, y signale quelques Céphalopodes : *Oppelia Nisus*, *Desmoceras Emerici*, *Parahoplites gargasensis*, *Douvilleiceras Martini*, *Cornuelianum*, *Belemnopsis semicanaliculatus*.

Au N.W. de Teruel, dans la chaîne Hespérique, la série Éocrétacée fait entièrement défaut et c'est l'Albien qui repose ici sur le Jurassique. Cette lacune est comblée, au moins partiellement, dans le Nord de l'Aragon et dans la Vieille Castille, par une formation lacustre, en tous points comparable au WEALDIEN du Nord de l'Europe [53, 156], qui couvre une surface de plus de 3 000 kmq et dépasse quelquelois 1 000 m d'épaisseur. Les grès et les schistes argileux prédominent, mais, dans la partie moyenne, on observe des intercalations calcaires. On y a trouvé des Mollusques d'eau douce, appartenant aux genres *Unio*, *Cyrena*, *Paludina*, des restes de Chéloniens et des débris de Végétaux terrestres. Les espèces de Mollusques sont voisines de formes anglaises.

Catalogne. — Dans la région littorale du Sud-Ouest de la province de Barcelone [52], le Trias supporte directement des dépôts éocrétacés, mais la série débute par des dolomies et des calcaires lacustres, avec *Paludestrina*, *Bythinia*, *Physa*, qui, à leur partie supérieure, alternent avec des couches marines, contenant des Rudistes (? *Valletia*) et des Huîtres indéterminables. Ensuite viennent des calcaires entièrement marins, très puissants, dont la base a fourni *Terebratula Sueuri*, *Alectryonia macroptera*, *Neithea valanginiensis*, tandis que la partie supérieure renferme déjà des espèces de la faune bar-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

rémienne de la province de Teruel, telles que *Vicarya Lujani, helvetica.* Les couches suivantes sont marneuses et sont caractérisées par un mélange de formes saumâtres (*Corbula, Cyrena*) et de formes marines (*Alectryonia Boussingaulti, Neithea atava, Trigonia caudata, Pholadomya semicostata, Trigeriana, Nerinea Utrillasi, Dupiniana*). Ce Barrémien est surmonté par l'Aptien inférieur, constitué par des alternances multiples de bancs de calcaires à Rudistes et de marnes à Orbitolines. Dans les calcaires, on a trouvé *Toucasia carinata, Horiopleura Almeræ, Polyconites Verneuili;* les marnes renferment *Orbitolina discoidea, conoidea, Salenia prestensis, Mioloxaster Collegnoi, Rhynchonella lata, Terebratula sella, Zeilleria tamarindus, Exogyra aquila, Plicatula placunea, Pinna Robinaldina, Natica Cornueliana, Parahoplites Deshayesi, Douvilleiceras Martini, Cornuelianùm.* L'Aptien se termine par des argiles bleues à Céphalopodes (*Phylloceras Morelianum, Goreti, Douvilleiceras crassicostatum, nodosocostatum, Milletianum*), qui représentent le niveau de Clansayes.

En quelques points, le Barrémien affecte le faciès à Céphalopodes. De grands *Heteroceras, Ancyloceras Honnorati, Leptoceras Escheri* rappellent, d'après W. Kilian, le niveau de Combe-Petite et les couches supérieures de l'Alpe Puez.

Dans le Nord de la province de Lérida, des dépôts barrémiens et aptiens tout à fait analogues à ceux de la province de Barcelone affleurent dans la sierra de Montsech, aux environs de Boixols et d'Orgañá, dans les premiers contreforts des Pyrénées catalanes [54, 55]. Vers le N.E., on les suit jusqu'à Figueras.

Zone Nord-Pyrénéenne. — Dans toute la région centrale des Pyrénées et souvent même sur le bord méridional, on ne trouve aucune trace ni du Jurassique ni de l'Éocrétacé. Par contre, sur le bord septentrional, la série crétacée débute par l'Aptien, qui repose généralement sur des dolomies jurassiques, avec intercalation, au contact des deux formations, d'une nappe de bauxite. Il y a donc eu, sur ce versant, une longue période d'exondation, correspondant à une partie du Jurassique, au Valanginien, à l'Hauterivien et au Barrémien.

L'Aptien est connu tout le long de la chaîne, depuis Santander, à l'ouest, jusque dans la Clape de Narbonne, à l'est. Dans la province de Santander et dans les Provinces Basques, il renferme surtout des Rudistes (*Toucasia Seunesi, santanderensis, Monopleura trilobata*), associés à *Orbitolina lenticularis, Cidaris pyrenaica, Rhynchonella Gibbsiana, Alectryonia rectangularis, Parahoplites Deshayesi.*

Dans les Basses-Pyrénées, Seunes [57] a montré l'existence de deux niveaux de calcaires à Rudistes, séparés par des marnes à *Orbitolina conoidea, discoidea, Mioloxaster Collegnoi, Pseudodiadema Malbosi, Exogyra aquila, Parahoplites Deshayesi, Douvilleiceras Martini, Belemnopsis semicanaliculatus.* Le niveau inférieur est caractérisé par *Toucasia carinata* et *Horiopleura Baylei;* le niveau supérieur, par *Toucasia Seunesi, Horiopleura Lamberti, Polyconites Verneuili, Radiolites cantabricus*, associés à *Orbitolina conoidea, discoidea, Cidaris pyrenaica, Salenia prestensis, Pseudodiadema Delbosi, Rhynchonella latissima, Terebratella Delbosi.* Il n'y a pas de raisons de placer, comme on le fait quelquefois, ces calcaires, bien développés surtout à Orthez, ainsi qu'à Vinport (Landes), dans l'Albien, d'autant plus qu'ils renferment plusieurs des espèces les plus caractéristiques des marnes sous-jacentes. On a vu du reste que, dans la province de Constantine, *Polyconites Verneuili* et *Radiolites cantabricus* occupent un niveau assez bas dans l'Aptien.

L'Éocrétacé de la région de Foix a fait l'objet d'innombrables travaux

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

de la part de Pouech, Leymerie, Hébert, Magnan, de Lacvivier, Roussel, Carez. Une partie de ses assises a été attribuée à l'Hauterivien, au Barrémien ou à l'Albien. En réalité, il n'y a qu'un seul horizon calcaire, d'une immense épaisseur, que Carez attribue exclusivement à l'Aptien [59, 60]. Ces calcaires gris clair, compacts, reposent le plus souvent sur les dolomies jurassiques, rarement sur le Lias. La discordance angulaire entre les deux formations est très faible, fréquemment la limite est marquée par un lit de bauxite, accompagné, à la cluse de Péreille, de lignites avec fossiles d'eau douce.

La faune des calcaires aptiens de l'Ariège est extrêmement riche. Elle comprend *Orbitolina conoidea* et *discoidea*, de nombreux Zoanthaires, des Échinides (*Cidaris pyrenaica*, *Pseudodiadema Malbosi*, *Salenia prestensis*, *Heterasler oblongus*, *Miotoxaster Collegnoi*), des Brachiopodes (*Rhynchonella lata*, *Terebratula sella*, *Zeilleria tamarindus*, *Terebratella Astieri*), des Lamellibranches (*Alectryonia reclangularis*, *Boussingaulti*, *Exogyra aquila*, *Trigonia caudata*, *Toucasia santanderensis*, *Horiopleura Lamberti*, *Monopleura trilobata*, *Polyconites Verneuili*), des Gastéropodes (*Natica Cornueliana*, *Nerinea Cornueliana*), des Céphalopodes (*Douvilleiceras Milletianum*). La plupart de ces espèces peuvent être considérées comme essentiellement caractéristiques de l'Aptien néritique des régions circumméditerranéennes.

Dans les Corbières orientales et dans le massif de la Clape de Narbonne [61], l'Aptien est représenté par des calcaires zoogènes, associés à des marnes. Les marnes supérieures renferment encore, d'après Doncieux, des Ammonites caractéristiques du Bedoulien (*Parahoplites Deshayesi*, *Douvilleiceras Cornuelianum*). L'âge aptien des calcaires à *Horiopleura Lamberti* et *Polyconites Verneuili* est donc, ici encore, établi d'une manière indiscutable.

EUROPE ORIENTALE. — Après avoir achevé le tour de la Méditerranée occidentale, nous revenons aux Alpes orientales et nous poursuivrons vers l'est l'étude des zones isopiques dont nous avons reconnu l'existence. Nous progresserons du sud au nord, car il nous sera plus facile ainsi de nous raccorder avec les régions situées à l'ouest et à l'est.

Alpes Dinariques et Grèce. — Nous avons suivi l'Éocrétacé des Alpes méridionales jusque dans le Frioul. Vers le S.E., nous retrouvons des faciès analogues dans la zone littorale des Alpes Dinariques, qui appartient toutefois à une zone isopique plus méridionale que le géanticlinal forojulien.

Des schistes à Poissons, qui ont leur analogue à Crespena, en Vénétie, ont fourni, à Comen, en Istrie, et à Lesina, en Dalmatie, des faunes d'une grande richesse, où prédominent les genres *Belonostomus*, *Cœlodus*, *Leptolepis*, *Thrissops*, *Clupea*, *Scombroclupea*, *Beryx* [157]. D'après Bassani, leur âge serait un peu plus récent que celui des schistes à Poissons de Petraroia, près Civita Vecchia.

Aucun document paléontologique ne permet d'affirmer l'existence de dépôts éocrétacés en Bosnie, en Herzégovine, au Monténégro, en Albanie ou dans le Nord de la Grèce. Par contre, les recherches de Cayeux en ont révélé la présence aux environs de Nauplie, dans le Péloponèse. Des calcaires grumeleux renferment de rares Céphalopodes, appartenant à des espèces du Barrémien inférieur, de l'Alpe Puez, telles que *Desmoceras Neumayri* et *Heteroceras*, associés à *Phylloceras infundibulum* et à des organismes indéterminables. Dans la même région affleurent également des calcaires à *Requienia*.

A l'île d'Eubée, J. Deprat [62] signale, dans les monts Kandili, des

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

calcaires à *Requienia* et *Toucasia carinata*, séparés de l'Albien par des calcaires sans fossiles.

Nappes supérieures des Karpates. — Si les homologies admises par Uhlig [XXXVI, 53] entre les nappes des Alpes orientales et celles des Karpates sont exactes, elles doivent se trouver confirmées par des analogies de faciès portant non seulement sur les dépôts triasiques et jurassiques, mais également sur les dépôts éocrétacés. C'est précisément ce qui a lieu.

La *Forêt de Bakony*, qui est manifestement le prolongement de la zone centrale des Alpes calcaires méridionales, renferme, dans sa partie sud, des affleurements éocrétacés qui rappellent ceux du Tyrol méridional. Ce sont des grès et des calcaires marneux, avec *Duvalia dilatata*, *Lissoceras Grasianum*, *Holcostephanus Astierianus*, *Aptychus*, recouverts, il est vrai, par des calcaires à Rudistes.

Dans la *nappe subtatrique*, qui correspond sans doute à la nappe helvétique, le passage du Jurassique à l'Éocrétacé se fait d'une manière insensible. La partie inférieure du Néocomien est représentée par des marnes tout à fait comparables aux couches du Rossfeld. On y a trouvé, d'après Uhlig, *Phylloceras Thetys*, *Lissoceras Grasianum*, *Holcostephanus Astierianus*, *Holcodiscus intermedius*, *Neocomites amblygonius*, *Crioceras Duvali*, *Ptychoceras læve*. C'est évidemment là une faune hauterivienne. A ces marnes font suite des schistes calcaires, qui ont fourni *Desmoceras liptoviense*, espèce barrémienne, et qui supportent directement la masse puissante des *dolomies de Chocs* ou des *calcaires de Muran*, formations totalement dépourvues de fossiles, mais vraisemblablement albiennes.

Dans la *nappe piennine*, qui est assimilée par Uhlig aux nappes des Préalpes suisses, le Néocomien est à l'état de calcaires à silex gris, verdâtres, rouges, qui font suite en concordance à des roches de même nature d'âge jurassique. Neumayr [XXXVII, 9] et Uhlig [77, 158] y ont recueilli de nombreuses Ammonites, qui comptent parmi les plus caractéristiques de l'Hauterivien et du Barrémien.

Nappe inférieure des Karpates. — La *nappe des Beskides* s'enfonce, sur tout son bord méridional, sous la nappe piennine. Elle semble correspondre, par sa situation tectonique, aux nappes helvétiques, mais la série Éocrétacée y présente, au moins en Moravie et dans la Silésie autrichienne, où elle est particulièrement bien développée, des caractères tout à fait spéciaux, tandis que, dans les Karpates orientales, elle se rapproche de nouveau beaucoup du type helvétique. Elle comprend les termes suivants, dont la succession a été établie par Hohenegger il y a près de cinquante ans, à l'époque où les couches d'hydroxyde de fer intercalées à divers niveaux étaient en pleine exploitation [77] :

1° *Schistes de Teschen inférieurs*, bitumineux, noirâtres, très puissants, mais très peu fossilifères (*Ostrea*, *Aptychus*, *Perisphinctes* indéterminables), englobant souvent des blocs de calcaires de Stramberg;

2° *Calcaires de Teschen*, bien stratifiés, oolithiques et bréchoïdes à la partie supérieure, renfermant des *Aptychus*, des Lamellibranches et des restes de Zoanthaires, de Bryozoaires, de Crinoïdes indéterminables (BERRIASIEN);

3° *Schistes de Teschen supérieurs*, bitumineux, avec bancs de grès et de minerai de fer, très fossilifères : *Phylloceras semisulcatum*, *Calypso*, *Rouyanum*, *Lytoceras quadrisulcatum*, *subfimbriatum*, *Garnieria heteropleura*, *pseudograsiana*, *Neocomites pexiptychus*, *neocomiensis*, *teschenensis*, *scioptychus*, *Acanthodiscus Michaelis*, *Ptychoceras neocomiense*, *Belemnopsis jaculum*, *Duvalia conica*, *lata*, *Emerici*, *Pseudobelus bipartitus* (VALANGINIEN s. str.) [158].

3° *Couches de Grodischt*, grès blancs en gros bancs ou avec conglomérats à éléments tithoniques ou schistes marneux, avec faune riche en Brachiopodes (*Peregrinella pere-*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

grina, Rhynchonella silesiaca, Terebratula auriculata), en Lamellibranches (*Exogyra Couloni, Oxytoma Cornueliana, Nucula Cornueliana, Trigonia ornata, Lucina Rouyana*), en Gastéropodes (*Natica, Pseudomelania, Fusus, Actæonina*) [159], associés à des Céphalopodes, tels que *Cymatoceras neocomiense, Phylloceras Rouyanum, Lytoceras subfimbriatum, Juilleti, Lissoceras Grasianum, Holcodiscus incertus, Crioceras Duvali, Duvalia dilatata* (HAUTERIVIEN) [158];

4° *Couches de Wernsdorf* [77], schistes bitumineux, avec rares bancs gréseux et nombreuses couches de minerai de fer, faune très riche, renfermant, outre de rares Lamellibranches, Coralliaires, Poissons, un grand nombre de Végétaux (Fougères, Conifères, Cycadées) et surtout des Céphalopodes : *Phylloceras infundibulum, Guettardi, Lytoceras Phestus, densifimbriatum, crebrisulcatum, Costidiscus recticostatus, Rakusi, Grebenianum, Macroscaphites Ivani, binodosus, Fallauxi, Hamulina* pl. sp., *Ptychoceras Puzosianum, Desmoceras strettostoma, difficile, psilotatum, cassidoides, liptoviense, Melchioris, Silesites Trajani, vulpes, Aspidoceras Guerinianum, Percevali, Holcodiscus Caillaudianus, Perezianus, Gastaldinus, Pulchellia galeata, Karsteni, Caicedi, Parahoplites Treffryanus, Douvilleiceras Albrechti-Austriæ, pachystephanus, Crioceras Emerici, Ancyloceras Fallauxi, Hoheneggeri, Leptoceras* pl. sp., *Belemnopsis Hoheneggeri, Duvalia Grasi, minaret* (BARRÉMIEN).

5° *Grès et conglomérats d'Ellgoth*, avec *Inoceramus Laubei, Parahoplites Nolani, Belemnopsis.*

L'ensemble de la série, que les magistrales monographies de Victor Uhlig ont si bien fait connaître, présente incontestablement un caractère bathyal; cependant, à l'Hauterivien, la profondeur des eaux semble avoir été assez faible, comme l'indiquent la nature des dépôts et la fréquence des Gastéropodes, des Lamellibranches et des Brachiopodes. Les affinités paléontologiques, particulièrement au Barrémien, sont extrêmement étroites avec l'Éocrétacé de la fosse vocontienne et du géosynclinal valaisan, de même qu'avec celui de l'Alpe Puez. La faune des couches de Wernsdorf renferme déjà certains éléments que, dans l'Europe occidentale, on ne rencontre d'ordinaire que dans l'Aptien. Cet étage est d'ailleurs certainement représenté par les couches d'Ellgoth.

Karpates méridionales. — Pour trouver dans la zone externe des Karpates une série crétacée comparable comme richesse paléontologique à celle des Beskides, il faut aller à l'autre extrémité de la chaîne, dans les Karpates Roumaines.

Les observations de V. Popovici-Hatzeg [XXXVII, 246] ont montré que, dans le Dealu Sasului, une puissante masse calcaire, dont la partie inférieure est tithonique, renferme, dans sa partie supérieure, des fossiles éocrétacés, notamment des Brachiopodes et des Lamellibranches, associés à de rares Céphalopodes (*Holcodiscus Caillaudianus*). Dans la vallée de la Prahova, le même auteur cite des fossiles berriasiens (*Acanthodiscus Chaperi, Berriasella carpathica*). Souvent les termes supérieurs manquent, car ils ont été détruits lors de l'arrivée de la mer cénomanienne. Mais, dans la vallée de la Dimboviciora et dans la Valea Mueri, l'Hauterivien est représenté, d'après Simionescu [160], par des marnes feuilletées, renfermant *Lissoceras Grasianum, Holcodiscus incertus, Crioceras Duvali, Duvalia dilatata, Belemnopsis jaculum*, et le Barrémien, également marneux, a fourni une riche faune, étudiée successivement par Herbich, par Uhlig et par Simionescu. Les espèces les plus caractéristiques sont les suivantes :

Hinnites rumanus, Arca Haugi, Pholadomya barremensis, Phylloceras infundibulum, Thetys, Lytoceras Phestus, densifimbriatum, Costidiscus recticostatus, Rakusi, Pulchellia Didayi, pulchella, compressissima, Sauvageaui, Desmoceras difficile, cassidoides, psilotatum, Silesites Seranonis, vulpes, Holcodiscus Van-den-Heckei, Parahoplites Treffryanus, Acanthoceras Albrechti-Austriæ, Crioceras Kiliani, Leptoceras Studeri, Heteroceras Leenhardti. Les affinités avec la faune des couches de Wernsdorf sont particulièrement étroites. Au-dessus de ces marnes viennent des calcaires à *Requienia, Rhynchonella lata*, Échinides.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Banat et Serbie. — Une série exclusivement bathyale a été observée par E. Tietze [XXXVII, 58] aux environs du Swinitza, dans le Banat. Les calcaires roses du Tithonique y sont surmontés en concordance par des calcaires gris clair à silex, qui ont fourni *Thurmannia Boissierei*, du niveau de Berrias, mais le Valanginien proprement dit et l'Hauterivien paraissent représentés par des couches sans fossiles. Au Barrémien appartiennent des schistes marneux avec *Phylloceras Rouyanum, Macroscaphites Ivani, Silesites Seranonis, Crioceras Panescorsei;* à l'Aptien, des marnes à Ammonites ferrugineuses, avec *Phylloceras Rouyanum, Velledæ, Lytoceras quadrisulcatum, Annibal, Costidiscus Grebenianus, Desmoceras Melchioris, Tachthaliæ, Charrierianum, Silesites Trajani.*

Ce caractère bathyal de l'Aptien du Banat contraste d'une manière frappante avec le caractère néritique que présente cet étage sur la rive droite du Danube, en Serbie. Des grès et des marnes sableuses ont fourni à Zujović les espèces suivantes, caractéristiques de l'Aptien néritique de l'Europe occidentale : *Orbitolina discoidea, conoidea, Rhynchonella lata, depressa, Terebratula sella, prælonga, Alectryonia reclangularis, Plicatula placunea, Trigonia carinata,* etc. [161].

L'Hauterivien affecte le même faciès à Crnoljevica, où Anthoula signale entre autres les espèces suivantes [161 *bis*] : *Pseudodiadema Grasi, Holaster cordatus, Rhynchonella multiformis, Gillieroni, Terebratula valdensis, acuta, Zeilleri, Zujovici, Exogyra Couloni, Alectryonia rectangularis, Pecten Robinaldinus, Neithea atava, Pleurotomaria saleviana.*

Balkans. — L'Éocrétacé des Balkans est connu dans ses grandes lignes, grâce aux recherches de Toula [162-164] et de Zlatarski [165].

Dans le Balkan occidental, il affecte, comme dans la Serbie orientale, le type néritique. Toula y distingue les termes suivants :

1° Calcaire à Nérinées, Zoanthaires (*Thamnastræa, Trochosmilia, Montlivaultia*) et *Chætetes Coquandi* (VALANGINIEN);

2° Calcaire marneux à *Crioceras Duvali*, avec *Lissoceras Grasianum, Holcostephanus Jeannoti, Neocomites cryptoceras* (HAUTÉRIVIEN);

3° Marnes à Bryozoaires (*Reptomulticava micropora, Ceriocava subnodosa, Reptomultiscesis neocomiensis*), avec *Pyrina pygæa, Terebratula sella, Lima Tombeckiana* (? BARRÉMIEN);

4° Calcaires à *Requienia ammonia, Toucasia carinata, Matheronia gryphoides, Agria neocomiensis* (BARRÉMIEN);

5° Grès et marnes, avec *Orbitolina concava, lenticularis*, nombreux Zoanthaires et Bryozoaires, *Rhynchonella lata* (APTIEN).

Des faciès analogues se retrouvent encore dans le Balkan central [163], mais, dans le Balkan oriental [164, 165], les formations bathyales font de nouveau leur apparition, sous la forme de marnes et de calcaires marneux.

Le VALANGINIEN a fourni à Zlatarski les espèces suivantes : *Phylloceras semisulcatum, Lytoceras Honnoratianum, Neocomites neocomiensis, pexiptychus, Acanthodiscus Malbosi, Michaelis,* etc.

La présence de l'HAUTERIVIEN est indiquée par *Lytoceras subfimbriatum, Lissoceras Grasianum, Holcostephanus Jeannoti, Astierianus, Polyptychites bidichotomus, Holcodiscus incertus, Neocomites cryptoceras, Leopoldia Leopoldina, Crioceras Duvali, Duvalia dilatata.*

Le BARRÉMIEN présente un horizon inférieur, avec *Desmoceras difficile, Holcodiscus incertus, Caillaudianus, Gastaldinus, Pulchellia Lindigi, Crioceras dissimile, Emerici, Suessi,* et un horizon supérieur, avec *Costidiscus recticostatus, Macroscaphites Ivani, Desmoceras Charrierianum, Heteroceras Astieri, Ancyloceras, Belemnopsis minaret, beskidensis.*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

L'Aptien n'a pas encore été signalé à l'état bathyal dans le Balkan oriental.

Bulgarie septentrionale et Dobrogea. — Dans le Nord de la Bulgarie, à l'est de la Jantra, le Barrémien est représenté par des formations néritiques, comprenant des grès assez épais, alternant avec des argiles, ainsi que des calcaires blancs, zoogènes, souvent oolithiques. La faune se compose de Foraminifères (*Orbitolina conoidea, discoidea*), d'Échinides (*Pseudocidaris clunifera*), de Lamellibranches (*Exogyra plicata, Trigonia dædalea, Isocardia istriana, Panopæa neocomiensis*) et surtout de Rudistes (*Requienia ammonia, Renevieri, Toucasia carinata, Matheronia lovelchensis, Zlatarskii, Monopleura trilobata, varians*) et de Gastéropodes (*Nerinea Coquandana, traversensis, Cerithium Michaillense*).

Plus au nord, à Cernavoda, dans la Dobrogea, les falaises de la rive droite du Danube sont constituées par des calcaires zoogènes, qui appartiennent non plus au Barrémien, mais au Valanginien. Ils renferment, en effet, d'après V. Anastasiu [XXXVI, 101], outre des Foraminifères et des Zoanthaires spécifiquement indéterminables, des Échinides (*Acrosalenia patella, Salenia folium querci*), des Brachiopodes (*Rhynchonella depressa, Terebratula valdensis*), des Gastéropodes (*Nerinea Fleuriausiana, Cerithium aubersonense*), qui ne laissent aucun doute sur leur âge. Les Rudistes offrent un singulier mélange de genres jurassiques, comme *Heterodiceras* et *Diceras*, et de genres éocrétacés comme *Valletia, Matheronia* et *Monopleura* [166].

Les formations néritiques du Nord de la Bulgarie et de la Dobrogea occupent, par rapport aux formations bathyales des Balkans, exactement la même situation que les formations du Jura et des Chaînes Subalpines par rapport à celles du géosynclinal dauphinois.

Crimée. — En Crimée, l'Éocrétacé, néritique au début, devient peu à peu bathyal. Il comprend, d'après les travaux de Karakasch [167], les divisions suivantes :

Valanginien. Généralement en discordance bien marquée sur le Jurassique, cet étage débute soit par des marnes et des grès à *Alectryonia rectangularis*, avec *Thurmannia Malbosi* et *Aptychus*, soit par un conglomérat, qui, à Biassala, renferme *Cymatoceras pseudoelegans, Acanthodiscus Arnoldi, Karakaschi, Neocomites amblygonius, Spiticeras spitiense*, associés à des Échinides (*Pseudodiadema Grasi, Holectypus macropygus*), à des Brachiopodes (*Terebratula Moutoni, acuta*), à des Lamellibranches nombreux (*Exogyra Couloni, Neithea atava, Gervilleia anceps, Panopæa neocomiensis*). Au-dessus viennent des grès à *Rhynchonella multiformis, Exogyra Couloni, Lissoceras Grasianum, Neocomites oxygonius, tauricus, Holcostephanus Sharpei, Duvalia crimica.* Près de Balaclava, Borissiak a trouvé *Aucella crassicollis*, du Valanginien boréal. Dans l'Est de la Crimée, le Valanginien est représenté par des marnes à Ammonites ferrugineuses et *Duvalia lata.*

Hauterivien. Grès à *Toxaster retusus*, nombreux Brachiopodes et Lamellibranches, *Duvalia crimica;* au sommet, calcaires à *Phylloceras ponticuli, Lytoceras acutum, Desmoceras subdifficile, Crioceras Duvali.* La localité de Sably est particulièrement riche en Zoanthaires et en Bryozoaires.

Barrémien. Des calcaires renferment, à côté d'Échinides, de Brachiopodes, de Lamellibranches, de Gastéropodes relativement nombreux, une faune de Céphalopodes extrêmement riche : *Phylloceras ponticuli, infundibulum, Eichwaldi, Prendeli, picturatum, Lytoceras subsequens, auctum, Desmoceras difficile, Waageni, Charrierianum, strettostoma, Silesites vulpes, typus, quinquesulcatus, concretus, Holcodiscus Caillaudianus, Perezi, Andrussowi, Holcostephanus elegans, tauricus, Simbirskites versicolor, inversus, subinversus, Auerbachi, Crioceras Duvali, angulicostatum, Hamulina Picteti, Belemnopsis minaret, Fallauxi, Duvalia Grasi.*

Aptien. Cet étage est à l'état d'argiles à *Belemnopsis semicanaliculatus*, qui apparaissent sous forme d'îlots échappés à la dénudation mésocrétacée. Les Brachiopodes et les Lamellibranches sont devenus beaucoup plus rares. Les Ammonites sont représentées par *Phylloceras picturatum, Desmoceras Charrierianum, Puzosia Melchioris, Parahoplites Weissi.*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

On constate les analogies remarquables des faunes éocrétacées de la Crimée avec celles des régions méditerranéennes. Quelques différences, qui tiennent à l'existence temporaire de communications avec la mer de la Russie orientale, doivent cependant être signalées. Ainsi, malgré le caractère néritique des dépôts, les récifs coralliens ne s'établissent pas dans la région dès le Valanginien, en raison, pense Karakasch, des courants froids venus du nord. A l'Hauterivien, où les communications avec les mers boréales se trouvent supprimées, les Zoanthaires deviennent brusquement très abondants. Au Barrémien, les communications avec la Russie orientale se rétablissent, les *Simbirskites* viennent se mêler aux éléments méditerranéens et, parmi ceux-ci, le genre *Pulchellia* est d'une rareté extrême (1 exemplaire connu). Toutefois, le genre *Cylindroteuthis* ne parvient pas à s'acclimater en Crimée et les genres sténothermes *Phylloceras* et *Lytoceras* sont abondamment représentés.

Caucase. — Les dépôts éocrétacés forment, sur les deux versants du Caucase [62 *bis*-64], des affleurements importants; leur caractère néritique et les différences de faciès que l'on constate de part et d'autre ont été invoqués en faveur de l'existence d'une île, dont l'emplacement correspondrait au massif central cristallin, mais on peut se demander si les terrains secondaires qui recouvraient cette région axiale n'ont pas été enlevés par dénudation et si les formations bathyales du géosynclinal ne se trouvaient pas précisément dans cette partie de la chaîne.

Sur le versant septentrional, la série débute par des calcaires à Nérinées et Turritelles indéterminables, qui reposent en concordance sur le Jurassique supérieur et représentent probablement le VALANGINIEN.

L'HAUTERIVIEN est constitué par des calcaires gréseux à Échinides (*Holectypus macropygus*, *Toxaster retusus*), Brachiopodes (*Rhynchonella multiformis*, *Terebratula selja*, *Zeilleria tamarindus*) et Lamellibranches (*Alectryonia rectangularis*, *Neithea atava*, *Corbis corrugata*) et par des marnes sableuses renfermant, outre ces éléments néritiques, *Crioceras Duvali*, *Lytoceras subfimbriatum*, *Cymatoceras pseudoelegans*.

Au BARRÉMIEN appartiennent les calcaires à *Exogyra Leymeriei* et *Trigonia alæformis* et les grès à *Crioceras Emerici* des environs de Kislowodsk, ainsi que les calcaires à *Requienia ammonia* et *Toucasia carinata* du Daghestan.

L'APTIEN est particulièrement fossilifère sur le versant septentrional. Ses grès glauconieux renferment des Brachiopodes (*Rhynchonella Gibbsiana*), des Lamellibranches (*Perna Mulleti*, *Plicatula placunea*, *Trigonia dædalea*, *Thetis minor*), mais surtout des Céphalopodes, appartenant aux espèces les plus caractéristiques de l'Aptien inférieur : *Parahoplites Deshayesi*, *fissicostatus*, *Douvilleiceras Martini*, *Ancyloceras Orbignyi*, *Belemnopsis semicanaliculatus*. A Akoucha, dans le Daghestan, on a trouvé, en outre [64], quelques formes qui semblent appartenir au niveau de Clansayes, comme *Parahoplites achilltaensis*, *Douvilleiceras nodosocostatum*, *Bigoureti*, *Phylloceras Velledæ*, et des types spéciaux, comme *Cicatrites Abichi*, *Douvilleiceras Waageni*, *Ancyloceras Waageni*.

Sur le versant méridional, les terrains éocrétacés sont fréquemment traversés par des roches éruptives, qui ont fourni les éléments des conglomérats et des brèches intercalés dans la série.

Le VALANGINIEN est représenté, d'après E. Fournier [62 *bis*], par des calcaires blancs, compacts, avec *Natica Levialhan*, *Terebratula pseudojurensis*; l'HAUTERIVIEN, par des calcaires marneux et des marnes, renfermant, avec *Cymatoceras pseudoelegans*, *Holcostephanus Astierianus*, les espèces habituelles de la faune néritique; le BARRÉMIEN, par des calcaires blancs à *Requienia ammonia*, rappelant l'Urgonien du bassin du Rhône; l'APTIEN, enfin, par des marnes riches en Céphalopodes.

On voit combien cette succession rappelle celle que l'on observe dans la

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Basse-Provence et, en général, sur le pourtour de la fosse vocontienne.

Steppe d'Astrakhan et district Transcaspien. — Au nord du Caucase et des chaînes de la Perse septentrionale, dont il sera question plus loin, se trouvent des affleurements éocrétacés, présentant des caractères analogues à ceux que l'on observe d'ordinaire dans l'avant-pays des zones de plissement. Ainsi, l'on voit apparaître, près du lac salé Baskountchak, dans la steppe d'Astrakhan, des dépôts étudiés par Tschernyscheff et par Rehbinder [168], qui rappellent d'une manière frappante l'Aptien des environs de Cintra, au Portugal, et de la province de Teruel, en Espagne. Ce sont des grès calcarifères, qui ne renferment que des Lamellibranches et des Gastéropodes. Sur 15 espèces, il y en a 5 qui existent dans la péninsule Ibérique : *Glauconia strombiformis*, *Ptygmatis astrachanica*, *Cerithium Cornuelianum*, *Phillipsi*, *Anomia refulgens;* 4 autres sont communes aux grès à Trigonies de Syrie, qui sont plus récents.

L'Éocrétacé de la presqu'île de Manguychlak, qui repose sur le Tithonique, débute par des grès, sans fossiles à la base, renfermant, d'après Semenow [169], vers leur partie supérieure, un niveau avec *Exogyra Couloni*, *aquila*, *Perna Ricordei*, probablement hauterivien. Puis viennent d'autres grès à Lamellibranches, qui ont été attribués au Barrémien. L'Aptien inférieur, également gréseux, a fourni *Sonneratia bicurvata*, *Parahoplites Deshayesi*, *Douvilleiceras Martini*, *Crioceras Urbani*.

Sinzow [170] signale en outre un grand nombre d'Ammonites, qui caractérisent le niveau de Clansayes : *Parahoplites Melchioris*, *achiltaensis*, *Nolani*, *Schmidti*, *Douvilleiceras Bigoureti;* mais elles semblent avoir été insuffisamment séparées des espèces albiennes qui ont été trouvées dans la même région.

L'Hauterivien et l'Aptien existent aussi, d'après G. Boehm [171], au sud de Perewâl, dans le Petit Balkan, où ils sont caractérisés respectivement par *Toxaster retusus*, *Terebratula sella*, *Alectryonia rectangularis*, *Exogyra Couloni*, *Neithea atava* et par *Parahoplites Deshayesi*, *Douvilleiceras Milletianum*, etc.

Asie et Australie. — Nous allons maintenant continuer à suivre vers l'est la zone des plissements alpins et nous étudierons au fur et à mesure les dépôts éocrétacés qui sont conservés sur les fragments de l'ancien continent Australo-Indo-Malgache, en Inde et en Australie.

Perse. — Dans les monts Turkmènes-Khorassans, qui séparent le district Transcaspien de la Perse, Ch. Bogdanowitch [XXXVII, 313 *bis*] a reconnu la présence de l'Aptien sous la forme de calcaires bitumineux, avec *Rhynchonella lata*, *sulcata*, *contorta*, *Terebratula Dutempleana*, *Spondylus gibbosus*, *Parahoplites Deshayesi*. Par contre, les dépôts éocrétacés semblent manquer entièrement dans la région de l'Araxe et dans l'Elbourz.

L'Aptien existe de nouveau, d'après H. Douvillé [XXXV, 66], à Kouh Valamtar, dans le Louristan, où de Morgan a recueilli, dans des marno-calcaires noirâtres, *Hypsaster convexus*, *valamtarensis*, *Terebratula Dutempleana*, *Parahoplites Milletianus*, *Douvilleiceras Cornuelianum*. Il existe également à Soh, au nord d'Ispahan, où les mêmes auteurs signalent *Rhynchonella sulcata*, *Parahoplites Melchioris*, *Terebratella Astieri*.

Asie Mineure. — H. Douvillé a indiqué la présence, au-dessus des dépôts carbonifères d'Héraclée, de deux niveaux de calcaires zoogènes, l'inférieur, à *Matheronia gryphoides* et *Toucasia*, le supérieur, à *Polyconites Verneuili* et *Toucasia santanderensis*, séparés par des couches à Orbitolines [64 *bis*].

Béloutchistan et Afghanistan. — Les dépôts calloviens du Béloutchistan sont

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

recouverts, en beaucoup de points, d'après Fr. Nœtling [172], par des argiles extrêmement riches en Bélemnites. On y a trouvé *Duvalia dilatata*, *lata*, *Belemnopsis pistilliformis*, *subfusiformis*, qui indiquent d'une manière certaine la présence des termes inférieurs de l'Éocrétacé, en même temps qu'ils permettent de conclure à des communications directes avec les régions méditerranéennes.

Il est difficile d'affirmer d'une manière certaine l'existence de l'Éocrétacé sur la frontière de l'Inde et de l'Afghanistan sur la trouvaille d'une Bélemnite et d'un fragment de *Crioceras* indéterminable, à l'état remanié, dans un calcaire nummulitique de la vallée de Totchi.

Inde. — Dans l'Himalaya, la partie supérieure des couches de Spiti correspond certainement au niveau de Berrias [XXXVII, 349]; il en résulte que les *grès de Gieumal*, qui font suite en concordance à ces schistes, sont d'âge néocomien.

Au col de Tchitchali, à l'ouest de la Salt Range, une argile sableuse a fourni quelques Céphalopodes, parmi lesquels *Holcostephanus Astierianus*. Dans la Salt Range même, à Daodkhel, E. Koken [173] a pu constater la transgressivité de l'Éocrétacé et sa superposition directe à des calcaires du Jurassique moyen, dont la surface supérieure est percée de trous de Lithophages. Les premières couches néocomiennes sont des marnes à Ammonites pyriteuses, avec *Neocomites neocomiensis* et *Belemnopsis subfusiformis*, identiques comme aspect aux marnes valanginiennes du bassin du Rhône. Elles sont recouvertes par des marnes glauconieuses et des grès, qui ne renferment pas de fossiles déterminables.

Dans la région de Katch, le groupe Oolithique moyen supporte les grès du *groupe d'Oumia*, dont il a déjà été question (p. 1108). A côté des Ammonites, dont les déterminations auraient besoin d'être vérifiées, on y trouve des Lamellibranches, parmi lesquels F. L. Kitchin a pu reconnaître plusieurs espèces caractéristiques de l'Éocrétacé de l'Afrique australe : *Exogyra imbricata*, *Cucullæa Kraussi*, *Trigonia ventricosa*, etc. Les Trigonies sont particulièrement abondantes et sont, pour la plupart, très voisines d'espèces sud-africaines.

La partie supérieure du groupe d'Oumia est constituée par des grès à Végétaux, qui supportent eux-mêmes, d'après W. Waagen [XXXVII, 64], à Uhra Hill, une oolithe ferrugineuse, où Stoliczka a recueilli *Parahoplites Deshayesi*, *Douvilleiceras Martini* et *Crioceras australe* et qui est donc certainement d'âge aptien. *Crioceras australe* est une espèce d'Australie.

On rencontre donc en Inde, en allant du nord au sud, une zone, correspondant à la région axiale du géosynclinal, où le Jurassique supérieur et l'Éocrétacé sont concordants; une zone où le Néocomien inférieur est séparé du Jurassique par une lacune, comme dans l'Yonne et dans le Jura; une zone où l'Aptien est transgressif, comme dans le Nord du bassin de Paris et en Espagne. C'est identiquement la répétition des faits que nous avons constatés en Europe. On remarquera aussi la constance remarquable de l'Aptien, dont les Ammonites caractéristiques se rencontrent toujours au même niveau, depuis les Pyrénées jusqu'en Inde.

Archipel Malais. — Il est inutile de revenir sur les couches-limite du Jurassique et du Crétacé des îles Taliabou et Mangoli, dans l'archipel Malais, dont G. Bœhm a étudié la faune [XXXVII, 65]. Il en a été question dans le chapitre précédent. Les étages inférieurs de l'Éocrétacé sont encore fort mal connus dans les îles de la Sonde. Tobler signale à Sumatra des couches à *Hoplitidæ*, qu'il attribue au Néocomien. L'Aptien est représenté à Java, d'après Verbeek, par des calcaires à *Orbitolina*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Australie. — L'Éocrétacé occupe de vastes surfaces en Australie, où il est constitué par une série détritique, discordante sur le Jurassique et transgressive. On lui attribue les *Rolling Downs beds* du Queensland et quelques dépôts analogues de l'Australie occidentale et méridionale. Sa division en étages et son étude paléontologique sont encore peu avancées, malgré les travaux dont elle a fait l'objet. La faune comprend surtout des Lamellibranches (*Inoceramus*, *Aucella*, *Pseudavicula*, *Modiola*, *Trigonia*, *Corbula*), des Gastéropodes, dont l'attribution générique est incertaine, et quelques Céphalopodes, qui ont été placés dans les genres « *Amaltheus* », « *Haploceras* », *Crioceras*, *Ancyloceras*, *Belemnites*. Toutes ces formes ont été décrites comme espèces nouvelles, aucune n'a été identifiée avec une espèce européenne. Il est probable toutefois que les différences entre les faunes australiennes et européennes sont plus apparentes que réelles et qu'elles tiennent surtout aux difficultés matérielles qu'éprouvent les paléontologistes des deux continents à comparer leurs matériaux. La présence de *Crioceras australe* dans l'Aptien de l'Inde permet d'affirmer l'existence de cet étage dans la région avoisinant le lac Eyre, où cette espèce est associée à de nombreuses Bélemnites, parmi lesquelles *Pseudobelus australis* se retrouve en Nouvelle-Zélande.

L'Aptien serait donc également représenté dans cette colonie, mais c'est le seul indice certain que nous possédions de la présence de dépôts éocrétacés à l'est de l'Australie, car les Ammonites de la Nouvelle-Calédonie que l'on a assimilées à des formes néocomiennes appartiennent en réalité à des genres néocrétacés.

Japon. — On ne connaît pas davantage de dépôts éocrétacés marins au Japon, mais la *série de Ryōseki* est une formation fluvio-marine analogue au Wealdien d'Europe et à la série de Potomac de l'Est des États-Unis. Elle comprend des conglomérats, des grès et des schistes. Sa partie inférieure a fourni des Cyrènes, sa partie supérieure est riche en débris végétaux, appartenant exclusivement aux Fougères (*Dicksonia*, *Adiantites*, *Pecopteris*), aux Cycadées (*Podozamites*, *Zamiophyllum*, *Nilssonia*), aux Conifères (*Cyparissidium*, *Torreya*).

Asie septentrionale. — Dans le bassin de la Léna et de l'Olenek, le Volgien supérieur transgressif supporte en concordance, comme il a été dit dans le chapitre précédent (p. 1107), des grès à Inocérames que l'on doit attribuer à l'Éocrétacé. Ils renferment, en effet, deux Ammonites (*Polyptychites diptychus* et *Stubendorffi*), dont la première est caractéristique du Valanginien de la Russie orientale. On y a rencontré en outre *Aucella volgensis*, *terebratuloides* et *bulloides*, qui ont leur principal gisement dans les mêmes couches. Nous sommes donc en présence d'une faune boréale bien caractérisée. Les autres éléments sont quelques Gastéropodes, de rares Brachiopodes et de nombreux Lamellibranches : *Inoceramus retrorsus*, *Hinnites lenaensis*, *Pecten Lindströmi*, *Modiola Czekanowskii*, *Lopatinia Ienisseæ*, *Cyprina inconspicua*, *Panopæa impressa* [XXXVII, 348].

Les mêmes grès à Inocérames ont été observés sur l'Iénisséï et sur la Bouréïa, dans le bassin de l'Amour, où ils renferment des débris végétaux. Dans la Nowaïa-Zemlia, les couches de même âge, qui affleurent à la Skodde Bay, ont fourni *Aucella terebratuloides* et *Sinzowi*, ainsi que *Pecten Lindströmi*, qui se retrouve dans le bassin de la Léna. Un bloc renfermant *Aucella Keyserlingi*, *uncitoides* et des *Polyptychites* voisins de *P. hoplitoides* a été trouvé dans l'île de Kolgouïev, dans la mer de Barents. Enfin, dans le bassin de la Soswa, sur le versant oriental de l'Oural septentrional, D. Ilovaïski

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

a recueilli, sur les bords du Jani-Mania, dans un grès micacé friable, plusieurs espèces de *Craspedites* voisines de *Cr. spasskensis*, des *Garnieria*, *Aucella uncitoides* et *volgensis;* tandis que des argiles à concrétions calcaires de la Tchortynia lui ont fourni des *Polyptychites*, *Cylindroteuthis lateralis*, *Pecten imperialis* et *Pholadomya uralensis*. Ces divers gisements, bien que mal connus, relient d'une manière très satisfaisante la mer valanginienne du bassin de la Petchora avec celle qui baignait la Sibérie septentrionale et orientale. Il est à remarquer que, jusqu'ici, aucun fait paléontologique n'établit l'existence, dans ces régions, de dépôts éocrétacés plus récents que le Valanginien.

CONTINENT NORD-ATLANTIQUE. — Complétons maintenant les données relatives au Néocomien boréal en passant en revue les lambeaux de dépôts éocrétacés conservés sur les terres polaires qui résultent du morcellement du continent Nordatlantique.

Terre du Roi Charles. — Les dépôts volgiens de la Terre du Roi Charles sont recouverts, d'après Pompeckj [XXXVII, 262], par des marnes renfermant en grande abondance *Aucella crassicollis* et *Keyserlingi*, ainsi que des Bélemnites. Celles-ci appartiennent aux deux genres *Belemnopsis* (*B. jaculum*, *subfusiformis*, *obtusirostris*) et *Cylindroteuthis* (*C. absolutiformis*, *brunsvicensis*, *subquadratus*), qui se trouvent également associés dans le Barrémien et l'Aptien du Yorkshire. Il est probable que tous les termes de l'Éocrétacé sont représentés dans cette série marneuse.

Spitzberg. — L'existence de l'Éocrétacé au Spitzberg est encore douteuse, aucune Aucelle caractéristique du Valanginien n'y a été rencontrée, mais *Cyprina inconspicua*, décrite par Lindström de Sassen Bay et du cap Agardh, a été retrouvée par Lahusen dans les grès à Inocérames de la Léna. On a, d'autre part, assimilé à la formation du Potomac des couches à débris végétaux découvertes par Nordenskjöld.

Groenland. — L'existence de dépôts éocrétacés marins à l'île Kuhn, sur la côte orientale du Groenland, résulte de l'étude paléontologique, faite par Fr. Toula en 1874, des matériaux recueillis par Payer. *Simbirskites Payeri*, figuré par cet auteur, a été retrouvé par A. P. Pavlow [XXXVII, 316] dans le Barrémien de Speeton. Le même paléontologiste a reconnu, parmi les Aucelles figurées par Toula, *Aucella piriformis*, *Lamplughi* et *crassicollis*, qui indiquent l'existence du Valanginien. Toula signale en outre, dans les mêmes couches, des *Cylindroteuthis*, dont les déterminations auraient besoin d'être revues.

Les relations stratigraphiques de cet Éocrétacé de l'île Kuhn avec le Jurassique de la même île et de la Terre de Jameson ne sont malheureusement pas connues, mais leur caractère paléontologique permet d'affirmer que, comme au Jurassique, la province boréale atteignait la partie américaine du continent Nordatlantique.

Toutefois, la mer qui baignait ce continent ne s'étendait pas très loin vers l'ouest et vers le sud, car, sur la côte ouest du Groenland, le Crétacé est représenté par une puissante série, presque entièrement continentale et détritique (1 200 m environ), concordante avec des dépôts tertiaires de même nature [174]. Sa partie inférieure est éocrétacée, elle renferme une flore qui a les plus grandes affinités avec celle de la formation du Potomac. Les principaux affleurements se trouvent sur les côtes de la presqu'île de Nugsuak et de l'île de Disko, où les couches qui nous occupent reposent soit sur la tranche des schistes cristallins, soit sur des basaltes antécrétacés.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

La série est elle-même redressée et a été préservée, grâce à une puissante coulée de basalte qui la recouvre, de l'ablation par les agents dynamiques externes.

Région atlantique des États-Unis. — Le nom de *formation du Potomac* a été attribué par Mc Gee à des dépôts d'origine fluviatile de la côte est des États-Unis, qui forment notamment une bande continue dans le New-Jersey, le Maryland, le district de Columbia et la Virginie orientale. C'est une série détritique, qui repose soit sur les schistes cristallins, soit sur la formation de Newark, d'âge triasique; elle comprend des conglomérats, des arkoses, des sables, des argiles, avec intercalations lenticulaires de minerais de fer et de lignites [176]. Son épaisseur totale dépasse 200 m.

La flore des couches du Potomac est d'une très grande richesse. Elle est remarquable par la présence des Dicotylédones, qui sont au nombre de 17 espèces (*Celastrophyllum, Menispermites, Proteæphyllum, Rogersia, Viti-phyllum*) sur 176 environ. Les formes les plus communes sont *Cladophlebis acuta, Athrotaxopsis expansa, Sphenolepidium Sternbergianum.* Outre les empreintes de feuilles, on rencontre aussi en grand nombre des troncs de Cycadées (*Cycadoidea*), des cônes de Conifères [175 *bis*]. La répartition verticale des espèces ne permet pas de constater de grandes modifications dans la composition de la flore. Les débris végétaux se trouvent surtout en abondance dans les couches moyennes; les couches inférieures ont fourni des restes de Reptiles (*Pleurocœlus, Priconodon, Allosaurus, Cœlurus*), qui accusent des affinités étroites avec des formes jurassiques. On a signalé des Lamellibranches d'eau douce dans les couches supérieures, mais celles-ci, les *Raritan clays*, appartiennent probablement déjà au Méso-crétacé, elles sont séparées des couches du Potomac proprement dites par une discordance [176].

L'âge éocrétacé de la formation résulte des grandes analogies que possède la flore avec celles de l'Éocrétacé du Portugal et du Wealdien d'Angleterre. De plus, dans diverses régions américaines, on a observé l'intercalation de couches renfermant la flore du Potomac au milieu de couches marines incontestablement éocrétacées [175].

Bassin du Mississipi. — Dans les états de Géorgie, d'Alabama et de Mississipi, on retrouve des formations éocrétacées continentales, moins détritiques que celles du bord atlantique, puisque toute leur partie inférieure est constituée par des argiles bigarrées, mais de même âge, car elles renferment également la flore des couches du Potomac. On les désigne sous le nom de *couches de Tuscaloosa* [175].

Montagnes Rocheuses. — Dans les Rocheuses canadiennes et dans le Montana, il existe également des formations continentales d'âge éocrétacé. Ce sont les *couches de Kootanie.* Elles se composent d'argiles et de grès, avec couches de lignites. Leur épaisseur atteint 2 500 m. On y trouve de nombreux débris végétaux, dont la moitié environ appartient à des espèces des couches du Potomac, mais les Dicotylédones y font défaut [177].

VERSANT PACIFIQUE DE L'AMÉRIQUE. — Ces formations nous ramènent aux rives du Pacifique, que nous avions quittées au Japon, sans avoir enregistré de faits permettant d'affirmer, pour le bord occidental, l'existence d'un géosynclinal circumpacifique. Il n'en sera plus de même pour le bord oriental, dont nous allons aborder l'étude par le nord.

Alaska. — Dans la région du cap Lisburne, dans l'Ouest de l'Alaska, le Carbonifère supporte directement la *série de Corwin*, puissante formation

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

détritique, avec lits de charbon, dont l'âge éocrétacé n'est attesté que par la présence d'un petit nombre de Plantes caractéristiques des couches du Potomac, telles que *Cladophlebis alata*, *Hultoni*, *Podozamites distantinervis*, *Nageiopsis longifolia* [2 *bis*]. Cette série passe insensiblement, à sa partie supérieure, à la *série d'Anaktuvuk*, qui renferme des formes marines, en particulier *Aucella terebratuloides*, *piriformis*, *crassa*, etc., espèces incontestablement éocrétacées [XXXVII, 317 *bis*]. Il est probable que ces couches à Aucelles sont également représentées sur la côte méridionale de l'Alaska, nous allons les retrouver plus au sud, jusqu'en Californie.

Colombie Britannique et Californie. — Les couches à Aucelles des chaînes côtières de la Colombie Britannique atteignent plus de 300 m d'épaisseur [177]. Leur faune est encore mal connue. Par contre, dans les îles de la Reine Charlotte, la même formation a fourni une faune éocrétacée extrêmement riche, qui a été étudiée par Whiteaves [178-179]. Il est facile de reconnaître, parmi les formes décrites par cet auteur, les genres *Phylloceras*, *Lytoceras*, *Desmoceras*, *Silesites*, *Polyptychites*, *Simbirskites;* l'assimilation des espèces à des formes européennes est plus difficile. Les Bélemnites appartiennent au genre *Cylindroteuthis*. Les Lamellibranches et les Gastéropodes sont beaucoup plus rares que les Céphalopodes, ils se répartissent dans les genres *Pecten*, *Perna*, *Meleagrina*, *Trigonia*, *Lucina*, *Pleuromya*, *Thracia*, *Pleurotomaria*, *Amauropsis*, etc. Les Végétaux abondent dans certaines couches. On est ici incontestablement en présence de formations bathyales, déposées dans un géosynclinal, où des débris végétaux ont parfois été entraînés en assez grande quantité pour former des lits de charbon. Les sédiments sont principalement argileux, mais des conglomérats sont intercalés vers le milieu de la formation.

Les *couches de Knoxville* des Coast Ranges de Californie constituent évidemment le prolongement des couches des îles de la Reine Charlotte. On a vu au chapitre précédent que leur partie inférieure est incontestablement portlandienne. L'âge éocrétacé de la partie supérieure résulte, d'une manière certaine, de la présence des genres *Desmoceras*, *Simbirskites* et *Polyptychites* [XXXVII, 350]. On a décrit en outre un *Phylloceras* et un *Lytoceras*, mais il est possible qu'ils proviennent des couches inférieures. Les Ammonites ne sont plus l'élément prédominant de la faune, les Gastéropodes, et en particulier le genre *Turbo*, sont très abondants; il en est de même des Lamellibranches, représentés par les genres *Cyprina*, *Lucina*, *Cardiniopsis*, *Astarte*, *Modiola*, *Lima*. Les Brachiopodes sont assez fréquents et l'on trouve notamment *Rhynchonella Whitneyi*, qu'on ne peut guère distinguer de *Peregrinella peregrina* de la base du Barrémien d'Europe. Enfin, les *Aucella* pullulent à tel point, dans certains bancs, qu'elles ont dû, suivant l'expression de Stanton, littéralement « monopoliser » le fond de la mer [175]. Le caractère boréal de la faune se trouve accentué par la présence de *Cylindroteuthis impressus*.

Texas. — Outre les formations fluviatiles de l'Est et les formations bathyales à faune boréale du littoral pacifique, il existe encore, aux États-Unis, un troisième type de dépôts éocrétacés; ce sont les formations néritiques à faune équatoriale du Texas et des états voisins (Ouest de l'Arkansas, Oklahoma, Sud du Kansas, Nouveau-Mexique, Sud-Est de l'Arizona), connues sous la dénomination de *Comanche series* [68-69]. Leur partie inférieure (Trinity) est d'ailleurs seule éocrétacée, comme nous le montrera l'examen des faunes des termes moyen (Fredericksburg) et supérieur (Washita). L'ensemble de la série atteint près de 1 500 m en certains points. Contraire-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

ment à ce qui a lieu dans les autres districts crétacés des États-Unis, les calcaires zoogènes y forment, à plusieurs niveaux, d'importantes intercalations.

Le *groupe de Trinity*, seul éocrétacé, a été divisé par Hill [69] en trois formations, *Travis Peak*, *Glen Rose* et *Paluxy*, qui marquent chacune un degré de plus dans l'invasion graduelle de la mer. La transgression s'est faite sur la surface des terrains paléozoïques, préalablement transformée en pénéplaine. Chaque couche de la série passe latéralement à des sables grossiers, qui se trouvent à son contact avec le soubassement ancien.

Le terme inférieur et le terme supérieur sont presque entièrement constitués par des sables, qui n'admettent que des intercalations calcaires ou argileuses peu importantes. Ils sont très peu fossilifères. Le terme moyen, par contre, comprend surtout des calcaires, très fossilifères, alternant avec de minces bancs argileux. A la base de ces couches de Glen Rose, se trouve un niveau riche en débris de Fougères, de Cycadées, de Conifères, mais sans aucune trace de Dicotylédones. Néanmoins, cette flore vient se placer à peu près sur le même horizon stratigraphique que celle des couches du Potomac, car la plupart de ses espèces existent également dans cette formation. Ce même niveau renferme une Algue calcaire (*Goniolina*), des Poissons, quelques Lamellibranches et des Gastéropodes (*Nerinea*, *Vicarya*). Au-dessus viennent des bancs crayeux et de véritables lumachelles, qui n'ont guère fourni que des Gastéropodes (*Glauconia*, *Neritina*, *Tylostoma*) et des Lamellibranches (*Ostrea*, *Exogyra*, *Modiola*, *Cucullæa*, *Trigonia*, *Eriphyla*), dont la plupart semblent avoir vécu dans des eaux saumâtres. Quelques bancs sont très riches en Rudistes, parmi lesquels se trouvent une *Requienia* et une *Toucasia*, qui, d'après H. Douvillé, est très voisine de *Toucasia Seunesi*, de l'Aptien des Pyrénées. L'attribution à l'Aptien des couches de Glen Rose est encore confirmée par la présence d'*Orbitolina texana* et par les affinités que présentent les Mollusques avec des espèces de l'Aptien d'Espagne et du Portugal. Ajoutons enfin que Cotteau a reconnu *Diplopodia Malbosi* et *Salenia prestensis*, espèces aptiennes, parmi des fossiles provenant des états de Sonora et de Chihuahua, dans le Nord du Mexique. Les couches qui font suite au groupe de Trinity renferment déjà une faune albienne.

Mexique. — Dans les parties du Mexique limitrophes du Texas, on retrouve le groupe de Trinity avec son caractère néritique et ses couches peu redressées, mais, dans le centre du pays, les couches éocrétacées sont fortement plissées, elles présentent le type bathyal et sont concordantes avec le Portlandien. A Mazapil, dans le Nord de l'état de Zacatecas, C. Burckhardt a pu distinguer, au-dessus du Tithonique, dont il a été question précédemment, les termes suivants [XXXVII, 314] :

1° Calcaires et marnes valanginiens, avec Ammonites mal conservées, voisines de *Holcostephanus psilostomus*, *Atherstoni*, *Acanthodiscus Michaelis*, *hystricoides*, *Neocomites neocomiensis*, *Thurmannia Thurmanni*;

2° Calcaires grisâtres à silex, très puissants, sans fossiles, représentant l'Hauterivien, le Barrémien, l'Aptien inférieur et moyen;

3° Marnes et calcaires marneux, avec faune de l'horizon de Clansayes (Ammonites voisines de *Parahoplites achiltaensis*, *Treffryanus*, *Milletianus*).

Dans l'Ouest du Mexique, l'Éocrétacé est encore mal connu, si tant est qu'il existe. En revanche, dans le Sud, aux environs de Tehuacan, dans l'état de Puebla, Felix et Lent [XXXVII, 353] ont rencontré des calcaires riches en Zoanthaires (34 espèces), en Lamellibranches (*Dimya*, *Monopleura*,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Cardium), en Gastéropodes (*Natica*, *Nerinea*). Ils ont reconnu, parmi ces fossiles, plusieurs espèces de l'Hauterivien d'Europe. Plus au sud, les mêmes auteurs ont trouvé au Cerro de la Virgen, près Tlaxiaco, dans des marnes bitumineuses, *Posidonomya cretacea*, *Inoceramus Montezumæ*, de nombreuses Ammonites (*Holcostephanus*, *Berriasella*, *Neocomites*, *Toxoceras*) et des restes de Poissons.

Là encore, les affinités méditerranéennes sont assez frappantes. Il n'y a plus aucune trace d'influences boréales et on est conduit à admettre la possibilité de communications directes — probablement le long du bord méridional du continent Nordatlantique — entre le Texas et le Mexique, d'une part, et les régions méditerranéennes, de l'autre. Les différences profondes qui existent entre l'Éocrétacé du Texas et celui du bord pacifique des États-Unis s'expliquent aisément si l'on admet, avec Stanton [175], l'existence d'une terre émergée qui était située sur l'emplacement des Montagnes Rocheuses et comprenait peut-être encore, au sud, la partie occidentale du Mexique.

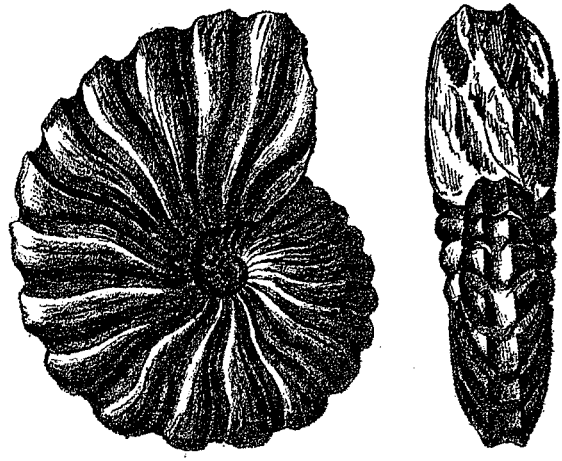


Fig. 366. — *Pulchellia galeatoides* (d'après KARSTEN). Gr. nat. Barrémien. Velez, au N.E. de Bogota, Colombie.

Vénézuéla et Colombie. — Les affinités méditerranéennes de l'Éocrétacé se poursuivent dans la région andine de l'Amérique du Sud, la seule où, dans ce continent, les termes inférieurs du système Crétacé soient représentés.

Au Vénézuéla, on ne connaît encore que le Barrémien ou l'Aptien, constitué à Manaure, dans la province de Maracaibo, par des calcaires noirs, où abonde *Exogyra Boussingaulti* [70].

En Colombie la série est bien plus complète.

D'après Karsten [180], les étages inférieurs sont constitués par des alternances de calcaires bleus et de marnes reposant sur des roches éruptives d'âge jurassique et renfermant *Holcostephanus Boussingaulti*, *santafecensis*, *Nœggerathi*, *Ptychoceras Humboldtianum*, *Crioceras Duvali* var. *undulatum*.

La présence du BARRÉMIEN résulte avec évidence des travaux paléontologiques d'Alcide d'Orbigny [XXXV, 91], de Karsten [180], de Gerhardt [70]. Des calcaires noirs, alternant avec des bancs gréseux, ont fourni en exemplaires d'une très belle conservation : *Pulchellia compressissima*, *Didayi*, *galeatoides* (fig. 366), *Caicedi*, *provincialis*, *Chalmasi*, *Mortoniceras subtuberculatum*, *Parahoplites Teffryanus*, *Puzosia Hopkinsi*, *Ancyloceras van den Heckei*, associés à de rares Lamellibranches. On remarquera l'absence des *Phylloceras* et des *Lytoceras* et la présence de plusieurs espèces du genre *Pulchellia*, identiques à des formes d'Algérie, d'Espagne, de Provence, de Wernsdorf.

L'APTIEN est représenté par des calcaires analogues à ceux du Barrémien,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

qui renferment *Orbitolina lenticularis*, *Heteraster Raulini*, *Exogyra Boussingaulti*, *aquila*, *Mytilus salevensis*, *Arca Gabrielis*, *Trigonia Hondaana*, *longa*, *Corbis corrugata*, *Plychomya Buchiana*, *Natica prælonga*, *Costidiscus recticostatus*, *Parahoplites Milletianus*, *Douvilleiceras Martini*, *Pedioceras Cundinamarcæ*. Ici encore, les affinités paléontologiques avec les régions méditerranéennes sont extrêmement étroites.

Pérou et Chili septentrional. — La série Éocrétacée du Pérou est encore fort mal connue. Cependant James Dana a décrit, dès 1849, *Trigonia Lorentii*, *Ammonites Pickeringi*, provenant des environs de Lima et de l'île San Lorenzo, où ils sont associés à *Rhynchonella multiformis* et à des Ammonites mal conservées appartenant aux *Hoplitidae* (*Berriasella*, *Acanthodiscus*, etc.). A la base des schistes qui renferment ces fossiles se trouvent des végétaux d'affinités wealdiennes, étudiés par R. Neuman [73] : *Weichselia Mantelli*, *Equisetites Lyelli*, *Otozamites Gœppertianus*, *Zamiostrobus crassus*. Les schistes des environs de Lima paraissent donc appartenir au Valanginien.

Les termes moyens de l'Éocrétacé n'ont pas encore été signalés au Pérou, mais Robert Douvillé [75] décrit de Truxillo deux *Parahoplites* qui proviennent probablement des couches terminales de l'Aptien.

La présence de l'Aptien à Caracoles, dans le Nord du Pérou (anciennement Bolivie), résulte de la détermination, due à Steinmann [XXXVII, 68], d'un *Heteraster oblongus* provenant de calcaires marneux noirs. *Trigonia transitoria* indiquerait seule un niveau plus ancien.

Andes Chilo-Argentines. — Plus au sud, les étages inférieurs de l'Éocrétacé sont connus depuis longtemps sur les deux versants des Andes.

Dans la cordillère de Copiapó, au Chili, l'existence du Valanginien et de l'Hauterivien est prouvée, d'après W. Paulcke [71], par les espèces suivantes : *Cyphosoma mollense* (voisin de *C. Loryi*), *Zeilleria tamarindus*, *Aulacothyris collinaria*, *Exogyra Couloni*, *Trigonia longa*, *Neocomites noricus*, *Crioceras Duvali*. Ces espèces européennes sont associées à plusieurs espèces de Trigonies spéciales à l'Amérique du Sud (*Trigonia transitoria*, *progonos*, *nepos*). Le Barrémien et l'Aptien sont très douteux dans cette région.

Sur le versant argentin, la série est plus complète. C. Burckhardt [XXXVII, 71] a relevé plusieurs coupes dans les environs de Las Lajas (gobernación del Neuquen) et a pu observer la superposition de plusieurs couches fossillifères. Au Tithonique supérieur à *Berriasella microcantha* font suite des calcaires marneux à *Berriasella Burckhardti* et *vetustoides* qui, aux Molinos Colgados, sur le Rio Grande, renferment encore d'autres *Berriasella* et (?) *Spiticeras Theodorii*. C'est un équivalent du niveau de Berrias. Au-dessous viennent les couches à Trigonies (grès, marnes et calcaires) de Las Lajas, avec *Perna militaris*, *Cucullæa Gabrielis*, *Trigonia conocardiiformis*, *transitoria*, *neuquensis*, *carinata*, *Eriphyla argentina*, *Pholadomya gigantea*. O. Haupt [72] signale de plus, de la même région et probablement du même niveau, *Clypeopygus Robinaldinus*, *Exogyra Couloni*, *Plychomya Germani*, *Psammobia valengiensis*, *Pholadomya elongata*, espèces qui accentuent encore les affinités européennes de la faune et permettent de l'attribuer au Valanginien et à l'Hauterivien. Le Barrémien n'a pas été reconnu par Burckhardt, mais cet auteur a observé, sur la rive gauche du Rio Agrio, des grès et des marnes, avec bancs d'*Exogyra aquilina* et *Pinna Robinaldina*, qui représentent probablement l'Aptien.

Sauf dans le niveau de Berrias, Burckhardt ne cite aucune Ammonite. Récopé en a recueilli, par contre, un certain nombre un peu plus au sud, vers l'Arroyo Picun Leufu. R. Douvillé [181] en a fait l'étude. Des couches à

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Trigonia transitoria, *Eriphyla argentina*, *Ptychomya Kœneni* renferment une espèce nouvelle de *Polyptychites*. De la même localité proviennent de nombreux *Virgatites* volgiens et des *Simbirskites*, rappelant deux espèces du Barrémien boréal (*S. Barbotanus* et *Payeri*).

La présence des genres *Polyptychites* et *Simbirskites*, généralement envisagés comme caractéristiques de la province boréale, dans l'Éocrétacé de la République Argentine, est du plus haut intérêt; elle nous fournira plus tard un argument en faveur de l'existence d'une province australe indépendante.

Patagonie. — Il existe enfin, autour du lac Pueyrrydon, dans l'extrême sud du continent Sudaméricain, des dépôts éocrétacés, qui n'offrent que peu d'affinités avec ceux dont il vient d'être question. Ils ont été visités par Hatcher et par Hauthal et leur faune a été étudiée par T. W. Stanton [182] et par F. Favre [183].

D'après Hauthal [74], la série fait suite à des tufs porphyritiques, qui reposent en discordance sur des terrains métamorphiques d'âge indéterminé (fig. 367). Elle débute par

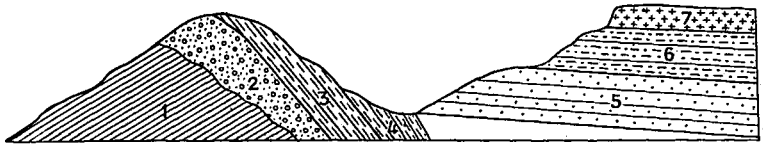


Fig. 367. — Coupe du Cerro Belgrano, en Patagonie (d'après HAUTHAL).

1, Roches métamorphiques; 2, tufs porphyritiques; 3, Éocrétacé, couches inférieures à Ammonites; 4, Éocrétacé, couches supérieures, avec *Hatchericeras*; 5, sables bigarrés; 6, Tertiaire; 7, nappe basaltique du Cerro Belgrano.

des sables à nodules calcaires, très fossilifères. Les matériaux recueillis comprennent, d'après F. Favre, à côté de débris végétaux, de rares Lamellibranches (*Pinna patagoniensis*, *Trigonia transitoria*, *Exogyra*, *Ostrea*), et de restes d'Ichthyosaures, exclusivement des Céphalopodes. Les genres *Streblites*, *Holcostephanus*, *Neocomites*, *Leopoldia*, *Crioceras* ne sont représentés que par des espèces nouvelles. Par contre, deux *Berriasella* sont identiques à des espèces du Mexique méridional (*B. Xipei* et *tlachiacensis*). Plusieurs espèces de *Neocomites*, de *Leopoldia* et de *Crioceras* sont très voisines de formes éocrétacées de l'Allemagne du Nord. Une Bélemnite, assez commune, semble appartenir au genre *Cylindroteuthis*. Les affinités boréales prédominent indiscutablement sur les affinités méditerranéennes. L'ensemble de la faune présente un cachet valanginien.

Au-dessus de ces couches se trouvent des grès verts et des argiles, les *Belgrano beds* de Hatcher, également très fossilifères, dont la faune [182] comprend surtout de nombreux Lamellibranches et des Gastéropodes d'une belle conservation, qui se répartissent dans les genres *Lima*, *Pecten*, *Oxytoma*, *Gervilleia*, *Nucula*, *Trigonia*, *Astarte*, *Corbula*, *Pleuromya*, *Pleurotomaria*, *Aporrhais*, *Dentalium*, *etc.* Les Ammonites sont représentées par plusieurs espèces du genre *Hatchericeras*, voisin de *Leopoldia*. T. W. Stanton a été frappé du fait que tous les échantillons de ces couches à *Hatchericeras* qu'il a eus entre les mains appartiennent à des espèces qu'il lui a été impossible d'identifier soit avec des formes européennes ou nordaméricaines, soit même avec des formes sudaméricaines. *Trigonia subventricosa* et *heterosculpta* se rapprochent seules de deux espèces sudafricaines, *Tr. ventricosa* et *vau.*

L'Éocrétacé de Patagonie appartient donc incontestablement à une province zoologique spéciale.

Terre de Graham. — A côté des riches collections de fossiles néocrétacés que l'expédition suédoise de l'*Antarctic* a rapportées des îles Seymour et Snow

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Hill, au S.E. de la Terre de Graham, se trouvent deux espèces, provenant de calcaires noirâtres inférieurs au reste de la série. W. Kilian [378] les assimile aux *Ammonites skidegatensis* et *Loganianum*, que Whiteaves a décrits des îles de la Reine Charlotte. Il les range dans deux sections du genre *Kossmaticeras*, mais il semble plutôt que l'on ait affaire à des représentants du genre *Simbirskites* et, par conséquent, à des dépôts barrémiens.

Afrique orientale et Madagascar. — Il nous reste à parler des dépôts éocrétacés qui ont été rencontrés dans les régions littorales du Sud et de l'Est de l'Afrique et à Madagascar. Leur étude nous permettra d'établir un nouveau lien entre le Néocomien de Patagonie et celui de la Thetys.

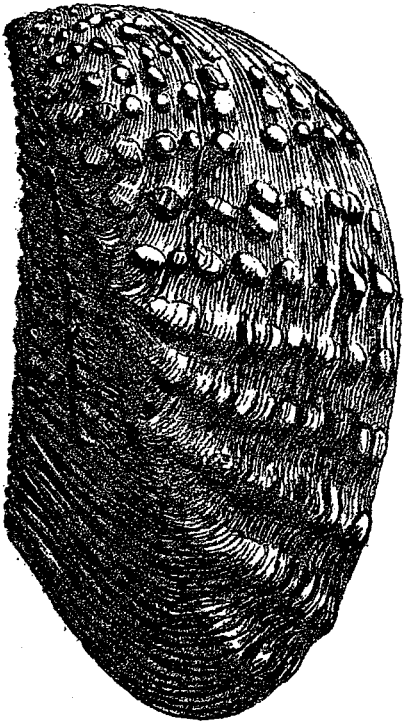


Fig. 368. — *Trigonia Hertzogi* (d'après G. Steinmann). 3/4 gr. nat.
Couches d'Uitenhage (Éocrétacé), Colonie du Cap.

Afrique australe. — On connaît depuis longtemps aux environs de Port-Elizabeth, sur la côte est de la colonie du Cap, des dépôts secondaires qui ont reçu la dénomination de *couches d'Uitenhage*. Leur attribution à la partie inférieure de l'Éocrétacé ne fait plus de doute aujourd'hui. Elles reposent en couches presque horizontales sur les grès de Karroo et sont principalement constituées par des grès glauconieux, dans lesquels on n'a pu faire de subdivisions, la faune restant sensiblement la même du bas en haut de la série. Elle se compose principalement de Mollusques, associés à quelques Zoanthaires, à des Serpules et à de rares Crustacés (*Mayeria*) [185, 186].

Les Lamellibranches sont représentés par les genres *Mytilus*, *Modiola*, *Pinna*, *Perna*, *Pecten*, *Lima*, *Exogyra*, *Nucula*, *Grammatodon*, *Cardita*, *Cyprina*, *Astarte*, *Tancredia*, *Pleuromya*, *Ptychomya*. Les Trigonies sont particulièrement nombreuses, elles appartiennent en majeure partie au groupe des *Pseudo-Quadratæ*, qui n'est pas connu en Europe, mais existe également dans l'Amérique du Sud, comme l'a établi Steinmann [184], et a été retrouvé en Inde par Kitchin. Les espèces sudafricaines de ce groupe sont *Trigonia ventricosa*, *Kraussi*, *Rogersi*, *Herzogi* (fig. 368), *Ilolubi*. *Trigonia conocardiiformis* est commun aux couches d'Uitenhage et à l'Éocrétacé de la République Argentine. *Trigonia vau*, *Stowi* et *Tatei* appartiennent, par contre, à des groupes indigènes en Europe.

Les Gastéropodes se répartissent dans les genres *Patella*, *Turbo*, *Natica*, *Actæonina*, etc.

Les Ammonites sont représentées par *Phylloceras Rogersi* (1 seul exemplaire connu), *Crioceras spinosissimum*, *Bochianites glaber* et par de nombreuses espèces d'*Holcostephanus*, dont une, *H. Atherstoni*, est connue également dans le Néocomien d'Europe. Les Bélemnites sont rares. *Belemnites africanus* a été envisagé, par Neumayr, comme un représentant du groupe des *Absoluti*. Des sections figurées récemment par G. Boehm il

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

résulte avec certitude que l'on est, en effet, en présence d'un représentant du genre *Cylindroteuthis*.

Ce genre ayant été envisagé jusqu'ici comme essentiellement caractéristique de la province boréale, sa présence au sud de la zone équatoriale constitue un argument puissant en faveur de l'existence d'une province australe, symétrique de la province boréale. D'autre part, les affinités de la faune d'Uitenhage avec l'Europe sont presque nulles, elles sont, par contre, très étroites avec les faunes éocrétacées de l'Amérique du Sud, que l'on est également en droit d'attribuer — les plus méridionales d'entre elles tout au moins — à la province australe.

Outre les Mollusques marins, les couches d'Uitenhage ont encore fourni des Mollusques d'eau douce (*Unio uitenhagensis*, *Limnæa remota*), probablement entraînés par des cours d'eau, en même temps que d'assez nombreux débris végétaux.

Baie Delagoa. — Aux environs de la Baie Delagoa, des dépôts plus récents, appartenant à l'Aptien, ont fourni des bois fossiles avec perforations de *Teredo*, des Huîtres et autres Lamellibranches, des Gastéropodes indéterminables et des Ammonites, attribuées par W. Kilian [187] aux espèces suivantes : *Oppelia Nisus*, *Douvilleiceras Martini*, *D. Albrechti Austriæ*, *Parahoplites Abichi*, *Ancyloceras*, *Hamites Royerianus*. Les affinités de cette faunule avec les faunes méditerranéennes sont telles qu'on ne peut hésiter à admettre l'existence d'une communication directe, par le canal de Mozambique, avec les mers de l'Europe orientale et de la Perse.

Afrique orientale allemande. — Des fossiles éocrétacés assez nombreux, provenant de grès calcaires, ont été trouvés récemment aux environs de Kisouéré et de Mtchinga, dans l'Afrique orientale allemande. Les uns, comme *Arca uitenhagensis*, *Gervilleia dentata*, *Trigonia ventricosa* appartiennent à des espèces sudafricaines; d'autres, comme *Astrocœnia subornata*, *Exogyra Boussingaulti*, *Pecten striato-punctatus*, *Neithea atava*, *Astarte Leymeriei*, *Pholadomya elongata*, sont identiques à des espèces néocomiennes d'Europe. La faune comprend, en outre, beaucoup d'espèces nouvelles, parmi lesquelles une Ammonite, *Placenticeras discoidale*, et plusieurs Trigonies.

Les observations de Fraas [XXXVII, 72] ont complété celles de ses devanciers et ont permis de reconnaître une succession de trois niveaux, caractérisés respectivement par *Trigonia Beyschlagi*, *Bornhardti* et *Schwarzi* et surmontés d'un niveau à *Crioceras* et *Ancyloceras*.

Plus au nord, à Mombassa, se trouve un gisement aptien, qui a fourni à Beyrich *Exogyra aquila* et *Alectryonia macroptera*.

Ces couches renferment aussi des Ammonites (*Phylloceras*, *Lytoceras*, *Desmoceras*, *Holcostephanus*), qui toutes, d'après Krenkel [75], appartiennent à des espèces spéciales.

Madagascar. — L'Éocrétacé est encore mal connu sur la côte ouest de Madagascar, la seule partie de l'île où il semble qu'il se soit déposé [XXXVII, 75].

Dans le Sud, des grès à grandes Trigonies et *Pycnodonta imbricata*, qui affleurent dans le massif Bara, seraient à rapprocher, d'après H. Douvillé, des couches d'Uitenhage.

Dans le Nord-Ouest, Baron a recueilli, sur la rive droite de la Betsiboka, *Duvalia conica* et *Belemnopsis pistilliformis*. Les couches de Berrias, avec une faune très riche, encore inédite, ont été découvertes par le capitaine Colcanap dans le cercle de Mavetanana. Dans le cercle d'Analalava, Paul Lemoine a recueilli, dans des argiles bleues, *Duvalia silesiaca*, *Holcostephanus Astierianus*, *Neocomites campylotoxus*. Dans l'extrême Nord, le même géo-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

logue signale, dans des argiles concordantes avec le Jurassique supérieur, *Acanthodiscus Andreæi, Spiticeras madagascariense, Pseudobelus Rodoi, Duvalia silesiaca.*

L'abondance des *Duvalia* doit faire attribuer l'Éocrétacé de Madagascar à la province méditerranéenne et indique d'une manière certaine l'existence de communications directes avec la Thetys.

Pays des Somalis et Abyssinie. — Des fossiles éocrétacés ont été recueillis, par divers auteurs, au pays des Somalis [188-189], dans des calcaires gris brun, qui paraissent occuper des surfaces très étendues. Un niveau inférieur a fourni plusieurs *Hoplitidæ*, que Mayer-Eymar [188] a figurés d'une manière trop insuffisante pour qu'il soit possible de se prononcer sur leurs affinités. Un niveau plus élevé renferme, à côté de formes spéciales, *Miotoxaster Collegnoi, Exogyra Couloni, Arca Gabrielis, Trigonia Picteti, Pholadomya Picteti*, espèces européennes, qui semblent indiquer la présence de l'Aptien.

L'existence du Berriasien dans le Sud de l'Abyssinie n'est basée jusqu'ici que sur un unique exemplaire de *Spiliceras*, recueilli par Brumpt au cours de l'expédition du Bourg de Bozas.

3° RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET PRINCIPAUX TYPES DE LA SÉRIE MÉSOCRÉTACÉE

Nord-Ouest de l'Europe. — Contrairement à ce qui avait lieu à l'époque Éocrétacée, la mer ne baigne plus, à l'époque Mésocrétacée, les terres arctiques et les côtes septentrionales de l'Europe. Rien ne nous permet plus d'admettre l'existence d'une province boréale, dont la faune venait envahir, à certains moments, les mers de l'Europe centrale et orientale. En revanche, la cuvette germanique et le bassin anglo-parisien constituaient une seule et même mer, largement ouverte à l'est, qui communiquait également avec l'Europe méridionale. C'est par cette mer, dont la mer du Nord actuelle est en quelque sorte un dernier vestige, que nous aborderons l'étude de la période Mésocrétacée en Europe (fig. 369).

Allemagne du Nord-Ouest. — Au sud du bouclier Scandinave et de la plateforme Russe se trouvait une profonde dépression marine, qui s'étendait depuis le Nord de l'Angleterre jusqu'à la Caspienne, en passant par l'Allemagne du Nord, la Pologne et la Russie méridionale, et dont l'axe suivait à peu près la direction de la branche sud-est des plissements calédoniens. Elle était limitée au sud par une terre émergée ou recouverte partiellement par des eaux peu profondes, lors du maximum de la transgression mésocrétacée, terre qui comprenait le massif Ardennais, l'Allemagne centrale et méridionale, jusqu'aux Vosges et à la Forêt-Noire, la Bohême, la Podolie et le massif du Donetz, c'est-à-dire l'avant-pays du système alpin.

Pour le moment, nous ne nous occuperons que du Nord-Ouest de l'Allemagne, où nous pourrons étudier une succession complète de formations bathyales, représentant l'Albien, le Cénomanien et le Turonien. Les principaux affleurements de cette série se trouvent en Westphalie, sur le bord septentrional du massif schisteux Rhénan, où les dépôts ont à peu près conservé leur horizontalité primitive, et dans le Teutoburger Wald, où ils sont affectés, comme dans le Sud du Hanovre, dans le Brunswick et sur le bord septentrional du Harz, de plissements relativement intenses. C'est dans cette région plissée que la série est la plus complète et qu'elle comprend les dépôts les plus exclusivement argileux et marneux.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

L'ALBIEN, confondu d'ordinaire, par les géologues allemands, avec l'Aptien sous le nom de *Gault*, est constitué, par exemple dans les environs de Brunswick [192], par des argiles à *Belemnopsis minimus*, *Hoplites auritus*, *lautus*, *splendens*, *Hamites rotundus*, *intermedius*, *Inoceramus concentricus*, puis par des marnes flammées (*Flammenmergel*), atteignant 150 m d'épaisseur, avec *Desmoceras Mayorianum*, *Brancoceras varicosum*, *Hoplites Renauxianus*, *Hamites armatus*, *Solarium ornatum*, *Arca carinatu*, *Aucellina gryphæoides*.

Les deux étages supérieurs du groupe Mésocrétacé sont représentés, dans la région qui nous occupe, par des calcaires marneux, blanchâtres, légèrement siliceux, en bancs minces, connus sous le nom local de *Plänер* (contraction de « Plauener », de Plauen,

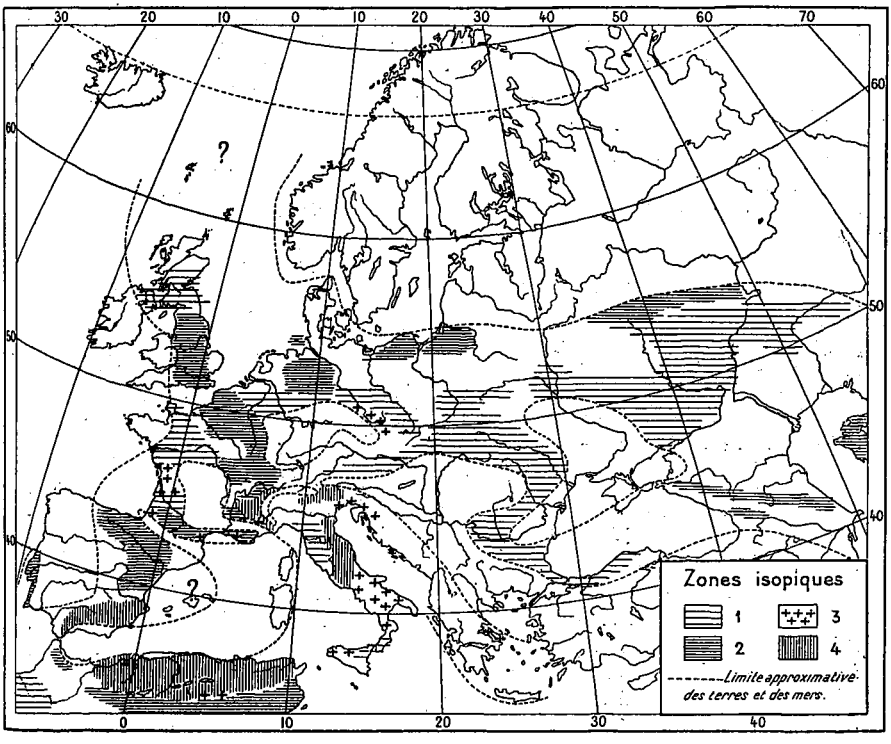


Fig. 369. — Carte des zones isopiques de l'Europe à l'époque du Cénomanien.

1, Formations néritiques transgressives, généralement détritiques; 2, formations néritiques superposées à l'Albien, généralement calcaires ou marneuses; 3, formations zoogènes; 4, formations bathyales des géosynclinaux.

en Saxe). Strombeck [193-194] et surtout Schlüter [11 *bis*] y ont reconnu l'existence d'un certain nombre de niveaux paléontologiques, basés sur la répartition verticale des Céphalopodes, des Inocérames et des Échinides.

Le CÉNOMANIEN ou *Plänер inférieur* débute par des grès glauconieux à *Chlamys asper* et *Catopygus carinatus*, avec *Pecosia subplanulata*, *Schlœnbachia varians*, *Acanthoceras Mantelli*, qui, en Westphalie, sont transgressifs sur les terrains carbonifères. Au-dessus viennent, aussi bien en Westphalie que sur le bord septentrional du Harz, les deux horizons suivants :

1° Zone à *Hemiaster Griepenkerli* et *Holaster nodulosus;*

2° Zone à *Holaster subglobosus*.

Les deux zones renferment *Schlœnbachia varians*, *Acanthoceras rotomagense*, *Mantelli*, *Scaphites æqualis*.

Schlüter a distingué ensuite dans le TURONIEN les zones suivantes :

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

1° Zone à *Actinocamax plenus*, avec *Echinoconus subsphæroidalis;*
2° Zone à *Inoceramus labiatus* (« *Mytiloides*-Pläner »), avec *Discoidea infera, Echinoconus subrotundus, Rhynchonella Cuvieri, Neoptychites lewisiensis, Mammites nodosoides;*
3° zone à *Inoceramus Brongniarti* (« *Brongniarti*-Pläner »), avec *Echinoconus subconicus, Holaster planus, Micraster breviporus, Neoptychites lewisiensis, Scaphites Geinitzi;*
4° Zone à *Spondylus spinosus* (« Scaphiten-Pläner »), avec *Infulaster excentricus, Prionotropis Neptuni, Scaphites Geinitzi, Bostrychoceras Reussi, saxonioum;*
5° Zone à *Inoceramus Cuvieri* (« *Cuvieri*-Pläner »), avec *Epiaster brevis, Scaphites Geinitzi. Neoptyphites peramplus* se trouve dans toute la hauteur de l'étage.

Régions Baltiques. — La série Mésocrétacée ne paraît pas s'être déposée au nord de la Baltique, car, en Scanie, le Sénonien repose directement sur le Lias ou sur le Silurien. Ses trois termes ont été signalés, par contre, sur les rives méridionales, soit en affleurements, soit dans des sondages, soit à l'état de blocs erratiques.

L'Albien est connu par des sondages, en Poméranie [XXXVII, 103] et à Berlin, sous la forme d'argiles et de sables à *Belemnopsis minimus*. Au Danemark, des blocs erratiques ont fourni *Hoplites splendens, tardefurcatus, regularis* et quelques Lamellibranches [XXXVII, 22].

Le Cénomanien a été atteint par des sondages, dans la Prusse orientale et dans la Prusse occidentale, où il est caractérisé par *Schlœnbachia varians* et *Coupei*. En Poméranie, il ne possède plus qu'une faible épaisseur et semble disparaître vers l'ouest.

Le Turonien forme, par contre, des affleurements assez étendus en Poméranie [XXXVII, 103]. Il comprend un niveau inférieur argileux ou marneux, extrêmement riche en Foraminifères, et un niveau supérieur calcaire, avec silex, qui renferme *Micraster breviporus, Ananchytes striatus, Inoceramus Brongniarti*. L'attribution au Turonien des grès verts à phosphorites du Holstein et du Mecklembourg a été reconnue erronée par Stolley, qui place ces couches au sommet du Maestrichtien.

Iles Britanniques. — Les dépôts mésocrétacés de l'Allemagne du Nord sont reliés à ceux de l'Angleterre par les restes d'affleurements de l'île d'Helgoland, où des blocs isolés indiquent l'ancienne extension de l'Albien, du Cénomanien et du Turonien.

Dans le Yorkshire et dans le Lincolnshire, l'Albien, représenté par des marnes à *Hoplites interruptus* et par une craie rouge à *Schlœnbachia inflata*, fait suite en concordance à l'Aptien. Le Cénomanien et le Turonien y sont à l'état de craie à bancs roses et bancs à Spongiaires.

C'est dans le comté de Cambridge que William Smith a défini le *Gault*, qui est devenu plus tard l'étage Albien. C'est une argile bleue ou noirâtre, qui peut atteindre 100 m d'épaisseur. Elle est comprise entre le *Lower Greensand* ou Aptien et l'*Upper Greensand* ou Cénomanien. Dans les argiles de Folkestone, qui renferment des intercalations nombreuses de bancs de nodules, de bancs durs, de couches de sables glauconieux, Hilton Price [191] ne distingue pas moins de 11 niveaux, caractérisés la plupart par la présence d'une Ammonite spéciale, mais les plus élevés appartiennent incontestablement au Cénomanien.

A côté des Ammonites (*Hoplites interruptus, auritus, lautus, Desmoceras Beudanti*), on trouve surtout des *Hamites*, des Crustacés (*Palæocorystes*), des Gastéropodes (*Aporrhais, Natica, Fusus, Cerithium, Solarium, Dentalium*), des Lamellibranches (*Arca nana, Nucula pectinata, Inoceramus concentricus*), des Brachiopodes et quelques Zoanthaires. Les eaux n'étaient certainement pas très profondes.

Le faciès des grès verts, qui caractérise le Cénomanien, envahit quelquefois la partie supérieure de l'Albien, aussi Jukes Browne [195] a-t-il esquivé la difficulté que l'on éprouve à séparer les deux étages en les réunissant en un

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

étage unique, le *Selbornien*. Une étude plus approfondie de la répartition verticale des Ammonites conduira sans doute à une solution moins simpliste.

Le CÉNOMANIEN (*Lower Chalk*) débute par le grès vert de Cambridge, avec *Mortoniceras rostratum*, *Hoplites auritus*, *Anisoceras armatum*, *Turrilites Bergeri*, *Aporrhais Parkinsoni*, *Trigonia alæformis*, *Terebratula biplicata*. Puis viennent des marnes glauconieuses (*chloritic marl*), avec *Schlœnbachia varians*, *Acanthoceras Mantelli*, *Turrilites tuberculatus*, *Solarium ornatum*. La sédimentation devient ensuite crayeuse, la partie supérieure de l'étage étant constituée par une craie marneuse (*chalk marl*) à *Scaphites æqualis*, *Turrilites costatus*, *Holaster lævis*, que surmonte une craie grise (*grey chalk*) à *Acanthoceras rotomagense* et *Holaster subglobosus*. C'est à peu de chose près la succession que nous rencontrerons dans le bassin de Paris.

Le TURONIEN (*Middle Chalk*) comprend, dans le Sud de l'Angleterre, des craies grises sans silex et des craies noduleuses. Barrois [21] a pu y reconnaître l'existence de plusieurs niveaux, caractérisés respectivement : 1° par *Actinocamax plenus;* 2° par *Rhynchonella Cuvieri*, *Inoceramus labiatus* et *Mammites nodosoides;* 3° par *Terebratulina gracilis* et *Pachyceras peramplum;* 4° par *Holaster planus*, *Micraster breviporus*, *Ananchytes gibbus*, qui correspondent à ceux que l'on distingue d'ordinaire dans le Nord du bassin de Paris.

En Irlande, l'Albien fait toujours défaut. Le Cénomanien repose tantôt sur le Trias, tantôt sur les terrains anciens. Il est constitué par des sables glauconieux à *Schlœnbachia varians* et par des grès glauconieux à ciment calcaire, avec *Micrabacia coronula*, *Ditrupa deforme*. Le Turonien est à l'état de grès ou de calcaires glauconieux, renfermant *Echinoconus subrotundus*, *Rhynchonella Toilliezi*, *Cuvieri*, *Terebratula hibernica*, *Spondylus spinosus*, *Neithea quinquecostata*.

Massif ardennais. — On a vu que l'époque Éocrétacée correspond, pour le massif ancien de l'Ardenne, à une phase d'exondation maximum. Avec le début de l'époque Mésocrétacée, la mer commence de nouveau à envahir la région et il est probable qu'au Cénomanien et au Turonien la plus grande partie du massif se trouvait sous les eaux. Toutefois, une dénudation ultérieure a détruit, sur de grandes étendues, la couverture de dépôts correspondant à cette transgression.

L'ALBIEN [196, 197] recouvre l'axe de l'Artois, continuation vers l'ouest du bombement anticlinal qui forme l'extrémité occidentale du massif Ardennais. A Hardinghen, il repose directement sur le Jurassique [196]. Il en est de même sur le bord méridional de l'Ardenne, dans la région de Rethel.

L'étage comprend une partie inférieure sableuse et une partie supérieure argileuse. Les sables inférieurs sont glauconieux et renferment des nodules de phosphate de chaux autrefois exploités et connus dans le pays sous le nom de *coquins*. Les fossiles, très abondants à Machéroménil et à Saulces-Monclin, sont eux-mêmes à l'état de moules phosphatés. Ce sont surtout des Ammonites, dont les coquilles, probablement charriées, sont associées à des Lamellibranches (*Inoceramus concentricus*, *Ostrea arduennensis*, *Nucula arduennensis*, *Arca carinata*), à des Brachiopodes (*Rhynchonella Gibbsiana*) et à des débris de bois flotté. Les espèces les plus caractéristiques sont les suivantes : *Desmoceras Beudanti*, *Hoplites Michelinianus*, *Raulinianus*, *Archiacianus*, *Puzosianus*, *Sonneratia Dutempleana*, *Douvilleiceras mamillatum*.

Les argiles, caractérisées par *Hoplites lautus* et *tuberculatus*, ont de 2 à 15 m d'épaisseur sur le bord de l'Ardenne, mais elles augmentent rapidement de puissance vers le sud.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le CÉNOMANIEN s'est étendu transgressivement, au nord de l'axe de l'Artois, dans la Flandre et le Hainaut, sur la surface irrégulière des terrains primaires, dont il a achevé de combler les dépressions, déjà en partie remplies par les couches fluviatiles de Bernissart. Il débute soit par un grès à ciment calcaire, riche en débris d'Huîtres, de Brachiopodes et d'Échinides, le *sarrazin de Bellignies*, soit par un grès glauconieux, la *meule de Bracquegnies*, dont le ciment siliceux est fourni par les spicules de Spongiaires. Sa faune, semblable à celle du Cénomanien inférieur d'Angleterre, est surtout riche en Lamellibranches : *Ostrea conica*, *Cucullæa carinata*, *Arca subcaudata*, *Trigonia dædalea*, *Cardium hillanum*, *Venus Nysti* [199]. Au-dessus vient un poudingue glauconieux, à galets de quartz, le *tourtia*, qui repose souvent directement sur les terrains primaires. Il renferme, dans ses couches inférieures, *Ostrea vesiculosa*, *Exogyra columba*, *Chlamys asper*, *Acanthoceras rotomagense*, *Mantelli*, *Schlœnbachia varians*, dans ses couches supérieures, de nombreux Echinides (*Salenia rugosa*, *Diplopodia variolare*, *Codiopsis doma*, *Discoidea subbuculus*, *Pyrina Desmoulinsi*), des Brachiopodes (*Rhynchonella Lamarcki*, *Terebratula nerviensis*, *biplicata*), des Lamellibranches (*Trigonia sulcataria*, *Caprotina*, *Sauvagesia*), de rares Céphalopodes (*Schlœnbachia varians*).

Sur le versant méridional de l'Ardenne, où le Cénomanien repose normalement sur l'Albien, ce terme débute par la *gaize* à *Mortoniceras inflatum*, qui atteint jusqu'à 100 m d'épaisseur à Vouziers, ou par une argile sableuse beaucoup moins puissante. Les deux formations sont recouvertes, d'une manière très constante, par une marne glauconifère à *Chlamys asper*, riche en Brachiopodes et en Lamellibranches [200]. L'étage se termine normalement par une marne argileuse à *Holaster subglobosus*, qui toutefois peut faire défaut.

Le TURONIEN peut se présenter lui aussi en transgression. Ainsi, aux environs de Lille, il repose directement sur les terrains primaires, comme le montrent les sondages. Il débute par une marne glauconieuse à *Actinocamax plenus*, improprement appelée tourtia. Puis viennent les *dièves*, marnes bleues argileuses à *Inoceramus labiatus* et la craie marneuse à *Terebratulina gracilis* et *Inoceramus Brongniarti*.

Dans le Hainaut et dans le Brabant, le tourtia cénomanien supporte une couche phosphatée à coprolithes, avec dents de Poissons, *Actinocamax plenus*, *Pachyceras peramplum*, *Prionotropis papalis*, *Inoceramus labiatus*, *Rhynchonella Cuvieri*, *Echinoconus subrotundus*. Les dièves à *Inoceramus labiatus* sont surmontées ici par les *fortes toises*, marnes glauconieuses avec silex (*rabots* de Saint-Denis), et par une craie grise, renfermant notamment *Terebratulina gracilis*, *Spondylus spinosus*, *Inoceramus Brongniarti*.

Aux environs d'Aix-la-Chapelle, le Turonien est représenté par des sables siliceux, à stratification entrecroisée, avec intercalations de lits argileux et de lignites, qui remplissent des creux des terrains primaires et sont débordés par le Campanien. On y trouve des Gastéropodes, des Lamellibranches (*Inoceramus Crippsi*, *lobatus*, *Trigonia vaalsensis*, *Cardium pectiniforme*, *Eriphyla lenticularis*) et des débris de Conifères. C'est l'*Aachenien* de Dumont.

Sur le bord méridional de l'Ardenne, le Turonien offre les plus grandes analogies avec celui du bord est et sud-est du bassin de Paris, dont nous donnerons plus loin les caractères.

Centre du bassin de Paris. — Tandis que l'ALBIEN fait entièrement défaut dans le Calvados et dans l'Orne, il n'est représenté, entre le Havre et

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Cauville, que par 5 m d'argiles noires, sableuses, glauconieuses, reposant sur la surface ravinée du Kimeridgien inférieur et renfermant, à la base, des nodules de phosphate de chaux et des restes de Conifères, avec quelques fossiles marins (Crustacés, *Thetis lævigata*). Par contre, l'étage comprend déjà, dans le pays de Bray, comme dans le Boulonnais, au-dessus d'une partie inférieure sableuse, des argiles avec *Hoplites Deluci, splendens, Exogyra parvula* [23]. Dans les régions centrales du bassin, l'Albien n'affleure plus, mais il a été atteint par des forages. Ses sables constituent, sous la couche argileuse imperméable qui les surmonte, une importante nappe aquifère, qui alimente les puits artésiens de Paris.

Le CÉNOMANIEN est transgressif dans le Calvados et dans l'Orne. Il débute par une couche glauconieuse à *Ostrea vesiculosa, Mortoniceras inflatum, Hoplites auritus*, qui, aux environs de Mortagne et de Bellême, repose sur le Séquanien, tandis que, plus à l'ouest, elle s'appuie directement sur les terrains anciens. Au-dessus viennent des marnes et des sables glauconieux, qui indiquent encore le voisinage d'une terre émergée. Ils renferment *Epiaster crassissimus, Chlamys asper, Acanthoceras Mantelli* et supportent une craie tuffeau à silex, avec *Acanthoceras rotomagense, Turrilites costatus, Scaphites æqualis*, qui correspond déjà à des eaux plus profondes.

Le cap de la Hève, près le Havre, fournit une très bonne coupe du Cénomanien (fig. 370) [XXXVII, 28].

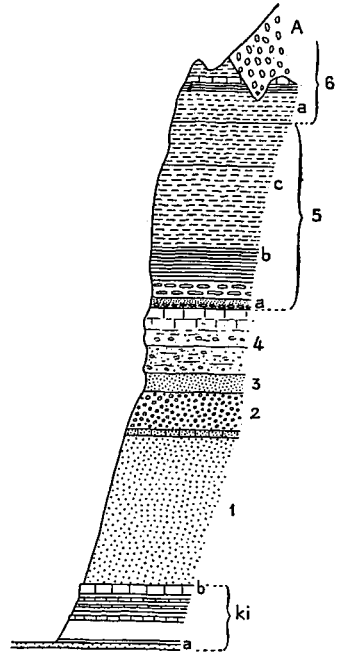


Fig. 370. — Coupe de la falaise de la Hève (d'après A. BIGOT).

Ki, Kimeridgien : a, calcaire à Trigonies; b, marnes à *Harpagodes;* 1, sables à *Thetis lævigata;* 2, graviers à *Exogyra aquila;* 3, 4, gaize à *Mortoniceras inflatum;* 5, 6, Cénomanien proprement dit; A, argile à silex.

Au-dessus d'argiles sableuses très glauconieuses, qui renferment *Inoceramus sulcatus, Hoplites auritus, Mortoniceras inflatum* et appartiennent encore à l'Albien, viennent des argiles micacées, très siliceuses, analogues à la gaize des Ardennes. Elles contiennent, à côté de *Hoplites auritus, splendens* et *Mortoniceras inflatum*, les premiers fossiles cénomaniens : *Schlœnbachia varians, Hoplites splendens, Holaster subor bicularis, Cardiaster bicarinatus*. Ces couches sont surmontées de grès glauconieux à faune exclusivement cénomanienne : *Discoidea subuculus, Pseudodiadema ornatum, Rhynchonella compressa, Kingena lima, Terebratella pectita, Lyra lyra, Chlamys asper, Neithea quinquecostata, Acanthoceras Mantelli, Turrilites tuberculatus*. Les Spongiaires siliceux y sont très fréquents et souvent d'une très belle conservation.

Dans les couches suivantes, la glauconie devient moins abondante. Ce sont d'abord des calcaires jaunâtres, avec bancs réguliers de silex, formés aux dépens de la silice des Spongiaires. On y trouve les mêmes Céphalopodes que dans les couches sous-jacentes.

Ensuite vient une couche de nodules bruns, phosphatés, avec *Hoplites falcatus, Schlœnbachia Coupei, Acanthoceras Mantelli, Hamites simplex, Scaphites æqualis, Turrilites costatus*. C'est le début du Cénomanien supérieur, dont les couches les plus élevées ont presque toujours disparu par décalcification, sauf en quelques points de la falaise, où elles ont fourni *Holaster subglobosus, Acanthoceras rotomagense, Scaphites æqualis*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

A la côte Sainte-Catherine, près Rouen, le Cénomanien supérieur est particulièrement bien développé. Coquand y a pris le type de son étage *Rotomagien*. C'est une craie glauconieuse assez puissante, qui a fourni notamment *Pseudodiadema variolare*, *Salenia petalifera*, *Discoidea cylindrica*, *Holaster subglobosus*, *Rhynchonella compressa*, *Lyra lyra*, *Neithea quinquecostata*, *Chlamys asper*, *Ostrea conica*, *Schlœnbachia varians*, *Acanthoceras rotomagense*, *cenomanense*, *Gentoni*, *Scaphites æqualis*, *Turrilites costatus*, *Belemnopsis minimus*.

Le même niveau s'observe également à Nogent-le-Rotrou.

Dans le pays de Bray, le Cénomanien comprend, comme à l'embouchure de la Seine, une gaize, une glauconie et une craie marneuse, devenant de plus en plus riche en silex à mesure que l'on se dirige vers l'ouest [23].

En résumé, la succession que l'on observe en Normandie permet de reconnaître, dans le Cénomanien, l'existence de trois zones, qui paraissent avoir une extension assez générale :

1° Zone à *Holaster suborbicularis*, *Turrilites Bergeri*, *Mortoniceras inflatum*;
2° Zone à *Holaster nodulosus*, *Turrilites tuberculatus*, *Acanthoceras Mantelli*;
3° Zone à *Holaster subglobosus*, *Turrilites costatus*, *Acanthoceras rotomagense*, *Gentoni*, *Scaphites æqualis*.

Schlœnbachia varians se trouve dans les trois niveaux.

Le Turonien de Normandie est une craie marneuse, qui débute par un lit noduleux dur, avec *Actinocamax plenus*, où apparaissent déjà *Inoceramus labiatus* et *Rhynchonella Cuvieri*. Puis vient un niveau où ces deux espèces sont associées à de grandes Ammonites (*Mammites rusticus*, *nodosoides*, *Prionotropis Woolgari*) et à des dents de Poissons. Plus haut, la craie marneuse présente des lits de silex et ce niveau renferme surtout *Echinoconus subrotundus* et *Terebratula semiglobosa*. Les couches terminales sont à l'état de craie blanche, elles sont caractérisées par *Terebratulina gracilis* et passent insensiblement au Sénonien [201].

Sud-Est du bassin de Paris. — Les trois étages du groupe Mésocrétacé sont bien développés sur le bord sud-est du bassin de Paris, entre la vallée de l'Aisne et celle du Cher.

L'Albien de la Haute-Marne est classique, grâce aux recherches de Tombeck [202]. Il est constitué, aux environs de Montiérender, par deux masses d'argile grise téguline à Ammonites pyriteuses, séparées par 1 m de sables argileux. La masse inférieure renferme *Inoceramus concentricus*, *Salomonis*, *Plicatula radiola*, *Nucula pectinata*, *Arca fibrosa*, *Trigonia Fittoni*, *Dentalium decussatum*, *Solarium moniliferum*, *Cerithium trimonile*, *Desmoceras Beudanti*, *Hoplites Deluci*, *denarius*, *quercifolius*, *Douvilleiceras mamillatum*, *Lyelli*, *Hamites alternotuberculatus*, *Belemnopsis minimus*. Dans le niveau supérieur, on retrouve *Inoceramus concentricus*, *Nucula pectinata*, *Hoplites Deluci*, *denarius*, associés à des espèces spéciales, telles que *Hoplites splendens*, *auritus*, *Turrilites catenatus*, *Hamites rotundus*. L'étage se termine par un conglomérat ferrugineux, qui renferme à l'état roulé, une multitude de fossiles de la couche sous-jacente.

Dans l'Aube [24], l'Albien atteint son maximum d'épaisseur, environ 80 m, et les argiles y deviennent prépondérantes. Les apports littoraux sont réduits au minimum, car on est ici dans l'axe du détroit Morvano-Vosgien, à l'entrée du bassin de Paris, où la profondeur des eaux était relativement considérable [196]. Mais les éléments néritiques prédominent dans la faune. Ainsi, les argiles sableuses de la base renferment, au Gaty et à Épothémont, des *Thecocyathus conulus* en quantité prodigieuse, des Lamellibranches, de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

nombreux Gastéropodes d'une très belle conservation et des Ammonites appartenant aux genres *Hoplites* et *Douvilleiceras*, mais ni *Phylloceras* ni *Lytoceras*.

A partir d'Auxerre les argiles sont de nouveau remplacées par des sables, les *sables de la Puisaye*, qui s'étendent vers l'ouest jusque vers la vallée du Cher, où ils sont débordés par les sables cénomaniens transgressifs. Ils sont compris, à Cosne, dans la Nièvre, entre une série d'argiles blanches et de grès verts très fossilifères et une couche de graviers avec bois fossiles et Lamellibranches. Les grès verts renferment en abondance des Lamellibranches (*Inoceramus Salomonis*, *Trigonoarca Hebertiana*, *Tapes Ebrayi*, *Thetis major*, *Cyprimeria gaultina*, *Panopæa acutisulcata*), des Gastéropodes (*Trochus neverisensis*, *Tornatella cosnensis*, *Natica cosnensis*, *Avellana lacryma*) et quelques rares Ammonites (*Hoplites interruptus*, *Placenticeras Ebrayi*, *Douvilleiceras mamillatum*). [203].

Le CÉNOMANIEN de l'Aube contraste également avec celui des régions voisines par l'absence d'éléments détritiques. Tandis que les faciès sableux et glauconieux de l'Ardenne s'étendent vers le sud jusque dans la Marne, ils font place, dans l'Aube, à des dépôts crayeux. La gaize est remplacée par une argile crayeuse à *Mortoniceras inflatum* et nombreux Lamellibranches, les marnes glauconieuses à *Chlamys asper* passent à une craie marneuse en bancs réglés à Céphalopodes (*Acanthoceras Mantelli*, *naviculare*, *Schlœnbachia varians*, *Coupei*, *Turrilites*) et l'étage se termine par une craie à Spongiaires et à Échinides (*Cidaris velifera*, *Holaster trecensis*) et à *Scaphites æqualis*, massive à la base, en plaquettes au sommet. La glauconie a complètement disparu [204].

Dans l'Yonne et la Nièvre, on observe des formations analogues, mais les faciès littoraux reparaissent dans le Cher avec les grès à pavés de Vierzon (*Anorthopygus orbicularis*, *Caprotina striata*) et les sables et grès à Trigonies, que couronnent des marnes argileuses à *Exogyra columba*. C'est le début du régime que nous apprendrons à connaître dans le Sud-Ouest du bassin de Paris.

Le TURONIEN présente des caractères assez uniformes sur tout le bord oriental du bassin de Paris, depuis la Thiérache jusqu'à la Loire. Nous pouvons prendre comme type la succession étudiée par Hébert et par J. Lambert [205] dans l'Yonne.

1° Craie marneuse, grise, généralement compacte, à *Actinocamax plenus*, avec en outre *Discoidea infera*, *Inoceramus labiatus*, *Ptychodus*;

2° Craie grise et grumeleuse à *Cidaris hirudo*, *subvesiculosa*, *Discoidea infera*, *Holaster icaunensis*, *Hemiaster nasutulus*, *Ostrea hippopodium*, *Lima cuneiformis*, *Inoceramus labiatus*;

3° Craie blanche et noduleuse à *Echinoconus subrotundus*, *Cidaris clavigera*, *Rhynchonella Cuvieri*, *Inoceramus labiatus*, *Ptychodus decurrens*;

4° Craie sans silex à *Terebratulina gracilis*, avec *Inoceramus Brongniarti*, *Micraster breviporus*, *Discoidea infera*;

5° Craie à silex, avec *Holaster icaunensis*, *Micraster breviporus*, *Spondylus spinosus*, *Pachydiscus peramplus*;

6° Craie sans silex à *Holaster planus*, avec *Cardiaster granulosus*, *Micraster breviporus*, *cor bovis*, *Rhynchonella Cuvieri*, *Terebratula hibernica*, *Spondylus spinosus*, *Ostrea hippopodium*, *Inoceramus labiatus*;

7° Craie sans silex à *Epiaster brevis*, avec *Cidaris sceptrifera*, *Micraster decipiens*, *Terebratula hibernica*, *Spondylus spinosus*.

Ce dernier niveau, qui correspond à la *craie de Vervins*, a été mis souvent dans le Sénonien, en raison de la présence de *Micraster decipiens*, mais on y trouve *Scaphites Geinitzi* et *Prionocyclus Neptuni*, espèces essentiellement turoniennes.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

L'ensemble de la série atteint environ 140 m d'épaisseur. On sera frappé des ressemblances que présente la distribution des espèces avec celle que Schlüter a fait connaître dans le Turonien de l'Allemagne du Nord. Les Ammonites sont toutefois fort rares dans l'Est du bassin de Paris.

Sud-Ouest du bassin de Paris. — Sur le bord septentrional du Plateau Central, l'Albien n'existe plus à l'ouest de Bourges. Il en est de même dans le détroit du Poitou et sur les bords du massif Armoricain. Dans toutes ces régions, le CÉNOMANIEN est transgressif et s'étend sur des termes divers du Jurassique, voire sur les terrains primaires. En même temps, il prend un caractère plus nettement néritique que dans les autres points du bassin de Paris et il se rapproche, à cet égard, du Cénomanien du bord septentrional de l'Ardenne. Les dépôts crayeux font place à des dépôts sableux. Le passage d'un faciès à l'autre s'opère dans le Cher et dans l'Indre, mais il n'a pas lieu en même temps pour les divers termes de l'étage. Ainsi, les sables apparaissent dans la partie moyenne plus tôt que dans la partie supérieure, où l'élément calcaire persiste plus longtemps [206]. A partir de la vallée de l'Indre et jusqu'au Maine, l'envahissement du Cénomanien par le faciès sableux est complet. La puissance de l'étage est très variable, elle n'est que d'une quinzaine de mètres dans l'Anjou et atteint 100 m dans la Sarthe. C'est là, aux environs du Mans (*Cenomanum*), qu'Alcide d'Orbigny a pris le type de son Cénomanien. Depuis, les travaux de Guillier [207] ont rendu classique cette région. Voici, en résumé, la succession qu'a observée cet auteur :

1° Glauconie à *Ostrea vesiculosa*, reposant sur le Lusitanien ou l'Oxfordien;

2° Argile glauconieuse, transgressive par rapport au niveau précédent, s'appuyant quelquefois directement sur les terrains anciens, souvent très fossilifère, avec *Orbitolina concava*, Spongiaires, Échinides (*Hemiaster bufo*), nombreux Lamellibranches (*Avicula cenomanensis, Gervilleia aviculoides, Neithea quinquecostata, Ostrea conica, Nucula impressa, Trigonia Deslongchampsi, sulcataria, Protocardia hillana, cenomanensis, Cyprina ligeriensis*), Gastéropodes (*Turbo Goupilianus, Avellana cassis, Turritella cenomanensis*), Céphalopodes (*Hoplites falcatus, Schlœnbachia varians, Acanthoceras cenomanense, Turrilites tuberculatus, Hamites simplex*), Crustacés (*Palæoplax Trigeri*);

3° Sables du Maine, avec deux niveaux fossilifères principaux :

a) Banc de la gare du Mans et de la Trugalle à *Anorthopygus orbicularis, Codioposis doma, Pygaster truncatus, Terebratula lima, Pinna Gallienei, Perna lanceolata, Lima Reichenbachi, Pecten subacutus, Arca Gallienei, Acanthoceras Cunningtoni, Neolobites Vibrayeanus, Turrilites Scheuchzerianus;*

b) Bancs de la Butte, avec *Cidaris vesiculosa, Pseudodiadema variolare, Goniopygus Menardi, Holectypus cenomanensis, Pygurus lampas, Caratomus faba, Rhynchonella Lamarckiana, Terebratella Menardi, Avicula clathrata, Gervilleia aviculoides, Lima simplex, Neithea quinquecostata, Alectryonia carinata, Exogyra columba, Arca Gallienei, Pectunculus subconcentricus, Nucula impressa, Trigonia sulcataria, Deslongchampsi, Crassatella vendinnensis, Opis elegans, Corbis rotundata, Pleurotomaria Lohayesi, Emarginula Guerangeri, Trochus sarthinus, Schlœnbachia varians, Acanthoceras rotomagense, Scaphites æqualis, Turrilites costatus;*

4° Sables supérieurs ou sables du Perche, avec *Periaster elatus, Hemiaster sarthensis, Epiaster Guerangeri, Rhynchonella compressa, Neithea phaseola, Exogyra columba, Anomya papyracea, Anatina cenomanensis, Pholadomya ligeriensis, Strombus inornatus, Pterocera incerta, Acanthoceras naviculare, sarthacense, Callianassa cenomanensis;*

5° Marnes à Ostracées, avec *Rhynchonella alata, Terebratula phaseolina, Lima cenomanensis, Neithea phaseola, Ostrea biauricularis, Lopha flabella, Exogyra columba, pseudovesiculosa, Trigonia sulcataria, Cyprina oblonga, Cardium hillanum, Caprotina striata, Prædiolites Fleuriaui, Nerinea monilifera, Acanthoceras sarthacense, naviculare, Forbesiceras Largilliertianum.*

Aux environs de La Ferté-Bernard, sur les confins de l'Orne, le Cénomanien n'est plus exclusivement sableux, des sédiments crayeux s'intercalent

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

à deux niveaux, réalisant le passage latéral au type de la craie de Rouen. Le niveau inférieur est une craie glauconieuse à *Chlamys asper* et *Turrilites tuberculatus*, qui s'intercale entre les couches 1 et 2. Le niveau supérieur est la *craie de Théligny*, à *Scaphites æqualis*, *Acanthoceras rotomagense* et *Turrilites costatus*, qui remplace les bancs de la Butte et correspond parfaitement au niveau principal de la craie de Rouen, dont plusieurs espèces caractéristiques se rencontrent dans les couches supérieures du Cénomanien des environs du Mans. Le synchronisme du type sableux et du type crayeux de l'étage est donc bien établi.

Le TURONIEN couvre des surfaces considérables dans l'Orne, dans la Sarthe, dans Maine-et-Loire, dans Loir-et-Cher et dans Indre-et-Loire. Son nom lui vient précisément de la Touraine, où il se trouve à l'état de craie micacée et sableuse et de tuffeau. Ces faciès détritiques attestent le voisinage de terres émergées; en particulier, lorsque l'on se dirige vers l'ouest, on voit, dans le Maine et dans l'Anjou, les sables se développer davantage, au détriment des parties marneuses. La faune indique une faible profondeur des eaux et ce résultat n'est pas infirmé par la présence d'assez nombreuses Ammonites, car celles-ci n'appartiennent à aucun des genres que l'on envisage d'ordinaire comme sténothermes.

Les subdivisions que l'on peut reconnaître dans le Turonien de la Touraine sont, d'après A. de Grossouvre [12, 206], les suivantes :

1° Sables à *Terebratella carentonensis* et sables à Échinides de Bousse, avec *Cidaris sceptrifera*, *Cyphosoma regulare*, *Anorthopygus Michelini*, *Hemiaster Leymeriei*, *Rhynchonella Cuvieri*, *Chlamys Guerangeri*, *Exogyra columba;*

2° Craie marneuse, avec silex noirs au sommet, renfermant *Echinoconus subrotundus*, *Rhynchonella Cuvieri*, *Inoceramus labiatus;*

3° Tuffeau plus ou moins sableux, avec Ammonites à Bourré (Loir-et-Cher), à Saumur (Maine-et-Loire) et à Poncé (Sarthe) : *Acanthoceras deverioides*, *Mortoniceras salmuriense*, *Prionotropis Woolgari*, *papalis*, *Fleuriaui*, *Mammites Revelieri*, *Pseudotissotia Gallienei*, *Pachyceras peramplum*, *Neoptychites cephalotus;*

4° Craie sableuse à Bryozoaires, avec bancs de calcaires durs à *Exogyra columba gigas*, *Periaster Verneuili*, *Catopygus Ebrayi*, *Micraster Michelini*, *Acanthoceras Deverianum*, *Gauthiericeras Bravaisi*, *Sphenodiscus Requienianus*, passant latéralement, au nord-est, à une craie tendre à *Terebratulina Bourgeoisi*, *Terebratula engolismensis*, *Sauvagesia cornu pastoris*, *Præradiolites ponsianus.*

Cotentin. — Avant de passer à l'étude du groupe Mésocrétacé dans le bassin de l'Aquitaine, constatons que, dans le Cotentin, le Cénomanien est représenté par quelques lambeaux de grès glauconieux, avec *Orbitolina concava*, *Rhynchonella Lamarcki*, *Exogyra columba*, *Trigonia scabra*, qui sont superposés au Lias ou au Silurien et qui supportent directement le Maestrichtien.

Bassin de l'Aquitaine. — Les dépôts éocrétacés font totalement défaut, non seulement sur le seuil du Poitou lui-même, mais encore sur le bord sud-ouest du bassin de Paris et sur le bord nord-est du bassin de l'Aquitaine, et il en est de même de l'Albien. On peut en conclure que le massif Armoricain était relié, par une terre émergée, au Plateau central, en d'autres termes que le détroit du Poitou n'existait pas au début de l'époque Crétacée. A partir du Cénomanien, nous rencontrons de nouveau des dépôts marins sur les deux versants du seuil du Poitou et nous verrons qu'ils présentent entre eux jusqu'au Sénonien de telles analogies de faciès et de telles affinités paléontologiques que nous devons conclure à l'existence d'une communication directe entre le bassin de Paris et le bassin de l'Aquitaine, sur l'emplace-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

ment du seuil du Poitou, privé aujourd'hui de dépôts crétacés, par suite de la dénudation intense qu'a subie cette région.

De même que dans le Maine et l'Anjou, le Cénomanien est transgressif, mais il débute par des couches correspondant à la partie supérieure de l'étage. Le Turonien s'étend vers l'est et vers le sud au delà des limites occupées par le Cénomanien. Il y a néanmoins continuité de sédimentation depuis le Cénomanien jusqu'au Maestrichtien, sauf toutefois une interruption de très courte durée, non accompagnée de discordance, à la limite du Turonien et du Sénonien. Les dépôts crétacés du nord-est du bassin de l'Aquitaine sont, en général, très peu disloqués et on peut les suivre sans discontinuité, à travers les départements de la Charente-Inférieure, de la Charente et de la Dordogne, depuis l'île d'Oléron et l'embouchure de la Charente, au N.W., jusqu'à la vallée du Lot, au S.E.

La série qui nous occupe a fait l'objet de travaux classiques de la part du vicomte d'Archiac [208], de Coquand [209] et surtout d'H. Arnaud [210, 211]. Nous suivrons ici la classification proposée par ce dernier, en tenant compte de quelques modifications légères introduites par A. de Grossouvre [12].

Le CÉNOMANIEN débute, dans la Charente-Inférieure, par des graviers roux grossiers, qui reposent sur le Jurassique et diminuent d'importance à mesure que l'on s'éloigne du massif Armoricain. Il comprend ensuite les termes suivants [1] :

1° Sables à *Orbitolina concava*, *Anorthopygus orbicularis*, *Acanthoceras rotomagense*, *Schlœnbachia varians*, *Turrilites costatus*, *Engonoceras pedernale* (A), avec intercalations d'argiles noires lignitifères;

2° Calcaires marneux ou compacts à Ichthyosarcolithes (B), avec nombreux Rudistes (*Gyropleura navis*, *Polyconites operculatus*, *Caprotina costata*, *Caprina adversa*, *Sphærulites foliaceus*, *Præradiolites Fleuriaui*, *Sauvagesia Sharpei*, *Ichthyosarcolithes triangularis*) et *Acanthoceras rotomagense;*

3° Argiles tégulines (C^1);

4° Sables et grès à *Ostrea biauriculata*, *Exogyra flabellata*, *columba* (C^2);

5° Calcaire supérieur à Ichthyosarcolithes (C^3), avec *Sauvagesia Sharpei*, *Ichthyosarcolithes triangularis.*

A l'île Madame, les calcaires cénomaniens sont plus marneux qu'aux environs d'Angoulême. Ils renferment des bancs entiers d'un Stromatoporidé, *Actinostromaria stellata*, découvert par Munier-Chalmas (pl. CXVII).

Les lignites cénomaniens prennent un grand développement aux environs de Sarlat, où ils envahissent toute la partie inférieure de l'étage. Ils renferment des Végétaux (*Sequoia aliena* et *Reichenbachi*, d'après Zeiller), des Mollusques d'eau douce, identiques à des formes du Gard et de la Basse-Provence, et des ossements de Reptiles. Ils sont surmontés par des marnes à *Ostrea biauriculata* et par un banc à Ichthysarcolithes.

Le niveau inférieur du Cénomanien des Charentes correspond, comme l'indiquent ses Céphalopodes, à la zone supérieure du Cénomanien de Rouen. Il n'y a donc pas lieu d'admettre, avec Coquand, un étage *Carentonien*, supérieur au *Rotomagien*. De même, le *Gardonien*, placé par Coquand à la base du Cénomanien et créé pour les lignites de la Dordogne, du Gard et de la Basse-Provence, n'est qu'un faciès d'eau douce du même niveau.

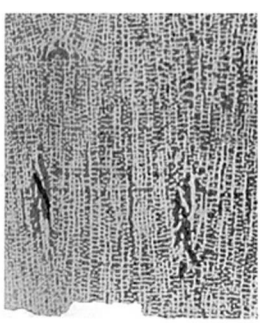
Le TURONIEN des Charentes est constitué par les termes suivants :

1. Les lettres entre parenthèses correspondent aux divisions établies par Arnaud.

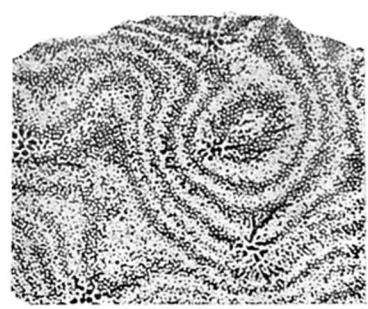
Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



Clichés H. Ragot.



Coupe radiale.



Coupe tangentielle.

Actinostromaria stellata Mun.-Chalm. 2/3 gr. nat.
Stromatoporidé du Cénomanien. Ile Madame (Charente-Inférieure).

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

1° Calcaire noduleux, gris verdâtre, à *Terebratella carentoniensis* (D^1), avec *Diplopodia variolare, Discoidea infera, Anorthopygus Michelini, Chlamys Guerangeri, Arca tailburgensis, Acanthoceras naviculare, sarthacense;*

2° Calcaires marneux et marnes grises à *Exogyra columba gigas* (D^2), avec *Cidaris ligeriensis, Inoceramus labiatus, Mammites Revellieri;*

3° Calcaire noduleux gris verdâtre (E), avec *Exogyra columba gigas, Inoceramus labiatus, Cardium productum, Pleurotomaria Gallienei, Delphinula orbicularis, Neoptychites cephalotus, Mammites Revellieri, Prionotropis papalis, Woolgari, Fleuriaui, Mortoniceras salmuriense;*

4° Calcaire blanc à grain fin (F^1), avec bancs ferrugineux : *Orthopsis miliaris, Cyphosoma Archiaci, Micraster Michelini, Periaster undulatus, oblongus, conicus, Cardium subalternatum, Biradiolites lumbricalis, Acanthoceras Deverianum;*

5° Calcaire écailleux (F^2), avec *Catopygus obtusus, Nucleolites parallelus, Trigonia scabra, Arca Noueli, Sphærulites ponsianus, Hippurites inferus, Requieni, resectus, Acanthoceras Deverianum, Pseudotissotia Gallienei;*

6° Calcaire blanc, saccharoïde, exploité comme pierre de taille (G), avec *Radiolites lumbricalis;*

7° Calcaires tendres (H^1), avec *Cassidulus sarthacensis, Arnaudi, Apricardia Archiaci, Plagioptychus Arnaudi, Præradiolites ponsianus, Sauvagesia cornu pastoris, Hippurites petrocoriensis;*

8° Calcaires compacts ou arénacés à *Radiolites radiosus, Hippurites inferus, petrocoriensis, Requieni, resectus;*

9° Marnes bleues avec bancs de calcaires noduleux (I), avec *Præradiolites præsinuatus, præcoquandi, Sauvagesia cornu pastoris, Hippurites Rousseli, resectus, petrocoriensis.*

Le Turonien des Charentes a été divisé par Coquand en 3 sous-étages : le *Ligérien*, correspondant aux assises 1-3, l'*Angoumien*, correspondant à 4-6, et le *Provencien*, correspondant à 7-9. L'Angoumien est caractérisé par l'apparition brusque des premières Hippurites, mais le Provencien n'est qu'un faciès de la partie supérieure de l'Angoumien et il disparaît presque complètement vers le Nord-Ouest du bassin. D'ailleurs il contient les mêmes Hippurites que l'Angoumien.

Le niveau n° 1 renferme encore des Ammonites cénomaniennes et il est rangé pour cette raison par A. de Grossouvre [12] dans le Cénomanien. Mais il correspond exactement aux sables à *Terebratella carentonensis* de l'Anjou et du Maine, que l'on a l'habitude de placer à la base du Turonien. Dans la Dordogne et dans le Lot, on voit souvent la série crétacée débuter par les marnes à *Exogyra columba gigas* (n° 2). Sur certains points, comme l'a montré Mouret, c'est même l'Angoumien qui repose directement sur le Jurassique. Ce sous-étage présente une assez grande uniformité dans tout le bassin de l'Aquitaine.

On ne peut manquer d'être frappé des affinités paléontologiques qui existent entre le Turonien des Charentes et celui de la Touraine. La distribution des Céphalopodes est exactement la même de part et d'autre du seuil du Poitou. Mais les Rudistes abondent dans le Cénomanien et dans l'Angoumien du bassin de l'Aquitaine, qui prennent de ce fait un caractère méridional. Dans le bassin de Paris, les conditions de température ne paraissent pas avoir été favorables à l'introduction de ces Mollusques, qui ne s'y rencontrent que d'une façon tout à fait sporadique.

ZONE DES PLISSEMENTS PYRÉNÉENS ET ALPINS. — Nous quittons maintenant les régions du Nord-Ouest de l'Europe, où les terrains secondaires ont conservé leur horizontalité primitive ou ne sont que faiblement plissés, pour aborder celles où ces mêmes terrains ont subi, en même temps qu'une partie des terrains tertiaires, des plissements très intenses. C'est la zone des plissements pyrénéens et alpins. Les dépôts mésocrétacés s'y présentent avec

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

des faciès variés, qui ne diffèrent pas toujours de ceux que nous avons appris à connaître dans le Nord de l'Allemagne ou dans le bassin Anglo-Parisien. D'ailleurs, les dépôts cénomaniens et turoniens de l'Aquitaine affectent déjà des faciès que l'on est en droit d'assimiler aux formations les plus caractéristiques de la province méditerranéenne.

Nous commencerons notre étude par les Pyrénées et nous nous dirigerons ensuite vers l'est.

Pyrénées. — Avec Léon Bertrand [56], nous distinguons, dans l'ensemble de la chaîne des Pyrénées, quatre zones tectoniques principales, qui se suivent du nord au sud et qui sont caractérisées chacune, sinon par des faciès propres, du moins par une succession déterminée. Ce sont : 1° la zone sous-pyrénéenne; 2° la zone prépyrénéenne; 3° la zone nord-pyrénéenne; 4° la zone sud-pyrénéenne. Dans chacune de ces zones on constate, en général, d'assez grands changements de faciès en se dirigeant de l'ouest vers l'est, il n'est donc pas possible de les qualifier de zones isopiques.

La *zone sous-pyrénéenne* ne comprend que des terrains autochtones. Elle est caractérisée par une succession de dépôts crétacés, continue depuis l'Aptien jusqu'au Danien, qui supporte en concordance les premiers termes du système Nummulitique. Cette série affleure dans l'ouest de la zone, c'est-à-dire dans les Landes et dans les Basses-Pyrénées, ainsi que dans l'est, dans les Corbières. Dans la région intermédiaire, les dépôts néocrétacés viennent seuls à l'affleurement.

Nous avons déjà appris à connaître les dépôts aptiens zoogènes des Basses-Pyrénées. Ils supportent des marnes et des grès, qui représentent l'Albien. Aux environs d'Orthez et d'Ascain, Seunes a signalé *Desmoceras Beudanti*, *Puzosia Mayoriana*, *Phylloceras Velledæ*, *Kossmatella Agassiziana*, *Belemnopsis minimus*, associés à des Gastéropodes, à des Lamellibranches, à des Brachiopodes, etc. [57].

Le Cénomanien est représenté, dans les environs de Dax, d'Orthez et de Bayonne, par des calcaires blancs, sublithographiques, à *Orbitolina concava*, avec nombreux Brachiopodes et Rudistes (*Toucasia Seunesi*, *Caprina adversa*, *Sphærulites cantabricus*). Il passe quelquefois insensiblement, à sa partie supérieure, à des schistes gréseux ou calcaires, que l'on a comparés au Flysch nummulitique des Alpes et que Fournier attribue au Turonien [57 *bis*]. En d'autres points, ce « Flysch » débute par un conglomérat, qui renferme, à l'état roulé, des fossiles cénomaniens, ainsi que des blocs d'ophite et de granulite. Il y a donc eu un démantèlement des couches sous-jacentes, par les eaux de la mer turonienne, qui indique un mouvement négatif à la limite des deux étages. Les schistes sont couverts d'empreintes que l'on a attribuées à des Algues et que l'on a décrites sous le nom de *Chondrites*, de *Caulerpites*, de *Phymatoderma*. Aux environs de Tercis, ce faciès fait place à des calcaires à *Radiolites radiosus* et *Hippurites*.

Dans les Corbières occidentales, l'Albien est à l'état de calcaires noirâtres peu fossilifères. Le Cénomanien est gréseux ou marneux et renferme *Orbitolina concava*, *Holaster nodulosus*, *Caprinula Roissyi*. Le Turonien comprend deux niveaux de calcaires à Hippurites, séparés par des grès à Végétaux. Dans le niveau inférieur, Carez signale *Hippurites petrocoriensis*, *resectus*, *giganteus;* le niveau supérieur a fourni *Hippurites Moulinsi*, *gosaviensis*.

Tout à l'extrémité de la chaîne, nous retrouvons près de Fontfroide, dans l'Aude, des marnes et des grès représentant l'Albien, dans lesquels Doncieux a recueilli *Trigonia alæformis*, *Fittoni*, *Nucula pectinata* et des Orbitolines [61]. Le Cénomanien est constitué, d'après le même auteur, par une puissante série

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

détritique, dans laquelle s'intercalent des bancs calcaires à Rudistes, Zoanthaires et Orbitolines. Les grès renferment une faune saumâtre, dont les espèces les plus caractéristiques sont *Anomia fontfroidensis*, *Neritina cenomanensis*, *Turritella elegantissima*, *septemcostata*, *Cassiope* (*Glauconia*) *Renauxi*, *Requieni*, *Depéreti*, *Voluta Gasparini* [212]. Au-dessus viennent des grès rouges et des marnes gréseuses, avec *Ostrea plicifera*, *Neithea quadricostata*, *Cardium villeneuvianum*, etc., qui représentent le TURONIEN.

La *zone prépyrénéenne* est une véritable nappe, refoulée sur la zone sous-pyrénéenne. La série crétacée y est moins complète; dans la Haute-Garonne, elle est réduite au CÉNOMANIEN, qui repose directement sur les terrains primaires charriés et qui comprend des conglomérats, des brèches, des grès, des calcaires, alternant avec des schistes gris foncé. Les fossiles y sont rares; ce sont des Orbitolines, des Zoanthaires, des Échinides, des Lamellibranches (*Exogyra columba*, *Caprina adversa*). Plus au sud, la nappe prépyrénéenne reparaît, comme l'a montré Léon Bertrand [56], dans les fenêtres d'Arbas, d'Oust-Massat et de Rabat. La série crétacée y est plus complète : sur l'Aptien reposent en concordance des schistes albiens et des calcaires cénomaniens. On est ici dans le voisinage du bord méridional de la zone prépyrénéenne, qui est complètement caché sous la nappe suivante.

Dans la *zone nordpyrénéenne*, l'Aptien ne supporte que le terme inférieur du groupe Mésocrétacé, l'Albien, représenté par des schistes noirs, peu fossilifères, très épais et souvent métamorphisés. L'absence des termes plus récents de la série crétacée indique une émersion de cette partie de la chaîne, qui se produit précisément au moment où la zone prépyrénéenne est envahie par la mer [56].

Dans la *zone sudpyrénéenne*, les groupes Éocrétacé et Mésocrétacé font totalement défaut. C'est le Campanien — et non le Turonien, comme on croyait autrefois — qui repose en transgression sur les terrains paléozoïques et sur le granite.

Basse-Provence. — On verra plus loin que les zones plissées de la Basse-Provence doivent être envisagées comme la continuation directe des zones tectoniques les plus septentrionales de la chaîne des Pyrénées. On est de même conduit à admettre que, dans les Bouches-du-Rhône et dans le Var, se retrouve le prolongement vers l'est du géosynclinal qui correspond à la zone sous-pyrénéenne et à la zone prépyrénéenne. On ne manquera pas d'être frappé des grandes analogies de faciès qui existent entre les dépôts mésocrétacés des Corbières et ceux des environs de Marseille et de Toulon, et il en sera de même pour le Néocrétacé et pour les couches-limite entre le Crétacé et le Nummulitique.

Les dépôts mésocrétacés existent exclusivement dans les chaînes de la Nerthe et de l'Olympe, dans le massif d'Allauch et dans le grand bassin crétacé du Beausset. Ils font entièrement défaut dans les bassins crétacés situés plus au nord, tels que ceux de Fuveau, du Plan d'Aups, de Salernes, de Rians, etc.

L'ALBIEN n'existe qu'en un petit nombre de points dans la chaîne de la Nerthe et dans celle de l'Étoile, qui en est le prolongement vers l'est. Il est représenté, au tunnel de la Nerthe et au Rove, par des schistes marneux, qui ont fourni *Inoceramus concentricus*, *Phylloceras Velledæ*, *Puzosia latidorsata*, *Mayoriana*, *Hoplites Deluci*, *Mortoniceras Roissyanum*, *Douvilleiceras mamillatum*, *Belemnopsis minimus*. Plus à l'est, il est à l'état de calcaires ou de grès siliceux [29].

Le CÉNOMANIEN est souvent transgressif et repose alors directement sur

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

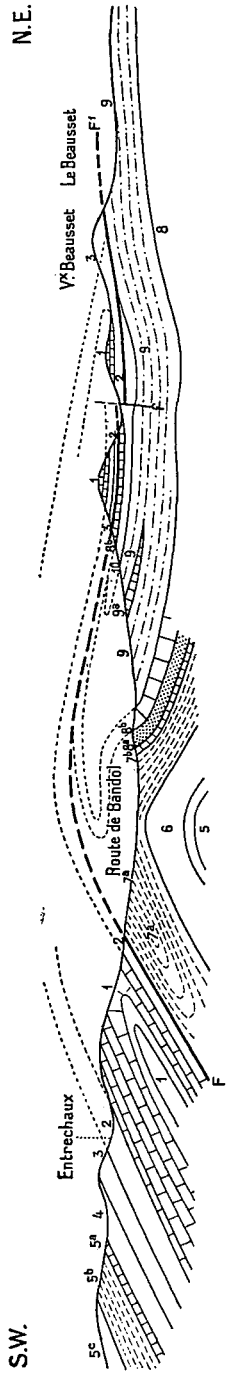


Fig. 371. — Coupe à travers le bord sud-ouest du bassin du Beausset (Var), montrant la composition de la série crétacée et le charriage du Trias sur le Crétacé (d'après MARCEL BERTRAND).

1, Muschelkalk (Trias moyen); 2, Marnes irisées (Trias supérieur); 3, dolomies hettangiennes; 4, Lias moyen; 5ª, Aalenien et Bajocien; 5ᵇ, Bathonien; 5ᶜ, dolomies jurassiques; 6, Néocomien et Urgonien; 7ª, Aptien; 7ᵇ, Cénomanien; 8ª, sables turoniens; 8ᵇ, calcaires à Hippurites; 9, Sénonien inf. (9ª, calcaires à Hippurites); 10, couches à *Ostrea acutirostris* et à Turritelles (Sénonien moyen). F F', surface de charriage; f, faille secondaire.

l'Aptien ou sur l'Urgonien. Aux environs des Martigues, il est constitué par des calcaires blancs ou roux, parfois sableux, avec *Orthopsis miliaris*, *Heterodiadema lybicum*, *Anorthopygus Michelini*, *Hemiaster balnensis*, *Ostrea biauriculata*, *Exogyra columba*, *Caprina adversa*, *Caprotina carentonensis*, *Ichthyosarcolithes triangularis*. Il prend un développement beaucoup plus considérable dans le bassin du Beausset, où ses dépôts affleurent sur presque tout le pourtour de la cuvette (fig. 371). Dans l'ouest et le sud, il repose sur les marnes aptiennes, dans le nord-est, sur l'Urgonien. A. Toucas y a distingué les niveaux suivants [28] :

1° Grès ferrugineux, avec *Holaster subglobosus*, nombreux Gastéropodes, Nautiles, *Acanthoceras rotomagense*, *Desmoceras latidorsatum*, *Turrilites costatus*;

2° calcaires gréseux, avec *Cidaris Sorigneti*, *Discoidea subuculus*, *Catopygus carinatus*, *Echinoconus rotomagensis*, *Hemiaster bufo*, *Rhynchonella Lamarckiana*, *Terebrirostra Bargesi*, *Chlamys asper*;

3° grès à *Orbitolina concava*, avec *Anorthopygus orbicularis*, *Codiopsis doma*, *Sphærulites foliaceus*;

4° calcaire gréseux à *Rhynchonella Lamarckiana*, *Requienia carentonensis*, *Caprina adversa*, *Ichthyosarcolithes*;

5° calcaire marneux, avec *Ostrea biauricularis*, *flabella*, *Exogyra columba*, *Arca tailleburgensis*, *Strombus inornatus*;

6° calcaires gréseux, avec *Neithea quinquecostata*, *Requienia lævigata*, *Neritopsis*, *Neolobites Vibrayeanus*;

7° calcaires blancs et gris, avec *Pseudodiadema Roissyi*, *Heterodiadema libycum*, *Hemiaster Orbignyanus*, *Cardium*, *Actæonella*, *Nerinea*.

Le Cénomanien offre donc les plus grandes analogies avec celui des Charentes, mais il acquiert ici une épaisseur bien plus considérable, qui va cependant en diminuant à l'est du Beausset. A l'extrémité orientale du bassin, à Turben, au Revest, à Tourris, au N.W. de Toulon, la base de l'étage est saumâtre. Au-dessous des argiles gréseuses à *Ostrea biauriculata* se trouvent des couches qui renferment, outre quelques espèces marines, *Acanthocardia Vasseuri*, *Dosinia numismalis*, *Cyrena Cureti*, *Corbula Zurcheri*, *Lucina Gaudryi*, *Tympanotomus Vasseuri*, *Turritella elegantissima*, *Glauconia Depéreti*, *Ampullina Cureti*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Cette faune, étudiée par Repelin [212], a les plus étroites affinités avec celles du Cénomanien saumâtre du Sarladais, de Fontfroide, dans l'Aude, et de diverses localités du Gard et de Vaucluse. Le gisement de Tourris est le point le plus oriental où l'on ait signalé, dans la Basse-Provence, l'étage Cénomanien.

Le TURONIEN est légèrement transgressif par rapport au Cénomanien. Ainsi, dans le massif d'Allauch, il repose quelquefois directement sur l'Hauterivien.

Dans la chaîne de la Nerthe, il débute par des calcaires blanchâtres, noduleux à *Sauvagesia cornu pastoris*, *Præradiolites Sauvagesi*, avec Hippurites et Gastéropodes. Puis vient une puissante assise gréseuse à *Trigonia scabra*, dans laquelle se trouvent intercalées des couches à faune saumâtre (*Cyprina ligeriensis*, *Corbula semistriata*, *Cassiope turonensis*, *Cerithium nodoso-*

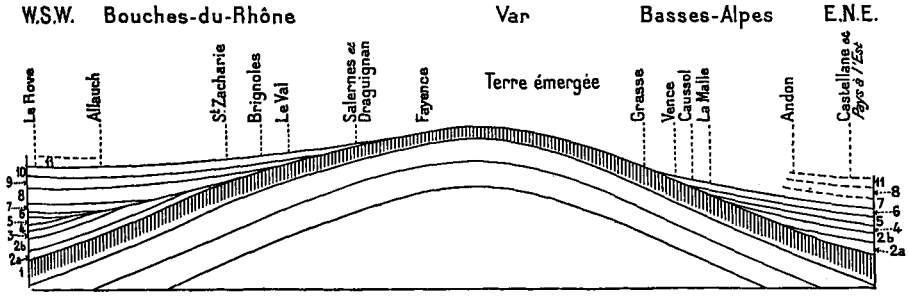


Fig. 372. — Coupe schématique à travers la Basse-Provence, montrant l'extension relative des étages crétacés (d'après L. COLLOT).

1, Jurassique supérieur; 2^a, Valanginien; 2^b, Hauterivien; 3, Urgonien; 4, Aptien; 5, Albien; 6, Cénomanien; 7, Turonien; 8, Sénonien marin; 9, Valdonnien et Fuvélien; 10, Bégudien et Rognacien; 11, Nummulitique.
La couche de bauxite est intercalée sur le flanc W.S.W. de l'anticlinal entre la série 1-4 et la série 5-10, elle manque sur le flanc E.N.E.

costatum) et Végétaux (*Myrica*, *Salix*, *Magnolia*, *Sequoia*, *Thuyites*, *Podozamites*, etc.) [213, 214]. La même faune se retrouve dans le massif d'Allauch.

Dans le bassin du Beausset, le Turonien débute, près de la Bédoule et près du Revest, par une masse puissante (100 m) de marnes à *Periaster Verneuili*, avec *Mammites nodosoides*, *Revellieri*, *Prionotropis Woolgari*, *Pseudotissotia Douvillei*. Au-dessus, l'on observe d'ordinaire des couches riches en Échinides (*Cidaris hirudo*, *Catopygus obtusus*, *Nucleolites parallelus*) ou en Brachiopodes (*Terebratula engolismensis*), puis des calcaires gris, marneux ou compacts, avec *Sauvagesia cornu pastoris*, *Hippurites Requieni*, *inferus*, *petrocoriensis*, *Rousseli* (pl. CXV, 2).

Sur le bord sud du bassin, Marcel Bertrand a décrit le passage latéral, dans les falaises du Bec de l'Aigle, près La Ciotat (pl. IV, 2), des grès et calcaires à Hippurites à des poudingues (pl. CXIV, 2), formés dans un delta torrentiel. Les éléments de ce poudingue sont des grès micacés permiens et des calcaires jurassiques, qui ne peuvent venir que du sud, c'est-à-dire du prolongement vers l'ouest du bord septentrional du massif des Maures.

On voit, par ce qui précède, que les termes successifs du groupe Mésocrétacé se présentent, dans la Basse-Provence, en transgressivité graduelle vers le nord et peut-être vers l'est. Le Sénonien accentuera encore ce mouvement d'invasion marine, que met en évidence la fig. 372, empruntée à Collot

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

[29]. Cet auteur suppose avec raison que les dépôts mésocrétacés des Bouches-du-Rhône et du Var se sont formés dans un golfe ouvert à l'ouest, dont l'axe est dirigé E.-W., conformément à la direction des plis d'âge nummulitique, et qui était délimité, au sud, par une chaîne ancienne reliant les Pyrénées aux Maures, et au nord, par une terre émergée reliant les Maures au Plateau Central et séparant le golfe de la Basse-Provence de la fosse vocontienne. La formation de cette ride date vraisemblablement de l'époque Albienne, elle a été suivie d'une dénudation intense qui a mis à nu, dans l'ouest et dans l'est, les dépôts jurassiques et, dans la région centrale, l'Urgonien, l'Hauterivien ou même le Valanginien. Cette surface de dénudation est recouverte, en un grand nombre de points, par une couche de bauxite plus ou moins épaisse, qui fournit la plus grande partie des minerais d'aluminium actuellement exploités. On est là évidemment en présence d'une sorte d'alluvion latéritique. Ce n'est qu'après la formation de ce manteau d'origine continentale que la ride a été de nouveau envahie par les eaux et c'est ainsi, comme l'a montré Collot [215], que la bauxite a été recouverte, dans le sud, par le Cénomanien, plus au nord, par le Turonien, plus au nord encore, par le Sénonien, voire par les couches-limite du Crétacé et du Nummulitique. La fig. 372 permet de se rendre facilement compte de la situation qu'occupent les gisements de bauxite sur le versant méridional de la ride. Sur le versant septentrional, la bauxite n'est pas connue.

Alpes-Maritimes et Sud des Basses-Alpes. — Entre la ride qui réunit les Maures au Plateau Central et le géosynclinal alpin se trouve une zone où les dépôts mésocrétacés présentent le type néritique. Elle s'étend depuis la région littorale des Alpes-Maritimes jusque sur le versant méridional de la montagne de Lure.

L'Albien des environs de Nice et d'Escragnolles (Var) est depuis longtemps classique pour sa richesse en fossiles [127, 216, 217]. Constitué généralement par des calcaires gréseux très glauconieux, il repose d'ordinaire directement sur le Barrémien, lui-même fréquemment glauconieux. Il semble que sa partie inférieure fasse elle-même défaut et que la zone à *Hoplites dentatus* soit ici transgressive [11]. Les espèces les plus communes dans les diverses localités de la région sont les suivantes : *Discoidea conica*, *Holaster Perezi*, *Terebratula Dutempleana*, *Inoceramus Salomonis*, *Solarium moniliferum*, *Straparollus dentatus*, *Turritella Hugardiana*, *Dimorphosoma Orbignyana*, *Desmoceras latidorsatum*, *Hoplites dentatus*, *Benettianus*, *Deluci*, *splendens*, *Sonneratia Dutempleana*, *Cleon*, *Schlœnbachia Delaruei*, *Brancoceras varicosum*, *Douvilleiceras mamillatum*, *Acanthoceras Lyelli*, *Hamites*, *Turrilites*, etc.

L'étage existe, avec des caractères tout à fait analogues, aux environs de Castellane (Basses-Alpes). Ses couches glauconieuses, qui reposent ici sur l'Hauterivien, sont très fossilifères à Brovès, Jabron, la Palud-de-Moustiers, etc. Elles sont recouvertes par des marnes noires assez puissantes, où l'on n'a rencontré que *Belemnopsis minimus*.

Sur le versant méridional de la montagne de Lure, l'Albien détritique repose en discordance tantôt sur l'Urgonien, tantôt sur les marnes aptiennes (fig. 364, 373). Il débute, d'après Kilian [XXXVII, 50], par des sables glauconieux phosphatés à *Cidaris vesiculosa*, *Rhynchonella clementina*, *Belemnopsis minimus*, avec fossiles aptiens remaniés. Puis viennent des calcaires grumeleux, glauconieux, à *Inoceramus concentricus*, *Desmoceras Beudanti*, *Puzosia Mayoriana*, *Mortoniceras inflatum*, *inflatiforme*, recouverts de grès verts, peu fossilifères, à *Mortoniceras inflatum*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Dans la région d'Apt et dans le massif du Ventoux, l'Albien inférieur est représenté par des sables rutilants, sans fossiles, qui reposent sur l'Aptien. Au-dessus, l'on observe des grès verts et des sables rouges à *Puzosia Mayoriana* et *Stoliczkaia dispar*, qui supportent des grès vraconniens.

Le CÉNOMANIEN de la zone littorale des Alpes-Maritimes et de la région de Castellane est à l'état de calcaires marneux, souvent avec intercalations gréseuses. Sa faune est néritique, car on y trouve, à côté de quelques Céphalopodes, tels qu'*Acanthoceras Martini*, *rotomagense*, *Schlœnbachia varians*, en grande quantité *Orbitolina concava* et *Exogyra columba*, qui manquent dans les formations bathyales du géosynclinal alpin. Le même faciès se retrouve sur le bord méridional de la montagne de Lure.

Le Cénomanien y débute par des calcaires grumeleux à *Hoplites falcatus*,

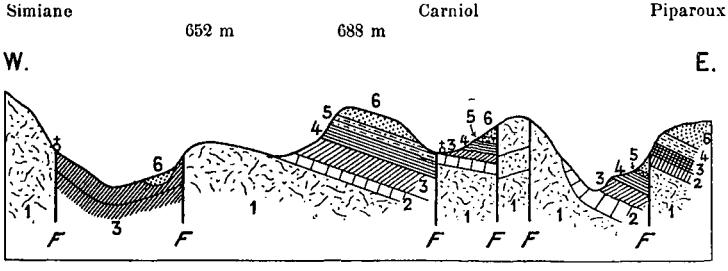


Fig. 373. — Coupe du champ de fractures de Banon, de Simiane à Piparoux, Basses-Alpes (d'après W. KILIAN).

1, Calcaires urgoniens à *Requienia ammonia*; 2, calcaires de l'Aptien inférieur; 3, marnes aptiennes à *Oppelia Nisus*; 4, marnes aptiennes à *Belemnopsis semicanaliculatus*; 5, brèche de la base de l'Albien; 6, grès verts albiens.

Stoliczkaia dispar, *Schlœnbachia varians*, *Mortoniceras inflatum*, *Puzosia Mayoriana*, *Turrilites Bergeri*, qui correspondent à la Gaize de l'Ardenne (Vraconnien).

Au Mont Saint-Laurent, près Vachères, les couches à *Exogyra columba* se terminent par des bancs calcaires à fossiles siliceux, dans lesquels W. Kilian et Ch. Jacob [11] ont trouvé de nombreux Zoanthaires, des Lamellibranches (*Neithea Fleuriausiana*, *Limopsis Guerangeri*, *Opis ligeriensis*, *Arcopagia crenulata*, *Ichthyosarcolithes triangularis*), des Gastéropodes (*Turritella Guerangeri*, *Cerithium gallicum*, *Avellana cassis*, *Aporrhais Requieniana*, *Voluta elongata*) et quelques Céphalopodes (*Acanthoceras rotomagense*, *Turrilites costatus*). Cette faune a les plus grandes analogies avec celle du Cénomanien supérieur du Maine, et la présence du genre *Ichthyosarcolithes* est tout à fait insolite dans le bassin du Rhône.

Le TURONIEN néritique constitue une bande étroite dans la région littorale des Alpes-Maritimes et dans le Sud des Basses-Alpes.

A la Selle d'Andon, près Saint-Vallier-de-Thiey, et à la Doire, près Seranon, dans les Alpes-Maritimes, ainsi qu'à Bargème (Var), le Cénomanien supporte un grès calcaire vert clair, dans lequel A. Guébhard a trouvé *Exogyra columba*, *Turritella difficilis*, *Aporrhais* (4 espèces) et *Callianassa Archiaci* [218].

Entre Comps et Castellane, E. Fallot [27] et Ph. Zürcher ont recueilli, dans des calcaires blanchâtres, qui font suite au Cénomanien, un certain

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

nombre de Mollusques qui indiquent la présence du Turonien : *Exogyra columba gigas, Trigonia scabra, Cardium hillanum, Turritella uchauxiana, Voluta elongata.* Par contre, dans toute la montagne de Lure, tous les termes du Crétacé supérieurs au Cénomanien ont été enlevés par des dénudations antérieures au Néogène, voire au Nummulitique.

Bassin du Rhône. — Nous allons retrouver, dans la moyenne vallée du Rhône, la *fosse vocontienne,* qui existait, dans cette région, pendant une grande partie de l'époque Jurassique et à l'époque Éocrétacée. Nous retrouverons aussi, sur une partie de sa périphérie, une auréole de formations néritiques (fig. 374, 375).

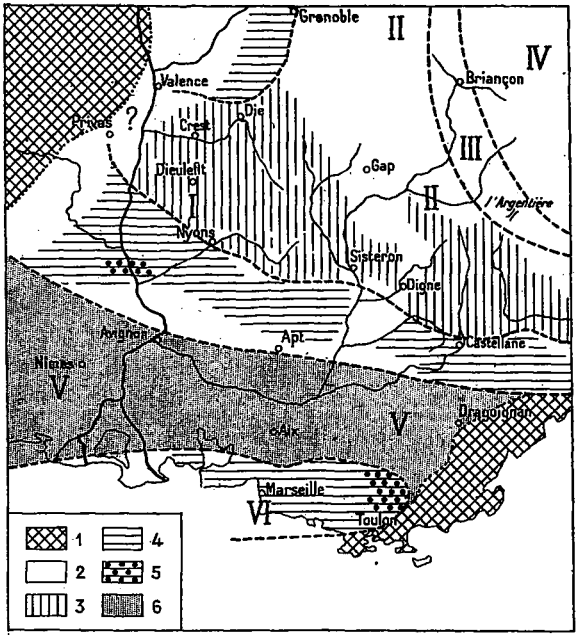


Fig. 374. — Carte représentant les variations de faciès dans le bassin du Rhône à l'époque Cénomanienne (d'après L. Collot, V. Paquier, Ch. Jacob).

1, Terrains antétriasiques du Plateau Central et du massif des Maures; 2, régions où le Cénomanien est caché sous des terrains plus récents ou a été enlevé par dénudation; 3, formations bathyales; 4, formations néritiques; 5, formations lagunaires, 6, régions émergées. I, fosse vocontienne; II, géosynclinal alpin; III, géanticlinal briançonnais; IV, géosynclinal piémontais (?); V, axe émergé de la Basse-Durance; VI, golfe de la Basse-Provence.

L'Albien manque dans les environs d'Uzès (Gard) et de Bourg-Saint-Andéol (Ardèche), où le Cénomanien fait immédiatement suite à l'Aptien. Par contre, il existe aux environs d'Apt (Vaucluse) sous la forme de sables rutilants sans fossiles, reposant sur l'Aptien. Leur coloration rouge provient probablement du remaniement de la bauxite qui recouvrait la ride dont il vient d'être question. Des sables analogues existent à Clansayes (Drôme), au-dessus de la zone à *Douvilleiceras nodosocostatum.* Ils sont surmontés par des grès argileux à *Puzosia Mayoriana, Mortoniceras inflatum, Stoliczkaia dispar.*

Aux environs de Pont-Saint-Esprit et de Bagnols (Gard), la série des étages du Crétacé est complète, mais l'Albien débute, comme en tant d'endroits, par des couches marneuses, glauconieuses, à nodules phosphatés, renfermant, à Salazac, *Discoidea conica, Conulus castaneus, Inoceramus concentricus, Natica gaultina, Pleurotomaria faucignyana, Phylloceras subalpinum, Desmoceras latidorsatum, Hoplites dentatus, Benettianus, Douvilleiceras mamillatum, Acanthoceras Lyelli, Brancoceras varicosum, Hamites duplicatus* [11]. Le reste de l'étage est constitué par des grès micacés, sans fossiles.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le niveau phosphaté de Salazac se retrouve plus au nord, à Viviers et au Teil (Ardèche), où il est également accompagné de grès. Dans le centre de la fosse, dans les Baronnies et le Diois [XXXVII, 49 *bis*; 27], par contre, l'Albien est bathyal et renferme même, à Vesc, un niveau à petits Céphalopodes pyriteux (*Phylloceras alpinum, Tetragonites Timotheanus, Kossmatella Chabaudi, Mühlenbecki, Desmoceras latidorsatum*).

Le CÉNOMANIEN est transgressif dans la région d'Uzès et dans celle de Bourg-Saint-Andéol. Dans la première, il est constitué par des grès grossiers à *Chlamys asper* et *Turrilites costatus*, qui reposent directement sur les grès à *Discoidea* d'âge aptien. Dans la deuxième, il comprend, à la base, des couches à lignites, qui font suite immédiatement aux marnes aptiennes, puis des calcaires marneux à *Orbitolina concava* et *Exogyra columba*, surmontés de grès et de sables à *Catopygus carinatus, Ostrea biauriculata*, etc. [12].

Plus à l'est, aux environs de Bagnols et de Pont-Saint-Esprit, le Cénomanien repose normalement sur l'Albien. On y a distingué les assises suivantes [11, 219, 220] :

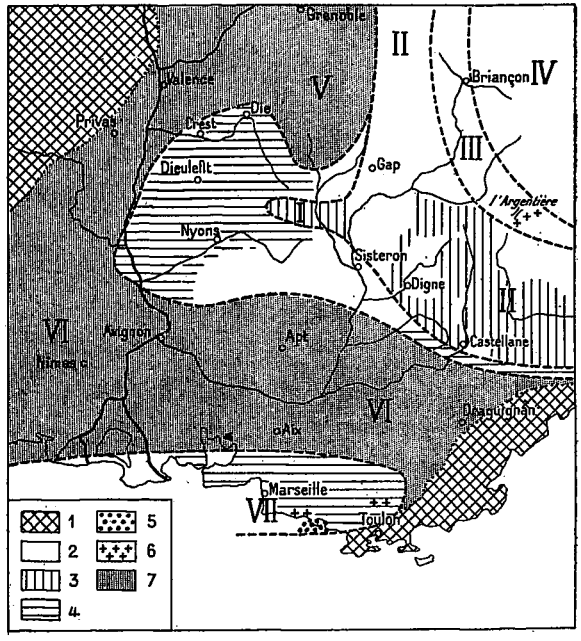


Fig. 375. — Carte représentant l'extension des mers et les variations de faciès dans le bassin du Rhône à l'époque Turonienne (d'après L. COLLOT et V. PAQUIER).

1, Terrains antétriasiques du Plateau Central et du massif des Maures; 2, régions où le Turonien est caché sous des terrains plus récents ou a été enlevé par dénudation; 3, formations bathyales; 4, formations néritiques; 5, formations torrentielles; 6, calcaires à Rudistes; 7, régions émergées. I, fosse vocontienne; II, géosynclinal alpin; III, géanticlinal briançonnais; IV, géosynclinal piémontais (?); V, Vercors; VI, axe émergé de la Basse-Durance; VII, golfe de la Basse-Provence.

1° Grès glauconieux jaunâtres de Salazac, avec *Holaster Perezi, Rhynchonella sulcata, Cardium alpinum, Natica gaultina, Aporrhais Orbignyana, Solarium ornatum, Puzosia Mayoriana, Hoplites lautus, vraconniensis, Stoliczkaia gardonica, Mortoniceras Candollianum, Brancoceras salazacense, Scaphites Hugardianus, Turrilites Toucasi, Astierianus, elegans, Belemnopsis minimus;*

2° Marnes bleues à *Epiaster distinctus, Hemiaster bufo, Turrilites tuberculatus, Belemnopsis ultimus;*

3° Grès jaunes à *Orbitolina concava, Chlamys asper;*

4° Grès et sables rouges, avec *Ostrea vesiculosa, Trigonia sulcataria, Deslongchampsi;*

5° Calcaires marneux ou gréseux à lignites de Saint-Paulet, avec *Unio Dumasi, Cyrena proboscidea, Corbula Zurcheri, Tympanotomus Vasseuri, Melania pyramidata, Hantkenia ventricosa, Valvata Faujasi, Ampullopsis Faujasi* [212];

6° Calcaires jaunes à *Exogyra columba.*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

L'assise n° 1 renferme une faune vraconienne des mieux caractérisées.

L'assise n° 5 renferme un mélange d'espèces d'eau douce et d'eau saumâtre et doit être assimilée, aussi bien par sa position stratigraphique que par sa faune, aux couches lagunaires du Cénomanien du Sarladais, de Fontfroide et du Revest. C'est le *Paulétien* d'Émilien Dumas, le *Gardonien* de Coquand.

Le même niveau existe sur la rive gauche du Rhône, à Mondragon (Vaucluse), où les couches à lignites sont comprises entre des grès verts à *Schlœnbachia varians* et un calcaire gréseux à *Exogyra columba* et ont fourni *Ostrea lignitarum*, *Gervilleia Renauxi*, *Cyprina mondragonensis*, *Glauconia Deperet*i, *Matheroni*, *Requieni*, etc. Les genres d'eau douce font ici défaut [212].

A Clansayes, le Cénomanien est encore néritique, mais ne présente plus d'intercalations lagunaires.

Le faciès sableux du Cénomanien disparaît peu à peu vers le nord et vers l'est et fait place, dans la fosse vocontienne, à des formations bathyales, calcaires et marneuses.

Dans la région de Dieulefit, le Vraconnien est représenté par des marnes noires à fossiles pyriteux, avec *Cerithium Lallierianum*, *Avellana Murateli*, *Gaudryceras Dozei*, *Turrilites Bergeri, tuberculatus*, *Belemnopsis ultimus*. Puis viennent des calcaires marneux et des marnes grises à *Holaster subglobosus*, *Acanthoceras rotomagense, Mantelli*, *Schlœnbachia varians* [27]. Les mêmes faciès s'observent aux environs de Nyons.

Le TURONIEN manque, comme l'Albien, dans les environs d'Uzès et de Bourg-Saint-Andéol; par contre, il est représenté, dans la région de Pont-Saint-Esprit, par des couches exclusivement marines : calcaires et grès à *Inoceramus labiatus*, à la base, grès et calcaires jaunes à *Trigonia scabra*, au sommet [12].

Il est beaucoup plus fossilifère sur la rive gauche du Rhône, où l'on observe, aux environs de Mondragon, Piolenc, Uchaux, la succession suivante, étudiée par Hébert et Toucas [220] :

1° Grès calcarifères, glauconieux, avec *Epiaster*, *Holaster*, Bryozoaires, *Inoceramus labiatus*, *Pachyceras peramplus*, *Acanthoceras deverioides*, *Prionotropis papalis;*

2° Grès calcarifères, tendres, avec *Ostrea proboscidea*, *Pinna decussata*, *Trigonia scabra*, *Eulima amphora* et les mêmes Ammonites que dans les couches sous-jacentes;

3° Grès d'Uchaux, ferrugineux, à fossiles silicifiés, avec Zoanthaires (*Cyclolites Guettardi, numismalis*, *Trochosmilia compressa*), Serpules, nombreux Lamellibranches (*Exogyra columba gigas*, *Neithea quinquecostata*, *Pectunculus Renauxianus*, *Cucullæa Matheroniana*, *Trigonia scabra*, *Cardium Requienianum*, *Hippurites petrocoriensis*) et Gastéropodes (*Chenopus Requienianus*, *Turritella uchauxiana*, *Natica subbulbiformis*, *Cassiope Renauxiana*, *Chenopus ornatus*), Ammonites (*Sphenodiscus Requienianus*, *Acanthoceras Deverianum*, *Gauthiericeras Bravaisi*), Crustacés (*Callianassa Archiaci*).

Les deux niveaux inférieurs correspondent au Ligérien, le niveau supérieur, à l'Angoumien.

Le faciès sableux s'étend au Turonien bien plus à l'est et au nord que ce n'était le cas au Cénomanien. Il atteint la région de Dieulefit et celle de Nyons, où le Turonien est constitué par des grès glauconieux sans fossiles. La fosse vocontienne se trouve considérablement réduite et ce n'est plus qu'aux environs de Rosans (Drôme) que l'on rencontre le Turonien bathyal, représenté ici par des calcaires bleuâtres à rognons de silex, avec *Micraster decipiens*.

Géosynclinal alpin. — Comme à l'époque Éocrétacée, il existe dans les Alpes françaises, à l'époque Mésocrétacée, une zone où la sédimentation a

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

été continue et où des formations bathyales d'une grande épaisseur se sont accumulées. Elle s'étend depuis les environs de Nice jusqu'à Seyne et comprend tout le Nord des Alpes-Maritimes et l'Est des Basses-Alpes. C'est le géosynclinal alpin.

A mesure que l'on s'éloigne du littoral, le faciès glauconieux de l'ALBIEN diminue d'importance et fait place graduellement à des marnes noires, qui se confondent souvent avec les marnes aptiennes en une masse unique. Ces couches n'ont fourni qu'en deux points une faunule de petits Céphalopodes, conservés à l'état de moules ferrugineux, entre Hyèges et Moriez, près Barrême, et à Bevons, à l'extrémité orientale de la montagne de Lure. Les espèces les plus caractéristiques de ce niveau sont les suivantes : *Phylloceras alpinum*, *Tetragonites Timotheanus*, *Gaudryceras Dozei*, *Kossmatella Chabaudi*, *Puzosia Mayoriana*, *Hoplites splendens*, *Turrilites Bergeri* [XXXVII, 341]. C'est là essentiellement une faune bathyale.

Le CÉNOMANIEN est représenté, dans toute la zone qui nous occupe, par des alternances régulières de calcaires marneux jaunâtres et de marnes grises (fig. 376). Il est particulièrement bien développé autour de Saint-André-de-Méouilles (Basses-Alpes), où il renferme *Holaster subglobosus*, *Inoceramus cuneiformis*, *Puzosia subplanulata*, *Acanthoceras rotomagense*, *Mantelli*, *Schlœnbachia varians*, *Scaphites æqualis*, *Turrilites costatus*. C'est exactement la faune de la craie de Rouen; les espèces néritiques du Cénomanien du Maine, et en particulier *Exogyra columba*, font entièrement défaut.

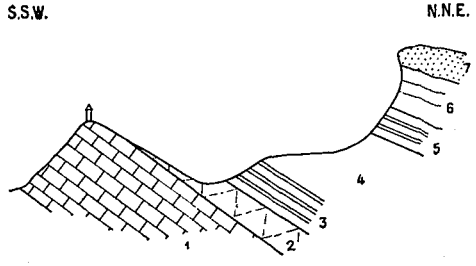


Fig. 376. — Coupe de Vergons (Basses-Alpes) au sommet de la montagne de Chamatte (d'après W. KILIAN).

1, Calcaires barrémiens; 2, calcaires à *Ancyloceras Matheroni* (Aptien inférieur); 3, petits bancs calcaires (Aptien); 4, marnes noires (Aptien supr et Albien); 5, calcaires marneux et marnes en alternances régulières (Cénomanien); 6, calcaires blancs (Turonien et Sénonien); 7, Nummulitique.

Le TURONIEN est représenté, aux environs de Nice, par des calcaires sublithographiques, en bancs serrés, renfermant *Tylocidaris clavigera*, *Micraster Leskei*, *Terebratula semiglobosa*, *Inoceramus problematicus*.

Dans les montagnes qui environnent Saint-André-de-Méouilles, des calcaires blancs compacts, faisant suite au Cénomanien et formant falaise, ont fourni quelques rares fossiles turoniens, notamment *Inoceramus labiatus*, *latus* et *Pachyceras peramplus* [27]. La première de ces espèces a été rencontrée également près de Thoard, au N.W. de Digne, dans un lambeau qui est le seul témoin de Turonien que les érosions anténummulitiques aient épargné dans toute la région située à l'ouest de la chaîne de la Blanche [XXXVII, 50 *ter*]. Dans cette chaîne, qui sépare le bassin de la Bléonne de celui du Verdon, l'absence de fossiles ne permet pas de distinguer le Turonien du Sénonien.

Chaînes calcaires du Dauphiné et de la Savoie. — Dans le segment des Alpes françaises que délimite au sud la coupure de la Durance, aucun témoin des terrains crétacés moyens et supérieurs n'a échappé aux érosions anténummulitiques à l'est de la longue dépression jurassique, qui, de Gap à Martigny, marque la limite orientale des Hautes Chaînes calcaires du

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Dauphiné et de la Savoie. Les groupes Mésocrétacé et Néocrétacé sont toujours représentés, dans ces chaînes, par quelques-uns de leurs étages, mais, contrairement à ce qui a lieu dans le géosynclinal alpin, nulle part la sédimentation n'a été continue depuis le Néocomien jusqu'au Sénonien et d'importantes lacunes existent dans la série. Le Turonien, en particulier, est toujours absent. Nous allons étudier séparément la répartition de l'Albien et celle du Cénomanien dans chacun des massifs qui constituent les Hautes Chaînes calcaires, c'est-à-dire dans le Dévoluy, dans le Vercors, dans le massif de la Chartreuse, dans les Bauges, dans le Genevois, dans le massif de Platé et du Haut-Giffre et, sur la rive droite du Rhône, dans le massif de la Dent de Morcles.

L'ALBIEN [11] ne paraît pas exister dans le nord et dans l'est du Dévoluy, mais, dans le sud du massif, Lambert a découvert à Glaise, près de Veynes, au-dessus de marnes sans fossiles, le niveau des marnes à fossiles pyriteux, signalé précédemment en plusieurs points des Basses-Alpes. On y retrouve *Tetragonites Timotheanus*, *Gaudryceras Dozei*, *Kossmatella Chabaudi*, qui comptent parmi les espèces les plus caractéristiques de l'Albien supérieur bathyal.

L'étage présente, par contre, un type néritique assez accusé dans les longues dépressions synclinales qui accidentent les grands plateaux urgoniens du Vercors. Les couches qui représentent le niveau de Clansayes, c'est-à-dire la zone la plus élevée de l'Aptien, sont recouvertes par des grès, souvent très fossilifères.

Dans le synclinal de Rencurel, la surface ravinée de la lumachelle aptienne supporte une couche de grès roux, glauconieux et phosphatés, épaisse au plus de 30 à 40 cm et pétrie de fossiles, dont le test nacré est conservé. Ch. Jacob [11] a pu y reconnaître deux niveaux paléontologiques distincts, représentés, l'inférieur, aux Prés de Rencurel, le supérieur, à la Balme de Rencurel.

Le gisement des Prés appartient à la zone à *Hoplites tardefurcatus*. Il est caractérisé par la présence de *Parahoplites Milletianus*, *Steinmanni*, *Hoplites tardefurcatus*, *rencurelensis*, *regularis*, *Acanthoceras Gevreyi*.

Le gisement de la Balme, qui représente la zone à *Hoplites dentatus*, renferme surtout *Desmoceras inane*, *Hoplites dentatus*, *Benettianus*, *auritus*, *Acanthoceras Camatteanum*, *Mortoniceras Roissyanum*.

On rencontre, en outre, en abondance, dans les deux gisements, *Phylloceras Velledæ*, *subalpinum*, *Tetragonites Timotheanus*, *Kossmatella Agassiziana*, *rencurelensis*, *Desmoceras Beudanti*, *Parandieri*, *latidorsatum*, *Puzosia Mayoriana*, *Douvilleiceras mamillatum*, *Hamites Moreanus*, *duplicatus*. Les deux niveaux sont également très riches en Échinides (*Discoidea conica*, *Conulus mixtus*, *castaneus*, *Holaster Perezi*), en Brachiopodes (*Rhynchonella polygona*, *Terebratula polygona*), en Lamellibranches (*Inoceramus Salomonis*, *Isoarca Agassizi*), en Gastéropodes (*Turbo Chasnyanus*, *Stomatia gaultina*, *Straparollus Martinianus*).

L'Albien du massif de la Chartreuse diffère peu de celui du Vercors, mais il est peu fossilifère.

Dans les Bauges (fig. 77), l'étage[1] augmente un peu d'épaisseur, il est constitué par des grès glauconieux, fossilifères en quelques points seulement et reposant sur l'Aptien. Le gisement du pont d'Entrèves, près Lescheraines, est très intéressant, car il a fourni une riche faune appartenant à la zone à *Mortoniceras Hugardianum*. Outre cette espèce, Jacob cite notamment *Tetragonites Timotheanus*, *Puzosia Mayoriana*, *Mortoniceras Candolleanum*, *Balmatianum*, *Brancoceras varicosum*, *Hamites virgulatus*, qui sont

1. Dans la fig. 77, p. 216, l'Albien est représenté par la teinte noire comprise entre les figurés C_{II-III} et C^{8-7}.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

associés à des Échinides, à des Lamellibranches et à des Gastéropodes nombreux.

Le Genevois est depuis longtemps classique par ses gisements albiens de Perthuis, du Mont Saxonnet, du Grand-Bornand, étudiés par Pictet [221], Alphonse Favre, G. Maillard et, plus récemment, par Ch. Jacob [11]. L'Albien y repose soit sur l'Aptien supérieur, soit sur l'Urgonien, et ses couches gréseuses et schisteuses, avec fossiles phosphatés, n'atteignent que quelques mètres d'épaisseur. Les fossiles indiquent la présence des mêmes zones que dans les massifs plus méridionaux.

Dans le massif de Platé on retrouve partout l'Albien sous la forme d'une couche peu épaisse de grès verts ou noirâtres, qui repose directement sur

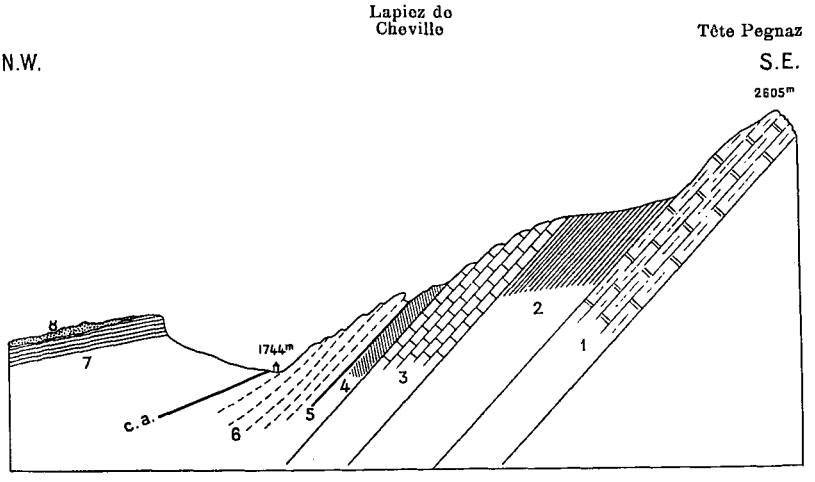


Fig. 377. — Coupe du lapiez de Cheville, Alpes Vaudoises (d'après E. Renevier).

1, calcaires gris hauteriviens; 2, calcaires à *Toxaster* hauteriviens; 3, Urgonien; 4, Aptien; 5, Albien; 6, Nummulitique; 7, Néocomien à Céphalopodes des Préalpes; 8, bord de l'éboulement des Diablerets. c. a., ligne de contact anormal.

l'Urgonien. L'escarpement des Fiz, au-dessus de Servoz[1] (pl. I), est célèbre par la coupe qu'en a donnée A. Brongniart [XI, 2] et par la comparaison, d'ailleurs inexacte, qu'il faisait entre ces grès verts et la craie chloritée de Rouen (p. 145). En réalité, la faune des Fiz appartient, non au Cénomanien, mais à l'Albien supérieur. Elle comprend entre autres les espèces suivantes : *Phylloceras Velledæ*, *Kossmatella Agassiziana*, *Puzosia Mayoriana*, *Desmoceras latidorsatum*, *Beudanti*, *Hoplites Studeri*, *vraconnensis*, *Douvilleiceras mamillatum*, *Mortoniceras inflatum*, *Hugardianum*, *Brancoceras varicosum*, *Turrilites Bergeri* [11].

Dans le massif du Haut-Giffre, le même niveau existe au sommet d'une masse de grès verts qui repose tantôt sur l'Aptien, tantôt sur l'Urgonien. Dans ce dernier cas, réalisé par exemple au Criou, la surface de l'Urgonien est ravinée et l'Albien débute par un conglomérat à éléments urgoniens.

La localité de Cheville (fig. 377), près Anzeindaz, dans le massif de la

1. Les grès albiens forment une bande noire au-dessus du grand escarpement urgonien. Ils supportent des calcaires sénoniens, qui, eux-mêmes, sont recouverts par le Nummulitique.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Dent de Morcles, est célèbre par l'étude minutieuse qu'en a faite E. Renevier [30]. Au-dessus d'un Aptien calcaire à faune néritique viennent des calcaires noirâtres schistoïdes, qui renferment *Hemiaster minimus*, *Inoceramus Salomonis*, *Solarium Hugii*, *Aporrhais obtusa*, *Cinulia incrassata*, *Desmoceras Parandieri*, *Beudanti*, *latidorsatum*, *Hoplites tardefurcatus*, *auritus*, *interruptus*, *splendens*, *Douvilleiceras mamillatum*, *Acanthoceras Lyelli*. C'est une faune qui correspond aux deux zones inférieures de l'Albien. Des grès verdâtres, sans fossiles, séparent ce niveau d'un calcaire foncé, compact, très fossilifère, dont la faune présente un singulier mélange d'espèces albiennes, telles que *Desmoceras latidorsatum*, *Beudanti*, *Hoplites splendens*, *auritus*, *Deluci* et d'espèces cénomaniennes, telles que *Acanthoceras Mantelli*, *Schlœnbachia varians*, *Turrilites tuberculatus*. On est probablement en présence d'une couche de passage entre les deux étages

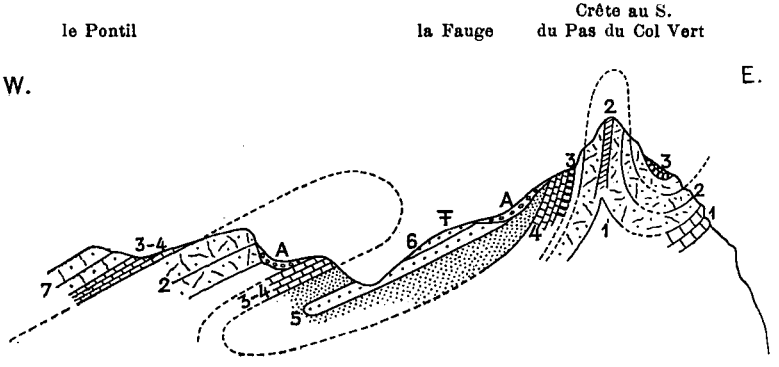


Fig. 378. — Coupe passant par le gisement de la Fauge, près le Villard-de-Lans (Isère) (d'après W. Kilian).

1, Marno-calcaires barrémiens à *Toxaster retusus*; 2, calcaires urgoniens et marnes à Orbitolines; 3, lumachelle de l'Albien; 4, grès glauconieux albiens avec Ammonites transformées en phosphate; 5, grès glauconieux du Cénomanien inférieur; 6, Cénomanien supérieur; 7, Sénonien; A, éboulis.

et, en effet, on y rencontre aussi les espèces qui, dans d'autres régions, caractérisent les zones à *Mortoniceras Hugardianum* et *inflatum* : *Stoliczkaia dispar*, *Puzosia Mayoriana*, *Mortoniceras inflatum*, *Brancoceras varicosum*, *Turrilites Bergeri*, *Anisoceras armatum*. Le reste de la faune, composé principalement d'Échinides, de Brachiopodes, de Lamellibranches, de Gastéropodes, présente le même caractère mixte. Renevier en fait du *Vraconnien*.

Le Cénomanien est beaucoup moins constant, dans les Hautes-Chaînes calcaires du Dauphiné et de la Savoie, que l'Albien, et ses caractères sont beaucoup plus variables.

Dans le sud du Dévoluy, à Glaise, près Veynes, il est représenté par des calcaires marneux à *Schlœnbachia varians*, faisant suite à des marnes albiennes. Il en est de même à Glandage, dans l'extrême-nord du Diois [123 *bis*]. Dans le nord du Dévoluy, il fait défaut et ne reparaît que dans le nord du Vercors, près du Villard-de-Lans. Ici l'Albien est recouvert par des sables et des grès glauconieux, très fossilifères dans le vallon de la Fauge (fig. 378), où l'on trouve notamment *Discoidea cylindrica*, *Holaster subglobosus*, *nodulosus*, *Hemiaster bufo*, *Puzosia planulata*, *Desmoceras latidorsatum*, *Stoliczkaia dispar*, *Mortoniceras inflatum*, *rostratum*, *Anisoceras armatum*, *perarmatum*, *Turrilites Puzosianus*, *Bergeri*. C'est la zone à *Mortoniceras inflatum*. Au-dessus

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

se trouvent des grès presque blancs, avec *Discoidea Favrei*, *Avellana cassis*, *Schlœnbachia varians*, *Acanthoceras Mantelli*, *Turrilites costatus*, ces derniers caractéristiques de la faune de Rouen.

Le Cénomanien est entièrement absent dans le massif de la Chartreuse, dans les Bauges, dans le Genevois, dans le massif de Platé et du Haut-Giffre. Il existe, par contre, dans le nord du massif de la Dent de Morcles, notamment à Cheville. C'est un banc de calcaire compact, blanc grisâtre, qui repose sur le Vraconnien. Il renferme *Discoidea cylindrica*, *Holaster subglobosus*, *Cinulia avellana*, *Puzosia planulata*, *Schlœnbachia varians*, *Coupei*, *Acanthoceras rotomagense*, *Cunningtoni*, *Mantelli*, *Turrilites Scheuchzeri*, *Morrisi*, *costatus*, *tuberculatus*, *Baculites baculoides*.

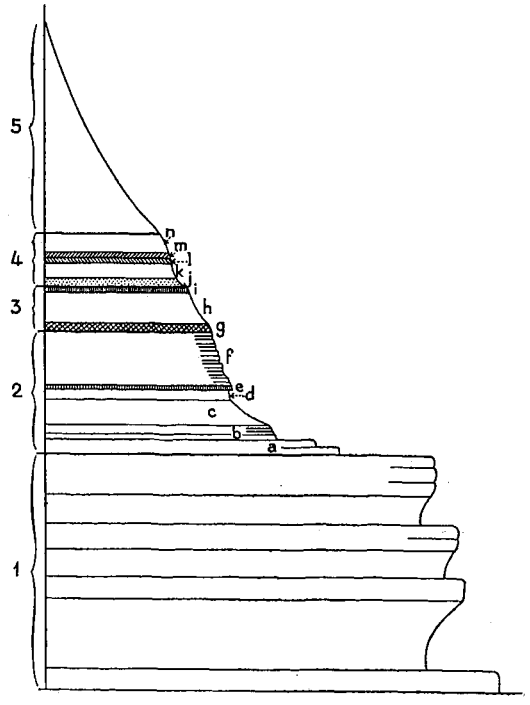


Fig. 379. — Coupe détaillée des assises crétacées de la Perte du Rhône (d'après E. RENEVIER). 1/1000.

1, Urgonien à *Requienia ammonia*; 2, Rhodanien (Aptien inf^{r}); 3, Aptien supérieur; 4, Albien; 5, sables verdâtres sans fossiles (?Cénomanien).

a, Calcaire roux à *Toucasia Lonsdalei* et *Pterocera pelagi*; b, marnes à *Heteraster oblongus*; c, argiles rouge vif et bleuâtres; d, grès marneux gris verdâtre; e, couche à *Orbitolina lenticularis*; f, grès marneux gris verdâtre; g, grès verdâtre à *Exogyra aquila*; h, sable vert bleuâtre; i, grès dur à *Astarte obovata*, *Trigonia caudata*, *Acanthoceras Cornueliaanum*; j, sable verdâtre à *Parahoplites Milletianum*; k, sable verdâtre; l, sable bleu verdâtre à *Desmoceras Beudanti*; m, grès jaunâtre à *Mortoniceras inflatum*; n, grès rougeâtre.

Jura et détroit Morvano-Vosgien. — Avant de passer à l'étude du Mésocrétacé dans les nappes sous lesquelles s'enfoncent les plis du massif de la Dent de Morcles, nous devons donner un aperçu sommaire de l'extension de ce groupe dans le Jura et aux approches du détroit Morvano-Vosgien, par où s'opérait la jonction du bassin du Rhône avec le bassin Anglo-Parisien.

On connaît, dans toute la partie occidentale du Jura, depuis la cluse du Rhône, au sud, jusqu'à la vallée de l'Ognon, au nord, une foule de lambeaux isolés de l'étage ALBIEN, qu'il est impossible d'énumérer ici. Il suffira de faire connaître la succession dans deux localités qui sont classiques et qui ont servi de point de départ pour l'établissement des zones paléontologiques de l'étage.

La succession de la Perte du Rhône (fig. 379), près Bellegarde (Ain), a été étudiée en grand détail par Renevier [121]. Sur des couches à *Douvilleiceras nodosocostatum*, qui correspondent au niveau de Clansayes, c'est-à-dire à l'Aptien supérieur, reposent des sables à *Inoceramus sulcatus*, *Parahoplites Milletianus*, *Hoplites tardefurcatus*, *regularis*, *Douvilleiceras mamillatum*, etc. C'est la zone à *Hoplites tardefurcatus*. Elle est surmontée par des sables

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

sans fossiles, qui représentent évidemment la zone à *Hoplites dentatus*. Puis viennent des sables bleu verdâtre et des grès jaunâtres, qui renferment à peu près les mêmes fossiles et notamment *Mortoniceras Hugardianum*, *Bouchardianum*, *Candollianum*, *Brancoceras varicosum*. C'est la zone supérieure de l'Albien, car on n'y trouve pas encore d'espèces cénomaniennes, ni même d'espèces qui, comme *Mortoniceras inflatum*, *Turrilites Puzosianus*, *Bergeri*, caractérisent surtout les couches de passage entre les deux étages.

Aux environs de Sainte-Croix (Vaud) [3 *bis*, 95], la succession est non moins nette (fig. 352). L'Aptien supérieur est recouvert par des sables à fossiles phosphatés, avec *Parahoplites Milletianus*, *Hoplites tardefurcatus*, *regularis*. Puis viennent des marnes à fossiles pyriteux, avec *Desmoceras Beudanti*, *Parandieri*, *Hoplites dentatus*, *Mortoniceras Roissyanum*. Ce sont les deux zones inférieures de l'Albien. Elles supportent une série puissante de grès, qui affleurent près de la Vraconnaz et renferment *Puzosia Mayoriana*, *Desmoceras latidorsatum*, *Hoplites falcatus*, *Mortoniceras inflatum*, *Brancoceras varicosum*, *Stoliczkaia dispar*, *Turrilites Bergeri*, *Puzosianus* et de nombreux *Anisoceras*. La faune est identique à celle de la Fauge, elle a un cachet plus récent que celle de l'Albien supérieur de la Perte du Rhône, on n'y trouve cependant pas encore *Schlœnbachia varians*, qui ailleurs se trouve déjà dans la zone à *Mortoniceras inflatum*. Renevier a fait de ce niveau le type de son étage *Vraconnien*.

Dans toutes les localités du Jura, les couches albiennes sont extrêmement riches en Lamellibranches et surtout en Gastéropodes. Les Ammonites appartiennent exclusivement à des genres à coquilles très ornées, conformément au caractère néritique des dépôts [222].

L'Albien repose, dans le Jura méridional et jusqu'au Val de Travers, sur l'Aptien. Plus au nord, il est trangressif et s'appuie d'abord sur l'Urgonien, puis finalement, dans les vallées de l'Ognon et de la Saône, sur l'Hauterivien [97]. Le lambeau le plus oriental est celui de Renan, dans le Val Saint-Imier; le plus septentrional est celui de Saint-Gand, près Fresnes-Saint-Mamès (Haute-Saône). Les faciès y sont les mêmes qu'à Sainte-Croix, mais le Vraconnien n'y est pas connu.

Des lambeaux épars de l'étage Albien existent également en dehors du Jura, sur le bord du Plateau Central, par exemple à Cuiseaux (Saône-et-Loire) [225], à Mirebeau et à Martannay-le-Bois, dans la Côte-d'Or [224], où ils reposent directement sur le Portlandien. Ils jalonnent, avec ceux de la Haute-Saône, l'ancien passage de la mer albienne par le détroit Morvano-Vosgien. Une nappe continue de dépôts albiens devait relier les affleurements du bord sud-est du bassin de Paris aussi bien avec ceux du Jura qu'avec ceux du bassin du Rhône, car l'analogie de faciès que présentent les dépôts albiens des deux côtés du plateau de Langres est aussi complète que possible.

Les lambeaux de CÉNOMANIEN sont encore plus rares dans le Jura que ceux de l'Albien [223, 226]. Souvent on ne les rencontre qu'à l'état de blocs épars. L'un des principaux gisements est celui de la Mouille-Mougnon, près Sainte-Croix (Vaud) [3 *bis*, 95], où le Vraconnien, dont il a été question plus haut, supporte un calcaire blanc crayeux, avec la faune de Rouen : *Acanthoceras rotomagense*, *cenomanense*, *Mantelli*, *Schlœnbachia varians*, *Turrilites costatus*, *Scaphites æqualis*, nombreux Lamellibranches, *Holaster subglobosus*. Des dépôts en tous points semblables ont été signalés dans les environs de Saint-Claude et de Nozeroy [226].

Généralement le Cénomanien repose normalement sur l'Albien, mais, vers l'est, il déborde sur cet étage. Ainsi, aux environs de Neuchâtel, ses lambeaux s'appuient sur l'Urgonien; près de Valfermé, ils reposent sur le Valanginien; à Bienne, ils ont de même comme substratum le Portlandien [97, 223].

Des lambeaux de couches cénomaniennes, avec espèces de la faune de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Rouen, se rencontrent également entre les vallées de l'Ognon et de la Saône, à Cuiseaux (Saône-et-Loire) [225] et aux environs de Dijon.

Les témoins de l'ancienne extension du TURONIEN sont encore plus précaires. On a signalé à Lains (Jura) un lambeau de craie à silex avec *Cyclolites ellipticus*; près de Mâcon, des débris de craie à *Inoceramus labiatus;* près de Tanay (Côte-d'Or), enfin, une craie à Brachiopodes (*Terebratula Heberliana, Terebratulina campaniensis, gracilis*) [224]. On est donc en droit d'étendre à tout le groupe Mésocrétacé les conclusions auxquelles nous a conduits l'étude de la répartition des dépôts albiens.

Alpes Suisses. — La distribution des faciès du groupe Mésocrétacé dans les Alpes calcaires suisses obéit aux mêmes règles que celles mises en évidence par l'étude des faciès du groupe Éocrétacé. En effet, Ch. Jacob [11], en replaçant par la pensée, dans leur position primitive, les nappes helvétiques, aujourd'hui empilées, a pu montrer que, en partant de la zone autochtone, l'ensemble des couches mésocrétacées s'épaissit vers le sud et que les faciès néritiques font place graduellement à des formations vaseuses, incontestablement bathyales. En même temps, il a établi que les dépôts successifs sont transgressifs les uns sur les autres et vers le nord.

Dans une zone où la succession des dépôts crétacés est complète et où la série mésocrétacée est encore entièrement néritique, comme par exemple au Bürgenstock, près Stans, ou dans les Churfirsten, près Wallenstadt, on observe, au-dessus des calcaires urgoniens, une brèche à Échinodermes, qui représente l'Aptien supérieur. Les couches suivantes constituent l'ALBIEN. Ce sont principalement des schistes avec bancs de grès glauconieux, caractérisés par *Inoceramus concentricus, Hoplites interruptus, Deluci, tardefurcatus, Parahoplites Milletianus, Douvilleiceras mamillatum.* Ils passent, à leur partie supérieure, à des calcaires à nodules (« Ellipsoiden-Grünsandkalk »), avec *Belemnopsis minimus,* dont les couches les plus élevées ont fourni quelques-unes des espèces les plus caractéristiques de la faune vraconnienne : *Stoliczkaia dispar, Brancoceras varicosum, Turrilites Bergeri, Puzosianus, Hamites virgulatus.*

Au-dessus vient le *Seewerkalk,* qui représente le Cénomanien proprement dit et le Turonien. Dans la zone autochtone, située primitivement au nord des nappes où la série est complète, l'Aptien et l'Albien font généralement défaut et l'on voit alors, comme par exemple au Piz Dartgas, au Kistenpass et dans la chaîne du Dayen, le Vraconnien reposer directement sur l'Urgonien. La présence, au Piz Dartgas [XXXVII, 53], de *Schlœnbachia varians,* dans les mêmes couches qu'*Holaster subglobosus, Stoliczkaia dispar* et *Turrilites Bergeri,* montre avec évidence que l'on a affaire à la zone à *Mortoniceras inflatum,* qui est ici transgressive et supporte des calcaires peu épais et peu fossilifères, équivalents du « Seewerkalk ».

Dans la vallée de l'Engelberger Aa, Tobler et Ch. Jacob [132] ont observé la superposition directe du Seewerkalk sur l'Albien, dont la surface supérieure est ravinée, ce qui indique, ici aussi, des mouvements orogéniques d'une faible amplitude. Au sud de la zone néritique dont il a été question se trouvait, par contre, une région où le faciès vaseux a envahi non seulement le Barrémien et l'Aptien, mais encore l'Albien. Ces trois étages sont représentés, en effet, au sud du Frohnalpstock, par une série compréhensive, les *schistes de Wang.* C'est l'indice de l'approche de la région axiale du géosynclinal.

Pour ce qui est du CÉNOMANIEN et du TURONIEN, on sait déjà que, dans la zone autochtone et dans les nappes du type helvétique, ces deux étages

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

sont représentés par le *Seewerkalk*. C'est une masse d'épaisseur variable, de calcaires grisâtres ou rosés, à surfaces noduleuses, couvertes de pellicules argileuses. Comme elle fait suite en concordance aux couches glauconieuses vraconniennes, sa base est certainement cénomanienne. Cette détermination est confirmée par la présence, dans quelques localités privilégiées, de Bélemnites (*Belemnopsis ultimus, semicanaliculatus, gracilis*) ou de fossiles de la craie de Rouen, tels que *Holaster subglobosus, Schlœnbachia varians, Acanthoceras rotomagense, Mantelli, Turrilites costatus*. La partie supérieure est généralement attribuée au Turonien, car elle supporte des schistes à faune sénonienne.

L'existence du groupe Mésocrétacé dans la nappe inférieure des Préalpes résulte uniquement de la continuité de sédimentation que l'on observe, dans les chaînes extérieures des Préalpes Vaudoises et Fribourgeoises, entre l'Éocrétacé et le Mésocrétacé, tous deux caractérisés par des faunes dont l'âge ne peut être mis en doute.

Dans les nappes supérieures des Préalpes, on ne connaît aucune trace ni de l'Aptien ni de l'Albien. Les étages supérieurs du système Crétacé sont représentés par une formation connue sous le nom de *couches rouges*, qui repose en transgressivité sur le Néocomien ou sur le Jurassique. On l'attribue d'ordinaire au Sénonien, ou tout au plus au Turonien, mais récemment G. Rœssinger à trouvé à Leysin (Vaud), à côté d'Échinides et d'Inocérames incontestablement sénoniens, des Rudistes que H. Douvillé attribue au genre *Sauvagesia* et qu'il envisage comme cénomaniens. L'attribution d'une partie des couches rouges au Turonien est basée uniquement sur des échantillons d'*Inoceramus. Brongniarti*, trouvés à Wimmis, près Thoune.

Jusqu'ici aucun terme du groupe Mésocrétacé n'a été rencontré, en arrière des Alpes Suisses, dans les chaînes internes des Alpes orientales, mais on a signalé, sur la frontière franco-italienne, dans la zone du Briançonnais, des calcaires noirs à Rudistes silicifiés, qui semblent reposer directement sur le Tithonique. Près d'Argentera, ces calcaires ont fourni, d'après une détermination de H. Douvillé [7], *Hippurites Rousseli*, espèce caractéristique du TURONIEN.

Alpes orientales. — Le groupe Mésocrétacé ne nous fournira guère d'arguments en faveur de la théorie du charriage des Alpes calcaires septentrionales et de l'enracinement des nappes sur le versant sud de la chaîne. Il existe, en effet, dans une grande partie des Alpes orientales, une lacune stratigraphique, qui correspond à la presque totalité du Mésocrétacé. L'étage inférieur n'est connu que dans la *zone du Flysch*, qui constitue, ainsi qu'on l'a vu précédemment, le prolongement des nappes helvétiques.

Dans le Brezenger Wald et dans les premiers contreforts des Alpes de Bavière, on observe, au-dessus de l'Urgonien et de l'Aptien à *Orbitolina lenticularis*, des sables glauconieux à *Inoceramus concentricus, Desmoceras Beudanti, Hoplites splendens, tardefurcatus, Douvilleiceras mamillatum*, qui représentent l'ALBIEN proprement dit [34]. Dans certaines localités, ce sont les espèces vraconniennes qui prédominent (*Puzosia Mayoriana, Mortoniceras inflatum, Brancoceras varicosum*). Au-dessus de ces sables, le CÉNOMANIEN proprement dit est représenté par des calcaires en bancs minces, tout à fait comparables au « Seewerkalk » et caractérisés par *Holaster subglobosus*.

Le TURONIEN ne semble exister que dans le Bregenzer Wald, où Gümbel signale, dans les *couches de Hohenems*, au-dessus du « Seewerkalk », *Inoceramus Brongniarti* et *Scaphites Geinitzi*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Sur le bord septentrional de la nappe de Bavière, le Cénomanien est transgressif et repose soit sur le Jurassique, soit sur le Trias. Il est constitué, aux environs d'Oberammergau, par des calcaires gris et par des bancs de conglomérats, alternant avec des couches marneuses. On y trouve *Orbitolina concava*, des Zoanthaires, *Exogyra columba*, *Neithea quinquecostata*, *Protocardia hillana*, *Turritella granulata*, *Puzosia Mayoriana*, *Hoplites falcatus*, *Acanthoceras Mantelli* [227]. La même faune a été rencontrée plus à l'est, par M. Schlosser [34 *bis*], dans la vallée de l'Inn, en aval de Kufstein.

C'est par le Turonien que débutent les *couches de Gosau*, formation en majeure partie sénonienne, particulièrement bien développée dans la nappe de Bavière, dont l'étude trouvera sa place dans le paragraphe consacré au Néocrétacé des Alpes orientales.

Sur le versant méridional des Alpes, l'Albien n'est guère connu que dans la Vénétie occidentale, où les couches les plus élevées du *biancone* renferment quelques espèces caractéristiques de l'étage (*Inoceramus concentricus*, *Puzosia planulata*, *Mortoniceras Roissyanum*, *Hamites alternatus*) [140]. On observe d'ailleurs, dans cette région, un passage insensible entre le *biancone* et la *scaglia*. Cette dernière est en majeure partie sénonienne, mais on a indiqué, à la limite des deux formations, des espèces, telles que *Acanthoceras Mantelli* et *Inoceramus Brongniarti*, qui permettent de conclure à la présence du Cénomanien et du Turonien [0,7].

Dans le Sud-Est de la Vénétie, il existe de puissantes masses de formations zoogènes, déposées sur le *géanticlinal forojulien*, dont une partie appartient au Turonien. Nous en joindrons l'étude à celle de la partie néocrétacée de ces masses.

Europe orientale. — Avant de poursuivre les dépôts mésocrétacés dans les zones qui prolongent à l'est les divers rameaux des Alpes, il est nécessaire d'étudier ces dépôts dans le « Vorland » commun aux Alpes orientales, aux Karpates et aux Balkans. Nous sommes ainsi conduits à étudier successivement, du nord au sud : 1° la Russie centrale; 2° la Pologne, la Podolie et la Russie méridionale; 3° le pourtour du massif de Bohême; 4° les Karpates, les Balkans, la Crimée, le Caucase; 5° la Forêt de Bakony, la Transylvanie, la Serbie et la Grèce orientale; 6° les Alpes Dinariques et leur prolongement en Grèce.

Russie centrale. — Les étroites affinités qui unissaient, à l'époque Éocrétacée, la Russie centrale à l'Allemagne du Nord persistent à l'époque Mésocrétacée et évoquent l'idée d'une communication directe entre les deux pays.

L'Albien n'est représenté d'une manière certaine que dans les gouvernements de Moscou, de Vladimir et de Simbirsk. Il est constitué par des sables glauconieux, avec fossiles transformés en phosphate de chaux, identique à ceux que nous avons appris à connaître dans les Ardennes. Les Ammonites appartiennent presque exclusivement à des espèces très communes dans les gisements de l'Europe occidentale [13] : *Desmoceras Beudanti*, *Hoplites dentatus*, *Benettiæ*, *Sonneratia Dutempleana*, etc.

Les dépôts qui reliaient ces lambeaux soit aux affleurements de l'Allemagne du Nord, soit à ceux du Caucase, ont été vraisemblablement détruits par la mer cénomanienne.

Le Cénomanien a une extension géographique beaucoup plus considérable. Il débute souvent par des argiles noires, résultant du remaniement des argiles jurassiques. Puis viennent des sables glauconieux à phosphorites, qui passent, à leur partie supérieure, à des marnes crayeuses. La faune comprend des Brachiopodes (*Lingula Krausei*, *Rhynchonella nuciformis*), des Lamellibranches (*Exogyra haliotidea*, *conica*, *Ostrea hippopodium*, *Neithea quinquecostata*, *Pecten hispidus*), des Céphalopodes (*Acanthoceras rotomagense*, *Schlœnbachia varians*, *Actinocamax plenus*), des Poissons, des Reptiles.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le TURONIEN est constitué par une craie grise ou blanche, marneuse et souvent décalcifiée sur de grandes étendues. Les fossiles sont mal conservés. On peut citer *Ostrea hippopodium*, *Avicula tenuicostata*, *Inoceramus labiatus*, *Brongniarti*, *russiensis*, *Actinocamax plenus* et des restes de Poissons.

Pologne, Podolie, Russie méridionale. — Contrairement à ce qui a lieu dans le Centre de la Russie, l'étage Albien fait totalement défaut dans la zone isopique qui comprend la Pologne, la Podolie et la Russie méridionale.

La transgression mésocrétacée débute par le CÉNOMANIEN, qui, en Podolie, repose soit sur le Jurassique, soit sur le Dévonien et le Silurien [228]. On observe souvent un conglomérat de base, auquel font suite des sables, des marnes ou une craie glauconieuse. Parmi les fossiles, on cite notamment *Ostrea carinata*, *Chlamys asper*, *Neithea quinquecostata*, *Puzosia Mayoriana*, *Acanthoceras Mantelli*, *Schlœnbachia varians*, *Belemnopsis minimus*. Le Cénomanien est beaucoup moins fossilifère dans le bassin du Donetz, où ses marnes glauconieuses renferment *Lingula subovalis*, *Exogyra haliotidea*, *Neithea quinquecostata*.

Le TURONIEN affleure en Pologne sous la forme de marnes à *Inoceramus Cuvieri*, *Pachydiscus peramplus*, *Prionotropis Woolgari*. Il en est de même dans la Russie méridionale, où les Ammonites sont beaucoup plus rares.

Massif de Bohême. — Le bord externe des Karpates confine, à l'est de Cracovie, à la zone dont il vient d'être question; plus à l'ouest, par contre, le « Vorland » de la chaîne est constitué par un tronçon des plissements varisques qui s'intercale entre la plaine de l'Allemagne du Nord et les Karpates. C'est le massif de Bohême. Les dépôts mésocrétacés le recouvraient en partie et les dénudations ultérieures en ont laissé subsister des lambeaux très étendus, aussi bien sur ses bords, en Bavière et en Silésie, que dans l'intérieur même, où une zone continue s'étend depuis Dresde jusqu'en Moravie, chevauchée au nord par les montagnes granitiques de la Lusace et du Riesengebirge et débordant vers le centre du massif jusqu'aux environs de Prague. Ces trois lambeaux d'inégale importance présentent des analogies stratigraphiques telles qu'il n'y a aucun inconvénient à les traiter en même temps. D'autre part, le Coniacien, qui est le seul étage du Néocrétacé représenté dans la région, a de telles affinités avec le Cénomanien et le Turonien que nous l'étudierons en même temps que ces deux étages.

Les deux sédiments qui prédominent dans cette série sont les grès, connus dans la Suisse Saxonne sous le nom de *Quadersandstein*, et les craies marneuses, que les géologues allemands désignent du nom de *Pläner* [15-17]. Les alternances répétées de ces deux formations montrent que le massif de Bohême était soumis à des oscillations verticales successives. Le caractère de la faune subit des modifications qui sont en relation avec ces oscillations et ce sont tantôt les formations néritiques qui prédominent, tantôt les formations bathyales. Les grès renferment souvent des empreintes végétales, qui ont permis de reconstituer une flore assez riche. Le genre *Credneria*, qui en est un des éléments les plus caractéristiques, était pendant longtemps envisagé comme la plus ancienne Dicotylédone connue.

En résumé, le Crétacé du massif de Bohême peut être subdivisé de la manière suivante[1] :

1. Les noms employés par Gümbel, pour la région de Ratisbonne, par Frič, pour la Bohême, par Geinitz, pour la Saxe, ont été mis entre parenthèses.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

CÉNOMANIEN. 1° Conglomérats, grès, sables et argiles avec débris végétaux (Schutzfels Schichten, Perucer Schichten);

2° Grès verts, calcaires, marnes (Regensburger Sch., Korycaner Sch., Unterquader), avec *Catopygus obtusus*, *Exogyra columba*, *Chlamys asper*, *Trigonia sulcataria*, Monopleuridés, Caprinidés, *Acanthoceras rotomagense*, *Scaphites æqualis*.

TURONIEN. 1° Grès et calcaires marneux ou siliceux (Reinhausener Sch. et Winzerberg Sch., Weissenberger Sch. et Malnitzer Sch., Mittelquader et Pläner), avec *Rhynchonella Cuvieri*, *Inoceramus labiatus*, *Brongniarti* et — en Bohême — nombreuses Ammonites : *Puzosia Laubei*, *Pachydiscus peramplus*, *lewesiensis*, *Prionotropis Schlüteri*, *Mammites nodosoides*, *Tischeri*, *michelobensis*;

2° Marnes et calcaires (Kagerhöhe Sch., Iser, Teplitzer et Priesener Sch. p. p., oberer Pläner), avec *Micraster breviporus*, *Spondylus spinosus*, *Inoceramus Brongniarti*, *Cuvieri*, *Pachydiscus peramplus*, *Prionocyclus Germari*, *Prionotropis Neptuni*, *Scaphites Geinitzi*.

CONIACIEN. Marnes ou argiles surmontées de grès (Marterberg Sch. et Grossberg Sch., Priesener Sch. p. p., Chlomeker Sch., Ueberquader), avec *Micraster*, *Ostrea*, *Placenticeras Orbignyi*, *Barroisiceras Haberfellneri*, *Peroniceras subtricarinatum*, *Gauthiericeras bajuvaricum*, *Scaphites Lamberti*.

Les Ammonites sont beaucoup plus abondantes en Bohême [230, 231] et en Saxe [232] qu'en Bavière, ce qui indique l'existence d'une profonde dépression traversant le massif ancien parallèlement à l'axe tectonique du Riesengebirge. En Moravie, l'épaisseur du Cénomanien est très variable et se réduit quelquefois à zéro, le Turonien reposant, d'après Tietze, directement sur les terrains paléozoïques.

Zones externes des Karpates. — Dans les zones externes des Karpates septentrionales, que V. Uhlig a définies sous les noms de *zone subbeskide* et de *zone beskide*, le groupe Néocrétacé n'est représenté que par son étage inférieur. Le *grès de Godula*, concordant avec l'Éocrétacé, a fourni *Dentalium decussatum* et *Desmoceras Dupinianum*, qui permettent de l'attribuer à l'ALBIEN.

Dans une zone plus interne, l'existence de l'ALBIEN résulte de la découverte d'*Hoplites tardefurcatus* dans la vallée de l'Arva. Dans les « Klippen » de la Waag, par contre, c'est le CÉNOMANIEN qui entoure les anticlinaux jurassiques. Il est constitué par des grès et des conglomérats à *Exogyra columba* et par des marnes à nodules de sidérose.

Des conglomérats, surmontés de grès à *Exogyra columba* et de marnes à *Inoceramus striatus* et *Hemiaster bufo*, représentent le Cénomanien à Glodu, en Moravie.

Le même étage est également transgressif sur le versant méridional des Karpates orientales. Il est constitué par une puissante formation détritique, les *conglomérats de Bucegi*, qui alternent avec des grès lignitifères et sont formés d'éléments empruntés aux terrains cristallins, au Jurassique, au Néocomien. Ils reposent en discordance angulaire sur le Jurassique ou sur l'Éocrétacé (fig. 340). On y a signalé, entre autres, les espèces suivantes [233] : *Rhynchonella triangularis*, *Exogyra haliotidea*, *Trajanella Munieri*, *Gaudryceras Sacya*, *Puzosia Mayoriana*, *Takei*, *Alimanestianui*, *Stoliczkaia dispar*, *Mortoniceras inflatum*, *Acanthoceras Mantelli*, *Scaphites Meriani*, *Anisoceras armatum*, *Belemnopsis ultimus*. C'est là incontestablement une faune vraconnienne.

Zones internes des Karpates. — Sur le bord interne de la chaîne, on rencontre le Cénomanien dans la *zone haute-tatrique*, où il est à l'état de marnes fissiles, transgressives sur le Jurassique. On y a trouvé *Puzosia planulata*, associée à des *Acanthoceras* et à des *Turrilites* indéterminables [XXXVI, 53].

Plus au sud, dans la forêt de Bakony, Fr. von Hauer [234] a fait connaître deux niveaux superposés (*couches de Nána*, *couches de Penzeskút*) de marnes glauconieuses, qui représentent les couches de passage de l'Albien

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

au Cénomanien et correspondent manifestement aux deux zones à *Mortoniceras Hugardianum* et à *M. inflatum*, telles que nous avons appris à les connaître à la Fauge, aux Fiz, à Cheville, à la Vraconnaz, etc. En voici les principales espèces[1] : *Puzosia planulata* (P.), *Desmoceras latidorsatum* (N.), *Stoliczkaia dispar* (N., P.), *Hoplites falcatus* (P.), *Mortoniceras inflatum* (N., P.), *Acanthoceras Mantelli* (P.), *Scaphites Hugardianus* (N.), *Anisoceras armatum* (P.), *Turrilites Bergeri* (P.), *Puzosianus* (P.), *Stachei* (N.), *Belemnopsis ultimus* (N.).

Le CÉNOMANIEN est particulièrement bien développé dans le Sud-Ouest de la Transylvanie, où il est également transgressif, reposant soit sur les schistes cristallins, soit sur le Néocomien. Il débute par un conglomérat de base et comprend, d'après les recherches d'Halaváts, Pálfy, Blanckenkorn et Nopcsa [235], des grès et des marnes, dans lesquels les Gastéropodes et les Céphalopodes paraissent cantonnés dans des bancs spéciaux. Les Gastéropodes suivants indiquent l'établissement temporaire de conditions lagunaires : *Nerita Goldfussi*, *Dejanira bicarinata*, *Pyrgulifera acinosa*, *Cerithium sexangulum*, *Glauconia Coquandi*. Les Actéonelles et les Nérinées abondent dans certaines couches, où l'on trouve également des Rudistes. Les Ammonoïdés (*Acanthoceras cenomanense*, *rotomagense*, *Mantelli*, *Puzosia planulata*, *Turrilites costatus*) ne laissent aucun doute sur la présence du niveau de la craie de Rouen.

Le Turonien semble faire totalement défaut sur les deux versants des Karpates et ce sont des termes plus ou moins élevés du Sénonien qui font suite au Cénomanien.

Chaîne des Balkans. — Le terme inférieur du groupe Mésocrétacé n'a encore été signalé que dans le Balkan occidental, à Köstendil, où l'on a trouvé quelques Ammonites caractéristiques de l'ALBIEN. Dans le Balkan oriental, par contre, ses deux étages supérieurs sont représentés. Le CÉNOMANIEN est exclusivement gréseux, ses assises sont toujours plissées et renferment, d'après Zlatarski [236], *Orbitolina concava*, *Cidaris vesiculosa*, *Calopygus carinatus*, *Rhynchonella compressa*, *Terebratula biplicata*, *Exogyra columba*, *Acanthoceras Mantelli*. A Kotel, Toula [164] signale en outre de nombreux Zoanthaires, des Hydrozoaires (*Parkeria*), des Bryozoaires et quelques Lamellibranches indéterminés.

Il convient probablement d'attribuer au TURONIEN les grès et les marnes à Fucoïdes et Inocérames, associés à des tufs andésitiques, qui, d'après Toula, sont très développés entre Aitos et Tikenlik.

Plateau bulgare et Dobrogea. — Les dépôts crétacés n'affleurent pas entre le bord méridional des Karpates roumaines et le Danube, mais, entre ce fleuve et le Balkan, s'étend une région de plateaux, où, contrairement à ce qui a lieu dans le Balkan, le Crétacé est resté horizontal sur de grandes étendues. C'est le *Plateau bulgare*, qui se prolonge au nord sur le territoire roumain, dans la *Dobrogea*. L'Albien est inconnu dans toute cette région.

Dans l'Ouest, on voit affleurer, sur les bords de l'Isker, des calcaires à silex, avec *Exogyra columba*, *Inoceramus labiatus*, *Brongniarti*, qui représentent probablement à la fois le Cénomanien et le Turonien. Plus à l'est, le groupe Mésocrétacé fait défaut et l'on voit le Sénonien reposer directement sur le Barrémien.

Dans la Dobrogea, le Turonien reparaît sous la forme de calcaires gréseux, faiblement glauconieux, dans lesquels V. Anastasiu [XXXVI, 101] a

1. Les initiales N. et P. placées entre parenthèses indiquent la présence de l'espèce soit dans les couches de Nána, soit dans celles de Penzeskút.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

recueilli *Echinoconus subrotundus*, *Hemiaster Leymeriei*, *Rhynchonella Cuvieri*, *Inoceramus labiatus*. Il repose en couches horizontales sur les terrains paléozoïques redressés et supporte en concordance le Sénonien.

Crimée. — Les renseignements que l'on possède sur les dépôts mésocrétacés de la Crimée sont très précaires.

Karakasch [167] attribue à l'ALBIEN des grès et des calcaires gréseux à *Ostrea arduennensis* et *Plicatula inflata*, qui font suite en concordance à l'Éocrétacé et qui supportent des formations crayeuses, dont la majeure partie est certainement néocrétacée, tandis que la présence du Cénomanien et du Turonien est encore douteuse.

Caucase. — Contrairement à ce qui a lieu dans les Karpates et sans doute aussi dans les Balkans, il y a, au Caucase, continuité entre les dépôts éocrétacés et les dépôts mésocrétacés. Au-dessus de l'Aptien le plus élevé, caractérisé par la faune de Clansayes, vient l'ALBIEN, représenté, comme en tant de points de l'Europe occidentale, par des grès glauconieux. La faune est aussi celle des localités classiques [63, 64] : *Inoceramus concentricus*, *Pinna Robinaldina*, *Astarte Dupiniana*, *Panopæa acutisulcata*, *Solarium ornatum*, *Avellana incrassata*, *Desmoceras Beudanti*, *Puzosia Mayoriana*, *Hoplites interruptus*, *Deluci*, *Sonneratia Dutempleana*, *Mortoniceras inflatum*, *Belemnopsis minimus*. Les couches supérieures renferment un banc à *Aucella caucasica* et *Coquandi*.

Le CÉNOMANIEN est non moins bien représenté. Sur le versant nord, il est à l'état de calcaires marneux à *Acanthoceras Mantelli*, *rotomagense*, *Scaphites æqualis*. Sur le versant méridional, il est constitué, aux environs de Koutaïs, par des grès glauconieux à *Holaster subglobosus*, *Catopygus carinatus*, *Chlamys asper*, *Inoceramus Lamarcki*, *Acanthoceras Mantelli*, *rotomagense*, *Schlœnbachia varians*, *Scaphites æqualis*.

La présence du TURONIEN a été indiquée également, sur les deux versants de la chaîne, sous la forme de craie marneuse sans silex, avec *Discoidea infera*, *Ostrea proboscidea*, *Inoceramus labiatus*, *Cuvieri*. Aux environs de Koutaïs, Abich a signalé, en outre, des calcaires à Rudistes, qui prennent plus au sud, dans les hauts plateaux de l'Arménie, un développement important. Dans le Karabagh, ils débutent par des conglomérats et reposent quelquefois directement sur les couches paléozoïques. Ils renferment, d'après Anthula [64], *Corbis armeniaca*, *Radiolites Mortoni*, *Turritella nodosa*, *Glauconia ornata*, *Nerinea Pailleteana*, *pulchella*, *Itieria abreviata*, *Cerithium Abichi*, *Volvulina armeniaca*, *Actæonella Renauxiana*, *cylindracea*. C'est le faciès des couches de Gosau.

Serbie. — A l'ouest et au sud de la zone tectonique et isopique qui comprend les Karpates, les Balkans, la Crimée et le Caucase se trouve une zone où les dépôts mésocrétacés présentent des caractères tout différents. C'est le massif ancien, le *continent oriental* d'E. von Mojsisovics, qui sépare les Balkans des Alpes Dinariques. Les formations néritiques y sont prédominantes. La Serbie est une partie intégrante de cette zone.

L'ALBIEN est bien développé dans le district de Belgrade, dans l'arrière-pays du tronçon N.-S. qui réunit les Karpates au Balkan. Un calcaire ferrugineux rouge a fourni à Zujović [161] des Échinides (*Pseudodiadema*, *Discoidea*, *Epiaster*), *Terebratula Dutempleana*, des Lamellibranches (*Inoceramus concentricus*, *Salomonis*, *Arca*, *Panopæa*), des Gastéropodes (*Rostellaria*, *Trochus*, *Natica*) et des Céphalopodes très caractéristiques : *Phylloceras Velledæ*, *Tetragonites Timotheanus*, *Kossmatella Agassiziana*, *Desmoceras Beudanti*, *latidorsatum*, *Puzosia Mayoriana*, *Hoplites tardefurcatus*, *Acanthoceras mamillatum*, *Belemnopsis minimus*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le CÉNOMANIEN est représenté à Knaževac par des grès à grain fin, avec *Inoceramus cuneiformis*, *Puzosia subplanulata*, *Hoplites falcatus*, *Acanthoceras Mantelli*.

Le TURONIEN est à l'état de calcaires ou de marnes à *Inoceramus mytiloides* et *regularis*.

Alpes Dinariques. — On ne trouve plus aucune trace, à l'époque Mésocrétacée, de l'existence d'un géosynclinal correspondant à l'emplacement des Alpes Dinariques. Les formations néritiques deviennent tout à fait prédominantes et rappellent à tous égards celles du géanticlinal forojulien. L'Albien paraît faire entièrement défaut et le Cénomanien est presque toujours représenté par des dolomies sans fossiles ou par des calcaires bien stratifiés à silex, qui n'ont fourni que tout à fait exceptionnellement des Ammonites voisines d'*Acanthoceras rotomagense*. Kossmat [237] a rencontré toutefois, sur le plateau de Locovec, dans le Haut Karst traversé par l'Isonzo, des calcaires à Rudistes, que la présence d'*Apricardia Steinmanni*, *Monopleura Douvillei*, *Nerinea Dolomieui* lui fait attribuer au Cénomanien, par analogie avec les couches qui, dans les Abruzzes et en Sicile, renferment les mêmes espèces.

Le Turonien constitue, par contre, un horizon très constant dans toute l'étendue des Alpes Dinariques, nous en joindrons l'étude à celle du Sénonien, comme nous avons fait pour celui des Alpes Vénitiennes.

Grèce. — Le groupe Mésocrétacé est encore fort mal connu en Grèce. A. Bittner a toutefois reconnu l'existence de l'ALBIEN à Agoriani, en plein massif du Parnasse. Des calcaires rouges et gris lui ont donné : *Rhynchonella Deluci*, *Terebratula agorianitica*, des Rudistes indéterminables, d'autres Lamellibranches (*Macrodon pseudavicula*), des Gastéropodes (*Avellana parnassica*) et quelques Ammonites, notamment *Kossmatella Agassiziana*, *Desmoceras Beudanti*, *latidorsatum*, *Puzosia Mayoriana*.

Le CÉNOMANIEN est représenté, d'après Deprat [62], dans l'île d'Eubée, par des calcaires à Rudistes (*Sauvagesia Nicaisei*, *Polyconites*, *Caprina*, *Caprinella*), Huîtres, Gastéropodes et Foraminifères.

Le même auteur attribue au TURONIEN des calcaires gris, superposés aux précédents, dans lesquels il a cru reconnaître *Astrocœnia decaphylla*, *Plagioptychus Aguilloni*, *Sphærulites Desmoulinsi*, *Radiolites Choffati*.

Des calcaires à *Biradiolites*, qui affleurent au cap Liano, en Crète, ont été également attribués au Turonien.

POURTOUR DE LA MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE. — Passant maintenant à la zone de plissements qui constitue le prolongement des Alpes calcaires méridionales vers le S.W., c'est-à-dire à l'Apennin, nous allons étudier, comme nous l'avons fait pour le groupe Éocrétacé, les chaînes qui entourent la dépression occidentale de la Méditerranée et nous nous occuperons en même temps des terrains mésocrétacés qui recouvrent les régions d'ancienne consolidation constituant l'avant-pays de ces chaînes.

Apennin et Sicile. — Comme pour les périodes précédentes, nous allons pouvoir reconnaître dans l'Apennin l'existence d'une zone centrale correspondant à un géosynclinal et caractérisée par des formations bathyales et nous verrons qu'elle est comprise entre deux zones néritiques.

La *zone néritique occidentale* correspond aux Alpes Apuanes et à la région de Florence. Seul des trois étages mésocrétacés, le Cénomanien y est représenté sous la forme de grès en bancs réguliers, alternant avec des schistes marneux. On y a trouvé *Puzosia Austeni*, des *Schlœnbachia*, des *Acanthoceras*, *Turrilites costatus*, etc. [238].

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

La *zone bathyale centrale* s'étend à l'Ombrie, aux Marches et aux monts Sabins. La sédimentation paraît y avoir été continue depuis le Tithonique jusqu'au Sénonien. Le groupe Éocrétacé y est séparé du groupe Mésocrétacé par des schistes noirs, bitumineux, à Poissons et par des calcaires roses, qui représentent manifestement le groupe Mésocrétacé.

La *zone néritique orientale* comprend les monts Sibillins et les Abruzzes, ainsi que toute l'Italie méridionale [239, 239 *bis*].

L'ALBIEN n'y est pas connu.

Le CÉNOMANIEN y est principalement représenté par des calcaires à Rudistes, avec *Ellipsactinia, Rhynchonella Chelussii, Toucasia Steinmanni, Apricardia carentonensis, Polyconites operculatus, Himeraelites, Nerinea forojuliensis.*

Le TURONIEN est beaucoup plus fossilifère. Il convient d'attribuer au sous-étage inférieur les calcaires du monte d'Ocre, dans les Abruzzes d'Aquila [239 *bis*]. On y a trouvé des Rudistes (*Monopleura Schnarrenbergeri*), d'autres Lamellibranches (*Chondrodonta Joannæ, Lima aquilensis*) et surtout des Gastéropodes (*Glauconia Renauxiana, Actæonella, Nerinea uchauxiana, incavata*). C'est évidemment le niveau du col dei Schiosi.

Le Turonien supérieur est constitué également par des calcaires à Rudistes. Les Hippurites y font leur apparition, comme en général à ce niveau dans les régions méditerranéennes. Les espèces les plus caractéristiques sont *Plagioptychus Aguilloni, Hippurites resectus, Requieni, Præradiolites Sauvagesi, Sauvagesia Sharpei, Actæonella gigantea, conica.* La localité de S. Polo Matese, dans la province de Campobasso, a fourni une faune très spéciale, étudiée par Parona [240] et comprenant, outre *Biradiolites lumbricalis* et *Sauvagesia cornu pastoris*, de nombreuses espèces nouvelles, ainsi que le genre nouveau *Pileochama.*

Dans la Basilicate et dans le Nord de la Calabre, les calcaires turoniens à *Plagioptychus Aguilloni* et *Radiolites Sauvagesi* sont transgressifs et reposent quelquefois directement sur le Tithonique.

Le Cénomanien et le Turonien existent avec des faciès analogues dans le Nord de la Sicile, aux environs de Termini Imerese, où ils ont fait l'objet, de la part de G. Di-Stefano [36], de travaux très remarquables. Au-dessus des calcaires à *Toucasia* et *Requienia*, qui correspondent à l'Urgonien du bassin du Rhône, vient une série de calcaires gris, subcristallins, à Rudistes, qui appartiennent certainement au groupe Mésocrétacé, mais dont la position stratigraphique précise est encore très discutée. Elle comprend les termes suivants :

1° Calcaires à *Polyconites Verneuili*, renfermant, outre cette espèce, qui se trouve depuis l'Aptien jusque dans le Cénomanien, *Himeraelites vultur, Polyconites Gemmellaroi, Douvillei, Bœhmi, Sellæa cæspitosa, Zitteli.*

2° Calcaires à Caprotines, avec *Himeraelites vultur, Gemmellaroi, mediterranea, Douvillei, Caprotina striata, strix, Sellæa Zitteli, sicula, cæspitosa, laticoncha, Pironæ*, etc.

3° Calcaires à *Caprina communis, Radiolites Sauvagesi*, etc.

Ce dernier niveau, qui est certainement turonien, est particulièrement bien développé au Monte Pellegrino, près Palerme, où il renferme en outre *Sphærucaprina Woodwardi, Caprinula Rœmeri, Actæonella crassa, lævis.* Il supporte d'autres calcaires à *Biradiolites lumbricalis, Sauvagesia cornupastoris, Caprinella gigantea, Baylei, Nerinea formosa.*

Dans le Nord-Est de la Sicile et dans la province de Reggio, c'est-à-dire dans l'extrême Sud de la Calabre, le Cénomanien présente un faciès tout à fait spécial et qui rappelle les formations que nous allons apprendre à connaître dans le Nord de l'Afrique. On l'a qualifié de *faciès africain.* Ce sont des argiles ou des marnes, qui, généralement, reposent directement sur les schistes cristallins des monts Péloritains et de l'Aspromonte. Les espèces les plus caractéristiques de la faune sont les suivantes [241] : *Hemiaster batnensis, africanus, Coquandi, aumalensis, Avicula gravida, Pinna Gallienei, Plicatula Fourneli, Ostrea Delettrei, Exogyra flabellata, involuta,*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

africana, *oxyntas*, *olisiponensis*, *ratisbonensis*, *Mermeti*, *Gryphæa Baylei*, *Lopha Syphax*, *Arca obliquissima*, *Trigonia scabra*, *Cardium auressense*, *Crassatella Baudeti*, *Cyprina trapezoidalis*, *Venus plana*, *Dosinia Delettrei*, *Coquandia italica*, *Schlœnbachia varians*, *Mortoniceras inflatum*, *Acanthoceras Mantelli*, *rotomagense*, *Turrilites Bergeri*, *Scheuchzerianus*.

Tunisie et Algérie. — La répartition des faciès dans l'Atlas est sensiblement la même à l'époque Mésocrétacée qu'à l'époque Éocrétacée. Les formations bathyales sont localisées dans les régions littorales, c'est-à-dire dans la Tunisie septentrionale et dans le Tell, tandis que les formations néritiques se rencontrent dans tous les Hauts Plateaux et dans l'Atlas Saharien, où les plissements sont beaucoup moins intenses que dans la zone littorale. Des faciès analogues se rencontrent également dans l'extrême Sud, en dehors de la région affectée par les mouvements orogéniques de l'ère Tertiaire. Les dépôts mésocrétacés y sont restés à peu près horizontaux. Il y aura avantage à joindre leur étude à celle des régions situées plus à l'est.

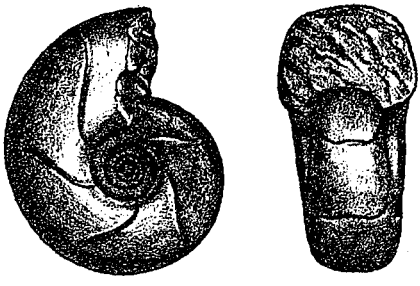


Fig. 380. — *Tetragonites Timotheanus* (d'après Fr. Kossmat). Gr. nat.
Cénomanien inférieur. Odium, près Trichinopoli, Inde.

Dans toute la *zone septentrionale*, l'Albien fait suite en concordance à l'Aptien. Il est représenté généralement par des calcaires marneux et par des marnes plus ou moins schisteuses. Il est peu fossilifère dans le Nord de la Tunisie, où l'on ne signale guère que *Mortoniceras inflatum*. Dans la province de Constantine, Blayac [242] a recueilli, par contre, au-dessus des marnes aptiennes, un certain nombre d'espèces albiennes, à l'état de moules ferrugineux, notamment *Phylloceras Velledæ*, *Puzosia Mayoriana*, *Paronæ*, *Desmoceras Beudanti*, *latidorsatum*, *Douvilleiceras mamillatum*, *Turrilites Gresslyi* et, à un niveau plus élevé, *Tetragonites Timotheanus* (fig. 380), *Kossmatella Agassiziana*, *Desmoceras Parandieri*, etc.

Dans la province d'Alger, l'Albien est très fossilifère aux environs d'Aumale, où Peron [40] a trouvé, au-dessus d'un banc calcaire à *Hemiaster densigranum*, *Salenia Peroni*, *Terebratula Dutempleana*, *Belemnopsis minimus*, les mêmes marnes à fossiles ferrugineux, avec *Phylloceras Velledæ*, *Puzosia Mayoriana*, *Desmoceras latidorsatum*, *Beudanti*, *Uhligella Dupiniana*, associés ici à de nombreux Gastéropodes (*Natica*, *Solarium*, *Cerithium*) et Lamellibranches (*Nucula*, *Leda*, *Astarte*). On est ici déjà sur le bord de la zone néritique, comme l'indiquent aussi les fréquentes intercalations de grès ferrugineux et de quartzites à la base de l'étage. Plus au nord, dans le massif de Blida [41] et dans celui de Miliana [43], les fossiles sont beaucoup plus rares (*Puzosia Mayoriana*, *Hoplites denarius*, *Acanthoceras mamillatum*, *Mortoniceras Roissyanum*).

Dans la province d'Oran, le type néritique semble remonter assez loin vers le nord, à en juger par le grand développement que prennent ici les intercalations gréseuses dans la série de marnes et de calcaires marneux qui constituent l'Albien. Pomel [41] a recueilli, dans la vallée de l'Habra, *Discoidea cylindrica*, *Solarium ornatum*, *Belemnopsis minimus*.

Le Cénomanien est uniformément représenté, dans le Nord de la Tunisie,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

par des alternances indéfiniment répétées de marnes et de calcaires. D'après Pervinquière [37], la partie inférieure de l'étage est seule fossilifère. On y rencontre une faune vraconnienne, avec les espèces suivantes, à l'état de moules ferrugineux : *Phylloceras decipiens*, *Tetragonites Timotheanus*, *Puzosia Mayoriana*, *Stoliczkaia dispar*, *Flickia simplex*, *Forbesiceras obtectum*, *Placenticeras Uhligi*, *Mortoniceras inflatum*, *Acanthoceras Martimpreyi*, *Scaphites æqualis*, *Turrilites Morrisi*, *costatus*. Les Gastéropodes ne sont représentés que par *Solarium moniliferum*, les Lamellibranches, et en particulier les Huîtres, font entièrement défaut.

Dans la province de Constantine, Blayac [242] a découvert, à l'oued Cheniour, au-dessus de l'Albien à fossiles ferrugineux, deux niveaux cénomaniens, également à Ammonites ferrugineuses, superposés dans une masse de calcaires marneux à cassure noire, bien stratifiés. Le niveau inférieur, qui correspond au Vraconnien, renferme *Phylloceras Velledæ*, *serum*, *Tetragonites Timotheanus*, *Jurinianus*, *Gaudryceras Bourritianum*, *multiplexum*, *Dozei*, *Kossmatella Marut*, *Puzosia Mayoriana*, *Mortoniceras inflatum*, *Acanthoceras Mantelli*, *Anisoceras Saussurei*, *Turrilites Scheuchzerianus*, *Baculites Gaudini*. Dans le niveau supérieur, on retrouve une grande partie de ces espèces, associées à *Forbesiceras Largilliertianum*, *Puzosia Denisoniana*, *Acanthoceras laticlavium*, *Turrilites costatus*. Dans les deux niveaux, le genre *Phylloceras* et les *Lytoceratidæ* constituent au moins 50 % des individus et confèrent à la faune un caractère éminemment bathyal.

Les environs d'Aumale et Berouaguia, dans la province d'Alger, présentent une succession de calcaires marneux et de marnes, dans laquelle Peron [40] a pu distinguer les niveaux paléontologiques suivants :

1° Marnes à fossiles ferrugineux de petite taille, avec *Phylloceras Velledæ*, *Mortoniceras inflatum*, *Acanthoceras Martimpreyi*, *Scaphites Hugardianus*, *Hamites simplex*, *Turrilites Bergeri;*

2° Calcaires marneux riches en Échinides (*Pseudodiadema algirum*, *Discoidea cylindrica*, *Hemiaster aumalensis*, *Holaster Toucasi*, *algirus*), avec *Sauvagesia Nicaisei*, *Acanthoceras Mantelli*, *rotomagense*, *Martimpreyi;*

3° Marnes fissiles à petits fossiles ferrugineux, avec *Pseudodiadema tenue*, *Glyphocyphus radiatus*, *Solarium Vatonnei*, *Phylloceras Velledæ*, *Acanthoceras Martimpreyi*, *Scaphites æqualis*, *Turrilites Bergeri*, *costatus;*

4° Calcaires noduleux, très riches en Échinides (*Cidaris vesiculosa*, *Peltastes clathratus*, *Goniophorus lunulatus*, *Holaster nodulosus*, *Epiaster Vatonnei*, *Hemiaster Nicaisei*, avec *Sauvagesia Nicaisei;*

5° Marnes à fossiles ferrugineux, avec *Discoidea Forgemoli*, *Mortoniceras bogharіense*, *Acanthoceras Villei*, *Turrilites costatus;*

6° Calcaires à *Epiaster Villei*, *Holaster subglobosus*, *suborbicularis*, *nodulosus*, *Hemiaster Nicaisei;*

7° Calcaires à *Epiaster Henrici*, *Hemiaster Nicaisei*, *Acanthoceras Mantelli*, *Turrilites costatus*, *Scheuchzerianus*.

Le caractère bathyal de ce Cénomanien est donc beaucoup moins accentué que dans celui du Nord de la province de Constantine. L'apparition de nombreux Échinides et de *Sauvagesia Nicaisei* indique le voisinage de la zone néritique. Toutefois les Ostracés font encore entièrement défaut.

Dans le massif de Blida [43], le Cénomanien est beaucoup moins fossilifère. Ses calcaires en couches régulières, alternant avec des bancs marneux, renferment quelquefois des nodules siliceux et atteignent 250 m d'épaisseur. On est ici sans doute plus près de l'axe du géosynclinal. Le Cénomanien se retrouve avec les mêmes caractères lithologiques et la même pauvreté en fossiles dans le Nord de la province d'Oran.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le TURONIEN est encore très mal connu dans le Nord de la Tunisie. D'après Pervinquière [37], il serait représenté autour du Serdj et du Bargou, par une puissante série de calcaires jaune verdâtre, en bancs épais, avec rares intercalations marneuses, qui est concordante aussi bien avec le Cénomanien qu'avec le Sénonien. Les fossiles y font à peu près défaut.

Aux environs mêmes de Tunis, le Turonien ne semble plus affecter ce caractère bathyal. Des calcaires blancs subcristallins ont fourni, près du Bou-Kournin, *Biradiolites lumbricalis*.

Dans le Nord de l'Algérie, le Turonien paraît souvent faire défaut ou n'être pas représenté par des couches fossilifères. Mais, en un grand nombre de points, il est à l'état de calcaires à Rudistes en bancs épais. Le rocher de Constantine est découpé, par le cours du Rummel, dans ces calcaires. On y a trouvé *Hippurites cornu vaccinum*, *Sauvagesia Sauvagesi* et *Biradiolites lumbricalis* [40].

L'existence du Turonien n'est pas encore établie d'une manière certaine dans le Nord de la province d'Oran. Il est incontestable, d'après ce qui précède, que l'époque Turonienne est marquée, dans toute la zone septentrionale de la Tunisie et de l'Algérie, par une diminution dans la profondeur des eaux. Le géosynclinal est en partie comblé, peut-être même certaines parties en sont-elles temporairement émergées.

L'étude des formations néritiques des Hauts Plateaux et de l'Atlas Saharien est beaucoup plus avancée que celle des formations bathyales du Tell; elle est d'ailleurs grandement facilitée par l'extraordinaire richesse en fossiles que présentent certains gisements, notamment en Tunisie [37-38 *bis*] et dans la province de Constantine [39, 40].

L'ALBIEN n'est guère mieux représenté dans le Centre de la Tunisie que dans le Nord. Les marnes qui surmontent immédiatement l'Aptien sont peu fossilifères et ce n'est que dans les marnes supérieures que l'on voit apparaître *Mortoniceras inflatum*, accompagné de grosses Térébratules et de *Belemnopsis minimus*. Le faciès diffère donc très peu de celui du Nord.

Dans le Sud et, en particulier, dans la région située au nord des Chotts, l'Albien présente, par contre, un faciès très spécial [38 *bis*]. Il est à l'état de calcaires durs, souvent dolomitiques, renfermant surtout des Huîtres (*Ostrea prælonga*, *Pantagruelis*, *falco*), que nous retrouverons au même niveau dans la province de Teruel, en Espagne. Le même faciès existe aux environs de Bou-Saada, dans le Sud de la province d'Alger [40], ainsi que dans les massifs du Seressou et du Lehou, au sud de Tiaret, c'est-à-dire sur le bord septentrional des Hauts Plateaux de la province d'Oran. Ici J. Welsch [XXXVII, 35] a distingué une assise marneuse inférieure à *Ostrea prælonga* et une assise supérieure, composée de calcaires et de marnes à *Ostrea falco* et gros Gastéropodes. L'assise inférieure repose tantôt sur l'Aptien, tantôt, comme dans les environs de l'oued Mina, directement sur le Jurassique.

Dans le Sud des Hauts Plateaux et dans la partie oranaise de l'Atlas Saharien, l'Albien est constitué par des grès sans fossiles, appelés *grès à dragées*, que nous retrouverons lorsque nous étudierons le groupe Éocrétacé dans le Sahara.

Le CÉNOMANIEN est représenté, dans tout le Sud de la Tunisie, par des faciès à Lamellibranches et à Échinides. La limite entre ces formations néritiques et les formations bathyales du Nord correspond à peu près au parallèle de Kairouan. On y rencontre encore des Céphalopodes, mais les *Phylloceras* et les *Lytoceratidæ* sont entièrement absents et font place à

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

des *Acanthoceras* de grande taille. Dans la région des Chotts, ils disparaissent même à peu près complètement, en même temps que la faune s'enrichit d'éléments néritiques spéciaux.

Pervinquière [37] distingue, dans la puissante série marneuse qui con-

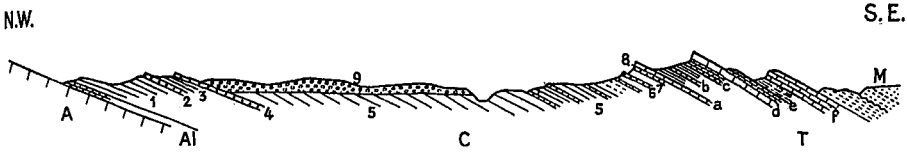


Fig. 381. — Coupe des dépôts mésocrétacés prise sur les flancs du djebel Mrhila, au S. de Foum el Guelta (d'après L. PERVINQUIÈRE). 1/12 000.

A, Aptien (calcaires gréseux très durs); Al, Albien (grès jaunes); C, Cénomanien; T, Turonien; M, Mollasse néogène; 9, Alluvions quaternaires.

1, argiles marneuses bleu foncé, avec *Discoidea Forgemoli*, *Epiaster Bleicheri*, *Mortoniceras inflatum*; 2, calcaires gréseux, avec *Turrilites Bergeri*; 3, argiles marneuses, avec *Turr. Bergeri*; 4, calcaires gréseux; 5, marnes argileuses, gypsifères, très puissantes, très fossilifères, avec bancs gréseux à *Thomasinella punica*; 7, argiles marneuses, avec *Exogyra flabellata*, *olisiponensis*; *Mermeti*; 8, grès jaune, avec Échinides, *Neolobites Vibrayeanus*. a, calcaire dolomitique à Échinides; b, c, marnes bleues et calcaires marneux très fossilifères; d, calcaire blanc, très dur, avec *Hippurites Requieni* et *Biradiolites*; e, calcaires marneux et marnes bleues à Échinides.

stitue le Cénomanien dans le sud de la région centrale, les 4 niveaux suivants (fig. 381) :

1° Couches à *Mortoniceras inflatum*, *Placenticeras saadense*, *Stoliczkaia dispar*, *Turrilites Bergeri*, *Scheuchzerianus*, renfermant en outre *Discoidea Forgemoli*, *Epiaster Bleicheri*, *Sauvagesia Nicaisei*;

2° Couches à *Acanthoceras rotomagense*, *Newboldi*, *cenomanense*, *Mantelli*, *Forbesiceras*

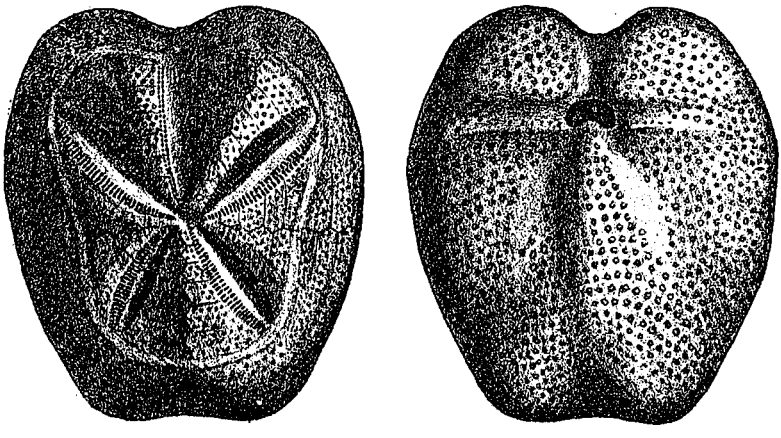


Fig. 382. — *Hemiaster batnensis* (d'après H. COQUAND). Gr. nat.
Cénomanien. Batna, prov. de Constantine.

Largilliertianum, *Turrilites costatus*, avec nombreux Échinides (*Diplopodia variolare*, *Hemiaster batnensis*, *aumalensis*, *Periaster Fischeri*), Ostracés (*Ostrea Syphax*, *Exogyra olisiponensis*, *africana*, *Mermeti*, *flabellata*) et autres Lamellibranches (*Neithea Coquandi*, *Plicatula auressensis*, *Protocardia hillana*), Gastéropodes (*Pterodonta Dutrugei*, *Cerithium tenouklense*);

3° Couches à *Thomasinella punica*, *Claviaster libycus*, *Echinobrissus inflatus*, *Plicatula auressensis*, *Crassatella Baudeti*, *Dosinia Delettrei*;

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

4° Couches à *Neolobites Vibrayeanus*, avec *Heterodiadema libycum*, *Holectypus cenomanensis*, *Hemiaster batnensis* (fig. 382), *Heberti*, *Lopha Syphax* (fig. 383), *Exogyra olisiponensis*, *africana*.

Dans la région de Gafsa et des Chotts, le Cénomanien est représenté par des alternances indéfiniment répétées de marnes, de calcaires marneux ou dolomitiques et de lits de gypse, atteignant 500 m d'épaisseur.

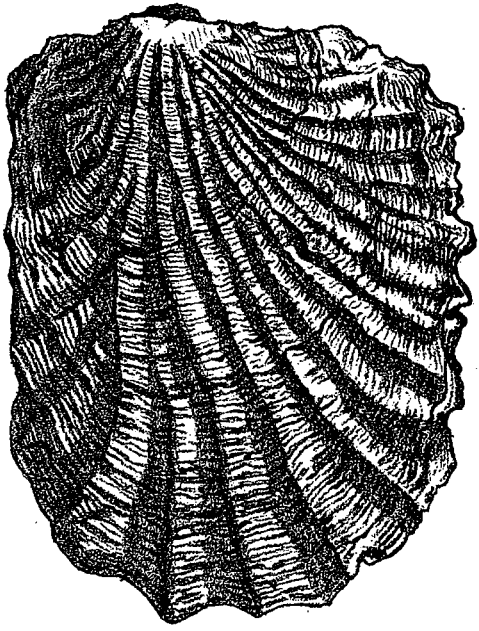


Fig. 383. — *Lopha Syphax* (d'après H. Coquand). 2/3 gr. nat.
Cénomanien. Tenoukla, prov. de Constantine.

Les couches inférieures, attribuées à tort par Ph. Thomas [38 *bis*] à l'Albien, renferment *Placenticeras saadense*, *Enallaster Tissoti*, *Echinobrissus eddisensis*, *Diplopodia cherbense*, *Trigonia pseudocaudata*, *Glauconia Pieteti*. Il y a là un niveau où les espèces marines sont mélangées à des espèces saumâtres, comme dans certaines localités du Midi de la France.

Dans les niveaux supérieurs on rencontre les mêmes espèces que dans le Centre, avec en outre des Zoanthaires (*Polytremacis Chalmasi*, *Aspidiscus cristatus*), de nombreux Échinides spéciaux (*Micropedina olisiponensis*, *Hypopygurus Gaudryi*, *Pygopistes excentricus*, *Archiacia sandalina* [fig. 384], *saadensis*), des Bryozoaires (*Ceriopora Letourneuxi*, *Globulipora africana*), des Rudistes (*Ichthyosarcolithes triangularis*, *Radiolites Lefebvrei*), de gros Gastéropodes (*Strombus inornatus*, *Pterocera arata*, *Nerinea bicatenata*). Les Huîtres sont encore plus abondantes que dans le Centre (*Ostrea suborbiculata*, *Syphax*, *cameleo*, *olisiponensis*) [38 *bis*].

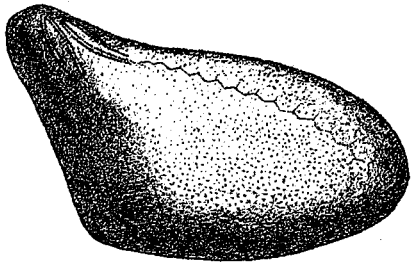


Fig. 384. — *Archiacia Tissoti* (d'après H. Coquand). Gr. nat.
Cénomanien. Batna, prov. de Constantine.

Le faciès néritique du Cénomanien est remarquablement bien développé dans les Hauts Plateaux de la province de Constantine, comme par exemple dans le massif du Bou-Thaleb [42], et dans la partie orientale de l'Atlas Saharien, en particulier aux environs de Tebessa, dans l'Aurès et le long de la ligne de Batna à Biskra, par El Kantara, où se trouvent tant de localités classiques, grâce aux beaux travaux de Coquand [39], de Tissot et

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

de Peron [40]. Malheureusement il n'a été publié que des coupes locales, une classification générale fait encore défaut. D'ailleurs la répartition des espèces, dans la puissante série de marnes et de calcaires marneux qui représentent le Cénomanien, paraît être soumise, d'une localité à l'autre, aux plus grandes variations. Les formes les plus communes sont, parmi les Échinides, *Heterodiadema libycum*, *Hemicidaris batnensis*, *Salenia batnensis*, *Orthopsis miliaris*, *Holectypus Chauveneti*, *Hemiaster batnensis*, *Desvauxi*; parmi les Lamellibranches, *Ostrea Syphax*, *Delettrei*, *olisiponensis*, *Mermeti*, *africana*, *Neithea Coquandi*, *Dutrugei*, *Plicatula batnensis*, *Trigonia distans*. On trouve également des Zoanthaires (*Aspidiscus cristatus*, *Trochosmilia batnensis*), des Gastéropodes, des Céphalopodes (*Acanthoceras Mantelli*, *rotomagense*, *Turrilites costatus*).

Dans le Seressou occidental et dans le Lehou, J. Welsch [XXXVII, 307] divise le Cénomanien de la manière suivante :

1° Marnes et calcaires à *Ostrea conica* et *Mortoniceras inflatum*;
2° Marnes et calcaires à *O. africana*;
3° Calcaires marneux à *O. flabellata*;
4° Calcaires marneux à *O. Syphax*;
5° Marnes à *O. Mermeti*;
6° Calcaires à *O. olisiponensis*.

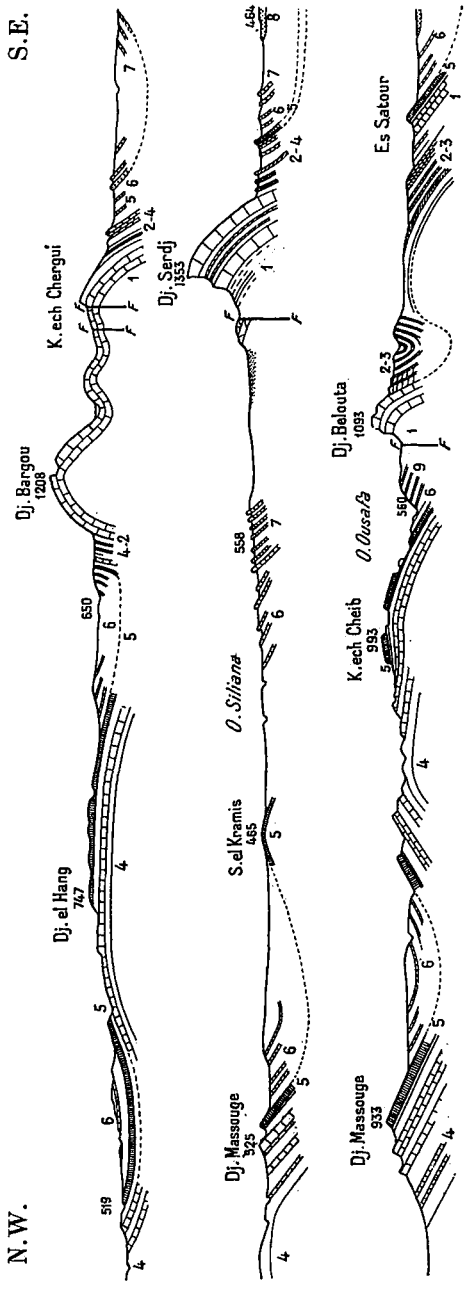


Fig. 385. — Coupes transversales à travers les zones plissées de la Tunisie centrale (d'après L. Pervinquière).
Échelle : 1/250 000.
1, Aptien (et Albien ?); 2, Cénomanien; 3, Turonien; 4, Sénonien; 5-8, Nummulitique; 9, Néogène sup. FF, failles.

En divers points de cette région, le Cénomanien est transgressif et s'appuie sur le Jurassique.

Contrairement à ce qui a lieu dans le Nord de la Tunisie, le Turonien est

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

toujours bien différencié dans le Centre et dans le Sud [37], quoiqu'il soit partout parfaitement concordant avec le Cénomanien et avec le Coniacien. Sa partie inférieure comprend des marnes, puis des alternances de marnes et de calcaires marneux. Dans la partie supérieure, les calcaires deviennent prédominants (fig. 385).

La faune est d'une très grande richesse. Elle comprend de nombreux Échinides (*Orthopsis miliaris*, *Cyphosoma thevestense*, *Holectypus turonensis*, *Echinobrissus daglensis*, *Hemiaster latigrunda*, *Periaster Verneuili*), des Lamellibranches (*Avicula gravida*, *Inoceramus labiatus*, *Lima Grenieri*, *subsimplex*, *Cardium productum*, *Dosinia cataleptica*), des Gastéropodes (*Bulla thevestensis*,

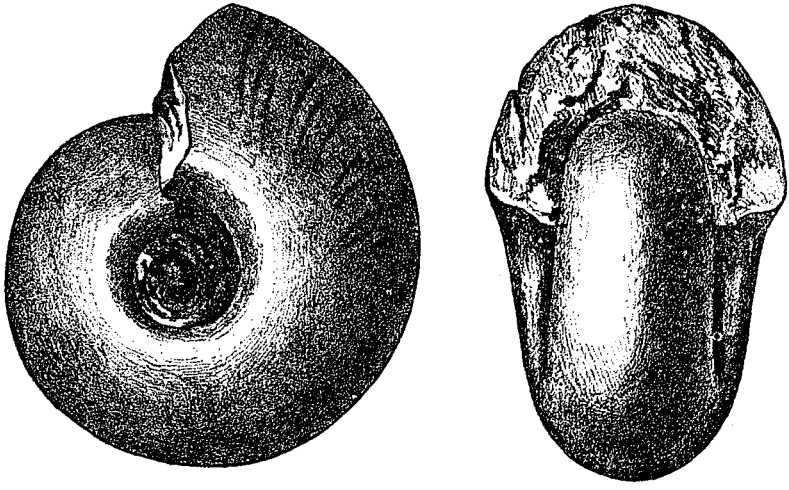


Fig. 386. — *Vascoceras Durandi* (d'après A. Peron). 2/3 gr. nat.
Turonien. Aïn Settara, Tunisie centrale.

Cerithium Sancti-Arromani, *Tylostoma Cossoni*, *Natica æquiaxis*, *Voluta Villei*). Les Céphalopodes [38] sont particulièrement intéressants, les espèces les plus caractéristiques sont les suivantes : *Pachydiscus peramplus*, *Hoplitoides Munieri*, *Mammites nodosoides*, *salmuriensis*, *Fagesia superstes*, *thevestensis*, *Vascoceras Durandi* (fig. 386), *polymorphum*, *Rollandi*, *Neoptychites cephalotus*, *xetriformis*, *Pseudotissotia segnis*, *Luciæ*. Toutes ces formes, dont quelques-unes rappellent par leur aspect extérieur des genres jurassiques (*Pachyceras*, *Oxynoticeras*), sont cantonnées dans les couches inférieures. Les calcaires supérieurs renferment des Rudistes : *Sauvagesia Mortoni*, *Hippurites Requieni*, *prætoucasi*.

Dans la région des Chotts [38 *bis*], les Ammonites sont beaucoup plus rares; en revanche, les Huîtres (*Ostrea Costei*, *Gauthieri*, *Heinzi*, *proboscidea*) et les Rudistes (*Apricardia Douvillei*, *Radiolites Lefebvrei*) deviennent plus communs.

Le faciès à Échinides, Lamellibranches et Ammonites du Centre de la Tunisie se poursuit dans la province de Constantine, où il prend un grand développement aux environs de Tebessa et dans l'Aurès. On y rencontre notamment *Pachydiscus peramplus*, *Acanthoceras deverioides*, *Pseudotissotia Meslei*, *Neoptychites cephalotus* [40].

On retrouve un Turonien tout à fait semblable dans les régions plus

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

occidentales de l'Atlas Saharien, aux environs de Bou-Saada, de Laghouat et jusqu'à Géryville, dans la province d'Oran [XXXVII, 307]. Les couches attribuées par J. Welsch au Turonien dans la région de Tiaret sont, par contre, dépourvues de Céphalopodes et ont été rangées par Peron dans le Sénonien inférieur.

Maroc. — Le contraste qui existe partout, en Tunisie et en Algérie, entre les formations mésocrétacées bathyales du Nord et les formations néritiques du Sud n'a pas été observé jusqu'ici au Maroc. Il y a lieu toutefois de remarquer que des fossiles crétacés n'ont été signalés dans le Nord qu'en un petit nombre de points. Desguin et Bleicher ont recueilli à Souani et à Maharaïn, au sud de Tanger, dans des calcaires à Inocérames, *Ostrea Syphax* et *Mermeti*, qui indiquent la présence du Cénomanien. D'autres fossiles, cités des mêmes localités, appartiennent à des espèces sénoniennes.

Plus au sud, dans le pays des Chaouia, L. Gentil a pu constater la superposition directe, en couches horizontales, sur le Rhétien, du Turonien, représenté par des calcaires blancs marneux, renfermant, à l'état de moules, *Granocardium productum*, *Mytilus ornatus*, *Capsa Venei*, *Nerinea* sp., *Rostellaria* sp., *Pyrasus sexangulum*, *Turritella rigida*, espèces caractéristiques des grès d'Uchaux et des couches de Gosau.

En certains points, le Cénomanien, à l'état de calcaires à silex sans fossiles, apparaîtrait sous le Turonien. C'est d'ailleurs à la Kasbah ben Ahmed que le comte von Pfeil a recueilli une Ammonite, probablement cénomanienne, décrite par Joh. Walther sous le nom d'*Acanthoceras Pfeili*.

Le groupe Mésocrétacé est un peu mieux connu sur le bord septentrional du Haut Atlas, où il fait suite soit en concordance, soit en discordance au groupe Éocrétacé.

L'Albien a été découvert par L. Gentil [152] à Imin Tanout, au bord de la plaine de Marrakech. Ses argiles et ses grès jaunes à fossiles phosphatés ont fourni les espèces suivantes, déterminées par W. Kilian : *Gryphæa conica*, *Plicatula gurgitis*, *Puzosia Mayoriana*, *Desmoceras Beudanti*, *latidorsatum*, *Acanthoceras Brottianum*, *Mortoniceras Candollianum*, *Bouchardianum*. C'est la faune de la zone supérieure de l'étage.

La présence du Cénomanien a été reconnue en de nombreux points par Brives [44], par L. Gentil [152] et par Paul Lemoine. Cet étage, qui couvre de vastes surfaces dans tout le Sud du Maroc, est constitué par des calcaires gréseux ou marneux, des marnes, des grès et des poudingues. Brives cite notamment *Terebratula Nicaisei*, *Ostrea Syphax*, *Delettrei*, *oxyntas*, *flabellata*, *Mermeti*, *Plicatula batnensis*, *Acanthoceras Mantelli*. C'est le faciès du Sud de la Tunisie et de la province de Constantine.

Le Turonien paraît représenté, sur le bord septentrional de l'Atlas, par des calcaires à *Astarte Seguenzæ* [44].

Espagne méridionale. — Nous retrouvons de nouveau, dans la péninsule Ibérique, les deux types de dépôts mésocrétacés que nous avons rencontrés en Tunisie et en Algérie; mais ici leur situation respective est renversée : c'est le type bathyal qui caractérise les régions plissées du Sud, tandis que le type néritique est localisé dans le Nord, ou, plus exactement, dans le Centre, sur les bords de la Meseta.

L'Albien n'est connu que dans l'Est de l'Andalousie, aux environs de Jaen, où il est représenté par des calcaires massifs et par des marnes noduleuses. Ces dernières ont fourni à R. Douvillé [45] de nombreux Échinides (*Discoidea Peroni*, *Echinoconus Cairoli*, *Hypsaster convexus*) et quelques Ammonites (*Mortoniceras inflatum*, *Stoliczkaia dispar*, *Turrilites Bergeri*).

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Dans la sierra de Foncalent, à l'ouest d'Alicante, les marnes aptiennes supportent des marnes et des calcaires marneux, renfermant, à la base, des Nucules, de nombreux Gastéropodes (*Turbo*, *Trochus*, *Solarium*, *Avellana*, *Cerithium*) et *Hamites rotundus* et, à la partie supérieure, des Échinides (*Hemiaster phrynus*, *Epiaster*) [46], des Inocérames et des Céphalopodes (*Brancoceras varicosum*, *Puzosia Mayoriana*, *Turrilites Bergeri*).

Le CÉNOMANIEN est à peine connu en Andalousie. R. Douvillé a recueilli, dans des marnes blanches de la région de Montefrio, un échantillon de *Sauvagesia Sharpei*. Dans la province d'Alicante, ce sont des marnes bleues et des calcaires marneux, qui ont fourni quelques rares fossiles cénomaniens : *Discoidea cylindrica*, *Holaster subglobosus*, *Turrilites costatus*, etc. [46]. Le faciès à Huîtres est totalement inconnu dans la région.

La présence du TURONIEN dans le Sud de l'Espagne est tout à fait problématique et n'est basée sur aucune donnée paléontologique.

Aragon et Catalogne. — L'Aptien est recouvert, dans la province de Teruel, par des lumachelles d'Huîtres, avec *Ostrea prælonga*, *falco*, *Pantagruelis*, *Boussingaultli*, *Leymeriei*, espèces qui, dans la province d'Oran, caractérisent l'ALBIEN. Au-dessus viennent encore des couches à Huîtres, qui renferment *Ostrea flabellata*, à la base, et *Ostrea lingularis*, au sommet, et représentent le CÉNOMANIEN [XXXII, 33]. Les étages suivants de la série crétacée sont constitués par des calcaires sans fossiles, qui supportent le Danien, ou bien ils font défaut, des poudingues tertiaires venant s'appuyer directement sur le Cénomanien.

Plus au nord, en Catalogne, la présence de l'Albien est douteuse. Le CÉNOMANIEN [54, 55] comprend des marnes à *Ostrea carinata*, *conica*. Le TURONIEN ne semble représenté que par ses couches les plus élevées. Au Monsech, il renferme *Hippurites resectus*, *præmoulinsi*, *Moulinsi* [7].

Vieille-Castille. — Les travaux de Larrazet [XXXVII, 39] et de Chudeau [53] ont fait connaître le groupe Mésocrétacé dans les provinces de Burgos, de Logroño et de Soria.

L'ALBIEN ne semble représenté que localement, par des couches qui font suite immédiatement et en concordance à la série dont il a été question à propos de l'Éocrétacé lagunaire et qui renferment, d'après Larrazet, à Ontoria del Pinar, *Ostrea prælonga*, *falco* et *Pantagruelis*, espèces caractéristiques de l'étage dans la province de Teruel et dans l'Atlas oranais.

Le CÉNOMANIEN est constitué par des marnes et des calcaires marneux très riches en Huîtres (*Ostrea flabellata*, *pseudo-africana*, *olisiponensis*, *conica*, *vesiculosa*, *columba*), associées à des Échinides (*Hemiaster*, *Diplopodia*), à des Térébratules et à de rares Céphalopodes (*Acanthoceras rotomagense*). Les affinités avec le Cénomanien des zones méridionales de l'Atlas sont évidentes.

Le TURONIEN est constitué par une série assez puissante de calcaires marneux et de marnes, avec intercalations de bancs gréseux, surtout à la base. Les fossiles ne se rencontrent qu'à certains niveaux. *Periaster Verneuili* et *Mammites Rochebruni* caractérisent, dans la province de Burgos, les couches inférieures. Les couches moyennes sont quelquefois riches en Ammonites (*Acanthoceras Deverianum*, *deverioides*). Dans la province de Soria, Chudeau a trouvé, à ce niveau, des *Vascoceras* et des *Pseudotissotia* de grande taille, associés à *Goniopygus Menardi*, *Hemiaster lusitanicus*, *Arca Guerangeri*, *Protocardia Vatonnei*, *Tylostoma Torrubiæ*, *globosum*, *ovatum*, faune qui se retrouvera au Portugal et qui a également de grandes affinités avec le Turonien du Centre de la Tunisie [37, 38, 53]. Larrazet indique en outre, vers le haut de la série, un niveau à *Nucleolites minimus*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Provinces Basques et Asturies. — Dans la Navarre occidentale, dans les provinces Basques et dans le Nord des provinces de Burgos et de Santander, le groupe Mésocrétacé parait représenté exclusivement par le CÉNOMANIEN [54; XXXVII, 39], qui est constitué, d'après Carez, par des marnes jaunes à *Orbitolina concava* et *Holaster marginalis*, surmontées de calcaires à *Hemiaster bufo*.

Dans le bassin du Centre de la province d'Oviedo [55 *bis*], la série crétacée débute par le *poudingue de Posada*, qui repose directement sur le Carbonifère et représente probablement l'ALBIEN. Il supporte le *tuffeau de San-Bartolomé* à *Orbitolina concava* et *Ostrea africana*, qui correspond au CÉNOMANIEN. Quant au TURONIEN, il est constitué par le *tuffeau de Castiello*, à *Periaster Verneuili*, *Terebratula inversa*, *Ostrea columba*, *decussata*, *Spondylus truncatus*, *Inoceramus labiatus*, *Mammites Rochebruni*, et par des calcaires à Hippurites.

Les rares données que nous possédons sur le Centre de l'Espagne permettent de supposer que le groupe Mésocrétacé y présente une série de dépôts analogue à celle du bassin d'Oviedo.

Portugal. — Le groupe Mésocrétacé prend un grand développement dans toute la région mésozoïque de l'Ouest du Portugal. Ses trois termes y sont représentés par des couches fossilifères, mais leurs variations de faciès sont considérables, de sorte que nous étudierons successivement la grande région secondaire située au nord du Tage [47] et les affleurements moins étendus de la région au sud du Tage [XXXVII, 41; 50]. Nous ne pouvons malheureusement résumer que très sommairement les belles publications que P. Choffat a consacrées à la stratigraphie des terrains mésocrétacés et à leurs faunes [48].

C'est à l'ALBIEN qu'appartient vraisemblablement, dans la région au nord du Tage, la partie supérieure des couches d'Almargem, dont la partie inférieure est aptienne.

Le terme suivant est un ensemble auquel Choffat a donné le nom de BELLASIEN et qui est en réalité à cheval sur l'Albien et le Cénomanien. Il est constitué par des marnes et des calcaires marneux, dans lesquels Choffat distingue 4 niveaux, qui se retrouvent sur de grandes surfaces et même dans des régions où le groupe Éocrétacé était représenté exclusivement par des formations lagunaires ou continentales. Il y a donc eu, au Portugal, une invasion marine très marquée, peu après le début de la période Mésocrétacée. Voici ces niveaux :

1° Niveau à *Cnemioceras Uhligi* et *Mortoniceras inflatum*, avec *Ostrea prælonga*, *Boussingaulti*, *Panopæa aptiensis*, *Corbula Picteli*, *Glauconia Renevieri*, *Lujani*, *Tylostoma punctatum*, *cascaense*;

2° Niveau à *Polyconites subverneuili*, avec *Orbitolina conoidea*, *Ostrea Boussingaulti*, *Neithea quinquecostata*, *Protocardia hillana*, *Nerinea Titan*;

3° Niveau à *Ostrea pseudo-africana*, avec *Orbitolina conoida*, *Requienia Favrei*, *Ostrea prælonga*, *Boussingaulti*, *Silenus*, *Turrilites costatus*;

4° Niveau à *Pterocera incerta*, avec *Neithea Morrisi*, *Cyprina oblonga*, *Isocardia Hermitei*, *Dosinia inelegans*.

Il est difficile, en l'absence d'Ammonites suffisamment caractéristiques, de se prononcer sur l'attribution du premier niveau à la zone supérieure de l'Albien ou à la zone inférieure du Cénomanien, qui, comme on sait, renferment toutes deux *Mortoniceras inflatum*, mais il est incontestable que les zones supérieures appartiennent au Cénomanien.

Le CÉNOMANIEN proprement dit débute par des calcaires marneux à *Neolobites Vibrayeanus* et *Acanthoceras naviculare*. A côté de ces Ammonites, on

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

trouve *Alveolina cretacea*, des Échinides (*Pseudodiadema Guerangeri, Micropedina olisiponensis, Archiacia Delgadoi, Hemiaster lusitanicus*), des Lamellibranches (*Ostrea biauriculata, columba, olisiponensis, Neithea Dutrugei, Corbula Picteti*), des Gastéropodes (*Tylostoma globosum, ovatum, Acteonella lævis*). Au-dessus viennent des calcaires oolithiques ou compacts à *Anorthopygus orbicularis, Michelini, Neithea lævis, Trigonia sulcataria, Nerinea olisiponensis, Chenopus ouremensis, Acteonella lævis.*

Le TURONIEN est représenté soit par des marnes à Huîtres et Ammonites, soit par des calcaires à Rudistes. Dans le premier de ces faciès on rencontre surtout *Hemiaster scutiger, Exogyra columba, Lopha flabellata, Cardium gentianum, Natica punctata, Tylostoma Torrubiæ, globosum, ovatum, Vascoceras Gamai, Mundæ, Douvillei, Kossmati, Pseudotissotia Barjonai.* C'est la faune du Turonien de la Vieille-Castille et du Centre de la Tunisie. Dans le faciès à Rudistes, on trouve des Caprinules, *Sauvagesia Sharpei, Radiolites lusitanicus, Sauvagesia cornu pastoris* et *Chondrodonta Joannæ*, espèce qui existe au même niveau dans les Alpes Vénitiennes et au Liban. Les dernières couches turoniennes sont constituées soit par des sables à *Trochactæon giganteum* et *Acteonella Grossouvrei*, soit par des calcaires ou des marnes à Rudistes, avec *Pleuromya servesensis, Toucasia, Sauvagesia, Biradiolites, Radiolites lusitanicus.* On n'y trouve pas encore d'Hippurites et *Vascoceras Gamai* y est encore représenté, de sorte qu'il paraît difficile d'attribuer ces couches au Turonien supérieur.

Au sud du Tage, le Bellasien présente son faciès habituel. Les termes supérieurs du groupe Mésocrétacé n'existent que dans l'Algarve, où ils sont principalement à l'état de dolomies puissantes, comprises entre un niveau de calcaires à Nérinées et un niveau de calcaires à *Sphærulites.*

PLATEAU DÉSERTIQUE. — Revenant maintenant au continent Africain, nous allons nous occuper de la vaste région appelée par Suess *Plateau désertique*, où les terrains crétacés ont conservé à peu près leur horizontalité primitive, formant des « hamadas » très étendues, délimitées par des falaises abruptes. Ce régime tabulaire règne depuis l'Atlantique jusqu'au golfe Persique, mais les témoins de la couverture crétacée conservés sur le versant méditerranéen sont séparés de ceux du bassin du Niger, récemment découverts, par une zone de hauts reliefs, alignée du N.W. au S.E. et comprenant le Tassili des Azdjer, le Tibesti, l'Ennedi, les montagnes du Darfour et le plateau des Niam-Niam. Il y a probablement là une ancienne chaîne armoricaine ou calédonienne. Nous ne nous occuperons pour le moment que des terrains mésocrétacés situés au N.E. de cette « dorsale » de l'Afrique septentrionale.

Sahara Algérien et Tunisien. — Au sud de l'Atlas Saharien, les dépôts crétacés affleurent sur d'immenses étendues jusqu'aux régions paléozoïques du Gourara, du Tidikelt, du Mouïdir, de l'erg d'Issaouan. Les lobes méridionaux de ce vaste plateau sont connus sous les dénominations de Tademaït, de hamada de Tinghert et, en Tripolitaine, de hamada el Homrah. Les seules coupes naturelles sont les falaises abruptes qui forment les bords des plateaux et c'est là généralement que l'on peut étudier les assises du Cénomanien et du Turonien.

Le groupe Éocrétacé fait toujours absolument défaut et c'est souvent par le Cénonamien que débute la série crétacée. Mais, en divers points, une formation gréseuse, que l'on peut attribuer à l'ALBIEN, s'intercale entre les terrains primaires et le Cénomanien et affleure au pied des falaises. Dans le

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Sahara oranais ces grès sont rouges et alternent avec des argiles de même couleur. A leur partie supérieure ils renferment des bancs de conglomérats à petits galets de quartz et ont, pour cette raison, été appelés par Pomel *grès à dragées*. On n'y a jamais trouvé d'autres fossiles que des troncs d'arbres silicifiés, mais comme, dans le djebel Amour, ils sont compris entre l'Aptien et le Cénomanien à fossiles marins, leur attribution à l'Albien ne saurait faire de doute.

Par analogie et à cause de leur position par rapport au Cénomanien, on peut également ranger dans l'Albien les grès rouges et blancs et les argiles bariolées qui forment la dépression du Djoua, au sud de Temassinin, dans l'Extrême-Sud constantinois. F. Foureau y a recueilli de nombreux restes de Poissons et de Reptiles, étudiés par l'auteur de ce Traité [XXXIII, 80]. Ce sont surtout des vertèbres de Sélaciens (*Platyspondylus Foureaui*) et de Téléostéens, des dents de *Gigantichthys numidus*, voisines de celles d'une espèce sénonienne d'Égypte, des dents de *Ceratodus africanus* et *minutus*, qui constituent un jalon intéressant entre les espèces triasiques et le genre *Epiceratodus* actuel (fig. 10, 11).

Le CÉNOMANIEN est constitué, d'une manière assez uniforme, par des calcaires et des grès alternant avec des marnes gypseuses. On y a trouvé des fossiles dans le Tadmait (*Ostrea flabellata*, *olisiponensis*), entre El-Goleah et la hamada de Tinghert (*Ostrea flabellata*, *Mermeti*, *Rollandi*, *Plicatula auressensis*, *Neithea æquicostata*, *Cyprina africana*, *Strombus Mermeti*), dans l'Extrême-Sud de la Tunisie (*Heterodiadema libycum*, *Hemiaster batnensis*, *Ostrea flabellata*), dans la falaise de Temassinin (*Heterodiadema libycum*, *Hemiaster batnensis*, *Ostrea flabellata*, *columba*, *olisiponensis*, *Coquandi*, *Neithea æquicostata*, *Acanthoceras Mantelli*) [38 *bis*]. Dans les plateaux de l'Extrême-Sud tunisien, qui se prolongent vers l'est par la Hamada tripolitaine, le Cénomanien repose directement sur le Jurassique.

Le TURONIEN est représenté, dans la région d'El-Goleah, par des calcaires en gros bancs à silex noirs, qui renferment *Cyphosoma Choisyi*, *Radiolites Lefebvrei*, *Thomasites Rollandi*, *Vascoceras Durandi*. Dans la falaise de Temassinin, au nord de la dépression du Djoua, on a également cité des fossiles turoniens, de même qu'à la Kâlaa des Matmata, dans l'Extrême-Sud de la Tunisie, où les couches crétacées les plus élevées ont fourni *Echinobrissus pseudominimus*, *djelfensis* et des Inocérames [38 *bis*].

Tripolitaine. — L'ALBIEN manque en Tripolitaine, tout comme dans l'Extrême-Sud tunisien.

Le CÉNOMANIEN a été découvert dès 1851 dans la falaise septentrionale de la hamada el Homra par Overweg, qui recueillit, dans une série de calcaires et de grès, alternant avec des marnes bariolées et des gypses, *Heterodiadema libycum* et *Trigonia Beyrichi* [XXXIV, 106].

La présence du TURONIEN dans la Tripolitaine résulte de la découverte, faite par Vinassa de Regny, de calcaires compacts à Rudistes, renfermant, d'après les déterminations de Parona, *Orbitolina* sp., *Orthopsis miliaris*, *Caprinula Sharpei*, *Radiolites lusitanicus*, *Sauvagesia Arnaudi*.

Égypte. — Les premiers dépôts marins du Crétacé d'Égypte sont généralement séparés des terrains primaires par des grès d'âge indéterminé, auxquels on donne le nom de *grès de Nubie*. Ceux-ci sont certainement en partie éocrétacés ou albiens, car ils supportent en parfaite concordance le Cénomanien. Mais, dans la Haute-Égypte, où la série crétacée marine débute par un terme plus ou moins élevé du Sénonien, ils montent, comme on le verra plus loin, jusque dans le haut du groupe Mésocrétacé.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le CÉNOMANIEN de la Basse-Égypte [244, 245] est représenté sur les deux rives du Nil, dans le désert Libyque et dans le désert Arabique, par des calcaires compacts et des marnes qui renferment une faune très riche, composée des espèces les plus caractéristiques du faciès africain : *Heterodiadema libycum, Diplopodia marticensis, Salenia batnensis, Hemiaster lusitanicus, Archiacia pes cameli, Ostrea Syphax, Exogyra Mermeti, flabellata, olisiponensis, Plicatula Fourneli, Sphærulites, Tylostoma syriaca, Neolobites Vibrayeanus, Acanthoceras Mantelli, Martimpreyi.*

Le TURONIEN est peu épais et n'est bien individualisé qu'aux environs d'Abou Roach, au S.W. du Caire, où ses calcaires zoogènes n'atteignent guère plus de 20 m d'épaisseur et renferment des Zoanthaires, des Rudistes (*Sauvagesia cornu pastoris*) et des Gastéropodes (*Trochactæon Salomonis, Nerinea Requieniana*) [244].

Sinaï. — Le nord de la presqu'île du Sinaï est constitué par le Tih, vaste plateau crétacé encore à peu près inexploré. Des montagnes tabulaires, également crétacées, situées à l'ouest de Suez, le relient aux grandes nappes crétacées de la Basse-Égypte. En dehors du Tih on rencontre, dans les régions basses du littoral, de grands paquets de terrains crétacés, affaissés suivant des fractures linéaires, plus ou moins parallèles à la côte. Tels sont les plateaux du djebel Gounna, du djebel Oum Raiyig, du djebel Ejjibi, où le Cénomanien est représenté par des grès glauconieux et des marnes à *Hemiaster cubicus*, qui reposent sur les grès de Nubie et supportent des calcaires très fossilifères. Dans ceux-ci les espèces les plus caractéristiques sont les suivantes : *Heterodiadema libycum, Diplopodia variolare, Goniopygus Menardi, Periaster oblongus, Hemiaster Heberti, Exogyra olisiponensis, flabellata, Mermeti, Ostrea Rouvillei, Radiolites Lefebvrei, Tylostoma elatius, Globiconcha ponderosa.* On a décrit en outre un certain nombre d'espèces nouvelles [246, 247].

Le Turonien n'est pas connu au Sinaï.

Palestine et Syrie. — Les grès de Nubie s'étendent jusqu'en Palestine, où ils supportent une série marine qui va du Cénomanien au Maestrichtien [248].

Le CÉNOMANIEN présente les plus grandes affinités avec celui de l'Égypte et appartient comme lui au type africain, dont on retrouve quelques-unes des espèces les plus caractéristiques : *Heterodiadema libycum, Holectypus cenomanensis, Terebratula Nicaisei, Hemiaster batnensis, Ostrea flabellata, Mermeti, Luynesi, olisiponensis.*

Le TURONIEN est représenté par des calcaires à Rudistes, qui renferment, outre ces Lamellibranches, dont les espèces auraient besoin d'être revisées, des Gastéropodes spéciaux : *Pileolus Oliphanti, Nerinea gemmifera, Aporrhais Rustemi, Actæonella Absalonis.*

En Syrie, et en particulier dans le Liban, les calcaires kimeridgiens à *Cidaris glandaria* supportent directement des grès à lignites, attribués par Zumoffen et H. Douvillé [250] à l'Éocrétacé. Au-dessus viennent des calcaires jaunâtres à *Orbitolina lenticularis, Enallaster syriacus, Trigonia syriaca* et nombreux Gastéropodes, qui représentent l'ALBIEN. Le VRACONNIEN comprend des grès et des marnes bariolées à *Enallaster Delgadoi* et *Cnemioceras syriacum.* Le CÉNOMANIEN proprement dit est constitué par des calcaires et des marnes à *Hemiaster Saulcyanus, Exogyra flabellata, Mermeti, olisiponensis, Plicatula Reynesi, Eoradiolites, Acanthoceras rotomagense, Mantelli, Neolobites Vibrayeanus* [249-250].

Il semble que l'on doive rapporter au TURONIEN inférieur des marnes

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

et des calcaires à *Chondrodonta Joannæ*, *Caprinula cedrorum*, *Radiolites lyratus*, Actéonelles et Nérinées, qui correspondent aux couches à *Chondrodonta* de la Vénétie et du Portugal et supportent des marnes et des calcaires à *Mammites* et *Heterotissotia*. La partie supérieure de l'étage est représentée par des calcaires à *Hippurites resectus*, *Grossouvrei*, *Biradiolites lumbricalis*, *Radiolites Peroni*, *Præradiolites ponsianus* et Nérinées.

Au niveau du Cénomanien, on trouve en outre, à Hakel, dans le Liban, des dalles calcaires à Poissons. Nous reviendrons sur ce faciès particulier à propos du Sénonien.

Arabie. — Les mesas crétacées du grand plateau Désertique se retrouvent sur la côte sud-est de l'Arabie. A Marbat, Duncan a observé, au-dessus d'un grès micacé brun sans fossiles, des argiles rouges, surmontées de calcaires blancs d'âge indéterminé. Les calcaires blancs ont fourni une intéressante faune cénomanienne, étudiée par Duncan [251] et renfermant notamment *Orbitolina concava*, *Cidaris cenomanensis*, *Pseudodiadema Rœmeri*, *Salenia scutigera*, *personata*, *Holectypus cenomanensis*, *Pygaster truncatus*, *Epiaster distinctus*, *Hemiaster similis*, *Cottaldia Carteri*, *Neithea æquicostata*, *quadricostata*. Les affinités avec le Cénomanien de l'Europe occidentale sont manifestes.

Sokotora. — L'archipel de Sokotora est constitué par des îles à soubassement granitique et gneissique, recouvert d'un manteau de couches crétacées et nummulitiques. Fr. Kossmat, qui lui a consacré un beau mémoire [252], a observé, dans l'île de Sémha, la succession suivante :

1° Grès grossier reposant sur le granite;
2° Marnes et grès fins à *Modiola ligeriensis* et *Ostrea Dieneri;*
3° Calcaire à Rudistes (*Caprina*, *Radiolites*), Nérinées, Crinoïdes, Zoanthaires, Foraminifères indéterminables;
4° Marnes à *Orbitolina plana*, *Aspidiscus Semhæ*, *Pseudodiadema marticense*, *Orthopsis miliaris*, *Epiaster Duncani*, *Exogyra flabellata*, *Neithea quinquecostata*, *Placenticeras Simonyi;*
5° Calcaire blanc crayeux à *Orthopsis perlata*, *Goniopygus marticensis*, *Epiaster orientalis*, *Hemiaster Semhæ*, *Terebratula semiglobosa*, *Exogyra decussata*, *Pholadomya Vignesi;*
6° Calcaire à Alvéolines nummulitiques.

Les couches 1-3 sont certainement cénomaniennes et il en est probablement de même de 4, tandis que 5 renferme un singulier mélange d'espèces cénomaniennes et d'espèces sénoniennes.

Dans l'île principale, les calcaires à Rudistes se développent aux dépens des autres termes de la série crétacée.

Chaînes de l'Asie méridionale. — Nous revenons maintenant aux régions où les terrains secondaires sont plissés et nous reprenons l'étude des plissements alpins, que nous avions suivis jusqu'au Caucase, et celle des plissements dinariques, que nous avions suivis jusqu'en Grèce.

Asie Mineure. — H. Douvillé a montré [64 *bis*] que la partie méridionale des Balkans s'infléchit vers le S.E., en arrivant à la mer Noire, et forme une zone qui passe entre le rivage et l'Istrandja Dagh et franchit ensuite le Bosphore. Elle se continue par la chaîne qui suit la rive méridionale de la mer Noire. Là se trouve l'ancienne Héraclée, aujourd'hui Eregli, dont il a déjà été question à propos du Carbonifère et de l'Éocrétacé.

L'Albien y est représenté par des couches argileuses et gréseuses, qui ont fourni des Inocérames, des *Hamites*, *Kossmatella Agassiziana*, *Puzosia* sp., *Brancoceras varicosum*.

Le Cénomanien est à l'état de grès, renfermant, aussi bien à Kila, près du

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Bosphore, qu'à Héraclée, des empreintes végétales et *Neithea quadricostata*. Des formations analogues ont été signalées plus à l'est, jusqu'à Amasra.

Le Turonien n'est pas connu dans les chaînes septentrionales de l'Asie Mineure.

Nous manquons encore de renseignements précis sur le groupe Mésocrétacé dans les chaînes méridionales de l'arc Taurique, qui se raccorde à l'ouest, par un rebroussement, avec l'arc Égéen.

Manghychlak et Turkestan. — Avant de nous occuper de l'arc Iranien, qui fait suite à l'est à l'arc Taurique, nous devons d'abord passer en revue les terrains mésocrétacés des chaînes plus septentrionales du grand faisceau de plissement qui aboutit aux montagnes de l'Asie centrale. La présence du groupe Mésocrétacé dans les chaînes du Turkestan étant encore très douteuse, nous n'avons à nous occuper que des collines de Manghychlak.

Au-dessus des dépôts éocrétacés, dont il a été question précédemment, viennent, d'après les observations d'Andrussow et les déterminations paléontologiques de Semenow [169], les termes suivants :

ALBIEN. 1° Grès à *Ostrea Milleti, Inoceramus Salomonis, concentricus, Panopæa acuticostata, Phylloceras, Anisoceras;*

2° Grès et argiles schisteuses gypsifères avec *Inoceramus concentricus* et *Hoplites interruptus;*

3° Grès ferrugineux à *Inoceramus concentricus, sulcatus, Turritella Neptuni, Hoplites splendens.*

CÉNOMANIEN. 1° Argiles à concrétions et grès, avec *Inoceramus* et *Avellana lacryma;*

2° Grès à *Inoceramus orbicularis, Geinitzi, Avellana cassis, Hoplites falcatus, Schlœnbachia varians, Placenticeras Grossouvrei;*

3° Argiles à *Discoidea cylindrica, Venus rotomagensis, Cyprina ligeriensis, Anatina kurskensis, Avellana cassis, Acanthoceras rotomagense.*

TURONIEN. 1° Marnes vertes à *Holaster planus, Inoceramus, Actinocamax plenus;*

2° Marnes rougeâtres et craie blanche sans fossiles.

La présence, dans les chaînes de la Bokharie, qui constituent le prolongement de celle de Manghychlak, de couches antérieures au Sénonien n'est pas encore démontrée.

Chaîne Turkmène. — Au sud des chaînes précédentes vient la chaîne Turkmène, qui n'est autre que le prolongement oriental du Caucase, au-delà de l'aire d'ennoyage occupée aujourd'hui par les plus grandes profondeurs de la Caspienne. Elle comprend, entre autres, le Grand et le Petit Balkhan et le Kopet Dagh. Les dépôts mésocrétacés y font suite en concordance à l'Aptien et comprennent, d'après Bogdanowitch [XXXVII, 313 *bis*], les termes suivants, développés principalement le long de la rivière Tedjen :

ALBIEN. Calcaires argileux à glauconie, avec *Inoceramus Coquandianus, Solarium moniliferum, Hoplites splendens, Belemnopsis minimus.*

CÉNOMANIEN. Grès glauconieux à *Inoceramus cuneiformis, Avicula cenomanensis, Exogyra arduennensis, haliotidea, Acanthoceras Mantelli.*

TURONIEN. Marnes sableuses et glauconieuses à *Ostrea vesiculosa, biskarensis, Exogyra auricularis, Trigonia Fittoni, Pachydiscus peramplus, Puzosia Austeni.*

Perse septentrionale. — Nos connaissances relatives au groupe Mésocrétacé dans la chaîne septentrionale de la Perse, connue sous le nom d'Elbourz, sont encore très rudimentaires.

H. Douvillé [XXXV, 66] attribue au Vraconnien les calcaires du défilé de Bende Burida, qui renferment des Orbitolines et *Præradiolites Davidsoni*, espèce du Texas.

Perse méridionale. — Dans les chaînes méridionales de la Perse, le groupe

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Mésocrétacé est connu jusqu'ici dans le Louristan et dans le pays des Baktyaris.

La présence du CÉNOMANIEN dans le Louristan résulte des observations de J. de Morgan [XXXV, 66]. Les échantillons recueillis par cet explorateur proviennent de la région du Poucht-é-kouh, vers le sommet du Kébir Kouh, où ils occupent deux niveaux calcaires superposés, caractérisés, l'inférieur, dont le substratum n'est pas visible, par des Échinides, appartenant aux genres *Pseudananchys, Hypsaster* et *Hemiaster*, et par *Puzosia Denisoniana, Stoliczkaia* et *Turrilites Bergeri;* le supérieur, par *Acanthoceras laticlavium, Gentoni, rotomagense, Cunningtoni, sarthacense, vicinale.*

Le TURONIEN a été rencontré par le même explorateur dans le pays des Baktyaris, où il est représenté, entre Do-poulân et Djelil, par des calcaires compacts à Rudistes, alternant avec des marnes dures à *Loftusia persica*, grand Foraminifère fusiforme, recueilli dès 1855 par Loftus dans la même région. Les Rudistes appartiennent, d'après les déterminations de H. Douvillé, aux espèces suivantes, qui ne laissent aucun doute sur l'âge des couches : *Præradiolites ponsianus, Radiolites Trigeri, Peroni, Morgani, Biradiolites lumbricalis, persicus, Polyptychus Morgani.*

Branche orientale de l'arc Iranien. — Le groupe Mésocrétacé fait totalement défaut au Béloutchistan, où le Maestrichtien repose directement sur les couches éocrétacées. Par contre, il existe dans le Sind, sur la rive droite de l'Indus, des calcaires à Rudistes, qui sont probablement turoniens, comme ceux de la Perse méridionale.

La présence du groupe dans les monts Suliman est incertaine. Dans le Nord de l'Afghanistan, la série semble être la même que dans la chaîne Turkmène, qui a son prolongement dans ce pays.

Rien enfin ne permet jusqu'ici d'affirmer l'existence du groupe Mésocrétacé dans la Salt Range, où cependant l'Éocrétacé est représenté.

Himalaya et Tibet. — Aucune succession complète du groupe Mésocrétacé n'a encore été observée dans la chaîne principale de l'Himalaya et dans les chaînes tibétaines qui lui font suite au nord. Le CÉNOMANIEN a, toutefois, été signalé dans le Nord-Est du district de Hazara, à l'ouest d'Abbottabad, où une bande de calcaires gréseux de couleur orange a fourni à Middlemiss [253] des Échinides, une *Terebratula*, une *Pholadomya* et des Bélemnites spécifiquement indéterminables, associés aux Ammonoïdés suivants, qui ne laissent aucun doute sur son âge : *Acanthoceras Mantelli, naviculare, rotomagense, Mortoniceras inflatum, Anisoceras, Baculites*, etc. Ces calcaires sont séparés des argiles de Spiti, dont la partie supérieure est néocomienne, par les *grès de Giumal*, qui peuvent, par conséquent, être envisagés comme albiens. Ils sont recouverts par des calcaires gris sans fossiles, attribués par Middlemiss au Nummulitique.

Plus à l'est, dans le district de Spiti, les grès de Giumal prennent un grand développement et supportent les *calcaires de Chikkim*, dans lesquels Stoliczka n'a trouvé que des Rudistes et des Foraminifères sans valeur stratigraphique (*Nodosaria, Dentalina, Textularia*, etc.).

Dans la partie du Tibet traversée par l'expédition Younghusband, la succession est différente. Dans un grand synclinal dirigé W.-E., allant de Kampatsong à Tüna, H. H. Hayden [254] a observé, sur les argiles de Spiti, des calcaires durs sans fossiles, puis une alternance de calcaires marneux bruns avec des argiles noires à concrétions calcaires. Celles-ci renferment des Céphalopodes indubitablement cénomaniens : *Acanthoceras Newboldi, Hunteri, laticlavium, Turrilites costatus*, etc. C'est exactement le même niveau

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

que dans le Hazara, la craie de Rouen. Les argiles grises qui viennent au-dessus ont environ 80 m d'épaisseur et ont fourni *Hemiaster Grossouvrei* ou *cenomanensis*, avec des Gryphées et des Inocérames indéterminables. Elles représentent peut-être le Turonien.

Arc Malais. — Le seul indice que l'on possède de l'existence du groupe Mésocrétacé dans la branche septentrionale de l'arc Malais, c'est la trouvaille, signalée par Theobald, d'un fragment de *Mortoniceras inflatum* dans l'Arrakan.

A Sumatra, on ne connaît pas encore de dépôts plus récents que le Néocomien. A Java, par contre, l'existence du Cénomanien résulte de la découverte, faite par Verbeek, de couches à *Orbitolina concava*. Des grès renfermant les mêmes Foraminifères ont été signalés par K. Martin dans le bassin du Kapoua, à Bornéo. Enfin, P. G. Krause a décrit, sous le nom de *Cnemoceras pinax*, une espèce voisine de *Cn. syriacum*, qui provient d'un calcaire de Temojoh, dans l'Ouest de la même île, où elle est associée à des *Schlœnbachia* spécifiquement indéterminables.

Continent Australo-Indo-Malgache. — Au sud de la zone de plissements de l'Asie méridionale, se trouvent des pays à régime tabulaire, où les terrains secondaires ont conservé une horizontalité presque complète et où les dépôts mésocrétacés, souvent transgressifs, s'étendent sur de vastes surfaces, attestant l'invasion d'une aire continentale, dont le morcellement n'a pu s'effectuer qu'à une époque plus récente. Nous allons chercher les traces de cette couverture de dépôts quelquefois continentaux, plus fréquemment marins, sur les trois fragments qui subsistent encore de cette ancienne aire continentale : l'Inde péninsulaire, Madagascar et l'Australie.

Région septentrionale de l'Inde péninsulaire. — Le Cénomanien est connu depuis longtemps dans la basse vallée de la Narbadá, aux environs de Bagh, où il repose en discordance transgressive sur les schistes cristallins et sur les conglomérats de Mahádeva, du groupe de Gondwana. Il est constitué par des conglomérats, des grès, des calcaires noduleux, argileux et coralliens, et l'ensemble de ces couches ne dépasse guère une vingtaine de mètres. La faune comprend des Zoanthaires (*Thamnastræa decipiens*), des Échinides, en partie identiques à ceux du Sud-Est de l'Arabie [251, 255] (*Cidaris namadica, Salenia Fraasi, Cyphosoma cenomanense, Orthopsis indicus, Echinobrissus Goybeli, Nucleolites similis, Hemiaster cenomanensis, similis*), un Brachiopode (*Rhynchonella depressa*), quelques Lamellibranches (*Neithea alpina, quadricostata*) et trois Ammonites, décrites récemment par Vredenburg [256] : *Placenticeras Mintoi, Namadoceras Scindiæ, Bosei.* Aucune de ces espèces ne se trouve dans les dépôts cénomaniens de la côte orientale de l'Inde.

Le Nord-Ouest de la Péninsule est couvert d'immenses couches horizontales de roches volcaniques, connues sous la dénomination de *trapps du Dekkan*, qui recouvrent indistinctement les schistes cristallins, les couches de Gondwana et les couches de Bagh, dont il vient d'être question. Il est probable que les éruptions qui leur ont donné naissance ont commencé immédiatement après le Cénomanien.

Inde méridionale. — Des affleurements crétacés peu étendus, mais d'un très grand intérêt, existent, sur la côte de Coromandel, aux environs de Trichinopoli et de Pondichéry. Dans le premier district, la série débute par le Cénomanien et comprend tout le Mésocrétacé et le Néocrétacé; dans le second, les deux étages supérieurs du Néocrétacé sont seuls représentés.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Nous n'aurons donc, pour le moment, à nous occuper que du district de Trichinopoli, dont la série est devenue classique, grâce surtout aux belles monographies paléontologiques de Stoliczka [4] et de Kossmat [257].

Le CÉNOMANIEN y repose soit sur des gneiss, soit sur des couches à Plantes du groupe de Radjmahal (v. p. 994), soit encore sur des calcaires à débris de Zoanthaires, qui ont été souvent fortement ravinés et remaniés, mais qui, en d'autres points, passent insensiblement aux couches suivantes et appartiennent donc probablement à l'Albien. Il correspond à la partie inférieure et moyenne du *groupe d'Outatour* des géologues de l'Inde et comprend deux niveaux, caractérisés par des sédiments différents.

Le niveau inférieur comprend des alternances d'argiles rouges et de cal-

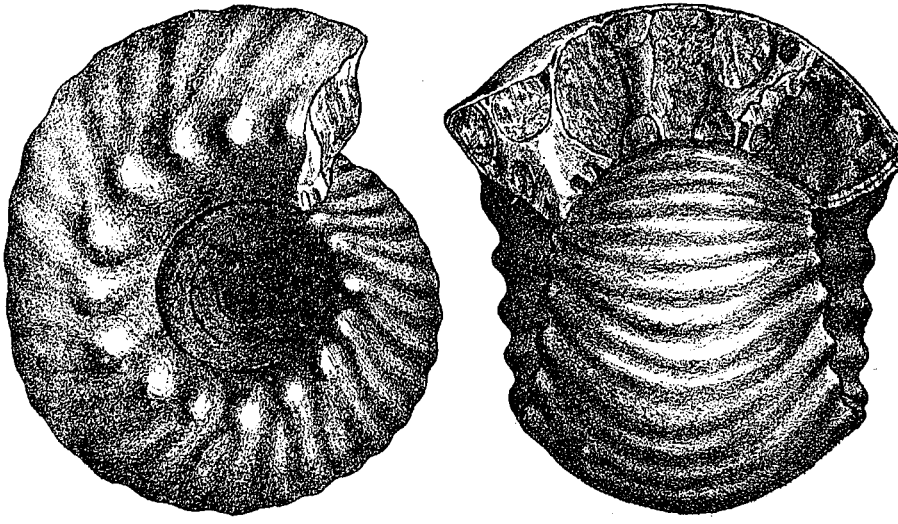


Fig. 387. — *Fagesia superstes* (d'après FR. KOSSMAT). 2/3 gr. nat.
Turonien. Odium, près Trichinopoli, Inde.

caires marneux, renfermant, outre un certain nombre de Lamellibranches et de Gastéropodes, les Céphalopodes suivants : *Phylloceras ellipticum*, *Gaudryceras Sacya*, *G. Mahadeva*, *Tetragonites Timotheanus* (fig. 380), *Puzosia compressa*, *Desmoceras latidorsatum*, *Placenticeras Warthi*, *Stoliczkaia dispar*, *Acanthoceras Mantelli*, *Mortoniceras inflatum*, *Kossmaticeras moraviaturensis*, *Hamites armatus*, *Turrilites Bergeri*, *Belemnopsis fibula*, *stillus*. C'est exactement la faune de la zone inférieure du Cénomanien, du sous-étage Vraconnien de Renevier.

Le niveau supérieur comprend surtout des grès et des conglomérats, qui ont fourni de nombreux *Acanthoceras* du groupe d'*Ac. rotomagense* (*Ac. Newboldi*, *cenomanense*, *naviculare*, *harpax*, *pentagonatum*) et d'autres (*Ac. Cunningtoni*, *Mantelli*, *laticlavium*), ainsi que *Turrilites costatus*. C'est l'horizon de la craie de Rouen.

Le TURONIEN de l'Inde méridionale se compose de la partie supérieure du groupe d'Outatour et de la partie inférieure du *groupe de Trichinopoli*, dont la partie moyenne et supérieure correspond au Coniacien et au Santonien.

L'Outatour supérieur consiste en grès et en argiles avec concrétions calcaires, où les fossiles sont d'une très belle conservation. Les Céphalo-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

podes sont représentés par quelques espèces cénomaniennes, comme *Puzosia planulata, Acanthoceras naviculare, harpax*, associées à des espèces turoniennes, telles que *Acanthoceras ornatissimum, Mammites conciliatus, discoidalis, vicinalis, Neoptychites Telinga, Xetra, Fagesia superstes* (fig. 387), identiques à des espèces de l'Europe occidentale ou de l'Afrique du Nord, ou tout au moins très voisines. Outre les Ammonites, on trouve, à ce niveau, *Nautilus Huxleyanus* et, en grande abondance, *Inoceramus labiatus*.

Le Trichinopoli inférieur est constitué par des lumachelles, des graviers à éléments granitiques et des calcaires riches en Gastéropodes et en Lamellibranches (*Trigonoarca trichinopolitensis, Protocardia hillana*). Il est transgressif et repose quelquefois même sur le gneiss. On y trouve *Prionocyclus serratomarginatus, Pachydiscus Vaju*, des *Scaphites* et des *Baculites*.

Assam. — Dans le Nord-Est de l'Inde, il existe, dans l'angle formé par la jonction de l'arc Himalayen et de l'arc Malais, des collines constituées par des schistes cristallins, sur lesquels sont conservés des lambeaux de terrains secondaires, restés à peu près horizontaux. Ce sont les collines de l'Assam. Les terrains crétacés y rappellent beaucoup ceux du district de Trichinopoli et les fossiles qui y ont été recueillis indiquent la présence des groupes d'Outatour et d'Aryalour, c'est-à-dire du Cénomanien et du Sénonien, mais les relations stratigraphiques de ces deux termes ne sont pas connues. Les roches prédominantes sont des grès et des marnes, avec intercalations locales de lits de charbon.

Madagascar. — Les affinités sont telles entre les dépôts mésocrétacés de l'Inde péninsulaire et ceux de Madagascar qu'il y aurait de grands inconvénients à en disjoindre l'étude. Elles sont particulièrement frappantes si l'on envisage la série stratigraphique du Nord de l'île, aussi commencerons-nous notre aperçu par les environs de Diego-Suarez, sur lesquels nous avons des renseignements précis, grâce aux recherches de Coridon [258] et de Paul Lemoine [XXXVII, 75, 76].

On ne connaît, dans tout Madagascar, ni Barrémien, ni Aptien, et l'Albien n'a pas non plus été rencontré aux environs de Diego-Suarez, mais il est à remarquer qu'ici le substratum du Cénomanien n'est pas visible, de sorte que l'on n'est pas en droit de conclure à une transgressivité de cet étage, dont la possibilité ne doit cependant pas être entièrement écartée.

Le CÉNOMANIEN comprend deux subdivisions, l'inférieure correspondant au Vraconnien, la supérieure au niveau de la craie de Rouen. Les couches inférieures sont des argiles puissantes, qui renferment, à certains niveaux, de gros nodules avec Céphalopodes de grande taille, quelquefois conservés avec leur test. Le Mont Raynaud a fourni notamment les espèces suivantes : *Phylloceras Velledæ, Tetragonites epigonus, Desmoceras latidorsatum, Puzosia planulata, compressa, Placenticeras Warthi, Stoliczkaia Grandidieri, Mortoniceras propinquum, inflatum, Acanthoceras naviculare, Turrilites circumtæniatus, Gresslyi, Anisoceras armatum, Oldhamianum* [250]. Avec ces Céphalopodes, on trouve *Serpula ootatoorensis*, des Plicatules, des Gastéropodes.

Au-dessus, on observe, par exemple à Antsirane, des argiles bleues, avec *Acanthoceras subvicinale, Scaphites æqualis, Turrilites Gresslyi, Baculites gracilis;* puis des marnes gréseuses avec petits bancs gréseux, renfermant, outre *Serpula ootatoorensis* et quelques Gastéropodes, *Acanthoceras Mantelli, Turrilites tuberculatus, Belemnopsis ultimus;* enfin, des argiles bleues à *Ostrea Foisseyi* et Ammonites ferrugineuses, telles que *Phylloceras Forbesianum, Diegoi, Acanthoceras vicinale, Newboldi, Scaphites æqualis* et de nombreux représentants des genres *Turrilites, Ptychoceras, Baculites*.

Les ressemblances de ce Cénomanien avec le groupe d'Outatour de l'Inde sont frappantes. Elles portent non seulement sur la présence d'espèces identiques et sur leur répartition verticale, mais même sur la nature des

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

sédiments et sur l'état de conservation des fossiles. Le faciès des couches est rigoureusement le même. Ce n'est que dans les argiles supérieures que s'accusent des différences. Grâce à leur caractère bathyal, ces couches ont plus d'analogie avec le Cénomanien de certaines localités d'Algérie et de Tunisie qu'avec celui de l'Inde, ainsi que l'a fait remarquer Paul Lemoine [XXXVII, 75].

On ne connaît, au-dessus du Cénomanien du Nord de Madagascar, aucune faune turonienne bien individualisée et cantonnée dans des couches déterminées. Mais le passage du Cénomanien au Sénonien a lieu d'une manière insensible, soit par des grès sans fossiles, comme dans le massif de Windsor Castle, sur la côte ouest, soit par des argiles, comme dans la montagne des Français, sur la côte est. De plus, on a indiqué, dans des couches incontestablement coniaciennes, un certain nombre d'espèces turoniennes, telles que *Pachydiscus rotalinus*, et même cénomaniennes ou albiennes, telles que *Phylloceras Velledæ* et *Mortoniceras propinquum*. Ce mélange est probablement dû aux conditions défectueuses dans lesquelles ont été effectuées les récoltes.

Plus au sud, dans le cercle d'Analalava, où la partie supérieure du groupe Crétacé est constituée par des couches sans fossiles, l'ALBIEN SUPÉRIEUR est représenté par des argiles bleues, alternant avec des grès et renfermant des fossiles d'une belle conservation. A. Thevenin a reconnu la présence de *Phylloceras Velledæ*, *Desmoceras Beudanti*, *Puzosia planulata*, *Mortoniceras Roissyanum*, *Mirapelianum*. C'est un niveau inférieur au Vraconnien de Diego-Suarez.

Dans la région de Majunga, on n'a encore trouvé ni Albien, ni Cénomanien, mais on rapporte au TURONIEN des argiles et des sables qui, à Mevarana, renferment des ossements de Dinosauriens, décrits par Depéret [260] sous les noms de *Titanosaurus madagascariensis* et *Megalosaurus crenatissimus*, et supportent des couches marines sénoniennes. Ces deux genres de Reptiles terrestres sont connus également dans le Crétacé de l'Inde, et leur présence dans les deux fragments du continent Australo-Indo-Malgache montre qu'au Turonien le morcellement du continent n'avait pas encore eu lieu. L'existence de ces couches continentales montre de plus que, localement tout au moins, la mer turonienne avait quitté les rives du canal de Mozambique.

L'Albien et le Cénomanien ont été en outre signalés, en divers points, entre l'Ambongo et Tullear, mais leurs relations stratigraphiques sont encore mal définies et les listes de fossiles qui en ont été publiées présentent un caractère tout à fait provisoire. A côté de quelques Céphalopodes, on signale des Gastéropodes, des Lamellibranches et des Échinides nombreux.

Australie. — La partie supérieure des « Rolling Downs Beds » du Queensland, dont la partie inférieure est probablement aptienne, correspond manifestement au Cénomanien, voire au Turonien, car Jack et Etheridge [261] ont décrit, outre *Mortoniceras inflatum*, plusieurs espèces qui sont très voisines de formes européennes de ces étages. Ainsi, *Inoceramus Carsoni* rappelle *I. problematicus*; *I. marathonensis*, *I. Cuvieri* et *Belemnites Canhami* se rapproche beaucoup d'*Actinocamax plenus*.

Il est possible qu'au Cénomanien la transgression ait envahi des régions sur lesquelles les couches inférieures de la série des Rolling Downs ne s'étaient pas déposées, mais la preuve paléontologique de cette supposition ne peut encore être faite.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Géosynclinal circumpacifique. — Nous pouvons maintenant aborder l'étude des régions situées sur le pourtour du Pacifique, qui, aux époques Triasique, Jurassique et Éocrétacée, correspondaient à l'emplacement d'un géosynclinal, où la plupart des termes de la série secondaire affectent le type bathyal. Nous allons voir que l'époque Mésocrétacée est, pour ce géosynclinal circumpacifique, une période de retrait de la mer. Nous constaterons, en effet, que les termes inférieurs de la série sont souvent représentés par des formations continentales ou font même entièrement défaut, et que le Turonien est assez généralement absent.

Nouvelle-Zélande. — Nous commençons notre voyage le long des côtes du Grand Océan par la Nouvelle-Zélande, qui, de nos jours, sépare la fosse de Thomson du Pacifique proprement dit. Ici aucune preuve n'a encore été donnée de l'existence de dépôts mésocrétacés marins. Par contre, on attribue au Cénomanien des couches à charbon, qui, sur la côte nord-ouest de l'île du Sud, ont fourni des empreintes végétales appartenant aux genres *Podocarpium*, *Araucaria*, *Flabellaria*, *Sassafras*, *Cinnamomum*.

Nouvelle-Calédonie. — Des couches à charbon, renfermant également les genres *Podocarpium*, *Sassafras*, *Cinnamomum*, ont été signalées aux environs de Nouméa et de Moindou et semblent être de même âge que celles de la Nouvelle-Zélande. On ne connaît pas davantage de dépôts mésocrétacés marins dans la Nouvelle-Calédonie.

Japon. — Puisque nous ne possédons encore aucun renseignement sur les dépôts mésocrétacés dans la Nouvelle-Guinée, aux Philippines et à Formose, nous pouvons passer directement à l'étude du groupe dans l'archipel Nippon. Ce n'est que dans l'île du Nord, Hokkaido, aussi appelée Yeso ou Ezo, que la présence des étages moyens du système Crétacé peut être considérée comme certaine. Yokoyama [262] et Jimbō [263], les premiers auteurs qui aient fait connaître les faunes crétacées du Japon, avaient décrit les espèces sans préciser leur niveau, et Jimbō avait même affirmé la coexistence, dans les mêmes couches, de formes cénomaniennes et sénoniennes. Il était réservé à Yabe [264] d'établir, dans la série crétacée du Japon, des subdivisions et de montrer que les Ammonites y sont cantonnées dans deux niveaux stratigraphiques bien distincts, séparés par des couches où les Céphalopodes sont rares. Les études paléontologiques de cet auteur sont malheureusement encore inachevées.

Les plus anciennes couches crétacées d'Hokkaido paraissent appartenir au Cénomanien. Elles reposent directement sur les terrains paléozoïques. Ce sont des schistes et des grès, renfermant des lentilles de calcaires à *Orbitolina concava*. C'est le niveau inférieur à Ammonites, caractérisé par *Lytoceras ezoense*, *imperiale*, *Turrilites Bergeri*. Au-dessus vient une série puissante de grès à Trigonies, dont la partie inférieure a fourni *Trigonia longiloba* et *Acanthoceras rotomagense;* la partie moyenne, *Thetis affinis* et *Desmoceras Dawsoni*, espèces que nous retrouverons dans les îles de la Reine Charlotte; la partie supérieure, enfin, des *Pecturculus* et d'autres Lamellibranches. Ces couches supérieures représentent peut-être le Turonien et leur dépôt correspond à une diminution de la profondeur des eaux.

Sakhaline. — L'île de Sakhaline est un rameau divergent qui se détache du faisceau japonais des plissements circumpacifiques et va rejoindre, avec une direction N.-S., les plissements de la Sibérie septentrionale. Le groupe Mésocrétacé y est bien représenté et l'on peut se faire une idée de sa faune, grâce aux récoltes, faites par divers voyageurs au cap Jonquières, que Fr. Schmidt [265] a étudiées dans un mémoire paléontologique. Les fossiles proviennent de calcaires marneux peu épais, intercalés dans des

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

grès, qui font partie d'une série renversée sur des couches à charbon d'âge tertiaire.

Quelques-uns des fossiles décrits par Schmidt, comme *Phylloceras Velledæ*, *Gaudryceras Sacya*, *Tetragonites Timotheanus*, *Ptychoceras gaultinum*, indiquent la présence du Cénomanien ou peut-être même de l'Albien. D'autres sont vraisemblablement turoniens, comme *Pachydiscus peramplus*. Les Ammonites sont associées à des Rhynchonelles, à des Lamellibranches (*Anomia*, *Cucullæa*, *Trigonia*, *Pholadomya*) et à des Gastéropodes (*Helcion*, *Discohelix*, *Trachytriton*, *Solariella*). Les Inocérames décrits par Schmidt paraissent être sénoniens.

Alaska. — Dans la petite île Kadiak, au sud de la presqu'île d'Alaska, se trouvent des calcaires verdâtres, remplis de Lamellibranches et de Gastéropodes étudiés par Eichwald, qui les attribuait au Turonien. Les déterminations de cet auteur auraient besoin d'une sérieuse revision. Il en est de même de celles des fossiles recueillis sur la presqu'île même et qui ont été attribuées à l'Albien et au Néocomien, quoiqu'il se trouve dans le nombre des Inocérames très voisins d'espèces turoniennes.

Dans le bassin du Yukon, des fossiles cénomaniens ont été recueillis, par G. M. Dawson, aux rapides de Rink, sur le Lewes, en territoire canadien. Whiteaves [66 *bis*] les a décrits sous les noms de *Discina Dawsoni*, *Cyprina yukonensis*, *Mortoniceras boreale*, *Estheria bellula*.

Colombie Britannique. — Les îles situées sur le littoral de la Colombie Britannique constituent manifestement le prolongement de la zone méridionale de l'Alaska et semblent appartenir à la même zone isopique.

Dans les îles de la Reine Charlotte, le groupe Mésocrétacé semble succéder sans lacune aux couches éocrétacées du type boréal, dont il a été question plus haut. Whiteaves a fait connaître [178, 179] plusieurs espèces, qui indiquent d'une manière indubitable la présence de l'ALBIEN ou de la base du CÉNOMANIEN. Ce sont *Gaudryceras Sacya*, *Tetragonites Timotheanus*, *Puzosia planulata*, *Desmoceras Beudanti*, *Mortoniceras inflatum*. En outre, *Douvilleiceras Stoliczkanum* est une espèce très voisine de *D. mamillatum*. Les Lamellibranches, assez nombreux, ont également des affinités assez grandes avec les formes cosmopolites des genres *Inoceramus*, *Trigonoarca*, *Trigonia*, *Astarte*. *Desmoceras Dawsoni* et *Thetis affinis* appartiennent peut-être, comme au Japon, à un niveau un peu plus récent.

Au-dessus viennent des conglomérats grossiers, sans fossiles, puis des argiles et des grès, avec *Inoceramus problematicus*, que l'on a attribués au Turonien.

Le groupe Néocrétacé n'est pas connu dans les îles de la Reine Charlotte. Il est, par contre, bien développé dans l'île de Vancouver, où c'est le groupe Mésocrétacé qui manque.

Oregon et Californie. — Les couches de Knoxville, dont il a été question plus haut, et qui représentent le groupe Oolithique supérieur et le groupe Éocrétacé, se sont déposées dans un géosynclinal, dont l'emplacement correspond à peu près à l'emplacement actuel de la vallée de Sacramento, en Californie. Le groupe Mésocrétacé est constitué par les *couches de Horsetown*, qui sont transgressives par rapport aux couches de Knoxville sous-jacentes, de sorte qu'elles atteignent le bord est des Coast Ranges et le bord ouest de la Sierra Nevada, où elles reposent sur des couches plissées de la série Oolithique moyenne (fig. 388) [66 *ter*]. On les retrouve également dans l'Oregon et dans la Californie méridionale en superposition normale sur l'Éocrétacé. C'est un système de schistes, avec intercalation de bancs

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

gréseux, qui dépasse 1 500 m de puissance. La faune [266] comprend, d'après Frank M. Anderson, à côté d'un certain nombre de Lamellibranches (*Lima*, *Neithea*, *Plicatula*, *Avicula*, *Trigonia*, *Pleuromya*) et de Gastéropodes (*Nerita*, *Actæon*, *Nerinea*, *Ringinella*, *Helicaulax*), les Ammonoïdés suivants : *Phylloceras onoense*, *shastaense*, *Gaudryceras Sacya*, *Lytoceras Batesi*, *Tetragonites Timotheanus*, *Puzosia Hoffmanni*, *Dilleri*, *Desmoceras Sugata*, *Yoyi*, *Beudanti*, *Douvilleiceras mamillatum*, *Mortoniceras inflatum*, *Sonneratia Stantoni*, *Stoliczkaia dispar*, *Ancyloceras lineatum*. Cette liste ne laisse aucun doute sur la nécessité d'attribuer à l'Albien les couches de Horsetown.

Les *couches de Chico* recouvrent quelquefois en discordance les couches de Horsetown ; elles sont transgressives et reposent, dans les Coast Ranges et la Sierra Nevada, directement sur le Jurassique (fig. 338). Ce sont des schistes et des grès, avec intercalations de poudingues, qui atteignent 2 000 m d'épaisseur. On les range d'ordinaire dans le Sénonien, mais les études paléontologiques de Frank M. Anderson [266] ont montré qu'elles renferment en réalité deux faunes successives. Leur partie inférieure a fourni notamment *Phylloceras ramosum*, *Gaudryceras Sacya*, *Desmoceras Sugata*,

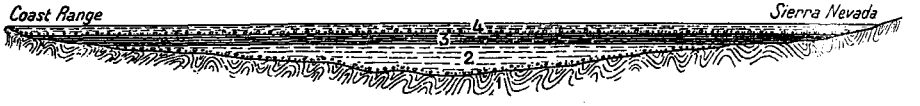


Fig. 388. — Coupe schématique à travers la vallée de Sacramento (Californie), représentant l'état du géosynclinal circumpacifique à la fin de la période Crétacée (d'après Diller et Stanton).

1, terrains antécrétacés ; 2, couches de Knoxville (Tithonique et Éocrétacé) ; 3, couches de Horsetown (Mésocrétacé) ; 4, couches de Chico (Maestrichtien).

Placenticeras californicum, *pacificum*, *Mortoniceras crenulatum*, *propinquum*, *Acanthoceras rotomagense*, *naviculare*, des *Scaphites*, des *Hamites*. C'est là incontestablement une faune que l'on doit attribuer au Cénomanien. Les Lamellibranches et les Gastéropodes sont également très abondants et l'on ne signale qu'un petit nombre d'espèces communes aux deux subdivisions des couches de Chico. Enfin, on pourrait invoquer la citation d'*Inoceramus labiatus* en faveur de l'existence du Turonien, mais aucune Ammonite ne vient confirmer la présence de cet étage.

Dans la baie de Todos Santos, au fond du golfe de Californie, les couches de Chico inférieures renferment une faune spéciale, essentiellement néritique et caractérisée par un Rudiste, *Coralliochama Orcutti*, associés à des Lamellibranches nombreux et à des Gastéropodes particuliers (*Trochus eurystomus*, *Cerithium totium sanctorum*, *Pillingi*, *Fulguraria Gabbi*).

On pourrait être tenté de chercher la continuation du géosynclinal circumpacifique dans les chaînes occidentales et centrales du Mexique, où le groupe Éocrétacé est représenté par des formations bathyales analogues à celles de Californie, mais, en réalité, le groupe Mésocrétacé est constitué dans tout le Mexique, jusque sur les rivages du Pacifique, par des formations néritiques analogues à celles du Texas, dont les affinités sont atlantiques et non pacifiques. Du reste, les chaînes côtières de la Californie n'ont pas davantage leur prolongement tectonique dans les chaînes occidentales et méridionales du Mexique ; après avoir pris part à la constitution de la péninsule de la Basse-Californie, elles plongent sous la mer, pour reparaître probablement dans les chaînes côtières du Chili.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Mais ici le groupe Mésocrétacé n'est pas représenté. Puisque dans les Andes du Pérou et de la République Argentine ce groupe affecte, comme au Mexique, le type atlantique, nous pourrons considérer comme achevée l'étude des parties du géosynclinal circumpacifique incorporées au continent américain.

Terre de Graham. — Le groupe Mésocrétacé semble exister, par contre, à l'île de Snow Hill, au S.E. de la Terre de Graham, où des calcaires rouges à Zoanthaires, inférieurs aux couches néocrétacées dont il sera question plus haut, ont fourni deux espèces d'Ammonites, rapprochées par W. Kilian [378] de *Desmoceras latidorsatum*. Leur âge est probablement albien supérieur.

Terres arctiques. — Avant de passer à l'étude du groupe Mésocrétacé dans les régions des deux Amériques qui appartiennent au type atlantique, il est nécessaire de dire quelques mots des terres arctiques, ne fût-ce que pour mettre en évidence le fait, déjà signalé par Ed. Suess [0,22, II], que la transgression cénomanienne n'a pas atteint les hautes latitudes de l'hémisphère Nord.

En effet, aucune trace du groupe Mésocrétacé n'est encore connue dans l'Asie septentrionale, où cependant le Volgien et les premiers termes du groupe Éocrétacé prennent un grand développement.

Rien n'indique non plus la présence de couches marines du groupe Mésocrétacé dans le Nord de l'Europe ni dans les terres arctiques baignées par l'Atlantique Nord. Jusqu'ici on n'a pas davantage mentionné de vestiges d'une mer mésocrétacée sur le bord septentrional de l'Amérique arctique. Sur la côte ouest du Groenland, nous connaissons même des couches à Plantes, qui sont manifestement continentales. Elles sont fortement redressées et atteignent de grandes épaisseurs. Leurs affleurements sont situés dans l'île d'Upernivik, dans la presqu'île de Nugsuak et dans l'île de Disko. Ils se répartissent dans les trois subdivisions suivantes [267] :

1° *Couches de Kome*, reposant directement sur le gneiss. Ce sont des schistes noirs, dont la flore se compose en majeure partie de Fougères (*Dicksonia, Sphenopteris, Pteris, Asplenium, Pecopteris, Gleichenia, Osmunda*), de Cycadées (*Zamites, Pterophyllum*), de Conifères (*Baiera, Ginkgo, Torreya, Sequoia, Pinus*), de Monocotylédones (*Poacites, Cyperacites*) et de rares Dicotylédones (*Populus primæva, Artocarpus*). Cette flore est probablement éocrétacée.

2° *Couches d'Atane.* Schistes noirs et grès, renfermant, à côté des Fougères (*Cyathea, Dicksonia, Pteris, Aspidium, Asplenium, Pecopteris, Gleichenia, Osmunda*), des Cycadées (*Cycas, Podozamites, Otozamites, Nilssonia*) et des Conifères (*Baiera, Ginkgo, Juniperus; Sequoia, Dammara, Pinus*), de nombreuses Dicotylédones (90 espèces sur 117), réparties principalement dans les genres *Populus, Myrica, Quercus, Ficus, Platanus, Laurus, Cinnamomum, Credneria, Hedera, Aralia, Magnolia, Nelumbium, Sapindus, Rhamnus, Colutea, Cassia*, etc. D'après Oswald Heer cette flore serait cénomanienne.

3° *Couches de Patoot.* Argiles schisteuses blanc jaunâtre ou rouge brique, dans la flore desquelles les Dicotylédones figurent pour plus de la moitié, tandis que les Cycadées font entièrement défaut. Les fossiles marins de cette subdivision permettent de l'attribuer au Sénonien.

Le Cénomanien est représenté également par des couches marines dans le bassin du Mackenzie, mais il convient de commencer l'étude du groupe Mésocrétacé du continent Nordaméricain par le bord atlantique.

Type atlantique dans les deux Amériques. — A l'époque Mésocrétacée la mer prend possession, sur le versant atlantique des deux Amériques, de vastes surfaces qui, à l'époque Éocrétacée, étaient restées entièrement

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

exondées. Elle était habitée par des faunes qui possédaient d'étroites affinités avec celles de l'Europe occidentale, de sorte que l'on est en droit de parler d'un *type atlantique* du Crétacé moyen, par opposition au *type pacifique*.

Au Canada et aux États-Unis, ce type atlantique envahit toute la région des Montagnes Rocheuses; au Mexique, il s'étend jusque sur les côtes du Pacifique, et il en est de même en Colombie et au Pérou.

Centre des États-Unis. — Les dépôts mésocrétacés couvrent d'immenses surfaces dans le Centre des États-Unis. Ils constituent en grande partie les grandes plaines du Kansas, du Nebraska, du Dakota, où leurs couches sont restées presque horizontales; ils forment une ceinture continue autour des Black Hills et prennent une part importante à la constitution des Montagnes Rocheuses, où ils sont plissés. Vers l'est, on en trouve encore de grands lambeaux épargnés par l'érosion dans l'Iowa et dans le Minnesota. Ils reposent soit en concordance sur les dépôts éocrétacés continentaux ou sur le Jurassique, soit en discordance sur les terrains paléozoïques ou prépaléozoïques.

On attribue généralement au CÉNOMANIEN des grès jaunes ou rouges d'origine lacustre, fluviatile et peut-être éolienne, connus sous le nom de *formation du Dakota*. Leur épaisseur moyenne est de 100 m, ils admettent des intercalations de conglomérats, d'argiles et de lignites. Les empreintes végétales y sont très abondantes, de même que les troncs silicifiés. Les Invertébrés sont représentés par des moules de *Pharella dakotensis, Trigonoarca siouxensis, Cyrena arenaria, Margaritana nebrascensis*.

A sa partie supérieure, la formation du Dakota passe insensiblement à des couches marines, la *formation du Colorado*, dont la base appartient sans doute au TURONIEN. On y distingue un terme inférieur, principalement marneux, la *série de Benton*, et un terme supérieur, calcaire et crayeux, la *série de Niobrara* [268-269 *bis*]. Les dépôts crayeux du Kansas, du Nebraska et du Dakota méridional rappellent tout à fait ceux de l'Europe. L'épaisseur de l'ensemble de la formation, qui va en augmentant de l'est à l'ouest, varie de 150 à 1 000 m.

La faune de la série de Fort Benton, étudiée par Meek [67], par Stanton [268] et par W. N. Logan [269 *bis*], comprend surtout des Huîtres (*Ostrea congesta, prudentia, soleniscus, Gryphæa Newberryi, Exogyra suborbiculata, ponderosa, columbella, læviuscula, Lopha lugubris*), des Inocérames (*Inoceramus labiatus, dimidius, fragilis, Simpsoni, deformis, tenuirostratus, umbonatus*) et d'autres Lamellibranches (*Avicula gastrodes, Modiola multilinigera, Mactra Emmonsi*), de nombreux Gastéropodes et des Céphalopodes, voisins de formes européennes, mais rarement identiques, tels que *Placenticeras Stantoni, Prionocyclus wyomingensis, Prionotropis Woolgari, Hyatti, Mortoniceras shoshonense, Acanthoceras Swallovi*, auxquels il faut ajouter plusieurs *Scaphites* et une Bélemnitelle. *Inoceramus labiatus* et *Prionocyclus Woolgari* ne laissent aucun doute sur l'âge turonien des couches.

Les couches crayeuses de la série de Niobrara, riches en Inocérames et en Vertébrés, appartiennent, par contre, au Sénonien, comme on le verra plus loin.

Canada. — Les dépôts mésocrétacés des Montagnes Rocheuses et des Grandes Plaines du Dakota ont leur prolongement, vers le nord, dans les Rocheuses canadiennes et dans les états de Manitoba, Athabasca, Saskatchewan, Alberta et jusqu'à l'embouchure du Mackenzie. Dans cette large bande, qui borde à l'ouest le bouclier Canadien, des équivalents des grès

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

du Dakota ou de la formation du Colorado reposent sans grande discordance sur le Dévonien.

Whiteaves a fait connaître [270] du district d'Athabasca toute une série d'Ammonites, provenant de la formation de Colorado, où elles sont associées à *Prionotropis Woolgari* et à d'autres fossiles turoniens. Ce sont : *Desmoceras affine, athabascense, Hoplites Mc Connelli, canadensis.* Le même auteur a cité du Manitoba [66 *bis*] *Lingula subspatulata, Ostrea congesta, Anomia obliqua, Inoceramus labiatus,* fossiles caractéristiques de la formation du Colorado. Ils sont associés à *Belemnitella manitobensis* et à des restes de Cirripèdes et de Poissons.

Dans les Rocheuses canadiennes, les *couches de Mill Creek* ont fourni des Fougères, des fruits de Cycadées, des feuilles de Dicotylédones et aussi *Inoceramus labiatus.*

Texas. — Retournons maintenant dans le Sud. Par le territoire d'Oklahoma, les dépôts mésocrétacés du Kansas sont reliés à ceux du Texas. Ici les dépôts éocrétacés, en grande partie marins, sont recouverts en concordance par une série, également marine, qui correspond aux trois étages du groupe qui nous occupe.

L'ALBIEN est représenté par le *groupe de Fridericksburg,* qui fait suite au groupe de Trinity. Hill [69] y distingue les subdivisions suivantes :

1° *Walnut beds,* marnes et calcaires bréchoïdes et crayeux, avec bancs d'*Exogyra texana* et de *Gryphæa Marcoui;*

2° *Calcaire de Comanche Peak,* crayeux, avec silex, riche en Échinides (*Diadema texanum, Cyphosoma texanum, Enallaster texanus*), en Lamellibranches (*Exogyra texana, Gryphæa Marcoui, Lima wacoensis, Trigonia crenulata, Astarte lineolata*), en Gastéropodes, avec *Engonoceras pedernale* et *Mortoniceras acutocarinatum,* espèce identique, d'après A. de Grossouvre [12], à *M. Roissyanum* de l'Albien supérieur d'Europe;

3° *Calcaires d'Edwards,* avec bancs de calcaires zoogènes, renfermant en abondance des Zoanthaires, des Gastéropodes (*Chondrodonta Munsoni*) et surtout des Rudistes (*Requienia patagiata, texana, Monopleura marcida, Ichthyosarcolithes anguis, Caprina Guadalupæ, occidentalis, Sauvagesia texana*), associés aux Ammonites des couches précédentes.

Le *groupe de Washita,* qui repose en concordance sur les calcaires d'Edwards, appartient incontestablement au CÉNOMANIEN. Hill y a distingué de nombreuses subdivisions, qui n'ont qu'une valeur locale et se remplacent souvent latéralement. Le faciès qui prédomine est une alternance de marnes et de bancs calcaires. Certains bancs sont entièrement constitués par des valves de *Gryphæa corrugata* ou d'*Exogyra arietina.* Les bancs marneux renferment *Epiaster elegans, Kingena wacoensis, Gryphæa mucronata, Ostrea quadriplicata, Inoceramus comancheanus, Gervilliopsis invaginata.* Les Céphalopodes sont représentés par *Schloenbachia leonensis, Mortoniceras Belknapi, Acanthoceras Mantelli, rotomagense, Turrilites brazoensis* [68, 272]. Il convient probablement de rattacher encore au Cénomanien le *groupe de Woodbine,* de Hill, qui est l'équivalent au moins partiel du groupe de Dakota [1], dont il renferme la flore et quelques-uns des Invertébrés caractéristiques, tels que *Trigonoarca siouxensis.*

Le TURONIEN est représenté au Texas par les *Eagle Ford shales,* qui correspondent au Colorado des états du Centre. Ils renferment *Lopha lugubris, Inoceramus labiatus, fragilis,* des Gastéropodes et des Ammonites très caractéristiques, telles que *Pachydiscus lewesensis, Placenticeras Cumminsi, Sphenodiscus Dumblei, Acanthoceras Swallovi, Prionotropis Woolgari* [271, 272].

Il résulte de cet aperçu que la succession des dépôts crétacés du Texas est continue depuis l'Aptien jusqu'au Turonien. La lacune correspondant à l'Albien, dont la présence est affirmée d'une manière si catégorique par

1. Les auteurs américains, qui font commencer leur Crétacé supérieur par le groupe du Dakota, rangent en conséquence tout ce qui, au Texas, est inférieur au groupe de Woodbine, dans leur Crétacé inférieur, sous le nom de *Comanche series.* Leur coupure passe donc au beau milieu du Cénomanien de la classification générale.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Lasswitz [272], est donc purement imaginaire. Il n'en existe pas davantage entre le Turonien et les premiers dépôts sénoniens, car le Coniacien est représenté, comme on le verra plus loin, par quelques-unes de ses espèces les plus caractéristiques.

Mexique. — Si les formations néritiques qui caractérisent la série mésocrétacée ne franchissent pas à l'ouest la zone des Basin Ranges, par où elles sont séparées du géosynclinal circumpacifique, il n'en est pas de même au Mexique. Ici, des formations tout à fait analogues à celles du Texas s'étendent vers le S.W. jusque dans l'état de Michoacan, sur les rives du Pacifique, aussi est-on en droit de se demander si toute la largeur de la région plissée du Mexique ne constitue pas le prolongement tectonique des Montagnes Rocheuses. Dans tous les cas, aucune trace du géosynclinal qui existait au Mexique, encore à l'époque Éocrétacée, ne subsiste plus à l'époque Mésocrétacée.

L'Albien, représenté par des calcaires marneux et des schistes, a fourni, dans le Nord du pays [69 *bis*], des Zoanthaires, des Lamellibranches (*Exogyra texana, Gryphæa Navia, Trigonia Mooreana, Cardium subulosum*), des Gastéropodes (*Tylostoma mutabile, Cerithium mexicanum*), associés à des Ammonites, telles que *Mortoniceras inflatum, acutocarinatum, Puzosia Mayoriana.*

Le Cénomanien, calcaire et schisteux, avec faune néritique dans le Nord (Échinodermes, *Alectryonia,* Gastéropodes), est constitué, dans l'état de Michoacan et aux environs d'Orizaba, par des calcaires organogènes renfermant des Algues calcaires (*Triploporella Fraasi*), des Foraminifères, des Zoanthaires, des Lamellibranches (*Chondrodonta Munsoni, Ostrea*) et surtout des Rudistes (*Monopleura, Sphærucaprina, Schiosia*) et des Gastéropodes (*Nerinea, Actæonella*).

Le Turonien est à l'état de schistes à *Inoceramus labiatus* et dents de Poissons (*Ptychodus, Lamna, Ceratodus*).

La position stratigraphique des calcaires à *Hippurites mexicanus* des états de Queretaro, Hidalgo, Morelos et Mexico est encore mal définie.

Venezuela, Colombie et Pérou. — Le groupe Mésocrétacé n'est pas encore connu dans les Antilles, mais nous le retrouvons au Venezuela, dont les chaînes font encore partie du grand arc à convexité dirigée vers l'Atlantique, qui établit le raccord entre les plissements postcrétacés des deux Amériques.

D'après les recherches de W. Sievers, le groupe est constitué, dans la Cordillère de Merida, par des calcaires, foncés et bitumineux à la base, clairs et cristallins à la partie supérieure. Les couches inférieures n'ont fourni que des Exogyres; les couches moyennes renferment un certain nombre d'Ammonites de l'Albien supérieur, déterminées par Steinmann (*Mortoniceras inflatum, Brancoceras varicosum, Mojsisovicsia Dürfeldi*); les calcaires supérieurs sont dépourvus de fossiles.

En Colombie, également, l'Albien seul est fossilifère. Dans la Cordillère de Bogota, qui est le prolongement de la Cordillère du Venezuela, divers explorateurs ont recueilli des espèces très caractéristiques de cet étage, telles que *Mortoniceras acutocarinatum, Roissyanum, Hugardianum* et *Acanthoceras Lyelli,* associées à des espèces nouvelles du genre *Prionocyclus,* à des Ptéropodes (*Hyalæa, Balantium, Vaginella,* etc.) et à *Monotis Rœmeri* [70,180]. La présence des Ptéropodes ne nous apprend rien sur les conditions bathymétriques des dépôts, car les coquilles de ces Mollusques planctoniques peuvent se trouver mélangées à des sédiments marins formés à une profondeur quelconque.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Au Pérou, la présence de l'ALBIEN a été indiquée par plusieurs auteurs [70, 73, 273-276]. C'est surtout la localité de Pariatambo, où l'on a exploité des couches de lignites intercalées dans des argiles schisteuses, qui a fourni de nombreux fossiles. Outre un *Cidaris* et quelques Ammonites (*Acanthoceras Lyelli*, *Mojsisovicsia Dürfeldi*, *Mortoniceras acutocarinatum*, *ventanillense*), les Lamellibranches et les Gastéropodes sont extrêmement abondants; ils appartiennent principalement aux genres *Arca*, *Nucula*, *Astarte*, *Vernericardia*, *Crassatella*, *Protocardium*, *Cyrena*, *Corbula*, *Turritella*, *Turbo*, *Neritina*.

Pinillos a recueilli, aux environs de Trujillo, un certain nombre d'Ammonites, parmi lesquelles R. Douvillé [275] a déterminé notamment *Douvilleiceras mamillatum*, *Acanthoceras prorsocurvatum*, *Mortoniceras rostratum*, *Roissyanum*, *Cnemoceras attenuatum*, *Engonoceras Stolleyi*. La première de ces espèces est exclusivement albienne, mais d'autres indiquent que l'on est en présence des couches de passage entre l'Albien et le Cénomanien, dont on a fait l'étage Vraconnien.

Le CÉNOMANIEN proprement-dit a été signalé, au-dessus de l'Albien à *Douvilleiceras Lyelli* et *Brancoceras ægoceroides*, à Huallanca, où il renferme *Enallaster lepidus* et *Hemiaster Steinmanni*. Diverses localités des Andes du Pérou ont fourni en outre des Huîtres cénomaniennes, décrites par Paulcke [71] (*Exogyra africana*, *arietina*, *olisiponensis*, *Reissi*), qui accusent d'étroites affinités avec le type africain de l'étage.

Il est difficile de considérer la présence d'une variété de *Trigonia crenulata* à Cajamarca comme une preuve suffisante de l'existence du Turonien au Pérou, mais Lisson [276] a figuré récemment un exemplaire de *Vascoceras amieirensis*, espèce du Turonien du Portugal, qui ne laisse aucun doute sur la présence de l'étage à Cajarmarca.

République Argentine. — Sur le versant Atlantique de la Cordillère Chilo-Argentine, C. Burckhardt a observé, entre la Cañada Colorado et le Rio Malargue, une série, épaisse de plusieurs centaines de mètres, constituée par des calcaires, des gypses, des marnes bariolées, des conglomérats. Elle est intercalée entre l'Éocrétacé et le Néocrétacé et ne renferme que des *Tylostoma* et des *Ostrea* indéterminables. C'est peut-être un équivalent de tout le groupe Mésocrétacé.

Bien plus au sud, au Cerro Guido, dans le gouvernement de Santa Cruz, des marnes incontestablement mésocrétacées contiennent des *Acanthoceras* et des *Hamites*, associés à des débris végétaux appartenant à des espèces de la flore du Dakota.

Brésil. — Il existe sur les côtes du Brésil un certain nombre de gisements crétacés, sur lesquels malheureusement on manque de renseignements stratigraphiques précis, aussi est-ce exclusivement sur les données paléontologiques que l'on peut se baser pour affirmer la présence de tel ou tel étage [277].

Les calcaires siliceux de Lastro, dans la province de Sergipe, appartiennent certainement au CÉNOMANIEN. Ils renferment surtout des Échinides, qui tous, sauf *Hemiaster cristatus*, décrit antérieurement du Crétacé de l'Inde, appartiennent à des espèces spéciales et se répartissent dans les genres *Cidaris*, *Phymosoma*, *Cottaldia*, *Salenia*, *Heteropodia*, *Holeclypus*, *Conoclypeus*, *Catopygus*. Les Lamellibranches, à l'exception des Huîtres, et les Gastéropodes sont dépourvus de leur test et ne donnent pas de renseignements précis sur l'âge du gisement. Les Ammonites sont ou bien identiques à des types du Cénomanien inférieur d'Europe, comme *Puzosia planulata*, ou bien

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

très voisines de types de ce niveau, comme *Douvilleiceras offarcinatum*, *Schloenbachia maroimensis, tectoria, Mortoniceras sergipense* et *buarquianum*.

La localité de Bom Jesus, située également dans la province de Sergipe, a fourni, par contre, des formes qui permettent de l'attribuer au TURONIEN. *Vascoceras Hartti* est, en effet, très voisin de diverses espèces du Turonien du Portugal et du Nord de l'Afrique, et une forme décrite par White sous le nom d'*Ammonites Pedroanus* diffère très peu de *Mammites salmuriensis* du Turonien de Touraine [38]. Les *Tylostoma* de diverses localités ressemblent également beaucoup à des formes turoniennes de Tunisie.

AFRIQUE ÉQUATORIALE ET AUSTRALE. — L'invasion marine, dont on observe des traces, sur les côtes du Brésil, à l'époque Mésocrétacée, se manifeste d'une manière plus évidente encore sur les côtes atlantiques de l'Afrique équatoriale, mais la transgression s'est étendue en outre dans l'intérieur du continent, dans la région du Soudan, tandis qu'au Brésil on ne connaît encore aucun dépôt crétacé en dehors de la région littorale. La mer mésocrétacée a également envahi l'Afrique australe et nous en retrouverons les dépôts sur la côte de Mozambique, en face de Madagascar.

Sénégal et *Soudan*. — Jusqu'ici l'existence de dépôts mésocrétacés au Sénégal ne peut être déduite que de la citation, faite par A. d'Orbigny [3] et non vérifiée depuis, de *Mortoniceras inflatum*.

Par contre, leur présence sur les confins du Sahara et du Soudan ne fait plus de doute aujourd'hui. La série crétacée débute, d'après R. Chudeau [XXXIII, 49 *bis*, II], par une formation composée d'argiles violettes et de grès blancs à patine noire, qui repose en couches horizontales, avec conglomérat de base, sur des schistes siluriens. Elle s'étend sur de grandes surfaces dans le Tegama, au sud et à l'est d'Agadès, et n'a fourni que des restes de Dinosauriens et des troncs de Conifères silicifiés. Son âge exact ne peut donc être précisé, mais elle supporte en concordance des grès rouges avec lumachelles d'Huîtres, auxquels font suite, au Damergou, des argiles verdâtres gypsifères, avec bancs calcaires, qui doivent être rapportées au TURONIEN. En effet, ces bancs calcaires ont fourni à Chudeau *Exogyra columba* et d'autres Huîtres, ainsi que des Ammonites, qui appartiennent à une espèce nouvelle, *Vascoceras Cauvini*, voisine de *V. Durandi* du Turonien inférieur d'Algérie et de Tunisie [278].

Cameroun. — Le fleuve Moungo, dans la colonie allemande du Cameroun, après avoir coulé sur les terrains cristallins, pénètre, à 3 km en amont de Moundamé, dans les terrains crétacés, qui occupent la zone littorale sédimentaire et sont constitués par des alternances de grès, de calcaires et de schistes argileux ou marneux. Des fossiles recueillis en abondance dans ces dépôts par divers explorateurs ont fait l'objet, de la part d'A. von Kœnen [279], de Fr. Solger [280] et de Ilarbort [281], de travaux paléontologiques importants, qui, grâce aussi aux coupes détaillées relevées par C. Guillemain [281], ont permis de reconnaître l'existence des deux étages Turonien et Coniacien.

Le TURONIEN, qui repose sans doute directement sur le granite, n'a été observé qu'aux rapides de Moundamé, où il renferme des Bryozoaires, de rares Brachiopodes (*Lingula truncata*), des Serpules, de nombreux Lamellibranches (*Exogyra auriformis, Anomia lævigata, Plicatula multiplicata, Lima perplana, dilatata, Modiola plicifera, Leda cultellus, Cytherea plana, Corbula incurvata*), des Gastéropodes (*Nerita multigranosa*) et des Ammonites, appartenant aux genres *Puzosia* (*P. Denisoniana*), *Hoplitoides* (*H. gibbosulus, ingens,*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Wohltmanni, *bicarinatus*) et *Neoptychites* (*N. telingæformis*, *discrepans*). Ce dernier se rencontre, en Touraine, en Tunisie et en Inde, exclusivement dans le Turonien.

Congo et Angola. — De nombreuses observations, accumulées depuis longtemps, par divers voyageurs, permettent aujourd'hui, grâce surtout à l'exposé synthétique qu'en a donné Paul Choffat [283-284], de se faire une idée, au moins sommaire, de la longue zone de dépôts mésocrétacés qui s'étend sur le littoral atlantique de l'Afrique, depuis la colonie espagnole du Rio Mouni jusque dans le Sud de la colonie portugaise d'Angola. La largeur de cette zone littorale varie, d'après Choffat, de 10 à 150 km.

Dans l'Angola, le Crétacé débute par les grès bitumineux des monts Libongo et par les *grès du Dombe*, rouges ou bigarrés, avec gypse, soufre et minerais de cuivre. Les Lamellibranches que l'on y a trouvés sont indéterminés et l'âge de ces couches ne peut être précisé.

L'Albien proprement dit est représenté dans l'Angola par les marnes à *Pholadomya pleuromyæformis*, qui renferment des Échinides (*Salenia dombensis*, *Pygurus africanus*), des Lamellibranches de petite taille, de nombreux Gastéropodes (*Nerita*, *Natica*, *Tylostoma*, *Glauconia*, *Actæon*, *Bulla*, *Cylindrites*, *Bullina*) et *Douvilleiceras mamillatum*. Ces marnes et peut-être aussi les grès sous-jacents paraissent exister au Gabon, notamment sur les bords de l'Ogôoué, où Ernest Haug a recueilli à Ngômo, dans des marnes avec bancs gréseux, des *Ostrea* et des *Turritella* spécifiquement indéterminables.

L'Albien supérieur ou Vraconnien est connu depuis longtemps dans les îles d'Elobi, aujourd'hui espagnoles, d'où Szajnocha [282] a décrit de grands exemplaires de *Mortoniceras inflatum*, *inflatiforme*, *elobiense*, *Lenzi*, provenant d'un calcaire marneux. Les mêmes espèces se retrouvent dans des calcaires, en divers points de la colonie d'Angola, associés à d'autres *Mortoniceras*, à *Puzosia Welwitschi*, *Stoliczkaia dispar*, *Brancoceras varicosum*, *Douvilleiceras mamillatum*, à des Céphalopodes déroulés (*Hamites*, *Anisoceras*), à de nombreux Lamellibranches (*Ostrea*, *Neithea*, *Cardium*) et à des Échinides (*Cidaris*, *Isaster*, *Epiaster*, *Holaster*).

Au Cénomanien proprement dit appartiennent sans doute les grès à *Cyprina Ivensi*, de la colonie d'Angola. On y trouve surtout des Échinides, des Lamellibranches, des Gastéropodes, presque toujours spécifiquement indéterminables. A Bata, dans le Rio Mouni, Brousseau a recueilli, dans un grès glauconieux dur, un exemplaire incontestable d'*Acanthoceras rotomagense*.

Le Turonien est constitué dans l'île de Corisco, au S.W. des îles Elobi, par des calcaires marneux, dans lesquels E. d'Almonte cite de nombreux Lamellibranches, *Aporrhais sanctæ-crucis* et *Prionotropis Woolgari*. A Libreville (Gabon) et à Dombe-Grande (Angola), des calcaires coralligènes blancs doivent vraisemblablement être rapportés au même étage, bien que Choffat n'y ait trouvé que des Échinides et des Gastéropodes appartenant à des espèces nouvelles (*Stygmatopygus*, *Cerithium*, *Nerinea*, *Avellana*, *Actæonella*). C'est probablement aussi au même étage qu'appartient un grand Inocérame de l'embouchure du Dande, décrit par Choffat.

Zululand. — Aucun affleurement mésocrétacé n'est connu, dans l'Afrique australe, entre la colonie d'Angola et le Zululand. Ici, les travaux récents du Service géologique du Natal ont mis au jour des fossiles cénomaniens, qui proviennent de lambeaux très peu étendus, conservés sur la côte. La localité la plus riche est la False Bay, dont les Céphalopodes ont été étudiés par G. C. Crick [285]. Les espèces les plus caractéristiques sont les suivantes : *Phylloceras Velledæ*, *Gaudryceras Sacya*, *odiense*, *Tetragonites Timotheanus*, *Forbesiceras Largilliertianum*, *nodosum*, *sculptum*, *Acanthoceras Newboldi*, *Choffati* (plus 12 espèces spéciales), *Desmoceras inane*, *Puzosia planulata*, *Stoliczkai*, *Turrilites costatus*, *Scheuchzerianus*. C'est là exactement la faune des couches d'Outatour de l'Inde péninsulaire.

Mozambique. — Une curieuse faune cénomanienne a été également décrite par Paul Choffat [284], de Conducia, dans la colonie portugaise de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Mozambique. Un calcaire gréseux a fourni, outre quelques Échinodermes, des Lamellibranches et Gastéropodes indéterminables, des dents de Poissons, *Belemnopsis minimus* et des Ammonites de grande taille, d'une belle conservation, notamment *Phylloceras semistriatum*, *Gaudryceras Sacya*, *Desmoceras latidorsatum*, *Pachydiscus conduciensis*, *Mortoniceras Candollei*, *Acanthoceras laticlavium*, *Turrilites Bergeri*.

Afrique orientale allemande. — Bornhardt a rencontré, enfin, dans le Nord de l'Afrique orientale allemande, des argiles, qui reposent en discordance sur le Jurassique et supportent des grès calcaires, renfermant *Exogyra columba*, *Neithea quinquecostata*. Ils sont surmontés par un grès grossier blanc, qui n'a fourni qu'un *Radiolites*, voisin, d'après G. Müller [XXXVII, 74] de *R. angeoides*.

4° RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET PRINCIPAUX TYPES DU GROUPE NÉOCRÉTACÉ.

Nord-Ouest de L'Europe. — A l'époque Néocrétacée, tout comme à l'époque Mésocrétacée, une profonde dépression marine s'étendait depuis le Nord de l'Angleterre jusque dans le Sud de la Russie, en passant par l'Allemagne du Nord et la Pologne. Elle confinait au nord au bouclier Scandinave, communiquait largement avec le bassin Anglo-Parisien et se trouvait limitée au sud par une ride continentale, qui comprenait le massif Ardennais, les chaînes du Centre et du Sud de l'Allemagne, le massif de Bohême, partiellement envahi par les eaux, et le massif du Donetz (fig. 389).

Allemagne du Nord. — Nous ne nous occuperons pour le moment que des affleurements néocrétacés du Nord-Ouest de l'Allemagne, où nous trouverons une succession souvent continue de formations presque exclusivement bathyales, bien connue grâce aux travaux de Schlüter [11 *ter*, 287], G. Müller [288, 297], Stolley [292], etc.

A la suite de Schlüter [287], les auteurs allemands séparent du Sénonien sous le nom d'*Emscher*[1], emprunté à un des derniers affluents du Rhin, un étage qui correspond exactement au Coniacien de Coquand. C'est une série marneuse, qui peut atteindre jusqu'à 500 m d'épaisseur.

Tandis qu'en France A. de Grossouvre divise le Coniacien en deux zones, Schlüter ne distinguait, dans son Emscher, qu'une zone unique, à *Gauthiericeras Margæ*, tandis que G. Müller y reconnaissait l'existence de 4 horizons, caractérisés chacun par une ou plusieurs espèces d'Inocérames (*Inoceramus Kœneni*, *involutus*, *digitatus*, *Hœnleini*). Les Céphalopodes y sont représentés par *Mortoniceras serrato-marginatum*, *Peroniceras subtricarinatum*, *Moureti*, *westphalicum*, *Barroisiceras Haberfellneri*, *Actinocamax verus*, *westphalicus*. Ce sont les espèces les plus caractéristiques du Coniacien français.

D'importants mouvements orogéniques, sur lesquels nous reviendrons, se sont produits dans le Harz à l'époque du Coniacien, car la partie supérieure de cet étage repose, entre Oker et Harzburg, en discordance angulaire sur les terrains éocrétacés et jurassiques [294].

Le Santonien semble correspondre, en un grand nombre de points, à une diminution dans la profondeur des eaux. Les formations vaseuses font place généralement à des marnes sableuses, à des grès siliceux, voire à

1. L'Emscherien de Munier-Chalmas et A. de Lapparent [0,1] comprend en outre le Santonien.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

des conglomérats, qui renferment des galets de roches paléozoïques [294]. Les Ammonites sont devenues beaucoup plus rares que dans le Coniacien.

Dans les marnes sableuses de Recklinghausen, de Gehrden, etc., on a pu distinguer les trois horizons suivants :

1° Zone à *Inoceramus cardissoides* et *subcardissoides*,
2° — *Uintacrinus westphalicus* et *Inoceramus Brancoi;*
3° — *Marsupites ornatus*.

Marsupites (fig. 345) et *Uintacrinus* (fig. 346) sont deux genres de Crinoïdes d'affinités paléozoïques, dont le calice est dépourvu de tige et qui apparais-

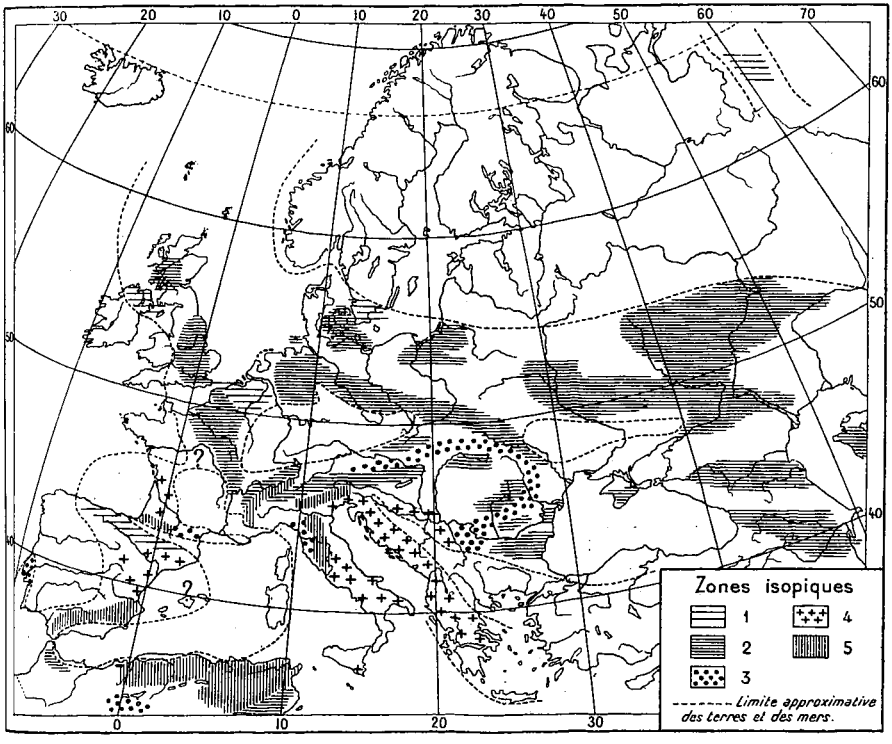


Fig. 389. — Carte des zones isopiques de l'Europe à l'époque du Maestrichtien.

1, formations néritiques transgressives; 2, craie blanche représentant tout le Néocrétacé; 3, formations détritiques ou lagunaires; 4, formations zoogènes; 5, formations bathyales des géosynclinaux (Scaglia).

sent brusquement et au même niveau dans le Santonien des États-Unis et dans celui de l'Europe occidentale. C'est là un fait presque unique dans l'histoire des migrations d'animaux marins.

Les trois zones sont caractérisées par l'association de deux Bélemnites, *Actinocamax verus* et *granulatus*, qui s'élèvent d'ailleurs également dans le Campanien inférieur. Les Ammonites y sont représentées par *Placenticeras syrtale* et *Mortoniceras clypeale*. On y trouve en outre de nombreux Lamellibranches (*Pinna quadrangularis*, *Neithea quadricostata*, *quinquecostata*, *Trigonia alæformis*) et *Micraster cor anguinum*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Sur le bord septentrional du Harz, le Santonien prend un faciès littoral gréseux, tout à fait semblable à celui de la Saxe et de la Bohême, dont il sera question plus tard. Au Sudmerberg, près Goslar, *Placenticeras syriale*, *Inoceramus cardissoides* et d'autres Lamellibranches se trouvent dans un vrai conglomérat.

Avec le CAMPANIEN, la mer redevient plus profonde, les marnes et les argiles prédominent et les sédiments quartzeux ne se rencontrent que localement. Les Spongiaires siliceux et en particulier les Hexactinellidés deviennent très abondants et sont presque toujours d'une admirable conservation. On distingue facilement, dans cet étage, deux zones :

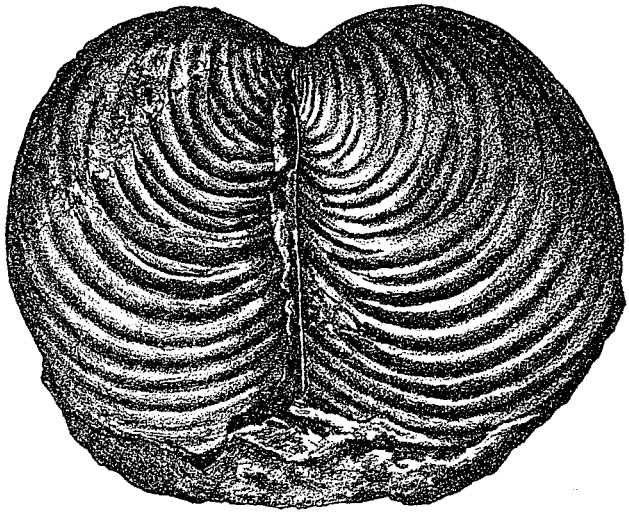


Fig. 390. — *Inoceramus balticus* (= *Cripsii aut.*; d'après JOH. BOEHM). 2/3 gr. nat.
Campanien inf^r. Dülmen, Westphalie.

1° la zone à *Placenticeras bidorsatum*, avec *Scaphites binodosus*, *inflatus*, *Desmoceras obscurum*, *Hauericeras pseudo-Gardeni*, *Pachydiscus dülmensis*, *Inoceramus lobatus*, *lingua*, *balticus* (= *Cripsi* aut.) [294] (fig. 390), *Exogyra laciniata*, où se trouvent encore *Actinocamax granulatus* et *verus*;

2° la zone à *Becksia Sœkelandi* (Spongiaire), avec *Desmoceras obscurum*, *Pachydiscus Stobæi*, *Offaster corculum*, *pilula*, *Micraster Gottschei*, où est cantonné à peu près exclusivement *Actinocamax quadratus*.

3° la zone à *Hoplites Vari*, constituée par des marnes, qui renferment de nombreux Spongiaires et notamment le genre *Cœloptychium*, des Échinides (*Epiaster gibbus*, *Micraster glyphus*), des Ammonites, telles que *Hoplites cœsfeldiensis*, *Vari*, *dolbergensis*, *Scaphites gibbus*, *Hamites rectecostatus*.

Les termes supérieurs du Néocrétacé de la Westphalie et du Hanovre doivent être attribués au MÆSTRICHTIEN, dont la zone inférieure, à *Bostrychoceras polyplocum*, est seule représentée, tandis que la zone supérieure, à *Scaphites constrictus*, qui existe à Lüneburg et sur les côtes de la Baltique, fait ici défaut.

Belemnitella mucronata, qui apparaît déjà dans la zone supérieure du Campanien, se trouve dans tout l'étage, qui, pour cette raison, est appelé « Mucronaten-Kreide » par les auteurs allemands.

La zone inférieure, représentée par des marnes souvent glauconieuses ou par des grès verts, est très fossilifère à Haldem, en Westphalie, où elle a fourni *Parapachydiscus Kœneni*, *Wittekindi*, *haldemensis*, *Scaphites Rœmeri*, *ornatus*, *pulcherrimus*, *Bostrychoceras polyplocum*, *Baculites anceps*.

La zone supérieure est à l'état de craie blanche, traçante, à Lüneburg, où elle cou-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

ronne une série de dépôts crayeux ou marneux qui comprend tous les étages du Sénonien, à l'exclusion du Danien. Elle est caractérisée par un Brachiopode, *Trigonosema pulchellum*, et par quelques Ammonites spéciales à ce niveau : *Parapachydiscus neubergicus*, *Gaudryceras lüneburgense*, *Phylloceras velledæforme*, *Scaphites constrictus*, *tridens*, *Baculites Knorri* [262, 295].

Le Maestrichtien tout entier manque sur le bord septentrional du Harz.

Régions baltiques. — La série Néocrétacée présente un grand développement sur les côtes de la Baltique [292, 296, 297], où elle constitue notamment les falaises de la Scanie, des îles Danoises et de Rügen. Elle est à l'état de *craie blanche*, faciès caractéristique du Sénonien dans le bassin Anglo-Parisien, qui toutefois n'est pas connu dans l'Allemagne du Nord au sud de Lüneburg et de la Poméranie. Comme dans le bassin de Paris, les Ammonites y sont rares et l'on est certainement en présence de dépôts d'une mer moins profonde que celle du Hanovre et de la Westphalie.

Le Coniacien est transgressif dans le sud de la Scanie et à Bornholm, où il est constitué par des marnes sableuses ou par des grès verts, caractérisés par *Actinocamax westphalicus* et *propinquus*, associés à *Inoceramus cardissoides*.

Le Santonien n'a pas encore été convenablement séparé du Campanien inférieur. On cite, dans les mêmes calcaires marneux de la région d'Ystad, *Marsupites*, *Scaphites binodosus*, *Actinocamax granulatus*, *verus*, *Grossouvrei* et déjà une forme voisine de *Belemnitella mucronata*.

Le Campanien à *Actinocamax quadratus* est transgressif. Il débute à Tosterup par un conglomérat à éléments siluriens et il est constitué dans le Nord-Ouest de la Scanie par des calcaires zoogènes à Bryozoaires, très fossilifères à Ignaberga, Balsberg, Kjugestrand, où l'on trouve surtout, outre un grand nombre d'espèces de Bryozoaires, des Brachiopodes (*Crania ignabergensis*, *Terebratulina striata*, *Magas spathulatus*, *costatus*), des Lamellibranches (*Spondylus labiatus*, *Lima ovata*, *Pecten subaratus*, *Ostrea haliotidea*, *hippopodium*, *Radiolites suecicus*) et des Bélemnites. *Actinocamax quadratus* fait place vers le haut à *Actinocamax mamillatus* (= *suventricosus*) et déjà l'on voit apparaître *Belemnitella mucronata*. Le même niveau est très développé dans la Prusse orientale, en Poméranie et à Lägerdorf, près Itzehoe, dans le Holstein [293].

Le Maestrichtien à *Belemnitella mucronata* débute par des calcaires zoogènes à gros éléments ou par des grès verts, qui, à Köpinge, en Scanie, renferment *Parapachydiscus Oldhami*, *Scaphites Rœmeri*, *spiniger* et représentent donc la zone inférieure de l'étage. La zone supérieure est constituée, depuis la Prusse orientale jusqu'à Lüneburg et depuis la Poméranie et Rügen jusque dans les îles Danoises et en Scanie, par une craie blanche traçante, caractérisée par la présence de *Trigonosema pulchellum* et *Scaphites constrictus*. On y trouve en abondance *Ananchytes ovatus*, *Magas pumilus*, *Terebratula carnea*, *Belemnitella mucronata*. C'est la faune bien connue de la craie de Meudon.

Dans les îles Danoises et en Scanie, la craie à *Belemnitella mucronata* supporte le Danien, dont nous réservons l'étude pour le moment où nous discuterons les limites du système Crétacé et du système Nummulitique.

Iles Britanniques. — Pendant longtemps, les géologues anglais se sont contentés d'établir, dans la Craie de leur pays, des subdivisions basées exclusivement sur des caractères lithologiques. Ils distinguaient notamment une « craie sans silex » (*chalk without flints*), correspondant à peu près au Turonien, et une « craie à silex » (*chalk with flints*), équivalent du Sénonien. C'est à Charles Barrois [21] que revient le mérite d'avoir, dès 1876, retrouvé dans les îles Britanniques la plupart des niveaux paléontologiques dont Hébert avait reconnu l'existence dans la Craie du bassin de Paris.

Comme le Turonien, le Sénonien offre, des deux côtés de la Manche, les plus grandes analogies de composition, aussi pouvons-nous nous abstenir de donner un aperçu des horizons que l'on a pu y établir en Angleterre [298], d'autant plus qu'en France leur étude a été poursuivie, avec la plus

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

rigoureuse méthode, dans d'excellents travaux paléontologiques et stratigraphiques.

Le Sénonien d'Angleterre est toujours à l'état de craie blanche, dont presque tous les niveaux renferment des silex. Son épaisseur varie de 100 à 400 m. Il affleure sur de grandes surfaces dans le Yorkshire et le Lincolnshire, dans le bassin de Londres et dans celui du Hampshire, séparés par l'anticlinal éocrétacé du Weald, sur les deux flancs duquel il constitue les collines des Downs, aux formes arrondies bien caractéristiques (fig. 355).

On ne connaît pas la limite occidentale de la mer qui, au Sénonien, recouvrait les îles Britanniques. En Écosse, des lambeaux épargnés par l'érosion, grâce aux nappes basaltiques qui les recouvraient, ont été découverts dans le comté d'Aberdeen et dans les îles de Mull et de Morven [XXXVII, 106].

Dans le Nord-Est de l'Irlande, le Sénonien est également recouvert par des coulées de basalte. Il débute par une couche de calcaire glauconieux et comprend surtout des calcaires blancs, durs, à silex, qui n'atteignent guère plus de 30 m d'épaisseur. Il repose soit sur le Turonien, soit sur le Cénomanien, soit sur les terrains triasiques ou primaires. Près de Ballycastle, son conglomérat de base s'appuie sur le Trias et renferme *Actinocamax verus*, espèce caractéristique du Coniacien de l'Allemagne du Nord [299]. Les caractères paléontologiques de l'étage sont d'ailleurs ceux du bassin Anglo-Parisien.

Bord septentrional du massif Ardennais. — La craie sénonienne des environs de Lille présente sensiblement les mêmes caractères généraux que celle des régions centrales et orientales du bassin de Paris. On peut en dire autant de celle du bord méridional du massif Ardennais. Par contre, celle du bord septentrional accuse le voisinage d'îles émergées ou tout au moins de hauts-fonds dans la mer qui, périodiquement, devait recouvrir à peu près la totalité de ce massif, encore en grande partie exondé aux époques précédentes.

La sédimentation n'a pas été continue sur ce plateau ancien, comme l'indiquent, d'une part, les lacunes paléontologiques que l'on constate dans la série et, d'autre part, l'existence, à plusieurs niveaux, de bancs durcis et corrodés, surmontés de conglomérats dont les éléments sont empruntés aux couches sous-jacentes [12].

Dans le Hainaut, la *craie de Maisières*, par quoi se termine le Turonien, supporte la *craie de Saint-Vaast*, qui débute par un conglomérat et représente probablement le Coniacien. C'est une craie à silex, grise, légèrement glauconieuse, renfermant des Spongiaires, des Inocérames, *Ostrea semiplana* et *Actinocamax verus*.

Rien n'indique l'existence du Santonien dans cette région, et le Campanien est très peu fossilifère. C'est la *craie de Trivières*, qui est séparée de la craie de Saint-Vaast par un lit de gravier. On y a trouvé à la fois *Actinocamax quadratus* et *Belemnitella mucronata*.

Les niveaux suivants représentent le Maestrichtien :

1° conglomérat à éléments durcis et imprégnés de phosphate, reposant sur la surface ravinée de la craie de Trivières, avec Bélemnites brisées (*Actinocamax quadratus, Belemnitella mucronata*);

2° *craie d'Obourg*, blanche, fine, avec rares rognons de silex : *Micraster pseudoglyphus, Ananchytes conicus, Cardiaster Heberti, Kingena lima, Pycnodonta vesicularis, Belemnitella mucronata;*

3° *craie de Nouvelles*, plus tendre, plus traçante et plus riche en silex que la craie

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

d'Obourg, à laquelle elle passe insensiblement : *Micraster Brongniarti, Ananchytes ovatus, Offaster pilula, Magas pumilus, Belemnitella mucronata;*

4° *craie de Spiennes*, séparée de la précédente par un banc durci et un cordon de galets, grise, peu traçante, à lits de silex volumineux : *Cidaris serrata, Offaster pilula, Ancistrocrania parisiensis, Trigonosemus pectiniformis, Chlamys pulchellus, Ostrea ungulata, Baculites Faujasi, Belemnitella mucronata;*

5° *craie brune de Ciply* [12], à grains de phosphate de chaux, transgressive et débutant, lorsqu'elle repose directement sur la craie de Nouvelles, par le *poudingue de Cuesmes* à galets perforés (fig. 391); très fossilifère : *Ananchytes ovatus, Cardiaster granulosus, Rhynchonella octoplicata, Rhynchora plicata, Ancistrocrania ignabergensis, antiqua, Thecidea papillata, Argiope depressa, Trigonosemus elegans, Magellania subceltica, Terebratula ciplyensis, carnea, Chlamys pulchellus, Ostrea ungulata, Pycnodonta vesicularis, Gyropleura costulata, ciplyana, sublævis, Parapachydiscus neubergicus, Hamites cylindraceus, Scaphites constrictus, Baculites anceps, Faujasi, Cymatoceras Heberti, Belemnitella mucronata;*

6° *tuffeau de Saint-Symphorien*, débutant par un poudingue, déposé dans des creux de la craie de Ciply : *Cidaris Faujasi, Salenia Bonissenti, Rhynchopygus Marmini, Cassidulus lapis cancri, Crania ignabergensis, Terebratulina chrysalis, Lima semisulcata, Chlamys pulchellus, Baculites Faujasi, Belemnitella mucronata, Scalpellum maximum.*

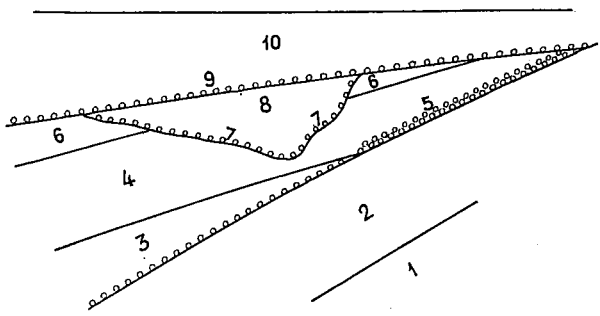


Fig. 391. — Schéma montrant les relations des couches néocrétacées aux environs de Mons (d'après A. Rutot).

1, craie d'Obourg; 2, craie de Nouvelles; 3, craie de Spiennes; 4, craie brune phosphatée; 5, poudingue de Cuesmes; 6, craie glauconieuse à Thécidées; 7, poudingue de la Malogne; 8, tuffeau de Saint-Symphorien; 9, poudingue de base du tuffeau de Ciply; 10, tuffeau de Ciply.

Sur les deux niveaux supérieurs s'étend transgressivement le *tuffeau de Ciply*, qui appartient au Montien et débute également par un poudingue de base (fig. 391). Il en sera question lorsque nous étudierons les couches-limite du Crétacé et du Nummulitique.

Plus à l'est, le Sénonien est représenté, dans la Hesbaye, par une série de lambeaux, qui ont échappé à la dénudation du massif Ardennais. La succession y est sensiblement la même que dans le Hainaut.

Dans le Limbourg, par contre, le Coniacien et le Santonien manquent et c'est le Campanien qui repose directement sur les terrains primaires. Il en est de même aux environs d'Aix-la-Chapelle, où ce dernier étage est constitué par des sables glauconieux [301, 302], transgressifs par rapport aux sables turoniens, très riches en Lamellibranches (*Inoceramus balticus, Neilhea quadricostata, Exogyra laciniata, Pectunculus dux, Trigonia vaalsensis, Cytherea ovalis, Tellina strigata*) et en Gastéropodes (*Turritella, Natica, Cerithium, Aporrhais, Voluta*). Quelques Céphalopodes (*Scaphites aquisgranensis, hippocrepis, Baculites incurvatus, Actinocamax quadratus*) permettent de préciser leur niveau. Les géologues belges en ont fait l'étage *Hervien*.

Le Maestrichtien du Limbourg [303, 385] comprend toute une série de couches qui témoigne de fréquentes variations dans les conditions de sédimentation (fig. 392). Voici, sommairement résumée, cette succession :

1° craie glauconieuse à *Caratomus sulcato-radiatus, Trigonosemus pectiniformis, Terebratulina Gisei, Parapachydiscus neubergicus, Belemnitella mucronata;*

2° craie blanche pure ou craie marneuse grise, sans silex, avec *Micraster pseudoglyphus,*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Cardiaster ananchytis, *Crania ignabergensis*, *Magas pumilus*, *Kingena lima*, *Inoceramus balticus*, *Pycnodonta vesicularis*, *Cymatoceras vaalsense*, *Scaphites tridens*, *Belemnitella mucronata;*

3° craie blanche grossière, à silex noirs, correspondant à la craie de Spiennes, avec *Trigonosemus Palissyi*, *Terebratula carnea*, *Thecidea papillata*, *Belemnitella mucronata;* latéralement, *calcaire de Kunraed*, marneux, grisâtre, très fossilifère, avec Spongiaires, Bryozoaires, *Cidaris Faujasi*, Échinides (*Hemipneustes striato-radiatus*, *Faujasia Faujasi*, *Cassidulus lapis cancri*), Brachiopodes (*Magas spathulatus*, *Trigonosemus pectiniformis*, *Thecidea papillata*), Lamellibranches nombreux, rares Céphalopodes (*Cymatoceras Heberti*, *Baculites Faujasi*, *anceps*, *Hamites rotundus*, *cylindraceus*, *Scaphites constrictus*, *Parapachydiscus colligatus*), Cirrhipèdes, Poissons, etc.;

4° tuffeau à silex gris, avec *Cidaris Faujasi*, *Catopygus elongatus*, *Hemipneustes striato-radiatus*, *Cardiaster ananchytis*, *Crassatella Bosqueti*, *Hamites cylindraceus*, *Belemnitella mucronata*, débutant soit par un lit à coprolithes et *Bourguetierinus ellipticus*, soit par une couche à *Terebratella pectiniformis* et se terminant, aux environs de Fauquemont, par une couche pétrie de fragments de Bryozoaires (*Stellocavea*);

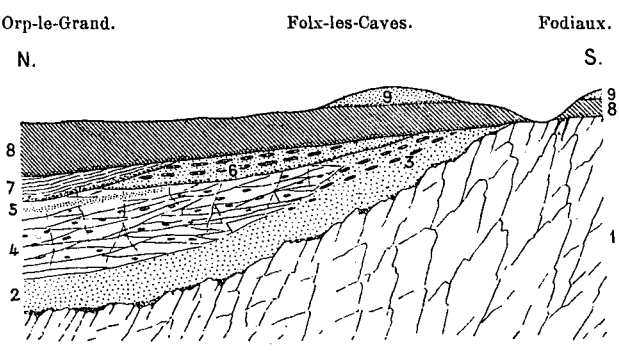


Fig. 392. — Coupe schématique représentant les relations des couches néocrétacées entre Maret et Fodiaux (d'après A. Rutot et Van den Broeck).

1, roches primaires (schistes et quartzites); 2, base sableuse de la craie blanche; 3, faciès tuffacé ou arénacé de la craie blanche; 4, craie blanche, douce, traçante, avec silex noirs; 5, craie grossière, avec lit de nodules roulés à la base; 6, tuffeau de Maestricht à Thécidées, avec silex et gravier de base, devenant, vers le sud, de plus en plus important et épais; 7, sables et marnes du Heersien, avec cailloutis de silex à la base; 8, Landenien inférieur, avec gravier à la base; 9, sables et grès bruxelliens.

5° tuffeau à *Hemipneustes striato-radiatus*, avec *Hemiaster canaliculatus*, *Cyclaster coloniæ*, très nombreux Gastéropodes et rares Céphalopodes (*Scaphites constrictus*, *Sphenodiscus Ubaghsi*, *Belemnitella mucronata*), présentant, à la base, un niveau à *Pyrgopolon Mosæ* et séparé en trois masses par deux bancs de Bryozoaires (*Cellepora*, *Eschara*, *Heteropora*, *Idmonea*), riches en Foraminifères.

Sous le 2e banc se trouvent d'assez nombreux Rudistes, identiques, pour la plupart, à des espèces du Maestrichtien ou Dordonien du bassin de l'Aquitaine (*Hippurites radiosus*, *Sphærulites Lapeirousei*, *Præradiolites Hœninghausi*, *Jouanneti*, *Gyropleura supracretacea*).

Ce tuffeau, exploité principalement à la montagne Saint-Pierre, près Maestricht, est célèbre par les restes de Reptiles que l'on y a rencontrés. Le plus célèbre de ceux-ci est un Pythonomorphe de taille géante, *Mosasaurus Camperi*, dont une tête fut apportée à Paris en 1795 par l'armée de Sambre-et-Meuse et déposée au Jardin des Plantes, où Cuvier en fit l'étude.

Comme on voit, le Maestrichtien du Limbourg est une formation essentiellement néritique, qui n'offre que peu d'affinités paléontologiques avec le type bathyal de l'étage, tel qu'il existe dans le Nord-Ouest de l'Allemagne. Les Gastéropodes appartiennent en grande partie à des types dont les analogues ne se rencontrent que dans le Nummulitique.

Bassin de Paris. — Le Sénonien présente, dans le bassin de Paris, une assez grande uniformité pour qu'il n'y ait pas lieu d'étudier séparément celui du Nord, du Centre, de l'Est; aussi bien les divers affleurements de la

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Craie blanche sont-ils beaucoup plus rapprochés du centre du bassin que ceux des divers termes du groupe Mésocrétacé. Ils s'étendent sur les départements suivants : Eure, Oise, Seine-Inférieure, Somme, Aisne, Marne, Aube, Yonne, Loiret. Dans l'Eure-et-Loir, la Seine-et-Oise et la Seine, les étages supérieurs affleurent seuls dans le fond des vallées, à la faveur d'anticlinaux, qui ont amené leur surface supérieure à un niveau suffisamment élevé pour qu'elle ait pu être mise à nu par les eaux courantes.

Les patientes recherches d'Hébert, suivies de celles de Barrois [22], N. de Mercey, Bucaille, A. Peron [204], J. Lambert [306], etc., ont permis de reconnaître dans la Craie blanche un grand nombre de niveaux paléontologiques, et ce sont

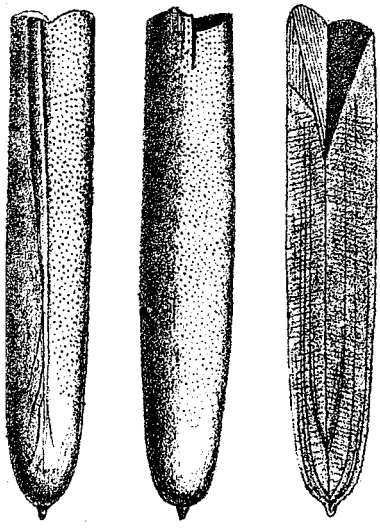


Fig. 393. — *Actinocamax quadratus* (d'après A. D'ORBIGNY). Gr. nat.
Campanien. Environs de Sens.

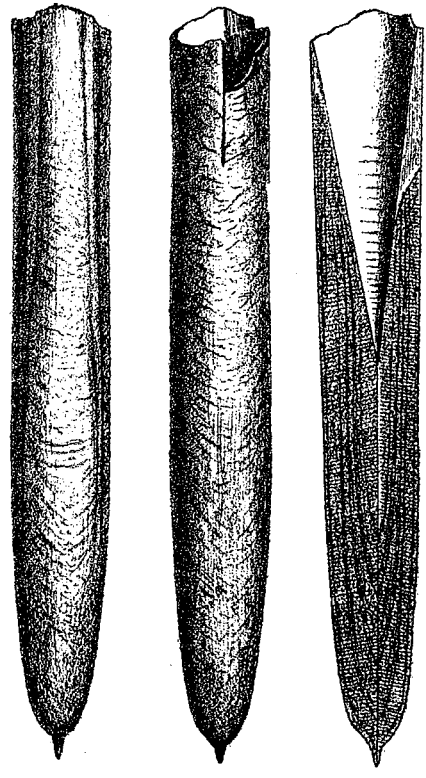


Fig. 394. — *Belemnitella mucronata* (d'après A. D'ORBIGNY). 4/5 gr. nat.
Maestrichtien. Meudon, près Paris.

les travaux d'A. de Grossouvre [12, 206] qui ont assuré définitivement la répartition de ces niveaux dans les quatre étages que l'on distingue aujourd'hui dans le groupe Néocrétacé, au-dessous du Danien, qui devra être étudié dans le chapitre suivant, à propos de la délimitation du Nummulitique. Voici, en résumé, ces subdivisions :

CONIACIEN (craie à *Micraster cortestudinarium* p.p.) : craie de Sotteville, près Rouen, de Dieppe, de Lezennes, de Maillot, près Sens, etc., avec *Micraster decipiens, Hemiaster nasutulus, Holaster placenta, Terebratula semiglobosa, Terebratulina stricta, Inoceramus involutus, digitatus, Peroniceras subtricarinatum, Actinocamax westphalicus.*

SANTONIEN (craie à *Micraster cor anguinum*) :

1° craie de Dieppe, d'Elbeuf, de Villeneuve-l'Archevêque, avec *Micraster cor anguinum, turonensis, Epiaster gibbus, Inoceramus digitatus ;*

2° craie à *Marsupites* d'Étaples, de Picardie, de Beauvais, de Sens, avec *Marsupites ornatus, Micraster cor anguinum, Actinocamax verus, Grossouvrei.*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

CAMPANIEN (craie à *Actinocamax quadratus*) :

1° craie grise d'Hardivillers avec *Bourgueticrinus ellipticus*, *Cidaris sceptrifera*, *Micraster fastigatus*, *Offaster pilula*, *Scaphites aquisgranensis* ;

2° craie supérieure de Reims, craie blanche d'Hardivillers, craie de Michery, avec *Micraster pseudo-glyphus*, *Offaster corculum*, *Rhynchonella limbata*, *Actinocamax quadratus* (fig. 393), *Belemnitella mucronata* (fig. 394).

MAESTRICHTIEN (craie à *Belemnitella mucronata*) : craie de Meudon, de Montereau, d'Épernay, de Saint-Aignan, avec *Micraster Brongniarti*, *pseudo-glyphus*, *Crania parisiensis*, *Magas pumilus*, *Terebratula carnea*, *Pycnodonta vesicularis*, *Gyropleura Boulangeri*, *Belemnitella mucronata*.

La faune de la craie de Meudon [307] est extrêmement riche, elle comprend, outre les espèces citées plus haut, des Foraminifères, des Spongiaires, des Hydrozoaires, de nombreux Échinides, des Bryozoaires, des Lamellibranches, des Gastéropodes, des Annélides, des Cirrhipèdes, des Poissons, des Reptiles. Les Ammonites sont fort rares et ne se trouvent qu'à l'état d'empreintes; le test, étant à l'état de conchite, s'est trouvé dissous, de même que celui des Gastéropodes et de certains Lamellibranches, tandis que les Inocérames, les *Pecten*, les Huîtres, les Brachiopodes, dont le test est en calcite, sont très bien conservés. C'est là un phénomène très général dans la craie, où, pour cette raison, les collections ne donnent qu'une idée assez imparfaite de la faune.

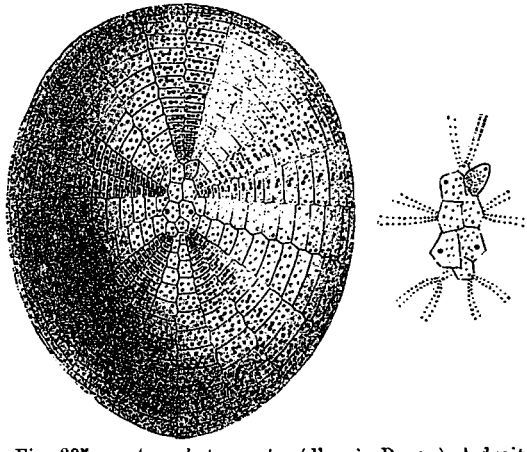


Fig. 395. — *Ananchytes ovatus* (d'après DESOR). A droite, appareil apical.
Campanien. Bassin de Paris.

A défaut des Ammonites, les Bélemnitidés et les Échinides permettent d'établir, d'une manière assez satisfaisante, le parallélisme avec les dépôts sénoniens de l'Allemagne du Nord, où l'analyse a pu être poussée plus loin, grâce à la nature moins uniforme des sédiments. Le dépôt de la craie blanche a été remarquablement continu. Beaucoup d'espèces, comme *Cidaris sceptrifera*, *Terebratulina striata*, *Kingena lima*, *Neithea Dutemplei*, *Spondylus Dutemplei*, *Lima granulata*, se trouvent dans toute la série et débutent même déjà dans le Turonien. *Ananchytes ovatus* (fig. 395), souvent appelé *Echinocorys vulgaris*, se trouve dans tout le Sénonien, mais présente des variétés spéciales (*carinata*, *scutata*, *ovata*, *meudonensis*), qui se succèdent dans les quatre étages [306].

Le Maestrichtien n'est représenté, dans le bassin de Paris, que par sa zone inférieure; ses niveaux supérieurs, bien développés au nord de l'Ardenne et dans les régions baltiques, y correspondent à une place d'émersion, dont on trouvera les preuves dans le chapitre suivant.

Touraine. — Le bassin de Paris proprement dit est séparé du bassin inférieur de la Loire par une ride qui prolonge l'un des anticlinaux du massif Armoricain et que Deslongchamps a appelée l'*axe du Merlerault*. A. de Grossouvre a montré [206] qu'elle délimitait, au Cénomanien et au Turonien, la

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

région des craies marneuses du bassin de la Seine de la région des formations détritiques du Maine et de la Touraine. Elle sépare de même la région de la Craie blanche de celle de la *craie de Villedieu*, formation sénonienne si particulière qu'Hébert lui assignait un âge plus ancien que la craie à *Micraster*, tandis que, en réalité, elle n'en est qu'un faciès. Aux environs de Châteaudun, on observe le passage latéral des deux dépôts.

La craie de Villedieu a certainement pris naissance dans des eaux moins profondes encore que la Craie blanche, car on y trouve en grand nombre des Huîtres, des Limes, des Brachiopodes, des Échinides réguliers, des Crinoïdes et même, dans les couches supérieures, des Rudistes. Et cependant les Ammonites y sont beaucoup plus abondantes que dans la Craie blanche, mais ce sont des genres à coquille très ornée, qu'on a l'habitude de rencontrer dans les formations néritiques.

A. de Grossouvre distingue, dans le Sénonien de la Touraine, les subdivisions suivantes [12, 206] :

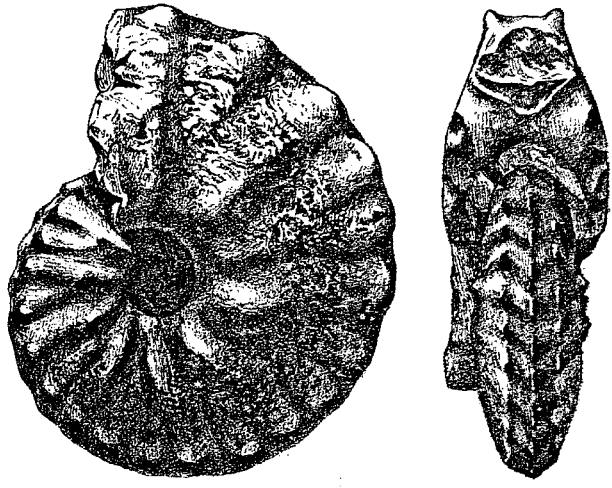


Fig. 396. — *Barroisiceras Haberfellneri* (d'après A. de Grossouvre). Gr. nat.

Coniacien. Les Eyzies (Dordogne).

1° Calcaires durs de Villedieu et de Cangey (ayant comme faciès latéral les grès siliceux à *Actæonella crassa*), avec *Cidaris pseudo-pistillum*, *Ostrea Peroni*, *caderensis*, *Lima santonensis*, *Inoceramus Lamarcki*, *Desmoceras ponsianum*, *Sonneratia Janeti*, *Placenticeras Fritschi*, *Tissotia Ewaldi*, *Barroisiceras Haberfellneri* (fig. 396), *Mortoniceras Zeilleri*, *Gauthiericeras Margæ*, *bajuvaricum*, *Peroniceras subtricarinatum*, *westphalicum*, *Scaphites Meslei*, *Lamberti*, *Potieri*;

2° craie marneuse à Ostracées (à silex noirs au sommet), avec *Rhynchonella vespertilio*, *deformis*, *Terebratulina chrysalis*, *Nanclasi*, *Ostrea proboscidea*, *Neithea quadricostata*, *Mortoniceras Emscheris*, *Bourgeoisi*, *Bontanti*;

3° marnes à *Micraster turonensis*, *carentonensis*, *Hemiaster nucleus*;

4° craie tendre, glauconieuse, avec *Salenia geometrica*, *Orthopsis miliaris*, *Cyphosoma magnificum*, *Rhynchonella vespertilio*, *Terebratulina echinulata*, *Ostrea spinosa*, *santonensis*, *Peroni*;

5° craie noduleuse, gréseuse, avec *Pyrina ovulum*, *Catopygus elongatus*, *Rhynchonella Eudesi*, *Ostrea proboscidea*, *Lima marticensis*, *Spondylus truncatus*. *Hippurites sarthacensis*, *Sphærulites Coquandi*, *Placenticeras syrtale*, *Baculites incurvatus*, *Nautilus Dekayi*;

6° craie à silex irréguliers, avec *Clypeolampas ovum*, *Rhynchonella Eudesi*, *Ostrea proboscidea*;

7° craie à Spongiaires siliceux et *Micraster regularis*.

Dans les niveaux inférieurs, on reconnaît aisément les deux zones à *Barroisiceras Haberfellneri* et à *Mortoniceras Emscheris*, qui constituent le Coniacien. Le niveau n° 5 représente la zone à *Placenticeras syrtale* du San-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

tonien supérieur. Quant aux zones supérieures, elles appartiennent certainement au Campanien.

Cotentin. — L'étage Maestrichtien manque en Touraine, en revanche il est seul à représenter le Sénonien dans le Cotentin [308]. C'est le *calcaire à Baculites*, formation peu épaisse, trangressive par rapport au Cénomanien. Il débute par un conglomérat à ciment calcaire, composé d'éléments empruntés aux terrains paléozoïques et aux grès cénomaniens sous-jacents. Il est sableux, crayeux ou compact et paraît entièrement zoogène. Les Bryozoaires y sont extrêmement abondants. Les Échinides y sont représentés par *Cidaris Faujasi, Temnocidaris danica, Cyphosoma Bonissenti, Catopygus conformis, Nucleolites cor avium, Cassidulus lapis cancri, Hemiaster prunella;* les Brachiopodes, par *Rhynchonella octoplicata, Terebratula-ciplyensis, Terebratulina chrysalis, Magas pumilus, Trigonosemus elegans, Thecidea papillata, Crania antiqua, parisiensis, ignabergensis;* les Lamellibranches, par *Pycnodonta vesicularis, Alectryonia frons, Inoceramus Cuvieri, Neithea quadricostata;* les Céphalopodes, par *Parapachydiscus neubergicus, colligatus, gollevillensis, Hoplites Lafresnayi, Scaphites constrictus, Baculites anceps, Belemnitella mucronota.* Les affinités de cette faune avec celles du Maestrichtien des régions baltiques, de la Belgique et de Meudon sont frappantes.

Bassin de l'Aquitaine. — Comme au Cénomanien et au Turonien, les affinités sont grandes, au Sénonien, entre le bassin de l'Aquitaine et la Touraine. Il n'est pas difficile de retrouver dans les Charentes les zones que de Grossouvre a distinguées dans la craie de Villedieu, et l'on verra également que la distribution verticale des Céphalopodes y est exactement la même que dans l'Allemagne du Nord. D'autre part, c'est dans les Charentes que Coquand a établi les étages qui sont encore aujourd'hui en usage dans le groupe Néocrétacé. Nous suivrons, ici encore, les études de détail de l'excellent stratigraphe qu'était H. Arnaud [210, 211, 309]. Voici, avec quelques modifications de détail introduites par A. de Grossouvre, les divisions établies par cet auteur :

Coniacien. 1° sables verts, passant, à l'est d'Angoulême, à des calcaires gréseux et, au sud, à des marnes (K), avec *Ellipsosmilia Bourgeoisi, Cidaris pseudo-pistillum, Salenia geometrica, Cyphosoma Bourgeoisi, Orthopsis miliaris, Micraster carentonensis, Ostrea plicifera, proboscidea, santonensis, Lima obsoleta, Vulsella petrocoriensis, Turitella Baugasi, Voluta elongata, Actæonella crassa, Barroisiceras Haberfellneri, Tissotia haplophylla, Schlœnbachia Nanclasi;*

2° calcaires noduleux, durs, à Bryozoaires (L^1), avec *Orthopsis miliaris, Rhynchonella Baugasi, Terebratulina echinulata, Ostrea santonensis, plicifera, spinosa, Desmoceras ponsianum, Placenticeras Fritschi, Barroisiceras Nicklesi, Boisselieri, Tissotia Robini, Ewaldi, haplophylla, Gauthiericeras bajuvaricum, Peroniceras subtricarinatum, Moureti, Scaphites Meslei;*

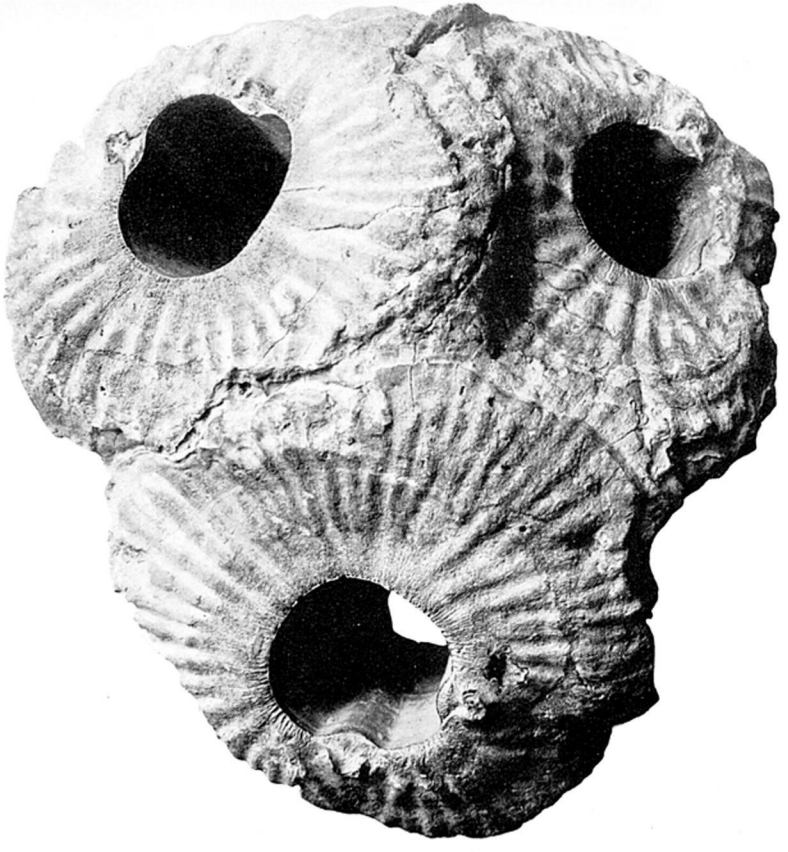
3° calcaires noduleux, à silex (L^2), avec *Cidaris Jouanneti, Cyphosoma magnificum, Hemiaster angustipneustes, Micraster turonensis, Rhynchonella vespertilio, Ostrea santonensis, Lima granulata, Spondylus truncatus, Gauthiericeras Margæ, Mortoniceras serrato-marginatum.*

Santonien. 1° calcaires marneux à silex ou calcaire sableux (M^1), avec *Salenia scutigera, Hemiaster nasutulus, Micraster turonensis, Rhynchonella vespertilio, Eudesi, deformis, Spondylus truncatus, Placenticeras syrtale, Mortoniceras texanum, serrato-marginatum;*

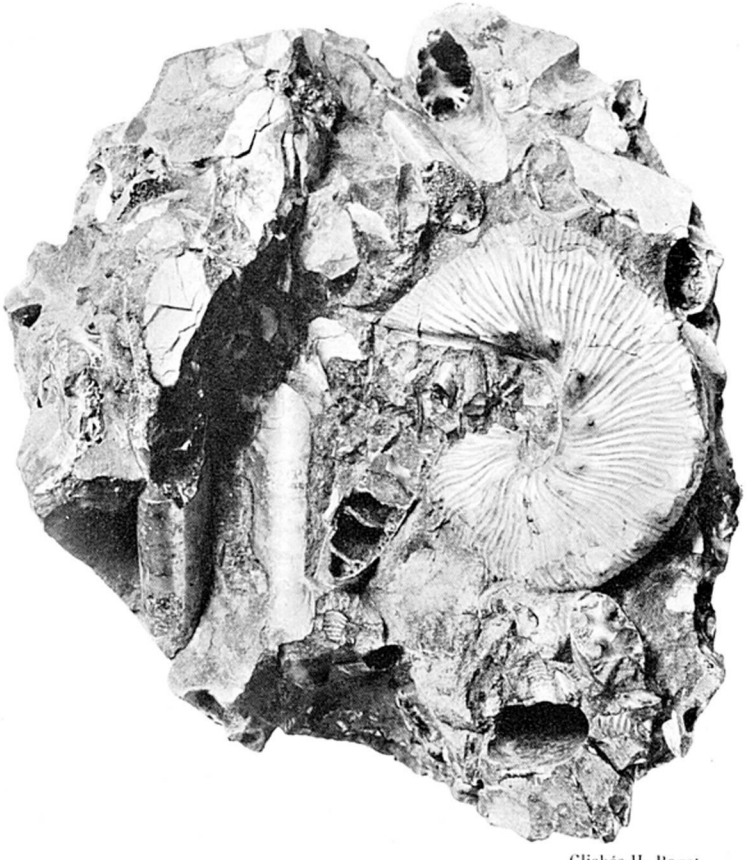
2° calcaires noduleux, marneux ou gréseux (M^2), avec *Cyphosoma microtuberculatum, Parapygus Toucasi, Nanclasi, Cardiaster tenuiporus, Spondylus truncatus, Monopleura marticensis, Biradiolites Coquandi, Hippurites sublævis, sarthacensis;*

3° calcaires marneux à silex et marnes grises et vertes (N^1), avec *Cidaris subvesiculosa, Cyphosoma magnificum, Terebratula coniacensis, Ostrea proboscidea, santonensis, Alectryonia frons, Vulsella turonensis, Placenticeras syrtale;*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



Sphærulites (Lapeirousia) Jouanneti.
Maestrichtien, Maine-Roi (Charente).



Clichés H. Ragot.

NODULES CALCAIRES A *Scaphites nodosus* et *Baculites* avec test nacré.
Groupe de Fort Pierre (Maestrichtien).
Chayenne-River, Black Hills (S. Dakota).

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

4° calcaires gréseux (N^2), avec *Orthopsis miliaris, Clypeolampas ovum, Hemiaster nasutulus, Hemipneustes Cotteaui, Biradiolites Mauldei, fissicostatus, Coquandi, Præradiolites Hœninghausi, Hippurites Maestrei, Carezi, dordonicus, Arnaudi, Placenticeras syrtale.*

Campanien. 1° calcaires marneux, blanchâtres ou bleuâtres (P^{1a}), avec *Ananchytes orbis, Micraster regularis, Rhynchonella globata, Placenticeras bidorsatum, Pachydiscus dülmensis, Launayi;*

2° calcaires marneux blanchâtres (P^{1b}), avec *Micraster carentonensis, Ostrea Matheroni, Placenticeras bidorsatum, Mortoniceras campaniense, Scaphites hippocrepis, aquisgranensis, Pachydiscus Levyi;*

3° calcaires marneux à cordons siliceux (P^2), avec *Mortoniceras campaniense, Actinocamax quadratus.*

4° calcaires marneux blanc grisâtre (P^3), avec *Micraster Brongniarti, Hoplites Vari, Sonneratia Rejaudryi, Parapachydiscus ambiguus, Scaphites Haugi, gibbus*; et, à la partie supérieure, dans un banc glauconieux, *Temnocidaris Baylei, Ancistrocrania ignabergensis, Terebratella santonensis, Inoceramus balticus, Pycnodonta vesicularis, Exogyra Matheroniana, Bostrychoceras polyplocum;*

Maestrichtien [309]. 1° calcaire blanc grisâtre à Bryozoaires et Orbitoïdes (*Orbitoides medius*), avec silex et bancs d'Huîtres (Q), très développés à Royan *: Goniopygus royanus, Clypeolampas Leskei, Mytilus Dufrenoyi, Hippurites Lapeirousei, Sphærulites crateriformis, Præradiolites alatus, Alectryonia frons, Pycnodonta vesicularis, Nerita rugosa. Turritella sinistrorsa, Parapachydiscus Oldhami, colligatus, Scaphites pulcherrimus, Belemnitella mucronata;*

2° calcaires jaune rougeâtre, noduleux (R), à *Rhynchopygus Mermini, Hemiaster prunella, Nerita rugosa, Hauericeras Fayoli, Parapachydiscus colligatus, Sphenodiscus Ubaghsi, Bostrychoceras polyplocum*, avec bancs à Rudistes (*Hippurites radiosus, Lamarcki, Sphærulites Jouanneti, crateriformis*) et, dans le Sud de la Dordogne, gros silex à *Faujasia Faujasi, Cassidulus lapis cancri, Baculites anceps;*

3° grès ferrugineux, avec poudingues et marnes jaunâtres (S) : *Claviaster cornutus, Hippurites Lapeirousei, Biradiolites acuticostatus, ingens.*

C'est avec ces couches détritiques, qui marquent déjà une tendance à l'émersion, que se termine la série crétacée du bassin de l'Aquitaine. Le Danien ne semble pas s'y être déposé.

On voit que le Sénonien des Charentes peut être qualifié de néritique, tout comme le Cénomanien et le Turonien de la région. La profondeur des eaux semble être allée en diminuant vers le S.E., car, dans la Dordogne, les assises deviennent fréquemment sableuses. Le faciès à Rudistes, qui envahit à plusieurs reprises le bassin, constitue tantôt des couches continues, tantôt des amas de peu d'étendue, noyés au milieu de couches marneuses, qui ne sont pas sans analogies avec les récifs coralliens. Les plus récents de ces récifs sont devenus le type de l'étage *Dordonien* de Coquand, tandis que le même auteur rangeait les couches environnantes dans son Campanien. H. Arnaud a établi le synchronisme des deux formations et a abaissé la limite inférieure du Dordonien, étage qui devient ainsi synonyme du Maestrichtien, dont le nom est plus ancien. Nous avons placé la limite inférieure du Maestrichtien encore un peu plus bas qu'Arnaud, de manière à la faire coïncider avec celle de la craie à *Belemnitella mucronata* de l'Europe septentrionale.

Zone des plissements pyrénéens et alpins. — Comme nous avons fait pour le groupe Mésocrétacé, nous commencerons l'étude du groupe Néocrétacé des régions où les terrains secondaires ont été plissés par l'ouest, c'est-à-dire par les Pyrénées, pour nous diriger ensuite vers l'est.

Pyrénées. — Nous examinerons successivement les dépôts néocrétacés dans les quatre zones tectoniques distinguées par Léon Bertrand dans la chaîne des Pyrénées et, ici encore, nous constaterons de profondes différences de faciès suivant que nous étudierons la série à l'extrémité ouest de la chaîne, dans la région centrale ou dans la partie orientale.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Dans toute la *zone sous-pyrénéenne,* la succession des dépôts néocrétacés est complète et la série fait suite en concordance au Mésocrétacé et passe insensiblement, à sa partie supérieure, au Nummulitique.

Dans l'Ouest, c'est-à-dire dans les Landes et dans les Basses-Pyrénées, le Néocrétacé est entièrement bathyal et contraste ainsi avec celui de la bordure nord-est du bassin de l'Aquitaine, qui est néritique, et avec celui des affleurements de Villegrains, de Roquefort, de Saint-Sever, dans le centre du bassin, où l'on observe également le faciès néritique. Les formations bathyales commencent aux environs de Tercis et prennent ensuite un grand développement au sud de l'Adour. Dans cette région, les dépôts semblent avoir pris naissance dans une fosse, que l'on a quelquefois appelée la *fosse aturienne;* leur épaisseur est considérable.

Les calcaires turoniens à *Sphærulites radiosus* sont surmontés en concordance, aux environs de Tercis, par des calcaires marneux et des marnes sans fossiles, qui représentent vraisemblablement tout le Coniacien et le Santonien, car ils supportent des calcaires à silex violacés, à *Terebratella santoniensis* et *Pyrina petrocoriensis*, d'âge campanien. Au-dessus viennent des calcaires marneux sans silex, renfermant notamment les espèces suivantes : *Micraster aturicus, Ananchytes Heberti, Pycnodonta vesicularis, Inoceramus balticus, Gaudryceras planorbiforme, Parapachydiscus neubergicus, colligatus, gollevillensis, Brandti, Brahmaites Haugi, Desmoceras Larteti, Baculites anceps, Bostrychoceras polyplocum, Scaphites constrictus.* C'est exactement la faune du Maestrichtien du Cotentin et de l'Allemagne du Nord [57, 310]. Ces calcaires sont surmontés de couches daniennes à *Hercoglossa danica,* riches en Échinides, sur lesquelles nous reviendrons à propos de la délimitation du Crétacé et du Nummulitique.

Plus au sud, dans la région de Bayonne et dans les provinces basques, le « Flysch » turonien supporte le calcaire à silex de Bidache et un « Flysch » calcaire à Fucoïdes, qui correspond sans doute au Coniacien, au Santonien et au Campanien [57 *bis*]. Cette formation est surmontée par des calcaires marneux, qui ont fourni les mêmes Ammonites maestrichtiennes que les calcaires de Tercis, associées ici à *Pseudophyllites Indra* (fig. 402) et à de nombreuses espèces du genre *Stegaster* [12,57]. Au-dessus viennent, comme à Tercis, des calcaires daniens à *Hercoglossa danica.*

La zone sous-pyrénéenne reparaît, à l'est du plateau de Lannemezan, dans les Petites-Pyrénées de la Haute-Garonne, où, à défaut de termes plus anciens, le Maestrichtien présente un développement remarquable [12, 58]. Son substratum n'est pas visible. Les couches les plus anciennes qui viennent à l'affleurement sont des marnes à *Offaster pilula, Pycnodonta vesicularis, Inoceramus balticus, Parapachydiscus colligatus, neubergicus, Scaphites constrictus,* dans lesquelles se trouve une lentille zoogène à *Hippurites Lapeirousei.* La partie supérieure de l'étage est constituée par le *calcaire nankin,* formation néritique, caractérisée par l'abondance des *Orbitoides* (*O. secans, socialis, gensacicus*), par *Hemipneustes pyrenaicus, Crania ignabergensis, Thecidea radiata* et par de nombreux Lamellibranches. A l'est d'Ausseing, ce calcaire devient gréseux, on y a trouvé *Parapachydiscus Brandti* et on observe des intercalations calcaires à *Hippurites radiosus.* Plus à l'est encore, le Maestrichtien est uniquement constitué par les *grès de Labarre.* Les représentants du Danien sont ici presque entièrement saumâtres, c'est l'étage *Garumnien* de Leymerie, dont nous réservons l'étude pour le chapitre suivant.

Dans les Corbières, le Mésocrétacé supporte en concordance toute la série des étages du Néocrétacé, qui affecte ici presque exclusivement le

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

type néritique. Sa faune est très riche, aussi beaucoup de localités sont-elles depuis longtemps classiques. Au-dessus d'un premier niveau à Hippurites (*H. Grossouvrei, Rousseli, petrocoriensis*) d'âge turonien, on observe, d'après les travaux récents de Carez [60], d'A. de Grossouvre [12] et de Toucas [8], la succession suivante :

CONIACIEN. 1° calcaires durs jaunâtres, avec *Cyphosoma Archiaci, Orthopsis miliaris, Rhynchonella petrocoriensis, Peroniceras subtricarinatum, Tissotia Ewaldi;*

2° calcaires noduleux à Micrasters, avec *Micraster corbaricus, Ostrea proboscidea, Vulsella petrocoriensis, Hippurites socialis, corbaricus, giganteus, Mortoniceras Emscheris, Bourgeoisi, Gauthiericeras Margæ.*

SANTONIEN. 1° marnes et calcaires à Micrasters, avec *Holaster integer, Micraster corbaricus, Matheroni, Inoceramus digitatus, Chlamys Dujardini, Neithea quadricostata, Spondylus spinosus, Gaudryceras mite, Hauericeras Fayoli, Sonneratia Pailletteana, Savini, Muniericeras Lapparenti, rennense, Mortoniceras texanum;*

2° banc à Rudistes du cimetière de Sougraigne (niveau inférieur de la Montagne des Cornes), avec *Hippurites socialis, Toucasi, galloprovincialis, Chaperi;*

3° marnes grises de Sougraigne avec *Lima marticensis*, nombreux Gastéropodes, Ammonites de petite taille, *Phylloceras Rousseli, Gaudryceras Rouvillei, Desmoceras salsense, Placenticeras syrtale*, Scaphites, Baculites, *Actinocamax Grossouvrei;*

4° grès et marnes avec intercalations lenticulaires de calcaires marneux à Rudistes et à Zoanthaires (niveau moyen de la Montagne des Cornes et de Sougraigne), avec *Hippurites canaliculatus, turgidus, rennensis, Maestrei, Trochactæon giganteum, Actæonina lævis, Glauconia Renauxi, Pachydiscus Cayeuxi, Schlœnbachia Bertrandi, Actinocamax Toucasi, granulatus.*

CAMPANIEN. Calcaire marneux des Cloutets avec bancs à Rudistes (niveau supérieur de la Montagne des Cornes et de Sougraigne), avec *Hippurites crassicostatus, striatus, bioculatus, robustus, sulcatus.*

MAESTRICHTIEN. Grès d'Alet, grossiers, sans fossiles.

Au-dessus viennent les marnes rouges et les grès du Garumnien.

Toucas distingue donc, dans les Corbières, 5 niveaux à Hippurites superposés. Nous les retrouverons dans d'autres régions de l'Europe méridionale.

Dans la *zone prépyrénéenne*, le groupe Néocrétacé n'est représenté, par des couches fossilifères, que dans la région de Foix, où l'on distingue, au-dessus d'une série de couches coniaciennes, santoniennes et campaniennes assez semblable à celle des Corbières, un niveau à Rudistes maestrichtien, bien développé à Leychert, Saint-Sirac et Bénaix et caractérisé par *Hippurites Heberti, variabilis, sulcatoides, Archiaci.* Plus au sud, le Sénonien est constitué par les *grès de Celles*, qui, par places, reposent en transgressivité sur le granite.

On sait déjà que le Néocrétacé manque entièrement dans la *zone nordpyrénéenne*. Par contre, dans la *zone sudpyrénéenne*, le Campanien est transgressif sur les terrains anciens. D'après Bresson, il repose, aux Eaux-Chaudes, sur le granite, par l'intermédiaire d'un banc d'huîtres fixées sur la surface corrodée du granite et sur des blocs roulés du même granite, ou bien il s'appuie sur le Dévonien, le Carbonifère ou le Permien. Il est constitué par des calcaires gris ou blancs, qui renferment *Hippurites petrocoriensis, Moulinsi, corbaricus, sulcatissimus.* Le Maestrichtien, qui repose, dans la région de Gavarnie, sur le Campanien par une surface de contact anormal, comprend des grès et des calcaires marneux, avec *Orbitoides, Ananchytes ovatus, Pycnodonta vesicularis, Alectryonia larva*, etc. Ces lambeaux de Sénonien sont recouverts par des couches paléozoïques et forment, sur la région frontière, dans les Pyrénées centrales, des fenêtres dans une grande nappe poussée vers le sud.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Plus à l'est, aux environs d'Amélie-les-Bains, c'est le Maestrichtien ou le Garumnien qui reposent transgressivement sur le Trias ou sur les terrains primaires.

Basse-Provence. — Dans la chaîne de la Nerthe et dans celle de l'Étoile, ainsi que dans le bassin du Beausset, le Turonien supporte en concordance les termes inférieurs du Sénonien.

Dans la première de ces régions, cette série présente, sur la rive sud de l'étang de Berre, entre les Martigues et la Mède, une coupe remarquable, qui a été relevée avec un détail minutieux par G. Vasseur [214]. Au-dessus des calcaires marneux à *Periaster Verneuili*, dont il a été question précédemment, on observe des alternances maintes fois répétées de calcaires compacts, de calcaires à Rudistes et à Nérinées, de calcaires gris à Foraminifères et à Bryozoaires, de marnes, etc., dont l'ensemble atteint 230 m. Les Foraminifères sont surtout représentés par des Miliolidés trématophorés, étudiés par Munier-Chalmas et Schlumberger (*Idalina antiqua, Periloculina Zitteli, Lacazina compressa*) ; les Bryozoaires, par les genres *Ceriocava* et *Reptomulticava;* les Mollusques, par des Huîtres, des Nérinées et surtout par des Rudistes. Parmi ceux-ci, les Hippurites prédominent et Vasseur a montré que la partie inférieure de la série des calcaires à Rudistes renferme exclusivement *Hippurites Requieni* et *prægiganteus.*

Dans les couches moyennes, ces espèces sont remplacées par *Hippurites giganteus, corbaricus, Moulinsi* et *socialis.* Les couches supérieures sont caractérisées par *Hippurites dentatus, galloprovincialis, beaussetensis* et *socialis.* La partie inférieure des calcaires à Hippurites des Martigues doit donc encore être rangée dans le Turonien, tandis que la partie moyenne appartient au Coniacien, la partie supérieure, à la base du Santonien. Au-dessus viennent des calcaires marneux à Foraminifères, Zoanthaires, Bryozoaires, Brachiopodes (*Rhynchonella Eudesi*), nombreux Lamellibranches (*Ostrea Matheroni, caderensis, Neithea Mortoni, Lima marticensis, Cucullæa Orbignyi*) et Gastéropodes (*Natica Martini, Rostellaria provincialis,* Nérinées). Les Rudistes sont devenus rares. Le niveau à *Lima marticensis* représente, dans toute la Basse-Provence, le Santonien moyen. Il est recouvert, aux Martigues, par des argiles à *Ostrea galloprovincialis* et *Glauconia Coquandi,* qui inaugurent un régime saumâtre. Celui-ci règne exclusivement, à partir du Campanien, qui débute par le *Valdonnien* à *Melania galloprovincialis* et *Cyrena globosa.*

Dans le bassin du Beausset, le Coniacien est représenté par des grès et des calcaires marneux à *Micraster corbaricus, Rhynchonella petrocoriensis, Ostrea plicifera, Peroniceras subtricarinatum, Mortoniceras Emscheris,* avec lentilles calcaires à *Hippurites socialis, Moulinsi, giganteus.*

Le Santonien comprend, d'après Toucas [8, 28], au-dessus de calcaires marneux à *Micraster Matheroni, Inoceramus digitatus* et *Mortoniceras texanum,* deux niveaux de calcaires à Hippurites, séparés par des marnes à *Lima marticensis* et *Placenticeras syrtale.* Le niveau inférieur est caractérisé par *Hippurites Matheroni, socialis, Toucasi, beaussetensis, galloprovincialis,* le supérieur, par *H. canaliculatus* et *latus.* La partie supérieure du Santonien est représentée, ici aussi, par un banc à *Ostrea galloprovincialis,* surmonté de couches saumâtres à *Glauconia Coquandi, Renauxi* et Turritelles.

Le Campanien, entièrement saumâtre, au Beausset comme aux Martigues, comprend des calcaires à *Melanopsis galloprovincialis* et *Cyrena globosa* et des couches lignitifères à *Cyrena galloprovincialis* et *gardanensis.*

Plus au nord, au Plan d'Aups, dans le synclinal de Mazaugues et dans la partie méridionale du bassin de Fuveau, le Néocrétacé est transgressif et

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

repose sur l'Urgonien ou sur le Jurassique, dont il est séparé par une couche de bauxite [29]. Il débute par des calcaires à Hippurites, probablement santoniens, qui supportent directement soit la *formation du Plan d'Aups* [311], composée de calcaires à Foraminifères et de lignites à *Ostrea galloprovincialis* et *Glauconia Coquandi*, soit le Valdonnien, formation calcaire, à bancs détritiques, avec *Cyrena globosa*, *Melania galloprovincialis*, *Bulimus proboscideus*.

Sur le bord septentrional du bassin de Fuveau et dans la région au nord de Brignoles, c'est le Valdonnien qui repose directement sur le Jurassique supérieur ou sur la bauxite, conformément à la transgressivité graduelle des couches mésocrétacées et néocrétacées (fig. 372).

Le Valdonnien n'est que le premier terme d'une série de couches saumâtres et d'eau douce qui, dans la Basse-Provence, constituent le passage du Crétacé au Nummulitique. Nous y reviendrons dans le chapitre suivant. Pour le moment il nous suffit de constater que, dès le Santonien supérieur, le golfe de la Basse-Provence était transformé en une grande lagune.

Alpes-Maritimes et Sud des Basses-Alpes. — Comme on le verra plus tard, les environs de Nice faisaient partie, au Sénonien, du géosynclinal alpin. Les dépôts crétacés qui affleurent sur la rive droite du Var appartiennent, par contre, à la bordure néritique de ce géosynclinal.

Dans la vallée de l'Estéron, E. Fallot a signalé [27] des grès glauconieux, renfermant des Spongiaires, *Holaster placenta*, *Terebratula semiglobosa*, puis, un peu plus haut, *Micraster cor testudinarium*.

Plus à l'ouest, on ne connaît plus qu'un petit lambeau de couches sénoniennes détritiques, situé à Brenon, au sud de Castellane [12]. Il est constitué par des alternances de marnes noires ligniteuses et de grès jaunâtres, où l'on a trouvé *Ostrea acutirostris* et *plicifera*. Ces couches, qui paraissent correspondre au Santonien, reposent sur les calcaires à Gastéropodes turoniens.

Bassin du Rhône. — Les conditions bathymétriques étaient à peu près les mêmes, dans le bassin du Rhône, au début du Sénonien, qu'à l'époque Turonienne. La fosse vocontienne était réduite à sa plus simple expression et elle était entourée d'une large auréole de formations détritiques. Dès le milieu du Santonien, la mer s'était entièrement retirée de la région, où l'on ne rencontre plus que des formations lacustres (fig. 397).

Sur la rive droite du Rhône, le régime lagunaire s'établit dès le Coniacien, mais il admet des récurrences marines, qui se manifestent par la présence de calcaires à Rudistes. Ainsi, dans les environs d'Uzès, des calcaires à *Hippurites giganteus* et *Moulinsi* se trouvent intercalés entre deux séries d'argiles ou de sables à lignites. Il en est de même dans la région de Bagnols, Pont-Saint-Esprit et, sur la rive gauche du Rhône, aux environs d'Uchaux [220]. Ici, les sables et grès de Mornas à *Ostrea mornasensis*, qui font suite au Turonien, sont recouverts par des calcaires à *Hippurites incisus*, d'âge coniacien. Le Santonien est représenté par les *sables de Piolenc*, formation ligniteuse, au milieu de laquelle on observe un banc argileux à *Hippurites Matheroni*. Il existe donc, dans la région d'Uchaux, trois horizons à Hippurites, l'un turonien, le second coniacien, le troisième santonien. Le Campanien semble faire défaut sur les deux rives du Rhône, les couches à lignites étant recouvertes directement par des calcaires d'eau douce beaucoup plus récents.

Plus au nord, dans la cuvette synclinale de la forêt de Saou [XXXVII, 49 *bis*],

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

la série des assises néocrétacées est entièrement sableuse. La présence de *Morloniceras Emscheris* et *texanum* dans sa partie moyenne permet de l'attribuer au Coniacien et au Santonien.

Au milieu de la succession de sables et de grès qui constitue le Sénonien dans la cuvette synclinale de Dieulefit, on observe, aux Rouvières, au-dessus de couches ne renfermant guère que des *Hemiaster* et des Inocérames, une couche de grès verts riche en Ammonites, dont l'âge coniacien est incontestable, à en juger par la présence des espèces suivantes : *Barroisiceras Haberfellneri, Tissolia Robini, Slizewiczi, Gauthiericeras bajuvaricum, Peroniceras Czörnigi, westphalicum* [12, 27]. Immédiatement au-dessus se trouve une couche de grès verts, riche en Lamellibranches (*Ostrea decussata, Lima Morini, Trigonia limbata, Protocardia hillana*) et en Gastéropodes (*Chenopus simplex, Solarium Rouxi, Actæonella lævis, Eulima amphora, Voluta acuta*). Le caractère néritique de cette faune est incontestable.

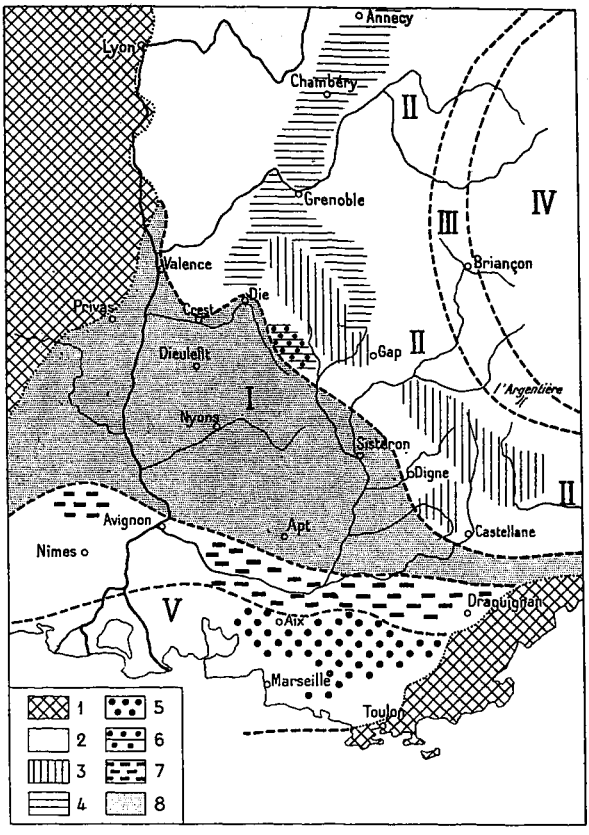


Fig. 397. — Carte représentant la répartition des faciès dans le bassin du Rhône à l'époque Maestrichtienne (d'après L. Collot, V. Paquier, etc.).

1, terrains antétriasiques du Plateau Central et du massif des Maures; 2, régions où le Maestrichtien est caché sous des terrains plus récents ou a été enlevé par dénudation; 3, formations bathyales concordantes avec les termes inférieurs du Sénonien; 4, Maestrichtien transgressif; 5, formations d'eau douce concordantes avec le Sénonien inférieur marin; 6, formations torrentielles; 7, couches de Rognac transgressives (Danien); 8, territoire émergé.

I, région émergée au cours de l'époque Néocrétacée; II, géosynclinal alpin; III, géanticlinal du Briançonnais; IV, géosynclinal piémontais (?); V, golfe de Provence, transformé en lagune.

Aux environs de Nyons, des grès coniaciens ont fourni de nombreuses Turritelles, *Trigonia limbata, Barroisiceras Haberfellneri*. Ils sont surmontés par des grès rouges, avec intercalations de couches de lignite et de marnes à Hippurites et de conglomérats à galets de quartz, renfermant encore des Hippurites.

La cuvette synclinale de Pommerol, au nord de Rosans, est la seule

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

région à l'ouest du géosynclinal alpin où les étages inférieurs du Sénonien soient entièrement représentés par des calcaires blanchâtres à silex. Ils sont très épais, mais très peu fossilifères. La fosse vocontienne avait donc la même étendue restreinte qu'au Turonien. Au Maestrichtien, la mer semble avoir entièrement quitté la région de Nyons et de Dieulefit.

Géosynclinal alpin. — Les étages inférieurs du Sénonien sont particulièrement bien développés aux environs de Nice [312, 313]. Toutefois, le CONIACIEN, dont la présence résulte avec certitude de la continuité parfaite que l'on observe entre les sédiments turoniens et sénoniens, n'a pas encore fourni d'espèces qui permettent de le caractériser d'une manière satisfaisante.

Le SANTONIEN, constitué par des calcaires marneux et par des marnes grises, est, par contre, beaucoup plus fossilifère. A. Peron [313] y a recueilli de nombreux Spongiaires, des Échinides (*Holaster integer, Ananchytes, Micraster arenatus, gibbus, cor anguinum, decipiens*), des Lamellibranches (*Ostrea hippopodium, Inoceramus digitatus*), associés à *Mortoniceras texanum*.

Le CAMPANIEN est représenté par des calcaires marneux, bien lités, gris foncé, exploités pour la fabrication de la chaux hydraulique, notamment à Font-de-Jarrier et à Contes-les-Pins, où ils renferment *Ananchytes ovatus, Micraster fastigatus, Gottschei, Ostrea hippopodium, Inoceramus balticus, Schlœnbachia Blanfordiana, Mortoniceras campaniense, Pachydiscus Levyi* [27, 312, 313].

D'après Peron, le Maestrichtien ferait entièrement défaut dans les Alpes-Maritimes, les couches nummulitiques reposant directement sur le Campanien.

Dans les environs de Saint-André-de-Méouilles, le Sénonien est représenté par des calcaires blancs, dont la base a fourni des espèces coniaciennes (*Peroniceras tricarinatum, Gauthiericeras bajuvaricum*), tandis que la partie supérieure renferme de nombreux Spongiaires, cantonnés dans des bancs marneux, des Échinides (*Ananchytes, Micraster corbaricus*), et des Inocérames indéterminables. Les Ammonites sont beaucoup plus rares (*Pachyceras Sayni*) [12, 27].

Plus au nord, dans les massifs situés entre le Var et le Verdon et entre le Verdon et la Bléone, le Sénonien atteint une épaisseur que l'on peut évaluer à près de 500 m. Il est constitué par des calcaires blancs en bancs réguliers, qui alternent avec des couches plus marneuses, formant, lorsqu'ils ne supportent pas des témoins du Nummulitique, d'immenses croupes arrondies, telles que le Cheval Blanc (pl. CXIX, 1) et la montagne des Boules, près Thorame-Basse, qui ne sont pas sans analogies avec les Downs du Sud de l'Angleterre. Les fossiles y sont extrêmement rares. W. Kilian a cependant signalé au col des Peyres, près Seyne, *Mortoniceras texanum*.

Hautes Chaînes calcaires du Dauphiné et de la Savoie. — Le Sénonien est représenté, dans les Hautes Chaînes calcaires, depuis le Dévoluy jusque dans le massif du Haut-Giffre, mais ses termes inférieurs n'existent que dans le sud du Dévoluy et du Vercors. En général, le Maestrichtien est transgressif et repose soit sur l'Albien, soit sur le Cénomanien. L'absence constante du Turonien indique déjà une période d'émersion, celle-ci est confirmée par l'existence de conglomérats d'origine torrentielle, découverts par P. Lory et G. Sayn [123 *bis*] dans la cuvette synclinale des Gas, à l'est de Châtillon-en-Diois. Ils reposent soit sur l'Aptien, soit sur le Cénomanien et comprennent une masse inférieure et une masse supérieure, séparées

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

par des sables et des calcaires gréseux à Échinodermes (*Bourgueticrinus, Pentacrinus, Cidaris*). Ils passent latéralement à des calcaires gréseux, dans lesquels leurs couches se terminent en biseau.

Dans le sud et dans l'ouest du Dévoluy, cette formation détritique est remplacée, d'après P. Lory [XXXVII, 341], par des calcaires blanchâtres sublithographiques à Inocérames, surmontés de calcaires marneux et de marnes avec *Scaphites hippocrepis*. Ces couches, qui renferment des spicules de Spongiaires, semblent représenter le Santonien et le Campanien. Elles passent, à leur partie supérieure, à des calcaires siliceux zonés, d'une immense épaisseur, qui sont transgressifs dans l'est et le nord du Dévoluy et reposent indistinctement sur le Jurassique supérieur, sur le Néocomien ou sur le Cénomanien. Les fossiles que l'on y rencontre (*Ananchytes ovatus, Terebratula carnea, Pycnodonta vesicularis, Scaphites constrictus*) leur assignent un âge maestrichtien.

Dans les environs de Lus-la-Croix-Haute et dans le Vercors, ces calcaires se délitent en dalles minces, connues sous le nom de *lauzes*. Outre les fossiles précédents, on y a trouvé *Parapachydiscus Brandti* et *Belemnitella mucronata*. Ils reposent sur l'Albien ou sur le Cénomanien [XXXVII, 341]. Vers le haut, ils passent à des calcaires à silex, surmontés, à Méaudre (Isère), de bancs de calcaire jaune nankin, assez durs, qui renferment en abondance des Algues calcaires (*Lithothamnium*, Siphonées verticillées), des Foraminifères (*Orbitoides medius, apiculatus, minor, Omphalocyclus macroporus, Calcarina*), des débris de Bryozoaires, associés à quelques Lamellibranches (*Pycnodonta vesicularis, Alectryonia ungulata*) et à des Gastéropodes (*Nerita rugosa*). C'est essentiellement une formation organogène, qui rappelle beaucoup le tuffeau de Maestricht et qui n'est pas sans analogies non plus avec la craie de Royan [314].

Les lauzes et les calcaires à silex existent également dans le massif du Vercors, mais on n'y connaît aucune formation analogue au Maestrichtien de Méaudre.

Le Sénonien est conservé dans la plupart des synclinaux des Bauges, cependant, dans l'ouest du massif, il n'a pas été épargné par les érosions anténummulitiques. Il repose partout directement sur l'Albien et débute quelquefois par un conglomérat formé d'éléments empruntés au substratum. Il comprend surtout des calcaires gris blanc, plus ou moins argileux ou schisteux, peu fossilifères (*Ananchytes ovatus, Belemnitella mucronata*), qui supportent, aux environs de Faverges, des calcaires et des schistes noirs, fétides, dépourvus de restes organiques autres que des pistes de vers.

Dans les massifs du Genevois, de Platé et du Haut-Giffre, le Sénonien repose partout sur l'Albien (pl. CXIV, 1). Il est constitué par des calcaires gris, marneux, avec bancs schisteux à Foraminifères à la partie supérieure. Près d'Annecy, on y a trouvé *Ananchytes ovatus*, des Inocérames, *Belemnitella mucronata*, etc. Son épaisseur est très variable et atteint son maximum à l'est, dans les cimes du Grand Carre et du Charvin.

On voit, d'après cet aperçu, que, depuis le Dévoluy jusqu'à la frontière suisse, le Sénonien n'est représenté que par un seul de ses étages, le Maestrichtien, qui repose en transgression sur l'Urgonien, l'Aptien ou le Cénomanien. Il y a eu certainement, dans cette partie des Alpes, une émersion correspondant au Turonien, au Coniacien et, sauf dans le sud du Dévoluy, au Santonien et au Campanien. Le retour graduel de la mer, à partir du Santonien, est compensé par le retrait qui se manifeste dans la

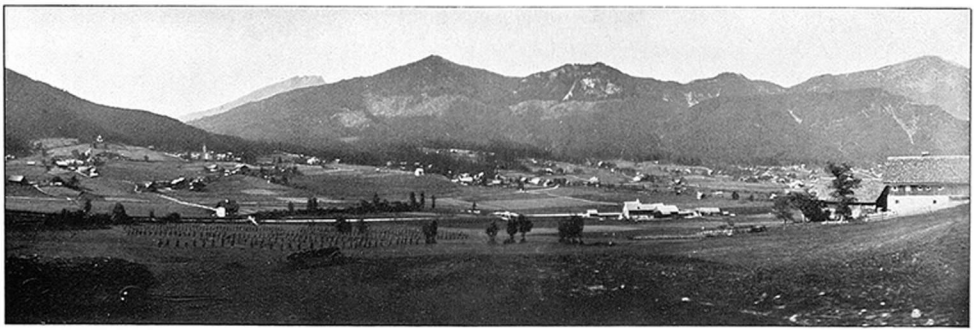
Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC



Cliché J. Boussac.

MONTAGNES AU NORD-EST DE CHATEAU-GARNIER, PRÈS THOARÉ-BASSE (Basses-Alpes).

A l'arrière-plan : Cheval Blanc et Côte Longue (Sénonien) ; derrière le village : collines sénoniennes avec couronnement nummulitique.



Cliché Emile Haug.

VALLÉE DE GOSAU (Haute-Autriche).

Couches de Gosau (Crétacé supérieur) apparaissant dans une fenêtre de la nappe du Dachstein (Trias supérieur).

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

région rhodanienne à la même époque et qui aboutit à une émersion complète dès le Campanien.

Les grandes épaisseurs qu'atteint le Maestrichtien dans les Hautes Chaînes calcaires du Dauphiné et de la Savoie ainsi que ses faciès montrent que toute cette zone subalpine faisait, à cette époque, partie du géosynclinal alpin, dont la région axiale devait se trouver dans la première zone alpine. Les érosions anténummulitiques ont sans doute fait disparaître les épaisseurs immenses de sédiments néocrétacés qui s'étaient accumulées sur l'emplacement des massifs anciens du Mont Blanc, de Belledonne, des Grandes Rousses et du Pelvoux.

Jura et détroit morvano-vosgien. — Aucun témoin épargné par l'érosion ne permet d'affirmer qu'une nappe de dépôts néocrétacés ait recouvert, avant l'arrivée de la mer néogène, l'emplacement qu'occupent aujourd'hui les hauts plateaux et les grands plis du Jura. Ce n'est que sur le bord occidental de la chaîne que l'on rencontre encore, en quelques points, des lambeaux, non de Maestrichtien, comme on pourrait s'y attendre, d'après ce que l'on observe en Savoie, mais de Sénonien inférieur. Bonjour [315] a signalé, dès 1858, près de Lains (Jura), un lambeau de craie blanche à silex, renfermant *Echinoconus conicus* et des *Micraster*. On connaît des gisements analogues près de Saint-Amour.

Sur le lambeau cénomanien de Cuiseaux (Saône-et-Loire), on peut ramasser en abondance des silex qui résultent de la décalcification de couches de craie blanche. Munier-Chalmas a recueilli à Tournus (Saône-et-Loire) des silex à *Micraster cor testudinarium* et *cor anguinum*. Des moules siliceux de *Micraster* se trouvent assez fréquemment épars sur l'ancienne pénéplaine du Morvan et témoignent de dénudations dont il est difficile de se faire une idée.

Alpes Suisses. — Dans les nappes helvétiques, le « Seewerkalk », qui représente le Cénomanien et probablement aussi le Turonien, est recouvert par des schistes marneux très puissants, les *Seewerschiefer*, que l'on s'accorde à attribuer au Sénonien. Les fossiles macroscopiques sont assez rares. On a cité *Ananchytes ovatus*, *Stegaster subtrigonatus*, des *Micraster*, *Terebratula carnea*, *Inoceramus striatus*, *Ptychodus*, etc. Les Foraminifères sont, par contre, très abondants; ce sont surtout des *Lagena*, des *Textularia*, des *Rotalia*, *Pulvinulina tricarinata*, des Globigérines.

Dans la nappe inférieure des Préalpes on rencontre, au sommet d'une série vaseuse dont la partie inférieure est néocomienne, des calcaires marneux, qui ont fourni *Stegaster Gillieroni*, *subtrigonatus* et appartiennent certainement au Maestrichtien.

Dans le soubassement de la montagne de Sulens, en Savoie, qui fait partie de la même nappe, le Sénonien est à l'état de calcaires blancs, avec intercalations de bancs gréseux.

Dans les nappes supérieures, les *couches rouges* renferment, par places, quelques fossiles, tels que *Stegaster Gillieroni*, *Ananchytes ovatus*, *Inoceramus balticus*, qui ne laissent aucun doute sur l'âge campanien ou maestrichtien d'une partie tout au moins de cette formation. Les Foraminifères y sont partout extrêmement abondants; on peut citer *Pithonella ovalis*, *Pulvinulina tricarinata*, *globulosa*, *Globigerina bulloides*, *Orbulina universa*. On a comparé avec raison les couches rouges à la boue à Globigérines des mers actuelles. Dans tous les cas, elle représente un sédiment de mer profonde, mais il serait excessif d'en faire une formation abyssale.

Aucun dépôt néocrétacé n'est connu dans les zones internes des Alpes occidentales.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Alpes calcaires septentrionales. — Dans la *zone du Flysch*, qui prolonge, sur le bord septentrional des Alpes orientales, les nappes helvétiques, le groupe Néocrétacé présente, de l'ouest à l'est, des variations de faciès assez rapides.

Dans l'ouest, c'est-à-dire dans le Bregenzer Wald, on rencontre encore les marnes de Seewen, qui sont ici à peu près dépourvues de fossiles. Déjà à Burgberg, sur la rive droite de l'Iller, ces couches font place à des grès, dans lesquels Zittel a recueilli *Ananchytes ovatus*, *Terebratulina chrysalis*, *Pycnodus*, *Otodus*, etc.

Plus à l'est, Imkeller [317] a fait connaître des grès verts renfermant des Spongiaires, de nombreux Lamellibranches (*Exogyra Matheroniana*, *Pycnodonta vesicularis*, *Inoceramus balticus*), des Gastéropodes, *Baculites vertebralis*, *Belemnitella mucronata*.

Dans la région entre Bergen et Teisendorf, le Néocrétacé est constitué par une puissante série marneuse, avec intercalations de grès. Reis [318] a pu la subdiviser en un certain nombre de niveaux locaux, qui, dans leur ensemble, correspondent au Maestrichtien. Les étages inférieurs du Sénonien seraient représentés par des grès, qui, à l'est de Salzbourg, envahissent tout le Néocrétacé. Les marnes inférieures, connues depuis longtemps sous le nom de *couches du Nierenthal*, sont très fossilifères à Siegsdorf. Joh. Böhm [316] en a décrit une faune, riche en Échinides (*Ananchytes ovatus*, *Cardiaster granulosus*), en Lamellibranches, en Gastéropodes et en Céphalopodes (*Hauericeras Gardeni*, *Parapachydiscus neubergicus*, *Scaphites constrictus*, *Römeri*, *Hamites cylindraceus*, *Baculites valoniensis*, *Belemnitella mucronata*. Les marnes supérieures, que Reis décrit sous le nom de *couches de Hachau*, renferment, d'après cet auteur [318], une faune composée presque exclusivement de Lamellibranches et de Gastéropodes, parmi lesquels se trouvent plusieurs espèces caractéristiques du Maestrichtien néritique du Limbourg.

Dans les collines situées au nord de Salzbourg, le Sénonien est principalement constitué par des grès et des marnes, où abondent les empreintes mécaniques, les traces d'Annélides, les Algues et des Inocérames de taille géante (*Inoceramus salisburgiensis*, *monticuli*). C'est un faciès qui rappelle tout à fait le Flysch des Alpes Suisses, exclusivement nummulitique. Ici la présence de *Parapachydiscus neubergicus* ne laisse aucun doute sur l'âge crétacé de ce Flysch, qui supporte encore des marnes à *Belemnitella mucronata*.

Le Flysch néocrétacé acquiert un grand développement dans la Basse-Autriche et prend ici le nom de *grès de Vienne*. On y a trouvé des Inocérames, des dents de *Ptychodus* et même des Ammonites.

Dans la *nappe de Bavière*, on retrouve, au moins à l'ouest de la Salzach, les couches du Nierenthal. Schosser [319] y a découvert, aux environs de Kufstein, une faune composée de Lamellibranches (*Pycnodonta vesicularis*, *Inoceramus balticus*, *salisburgiensis*), de Gastéropodes et de Céphalopodes, parmi lesquels *Sonneratia Daubrei*, *Savini*, *Pachydiscus Linderi*, *Mortoniceras quinquenodosum* ne laissent guère de doute sur l'âge santonien supérieur du gisement et interdisent toute comparaison avec les faunes maestrichtiennes de la zone du Flysch.

Au sud de Salzbourg, les terrains triasiques et liasiques de la nappe de Bavière supportent une série des plus intéressantes, que les travaux d'Eb. Fugger [320-323] ont fait connaître. Le nom de *couches de Gosau* lui a été appliqué, quoique plusieurs de ses termes ne se retrouvent pas dans le district où ces couches ont été définies et que, inversement, l'un des

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

termes les plus caractéristiques des couches de Gosau, les bancs à Hippurites, y fassent défaut. Voici cette succession :

1° *Conglomérats d'Aigen*, très puissants, à éléments triasiques, avec intercalations de sables, de marnes, de lignites à fossiles d'eau douce : *Unio cretaceus*, *Helix aignensis*, *Bulimus Fuggeri*, *juvaviensis*, *Megalostoma juvaviense*, *Fuggeri*, *Strophomena Reussi*.

2° *Marnes du Rainberg*, remplaçant par places la partie supérieure du conglomérat, avec empreintes végétales (*Sequoia Reichenbachi*, *Carpolithes Gümbeli*), Zoanthaires (*Cyclolites*, *Trochosmilia*, *Thamnastræa*), Lamellibranches (*Neithea quadricostata*, *Inoceramus Cuvieri*, *Cardium Ottoi*, *Crassatella macrodonta*, *Psammobia Suessi*, *Sphærulites angeoides*, *Plagioptychus Aguilloni*), nombreux Gastéropodes (*Turritella Hagenowiana*, *Glauconia Keferstein*i, *Nerinea Buchi*, *Dejanira Goldfussi*, *Voluta elongata*, *Actæonella gigantea*).

3° *Calcaires marneux de Glaneck*, très riches en Lamellibranches (*Pycnodonta vesicularis*, *Ostrea Matheroniana*, *Lima marticensis*, *Neithea quadricostata*, *Trigonia limbata*, *Cucullæa chimiensis*, *Tapes Martini*, *Pholadomya granulosa*), associés à des Zoanthaires, des Gastéropodes, des Céphalopodes (*Mortoniceras texanum*, *serrato-marginatum*, *Gauthiericeras margæ*, *Peroniceras Moureti*, *Muniericeras gosavicum*, *Scaphites Potieri*).

4° Marnes et grès peu épais, avec empreintes d'Algues, assimilés par Fugger au Flysch de l'Avant-Pays.

5° *Couches du Nierenthal*, marneuses, peu fossilifères, avec *Ananchytes ovatus*, *Micraster cor anguinum*, *Inoceramus balticus*, *Belemnitella mucronata*.

L'attribution des deux termes inférieurs de cette série au TURONIEN ne peut faire de doute, d'autant plus qu'ils sont recouverts par les couches de Glaneck. Celles-ci correspondent au CONIACIEN et au SANTONIEN, dont elles renferment plusieurs des Céphalopodes les plus caractéristiques.

Quant aux couches du Nierenthal, on peut les envisager comme représentant le MAESTRICHTIEN. Leurs analogies ne sont pas telles avec les couches que l'on a désignées sous le même nom, dans la zone du Flysch, que l'on soit en droit d'envisager la série néocrétacée de la région située au sud de Salzbourg comme un terme de passage entre la série néocrétacée de la zone du Flysch et les couches de Gosau proprement dites. Il n'existe rien de semblable aux couches de Glaneck et aux conglomérats turoniens dans le « Vorland alpin ».

Par contre, G. Geyer [324] a signalé récemment, dans les Alpes calcaires de la vallée de l'Enns, des couches de Gosau intercalées entre des conglomérats cénomaniens, avec lits sableux à *Orbitolina concava*, et des grès qui passent insensiblement à un Flysch analogue à celui de l'Avant-Pays. La tectonique de cette région est encore trop mal connue pour que l'on soit en droit de baser sur ces observations des conclusions quelconques.

Les *couches de Gosau* proprement dites forment, dans tout le segment des Alpes calcaires septentrionales compris entre Kufstein et Vienne, de nombreux affleurements, généralement peu étendus. Comme elles sont d'ordinaire localisées dans des vallées, les géologues autrichiens ont supposé que leur dépôt avait dû s'effectuer dans des fjords de la mer crétacée, dont l'emplacement aurait coïncidé avec celui des vallées actuelles [325 ; XI, 6]. L'âge récent du creusement des vallées alpines rend cette interprétation tout à fait invraisemblable, et l'étude tectonique des affleurements néocrétacés montre que l'on est en présence soit de synclinaux ordinaires, soit de lambeaux conservés à la faveur de témoins des nappes supérieures, soit de véritables *fenêtres*, ménagées par l'érosion dans ces nappes [XXXVI, 55]. On est donc en droit de considérer les divers affleurements comme primitivement continus, quoique l'on observe, de l'un à l'autre, de grandes variations de faciès, qui n'ont d'ailleurs rien d'insolite dans les dépôts néocrétacés des régions méditerranéennes.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Les principaux gisements des couches de Gosau sont ceux de la vallée de l'Inn [34 *bis*], du synclinal de Sankt-Wolfgang (Sankt-Gilgen, Strobl), de la fenêtre de Gosau (pl. CXIX, 2), des environs de Windischgarsten, Hieflau, Mariazell, de la Neue Welt, près Wiener Neustadt, et, sur le bord méridional de la zone calcaire, ceux de Liezen, d'Admont, de Neuberg, dans la vallée de la Mürz. A. de Grossouvre [12] en a donné un aperçu très détaillé, résumant à peu près tout ce qui a été publié sur la question.

Les couches de Gosau ne reposent que rarement sur l'Éocrétacé ou sur le Jurassique; généralement elles sont en contact avec un terme quelconque de la série triasique de la nappe de Bavière. Leur dépôt a donc été précédé d'importantes dénudations, consécutives de mouvements orogéniques dont on a d'ailleurs beaucoup exagéré l'ampleur. Leur faune a fait l'objet de plusieurs importantes monographies [326-330]. La revision des Rudistes par H. Douvillé [7], celle des Céphalopodes par A. de Grossouvre [12] ont permis l'établissement d'un parallélisme assez rigoureux des couches de Gosau avec les séries turoniennes et sénoniennes de l'Europe occidentale. Le synchronisme des couches dans les différents affleurements des Alpes orientales est également assuré d'une manière satisfaisante, au moins dans les grandes lignes, et l'on est ainsi conduit à résumer de la manière suivante, et conformément au schéma publié par A. de Grossouvre, la succession des couches de Gosau proprement dites [1] :

Turonien. 1° Conglomérats de base de Gosau et de la Neue Welt.

2° Marnes riches en Foraminifères, Zoanthaires, Lamellibranches (*Neithea quadricostata*, *Cardium productum*) et Gastéropodes (*Turbo decoratus*, *Cerithium reticosum*, *Ampullina bulbiformis*), avec intercalations de bancs à *Hippurites gosaviensis*, *præsulcatus*, renfermant, en outre, à la Neue Welt, *Plagioptychus Aguilloni*, *Sphærulites angeoides*, des Zoanthaires, des Échinides et des Brachiopodes.

Coniacien. Marnes inférieures de Sankt-Wolfgang, avec *Tissotia Robini*, *haplophylla*, *Barroisiceras Haberfellneri*, *Gauthiericeras bajuvarium*, *Peroniceras Czörnigi*, et couches à Hippurites de Gosau, avec *Hippurites Oppeli*, *colliciatus*, *gosaviensis*, *Biradiolites Mortoni*.

Santonien. 1° Marnes à *Mortoniceras texanum* et *Parapachydiscus isculensis* du Nefgraben, près Gosau, avec Zoanthaires, Lamellibranches, Gastéropodes très abondants et marnes supérieures de Sankt-Wolfgang, avec *Mortoniceras texanum* et *Gaudryceras mite*.

2° Couches à *Actæonella conica* de la Traunwand.

3° Marnes et calcaires à Zoanthaires et Rudistes, avec *Hippurites Bœhmi*, *Oppeli*, *gosavicus*, *Biradiolites Mortoni*, *Actæonella conica* et Nérinées de Gosau.

Campanien. Schistes bitumineux avec petites couches de lignites, renfermant, à la Neue Alp, près Gosau, un mélange de Mollusques marins et d'eau douce : *Cerithium sociale*, *formosum*, *Trochactæon obliquestriatum*, *Melania granulocincta*, *Melanopsis lævis*, *dubia*, *Dejanira bicarinata*, *Hœrnesi*. Formation charbonneuse de la Neue Welt, avec grès à *Cyclas gregaria*, *Unio cretaceus*, *Melanopsis dubia* et restes de Reptiles.

Maestrichtien. 1° Grès à *Orbitoides* de la Neue Welt et de Neuberg, marnes à Inocérames et Échinides de Gosau.

2° Marnes à Inocérames et à Ammonites de la Neue Welt et de Neuberg, avec *Parapachydiscus neubergicus*, *colligatus*, *Brandti*, *Sturi*, *Scaphites constrictus*, *Baculites anceps*, *Belemnitella Höferi*; calcaires à *Hemipneustes Felixi* et *Clypeolampas gosaviensis* de la Katzhofalp, près Gosau.

On voit qu'il existe, dans les couches de Gosau de la nappe de Bavière, deux niveaux à Hippurites et trois niveaux à Céphalopodes et que, par conséquent, il est impossible de maintenir l'opinion des anciens auteurs, d'après laquelle l'ensemble aurait constitué une formation indivisible [328, 329].

1. Quelques modifications ont été apportées à ce schéma, de manière à tenir compte des observations de détail faites par Felix dans les environs de Gosau [330].

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Une mention spéciale doit être faite des marbres de l'Untersberg, près Salzbourg, qui reposent directement sur le Tithonique ou sur le Trias supérieur de la *nappe du Dachstein*. Ils sont exploités en grand et constituent une magnifique pierre de construction. Les fossiles y sont abondants, mais difficiles à dégager. Ce sont surtout des Zoanthaires, des Lamellibranches (*Neithea quadricostata*, *Lithophagus alpinus*, *Cytherea concentrica*) et des Gastéropodes (*Dejanira Goldfussi*, *Glauconia Kefersteini*, *Natica lyrata*, *Nerinea Buchi*, *nobilis*, *granulata*, *Voluta carinata*, *Actæonella gigantea*, *conica*). Les Brachiopodes sont représentés par *Terebratula Caroti Magni*, les Rudistes, par des *Sphærulites* et par *Hippurites cornuvaccinum* et *sulcatus* [7], les Ammonites par *Gauthiericeras Margæ*, espèce coniacienne. Comme, d'autre part, *Hippurites sulcatus* se trouve dans les Corbières à la base du Campanien, on doit admettre que les marbres de l'Untersberg représentent au moins l'ensemble du Coniacien et du Santonien et qu'ils constituent un équivalent hétéropique des couches de Glaneck, dont la base est coniacienne, et non un niveau plus ancien. On est donc en droit d'admettre que ces deux formations appartiennent à deux nappes différentes et qu'elles ont été mises en contact par un charriage.

Alpes centrales. — Les couches de Gosau existent également, en plusieurs points, dans les Alpes cristallines centrales et elles ne sont pas sans présenter de grandes ressemblances avec celles des Alpes calcaires septentrionales.

L'un des principaux lambeaux est celui de la vallée de la Kainach, à l'ouest de Graz. Il repose en discordance sur les couches paléozoïques dont il a été question dans de précédents chapitres. Il comprend surtout des conglomérats, des grès et des schistes, avec débris végétaux, ripple-marks, empreintes mécaniques, etc. Les grès et les schistes renferment *Hemiaster Regulusanus*, de nombreux Lamellibranches (*Inoceramus balticus*, *Cardium Ottoi*, *Lucina subnumismalis*) et des Céphalopodes, tels que *Parapachydiscus neubergicus*, *Placenticeras syrtale*, *Scaphites aquisgranensis*, *hippocrepis*, *Arnaudi*, *Baculites incurvatus*, *anceps*. La série s'étend donc du Santonien au Maestrichtien. Par places, on observe des lits avec Mollusques d'eau douce, ou des bancs à Rudistes, avec *Hippurites gosaviensis*, *giganteus*, *colliciatus*, *Radiolites angeoides* [331].

D'autres lambeaux reposent en Carinthie sur du Trias identique à celui de la nappe de Bavière. Celui de Guttaring [332] s'étend transgressivement sur les schistes cristallins et supporte des couches nummulitiques. Il est constitué par une série marneuse, qui présente, à la base, des bancs bréchoïdes ou calcaires, avec Zoanthaires, Rudistes (*Plagioptychus*, *Hippurites gosaviensis*, *sulcatus*, *Sphærulites angeoides*) et Gastéropodes (*Nerinea Buchi*, *Actæonella gigantea*). La partie supérieure a fourni *Inoceramus balticus* et *Parapachydiscus neubergicus*. A Windisch Graz, le Néocrétacé s'appuie directement sur les schistes cristallins. Plus au sud, près de Rötschach [333], on retrouve de nouveau des restes de l'ancien manteau triasique, qui supporte ici une formation charbonneuse, avec nombreux *Cyclolites* et Mollusques d'eau saumâtre (*Corbula angustata*, *Cardium Ottoi*, *Natica bulbiformis*, *Omphalia Renauxiana*), surmontée de calcaires à Rudistes (*Hippurites*, *Sphærulites*).

On connaît donc, depuis le bord méridional des Alpes calcaires septentrionales jusqu'à la zone du Gailthal, toute une série de témoins d'une couverture néocrétacée, qui reposent sur une surface de dénudation probablement postjurassique. Tous ces lambeaux accusent d'étroites affinités avec les couches de Gosau proprement dites. Il y a là une forte présomption

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

en faveur de l'existence, dans l'est des Alpes orientales, d'une carapace continue, appartenant à la nappe de Bavière, sous laquelle s'enfoncent plus à l'ouest les nappes des Tauern, conformément à la brillante conception de Termier [XXXVI, 52,], si bien vérifiée par les travaux de détail de V. Uhlig.

Alpes calcaires méridionales. — Si la théorie des nappes est conforme à la réalité, nous devons rencontrer, sur le versant méridional des Alpes, dans les pays de racines, des couches néocrétacées avec des faciès en tous points semblables à ceux des Alpes calcaires septentrionales. C'est en effet ce qui a lieu.

Nous avons insisté déjà sur les étroites ressemblances qui existent entre les dépôts jurassiques et éocrétacés des *Alpes calcaires de Lombardie* et les dépôts de même âge de la nappe de Bavière. Ces affinités se retrouvent pour les couches éocrétacées, qui forment, sur le bord méridional des Alpes calcaires de Lombardie, une bande presque continue, s'étendant depuis le lac Majeur jusque dans la province de Brescia, avec des caractères assez uniformes. Elles débutent par une puissante formation, constituée par des alternances de poudingues à gros éléments et de grès. C'est l'*étage de Sirone* [334], très fossilifère dans la Brianza et dans les Préalpes Bergamasques. On y trouve des Lamellibranches et surtout des Rudistes (*Hippurites Oppeli, sulcatus, Douvillei, Radiolites sironensis*), ainsi que des Gastéropodes (*Actæonella gigantea, Lamarcki, sanctæ crucis, Nerinea Marianii, Glauconia Renauxiana*). Cette formation supporte l'*étage de Brenno*, puissante série de calcaires marneux grisâtres ou jaunâtres, dont la faune est constituée presque exclusivement par des Lamellibranches (*Pycnodonta vesicularis, Ostrea acutirostris, Inoceramus balticus, Pholadomya granulosa*) et par des Céphalopodes (*Parapachydiscus colligatus, Negrii, galicianus, isculensis, Hauericeras pseudo-Gardeni, Hamites, Belemnitella mucronata*) [335].

L'étage de Sirone rappelle en tous points les couches de Gosau de la nappe de Bavière, tandis que l'étage de Brenno doit être homologué, aussi bien comme faciès que comme âge, aux couches de Neuberg, qui succèdent elles aussi au faciès à Rudistes.

Dans le prolongement vers le nord-est des Alpes calcaires de Lombardie, c'est-à-dire dans les montagnes situées entre la faille de Giudicaria et l'Adige, les conglomérats de Sirone disparaissent et il semble que le *biancone* passe insensiblement, à sa partie supérieure, à des marno-calcaires rouges, écailleux, la *scaglia*, qui représentent le Néocrétacé. Plus au nord cependant, ce terme est trangressif et déborde au delà du Tithonique, de manière à reposer sur le « Hauptdolomit » triasique.

Au delà de l'Adige, la Scaglia prend un grand développement dans le Vicentin, dans le Véronais et dans le Nord du Bellunais. Elle fait suite en concordance à des couches plus fossilifères, qui semblent représenter le Cénomanien (*Acanthoceras Mantelli*), le Turonien (*Inoceramus Brongniarti*) et le Sénonien inférieur (*Gauthiericeras Margæ, Placenticeras syrtale, Schloenbachia tridorsata*) [0,7]. Elle acquiert une grande puissance et renferme principalement des Échinides (*Typhlocidaris clavigera, Ananchytes ovatus, Stenonia tuberculata, Offaster pilula, Lampadaster sulcatus, Stegaster Dallagoi, Scagliaster italicus, Cardiaster subtrigonatus, Ovulaster Zignoanus, Micraster fastigatus*) [336] et des Inocérames. On y a trouvé aussi des restes de Poissons et de Reptiles.

Nous sommes ici incontestablement en présence d'une série bathyale continue, comprenant tout le Crétacé et déposée dans un géosynclinal. Aucune série analogue n'existe dans les Alpes calcaires septentrionales, où, il

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

est vrai, le Crétacé n'a laissé aucune trace dans les nappes immédiatement superposées à la nappe de Bavière.

Sur l'*anticlinal forojulien* nous rencontrons de nouveau un grand développement de formations néritiques, dont les affleurements encadrent la plaine vénitienne, depuis la vallée de la Piave jusqu'à celle de l'Isonzo. Les gisements les plus importants sont ceux de Santa Croce, au S.E. de Belluno [337], la Colle di Medea et le Col dei Schiosi, dans le Frioul [339], et les environs de Tarcento, dans l'est de cette province [342].

Il semble que l'on doive attribuer au TURONIEN INFÉRIEUR des calcaires blancs zoogènes, très fossilifères près de Santa Croce et au Col dei Schiosi. La faune comprend des Zoanthaires, des Lamellibranches (*Chondrodonta Joannæ*, *Terquemia*, *Lima*, *Lithodomus*), des Gastéropodes (*Nerinea*, *Tylostoma*, *Nerita*) et surtout des Rudistes : *Apricardia Pironai*, *Monopleura forojuliensis*, *Caprina schiosensis*, *Caprinula Di Stefanoi*, *Sphærucaprina striata*, *Caprotina hirudo*, *Radiolites macrodon*. Les Hippurites font défaut.

Des calcaires à Hippurites, qui font suite aux calcaires précédents, renferment *Hippurites gosaviensis*, *inferus*, *giganteus*, *Oppeli*, *Zurcheri*, *Gaudryi* et paraissent par conséquent comprendre le TURONIEN SUPÉRIEUR, le CONIACIEN, le SANTONIEN et le CAMPANIEN. On y a signalé aussi *Radiolites radiosus*, *Sauvagesia cornu pastoris*, *Plagioplychus Arnaudi*, *Actæonella sanctæ crucis*, *Volvulina lævis*, *Pseudomelania Paosi*, *Nerita Ombonii*. A la Colle di Medea, des calcaires compacts à Radiolitidés, sans Hippurites, ont fourni *Agria fasciculatis*, *Radiolites squamosus*, *Guiscardii*, *Sauvagesia Meneghinii*, *Biradiolites Stoppanii*, espèces qui se retrouvent, d'après Toucas [9], dans le Santonien du Beausset.

Toutes ces formations coralligènes sont recouvertes par des calcaires blancs, compacts, avec débris végétaux, Lamellibranches (*Inoceramus balticus*, *Astarte*, *Venus*, *Pholadomya*) et Gastéropodes (*Cerithium Margaritæ*, *Ceratosiphon Caroli Fabricii*) [341], déposés sans doute dans des eaux moins agitées que les calcaires à Rudistes et analogues à la Scaglia. Au-dessous on observe quelquefois un conglomérat nummulitique, formé au détriment de couches maestrichtiennes à *Orbitoides medius* et *Pironæa polystylus*.

Les calcaires à Hippurites du Frioul ne sont pas sans ressemblances avec les marbres de l'Untersberg de la nappe du Dachstein. Or on se souvient que nous avions déjà constaté les mêmes analogies entre les terrains plus anciens de cette nappe et ceux du géanticlinal forojulien. C'est donc sur le bord de la plaine vénitienne qu'il convient de rechercher les racines de la nappe la plus élevée des Alpes calcaires septentrionales.

EUROPE ORIENTALE. — Comme nous l'avons fait pour le groupe Mésocrétacé, nous allons, avant de suivre vers l'est le prolongement des dépôts néocrétacés des Alpes orientales, décrire sommairement le Sénonien de l'avant-pays des Karpates.

Pologne, Russie centrale et méridionate. — La Craie blanche couvre de vastes surfaces dans l'Europe orientale et elle s'y présente avec des caractères identiques à ceux qu'elle affecte dans le bassin Anglo-Parisien et dans l'Allemagne du Nord. On la rencontre en Pologne, en Podolie, dans la région du Donetz et, plus au nord, dans les gouvernements de Mohilev, de Koursk, de Voronèje, de Tambov, de Saratov, de Penza, de Simbirsk. Aux environs de Moscou, les termes supérieurs du Crétacé ont été enlevés par dénudation et il est impossible de dire jusqu'où exactement s'étendait vers le nord la mer sénonienne [13].

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

La présence des étages inférieurs du Néocrétacé résulte de quelques découvertes paléontologiques disséminées (*Marsupites ornatus*, *Actinocamax quadratus*), mais la plupart des fossiles proviennent du Maestrichtien. Ce sont surtout des Foraminifères, des Spongiaires, des Échinides (*Ananchytes ovatus*, *Micraster Leskei*), des Brachiopodes (*Crania ignabergensis*, *Terebratula carnea*, *Magas pumilus*), des Lamellibranches (*Pycnodonta vesicularis*, *Lima semisulcata*, *Inoceramus balticus*), des Céphalopodes (*Parapachydiscus neubergicus*, *Scaphites constrictus*, *trinodosus*, *Baculites Faujasi*, *Belemnitella mucronata*, *Hœferi*).

L'épaisseur des dépôts est souvent considérable et leur caractère bathyal indique l'existence d'une profonde dépression qui prolonge celle de l'Allemagne du Nord. Le Cénomanien, le Turonien et le Sénonien s'y sont déposés en parfaite concordance. Il n'en sera plus de même dans une zone plus méridionale, celle des Karpates, dont nous pouvons aborder immédiatement l'étude, car, à l'exception du Coniacien, le Sénonien n'est pas représenté dans le massif de Bohême. Ses termes supérieurs n'existent qu'en Silésie, sur le versant septentrional du Riesengebirge, où l'on retrouve les couches à *Belemnitella mucronata*, recouvertes d'argiles lignitifères, avec empreintes végétales et Mollusques saumâtres (*Cyrena cretacea*, *Omphalia*, etc.). Ajoutons encore que, dans le Sud de la Moravie, au voisinage des îlots tithoniques de Niederfellabrunn, on ramasse fréquemment des exemplaires isolés de *Belemnitella mucronata*, qui indiquent la présence du Maestrichtien immédiatement en avant du bord des Karpates.

Zones externes des Karpates. — Les relations des couches sénoniennes avec les couches cénomaniennes, dans les zones beskide et subbeskide, sont encore mal connues. Il semble qu'il existe, dans les deux zones, une grande lacune entre les deux séries. Dans la zone subbeskide, les *marnes de Friedek* à *Baculites Hochstetteri* et les *grès de Baschka* à *Ptychodus latissimus* appartiennent très probablement, d'après Uhlig et Liebus [343], au Maestrichtien. Il en est de même des *conglomérats et grès d'Istebna* à *Parapachydiscus neubergicus*.

Dans les vallées de la Prahova et de la Dimbovitza, sur le versant méridional des Karpates roumaines, V. Popovici-Hatzeg (233] signale, par contre, une transgressivité très nette des marnes rouges à bancs gréseux d'âge maestrichtien, avec *Belemnitella Hœferi*, sur le Tithonique, le Néocomien et le Cénomanien.

Des marnes beaucoup plus fossilifères existent à Urmös, dans l'Est de la Transylvanie. A défaut de leurs relations stratigraphiques, leur faune est bien connue, grâce à un mémoire de Simionscu [344]. *Cardiaster pseudo-italicus*, *Stenonia tuberculata*, *Gaudryceras mite*, *glaneggense*, *Puzosia Gaudama*, *Pachydiscus Linderi*, *Scaphites Meslei*, *Bostrychoceras polyplocum* sont des espèces exclusivement sénoniennes, mais elles sont accompagnées d'Inocérames, dont plusieurs ont été assimilés à des espèces turoniennes.

Dans la *zone des Klippen méridionales*, le Sénonien est représenté par les *couches de Puchow*, marnes rouges et grises, alternant avec des grès et caractérisées par le présence d'*Ananchytes ovatus* et d'Inocérames.

Zones internes des Karpates. — Des marnes analogues à celles d'Urmös et de Puchow existent dans la Haute-Tatra, où elles font suite aux marnes cénomaniennes et renferment *Parapachydiscus neubergicus* [XXXVI, 53].

Plus au sud, dans la forêt de Bakony, le faciès des dépôts néocrétacés est totalement différent et rappelle tout à fait celui des couches de Gosau. Les affleurements sont localisés aux environs d'Ajka. On y distingue les trois termes suivants :

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

1° calcaires à Radiolites, Nérinées, *Globiconcha baconia;*
2° marnes avec bancs de lignites exploités et faune d'eau douce [345] : *Corbicula ajkaensis, Cyrena baconica, Strophostoma cretaceum, Ajkaia, Megalomastoma, Ancylus, Arcula, Bulimus, Helix, Pachystoma, Staliva, Hydrobia, Paludina, Dejanira, Melanopsis, Hemisinus, Goniobasis, Melania, Pyrgulifera;*
3° couches saumâtres à *Cerithium balatonicum, supracretaceum,* etc.;
4° marnes et calcaires avec *Cyclolites, Epiaster, Pycnodonta vesicularis, Pecten occultestriatus, Lima marticensis, Trigonia limbata,* Hippurites, *Panopæa frequens.*

En l'absence de déterminations précises des Rudistes, on doit se contenter d'attribuer l'ensemble de la série d'Ajka au Sénonien. Toutefois, il est probable que le Maestrichtien et le Danien n'y sont pas représentés.

Ce sont, par contre, ces deux étages qui sont bien développés dans le Sud-Ouest de la Transylvanie [235], à l'exclusion des termes inférieurs du Néocrétacé.

Le Maestrichtien est discordant sur le Cénomanien et s'étend en transgressivité jusque sur les schistes cristallins. Il est constitué par des alternances de grès et d'argiles rouges. Sa partie inférieure renferme un mélange d'espèces marines (*Cardium Duclouxi, Anomia Coquandi,* Inocérames), et d'espèces d'eau douce (*Pyrgulifera Bœckhi, Melanopsis galloprovincialis*). Ces dernières deviennent tout à fait prépondérantes dans les couches supérieures. Les couches inférieures ont fourni en outre *Parapachydiscus neubergicus* et *colligatus,* qui ne laissent aucun doute sur leur âge maestrichtien, confirmé par la présence de *Melanopsis galloprovincialis.*

Le Danien est représenté exclusivement par des couches d'eau douce. Ce sont des grès, des sables et des argiles rouges, qui offrent de grandes analogies avec le Garumnien du Midi de la France. Leur épaisseur atteint jusqu'à 2 000 m. On n'y a guère trouvé que des Mollusques spécifiquement indéterminables et des ossements de Reptiles (Chéloniens, Ptérosauriens, Dinosauriens : *Titanosaurus, Mochlodon, Telmatosaurus.*

Enfin, il y a lieu de mentionner encore les beaux gisements des environs de Pétervárad, découverts par A. Koch dans la Fruska Gora, entre le Danube et la Save. Leur faune a fait l'objet d'un important mémoire posthume de J. Pethö [346].

Les dépôts néocrétacés ne sont séparés des terrains cristallophylliens que par une faible épaisseur de grès triasiques. Les couches inférieures sont constituées par des conglomérats et par des grès, avec puissantes intercalations de serpentine; elles ne renferment que des Mollusques indéterminables et *Pycnodonta vesicularis.* Les grès serpentineux qui leur font suite ont fourni *Crania ignabergensis, Terebratula carnea, semiglobosa, Alectryonia ungulata, Spondylus spinosus, Inoceramus balticus, Septifer variabilis, Sphærulites solutus, Parapachydiscus čerevičianus.*

Après un calcaire à *Orbitoides* viennent ensuite des marnes noires micacées, extrêmement riches en Lamellibranches et en Gastéropodes d'une fort belle conservation. La série se termine par des calcaires à *Pironæa polystylus* et *Petricola hippuritarum,* par des marnes et par un nouveau conglomérat à éléments serpentineux.

L'ensemble de ces couches est incontestablement maestrichtien.

Chaîne des Balkans. — Des faciès analogues aux couches de Gosau ont été signalés par Zlatarski et Toula [162] dans le Balkan occidental, où diverses localités ont fourni *Cardium mösianum, Astarte similis, Neithea quadricostata, Tapes fragilis, Hippurites bulgaricus, Omphalia Kefersteini, Fusus mösiacus.*

Le Sénonien est représenté, dans le Balkan central, par des grès schisteux ou par des marnes grises ou rouges, qui ont fourni à Toula [163] des Échinides (*Cyphosoma, Ananchytes, Offaster, Cardiaster* pl. sp.) et des Inocérames.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Dans le Balkan oriental, les fossiles recueillis par Zlatarski [164] indiquent la présence du Maestrichtien. Les couches inférieures renferment *Cardiaster balcanicus*, *Stenonia tuberculata*, *Inoceramus balticus*, *Ptychodus latissimus*. C'est la faune et le faciès de la Scaglia. Les couches supérieures sont caractérisées par la présence d'*Orbitoides gensacicus*, *Rosalina marginata*, *canaliculata*, *Globigerina cretacea*.

Plateau bulgare et Dobrogea. — Le Sénonien affleure sur de grandes étendues dans tout le plateau Bulgare, où il se présente en couches horizontales, reposant souvent directement sur le Barrémien.

Les termes inférieurs sont constitués par des grès et des calcaires gréseux, dans lesquels Zlatarski [347] a recueilli une faune riche en espèces et composée surtout d'Échinides (*Cidaris subvesiculosa*, *Cyphosoma magnificum*, *Nucleolites oblongus*, *Hemiaster Regulusanus*), de Bryozoaires, de Brachiopodes (*Crania ignabergensis*, *Rhynchonella difformis*, *Terebratula carnea*), de Lammellibranches (*Neithea quadricostata*, *Lima decussata*, *Pycnodonta vesicularis*, *Alectryonia Matheroniana*, *Arca ligeriensis*, *Crassatella regularis*), de Gastéropodes. Les Ammonoïdés sont représentés par *Peroniceras subtricarinatum*, *Mortoniceras texanum*, *Baculites incurvatus*.

La partie supérieure de la série est constituée par des calcaires blancs, poreux, mais assez durs, avec bancs de silex et rognons de pyrite; la ressemblance avec la Craie blanche maestrichtienne du bassin anglo-parisien est complétée par la faune, qui comprend notamment *Echinoconus conicus*, *Ananchytes ovatus*, *Hemipneustes striato-radiatus*, *Crania antiqua*, *Terebratula carnea*, *Pycnodonta vesicularis*, *Inoceramus balticus*, *Baculites Faujasi*, *Belemnitella mucronata*.

Dans la Dobrogea, on ne connaît pas les termes inférieurs du Sénonien. Des argiles jaunes à Baculites indéterminables supportent des couches de craie blanche à silex blonds, avec *Pycnodonta vesicularis* et *Belemnitella mucronata*. A Murfatlar, des couches crayeuses à silex noirs renferment, d'après Anastasiu [XXXVI, 101], *Offaster pilula*, *Rhynchonella limbata* et correspondraient à la craie à *Actinocamax quadratus*.

L'horizontalité des couches sénoniennes du plateau Bulgare et de la Dobrogea permet de comparer cette région à la plate-forme de Podolie, qui occupe la même position par rapport aux Karpates que le plateau Bulgare par rapport aux Balkans. Toutefois, dans la plate-forme de Podolie, le substratum du Crétacé est constitué par des couches jurassiques et paléozoïques horizontales, tandis que, dans la Dobrogea, les terrains paléozoïques sont plissés et font partie d'une ancienne chaîne « hercynienne », dont les plis, dirigés N.W.-S.E., paraissent s'enfoncer sous les Karpates. Il y aurait là plutôt une analogie avec les plissements des Sudètes, dont la terminaison pénètre sous les Karpates en Moravie, où la série crétacée transgressive commence précisément aussi par le Turonien, comme dans la Dobrogea.

Crimée. — Le Sénonien est fort bien développé sur le versant nord-ouest et nord de la chaîne littorale de la Crimée méridionale. Il forme, depuis la baie de Sébastopol, à l'ouest, jusqu'au mont Aguermych, près Stary Krym, à l'est, une côte continue, dont la falaise abrupte est tournée au sud, tandis que le côté nord est doucement incliné vers les plaines de la Crimée septentrionale.

Le Sénonien semble reposer directement sur l'Albien ou sur l'Éocrétacé. Il est possible même que le Coniacien et le Santonien fassent défaut. Une craie blanche, qui prend un grand développement dans la région, comprend

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

sans doute à la fois le Campanien et la base du Maestrichtien. On y a signalé *Ananchytes ovatus*, des *Micraster*, *Crania ignabergensis*, des Huîtres nombreuses et *Belemnitella mucronata*. Un niveau plus élevé de calcaire jaunâtre renferme *Bourgueticrinus ellipticus*, des Bryozaires, des Échinides et *Cerithium maximum*, de la craie de Ciply [348, 349].

L'absence de plissements dans les dépôts crétacés de Crimée a conduit Suess [0,23, III 2] à réunir la chaîne méridionale de la péninsule Taurique à la Dobrogea sous le nom de *chaîne cimmérique*, malgré ses grandes analogies stratigraphiques avec le Caucase et malgré les profondes différences de faciès que l'on peut constater entre les terrains triasiques, jurassiques et éocrétacés de la Crimée et ceux de la Dobrogea. On a vu par plusieurs exemples que le faciès de la Craie blanche envahit, au Maestrichtien, aussi bien le Vorland des Karpates et des Balkans que le bord externe de ces chaînes elles-mêmes.

Caucase. — Le Sénonien prend un grand développement sur les deux versants du Caucase. Il est généralement à l'état de craie blanche. Dans le Daghestan, il atteint, d'après Sjögren, un millier de mètres d'épaisseur. Ses analogies paléontologiques avec la Craie blanche de l'Allemagne du Nord et du bassin anglo-parisien sont manifestes, mais la distribution verticale des espèces n'est pas encore connue d'une manière satisfaisante. On cite cependant *Micraster cor anguinum* dans les couches inférieures. C'est la faune maestrichtienne qui est le mieux caractérisée, ses espèces les plus fréquentes sont les suivantes : *Ananchytes ovatus*, *Stegaster caucasicus*, *Micraster breviporus*, *Terebratula carnea*, *Pycnodonta vesicularis*, *Inoceramus balticus*, *Belemnitella mucronata*.

Sur le versant méridional de la chaîne, le Maestrichtien est quelquefois transgressif et repose en discordance sur le Néocomien et sur le Jurassique. Sur le dôme du Dziroula, il est même en contact direct avec le granite.

Le DANIEN paraît exister sur les deux versants, comme l'indique la présence de *Coraster Vilanovæ*, *Seunesi*, *Hercoglossa danica* [57, 64].

Serbie. — En Serbie, c'est-à-dire dans la zone ancienne qui sépare les Balkans des Alpes Dinariques, le Sénonien est représenté exclusivement par des couches néritiques, analogues aux couches de Gosau. Ce sont des calcaires compacts ou marneux, des marnes, des argiles lignitifères, qui renferment des Zoanthaires, des Lamellibranches et surtout des Gastéropodes (*Turritella, Omphalia, Nerinea, Cerithium, Actæonella*). A Toupiniza, des calcaires à Rudistes ont fourni *Hippurites variabilis, colliciatus, Archiaci, Pironæa corrugata, polystylus, Præradiolites subtoucasi, Radiolites styriacus, albonensis, Gastaldii*, etc. [9]. Leur âge est campanien, ils sont surmontés de grès et de marnes, qui renferment en abondance *Pycnodonta vesicularis* et *Belemnitella mucronata*.

Alpes Dinariques. — Contrairement à ce qui a eu lieu dans les zones isopiques voisines, les Alpes Dinariques sont caractérisées par la présence exclusive des calcaires à Rudistes, depuis le Turonien jusqu'au Maestrichtien. Le faciès des marnes ou des calcaires crayeux à Échinides, Inocérames et Bélemnitelles, qui, au Maestrichtien, envahit presque toutes les régions de l'Europe orientale, est ici entièrement inconnu. Malheureusement l'étude stratigraphique de détail de la Carniole, de la Croatie, de la Dalmatie et de la Bosnie n'est pas encore assez avancée pour qu'il soit possible de préciser la succession des niveaux paléontologiques dans la masse puissante des calcaires à Rudistes des Alpes Dinariques. Elle rencontre d'ailleurs, dans la rareté des fossiles et dans leur mauvais état de conserva-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

tion, des difficultés presque insurmontables. On peut cependant distinguer un niveau inférieur, dépourvu d'Hippurites et caractérisé par la présence assez constante, depuis Goritz jusque dans l'Herzégovine, de *Chondrodonta Joannæ*, Lamellibranche de position systématique encore très discutée, qui se trouve dans les calcaires du Col dei Schiosi et dans le Turonien du Portugal. Ces couches, qui font suite immédiatement aux dolomies cénomaniennes, renferment, en outre, des Radiolitidés indéterminés et des Gastéropodes. Elles représentent certainement le Turonien inférieur. Les calcaires à Hippurites correspondent sans doute au Turonien et à tout le Sénonien, y compris le Danien. Les déterminations des Hippurites et des Radiolitidés que l'on y a recueillis sont sujettes à caution. Les couches les plus élevées renferment en abondance un gros Foraminifère, *Bradya tergestina*.

Les mêmes calcaires se poursuivent au Montenegro, en Albanie et en Épire.

Grèce. — Dans l'Est de la Grèce, on connaît depuis longtemps des calcaires à Rudistes. Albert Gaudry et Bittner ont signalé des Hippurites dans de nombreuses localités de l'Attique et de la Béotie. Les localités de Caprena et d'Antinitza, en Thessalie, ont fourni notamment *Hippurites Maestri, Gaudryi, Chaperi,* espèces que H. Douvillé [7] attribue au Santonien.

Deprat [62] a retrouvé *Hippurites Gaudryi* dans des marbres blancs d'Eubée. Dans cette même île, ce géologue a découvert, à Apokrymno, dans les monts de Kondodespoti, le Maestrichtien sous la forme de calcaires marneux, renfermant *Tholaster Munieri* et des *Stegaster* spécifiquement indéterminables, associés à des Brachiopodes, à des Lamellibranches (*Neithea quadricostata*) et à des Gastéropodes.

Pourtour de la Méditerranée Occidentale. — Comme nous l'avons fait précédemment, nous allons maintenant suivre les dépôts qui nous occupent dans la branche sud-ouest des Dinarides. Nous étudierons en même temps le groupe Néocrétacé dans les régions d'ancienne consolidation situées en avant de ces chaînes.

Apennin et Sicile. — Dans la *zone néritique occidentale* de l'Apennin, le Sénonien est représenté par des grès à *Inoceramus balticus* et Fucoïdes, qui rappellent les grès de Vienne et des Karpates.

Dans la *zone bathyale centrale*, qui s'étend sur l'Ombrie, les Marches et les monts Sabins, le Sénonien est, par contre, à l'état de Scaglia rose à silex, renfermant les mêmes espèces que la Scaglia de Vénétie et notamment *Stenonia tuberculata, Cardiaster subtrigonatus, Stegaster Bouillei.* Au-dessus se trouvent une Scaglia gris-cendré, avec Fucoïdes, Spongiaires, *Pycnodonta vesicularis, Acesta difficilis, Inoceramus umbrius,* et une Scaglia grise, avec bancs calcaires, caractérisée par *Cystocystites Orsinii* et passant insensiblement au Nummulitique [0, 7].

Dans l'Apennin transtévérin, on voit apparaître, dans une série vaseuse analogue, des couches oolithiques et des bancs de calcaire à Hippurites [XXXVII, 169]. Les calcaires blancs de Subiaco, dans la province de Rome, renferment, d'après Parona [350], des *Biradiolites* et un genre nouveau de Caprinidés, *Sabinia.*

Dans la *zone néritique orientale*, qui comprend, comme au Crétacé moyen, outre les monts Sibillins et les Abruzzes, toute l'Italie méridionale, les calcaires à Hippurites deviennent prédominants. H. Douvillé [7] signale au Monte Gargano *Hippurites cornucopiæ*, qui est une espèce maestrichtienne. Dans la

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Pouille, Parona [351] mentionne les espèces suivantes, qui indiquent également la présence des niveaux supérieurs à Hippurites : *Hippurites cornucopiæ, Lapeirousei, colliciatus, radiosus, Sphærulites cylindraceus, Jouanneti, Sauvagesia Morloni, Bournonia Bournoni, Biradiolites apulus.* Les affinités avec le Maestrichtien du bassin de l'Aquitaine sont manifestes.

Le même niveau, caractérisé par *Hippurites cornucopiæ* et *Orbitoides gensacicus*, a été rencontré à Porto Palo, près du cap Passaro, à la pointe méridionale de la Sicile.

Tunisie et Algérie. — Comme aux époques précédentes, on peut mettre en opposition, dans l'Afrique du Nord, une région septentrionale bathyale, le Tell, et une région méridionale néritique, les Hauts Plateaux. Nous allons étudier successivement ces deux types du Sénonien de l'Atlas, réservant pour plus tard l'examen du groupe Néocrétacé dans les plateaux horizontaux de la région saharienne.

Alors qu'au Turonien le faciès néritique avait partiellement envahi le Nord de la Tunisie, au Sénonien les formations bathyales s'étendent vers le sud environ jusqu'à la latitude de Kairouan et la profondeur des eaux a partout considérablement augmenté.

Dans la *région de Tunis* et dans la Kroumirie, la partie supérieure des terrains crétacés est représentée par des calcaires blancs, quelquefois rosés, alternant avec des marnes jaunes ou grises. On y a recueilli, outre *Inoceramus balticus*, les Échinides suivants : *Homœaster tunetanus, Stenonia tuberculata, Lambertiaster Auberti, Douvillei, Cardiaster subtrigonatus, Ovulaster Zignoanus, Auberti* [38 *bis*]. Plusieurs de ces espèces sont parmi les plus caractéristiques de la Scaglia, de la Vénétie et de l'Apennin central et on est en droit d'admettre que le géosynclinal dans lequel s'est déposée cette formation a sa continuation directe dans le Nord de la Tunisie. On remarquera aussi que, dans les environs de Tunis, comme dans l'Apennin central, la seule faune sénonienne connue est d'âge maestrichtien, ce qui n'exclut pas la représentation des autres étages du groupe sous la forme de couches non fossilifères.

Dans le *Centre de la Tunisie*, le Sénonien est représenté par une masse énorme de marnes bleu cendré, riches en pyrite, avec intercalations de bancs calcaires dans la partie supérieure [38].

Le Coniacien est très peu fossilifère et ne renferme guère que *Plesiaster Peini*, qui s'élève d'ailleurs jusque dans les étages supérieurs.

Le Santonien renferme, au djebel Selbia, à Sidi Abd el Kerim et au Pont du Fahs, une riche faune d'Ammonites à l'état de moules ferrugineux : *Phylloceras Forbesianum, Gaudryceras Kayei, striatum, Tetragonites epigonus, Cala, Puzosia diphylloides, Gaudama, leonis, Hauericeras Gardeni, Rembda, Parapachydiscus selbiensis, Scaphites Meslei, Bostrychoceras punicum.* La plupart de ces espèces se retrouveront au même niveau en Inde ou au Japon. Les *Phylloceras* et les *Lytocratidæ* sont abondants, mais ce sont les *Parapachydiscus* qui prédominent comme nombre d'individus.

Le Campanien n'est pas bien individualisé.

Le Maestrichtien renferme surtout des Échinides (*Entomaster Rousseli, Guettaria Angladei*), des Inocérames du groupe de *balticus* et quelques Céphalopodes : *Parapachydiscus colligatus, Bostrychoceras polyplocum, Anisoceras.*

Au-dessus viennent des couches qui représentent le Danien et qui passent insensiblement, à leur partie supérieure, au Nummulitique. Nous les décrirons dans le chapitre suivant.

Dans le *Nord de la province de Constantine*, on retrouve des faciès analogues à la Scaglia. Aux environs de Souk-Ahras, des calcaires blancs en dalles

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

renferment, d'après J. Blayac [352], *Stegaster Bouillei*, *Entomaster Rousseli*, *Inoceramus balticus* et représentent le Campanien.

Près de Guelma ces couches sont surmontées par des calcaires bleuâtres et des marnes grises, qui représentent le Maestrichtien. J. Blayac y a découvert, dès 1902, les espèces les plus caractéristiques de cet étage dans le Nord de la Tunisie : *Homœaster tunetanus*, *Lambertiaster Auberti*, *Ovulaster Heberti*, *Cardiaster subtrigonatus*. Aux environs de Constantine, on rencontre en outre, d'après Pervinquière, *Stenonia tuberculata*, *Gaudryceras Kayei*, *Scaphites Cunliffei*, *Baculites vertebralis*, *Bochianites superstes*. Plus au sud, Blayac a observé, au-dessus du Cénomanien néritique et du Turonien sans fossiles, des couches à *Micraster Peini*, *Radiolites angeoides*, *Mortoniceras texanum*, puis des calcaires blancs en dalles, avec *Ananchytes*, *Stegaster*, *Inoceramus balticus*, *regularis*.

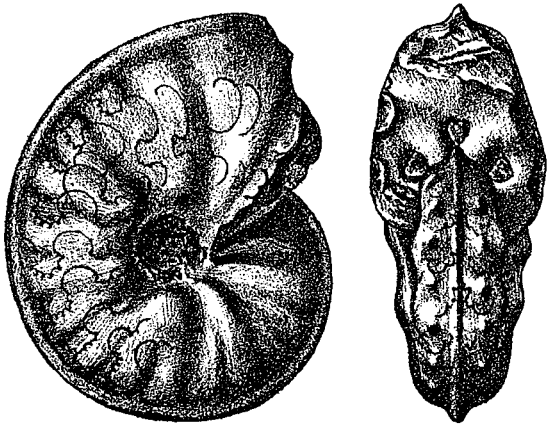


Fig. 398. — *Tissotia Fourneli* (d'après A. Peron). 2/3 gr. nat. Coniacien. Medjez-el-Foukani, prov. de Constantine.

Dans toute la *Kabylie*, le Sénonien est constitué par des marnes gris bleuâtre ou noires, avec intercalations calcaires, extrêmement pauvres en fossiles (*Micraster Peini*, *Pycnodonta vesicularis*, *Inoceramus*) [43]. Aux environs d'Aumale on voit déjà apparaître, au milieu de marnes à *Micraster Peini* et *Hemiaster Thomasi*, des bancs remplis d'Huîtres et de Plicatules, indices de l'approche du faciès néritique [40].

Le Sénonien a été signalé par L. Gentil [XXXVII, 59 *bis*], dans le Nord de la province d'Oran, sous la forme d'argiles schisteuses noirâtres, avec rognons de calcaires marneux jaunâtres, mais jusqu'ici on n'a pas trouvé de fossiles dans cette formation, qui fait suite immédiatement au Cénomanien.

Le groupe Néocrétacé affecte, dans le *Sud de la Tunisie* [38 *bis*], des faciès analogues à ceux que présentent le Cénomanien et le Turonien de la même région. Contrairement à ce qui a lieu dans le Nord, on peut y distinguer aisément les divers étages du Sénonien, à l'exclusion toutefois du Danien.

Le Coniacien est constitué par une grande épaisseur de marnes riches en Échinides (*Holectypus turonensis*, *Echinobrissus djelfensis*, *Pseudoholaster Meslei*, *Hemiaster Fourneli*, *Periaster Charmesi*, *Durandi*), en Lamellibranches (*Ostrea Boucheroni*, *dichotoma*, *Exogyra Langloisi*, *Plicatula Ferryi*, *Arca Maresi*, *Cardium Pauli*) et en Céphalopodes. Ces derniers appartiennent, les uns, à des espèces d'une grande extension géographique, comme *Mortoniceras Emscheris*, *Bourgeoisianum*, *Peronicceras subtricarinatum*, *Gauthiericeras Margæ*, *Barroisiceras Haberfellneri*, qui possèdent des cloisons normales; les autres, à des formes localisées dans les régions méditerranéennes, où elles se trouvent exclusivement dans les formations néritiques, comme *Hemitissotia Morreni*, *Tissotia Tissoti*, *Fourneli* (fig. 398), *Grossouvrei*, *Heterotissotia neoceratites*, qui ont des cloisons à selles entières ou très peu découpées, semblables à celles des *Ceratites* triasiques, avec lesquels on les confondait autrefois.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le SANTONIEN est également représenté par des marnes. On y trouve notamment *Micraster Heinzi*, *Peini*, *Rhynchonella plicatilis*, *Inoceramus balticus*, *Pycnodonta vesicularis*, *Nautilus sublævigatus*, *Placenticeras syrtale*, *Mortoniceras texanum*, *serrato-marginatum*. Les *Phylloceras* et les *Lytoceratidæ*, si abondants dans le Santonien bathyal du Nord, font ici totalement défaut.

Le CAMPANIEN est moins bien caractérisé, Pervinquière a cependant rencontré *Mortoniceras delawarense* dans des calcaires où est creusée la gorge de l'oued Sbeitla. Il signale en outre, dans les mêmes couches, *Micraster Cotteaui*, *Inoceramus balticus* et *Parapachydiscus colligatus*.

Le MAESTRICHTIEN diffère beaucoup moins de celui du Nord que les étages précédents. Il est à l'état de calcaires à silex blonds, renfermant *Entomaster Rousseli*, *Guettaria Angladei*, *Terebratula carnea*, *Inoceramus balticus*, *Bostrychoceras polyplocum*, *Hamites Wernickei*.

Le DANIEN manque dans le Sud de la Tunisie, mais, dans le Centre, il est constitué, d'après Pervinquière, par des marnes à lits gréseux, caractérisés par *Pentacrinus Peroni*, *Balanocrinus africanus*, *Adelopneustes Lamberti*, *Serpula umbonata*, *Terebratulina chrysalis*. Les Lamellibranches et les Gastéropodes sont assez abondants; par contre, les Céphalopodes font entièrement défaut.

Dans la *région des Chotts*, les Ammonites sont beaucoup plus rares que dans les chaînes situées au nord de Gafsa, de sorte que la division du Sénonien en étages devient assez malaisée [38 *bis*].

Dans la partie inférieure, on rencontre surtout des Hydrozoaires (*Porosphæra globosa*), des Échinides (*Holectypus serialis*, *Hemiaster Fourneli*), des Bryozoaires (*Cerio-pora*, *Membranipora*, *Flustrina*, *Reptoflustrina*), de nombreux Lamellibranches (*Ostrea Boucheroni*, *dichotoma*, *Langloisi*, *proboscidea*, *Mytilus Charmesi*, *Arca Maresi*, *Coquandia Coynei*, *Cyprina Barroisi*) et des Gastéropodes (*Turritella disjuncta*, *Ampullina bulbiformis*, *Pterocera Cotteaui*, *Voluta Tissoti*) et quelquefois *Tissotia Peroni*.

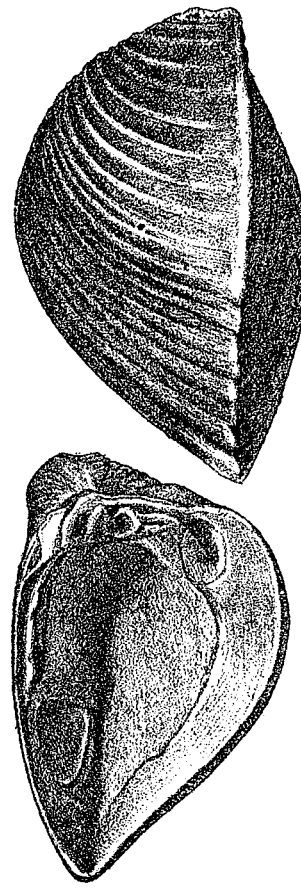


Fig. 399. — *Roudaireia auressensis* (d'après MUNIER-CHALMAS). Gr. nat.

Maestrichtien. Ras Knafès, région des Chotts, Tunisie méridionale.

Les niveaux supérieurs ont fourni *Orbitoides Tissoti*, *Salenia nutrix*, *Pyrina Bleicheri*, *Parapygus cassiduloides*, *Bothryolampas tunetana*, *Hemipneustes Delettrei*, *Opisopneustes Cossoni*, *Hemiaster Auberti*, *Linthia Payeni*, *Terebratula Brossardi* et surtout des Lamellibranches très spéciaux, décrits par Munier-Chalmas, tels que *Roudaireia auressensis* (fig. 399), *Crassatella numidica*, *Meretrix Tissoti*, *Cardita Baronneti*, associés à de nombreuses Huîtres (*Ostrea Villei*, *decussata*, *Matheroni*, etc.), et à des Gastéropodes.

Le Sénonien néritique s'étend, dans la province de Constantine, depuis le massif du Bou-Thaleb [42], au nord, jusqu'à l'Aurès [40], au sud. On y retrouve les mêmes faciès qu'en Tunisie, mais la répartition verticale des espèces n'y a pas fait l'objet de recherches aussi précises.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Dans la région de Tiaret et de Frenda [XXXVII, 307], le Sénonien, qui est quelquefois transgressif, renferme des intercalations de conglomérats, de marnes gypsifères, de calcaires dolomitiques. Ici aussi, les faunes sont riches en Échinides, en Lamellibranches et en Gastéropodes. Les Céphalopodes font à peu près défaut.

Maroc. — Le Sénonien est encore fort mal connu au Maroc.

Au sud de Tanger, *Hemiaster Fourneli* et *Ostrea Nicaisei* ont été cités des mêmes localités que les fossiles cénomaniens dont il a été question plus haut.

Dans la Chaouia, L. Gentil a rencontré à Settat, au-dessus des calcaires turoniens, des couches plus marneuses, renfermant *Ostrea proboscidea*, *plicifera*, *Mytilus ornatus*, *Natica bulbiformis*, qu'il attribue au Sénonien inférieur.

Le Santonien semble exister sur le versant nord du Haut-Atlas occidental, car Brives a trouvé, près de Mogador, *Mortoniceras texanum*, dans des marnes et des calcaires à nodules siliceux [44]. Le Maestrichtien est représenté, dans la même région, par des calcaires à fossiles silicifiés, qui ont fourni à Gentil des Lamellibranches, des Gastéropodes et des Baculites.

Espagne méridionale. — La présence des étages inférieurs du Néocrétacé dans le Sud de l'Espagne est tout aussi problématique que celle du Turonien. Par contre, celle du Maestrichtien et du Danien est basée sur des données paléontologiques certaines, mais aucune discordance n'a été signalée entre ces deux étages et le Cénomanien.

Dans la province de Grenade, on ne cite guère qu'*Ananchytes ovatus* aux environs de Montefrio. Dans celle de Jaen se trouve le gisement de Mancha Real, où de Verneuil et Colomb ont trouvé, dès 1869, *Cardiaster italicus* et *Stenonia tuberculata*, fossiles caractéristiques de la Scaglia, qui se rencontrent, ici aussi, dans des calcaires blancs crayeux. Nicklès y a recueilli en outre *Ananchytes tenuituberculatus*, très commun dans la province d'Alicante. Ici, et en particulier dans la région d'Alcoy, on observe la succession suivante [46] :

1° Calcaires blancs à *Micraster aturicus;*
2° Calcaires blancs à *Inoceramus regularis*, *Phylloceras velledæforme*, *Parapachydiscus gollevillensis;*
3° Calcaires blancs, quelquefois crayeux ou pyriteux, avec *Cardiaster*, *Ananchytes semiglobus*, *tenuituberculatus*, *Inoceramus regularis*, *Parapachydiscus neubergicus*, *Sturi*, *dülmensis*, *Haucericeras pseudo-Gardeni*, *Hamites recticostatus;*
4° Calcaires blancs friables à *Isopneustes Heberti*, *Hemiaster nasutulus;*
5° Calcaires jaunes à *Orbitoides medius*, *Ostreo ungulata*, *Neithea striacostata;*
6° Calcaires compacts à *Hemipneustes africanus.*

Les deux couches supérieures indiquent l'invasion du faciès néritique, qui, plus au nord, dans la province de Valence, englobe tout l'étage. Les niveaux inférieurs représentent, par contre, le faciès bathyal franc.

Aux environs d'Alfáz, on est également en présence de couches bathyales, mais ce sont des calcaires blancs à Inocérames, renfermant des Échinides différents de ceux d'Alcoy, les *Stegaster Bouillei*, *Chalmasi*, *altus*, qui, dans les Basses-Pyrénées, accompagnent *Parapachydiscus neubergicus*. Ces calcaires sont surmontés ici de marnes blanches à *Austinocrinus Erckerti* et de calcaires jaunâtres, renfermant *Coraster Vilanovæ*, *Brissopneustes Vilanovæ*, *Ornithaster Evaristei*, *Ananchytes pyrenaicus*. C'est là une faune qui, dans les Basses-Pyrénées, caractérise le Danien.

Aragon et Catalogne. — A Cuatretonda, dans le Sud de la province de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Valence, Nicklès [46] a reconnu, dans le Sénonien, les subdivisions suivantes :

1° calcaires blancs à *Pecten* et Zoanthaires indéterminables;
2° calcaires gréseux, avec *Clypeolampas ovum*, *Faujasia*, *Hemiaster*, *Pycnodonta vesicularis*, *Neithea quadricostata;*
3° calcaires gréseux à *Clypeolampas Leskei* et *Pycnodonta vesicularis;*
4° calcaires jaunes à *Hemipneustes Leymeriei* et *pyrenaicus;*
5° calcaires gréseux à *Orbitoides medius*, *Inoceramus*, *Pholadomya;*
6° calcaires gréseux, renfermant *Cyclaster coloniæ*, *Pycnodonta vesicularis*, *Alectryonia frons*, *Exogyra Benaventi*, *Medinæ*, *Matheroniana*, *Neithea quadricostata*, *Parapachydiscus Oldhami*, *Bostrychoceras polyplocum;*
7° calcaires blancs à *Orbitoides medius*, avec bancs à Rudistes (*Pironæa*, *Hippurites*);
8° calcaires gréseux et poudingues;
9° calcaires compacts à *Lithothamnium*, *Orbitoides medius*, *Exogyra Medinæ*.

Il y a là un développement tout à fait remarquable du MAESTRICHTIEN néritique, analogue à celui des Pyrénées, de Maestricht, de Méaudre, etc.

Dans la province de Teruel [XXXII, 33], le seul terme du Sénonien qui soit représenté par des couches fossilifères est le DANIEN, sous son faciès garumnien des calcaires à *Lychnus Pradoanus*, *Matheroni*, *Collombi* et *Cyclostoma Vilanovæ*.

Dans le Nord de la Catalogne, le Sénonien marin reparaît et il est transgressif vers le sud et vers l'est. La transgression débute quelquefois déjà avec le Turonien supérieur, qui repose soit sur le Cénomanien, soit directement sur l'Aptien. Au sud de Montsech, le Sénonien supérieur à *Rhynchonella difformis* s'appuie sur le Lias. Le groupe Néocrétacé présente, dans toute sa hauteur, des couches à Hippurites; H. Douvillé [7] ne distingue pas moins de 5 niveaux, qui s'étagent du Coniacien au Maestrichtien et renferment les mêmes espèces que les niveaux correspondants du Midi de la France. Les travaux stratigraphiques de L.-M. Vidal [55, 353] permettent de préciser les relations, avec ces niveaux à Rudistes, de plusieurs niveaux saumâtres, analogues à ceux que l'on observe dans la Basse-Provence.

Ainsi il existe, dans la masse puissante des marnes santoniennes à *Ostrea plicifera*, *caderensis*, *Lima marticensis*, *Diploctenium lunatum*, non seulement des bancs de grès à Radiolites et de calcaires à *Hippurites canaliculatus*, mais encore des couches ligniteuses à *Melanopsis galloprovincialis* et des bancs à *Corbula striatula*, *Goldfussana*, *Cassiope Coquandi*, *Renauxiana*.

Cassiope Renauxiana se retrouve encore dans le Campanien, associé à *Hippurites Vidali*, *Archiaci*, *Heberti*, et dans le Maestrichtien.

Le DANIEN est entièrement saumâtre dans la vallée de la Muga (province de Gerona). Ses marnes, avec bancs gréseux et charbonneux, renferment notamment *Cardium Duclouxi*, *Dejanira Matheroniana*, *Pyrgulifera Matheroni*, *Melania stillans*, *Neritopsis Goldfussi*, *Nerita Malladæ*, c'est-à-dire une faune d'eau saumâtre. A Isona, dans la province de Barcelone, les couches à lignites de cet étage, surmontées d'argiles rouges, renferment un banc caractérisé par la présence d'*Hippurites Castroi*, découvert par L.-M. Vidal [354]. Cette espèce est la plus récente Hippurite connue.

Vieille-Castille. — Les travaux de Larrazet [XXXVII, 30] ont fait connaître, dans la province de Burgos, un type très remarquable de Sénonien néritique. Voici la succession observée par cet auteur :

CONIACIEN. Calcaires à Huîtres de Cuevas de San Clemente, avec *Ostrea plicifera*, *Cyphosoma*, *Rhynchonella difformis*, nombreux Lamellibranches et Gastéropodes.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

SANTONIEN. 1° Calcaires durs à *Micraster Larteti, turonensis, Ostrea proboscidea, Spondylus spinosus, Mortoniceras texanum, Placenticeras syrtale;*

2° Calcaires marneux et siliceux, avec bancs à Foraminifères (*Lacazina, Archiacia*), à Échinides (*Globator petrocoriensis, Clypeolampas ovum*) et Huîtres (*Ostrea proboscidea, plicifera*), à Lamellibranches et Gastéropodes, à Rudistes (*Sphærulites, Radiolites*) et Zoanthaires (*Trochosmilia, Cyclolites*).

CAMPANIEN. Calcaires marneux, avec *Mæandropsina Larrazeti*, Zoanthaires, Échinides (*Globator petrocoriensis, Hemiaster nasutulus*), Lamellibranches (*Ostrea laciniata, Radiolites, Hippurites*), Ammonites (*Mortoniceras* sp., *Hoplites Vari* var. *Marroti*).

MAESTRICHTIEN. 1° Calcaires de Momediano à *Hemipneustes africanus, pyrenaicus, Hippurites radiosus;*

2° Calcaires gréseux à *Orbitoides gensacicus*, Exogyres, *Alectryonia larva.*

Mæandropsina Larrazeti est un Foraminifère de grande taille, qui est représenté, dans le Sénonien de la Catalogne, par une espèce voisine, *Mæandropsina Vidali.*

Provinces Basques et Asturies. — Dans les monts Cantabriques, le Sénonien repose directement sur le Cénomanien, comme Larrazet a pu l'observer dans la vallée de Mena, dans le Nord de la province de Burgos [XXXVII, 39]. Dans l'Ouest de la Navarre et dans les provinces Basques, L. Carez a pu distinguer les niveaux suivants [54].

1° marnes bleues à *Micraster Heberti;*
2° marnes bleues à *Micraster Larteti* et *brevis;*
3° marnes bleues à *Micraster cor columbarium* et *cor anguinum;*
4° grès à Inocérames;
5° calcaire à silex;
6° calcaires et grès à Rhynchonelles et *Pycnodonta vesicularis;*
7° calcaires marneux à *Otostoma ponticum;*
8° calcaires à *Lychnus, Hemipneustes;*
9° marnes et argiles à Cyrènes et *Lychnus.*

Si l'on fait abstraction des couches supérieures, nos 7-9, qui représentent le Maestrichtien et le Danien, on contaste que les termes inférieurs du Sénonien accusent un faciès plus profond que celui des bords de la Meseta, et que leur faciès rappelle plutôt celui des régions septentrionales que celui des régions méridionales de l'Europe.

Dans le bassin du Centre de la province d'Oviedo, le Sénonien est à l'état de marnes roses sans fossiles, qui reposent sur les calcaires à Hippurites turoniens [55 *bis*].

Portugal. — Le Sénonien n'est représenté au Portugal que dans la région située au nord du Tage, où il comprend principalement des couches à fossiles saumâtres [47]. Choffat signale toutefois, à la base de la série, des grès présentant, à leur partie supérieure, un banc à Lamellibranches et Gastéropodes marins, associés à des *Cyclolites* et *Hemitissotia ceadourensis.* Les couches saumâtres sont généralement marneuses et renferment notamment *Anomia intercostata, Mytilus lineatus, Cyrena solitaria, Marioni, Glauconia Kefersteini, Paludina Munieri, Hydrobia Vasconcellosi, Melania Dollfusi, Pyrgulifera armata, Cerithium Vidali, Bulimus Gaudryi* [48]. Au-dessus viennent encore des sables et des graviers avec lits à Végétaux et à *Cyclas.*

Sur le littoral, entre Mira et la mer, se trouve un affleurement tout à fait isolé de grès à faune marine, qui a fourni *Pycnodonta vesicularis, Anomia Coquandi, Gervilleia aviculoides, Cyrena Marioni, Natica bulbiformis, Glauconia Kefersteini* et *Hoplites Vari* var. *Marroti*, espèce qui, dans la province de Burgos, se trouve dans le Campanien. Dans la même région, on rencontre des grès à Végétaux et à Poissons.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

PLATEAU DÉSERTIQUE. — Comme nous avons fait pour le Mésocrétacé, nous allons étudier successivement les dépôts sénoniens dans les régions qui occupent le versant méditerranéen du *Plateau désertique* : Sahara algérien, Tripolitaine, Égypte, Syrie.

Sahara algérien et tunisien. — Dans l'Ouest du Sahara algérien, le Sénonien inférieur ne forme plus que des témoins isolés, des *gour*, conservés sur le plateau turonien. Aux environs d'El Goleah on a recueilli quelques Huîtres : *Ostrea Boucheroni, dichotoma, plicifera, laciniata.*

Le Campanien et le Maestrichtien ne sont connus que dans l'Est, comme par exemple aux environs de Temassinin, où Ismaël Bou-Derba a recueilli, dans des calcaires dolomitiques jaunâtres, *Pyrina petrocoriensis, Micraster Leskei, Alectryonia Matheroni, Pycnodonta vesicularis* [38 *bis*]. Quant à la partie supérieure du Maestrichtien, qui existe dans la Tripolitaine, elle ne semble pas avoir échappé à la dénudation intense qu'a subi le Sahara algérien.

Tripolitaine. — Tous les étages du Sénonien, à l'exception du Danien, paraissent exister dans les hamadas de la Tripolitaine, où leur présence a été révélée par les explorations d'Overweg [XXXIV, 106], de Duveyrier, de Vatonne et de Rohlfs [355].

Parmi les fossiles trouvés aux environs de Ghadamès par Vatonne, *Ostrea Boucheroni* indiquerait, d'après Ph. Thomas [38 *bis*], la présence du Sénonien inférieur, tandis qu'*Ostrea santonensis, Inoceramus impressus, Chlamys Dujardini* proviendraient du Campanien. Mais c'est surtout le MAESTRICHTIEN qui est bien représenté, ses fossiles jonchent souvent le sol des plateaux, depuis Ghadamès, à l'ouest, jusqu'aux Montagnes Noires, à l'est. Krumbeck [355] a décrit toute une faune, recueillie par Rohlfs au djebel Tar, dans des calcaires marneux ou compacts. Les espèces les plus caractéristiques sont les suivantes : *Omphalocyclus macropora, Discoidea Nachtigali, Catopygus Rohlfsi, Hemiaster chargensis, Ostrea Bourguignati, Alectryonia larva, tripolitana, Exogyra Overwegi, Venericardia Beaumonti, Crassatella Zitteli, Roudaireia auressensis, Lucina dachelensis, Turritella Beyrichi, Forgemoli, Nautilus desertorum.*

Égypte. — Les termes inférieurs du groupe Éocrétacé ne sont pas représentés dans la Haute-Égypte par des couches marines; ils existent, par contre, dans la Basse-Égypte, où ils font suite en concordance au Turonien.

Le CONIACIEN n'est connu d'une manière certaine qu'à Abou-Roach [358], aux environs de la Grande Pyramide, où il est représenté par des calcaires marneux très fossilifères, renfermant des Échinides (*Rhabdocidaris Crameri, Echinobrissus Waltheri*), des Lamellibranches (*Plicatula Ferryi, Ostrea Bourguignati, acutirostris, Heinzi, Alectryonia semiplana, Gryphæa Costei*), des Gastéropodes (*Amauropsis, Cerithium, Aporrhais*) et surtout des Ammonites (*Tissotia Tissoti, Ficheuri*).

Le SANTONIEN est constitué, à la même localité, par des calcaires blancs, qui ont fourni *Phyllocœnia roachensis, Kingena Blanckenhorni*, des Huîtres et des dents de Squales.

La présence du CAMPANIEN en Égypte n'est pas encore établie d'une manière certaine. En revanche, le MAESTRICHTIEN prend un grand développement et il s'étend transgressivement vers le Sud. Il repose, dans la Haute-Égypte, sur les grès de Nubie, qui ici renferment à la fois des Mollusques d'eau douce (*Unio, Mutela, Galeolaria*) et des Inocérames (*Inoceramus Balli*) [356]. Le Maestrichtien inférieur, qui est partout caractérisé par *Ostrea Villei*, présente, dans le désert Arabique, soit le faciès à Céphalopodes, soit le faciès à Lamellibranches [244]. Dans le premier cas, sa faune comprend *Baculites syriacus, Bostrychoceras polyplocum*, des *Hamites*, des *Ptychoceras*, des

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Anisoceras; dans le deuxième, des Bivalves nombreux (*Pycnodonta vesicularis, Ostrea Lyonsi, Trigonoarca multidentata, Arctica Barroisi, Roudaireia auressensis*). Les mêmes couches se rencontrent dans la vallée du Nil.

Le niveau supérieur du Maestrichtien est caractérisé par *Exogyra Overwegi*. On l'a souvent attribué à tort au Danien. Dans le désert Arabique et dans la vallée du Nil, il fait suite au niveau inférieur et ses calcaires crayeux renferment *Libycoceras Ismaelis*. Dans les grandes oasis du désert Libyque, Farafrah, Dachel et Charga, il repose, par contre, directement sur les grès de Nubie [357]. Il est constitué par des alternances de grès ferrugineux, d'argiles gypseuses et salifères et de calcaires, atteignant 150 m d'épaisseur. Zittel y a recueilli en grande abondance : *Pecten farafrensis, Plicatula Aschersoni, Ostrea Osiris, Pycnodonta vesicularis, Exogyra Overwegi, Cucullæa Schweinfurthi, Cardita libyca, Crassatella Zitteli, Lucina dachelensis, Roudaireia auressensis, Cytherea Rohlfsi, Corbula striatuloides, Dentalium decemcostatum, Turritella Beyrichi, Aporrhais saharica, Nautilus desertorum, Libycoceras Ismaelis, Baculites anceps, Lamna libyca, Otodus biauriculatus, Corax pristodontus, Protosphyræna libyca.*

Au-dessus vient le Danien, dont il sera question dans le chapitre suivant.

On a dû remarquer les étroites affinités paléontologiques que présente le Maestrichtien d'Égypte avec celui de l'Algérie et de la Tunisie.

Suez et Sinaï. — Le djebel Attaka, à l'ouest de Suez, est en grande partie constitué par des calcaires dolomitiques, avec *Alectryonia larva, Pecten sexangularis, Hippurites vesiculosus*, que Douvillé attribue au Campanien [7]. C'est probablement au même étage qu'appartiennent les calcaires blancs crayeux à *Alectryonia larva, Pycnodonta vesicularis* et *Otostoma Fourneli* de la côte occidentale de la presqu'île du Sinaï, qui, d'après Rothpletz [246], reposent directement sur le Cénomanien.

Palestine et Syrie. — Si, en Palestine et en Syrie, le Cénomanien et le Turonien accusent de grandes analogies avec l'Égypte et appartiennent également au type africain, il n'en est plus tout à fait de même pour le Sénonien. Les Échinides, les Huîtres si caractéristiques de l'Afrique du Nord disparaissent, pour faire place à des espèces d'un caractère plus banal, telles que *Pycnodonta vesicularis*, des Inocérames et d'autres Lamellibranches, ou *Mortoniceras texanum*. On signale cependant *Roudaireia auressensis*. Le sédiment prédominant est une craie blanche, marneuse, à rognons de silex. On n'a pu encore y établir de subdivisions.

Les dalles calcaires à Poissons de Sahel Alma constituent un faciès particulier du Sénonien. Il importe de ne pas les confondre avec ceux de Hakel et de Hajoula, qui sont cénomaniens. Les faunes des deux niveaux sont totalement différentes et c'est à peine si on peut citer entre elles une espèce commune. Le niveau inférieur renferme encore beaucoup de Pycnodontes, ainsi que des *Macrosemiidæ* et des *Oligopleuridæ*, qui font totalement défaut dans le niveau supérieur. Dans celui-ci, en revanche, on trouve des *Berycidæ* et des Squales très nombreux, qui manquent presque totalement à Hakel. Les genres *Rhinobatus, Raja, Holcolepis, Leptotrachelus, Osmeroides, Acrognathus, Leptosomus, Urenchelys, Hoplopteryx* se rencontrent dans les trois localités [359].

Chaînes de l'Asie méridionale et centrale. — Comme le groupe Néocrétacé n'est pas encore connu d'une manière certaine en Arabie et dans l'archipel de Sokotora, nous pouvons passer directement à l'étude des zones

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

de plissements de l'Asie méridionale, qui constituent le prolongement oriental des plissements alpins et dinariques.

Asie Mineure. — Dans les chaînes septentrionales de l'Asie Mineure, le Maestrichtien est seul connu, P. de Tchihatcheff ayant signalé à Amasie la présence d'*Orbitoides*, d'*Alectryonia larva* et *Otostoma ponticum*.

C'est au Campanien, par contre, qu'appartiennent les calcaires à Hippurites de Hakim Khan, dans le haut bassin de l'Euphrate, découverts par Loftus [360]. D'après les déterminations de H. Douvillé [7], ils renferment *Hippurites Loftusi, vesiculosus, colliciatus* et *Pironæa corrugata*.

Manghychlak et Bokharie. — De même que pour le groupe Mésocrétacé, nous commencerons par le nord l'étude du faisceau de chaînes qui, plus à l'est, constitue les montagnes de l'Asie centrale. Dans les collines de Manghychlak [169], le Turonien est surmonté par le Sénonien, qui comprend :

1° une craie blanche à *Ananchytes ovatus, Inoceramus balticus, Pycnodonta vesicularis, Belemnitella mucronata;*

2° une craie marneuse et glauconieuse avec *Ananchytes ovatus, Magas pumilus, Pycnodonta vesicularis, Scaphites Schlüteri, Hamites Rœmeri, Belemnitella mucronata;*

3° des calcaires à *Echinoconus conicus, Ananchytes ovatus, Scaphites constrictus, Baculites incurvatus;*

4° des grès marneux à *Ananchytes sulcatus, Terebratula fallax, faxoensis, Pycnodonta vesicularis.*

La mention faite par Semenow d'*Actinocamax quadratus* dans les couches n° 2 est à prendre sous bénéfice d'inventaire. Il semblerait que le n° 1 correspondît au Campanien, les n^{os} 2 et 3, au Maestrichtien et le n° 4, au Danien.

G. Bœhm [361] a fait connaître de Bokharie un petit nombres de fossiles (*Ostrea baissunensis, Pycnodonta vesicularis, Exogyra decussata, Cyprina baldjunensis, Natica sogdiana*), qui indiquent la présence de dépôts néocrétacés.

Turkestan. — Divers auteurs ont recueilli au Ferghana, dans des marnes qui surmontent des couches à charbon d'âge rhétien, des Huîtres parmi lesquelles *Exogyra Overwegi* et *Ostrea crenulimargo* indiquent la présence du Maestrichtien. Romanowski signale en outre à Sarvadane, à l'est de Samarcande, au-dessus des mêmes couches à charbon, des calcaires à Rudistes (*Caprotina Toucasi, Hippurites bioculatus, Radiolites Hœninghausi*, etc.), dont les déterminations auraient besoin d'être revisées.

Chaîne Turkmène. — Sur le versant sud du Kopet Dagh, le Turonien supporte, d'après Bogdanowitch [XXXVII, 313 *bis*], des marnes blanches et grises d'âge sénonien, qui ont fourni *Ananchytes ovatus, Offaster pilula, Micraster cor anguinum, Leskei, Inoceramus balticus, Spondylus spinosus* et des Ammonites indéterminables.

Perse septentrionale. — E. Tietze a rencontré à Sirab, à l'est du Demavend, dans la chaîne septentrionale de la Perse, des marno-calcaires sableux, dont la faune, étudiée par G. von Arthaber [XXXIV, 77], indique la présence d'un niveau sénonien. Elle comprend *Rhynchonella plicatoides, Terebratula biplicata, Inoceramus balticus, Gervilleia solenoides, Pycnodonta vesicularis, Radula interplicosa* et des Gastéropodes. Il y a là un mélange remarquable d'espèces européennes et d'espèces de l'Inde.

Perse méridionale. — Grâce aux belles explorations de J. de Morgan et aux études paléontologiques de H. Douvillé [XXXV, 66] et de V. Gauthier, la présence du groupe Néocrétacé dans le Louristan est aujourd'hui bien établie, mais sa partie supérieure est seule connue à l'heure qu'il est et il

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

est fort possible que le MAESTRICHTIEN repose ici directement sur le Cénomanien ou sur les dépôts éocrétacés. Cet étage comprend ici deux niveaux bien distincts.

Le niveau inférieur est constitué par des calcaires marneux et des marnes très fossilifères. Les Échinides y sont représentés, d'après V. Gauthier, par 55 espèces, qui se répartissent dans 29 genres et principalement dans les suivants : *Cidaris*, *Orthopsis*, *Orthechinus*, *Goniopygus*, *Holectypus*, *Echinoconus*, *Bothriopygus*, *Pseudocatopygus*, *Opissaster*, *Hemiaster*, *Iraniaster*, *Holaster*, *Hemipneustes*. On y trouve, en outre, des Brachiopodes (*Rhynchonella Peroni*, *Terebralula Toucasi*, *Brossardi*), de nombreux Lamellibranches (*Pycnodonta vesicularis*, *Exogyra Matheroniana*, *laciniata*, *Lopha dichotoma*, *Plicatula hirsuta*, *Lima ovata*, *Neithea striatocostata*, *Pseudoheligmus Morgani*, *Chalmasia persica*, *Sauvagesia austinensis*) et par deux Ammonoïdés, *Bostrychoceras polyplocum* et *Sphenodiscus acutodorsatus*, qui permettent de paralléliser l'horizon qu'ils occupent avec le Maestrichtien de l'Europe occidentale et du Béloutchistan.

Le niveau supérieur est principalement développé sur le versant oriental du Kouh Mapeul et comprend un système d'argiles foncées, alternant avec des grès et des calcaires et atteignant environ 1 200 m d'épaisseur. Il renferme une des plus riches faunes du Crétacé supérieur, mais les espèces en sont, pour la plupart, nouvelles.

Les Foraminifères y sont représentés par *Loftusia Morgani* et par *Omphalocyclus macropora*, espèce caractéristique du Maestrichtien de Maestricht, de l'Asie Mineure et du Béloutchistan. Elle comprend ensuite un certain nombre de Brachiopodes (*Terebratulina gracilis*) et de Lamellibranches (*Arca*, *Corbula*, *Venericardia Beaumonti*, *Crassatella austriaca*, *Corbis elliptica*, *Cytherea*, *Hippurites cornucopiæ*), mais l'élément prédominant est constitué par les Gastéropodes (*Desmieria*, *Auricula*, *Littorina*, *Natica*, *Turritella*, *Scala*, *Mesalia*, *Melanopsis*, *Hantkenia*, *Morgania*, *Faunus*, *Pirena*, *Campanile*, *Pyrazus*, *Potamides*, *Procerithum*, *Drillia*, *Volutilithes*, *Muricopsis*), dont plusieurs indiquent avec certitude des eaux fortement dessalées.

Quelques espèces accusent déjà des affinités tertiaires. D'ailleurs, la présence du Danien est indiquée par *Ornithaster Douvillei*, espèce qui appartient à un genre rencontré jusqu'ici exclusivement dans cet étage et qui, dans les récoltes de J. de Morgan, se distingue par une gangue différente de celle des autres fossiles.

Branche orientale de l'arc Iranien. — Le Maestrichtien prend un développement très important au Béloutchistan, dans la partie du Sind située sur la rive droite de l'Indus et dans les monts Suleïman. Lorsque son substratum est visible, il est constitué par les dépôts éocrétacés à *Duvalia*, dont il a été précédemment question. L'existence d'une transgression maestrichtienne dans le Sud de la Perse devient ainsi extrêmement probable.

Nous donnerons à titre d'exemple la coupe détaillée de la vallée du Des, dans les collines de Mari, au Béloutchistan, relevée par Fr. Nœtling, auquel est due également l'étude paléontologique des matériaux recueillis antérieurement par Griesbach [362]. La revision des espèces est l'œuvre de E. W. Vredenburg [363]. Voici la succession des couches que Nœtling a observées sur environ 200 m de hauteur (1-6).

1° Marnes noduleuses avec *Sphenodiscus acutodorsatus*, *Gaudryceras*, *Bostrychoceras*.

2° Argiles sans fossiles et calcaires noduleux, renfermant *Orbitoides medius*, *Clypeolampas helios*, *Hemipneustes compressus*, *Hemiaster Oldhami*, *Alectryona pectinata*, *larva*, *Spondylus subserratus*, *Neithea quadricostata*, *Chlamys Dujardini*, *Turritella sexlineata*, *Parapachydiscus dülmensis*, *Bostrychoceras polyplocum* et, à la partie supérieure, en outre, *Cidaris Suleimani*, *Holectypus baluchistanensis*.

3° Calcaires noduleux alternant avec des bancs argileux et renfermant *Orbitoides socialis*, *Omphalocyclus macropora*, *Cyphosoma speciale*, *Nœtlingia* sp., *Holectypus baluchistanensis*, *Pyrina orientalis*, *Echinanthus Griesbachi*, *Clypeolampas Vishnu*, *Alectryona larva*, *Pycnodonta vesicularis*, *Cerithium Ganesha*, *Gisortia*, *Sphenodiscus acutodorsatus*, *Parapachydiscus dülmensis* et, dans le haut, *Turritella Forgemoli*, *Nœtlingia pauciluberculata*, *Pugnellus digitatus*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

4° Calcaires marneux bleus ou gris foncé, avec bancs argileux à *Omphalocyclus macropora*, *Radiolites Muschketoffi*, *Nerita Archiaci*.

5° Argiles vert olive à nodules calcaires, renfermant *Orthopsis perlata*, *Holectypus baluchistanensis*, *Cardium loralaiense*, *Pugnellus giganteus*, *Gisortia expansa*, *Volutilithes dubius*, *Physa Prinsepii*, *Sphenodiscus Ubaghsi* et, à Mazar Drik, *Indoceras baluchistanense*.

6° Grès et argiles rouges et bruns à *Venericardia Beaumonti* et *Ostrea acutirostris*.

7° Schistes noirs sans fossiles (30 m).

8° Argiles vert olive à *Nummulites granulosus* et *Venericardia mutabilis* (500 m).

Cette coupe est d'un intérêt capital. Elle met en évidence les faits suivants :

1° l'association de *Bostrychoceras polyplocum* avec des *Orbitoides* et des *Hemipneustes* considérés partout comme caractéristiques du Maestrichtien;

2° la présence du genre *Echinanthus* dans des couches à faune maestrichtienne;

3° le passage insensible du Maestrichtien aux couches à *Venericardia Beaumonti*, généralement attribuées au Danien;

4° la concordance parfaite entre ces couches et les argiles à Nummulites, par lesquelles il convient de faire commencer le système Nummulitique.

Les affinités paléontologiques étroites qui relient la faune maestrichtienne

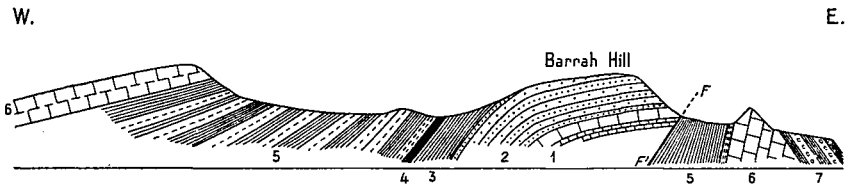


Fig. 400. — Coupe de Barrah Hill, Sind, Inde anglaise (d'après Blanford).

1, calcaire à *Orbitoides* (Maestrichtien); 2, grès de Pab; 3, argiles vert olive à *Venericardia Beaumonti* (Danien); 4, coulée de roche éruptive basique (« Deccan Trap »); 5, couches de Ranikot inférieures (Éonummulitique); 6, calcaires à Alvéolines; 7, couches de Siwalik (Néogène supérieur).

de la vallée du Des, non seulement avec celle du Louristan, mais même avec celle des localités classiques de l'Europe occidentale et de l'Afrique du Nord, sont encore accentuées par la présence, à Mazar Drik, d'une espèce du genre *Roudaireia* et par celle de *Parapachydiscus neubergicus* et de *Desmoceras Larteti* dans le Maestrichtien de Jhalaván [363].

Dans les chaînes occidentales de la province de Sind, des calcaires maestrichtiens à *Orbitoides apiculatus* supportent des grès, des conglomérats et des calcaires très puissants, qui, eux-mêmes, sont recouverts par les argiles vert olive à bancs calcaires connues sous le nom de couches à *Venericardia Beaumonti* (fig. 400). On y trouve, outre cette espèce, des Zoanthaires (*Caryophyllia*, *Trochocyathus*, *Smilotrochus*, *Stylophora*, *Rhabdophora*, *Litharæa*), des Échinides (*Cidaris lacrymula*, *Plesiolampas elongata*, *Echinanthus pumilus*, *Periaster sindensis*). Elles sont séparées des premières couches nummulitiques par une coulée volcanique.

L'arc Iranien se raccorde par une crête de rebroussement avec l'arc du Séistan (fig. 67), dont la branche méridienne est connue sous la dénomination de monts Suleïman. Le Maestrichtien apparaît, aux environs du fort Munro, dans l'axe d'un grand anticlinal. Il débute par des calcaires gris à *Orbitoides medius*, *Holectypus baluchistanensis*, *Echinanthus Griesbachi*, *Hemipneustes compressus*. Au-dessus viennent des grès blancs, épais de près d'un millier de mètres, qui ont fourni, dans leur partie inférieure, *Orbitoides*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

minor et qui supportent des grès noirs à éléments volcaniques, passant insensiblement vers le haut à des couches mésonummulitiques.

Enfin, dans le Nord de l'Afghanistan, où les dépôts mésocrétacés rappellent ceux de la Perse septentrionale, une masse puissante de calcaires blancs, généralement considérée comme néocrétacée, est trangressive et s'étend sur de vastes surfaces.

Himalaya et Tibet. — Inconnu dans l'Himalaya proprement dit, le groupe Néocrétacé existe certainement dans une grande partie de la zone tibétaine. Dans le district de Spiti, les calcaires à Rudistes de Chikkim supportent les *argiles de Chikkim* et le Flysch de Kumaoun et de Gnari Khorsoum, qui n'ont pas fourni de fossiles, mais que leur position stratigraphique a fait attribuer au Crétacé supérieur. Le Sénonien paraît, par contre, être très fossilifère plus à l'est, dans le synclinal de Kampadzong et de Tüna [254].

Les argiles à *Hemiaster* y supportent trois masses calcaires, formant des escarpements et séparées par des couches marneuses. On n'y a guère trouvé que des Gryphées et des Radiolitidés, et, dans la masse supérieure, *Orbitoides medius*, *Pycnodonta vesicularis* et des Actéonelles. Puis vient une série de calcaires, atteignant une cinquantaine de mètres d'épaisseur; ce sont les *calcaires de Tüna* de H. H. Hayden.

D'après Vredenburg [363], leur partie inférieure renferme *Omphalocylus macropora*, *Holectypus* sp., *Hemipneustes tibeticus*, espèce voisine d'*H. depressus* du Béloutchistan, d'*H. persicus* du Louristan et d'*H. striato-radiatus* de Maestricht, enfin, *Neithea quadricostata*.

Leur partie supérieure comprend un calcaire sableux rouge, avec *Pyrina gigantea*, *Hemipneustes tibeticus*, *Plicatula hirsuta*, *Neithea quadricostata* et un *Campanile*, puis des bancs presque entièrement formés de *Lithothamnium*, avec *Orbitoides*, *Omphalocyclus macropora*, *Cyclolites regularis*, *Echinobrissus*, *Haydenaster*, *Echinanthus*, etc.

Le Crétacé se termine par des grès et par des calcaires, qui n'ont pas fourni de fossiles déterminables et qui supportent des grès ferrugineux que Hayden place dans le Nummulitique.

Toute la partie fossilifère de ce Néocrétacé appartient incontestablement au Maestrichtien et offre les plus étroites affinités avec les couches de même âge du Béloutchistan. Depuis le Louristan nous n'avons pas quitté, malgré les rebroussements multiples des lignes directrices, une même zone tectonique. On voit que les mêmes faciès s'y retrouvent avec une remarquable constance. On doit sans doute également attribuer au Crétacé supérieur un fossile recueilli, il y a plus de trente ans, près du lac Namcho, à 75 milles anglais au nord de Lhassa, et décrit par Feistmantel [364] sous le nom d'*Omphalia Trotteri*. C'est un fossile d'eau saumâtre, qui indique peut-être déjà l'approche des rivages du continent Sino-Sibérien.

Arc Malais. — Le Maestrichtien n'est pas encore connu dans la branche septentrionale de l'arc Malais, mais on retrouve les couches à *Venericardia Beaumonti* dans l'Arrakan Yoma, dans la Basse-Birmanie, où, d'après Tipper, Theobald les avait confondues avec le Trias.

Le groupe Néocrétacé n'a été rencontré jusqu'ici ni à Sumatra, ni à Java. En revanche, il est constitué à Bourou par des calcaires marneux et des schistes bitumineux très fossilifères, dont la faune n'a pas encore été décrite. J. Wanner mentionne toutefois une Rhynchonelle, *Pecten Clignetti*, *Venericardia burutica*, une *Pleuromya*, un *Turbo* et *Tissotia Weteringi*, espèce très polymorphe, dont le genre indique d'une manière certaine la présence du CONIACIEN.

K. Martin [365] a décrit de Martapoura, dans le Sud-Est de Bornéo, une faune très riche, provenant d'une série d'argiles et de marnes avec conglomérats et comprenant principalement des Lamellibranches (*Ostrea*, *Neithea*, *Trigonia*, *Crassatella*, *Roudaireia*, *Sphærulites*, *Radiolites*) et des Gastéropodes

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

(*Nerinea, Strombus*), associés à de rares Brachiopodes et Céphalopodes (*Nautilus trichinopolitensis, Acanthoceras, Scaphites*). L'âge sénonien de ces couches résulte de la présence de plusieurs espèces néocrétacées de l'Inde péninsulaire.

CONTINENT AUSTRALO INDO-MALGACHE. — Ainsi que nous avons procédé pour le groupe Mésocrétacé, nous allons passer en revue successivement les dépôts néocrétacés de l'Inde péninsulaire, de Madagascar et de l'Australie, c'est-à-dire des trois fragments encore existants du continent Australo-Indo-Malgache, situés sur le pourtour de l'océan Indien actuel.

Nord-Ouest de l'Inde péninsulaire. — Si le début de l'effusion des immenses coulées de roches basaltiques connues sous le nom de *trapps du Dekkan* remonte peut-être à la fin de la période Mésocrétacée, la phase principale des éruptions est sans doute d'âge néocrétacé et il est probable que le phénomène s'est continué encore pendant les premiers temps de l'époque Nummulitique. On se trouve là incontestablement en présence d'un des centres éruptifs les plus actifs dont l'histoire géologique nous révèle l'existence. La surface occupée encore actuellement par ces coulées s'étend sur 20 degrés de latitude et sur environ 13 degrés de longitude. L'épaisseur totale de la formation a été évaluée, en certains points, à plus de 2000 m, mais elle est souvent bien moindre. Le nombre, l'étendue et l'épaisseur des coulées successives sont également soumis aux plus grandes variations. Les basaltes prédominent, mais on a également signalé des ryolithes et ces laves sont accompagnées de projections. Entre les coulées s'intercalent, en outre, des dépôts d'eau douce ou tout au moins d'eau saumâtre, ce sont les *couches intertrappéennes* (« intertrappean beds »). Elles occupent plusieurs niveaux et les plus élevées renferment, près de Bombay, des Vertébrés, dont les affinités sont plutôt tertiaires que crétacées.

Dans l'une de ces intercalations, dont on a fait le *groupe de Lameta*, on a trouvé, à Djabalpoure, des restes d'un grand Dinosaurien, *Titanosaurus indicus*. On signale, dans ces mêmes couches, des Mollusques d'eau douce et notamment *Physa Prinsepi* et *Paludina deccanensis*, qui sont parmi les espèces les plus caractéristiques des formations intertrappéennes. Dans d'autres couches, ces deux espèces font partie d'une faune très riche, qui comprend notamment *Melania quadrilineata*, de nombreuses Paludines, *Valvata minima, multicarinata, Bulimus Oldhamianus, Limnea subulata, Pisidium Medlicottianum* et de nombreuses *Unio* [366].

Physa Prinsepi a été rencontrée récemment par Vredenburg [363] dans les couches les plus élevées du Maestrichtien du Béloutchistan, ce qui ne laisse aucun doute sur l'âge néocrétacé d'une partie tout au moins des couches d'eau douce intercalées dans les « trapps ». Autrefois on les rangeait dans le Tertiaire.

A Rajamahendri, *Physa Prinsepi, Limnæa subulata, Paludina normalis* sont accompagnées de Gastéropodes marins, tels que *Fusus pygmæus, Pseudoliva elegans, Cerithium multiformis, Stoddardi, Vicarya fusiformis, Turritella prælonga*, et de Lamellibranches, les uns d'eau douce, comme les Corbules, les autres marins comme les Cythérées, les Cardites, les Lucines, etc. Il est probable que l'on se trouve ici en présence de dépôts formés dans un estuaire, entre deux éruptions.

Inde méridionale. — Tandis que la partie inférieure du groupe de Trichinopoli appartient au Turonien, la partie moyenne représente le Coniacien, la partie supérieure, le Santonien [257].

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le Coniacien est constitué par des argiles jaunes, glauconieuses, caractérisées par *Peroniceras dravidicum*, espèce qui, d'après A. de Grossouvre, serait identique avec *Peroniceras westphalicum*.

Le Santonien présente, à la base, des argiles semblables à celles du Coniacien, dans lesquelles on rencontre *Gaudryceras varagurense*, *Tetragonites epigonus*, *Bostrychoceras indicum*, *Puzosia Gaudama*, *Desmoceras sugata*, *Placenticeras tamulicum*, *Kossmaticeras Theobaldianum* (fig. 401), *Bavani*. Sa partie supérieure est constituée par un calcaire à *Marsupites*. Ce genre occupe donc exactement le même niveau qu'en Europe.

Dans tout le groupe de Trichinopoli, les Ammonites sont associées à des

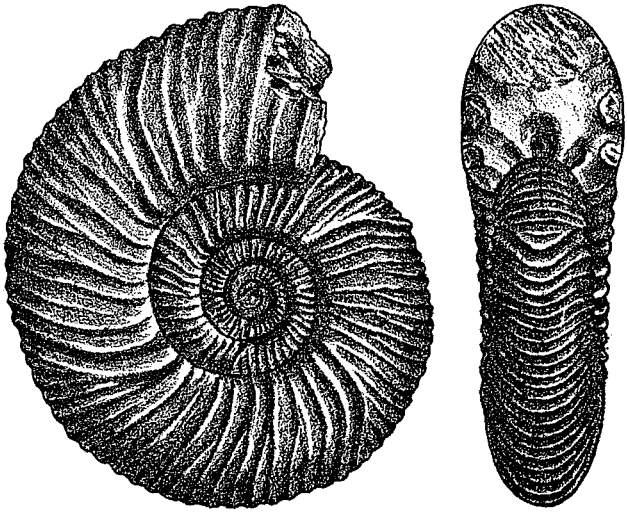


Fig. 401. — *Kossmaticeras Theobaldianum* (d'après Fr. Kossmat). 2/3 gr. nat.
Maestrichtien. Varagour, près Trichinopoli, Inde.

Brachiopodes, à des Lamellibranches, à des Gastéropodes extrêmement nombreux.

Jusqu'ici rien n'indique, dans le district de Trichinopoli, la présence du Campanien, et cette lacune s'explique par la transgressivité du Maestrichtien, qui est représenté par les sables et les argiles fossilifères du groupe d'Aryalour, caractérisés par *Desmoceras Sugata*, *Brahmaites Brahma*, *Br. Vishnu*, *Parapachydiscus Egertonianus*, *otacodensis*, *Grossouvrei*, *ariyalurensis*, *Hauericeras Gardeni*, *Schlœnbachia Blanfordiana*, *Kossmaticeras pacificum*, *Bavani*, *Æmilianum*, *Madrasianum*, *Baculites vagina*. Ces espèces sont toutes, excepté celles qui appartiennent au genre *Kossmaticeras*, extrêmement voisines de formes maestrichtiennes de l'Europe occidentale.

Outre les Ammonites, on rencontre en abondance des Échinides (*Stigmatopygus elatus*, *Hemiaster cristatus*), des Brachiopodes (*Crania ignabergensis*), des Lamellibranches (*Alectryonia ungulata*, *Pycnodonta vesicularis*, *Inoceramus balticus*, *Trigonoarca galdrina*, *Macrodon japeticum*), des Gastéropodes (*Turritella pondicherrensis*, *Pugnellus uncatus*, *Rostellaria palliata*, *Cypræa Kayei*).

Ces couches sont séparées, par des sables sans fossiles, des *couches de Ninyour*, constituées par un calcaire sableux blanc à *Stylina parvula*, *Codakia percrassa*, *Lyria formosa*, *Hercoglossa danica*. Les Ammonites sont entièrement

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

absentes, mais on retrouve, ici aussi, le Nautile caractéristique du DANIEN d'Europe.

Aux environs de notre colonie de Pondichéry, située au nord du district de Trichinopoli, il n'existe pas de couches crétacées plus anciennes que le MAESTRICHTIEN. Celui-ci repose directement sur les gneiss et les micaschistes. On y distingue les termes suivants [367]:

1° Marnes à *Anisoceras* ou de Valoudayour, avec *Stigmatopygus elatus*, *Trigonoarca galdrina*, *Macrodon japeticum*, *Turritella pondicherrensis*, *Pugnellus uncatus*, *Rostellaria*

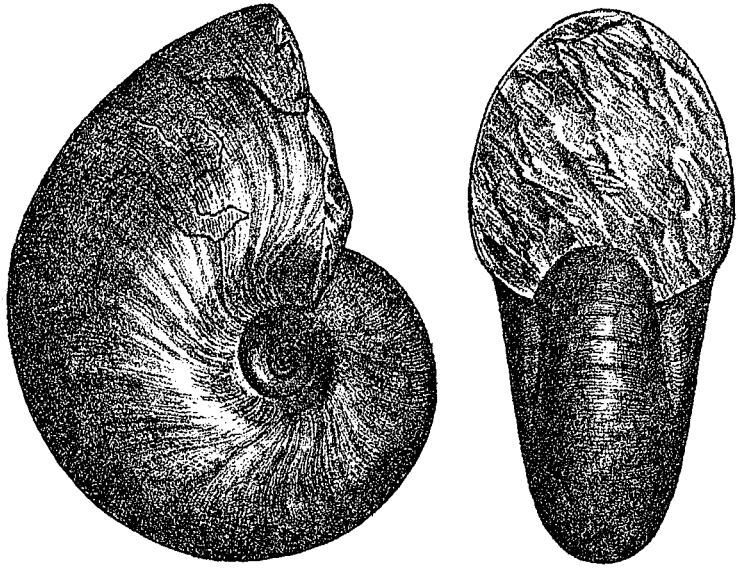


Fig. 402. — *Pseudophyllites Indra* (d'après FR. KOSSMAT). 2/3 gr. nat.
Maestrichtien. Environs de Pondichéry, Inde.

palliata, *Pseudophyllites Indra* (fig. 402), *Gaudryceras Kayei*, *Anisoceras rugatum*, *Brahmaites Brahma*, *Parapachydiscus Menu*, *Egertoni*, *Sphenodiscus Siva*.

2° Sables et argiles à *Trigonoarca*, avec *Alectryonia ungulata*, *Trigonoarca galdrina*, *Rostellaria palliata*, *Cypræa Kayei*, *Pseudophyllites Indra*, *Brahmaites Brahma*, *Parapachydiscus gollevillensis*, *Hauericeras Rembda*, *Baculites vagina*.

3° Calcaires gréseux et sables à Nérinées, avec *Orbitoides*, *Cyclolites conoideus*, *Nerinea*, *Nautilus tamulicus*, *sphæricus*, *Hercoglossa danica*, *serpentina*.

Les couches inférieures et moyennes sont maestrichtiennes et correspondent aux couches d'Ariyalour du district de Trichinopoli. Comme celles-ci, elles accusent d'étroites affinités avec le Maestrichtien de l'Europe occidentale. Les couches supérieures correspondent aux couches de Ninnyour et sont également daniennes.

Madagascar. — Les relations du groupe Néocrétacé de Madagascar avec l'Inde sont non moins accusées que celles du Cénomanien, mais ce n'est que dans le Nord et, en particulier, à la montagne des Français, au S.E. d'Antsirane, que l'on a observé une série relativement complète.

Ici aussi, les récoltes de fossiles n'ont pas toujours été faites avec un soin suffisant pour éviter des mélanges de faunes provenant d'horizons successifs, représentés avec le même faciès. En outre, on constate souvent des

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

contradictions flagrantes entre les indications de niveau contenues dans les ouvrages successifs d'un même auteur.

Le Coniacien est constitué, dans la vallée de la Pierre, par des argiles bleues à concrétions calcaires, alternant avec des bancs de grès. Les fossiles, découverts par Schneebli, sont d'une très belle conservation [259]. Les Céphalopodes sont tout à fait prédominants. *Barroisiceras Haberfellneri*, *Gauthiericeras bajuvaricum* et *Peroniceras tridorsatum* sont essentiellement caractéristiques de l'étage, mais Boule et Lemoine affirment leur association à la fois à des espèces d'un caractère plus ancien, comme *Gaudryceras multiplexum*, *Mortoniceras Schneeblii* et *Pachydiscus rotalinus*, et plus récent, comme *Puzosia Gaudama*, *Placenticeras tamulicum*, *Kossmaticeras Theobaldinum*, *Bostrychoceras indicum*, qui indiqueraient la présence du Santonien, niveau qu'elles occupent en Inde.

Rien ne permet jusqu'ici d'affirmer la présence du Campanien dans le Nord de Madagascar. Cette lacune correspond certainement à une émersion, suivie d'un ravinement par les dépôts transgressifs du Maestrichtien. Celui-ci débute par des grès grossiers, ferrugineux, avec bancs de conglomérats à galets de quartz. On y trouve des débris végétaux (*Araucarioxylon madagascariense*) et du phosphate de chaux. Les fossiles sont en partie remaniés et proviennent des couches sous-jacentes, comme *Peroniceras tridorsatum*, *Gauthiericeras Margæ* et divers Scaphites. D'autres appartiennent à des espèces qui, en Inde, occupent la base du Maestrichtien, comme *Hauericeras Rembda*, *Brahmaites Brahma*. On a signalé en outre des *Neithea*, des Gastéropodes, *Nautilus Bouchardianus* et une Baculite.

La partie supérieure du Maestrichtien est constituée, à la montagne des Français, par des marnes blanches ou rouges, renfermant des Échinides très spéciaux, dont quelques-uns de grande taille : *Infulaster Boulei*, *Guettaria Rocardi*, *Lampadaster Gauthieri*, *Grandidieri*, *Menuthiaster Cotteaui*, *Echinocorys Duchesnei*, *Micraster Meunieri*. Ils sont associés à des Térébratules, des Inocérames, des Nautiles.

Telle est la série sénonienne de la région qui se trouve au sud de la baie de Diego-Suarez. A l'ouest, dans les massifs de Dover Castle, de Windsor Castle et d'Ambongo Abo, les faciès sont bien différents [XXXVII, 76]. Les argiles du Sénonien inférieur sont remplacées par des grès à *Trigonoarca Gadama*, avec *Pachydiscus Jimboi*, *Schlœnbachia Bravaisana*. Le Maestrichtien est marneux, comme à la montagne des Français, mais les Échinides y sont extrêmement rares, tandis que les Brachiopodes (*Rhynchonella*, *Terebratula*) y sont assez abondants.

Plus au sud, dans la région de Majunga, le Sénonien est exclusivement néritique. Il repose souvent directement sur le Bathonien. A Mevarano, les couches turoniennes à Dinosauriens sont recouvertes, d'après Depéret [260], par des calcaires marneux et crayeux, renfermant surtout des Huîtres (*Alectryonia ungulata*, *Exogyra canaliculata*, *Pycnodonta vesicularis*) et des Gastéropodes (*Turritella pondicherrensis*, *Cypræa Kayei*). Cottreau [369] a décrit, en outre, les Échinides suivants, recueillis par E.-F. Gautier aux environs immédiats de Majunga : *Hemiaster Boulei*, *Lamberti*, *Diplodetus Gautieri*.

Dans le Menabe, Boule et Thevenin ont fait connaître de beaux gisements néocrétacés, qui ont fourni à la fois des espèces coniaciennes ou santoniennes comme *Barroisiceras Haberfellneri*, *Mortoniceras texanum*, ou des espèces maestrichtiennes, comme *Parapachydiscus Tweenianus*, *Hauericeras Gardeni*, *Scaphites hippocrepis*, *Bostrychoceras polyplocum*, auxquelles viennent s'ajouter *Inoceramus balticus*, *Alectryonia ungulata*, *Pycnodonta vesicularis*.

La présence de couches fossilifères sur la côte est de Madagascar avait été indiquée par divers auteurs, mais c'est à Boule que revient le mérite d'avoir établi leur âge sénonien et d'en avoir fait connaître, en collaboration avec Thevenin [368], une faune assez riche. Les lambeaux crétacés de la côte est sont situés dans les environs de Vatomandry, de Fanivelona et de Marohita, près Mananjary. Ils sont constitués par des grès, avec bancs

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

calcaires, dont le substratum n'est pas visible. La faune comprend des Échinides (*Phymosoma Archiaci, Nœtlingia Boulei, Micraster nutrix, Poraster Geayi*) [369], des Lamellibranches (*Ostrea Nicaisei, Pycnodonta vesicularis, Alectryonia ungulata, Spondylus calcaratus, Cyprina cordialis, Anatina arcuata, Glycimeris orientalis*), des Gastéropodes (*Turritella Breantiana, Pugnellus crassicostatus, Fusus excavatus, Volutilithes fanivelonensis*) et une seule Ammonite, *Pseudophyllites Indra,* qui permet de paralléliser les couches de la côte est avec la partie inférieure ou moyenne des couches de Valoudayour, des environs de Pondichéry et par conséquent avec le Maestrichtien. *Nœtlingia Boulei* est d'ailleurs voisin de *N. paucituberculata,* du Maestrichtien du Béloutchistan.

Marcellin Boule a voulu tirer de la présence de dépôts sénoniens sur la côte est la conclusion que Madagascar était une île à la fin de l'ère Secondaire. Haug [258] s'est élevé contre cette manière de voir et a montré, par plusieurs exemples, qu'une transgression marine sur une aire continentale n'implique nullement le morcellement préalable de ce continent. Paul Lemoine [XXXVII, 75] a fait valoir ensuite que les dépôts de la côte est butent par faille contre les terrains cristallophylliens et a établi l'âge récent de cette faille, qui donne à la côte est son aspect parfaitement rectiligne. Les dépôts maestrichtiens de Fanivelona et de Marohita sont néritiques, mais nullement littoraux. Leur caractère détritique s'explique par la transgressivité du Maestrichtien, qui est la règle, aussi bien sur la côte de Coromandel qu'à Madagascar.

Australie. — La formation des « Rolling Downs Beds » du Queensland a été suivie d'une exondation et d'une dénudation partielle de ces dépôts, car le « Desert Sandstone » est discordant sur les « Rolling Downs Beds », dont il a comblé les dépressions. C'est une formation détritique, renfermant, d'après Etheridge [261], *Micraster Sweeti, Rhynchonella croydonensis,* de nombreux Lamellibranches et quelques Gastéropodes, qui tous ont été décrits comme des espèces spéciales. Une Bélemnite non figurée pourrait bien être voisine de *Belemnitella mucronata.* Des débris végétaux ont été rapportés à *Didymosorus gleichenioides* et au genre *Glossopteris,* dont on aurait ici le dernier représentant.

Géosynclinal circumpacifique. — Contrairement à ce qui a lieu pour le groupe Mésocrétacé, le groupe Néocrétacé est remarquablement bien représenté dans le géosynclinal circumpacifique. Les dépôts y sont fréquemment transgressifs et ils présentent des caractères paléontologiques très uniformes.

Nouvelle-Zélande. — Nous commençons de nouveau notre étude par la Nouvelle-Zélande. Le groupe Néocrétacé n'y est pas mieux connu que les autres termes de la série sédimentaire. Les listes publiées renferment les plus singuliers mélanges de faunes et l'on a longtemps affirmé la coexistence de fossiles crétacés et tertiaires dans les mêmes couches. G. Bœhm a fait justice de ces assertions. La présence du Maestrichtien est très vraisemblable, car on cite *Baculites anceps* dans des grès quartzeux et micacés, qui reposent en discordance sur le Dévonien. « *Ammonites* » *Mac Coyi,* qui provient de couches du même âge, est, d'après Steinmann, un *Kossmaticeras,* voisin de *K. Æmilianum,* des couches d'Aryalour de l'Inde.

Nouvelle-Calédonie. — Ici le groupe Néocrétacé paraît affecter deux faciès différents, dont les relations stratigraphiques ne sont pas encore élucidées. Les couches marines renferment des nodules ferrugineux à Ammonites,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

voisines, d'après W. Kilian, de *Kossmaticeras Bhavani*, du groupe d'Aryalour de l'Inde.

Des couches saumâtres ont fourni à H. Douvillé *Cardium Dubuchense*, des *Cyrena* et le genre *Hantkenia*.

Nouvelle-Guinée. — La présence du Sénonien dans la partie hollandaise de la Nouvelle-Guinée et dans les îles Kei n'est basée jusqu'ici que sur la découverte de calcaires à *Lacazina Wichmanni* et à *Lithothamnium*.

Japon. — Des grès avec bancs de conglomérats, qui prennent un grand développement dans les îles méridionales du Japon et dans le Sud de Honshū, peuvent être rapportés avec doute au groupe Néocrétacé. On y a cité de nombreux Lamellibranches et notamment des Inocérames, des Trigonies et des Ammonites, parmi lesquelles des *Pachydiscus* et des formes spiralées voisines de *Bostrychoceras indicum*.

C'est surtout dans l'île d'Hokkaidō que le Sénonien est bien représenté. Yabe [264] a observé, sur les grès mésocrétacés, des schistes argileux riches en Céphalopodes, en partie décrits antérieurement par Yokoyama [262] et Jimbō [263]. Il a pu distinguer un niveau inférieur à *Acanthoceras*, un niveau moyen à *Scaphites* et un niveau supérieur à *Parapachydiscus*. La faune de ces couches comprend de nombreuses espèces de *Gaudryceras* et de *Tetragonites*, qui lui confèrent un caractère bathyal, des Ammonoïdés à tours déroulés, comme *Helicoceras* et *Bostrychoceras*, et l'extraordinaire genre *Nipponites*, dont les tours forment un écheveau inextricable. On y rencontre en outre des *Desmoceras*, des *Parapachydiscus*, *Hauericeras Gardeni* et *Kossmaticeras Kotoi*. La plupart des espèces ont des affinités étroites avec les groupes d'Aryalour et de Valoudayour, et une comparaison des échantillons eux-mêmes augmenterait sans doute considérablement le nombre des espèces communes aux deux régions.

Sakhaline. — Outre les fossiles mésocrétacés décrits par Fr. Schmidt du cap Jonquières, on a trouvé, au même endroit, de vraies lumachelles d'Inocérames très ornés et de grande taille. Schmidt les avait rapprochés d'*Inoceramus digitatus*, espèce coniacienne d'Angleterre et d'Allemagne. R. Michael [370], tout en les élevant au rang d'espèce nouvelle sous le nom d'*Inoceramus Schmidti*, les attribue également à l'étage inférieur du Néocrétacé.

Alaska. — L'existence du Sénonien dans la presqu'île d'Alaska est très vraisemblable, car Pompeckj a reconnu les caractères du genre *Belemnitella* sur une Bélemnite recueillie à Katmaiskoj par Wosnessensky.

Un *Scaphites*, peut-être sénonien, a été recueilli sur le Porcupine, en aval de l'embouchure du Bell River [66 *bis*]. Mais on rencontre déjà, dans le haut bassin du Yukon, les formations continentales qui caractérisent le sommet du Sénonien dans les Montagnes Rocheuses.

Vancouver et Colombie Britannique. — Le Néocrétacé est représenté, dans l'île de Vancouver, par le *groupe de Nanaimo* [371], puissante série de schistes, avec intercalations de conglomérats et de couches de houille.

Les Ammonites et, en particulier, *Gaudryceras Kayei*, *Pseudophyllites Indra*, *Hauericeras Gardeni*, *Desmoceras Selwynianum*, *Parapachydiscus otacodensis*, *Baculites occidentalis* ne laissent pas de doute sur l'âge maestrichtien de ces couches. Les Gastéropodes et les Lamellibranches sont très abondants, de sorte que le géosynclinal ne devait atteindre qu'une assez faible profondeur.

Sur le littoral de la Colombie Britannique, on signale quelques Ammonites du genre *Placenticeras*, dont le niveau ne peut être précisé.

Californie. — Il a déjà été question plus haut (p. 1290) de la division

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

inférieure des couches de Chico et nous avons vu quelles sont les raisons qui militent en faveur de son attribution au Cénomanien. La division supérieure renferme principalement des Céphalopodes à affinités maestrichtiennes, tels que *Parapachydiscus Newberryanus*, *Hoplites Remondi*, *Schlœnbachia chicoensis*, *Gabbi*, *Baculites chicoensis*, *Helicoceras Breweri*, *declive*. Les *Phylloceras* et les *Lytoceratidæ* ont à peu près disparu, en même temps que les Gastéropodes et les Lamellibranches sont devenus tout à fait prédominants, ce qui indique une diminution considérable dans la profondeur des eaux. L'absence d'espèces caractéristiques des étages inférieurs du Sénonien permet de supposer que le Maestrichtien est seul représenté par des couches fossilifères et que, sur les bords du géosynclinal tout au moins, il est transgressif. On a signalé, en effet, en quelques points, comme par exemple dans le Nord du comté de San Luis Obispo, la superposition directe des couches de Chico supérieures aux schistes éocrétacés à Aucelles [266].

Chili. — Le Sénonien du Mexique et du Pérou appartient, de même que celui du Texas et des Antilles, au type atlantique. Le géosynclinal circumpacifique devait se trouver plus à l'ouest et nous avons vu plus haut (p. 1290) que les chaînes côtières de Californie, formées sur son emplacement, plongent sous l'océan à l'extrémité méridionale de la Basse-Californie. Sur les côtes du Chili nous voyons reparaître une chaîne analogue, constituée par des schistes métamorphiques d'âge indéterminé, qui supportent en discordance, exactement comme les schistes métamorphiques d'âge jurassique des Coast Ranges de Californie, des dépôts néocrétacés et tertiaires.

L'île de Quiriquina, dans la baie de Concepcion, présente l'exemple le plus remarquable de cette discordance. Le groupe Éocrétacé y est constitué par des grès calcaires et des marnes sableuses glauconifères, atteignant environ 20 m d'épaisseur et renfermant des fossiles d'une belle conservation, étudiés principalement par Steinmann [372] et par Wilckens [373]. Ce sont, à part un Zoanthaire (*Astrocœnia retifera*) et des ossements de Reptiles marins (*Pliosaurus chilensis*, *Cimoliosaurus andium*), exclusivement des Mollusques. Les Lamellibranches appartiennent principalement aux genres *Pinna*, *Nucula*, *Arca*, *Trigonia*, *Lahillia*, *Dosinia*, *Venus*, *Mactra*, etc.; les Gastéropodes, aux genres *Gyrodes*, *Natica*, *Scalaria*, *Eulima*, *Pugnellus*, *Triton*, *Fusus*, *Pyropsis*, *Pyrula*, *Pleurotoma*, *Cylichna*, *Bulla*, etc. Toutes ces espèces sont spéciales au Chili, mais un grand nombre d'entre elles accusent d'étroites affinités avec des formes des couches de Chico de Californie. Contrairement à ce qui avait été dit, aucune ne se retrouve dans les couches tertiaires de la région. Les Ammonites appartiennent pour la plupart à des espèces du Sénonien supérieur de l'Inde, connues en partie aussi de Californie, ou elles en sont tout au moins très voisines. En voici la liste : *Phylloceras Surya*, *ramosum*, *Gaudryceras Varuna*, *Kayei*, *Puzosia Darwini*, *Parapachydiscus Quiriquinæ*, *Kossmaticeras gemmatum*, *Baculites vagina*, *Scaphites constrictus* var. *quiriquinensis*. Sauf les espèces spéciales et *Phylloceras ramosum*, qui se trouve en Californie dans les couches de Chico inférieures, toutes ces formes se rencontrent soit dans les couches de Valoudayour, soit dans les couches de Chico supérieures. Il ne peut donc exister le moindre doute sur l'âge maestrichtien des couches de Quiriquina, et c'est encore un nouvel et remarquable exemple de la transgressivité du Maestrichtien, si générale à Madagascar, en Inde et dans le géosynclinal circumpacifique.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Patagonie méridionale. — A l'extrémité méridionale de la Cordillère des Andes, nous rencontrons encore une fois, quoique situés sur le versant atlantique, des dépôts néocrétacés dont la faune présente un caractère pacifique incontestable.

La série débute, aux environs du lago Argentino et du seno de la Ultima Esperanza, par des grès sans fossiles, dont le substratum n'est pas visible. Puis vient une masse puissante de marnes schisteuses qui renferme, à sa partie supérieure, *Cardiaster patagonicus*, *Inoceramus Steinmanni* et des *Parapachydiscus*. La série se termine par une grande épaisseur de grès et de conglomérats très fossilifères [374]. La faune de tout cet ensemble est très homogène et appartient certainement à un seul et même étage. Les Lamellibranches et les Gastéropodes, qui ont été fort bien étudiés par Wilckens [375], appartiennent tous à des espèces nouvelles, qui accusent de grandes affinités avec celles des couches de Quiriquina et dont quelques-unes, comme *Lahillia Luisa*, *Panopæa inferior*, *Aporrhais gregaria*, *Struthiolariopsis tumida*, se retrouvent dans les plaines de la Patagonie centrale. Les autres se répartissent principalement dans les genres *Pinna*, *Pecten*, *Ostrea*, *Nucula*, *Malletia*, *Trigonia*, *Astarte*, *Venus*, *Martesia*, *Natica*, *Scalaria*, *Turritella*, *Aporrhais*, *Pugnellus*, *Fusus*, *Cinulia*, etc. Les Céphalopodes, auxquels W. Paulcke a consacré un beau mémoire [376], ont pu être identifiés en partie à des espèces de l'Inde, telles que *Phylloceras nera*, *Gaudryceras varagurense*, *Tetragonites epigonus*, *Kingianus*, *Kossmaticeras Theobaldianum*, *Baculites vagina*. Les espèces nouvelles des genres *Parapachydiscus* et *Kossmaticeras* sont également très voisines d'espèces de l'Inde ou du Japon. *Hoplites plasticus*, qui est une espèce extrêmement polymorphe, présente, par contre, dans quelques-unes de ses variétés, des affinités incontestables avec *Hoplites Vari* et *cœsfeldensis* du Sénonien supérieur de l'Europe occidentale. C'est là la seule relation qui existe entre la faune patagonienne et les faunes atlantiques. Les *Parapachydiscus* et *Baculites vagina* ne laissent aucun doute sur l'âge maestrichtien des couches qui nous occupent.

Terre de Graham. — La plus belle découverte stratigraphique qui ait été faite dans les terres antarctiques est, sans conteste, celle de dépôts sénoniens fossilifères dans les îles Seymour et Snow Hill, au S.E. de la Terre de Graham. Elle date de 1902 et est due aux membres de l'expédition suédoise de l'*Antarctic* [377]. Son intérêt est mis en pleine lumière par le beau mémoire paléontologique que W. Kilian et P. Reboul [378] ont consacré à l'étude des Céphalopodes de ces gisements.

Les couches éocrétacées et mésocrétacées, dont il a déjà été question précédemment, supportent directement des sables glauconieux à nodules gréseux, qui renferment, à Snow Hill, *Phylloceras Surya*, *ramosum*, *Gaudryceras multiplexum*, *politissimum*, *Anisoceras notabile*, *Kossmaticeras antarcticum*, *papillatum*, *Bhavani*, *gemmatum*, *Kalika*, *Cliveanum*, *Theobaldianum*, associés à des Zoanthaires, des Crustacés, des Lamellibranches (*Lucina Townsendi*), des Gastéropodes. Toutes ces espèces, à l'exception de 2 ou 3 qui sont nouvelles, sont connues également à divers niveaux du Crétacé de l'Inde ou dans le Sénonien supérieur de la Colombie Britannique. W. Kilian place ces assises au niveau des couches de Trichinopoli supérieures.

Elles sont surmontées, dans l'île de Snow Hill, par des marnes grises, bien développées surtout dans l'île Seymour. La faune de ces couches supérieures comprend notamment *Gaudryceras varagurense*, *Kayei*, *Pseudophyllites Indra*, *Kossmaticeras Bhavani*, *Theobaldianum*, *gemmatum*, *Madrasianum*, *Æmilianum* et un *Parapachydiscus*, très voisin de *gollevillensis*, du Maestrichtien de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

l'Europe occidentale. Avec ces Ammonites, on rencontre à ce niveau *Lucina Townsendi* et, un peu plus haut, *Lahillia Luisa, Astarte venatorum*, etc.

Les affinités de cette faune sont donc très grandes, non seulement avec les couches d'Aryalour et de Valoudayour de l'Inde, mais encore avec les couches de Quiriquina du Chili et avec les couches sénoniennes du Sud de la Patagonie.

Le Sénonien de la Terre de Graham fait partie des Antarctandes, c'est-à-dire de la branche antarctique de la boucle par laquelle Arctowski prolongeait hypothétiquement, dès 1895, la Cordillère des Andes. Sa présence vient également confirmer le tracé du géosynclinal circumpacifique donné par l'auteur de ce Traité dès 1900 [XII, 12]. Le cercle se trouve presque entièrement fermé et le nombre des points où le Sénonien se présente avec les caractères paléontologiques du Sénonien de l'Inde est suffisant pour que l'on soit en droit d'admettre la continuité des dépôts sur tout le pourtour du Grand Océan actuel. La présence du genre *Phylloceras* et des *Lytoceratidæ* au Japon, dans la Colombie Britannique, en Californie, au Chili, en Patagonie et dans la Terre de Graham montre avec évidence que l'on n'est pas, dans tous ces pays, en présence de formations littorales, mais qu'il s'agit de formations bathyales, déposées dans un géosynclinal étroit, où s'accumulaient de grandes épaisseurs de dépôts.

Terres arctiques. — On a vu plus haut que, dans les régions qui avoisinent l'océan Arctique, le groupe Mésocrétacé n'est représenté par aucune formation marine, au moins dans l'état actuel de nos connaissances. Il existe, par contre, dans ces mêmes régions, quelques traces de dépôts marins appartenant à la période Néocrétacée.

Le Sénonien n'est pas connu sur le bord septentrional du continent Sino-Sibérien, mais il a été signalé, en deux points, dans la Sibérie occidentale, sur le versant oriental de l'Oural.

Sur les bords de l'Aïat, dans la province de Tourgaï, les couches paléozoïques redressées supportent, d'après Krasnopolski, de la craie en couches horizontales, avec *Pycnodonta vesicularis, Ostrea acutirostris, Belemnitella lanceolata,* c'est-à-dire du Maestrichtien identique à celui de la Russie méridionale.

Le second point est situé plus au nord, par 62° 1/2 lat. N., sur les bords de la Soswa. Des schistes argileux ont fourni à Fedorow de nombreux restes de *Baculites,* dont l'étude paléontologique reste encore à faire et dont l'âge précis est par conséquent indéterminé [0,22, III].

Un Inocérame incomplètement conservé, qui paraît appartenir à une espèce néocrétacée, a été recueilli à la Terre François-Joseph et figuré par Newton, mais c'est là le seul indice que nous possédions de l'existence de dépôts sénoniens sur les rives de l'océan Arctique.

Sur la côte occidentale du Groenland, les plus élevées des couches à Végétaux dont il a été question plus haut renferment également des fossiles marins d'âge incontestablement néocrétacé. P. de Loriol [379] cite, des couches de Patoot, les espèces suivantes, qui sont identiques à des formes maestrichtiennes du Centre des États-Unis (Fort Pierre, Fox Hills) : *Hemiaster Humphreysianus, Avicula nebrascana, Nuculana bisulcata, Lucina subundata, Solemya subplicata, Dentalium gracile, Entalis paupercula, Vanikoro ambigua.* Le même auteur décrit en outre plusieurs espèces nouvelles : *Pecten ataensis, Astarte Steenstrupi, Inoceramus groenlandicus, Steenstrupi, patootensis.* Des observations plus récentes, faites par les membres d'une expédi-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

tion américaine [380], ont confirmé les conclusions auxquelles avait été conduit P. de Loriol.

TYPE ATLANTIQUE DANS LES DEUX AMÉRIQUES. — A l'époque Néocrétacée, la mer, qui avait envahi, à l'époque précédente, le bord occidental du bouclier Canadien, s'étend également sur le bord oriental et nous trouvons ses dépôts tout le long des Montagnes Rocheuses, au Mexique, dans les Antilles, dans les Andes. Partout les faunes accusent un caractère européen.

Est des États-Unis. — Une première zone de dépôts néocrétacés se rencontre dans l'Est des États-Unis, non loin des rivages de l'Atlantique, sur le bord occidental de la plaine côtière des états de New Jersey, Delaware, Maryland et Virginia [381]. Elle est constituée par des argiles, des marnes glauconieuses et des sables, formant un ensemble de couches, qui reposent en concordance sur le groupe de Potomac et plongent régulièrement vers l'Océan, sous les terrains tertiaires également concordants. Ses diverses assises se suivent comme les feuillets d'un livre. Des études paléontologiques, dont les premières remontent à 1834 [65], ont permis d'y établir les subdivisions suivantes :

1° *Formation de Matawan creek*, argiles et sables, riches en Lamellibranches et en Gastéropodes, très voisins d'espèces européennes, mais décrites par les auteurs américains sous des noms spéciaux, à l'exception d'*Alectryonia larva*, de *Pycnodonta vesicularis* et de *Neithea quinquecostata*. Les Brachiopodes sont représentés par *Terebratella plicata*, les Céphalopodes, par *Placenticeras placenta*, *Mortoniceras delawarense*, *Scaphites hippocrepis*, *Baculites ovatus*.

2° *Formation de Monmouth :* marnes et sables, riches en Foraminifères, en Lamellibranches, en Gastéropodes, avec en outre *Nautilus Dekayi*, *Baculites ovatus* et *Belemnitella americana*, espèce extrêmement voisine de *Belemnitella mucronata*.

3° *Formation de Rancocas :* marnes et sables, avec Foraminifères, nombreux Échinodermes (*Pentacrinus*, *Goniaster*, *Cidaris*, *Salenia*, *Catopygus*, *Ananchytes*, *Cardiaster*, *Hemiaster*), Bryozoaires, Brachiopodes (*Terebratula Harlani*), Lamellibranches (*Pycnodonta vesicularis*, *Teredo*, *Gastrochæna*) et rares Céphalopodes (*Nautilus Bryani*, *Dekayi*, *Sphenodiscus lenticularis*).

4° *Formation de Manasquan River :* sables glauconieux à Foraminifères et Lamellibranches, sans Céphalopodes.

5° *Formation de Shark River :* sables à Lamellibranches, Gastéropodes, *Nautilus Cookanus*, *Aturia Vanuxemi*.

Il ne peut y avoir aucun doute sur l'attribution de la formation inférieure au CAMPANIEN [12]. De plus, l'assimilation de la formation de Monmouth à la craie à *Belemnitella mucronata* d'Europe est admise depuis longtemps par tous les géologues. Elle doit donc être attribuée, de même que la formation de Rancocas, au MAESTRICHTIEN. Quant aux deux niveaux supérieurs, ils ne renferment plus d'Ammonites et peuvent être classés dans le DANIEN. On trouve encore *Pycnodonta vesicularis* dans les couches les plus élevées.

Les dépôts néocrétacés forment une deuxième zone dans l'Est des États-Unis, sur la rive gauche du Mississipi et dans la région comprise entre ce fleuve et l'Atlantique. Ils traversent les états de Tennessee, Mississipi, Alabama et Georgia et reposent directement sur les dépôts continentaux éocrétacés, connus sous la dénomination de *couches de Tuscaloosa*. On y distingue une série de subdivisions locales, qui paraissent correspondre assez exactement à celles du versant atlantique, dont elles renferment les espèces les plus caractéristiques. Les faciès sont les mêmes, sauf que les marnes et les sables de Monmouth sont remplacés par la *craie de Selma*,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

épaisse de plus de 300 m, où les Ammonoïdés déroulés sont assez communs.

Centre des États-Unis. — La partie supérieure de la formation du Colorado, connue sous le nom de *série de Niobrara*, repose en concordance sur la partie inférieure, incontestablement turonienne, et semble correspondre aux étages Coniacien et Santonien. C'est une craie blanche, très développée surtout au Kansas, où elle renferme en abondance des restes de grands Poissons carnassiers (*Saurodontidæ*), de Reptiles marins (Pythonomorphes et Sauroptérygiens), de Ptérosauriens sans dents (*Ornithostoma* = *Pteranodon*) et d'Oiseaux pourvus de dents (*Hesperornis*, *Ichthyornis*). Ces Vertébrés sont associés à des Invertébrés marins, dont les restes couvrent par milliers la surface de certaines couches. Les plus communs sont *Ostrea congesta*, *Inoceramus deformis*, *Simpsoni*, *pennatus*, *Haploscapha grandis*, *Radiolites maximus*, *Uintacrinus socialis*. Ce Crinoïde forme, à lui seul, des bancs couvrant, dans tous les états du Centre, d'immenses surfaces. Il est identique à l'espèce décrite en Europe sous le nom d'*Uintacrinus westphalicus* (fig. 346) et sa présence conduit à attribuer la partie supérieure des couches de Niobrara au Santonien. Celle-ci est ravinée et supporte la *formation du Montana*, qui appartient au MAESTRICHTIEN. Le Campanien semble faire totalement défaut dans les états du Centre, et il est fort probable que la mer avait abandonné momentanément la région, car les argiles par quoi débute le Maestrichtien renferment des particules charbonneuses et se moulent sur les inégalités de la surface du Santonien.

La formation du Montana comprend deux termes qui diffèrent, par leurs faciès, mais qui renferment à peu près les mêmes Céphalopodes : le *groupe de Fort Pierre*, puissante série d'argiles à concrétions très fossilifères (pl. CXVIII, 2), avec nombreux Inocérames, *Nautilus Dekayi*, *Parapachydiscus complexus*, *Placenticeras placenta*, *Sphenodiscus lenticularis*, *Scaphites nodosus*, *Baculites ovatus*, *compressus* et ossements de *Mosasaurus*, et le *groupe de Fox Hill*, grès ferrugineux avec Lamellibranches, Gastéropodes, *Nautilus Dekayi*, *Placenticeras placenta*, *Sphenodiscus lenticularis*, *Scaphites Conradi*, *Baculites grandis*, *Belemnitella bulbosa* et ossements de Mosasauriens [67].

Le caractère bathyal du groupe de Fort Pierre et sa très grande épaisseur, qui atteint près de 3 000 m dans le Colorado, indiquent la tendance à la formation d'un géosynclinal. Mais le groupe de Fox Hill accuse déjà une diminution considérable dans la profondeur des eaux, et la formation suivante, le *groupe de Laramie*, est entièrement continentale. Nous nous en occuperons dans le chapitre suivant, lorsque nous discuterons la délimitation des systèmes Crétacé et Nummulitique.

Canada. — La lacune qui existe aux États-Unis, dans les états du Centre, entre la formation du Colorado et celle du Montana est comblée au Canada, dans les territoires du Nord-Ouest, par une formation d'eau douce, la *série de Belly River*, découverte en 1882 par G. M. Dawson [66 *bis*]. On y trouve des feuilles de Dicotylédones, des Mollusques fluviatiles (*Anodonta*, *Unio*, *Sphærium*, *Physa*, *Planorbis*, *Viviparus*), des restes de Tortues, de Dinosauriens. Les affinités de ces organismes sont très grandes avec la flore et la faune du groupe de Laramie et beaucoup d'espèces sont les mêmes. Outre les formes continentales, la base et le sommet de la série renferment quelques Mollusques marins (*Ostrea*, *Anomia*, *Corbula*) [384], ce qui conduit à admettre qu'il y a continuité de sédimentation entre la formation du Colorado et la série de Belly River et entre celle-ci et la formation du Montana. Cette dernière se retrouve avec les mêmes faciès et les mêmes

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

fossiles dans les territoires du Nord-Ouest, où elle est également recouverte par le groupe de Laramie.

Les espèces les plus caractéristiques des groupes de Fort Pierre et de Fox Hill ont été également recueillies dans les Rocheuses canadiennes [66 *bis*].

Texas. — Le Texas est la seule région des États-Unis où les étages inférieurs du groupe Néocrétacé soient représentés. Ils font suite en concordance au Turonien, mais la séparation du CONIACIEN et du SANTONIEN n'est pas facile, car la répartition verticale des espèces dans la *craie d'Austin,* qui représente ces deux étages, n'est pas encore connue d'une manière satisfaisante.

La craie d'Austin est une craie blanche, qui ressemble beaucoup à celle d'Europe. Son épaisseur a été estimée à 200 m. On y trouve notamment *Epiaster texanus, Terebratella Guadalupæ, Exogyra ponderosa, læviuscula, Gryphæa aucella,* des Inocérames, *Radiolites austinensis* et de nombreuses Ammonites. Parmi celles-ci, les unes, comme *Barroisiceras Haberfellneri* et *Mortoniceras Bourgeoisi,* indiquent la présence du Coniacien, tandis que d'autres, comme *Mortoniceras texanum* et *Placenticeras syrtale,* sont santoniennes.

Les couches supérieures du Crétacé du Texas paraissent correspondre au CAMPANIEN. Elles offrent de grandes analogies avec la Craie du bord atlantique. Hill [69] y distingue le *groupe de Taylor,* constitué par des marnes sans glauconie, et le *groupe de Navarro,* constitué par des marnes et des craies glauconieuses. Dans les deux subdivisions, on rencontre *Pycnodonta vesicularis, Exogyra ponderosa, costata, Alectryonia larva, Turritella trilineata, Pugnellus dentatus, Sphenodiscus lenticularis* et des Baculites.

Ces couches campaniennes supportent directement des dépôts d'âge nummulitique.

Mexique. — Comme à l'époque Mésocrétacée, les affinités sont grandes avec le Texas et elles s'étendent à tout le pays. D'après Aguilera [69 *bis*], les étages inférieurs ne sont pas encore connus et c'est au Campanien et au Maestrichtien qu'il conviendrait de rapporter des grès marneux et glauconieux, très fossilifères dans les états du Centre, où ils renferment *Micrabacia americana,* de nombreux Lamellibranches (*Ostrea glabra, incurva, Pycnodonta vesicularis, Exogyra costata, ponderosa, Lucina occidentalis, Arcopagia texana, Coralliochama Bœhmi, Sauvagesia austinensis, Biradiolites* pl. sp.), des Gastéropodes (*Natica, Turritella, Cerithium, Actæonella*) [384 *bis*] et quelque Céphalopodes comme *Nautilus Dekayi, Placenticeras Stantoni, placenta, Mortoniceras Belknapi, Sphenodiscus lenticularis.*

Des couches analogues au Laramie ont été signalées dans le Nuevo León.

Antilles. — Les travaux récents sur l'Amérique centrale ne laissent plus de doute sur le raccordement des plis du Mexique avec ceux de la Cordillère des Andes par les arcs des Antilles [0,22]. Les données stratigraphiques confirment cette manière de voir, car elles mettent en évidence les grandes affinités que présente la série sédimentaire des Grandes Antilles, non seulement avec l'Europe, mais encore avec le Texas et le Mexique, d'une part, avec le Venezuela et la Colombie, de l'autre. Cette série « atlantique » débute par des couches néocrétacées, qui reposent en discordance sur une série métamorphique, associée à des granites, des syénites, des diorites, des serpentines et en tous points comparable au groupe *franciscain* des Coast Ranges de Californie, par conséquent jurassique, ou peut-être éocrétacée. Le groupe Mésocrétacé n'est pas connu encore dans les Antilles.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Le groupe Néocrétacé est surtout bien représenté à la Jamaïque [385]. Il y débute par un conglomérat, formé surtout au détriment des roches granitoïdes de la série métamorphique. Puis viennent des calcaires, caractérisés par une faune riche en espèces spéciales de Rudistes, qui se répartissent entre *Caprina*, *Caprinella*, *Caprinula*, *Radiolites* et le curieux genre *Barrettia*, de la famille des *Hippuritidæ*, voisin des *Pironæa* d'Europe [386, 387]. Ces calcaires supportent des marnes et des grès calcaires avec *Orbitoides*, Zoanthaires, Hippurites, Actéonelles. Les Zoanthaires comprennent plusieurs espèces (*Diploria crassilamellosa*, *Heliastræa exsculpta*, *Cyathoseris Haidingeri*) identiques à des formes des couches de Gosau, dont la présence met bien en évidence la facilité des communications avec l'Europe méditerranéenne [0,22].

Venezuela, Colombie et Pérou. — Le groupe Néocrétacé n'est connu encore qu'en un petit nombre de points dans la Cordillère des Andes.

Des fossiles qui indiquent la présence du SANTONIEN ont été recueillis par Sievers dans des calcaires noirs bitumineux de l'Ouest du Venezuela. D'après les déterminations de K. Gerhardt [70], ils appartiennent aux espèces suivantes : *Ostrea hippopodium*, *Mortoniceras texanum*, *cañaense*, *Gauthiericeras Lenti*, *Margæ*, *Paralenticeras Sieversi*, *Lenticeras Andii*. *Venericardia dux* et *Astarte Sieversi*, qui proviennent d'une autre localité, ne permettent aucune indication précise de niveau.

Karsten signale en Colombie des calcaires à Rudistes indéterminables et des schistes siliceux à Foraminifères, qu'il attribue au Crétacé supérieur [180].

Le CONIACIEN a été rencontré par Steinmann [73] dans la Cordillère de Lima, où des calcaires marneux jaunes renferment *Hemiaster Fourneli*, *Ostrea Nicaisei*, *biskarensis*, *larviformis*, *Plicatulopecten Böhmi*, *Arca Maresi*, *Tellina scitulina*, *Lavignon Marcouti*, *Pholadomya Quinuana*, *Natica Gervaisi*, *Fusus Assailyi*, *Tissotia Fourneli*, *Placenticeras syrtale* var. *Gabbi*. Lisson [276] a figuré en outre, sous les noms de *Tissotia Steinmanni*, *Rœmeroceras subplanum*, *Heterotissotia neoceratites*, *Peroni*, *semammensis*, des échantillons originaires de la province de Cajamarca. Un exemplaire de *Tissotia Ficheuri*, provenant du bassin du Marañon, a été décrit par Paulcke [71].

Le SANTONIEN doit également exister au Pérou, car c'est de ce pays que provient le type de *Lenticeras Andii* [273]. *Ostrea Nicaisei* indique la présence d'un niveau encore plus élevé.

Les affinités du Coniacien du Pérou avec celui des régions méditerranéennes sont particulièrement frappantes; elles sont, par contre, assez faibles avec celui des États-Unis.

République Argentine. — Dans les Andes Chilo-Argentines, le Crétacé fait souvent entièrement défaut, le Nummulitique reposant directement sur le Jurassique. A Malargue, sur le versant atlantique, la série semble cependant complète, tout en présentant un caractère détritique qui indique le voisinage d'un rivage. Les dépôts attribués au groupe Mésocrétacé supportent des calcaires gris à *Pycnodonta vesicularis* et *Plicatula multicostata*, manifestement sénoniens, qui sont recouverts par des calcaires jaunâtres à *Cardita Morganiana* et *Turritella Soaresana*, espèces qui, au Brésil, se rencontrent dans le Danien.

Plus au sud, à Roca, sur le Rio Negro, des grès rouges à Dinosauriens, connus sous le nom de *formation guaranienne*, présentent une intercalation de couches marines, dont la faune a été étudiée par C. Burckhardt, Ortmann, Joh. Böhm et H. von Ihering. Elle présente des affinités à la

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

fois néocrétacées et nummulitiques; on tend de plus en plus à en faire du Danien. Son étude trouvera place dans la partie du chapitre suivant, où nous discuterons la limite inférieure du système Nummulitique.

La formation guaranienne couvre de vastes surfaces dans toute la Patagonie, où elle repose sur les *areniscas abigarradas*, grès rouges probablement mésocrétacés; elle a fourni, en divers endroits, des restes de Dinosauriens.

Brésil. — Il existe, sur les côtes du Brésil, outre les gisements mésocrétacés dont il a été question plus haut, quelques lambeaux d'un terrain crétacé plus récent, situés dans les provinces de Para, Parahyba, Pernambuco et Sergipe. Ce sont des calcaires marneux, en couches horizontales, visibles seulement sur une faible épaisseur. Les fossiles, quelquefois très abondants, se répartissent entre les Lamellibranches et les Gastéropodes, à l'exclusion complète des Ammonoïdés, et appartiennent principalement aux genres *Ostrea, Pteria, Cucullæa, Arca, Astarte, Cardita, Venus, Lucina, Cardium, Tellina, Callellus, Fissurella, Trochus, Phorus, Solarium, Nerita, Conus, Pleurotoma, Cancellaria, Fusus, Cerithium, Nerinea, Actæonina, Cylindritella*, etc. On y trouve, en outre, un Échinide très spécial, *Heteropodia Whitei*, et un Nautile, que l'on a attribué à *Nautilus Sowerbyanus*, du Turonien de Touraine. Cette faune a déjà des affinités tertiaires très accusées, qui, jointes à l'absence des Ammonites, l'ont fait attribuer au DANIEN.

AFRIQUE ÉQUATORIALE ET AUSTRALE. — L'extension des dépôts néocrétacés en Afrique ne diffère guère de celle des dépôts mésocrétacés, nous en retrouverons des traces à peu près dans les mêmes régions.

Sénégal et Soudan. — Le premier fossile néocrétacé fut signalé au Sénégal par Alcide d'Orbigny [3], c'est *Physaster inflatus*, espèce appartenant à un genre qui est habituellement maestrichtien. Son gisement a été retrouvé par Guilbert près du jardin d'essai de Dakar. C'est une argile bigarrée, surmontée directement par des assises nummulitiques.

Le MAESTRICHTIEN existe sans doute également au cœur même de l'Afrique, aux environs de Bilma, à peu près à égale distance de la Méditerranée et du golfe de Guinée, car c'est à Sau Saghair, près de cette localité, que le colonel Monteil recueillit en 1892 un Oursin décrit plus tard par V. Gauthier sous le nom de *Nœtlingia Monteili*, espèce voisine de *Nœtlingia paucituberculata*, du Maestrichtien du Béloutchistan. A. de Lapparent [388] a tiré de cette trouvaille la conclusion que la mer devait recouvrir une partie du Sahara et du Soudan et qu'elle devait communiquer directement avec les régions méditerranéennes.

Depuis, des gisements qui ont fourni des données beaucoup moins précaires ont été découverts plus à l'ouest, notamment autour de Tabankort, dans le bassin du Tilemsi, au N.E. du coude du Niger. Plusieurs explorateurs ont rapporté de cette région les *Ostrea Pomeli, Nicaisei, Bourguignati* et des *Roudaireia*, provenant d'un niveau calcaire, dont les relations avec le Nummulitique sont encore mal connues [XXXIII, 49 *bis*, II]. Il semble que, là encore, on est en présence du Maestrichtien. On cite encore *Venericardia Beaumonti*, qui indiquerait peut-être l'existence du Danien.

Cameroun. — Le CONIACIEN, qui, dans la colonie allemande du Cameroun, présente, sur le cours du Moungo, de beaux affleurements, renferme, outre les Lamellibranches, qui appartiennent à peu près aux mêmes espèces que ceux du Turonien sous-jacent, quelques Ammonites essentiellement caractéristiques de l'étage : *Peroniceras subtricarinatum, Barroisiceras Haberfellneri,*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Brancoi, *Tissotia Ficheuri*, *latelobata*, *Tissoti*, *Pseudotissotia Philippii* [279-281].

Les affinités des faunes turonienne et coniacienne du Cameroun avec celles de l'Afrique du Nord sont telles qu'il est infiniment probable qu'une communication directe existait entre les deux régions, à travers le Soudan et le Sahara.

Angola. — Le groupe Néocrétacé est à peine connu sur la côte occidentale de l'Afrique. Des grès, développés aux environs de Dombe-Grande, dans la colonie portugaise d'Angola, renferment *Exogyra olisiponensis*, *Baylei*, *Cardita Baronneti*, *Roudaireia Forbesi*, *Trigonoarca* et semblent donc appartenir au Maestrichtien [284]. Des grès à Baculites et Ostracés ont été, en outre, signalés à Senza-do-Itombe.

Afrique australe. — De même que les couches d'Uitenhage éocrétacées du Cap et que les couches mésocrétacées du Zululand, les couches néocrétacées du Pondoland forment des lambeaux de couches généralement horizontales, de très faible étendue, conservés le long de la côte, où ils semblent buter par faille contre les grès de la Table. Les principaux affleurements sont situés près de l'embouchure de l'Oumzamba. Ce sont des calcaires et des marnes sableuses, dont l'épaisseur n'atteint pas 7 m. Les fossiles y sont d'une très belle conservation. Ils ont fait l'objet de mémoires déjà anciens de W. H. Baily et de C. L. Griesbach et d'une monographie récente de Henry Woods [389].

La faune comprend des Échinides (*Cidaris*, *Pseudodiadema*, *Cassidulus*, *Cardiaster*, *Hemiaster*), des Bryozoaires, de nombreux Lamellibranches (*Pecten*, *Barbatia*, *Pectunculus*, *Astarte*, *Meretrix*, *Cardium*) et Gastéropodes (*Nerita*, *Pseudomelania*, *Turritella*, *Pugnellus*, *Pyropsis*, *Cryptorhytis*, *Cancellaria*, *Eriptycha*), qui, à peu près tous, appartiennent à des espèces locales. La plupart des Céphalopodes se rapportent, par contre, à des espèces qui existent en Inde : *Pseudophyllites Indra*, *Gaudryceras Kayei*, *Hauericeras Gardeni*, *Rembda*, *Kossmaticeras* sp., *Anisoceras subcompressum*, *indicum*. Il y a lieu de citer en outre 3 espèces jusqu'ici spéciales à la région : *Eulophoceras natalense*, *Mortoniceras Soutoni*, *Stangeri*. Une espèce voisine de ces deux dernières, *M. umkwelanense*, a été décrite du Zululand par Crick [285]. Les espèces communes avec l'Inde se rencontrent toutes, dans ce pays, dans les couches de Valoudayour, c'est-à-dire dans le MAESTRICHTIEN.

Il est probable que les étages inférieurs du Sénonien existent également dans l'Afrique australe, car Crick a signalé, au Zululand, deux formes appartenant au groupe de *Peroniceras subtricarinatum*, qui indiquent probablement la présence du CONIACIEN [285]. C'est aussi au Sénonien inférieur que R. Bullen Newton rapporte les nombreux Lamellibranches qu'il décrit de Manuan Creek, au Zululand [286].

On a attribué avec doute au Sénonien des grès sans fossiles, qui, dans l'Afrique Orientale Allemande, surmontent le Crétacé moyen [XXXVII, 74].

Nous sommes arrivés au terme de notre long périple et nous nous retrouvons en face de Madagascar, où, comme dans l'Afrique australe, les affinités sont frappantes avec l'Inde péninsulaire.

Il nous reste à synthétiser les observations faites en route.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

5° RÉSULTATS GÉNÉRAUX

Résultats paléogéographiques. — Bien que les documents relatifs à la répartition géographique des dépôts crétacés soient au moins aussi abondants que ceux qui ont trait aux terrains jurassiques, les essais de reconstitution de l'ancienne extension des terres et des mers à l'époque de la Craie sont peu nombreux. Les esquisses paléogéographiques d'Albert de Lapparent [0,1 ; XXX, 27] sont à peu près les seules tentatives sérieuses que l'on puisse citer. Si l'on compare entre elles les quatre mappemondes publiées par cet auteur, correspondant à quatre époques successives du Crétacé, on assiste pour ainsi dire au morcellement de plusieurs des grandes unités continentales qui existaient encore au Néocomien, il semblerait dès lors que ce morcellement datât du milieu de la période. C'est là d'ailleurs une opinion assez généralement répandue. Nous allons montrer cependant qu'elle ne doit être acceptée que sous certaines réserves.

Le continent Nordatlantique était encore partiellement envahi par les eaux au début de la période (fig. 403), car, à la Terre du Roi Charles, au Spitzberg et dans l'Est du Groenland, le Volgien supporte en concordance des dépôts éocrétacés, mais il semble que, dès l'Hauterivien, ces régions ont été abandonnées par la mer. Par contre, la transgression mésocrétacée s'étend sur le bord occidental du bouclier Canadien et elle atteint plusieurs massifs calédoniens et armoricains de l'Europe occidentale (fig. 404) — l'Irlande, le massif Armoricain, la Bohême, la Meseta Ibérique, de même que la Meseta Marocaine —, qui étaient restés exondés pendant toute la durée de l'époque Éocrétacée. Rien ne nous autorise toutefois à penser qu'une séparation s'était opérée entre l'Europe septentrionale et l'Amérique du Nord. Mais, à l'époque Néocrétacée, nous voyons un golfe prendre naissance entre le Groenland et le bouclier Canadien, à peu près sur l'emplacement de la baie de Baffin.

Le continent Sino-Sibérien est séparé, à l'époque Éocrétacée, du bouclier Scandinave par un bras de mer, qui disparaît à l'époque Mésocrétacée et ne reparaît qu'à la fin de la période, sur le versant oriental de l'Oural. De même, le Nord de la Sibérie n'est occupé par les eaux qu'au début de l'Éocrétacé. Aucune trace de la transgression mésocrétacée ne peut être observée sur la périphérie du continent. Celui-ci est désormais une région essentiellement stable de l'écorce terrestre.

Le continent Africano-Brésilien n'est touché par l'invasion marine

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

éocrétacée que dans le Sud de l'Abyssinie et dans le pays des Somalis, d'une part, sur la côte méridionale de la colonie du Cap, de l'autre, aucune trace de dépôts néocomiens n'existant, sur les côtes de l'Atlantique, au sud du Venezuela et du Maroc. Par contre, la transgression mésocrétacée envahit tout le Plateau Désertique de l'Afrique du Nord et de l'Asie occidentale (Syrie, Arabie), ainsi que le Soudan et tout le pourtour de l'Afrique équatoriale et australe. La mer baigne de même la côte nord-est du Brésil. La transgression paraît atteindre son maximum au Maestrichtien.

On peut se demander dès lors si la séparation du Brésil et de l'Afrique n'était pas déjà un fait accompli, en d'autres termes, si la formation de l'Atlantique Sud ne remonte pas à l'époque Crétacée. Il y a lieu de remarquer, tout d'abord, que l'on ne connaît aucune trace de dépôts crétacés sur les côtes atlantiques de l'Amérique du Sud, entre Pernambuco et l'embouchure du Rio de la Plata, pas plus qu'on n'en a signalé en Afrique, entre la Gambie et le Cameroun. Il est infiniment probable qu'une jonction existait encore entre les deux continents au travers de l'Atlantique, à la hauteur de l'Équateur. Les relations que l'on constate de nos jours entre les faunes et les flores de l'Amérique du Sud et de l'Afrique (v. p. 57) rendent très vraisemblable la persistance de cette jonction, au moins jusqu'à la fin de la période Crétacée. D'autre part, une communication temporaire s'était établie, entre la Méditerranée et le golfe de Guinée, par le Sahara et le Soudan, comme le montrent les étroites affinités qui se manifestent entre les faunes mésocrétacées et néocrétacées de ces diverses régions. Cette communication n'implique pas un morcellement du continent, elle est due à une transgression, qui n'est nullement liée à la formation d'une fosse profonde divisant l'Afrique équatoriale en deux blocs continentaux. On est en droit d'expliquer, de la même manière, l'arrivée de la mer sur les côtes du Brésil, du Sénégal et du Congo. On est là, sans doute, en présence d'une transgression, ou, si l'on veut, d'une *ingression*, sur une aire continentale, qui subsistait intégralement.

Le CONTINENT AUSTRALO-INDO-MALGACHE — au moins en ce qui concerne les parties qui ne sont pas aujourd'hui englouties par les eaux de l'océan Indien — est resté presque entièrement exondé à l'époque Éocrétacée. On ne rencontre en général le Néocomien que dans les régions où le groupe Oolithique supérieur est également représenté, notamment sur la côte ouest de Madagascar. Ce terme n'est guère transgressif que dans la Salt Range, la mer aptienne envahit cependant le district de Katch et l'Australie occidentale. La transgression

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

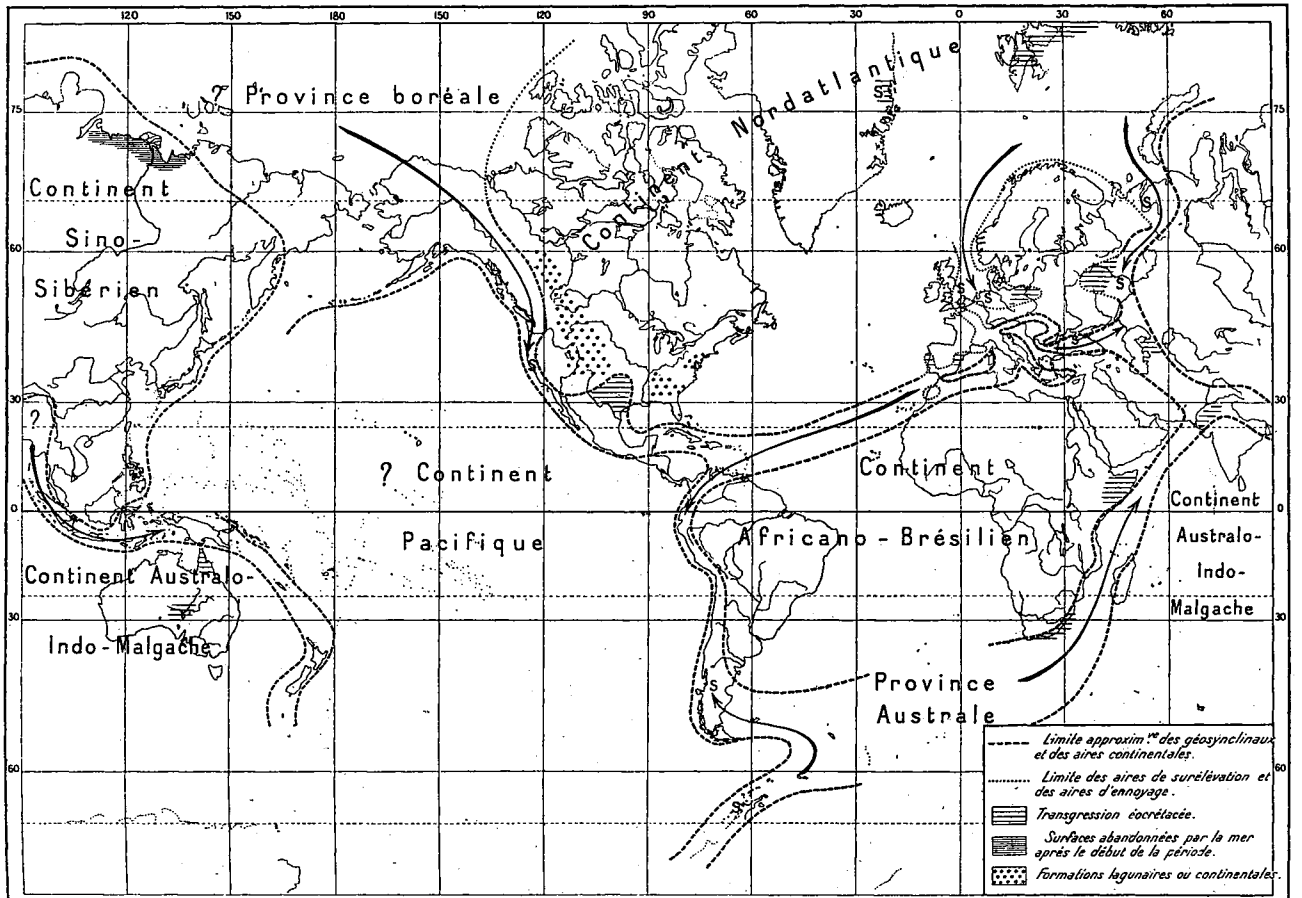


Fig. 403. — Essai de carte paléogéographique de la Terre à l'époque Éocrétacée.
Les flèches représentent la direction des migrations des faunes marines. S, couches à *Simbirskites*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

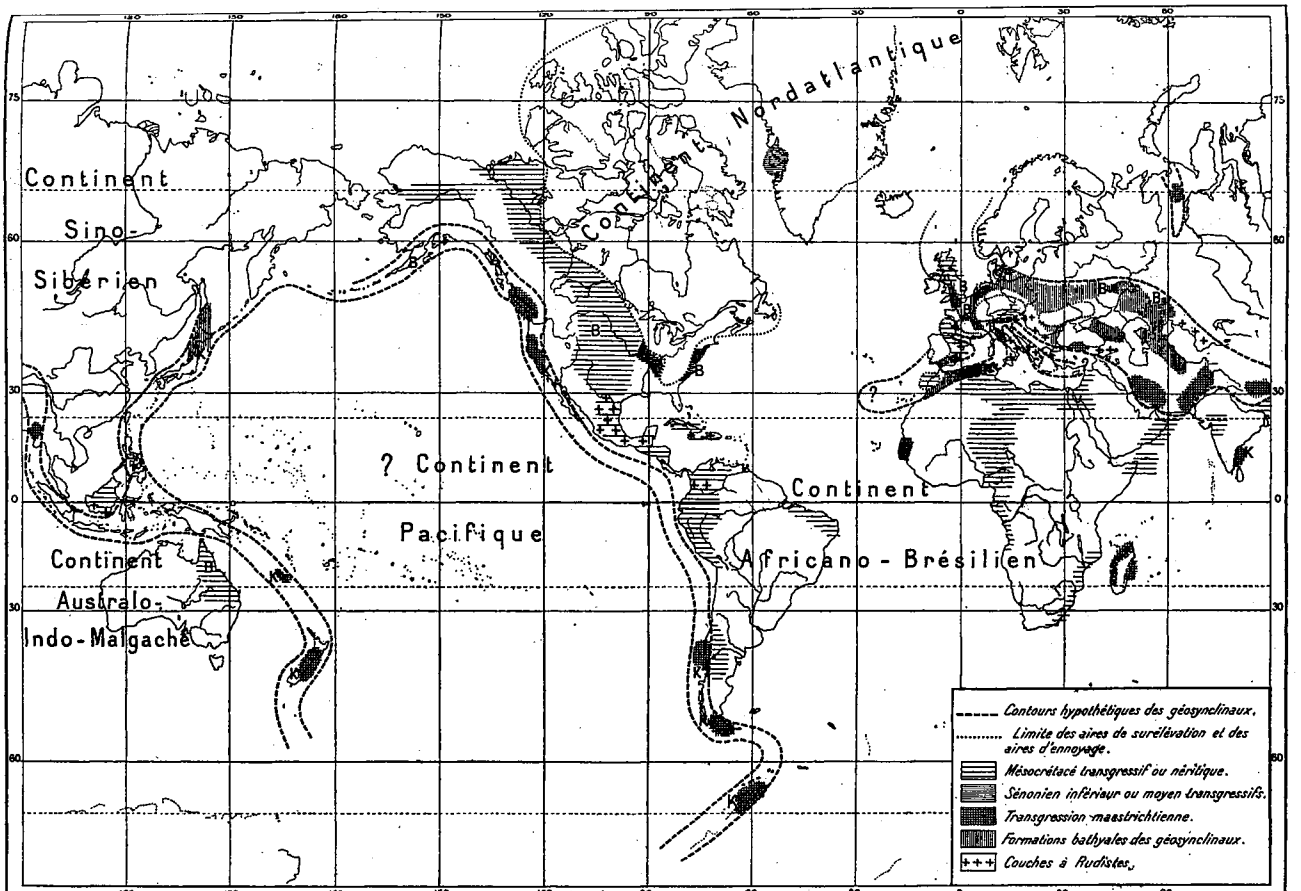


Fig. 404. — Essai de carte paléogéographique de la Terre aux époques Mésocrétacée et Néocrétacée.
B, couches à Bélemnitelles; K, couches à *Kossmaticeras*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

mésocrétacée est beaucoup plus générale, elle se fait sentir dans le Nord et le Sud-Est de l'Inde péninsulaire, sur le plateau d'Assam et au Queensland. La mer atteint son maximum d'extension au Maestrichtien et elle envahit notamment la région de Pondichéry, qui n'avait pas été atteinte par la transgression mésocrétacée.

On s'est basé sur la présence, sur la côte est de Madagascar, du seul étage Maestrichtien pour affirmer qu'à la fin de la période Crétacée, l'île était déjà séparée de l'Inde péninsulaire [368]. Il est possible que momentanément la transgression maestrichtienne sur le continent Indo-Malgache ait eu pour effet l'isolement de Madagascar, mais, à vrai dire, là n'est pas la question. Il importe avant tout de savoir si le morcellement du continent était réalisé et il est permis de répondre par la négative, car Paul Lemoine [XXXVII, 75] a fort bien mis en évidence l'âge récent de la faille qui donne à la côte est de l'île son aspect rectiligne, et c'est à cette faille que doit être attribué le morcellement ultérieur, de même qu'aux fractures dont l'existence est révélée par les traînées d'îles des Maldives, des Laquedives et des Chagos. Quant à préciser l'âge de la séparation du continent Australien du tronçon Indo-Malgache, il n'y faut pas songer, dans l'état actuel de nos connaissances.

Entre les continents Nordatlantique et Sino-Sibérien, d'une part, et les continents Africano-Brésilien et Australo-Indo-Malgache subsistait une longue dépression, relativement profonde, dont les limites étaient à peu près les mêmes qu'à l'époque Jurassique. C'est le *géosynclinal méditerranéen*, la « Méditerranée centrale » de Neumayr, la « Tethys » de Suess, la « Mésogée » de H. Douvillé. On en connaît les vestiges depuis le Maroc jusque dans les Moluques. Les affinités de la faune hauterivienne du Béloutchistan, de la faune cénomanienne du district de Hazara et du Tibet, de la faune maestrichtienne de la Perse, du Béloutchistan et du Tibet avec les faunes de même âge des pays circumméditerranéens montrent avec évidence que les échanges s'opéraient aisément entre les régions asiatiques et les régions européennes de la Thetys, et il est probable qu'ils étaient non moins faciles aux autres époques de la période Crétacée, bien que le géosynclinal se soit trouvé singulièrement rétréci par l'émersion de surfaces assez considérables.

Le *géosynclinal circumpacifique* existait certainement à l'époque Éocrétacée, encore que les faunes qui l'habitaient ne fussent nullement homogènes. A l'époque Mésocrétacée, la mer semble l'avoir partiellement abandonné, car, en divers points, les dépôts néocrétacés reposent directement sur l'Éocrétacé ou sur des couches encore plus

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

anciennes. Leur faune présente une remarquable uniformité, avec des affinités indiennes incontestables. Par contre, sur le versant atlantique des deux Amériques, les relations avec l'Europe occidentale se manifestent partout, de sorte que la persistance du bras de mer qui, au Trias et au Jurassique, unissait les Antilles à la Méditerranée est incontestable. Sur son bord septentrional, c'est-à-dire le long des côtes méridionales du continent Nordatlantique, la faune de la craie à Bélemnitelles d'Europe se propageait jusque dans l'Est des États-Unis. C'est sur le bord méridional du même bras de mer, c'est-à-dire le long des côtes septentrionales du continent Africano-Brésilien, que devaient s'opérer les échanges entre les faunes néritiques des pays méditerranéens et de l'Amérique équatoriale. Ces migrations avaient lieu surtout à partir de l'Aptien. A l'Éocrétacé, les régions bathyales communiquaient librement entre elles par le fond de la dépression, comme l'atteste l'identité presque complète des faunes barrémiennes de l'Europe méridionale et de la Colombie.

Provinces zoologiques et climats. — Ayant approfondi précédemment la question des provinces zoologiques et des zones climatiques de la période Jurassique, nous pouvons être brefs en ce qui concerne l'époque Éocrétacée, où les mêmes conditions générales paraissent avoir régné.

L'existence d'une *province boréale* indépendante à l'*Éocrétacé* ne peut faire de doute, au moins jusqu'à l'époque Barrémienne inclusivement. Les caractères paléontologiques qui différencient le Néocomien de la Russie centrale et orientale de celui de l'Europe méridionale ont déjà attiré l'attention de nombreux géologues. Le plus marquant est la présence de *Cylindroteuthis*. Ce genre de Bélemnitidés se retrouve dans le Nord de l'Angleterre, dans l'Allemagne septentrionale, sur le versant oriental de l'Oural, à la Terre du Roi Charles, sur la côte est du Groenland et en Californie. Il est donc cantonné, comme au Jurassique, dans des régions situées en dehors de la zone équatoriale. Le genre *Aucella* est non moins caractéristique de ces mêmes régions, mais il ne s'élève pas au-dessus de l'Hauterivien.

Le Valanginien de l'Europe septentrionale se distingue en outre par l'abondance des genres *Garnieria*, *Craspedites* et *Polyptychites*, dont les représentants ne jouent qu'un rôle insignifiant dans les régions méditerranéennes. *Polyptychites* présente encore la même distribution à l'Hauterivien, mais il pénètre vers le sud jusque dans le Jura et dans le Balkan oriental. Le Barrémien boréal est caractérisé par le genre *Simbirskites*, qui est extrêmement rare dans

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

l'Europe méridionale, sauf en Crimée, où les influences boréales se font sentir, comme il résulte également de la présence du genre *Aucella*, dans le Valanginien de ce pays.

Outre ces caractères positifs, la province boréale possède également un certain nombre de caractères négatifs, au premier rang desquels vient se placer l'absence des grands Foraminifères du genre *Orbitolina*, celle des Zoanthaires constructeurs de récifs, celle des Mollusques à test épais et notamment des Rudistes et des Nérinées, sans parler des Crinoïdes, des gros Échinides et des gros Brachiopodes. Comme au Jurassique, les conditions étaient certainement peu favorables à la sécrétion du carbonate de calcium par les organismes. En outre, les genres *Duvalia*, *Belemnopsis* et *Pseudobelus* font à peu près totalement défaut, sauf à l'Aptien. L'absence du genre *Phylloceras* et de la famille des *Lytoceratidæ* dans la province boréale peut s'expliquer par la profondeur insuffisante des eaux, mais la réalisation de cette condition ne rendrait pas compte de l'absence des genres *Pulchellia*, *Silesites*, *Desmoceras*, *Puzosia*, dont les représentants sont si abondants dans certaines formations néritiques du Barrémien méditerranéen.

La *province méditerranéenne* présente des caractères bien différents suivant que l'on envisage les formations néritiques, c'est-à-dire le *type jurassien*, ou les formations bathyales, que l'on a désignées par les termes de *type vaseux* ou de *type alpin*. Et les différences entre les faunes des deux zones bathymétriques sont telles que, pendant longtemps, on les a attribuées à deux provinces zoologiques distinctes. Les alternances multiples de dépôts appartenant à chacun des deux types, observées dans une même coupe, par exemple aux environs de Grenoble, et l'existence d'îlots du type jurassien, tels que la Basse-Provence, au milieu du type alpin, montrent bien qu'on est en présence de formations hétéropiques appartenant à une même province et non de formations hétérotopiques.

Les formations néritiques de la province méditerranéenne sont riches en Foraminifères de grande taille (*Orbitolina*, dans l'Aptien), en Zoanthaires, en Crinoïdes, en Rudistes (*Valletia*, *Monopleura*, *Requienia*, *Toucasia*, *Agria*, etc.), en Gastéropodes à test épais (*Nerinea*, *Actæonella*), qui font totalement défaut dans la province boréale. Les formations bathyales renferment, outre les genres *Phylloceras* et la famille des *Lytoceratidæ*, dont la localisation est due aux conditions bathymétriques, des genres spéciaux d'Ammonoïdés, qui manquent dans la province boréale, où ne s'y rencontrent qu'à titre de raretés. Tels sont, au Valanginien, *Lissoceras;* à partir de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

l'Hauterivien, *Desmoceras;* au Barrémien, *Silesites, Pulchellia, Costidiscus-Macroscaphites, Hamulina, Heteroceras.*

Les Bélemnites, dont on rencontre les restes aussi bien dans les formations néritiques que dans les formations bathyales, appartiennent, dans la province méditerranéenne, exclusivement aux genres *Belemnopsis, Duvalia* et *Pseudobelus.* Aucun *Cylindroteuthis* n'a encore été rencontré en Europe au sud du détroit Morvano-Vosgien.

Outre les types spéciaux à chacune d'elles, les deux provinces ont en commun un grand nombre de genres et d'espèces, d'où il résulte que des communications permanentes ou temporaires devaient permettre entre elles des échanges fréquents. On peut citer ainsi, au Valanginien, les genres *Neocomites, Thurmannia, Hoplitides, Saynoceras, Holcostephanus;* à l'Hauterivien, outre ce dernier, *Acanthodiscus, Leopoldia, Crioceras, Toxoceras, Holcodiscus;* à l'Aptien, *Oppelia, Parahoplites, Douvilleiceras, Ancyloceras.* Parmi les espèces, il s'en trouve beaucoup qui avaient été envisagées comme caractéristiques de la province boréale et que W. Kilian [126 *bis*] a retrouvées dans les formations néritiques de la province méditerranéenne.

Les conditions géographiques de l'Europe à l'époque Éocrétacée (fig. 351) permettent de préciser les points par où s'effectuaient les échanges de faunes entre les deux provinces. Puisque les régions appartenant à la chaîne armoricaine-varisque étaient exondées, les communications ne pouvaient avoir lieu que par le bassin Anglo-Parisien, d'une part, par le Sud-Est de la Russie, de l'autre. L'absence de dépôts marins d'âge valanginien, dans le bassin de Paris et dans le détroit Morvano-Vosgien, montre que, au début de la période, la première de ces deux voies de communication fonctionnait seule. A l'Hauterivien, par contre, le détroit qui, plus tard, devait réunir le Caucase et les mers boréales par la Russie orientale se trouvait exondé [80]. Dès lors, c'est la seconde voie qui seule permettait les échanges, aussi voyons-nous *Cylindroteuthis* s'avancer vers le sud jusque dans la Haute-Marne, tandis que de nombreuses Ammonites considérées généralement comme boréales se répandaient vers le sud jusqu'en Provence. En même temps, plusieurs genres d'*Hoplitidæ*, incontestablement d'origine méditerranéenne, envahissaient les abords de la mer du Nord.

Au Barrémien, le bassin de Paris était en grande partie occupé par des lagunes, de sorte que les communications par cette voie étaient sans doute rendues singulièrement difficiles. Aussi est-ce à cette époque que la différenciation des deux provinces atteint son maximum. Les échanges de faune sont à peu près supprimés [77] et

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

ils ne s'effectuent plus que par le Sud-Est (fig. 351), comme le montre la présence, dans le Barrémien de Crimée, de plusieurs *Simbirskites* au milieu d'une faune essentiellement méditerranéenne. A un régime de libre-échange, réalisé à l'Hauterivien, fait suite, au Barrémien, un protectionnisme poussé à l'extrême [139].

A la fin du Barrémien, la communication par le bassin Anglo-Parisien se rétablit, de sorte que les *Belemnopsis* méditerranéens coexistent, dans le Yorkshire, avec les *Cylindroteuthis* boréaux. A l'Aptien, les différences entre les deux provinces sont réduites au minimum.

A vrai dire, les communications des mers de l'Europe avec les régions boréales semblent avoir à peu près cessé d'exister. Le détroit qui, au Barrémien, unissait, dans l'Est de la Russie, les mers polaires aux mers équatoriales est transformé en un golfe ouvert au sud, que la faune méditerranéenne n'a pas tardé à envahir. Dans l'Ouest, la faune aptienne du Yorkshire et de l'Allemagne du Nord diffère fort peu de celle de l'Europe méridionale.

Comme à l'époque Jurassique, la province méditerranéenne fait partie de la zone équatoriale et ses caractères zoologiques se retrouvent sur tout le pourtour du Globe : à Madagascar, en Perse, au Béloutchistan, dans la Salt Range, dans l'Archipel Malais, au Texas, au Mexique, en Colombie. Les éléments caractéristiques de l'Éocrétacé méditerranéen se retrouvent dans ces divers pays et ils ne s'éloignent guère des limites que nous avons assignées, pour l'époque Jurassique, à la zone équatoriale. De même qu'au Jurassique, la Colombie Britannique et la Californie doivent être envisagées comme un lieu où le mélange des genres équatoriaux (*Phylloceras*, *Lytoceras*, *Desmoceras*, *Silesites*) et boréaux (*Polyptychites*, *Simbirskites*, *Cylindroteuthis*) s'opérait sans difficulté, dans une mer largement ouverte vers le nord, où, en profondeur, les eaux froides de la province boréale pouvaient accéder librement.

L'existence, dans les mers éocrétacées, d'une zone boréale et d'une zone équatoriale est donc parfaitement établie, mais nous possédons en outre quelques éléments qui nous permettent d'affirmer l'autonomie d'une *zone australe*, dont nous pouvions seulement présumer l'existence à l'époque Jurassique. Nous retrouvons, en effet, au sud de la zone équatoriale, où ils sont entièrement absents, un certain nombre de types caractéristiques de la province boréale. On doit citer en première ligne *Polyptychites* et *Simbirskites*, signalés par R. Douvillé [181] dans l'Éocrétacé de la République Argentine. Le second de ces genres paraît exister également à la Terre de Gra-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

ham, où il est représenté par deux espèces, décrites par Whiteaves, de l'Éocrétacé des îles de la Reine-Charlotte. Il y a lieu de mentionner ensuite une espèce de *Cylindroteuthis*, encore douteuse, comme attribution générique, il est vrai, qui est assez commune à la base de l'Éocrétacé de la Patagonie méridionale. C'est également à ce genre qu'appartient incontestablement *Belemnites africanus*, espèce assez rare dans les couches d'Uitenhage du Cap.

Outre ces genres boréaux, l'Éocrétacé austral renferme des types spéciaux, qui sont inconnus dans la zone équatoriale et que l'on rencontre aussi bien dans la République Argentine que dans l'Afrique du Sud. Ce sont notamment les Trigonies du groupe des *Pseudo-Quadratæ* (fig. 368), dont une espèce, *Trigonia conocardiiformis*, est commune aux deux régions [184]. Si la faune des couches d'Uitenhage n'a que fort peu d'affinités avec les faunes éocrétacées d'Europe, plusieurs de ses espèces les plus caractéristiques se retrouvent, par contre, comme on l'a vu plus haut (p. 1221, 1231), non seulement sur la côte orientale de l'Afrique, mais encore dans les couches d'Oumia de la région de Katch, dans le Nord-Ouest de l'Inde péninsulaire. On pourrait se demander si ces éléments australx n'ont pas été amenés dans l'hémisphère Nord par des courants froids qui auraient suivi le canal de Mozambique; mais il ne faut pas oublier que les genres équatoriaux *Duvalia* et *Pseudobelus* ont été rencontrés par P. Lemoine [XXXVII, 75] dans les dépôts valanginiens du Nord de Madagascar. Ajoutons enfin que les Lamellibranches et les Gastéropodes de l'Hauterivien de Patagonie appartiennent tous à des espèces spéciales, que l'on ne retrouve même plus dans les régions plus septentrionales de l'Amérique du Sud.

A l'époque Mésocrétacée la détermination des provinces zoologiques devient extrêmement difficile. Si l'on peut sans peine délimiter une *zone équatoriale*, il est malaisé de définir une *zone boréale* autrement que par des caractères négatifs. La raison doit en être cherchée dans le fait que nous ne connaissons aucun dépôt mésocrétacé marin dans les régions circumpolaires de l'hémisphère Nord. Il est probable, dès lors, que l'océan Arctique, qui, très vraisemblablement, renfermait une faune spéciale, ne communiquait que difficilement avec la Thetys et avec le géosynclinal circumpacifique, de sorte que les éléments caractéristiques de cette faune n'avaient pas la faculté de se propager vers le Sud. Quant à la *zone australe*, rien ne permet jusqu'ici d'affirmer son existence propre.

Les conditions zoogéographiques de l'époque Albienne sont très particulières et doivent être discutées à part. Tandis que, à l'Éocré-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

tacé, les formations coralligènes et les calcaires à Rudistes jouent, dans toute la zone équatoriale, un rôle capital, il n'en est plus de même à l'Albien. On ne connaît de calcaires à Rudistes que l'on puisse d'une manière certaine attribuer à l'Albien qu'au Texas; ailleurs, ces formations zoogènes font place à des formations argileuses, où les gros Foraminifères, les Zoanthaires à polypiers composés, les Rudistes, les Gastéropodes à test épais manquent à peu près totalement. Certes les conditions bathymétriques de l'époque ne sont pas étrangères à cet envasement des régions néritiques, mais on ne peut écarter entièrement l'hypothèse que les conditions thermiques y soient pour quelque chose. L'Albien paraît être une de ces « périodes froides » sur lesquelles H. Douvillé [391] a attiré l'attention et qui coïncident, d'après cet auteur, avec un renouvellement de la faune et avec des mouvements orogéniques, et il semble que l'on puisse en dire autant de l'Hauterivien, dont les Rudistes ne sont pas mieux connus que ceux de l'Albien (voir le tableau p. 1169).

Au Cénomanien, les formations zoogènes prennent de nouveau une grande importance et elles continueront à jouer le même rôle jusqu'à la fin de la période Crétacée, avec des variations, d'ailleurs peu considérables, dans leur extension vers le nord et le sud.

C'est Ferdinand Rœmer [68] qui, dès 1852, mit en évidence la localisation des couches à Rudistes dans les basses latitudes et qui, en même temps, attribua à des causes climatiques cette localisation. Ces conclusions, établies pour l'Amérique du Nord et pour l'Europe, furent ensuite étendues par M. Neumayr [XXXVII, 10] à toute la zone équatoriale, et H. Douvillé [5] les compléta en montrant que les grands Foraminifères possèdent la même répartition géographique que les Rudistes et en précisant, pour les étages successifs, les limites de cette répartition.

Au Cénomanien, les Rudistes pénètrent par le détroit du Poitou dans le Sud-Ouest du bassin de Paris et on les rencontre encore plus au nord, sur les bords du massif Ardennais et de la Bohême. Au Turonien, leur limite septentrionale est refoulée vers le sud. D'ailleurs les calcaires zoogènes ne dépassent pas le bassin de l'Aquitaine et le Sud du bassin du Rhône. Munier-Chalmas [392] a émis l'hypothèse que des courants chauds introduisaient les faunes méridionales, par le détroit du Poitou, dans le bassin de Paris, tandis que des courants froids se déversaient du bassin de Paris, par le détroit Morvano-Vosgien, dans le bassin du Rhône, empêchant les Rudistes de se développer dans le Jura et dans le Languedoc, où cependant les formations zoogènes jouaient un rôle très important

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

jusqu'à l'Aptien. De même, dans l'Europe orientale, les calcaires à Rudistes n'arrivent plus, vers le nord, ni dans les Karpates, ni en Crimée, ni au Caucase.

En Asie, les Rudistes font totalement défaut au Turkestan, mais ils prennent un grand développement dans le Turonien de la Perse méridionale, dans l'Himalaya et dans l'arc Malais. Ils manquent également au Japon. En Amérique, ils sont très abondants au Mexique, mais ils n'existent ni au Canada, ni en Californie, ni dans le Centre des États-Unis.

Dans l'hémisphère Sud, aucune formation zoogène d'âge mésocrétacé n'a encore été signalée ni à Madagascar, ni en Australie, ni dans l'Amérique du Sud; on connaît cependant au Congo des calcaires turoniens à Nérinées et Actéonelles et l'on a recueilli des *Radiolites* dans l'Afrique Orientale Allemande.

Dans toutes les régions situées au nord et au sud de la zone équatoriale, qui sont caractérisées par l'absence des Orbitolines, des Zoanthaires, des Rudistes et des Gastéropodes à test épais, il est impossible de citer un seul genre de Céphalopodes qui leur soit propre et qui puisse servir à définir, autrement que par des caractères négatifs, les zones boréale et australe, qu'il vaut mieux, dans ces conditions, qualifier de *zone tempérée nord* et *sud*.

On a essayé de distinguer, dans la zone équatoriale, des provinces zoologiques, basées sur la localisation de certains genres. Kossmat [393] a mis en opposition un *type atlantique* ou *méditerranéen* et un *type pacifique*, auquel il rattachait le Crétacé de l'Inde; mais cette distinction n'est réellement fondée que pour les faunes néocrétacées. Au Cénomanien, les plus grandes affinités s'observent entre les faunes du Pérou et celles du « faciès africain » des régions méditerranéennes, caractérisé par l'abondance des *Hemiaster* (fig. 382), des *Archiacia* (fig. 384) et des Huîtres plissées. On constate de même les plus grandes analogies entre les faunes de l'Europe et celles de l'Inde et de Madagascar. Kossmat avait cru constater, au Turonien, des différences telles entre les faunes de l'Inde péninsulaire et celles de l'Europe qu'il supposait que les communications entre les deux régions n'avaient pu avoir lieu que par le détour de l'Afrique australe. *Fagesia superstes* (fig. 387) et *Neoptychites Telinga*, qui pouvaient être envisagés comme des espèces plus particulièrement spéciales au Turonien de l'Inde, ont été cependant retrouvés depuis en Algérie et en Tunisie. On pourrait toutefois caractériser la province atlantique du Turonien par la présence des genres *Vascoceras* (fig. 386) et *Pseudotissotia*, qui se rencontrent dans la pénin-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

sule Ibérique, dans l'Afrique du Nord, au Soudan et au Brésil et ne sont pas connus encore dans le Turonien indo-pacifique.

Au début de l'époque Néocrétacée, les limites septentrionale et méridionale de la zone équatoriale sont restées à peu près les mêmes qu'au Turonien, et les Rudistes, ainsi que les Invertébrés qui les accompagnent, sont assez rigoureusement cantonnés dans ces limites, qu'ils ne franchissent qu'exceptionnellement, pénétrant dans des régions où ils se trouvent à l'état tout à fait sporadique. Au Maestrichtien, en même temps que la mer envahit des régions précédemment exondées, les *Orbitoides*, les *Hemipneustes* et les Rudistes s'avancent de nouveau vers le nord jusque sur le bord septentrional du massif Ardennais, tandis que, plus à l'est, ils sont refoulés vers le sud jusqu'en Serbie et en Asie Mineure. On les retrouve ensuite sur le bord méridional de l'arc Iranien et dans l'Himalaya. En Amérique, les *Orbitoides*, les Zoanthaires, les Rudistes et les Actéonelles abondent aux Antilles; au Mexique et au Texas, ils sont déjà plus rares et ils font totalement défaut dans le Centre et l'Est des États-Unis. Il est difficile, dans l'état actuel de nos connaissances, de préciser les limites méridionales des faciès à Rudistes du Sénonien en général et du Maestrichtien en particulier.

Au nord et au sud de la zone équatoriale s'étendent, comme à l'époque Mésocrétacée, des régions où les *Orbitoides*, les Zoanthaires à polypiers composés, les Rudistes et les Gastéropodes à test épais sont totalement absents, mais qui étaient, par contre, caractérisées, à l'époque Néocrétacée, par la présence de types spéciaux, inconnus dans la zone équatoriale, au premier rang desquels on doit placer le genre *Belemnitella* (fig. 394), avec son sous-genre *Actinocamax* (fig. 393). Ses représentants se rencontrent principalement dans des couches où ils sont associés aux genres *Micraster*, *Offaster*, *Cardiaster*, *Ananchytes*, parmi les Échinides; *Crania*, *Magas*, *Rhynchora*, *Trigonosemus*, parmi les Brachiopodes; *Neithea*, *Pycnodonta*, *Inoceramus*, parmi les Lamellibranches, pour ne citer que les plus caractéristiques. Ce faciès de la craie blanche a son maximum d'extension au Maestrichtien, où il envahit des régions qui, aux époques précédentes, étaient occupées par les faciès à Rudistes et notamment les Alpes orientales, comme l'a montré récemment E. Suess [0,22, III]. Dans l'Est de l'Europe, il s'étend vers le sud jusque dans les Balkans, la Crimée et le Caucase. En Asie, on le rencontre dans le Sud-Ouest de la Sibérie et jusque dans le Nord de la Perse. On ne connaît pas de formations analogues sur le pourtour du Pacifique, si ce n'est dans l'Alaska, où a été signalé le genre *Belemnitella;* par contre, aux

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Etats-Unis, la faune de la Craie blanche se retrouve dans les argiles noires et dans les marnes et sables glauconieux du rivage atlantique. Le genre *Belemnitella* existe également dans les états du Centre.

Rien ne nous autorise à envisager la faune de la Craie blanche comme une faune boréale, car elle n'est connue nulle part dans les terres arctiques. De plus, L. Cayeux a montré [VIII, 11] que la composition de cette faune est inconciliable avec des eaux à température basse. Nous qualifierons donc la zone située au nord de la zone équatoriale, en lui donnant le nom de *zone tempérée septentrionale*.

Cette zone semble avoir son pendant dans l'hémisphère sud. En effet, tandis que les Bélemnitelles sont inconnues dans la zone équatoriale, on cite une forme voisine de *Belemnitella mucronata*, associée à un *Micraster*, dans les couches néocrétacées du Queensland.

Par contre, les Bélemnitelles et les genres qui les accompagnent paraissent ne pas avoir pénétré — sauf dans l'Alaska — dans le géosynclinal circumpacifique, dont la faune est remarquablement uniforme, notamment au Maestrichtien (p. 1349). A côté des derniers *Phylloceras*, de *Pseudophyllites Indra* (fig. 402) et de quelques représentants des genres *Tetragonites* (fig. 380), *Gaudryceras*, *Puzosia* et *Parapachydiscus*, qui se trouvent également dans les formations de l'Afrique du Nord, elle comprend le genre *Kossmaticeras* (fig. 401), qui se retrouve dans l'Inde péninsulaire, mais n'est connu ni à Madagascar, ni dans l'Afrique australe, ni dans les régions méditerranéennes et atlantiques. On peut l'envisager comme l'élément le plus caractéristique d'une *province indo-pacifique*. Celle-ci empiète sur les hautes latitudes et semble interrompre la continuité de la zone équatoriale.

La zone équatoriale comprend elle-même au moins deux provinces. Il est vrai que le genre *Tissotia* (fig. 398) se rencontre depuis le Pérou jusque dans les Moluques, en passant par la France méridionale, la Tunisie et l'Égypte, caractérisant partout les formations néritiques du Coniacien. Mais H. Douvillé [7] a montré que les Hippurites se répartissaient en trois provinces bien distinctes : la *province orientale*, qui comprend les régions alpine et méditerranéenne, l'Asie Mineure et la Perse; la *province occidentale*, avec les bassins français et la Catalogne; la *province américaine*, réduite au Mexique et au Texas. Chacune d'elles a ses espèces propres, mais, à aucun moment, elles n'ont cessé de communiquer entre elles. On pourrait, en outre, distinguer une *province africaine*, où les Hippurites font presque totalement défaut, mais qui est caractérisée, au Maestrichtien, par *Omphalocyclus macropora*, *Exogyra Overwegi*,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Roudaireia auressensis (fig. 399), qui se retrouvent depuis l'Algérie jusqu'au Béloutchistan, en passant par l'Égypte et la Syrie, et, vers le sud, jusque dans l'Angola, en passant par le Sahara. Le genre *Nœtlingia* peut être considéré comme spécial à cette province.

La répartition des faunes bathyales est indépendante de celle des zones néritiques; ainsi le géosynclinal dinarique se poursuit depuis la Vénétie jusqu'en Andalousie, à travers l'Apennin, la Tunisie septentrionale et le Tell algérien. Il est caractérisé par l'absence des Bélemnitelles et par la présence d'Échinides spéciaux, appartenant aux genres *Stenonia*, *Stegaster*, *Scagliaster*, *Cardiaster*, *Ovulaster*.

Ces faits montrent bien que la délimitation des provinces n'a qu'une valeur secondaire. Ce qui importe davantage, c'est la division des mers néocrétacées en zones homœozoïques et ici il ne peut y avoir de doute que leur individualisation résulte, comme aux époques précédentes, de la différenciation des climats. Les variations fréquentes que nous avons constatées, dans la position des limites respectives de la zone équatoriale et des zones tempérées, ne peuvent s'expliquer que par des modifications dans la direction des courants marins, imputables, selon toute probabilité, à des changements d'ordre paléogéographique.

Il ne faudrait cependant pas conclure à l'existence, pendant la période Crétacée, de basses températures dans les régions polaires. Une pareille déduction se trouverait contredite par la présence, sur la côte occidentale du Groenland, de couches renfermant les vestiges de trois flores successives très riches, correspondant approximativement aux époques Éocrétacée, Mésocrétacée et Néocrétacée (p. 1291). Les Dicotylédones deviennent plus abondantes à mesure que l'on s'élève dans la série et, en même temps, les Cycadées deviennent plus rares et font défaut dans les couches supérieures, ce qui semble attester un refroidissement graduel. D'ailleurs, dans les couches inférieures, on signale le genre *Artocarpus*, l'Arbre à pain, qui, de nos jours, habite les régions tropicales. Par contre, les Palmiers, dont on observe les restes dans l'Europe centrale et méridionale, ne paraissent pas avoir vécu au Groenland.

D'autre part, W. Gothan [XXXVII, 355 *bis*] a insisté sur l'existence de couches annuelles dans les troncs des Conifères des régions polaires et a rappelé que les bois fossiles décrits par Schenck du grès de Nubie ne présentent, d'après cet auteur, aucune trace de ces couches concentriques. Ainsi les variations saisonnières de la température, déjà accusées au Jurassique, n'ont fait que s'accentuer au Crétacé.

La présence de formations erratiques d'origine glaciaire, que l'on

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

avait signalée dans le Crétacé d'Australie, est tout à fait douteuse. Par contre, le caractère tropical du climat de l'Europe méridionale à l'époque Crétacée est nettement établi par les gisements de *bauxite* du Midi de la France, qui appartiennent à une couche située à la base des dépôts mésocrétacés. Ce précieux minerai peut être assimilé à une alluvion latéritique, formée par un cours d'eau descendant probablement du Plateau Central pendant la période d'exondation qui a précédé le retour de la mer à l'époque Albienne (fig. 372). Or on sait que la latérite ne prend naissance que sous un climat tropical.

Mouvements orogéniques et épirogéniques. — Si la période Jurassique est, en ce qui concerne les mouvements de l'écorce terrestre, une phase de repos relatif, la période Crétacée doit être, par contre, envisagée comme une ère de diastrophisme.

Des mouvements orogéniques intenses se sont manifestés, au cours de la période, dans la plupart des géosynclinaux, qui se traduisent fréquemment, dans ces régions, par l'existence de lacunes, correspondant à un ou à plusieurs étages, dans la série des dépôts crétacés. Le plissement des terrains constituant les géosynclinaux a donc abouti à une exondation partielle de ces zones essentiellement mobiles de l'écorce terrestre. Mais cette émersion a été de courte durée, car, vers la fin de la période, en général au Maestrichtien, la mer a repris possession des régions qu'elle avait abandonnées. Quelques exemples suffiront pour mettre en évidence le caractère général de ces faits.

Dans les Alpes occidentales, le géosynclinal dauphinois a persisté depuis le Lias jusqu'au Maestrichtien et, dans sa partie axiale, il est exclusivement constitué par des formations bathyales très épaisses et parfaitement continues dans le sens vertical. Sur son bord ouest, par contre, on observe partout, depuis le Dévoluy, au sud, jusqu'au massif de Morcles, au nord, une discontinuité à la base du Maestrichtien. L'Albien indique déjà un régime détritique, le Cénomanien est fréquemment absent et le Turonien manque toujours. Il en est de même du Coniacien, du Santonien et du Campanien. La preuve que cette lacune est due à une émersion est fournie par l'existence, au-dessous du Maestrichtien, de conglomérats d'origine torrentielle, découverts par P. Lory et G. Sayn dans le Sud du Vercors.

Dans les Alpes orientales et, en particulier, dans la nappe de Bavière, la lacune n'est pas moins importante, mais elle vient se placer un peu plus bas. Le Néocomien vaseux n'est jamais surmonté en concordance par les dépôts mésocrétacés. L'Aptien et l'Albien

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

manquent et le Cénomanien, lorsqu'il existe, débute par des conglomérats, dont les éléments, souvent empruntés au Trias, indiquent des dénudations extrêmement intenses avant le retour de la mer. Dans le sud et dans l'est de la région, la transgression marine a lieu en général seulement au Turonien et les couches de Gosau, qui débutent par des dépôts appartenant à cet étage, reposent presque toujours directement sur le Jurassique, ou même sur le Trias. Bien que l'on doive abandonner l'opinion longtemps en honneur parmi les géologues autrichiens, d'après laquelle les couches de Gosau se seraient déposées dans des fjords, creusés dans une chaîne antécrétacée (v. p. 1319), il est incontestable que d'importants mouvements orogéniques ont eu lieu, dans les Alpes orientales, au début de l'époque Mésocrétacée.

Sans aller jusqu'à admettre que les nappes elles-mêmes ont pris naissance avant cette époque, on ne peut nier l'intensité de ces mouvements, ni surtout celle des dénudations qui en ont été la suite. Dans les Karpates, qui doivent être envisagées comme le prolongement des Alpes vers l'est, ces phénomènes atteignent une telle ampleur que V. Uhlig s'est arrêté à l'hypothèse de l'âge antécénomanien des charriages [XXXVI, 54].

Dans la zone prépyrénéenne, des mouvements orogéniques se sont fait sentir au début de l'époque Mésocrétacée et le Cénomanien transgressif débute, comme dans les Alpes de Bavière, par un conglomérat à gros éléments [394]. Dans la zone sudpyrénéenne, la série crétacée débute, par contre, par le Campanien, qui repose soit sur les terrains paléozoïques supérieurs, soit sur la granite.

Dans le géosynclinal qui entoure la Méditerranée occidentale, rien n'indique des mouvements orogéniques d'une importance comparable à ceux dont les Alpes ont été le théâtre, mais il paraît incontestable qu'à la fin de l'époque Mésocrétacée la profondeur des eaux a considérablement diminué. Peut-être même certains points avaient-ils subi une émersion temporaire. C'est ainsi que, dans le Nord de la Tunisie et de l'Algérie, le Turonien fait défaut ou est représenté par des couches à Rudistes, intercalées au milieu d'une série exclusivement bathyale. De même, dans l'Apennin central, des calcaires à Rudistes turoniens se trouvent compris entre des formations bathyales cénomaniennes et sénoniennes. En Andalousie, le Turonien semble être entièrement absent.

Dans les zones de plissement de l'Asie méridionale, on constate que le Turonien est représenté par des calcaires à Rudistes dans le pays des Baktyaris, tandis qu'il fait entièrement défaut au Bélout-

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

chistan. Dans les deux pays, les termes inférieurs du Sénonien manquent et le Maestrichtien est transgressif. Il en est probablement de même dans la zone tibétaine, où cet étage fait suite au groupe Mésocrétacé, représenté par des calcaires à Rudistes ou par d'autres formations néritiques.

Les preuves de l'existence de mouvements orogéniques à l'époque Mésocrétacée sont encore plus évidentes dans le géosynclinal circumpacifique. Ainsi, au Japon, le Cénomanien, qui repose directement sur les terrains paléozoïques, est presque exclusivement détritique, de même que le Turonien. Dans les îles de la Reine-Charlotte et en Californie, le Cénomanien comprend des grès et des conglomérats grossiers et l'existence du Turonien est problématique. Au Chili, on ne connaît aucune trace de dépôts mésocrétacés. A la Terre de Graham, l'Albien paraît seul représenté. Dans la plupart de ces régions, notamment en Californie, au Chili, à la Terre de Graham, ainsi que dans l'île de Vancouver, les termes inférieurs du Sénonien sont inconnus et le Maestrichtien est manifestement transgressif.

Il est possible, en outre, que la transgression du Sénonien supérieur se soit fait sentir sur le versant oriental de l'Oural septentrional. D'autre part, les rives du détroit de Mozambique ont certainement été le théâtre d'oscillations synchroniques de celles que nous venons de constater dans les géosynclinaux et de même sens, car, sur la côte ouest de Madagascar, le Turonien est constitué par des grès d'origine continentale, et les termes inférieurs du Sénonien sont néritiques, tandis que le Maestrichtien est transgressif. Enfin, puisque la même transgression peut être observée sur la côte orientale de la péninsule de l'Indoustan, on est peut-être en droit d'assimiler à un mouvement orogénique posthume la formation du chenal qui sépare aujourd'hui l'île de Ceylan de cette péninsule et qui date, selon toute probabilité, du milieu de l'époque Crétacée.

Les MOUVEMENTS ÉPIROGÉNIQUES se sont également fait sentir, à diverses reprises, au cours de l'époque Crétacée; ils sont à peu près synchroniques des mouvements orogéniques, mais de signe contraire. Ces mouvements épirogéniques se manifestent principalement par l'ingression de la mer dans les aires d'ennoyage qui prennent naissance dans les aires continentales individualisées au cours des périodes précédentes. La direction des rivages est, dans ce cas, transversale par rapport à celle des plissements anciens, et non parallèle, comme dans le cas des mouvements orogéniques.

L'un des exemples les plus connus d'une pareille ingression est l'invasion du bassin de Paris, par le détroit Morvano-Vosgien, peu

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

après le début de la période. Au Valanginien, la mer ne semble pas s'être avancée vers le nord, le long du Plateau Central, au delà de Chalon-sur-Saône, mais, à l'Hauterivien, elle occupe déjà une grande largeur dans le sud-ouest du bassin de Paris et elle pénètre vers le nord-ouest jusque dans le pays de Bray. Au Barrémien, par contre, elle est réduite à un étroit chenal, qui traverse le département de l'Aube, tandis que le reste du bassin est envahi par le faciès lagunaire, et elle pénètre, à ce moment, jusque dans le Sud de l'Angleterre. A l'Aptien, elle dépasse les limites qu'elle occupait à l'Hauterivien, de sorte que des communications faciles s'établissent entre le bassin Anglo-Parisien et le Yorkshire.

A l'Albien, la transgression s'accentue encore, surtout dans l'est du bassin, et c'est au Cénomanien qu'elle atteint son maximum. Elle déborde même sur les aires de surélévation qui encadrent l'aire d'ennoyage ; ainsi elle recouvre, sans doute en totalité, le massif de l'Ardenne et, partiellement, l'Écosse, l'Irlande et le massif Armoricain.

C'est aussi à l'époque cénomanienne que l'ennoyage des plis qui réunissent le massif Armoricain au Plateau Central permet à nouveau la communication du bassin de Paris avec le bassin de l'Aquitaine par le détroit du Poitou et la pénétration de la mer dans les Charentes et dans la Dordogne.

Des ingressions analogues se produisent en Europe dans la péninsule Ibérique, notamment dans l'Aragon et dans l'Ouest du Portugal, où la mer envahit des dépressions, qui doivent être assimilées à des aires d'ennoyage des plissements armoricains. Ici aussi, l'invasion marine débute à l'Éocrétacé et atteint son maximum au Cénomanien ou peut-être seulement au Turonien. Les conditions dans lesquelles les eaux de la mer mésocrétacée pénètrent dans l'intérieur de l'Afrique ne peuvent être précisées, en l'absence de données exactes sur les limites de cette mer, mais il est probable que, là aussi, il s'agit d'une ingression dans une aire d'ennoyage.

D'autres aires continentales sont envahies sur leur périphérie, par suite de l'affaissement général qu'elles subissent. C'est ainsi que la transgression albienne et cénomanienne se manifeste sur la plateforme Russe et que le bord méridional du bouclier Baltique est recouvert par la mer au Coniacien et, d'une manière plus générale, au Campanien.

Le bord occidental du bouclier Canadien est immergé, après une longue exondation, au Cénomanien. Par contre, le bord méridional et oriental ne sont envahis qu'au Campanien. C'est peut-être de la même époque que date l'arrivée de la mer sur la côte ouest du

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Groenland et, par conséquent, la formation de la baie de Baffin.

Le début de la segmentation du continent Africano-Brésilien remonte probablement à l'époque Mésocrétacée, car c'est tantôt par l'Albien, tantôt par le Cénomanien, tantôt par le Turonien que débute la série secondaire, sur les côtes du Brésil et de l'Afrique occidentale.

La transgression mésocrétacée s'étend également au grand plateau désertique de l'Afrique du Nord et de l'Arabie, y compris Sokotora, au Nord de l'Inde péninsulaire, à l'île de Bornéo et à l'Australie. Elle correspond au maximum de l'immersion des aires continentales. Ed. Suess avait reconnu, dès 1875 [XII, 8], la grande généralité de la transgression cénomanienne, dont Alcide d'Orbigny avait, longtemps auparavant, reconnu l'importance en Europe. L'auteur de ce Traité [XII, 9], et, après lui, A. de Grossouvre [394] ont montré que « la transgression cénomanienne n'est qu'une phase dans une longue série de mouvements positifs de la mer, série qui débute au Néocomien » et se continue jusqu'au Turonien.

La transgression mésocrétacée n'est cependant pas universelle; elle n'est pas davantage équatoriale, car elle fait sentir ses effets, en Amérique, jusqu'à l'embouchure du Mackenzie; elle n'est pas non plus localisée dans un hémisphère. Mais elle est compensée, comme on vient de le montrer, par une régression qui se manifeste dans les géosynclinaux par l'absence de l'un ou l'autre des étages mésocrétacés ou par celle du groupe tout entier, ou encore par le caractère exclusivement néritique des dépôts. Le mouvement orogénique qui a donné lieu à cette exondation est synchronique d'un mouvement épirogénique de signe contraire, qui a entraîné l'invasion partielle, par la mer, des aires continentales. C'est un nouvel exemple de la loi que l'auteur a formulée en 1900 [XII, 9] et dont l'exposé se trouve au chapitre XXVIII de ce Traité.

De même, la transgression maestrichtienne, qui est due à un enfoncement général des géosynclinaux, est compensée par une tendance à l'exondation de nombreuses régions où se faisait sentir la transgression cénomanienne. Dans la Basse-Provence, dans le bassin du Rhône, dans le Nord de l'Espagne, au Portugal, sur les bords du bouclier Canadien, etc., les formations marines font place à des formations lagunaires.

Phénomènes volcaniques et métamorphisme. — Le réveil de l'activité orogénique à l'époque Crétacée a eu pour conséquence une recrudescence des phénomènes éruptifs.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

Dans les géosynclinaux, le plissement, suivi d'émersion, qui se manifeste souvent vers le milieu de la période, a été accompagné de l'intrusion de roches de profondeur et de phénomènes de métamorphisme.

La zone nord-pyrénéenne nous fournit un exemple fort intéressant des relations qui lient la présence de roches granitoïdes d'âge crétacé à la condition géosynclinale [56]. Dans les Hautes-Pyrénées, de nombreux filons minces de granites et de syénites traversent une série très épaisse de couches jurassiques, aptiennes et albiennes plus ou moins métamorphisées [60]. Les plus connus sont les syénites néphéliniques de Pouzac, si bien étudiées par A. Lacroix [395]. Dans l'Ariège, d'intéressantes roches basiques, les lherzolites des environs de Lherz et de Vicdessos, traversent non seulement les calcaires liasiques, qui sont fortement métamorphisés à leur contact, mais encore les calcaires éocrétacés, qui ont également subi le métamorphisme. A. Lacroix a montré avec évidence, dans un mémoire classique [396], que les phénomènes de contact sont dus, non à la roche basique elle-même, mais aux fumerolles alcalines qui ont accompagné sa venue. C'est aussi à des fumerolles que Léon Bertrand [60] attribue le métamorphisme général qu'ont subi les sédiments jurassiques et crétacés de la partie axiale du géosynclinal nord-pyrénéen, métamorphisme qui se traduit par la marmorisation des calcaires et la formation, dans leur masse, de divers silicates, en dehors de tout contact avec une roche éruptive quelconque.

Dans les géosynclinaux des Alpes, rien ne prouve que les roches de profondeur qui sont associées aux Schistes lustrés du Jurassique ont continué à se former à l'époque Crétacée. Par contre, dans le géosynclinal circumpacifique, on a signalé, en plusieurs points, notamment aux Antilles, des roches serpentineuses dans les formations bathyales de l'Éocrétacé.

On peut s'attendre à trouver, dans les zones affectées par les plissements mésocrétacés, des traces d'éruptions volcaniques immédiatement postérieures à ces plissements. Et, en effet, on a signalé des dykes ou des culots de teschénites, de diabases, d'andésites, etc., dans les terrains crétacés des Balkans, de l'arc Iranien, du Texas et des Andes. Mais on ne peut pas toujours affirmer que l'on n'est pas en présence d'éruptions post-crétacées, dont les appareils extérieurs ont disparu et dont il ne subsiste plus que les cheminées.

Enfin, les aires continentales ont été également le théâtre de manifestations volcaniques d'une grande ampleur. Les dépôts crétacés des régions arctiques sont quelquefois conservés, grâce aux coulées

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

basaltiques qui les ont préservés de la destruction. Dans l'Inde péninsulaire, les « trapps » du Dekkan constituent les coulées de roches d'épanchement les plus étendues que l'on connaisse à la surface du Globe. On a évalué leur superficie à 300 000 kmq et leur épaisseur maximum à plus de 2 000 m. On a vu plus haut (p. 1284) qu'elles reposent sur le Cénomanien et que des couches d'eau douce maestrichtiennes y sont intercalées, ce qui permet d'affirmer qu'elles sont en majeure partie éocrétacées.

---

1. — Leopold von Buch. Betrachtungen über die Verbreitung und die Grenzen der Kreide-Bildungen. *Verh. d. naturh. Ver. d. Preuss. Rheinl. u. Westph.*, 1849, p. 211-242, 1 carte.

2. — Le marquis de Saporta. Flore fossile du Portugal. Nouvelle contribution à la flore mésozoïque. *Direct. des Trav. géol. du Portugal.* 1 vol. in-4°, 288 p., 40 pl., 1894.

2 *bis*. — Lester F. Ward. Status of the Mesozoic Floras of the United States. II. *Monogr. of the U. S. Geol. Surv.*, XLVIII, 616 p., 119 pl., 1905.

3. — Alcide d'Orbigny, G. Cotteau, de Fromentel. Paléontologie française. Terrain crétacé. 7 vol. in-8° avec atlas (en cours). Paris, 1840 —.

3 *bis*. — F.-J. Pictet et G. Campiche. Description des fossiles du terrain crétacé des environs de Sainte-Croix. *Matér. pour la Paléont. Suisse*, 2-6e sér., 5 vol. in-4°, 280 + 752 + 558 + 352 + 158 p., 2 + 43 + 208 pl. Genève et Bâle, 1858-1872.

4. — Ferd. Stoliczka. Cretaceous Fauna of Southern India. *Palæontol. Indica.* 4 vol. in-4°, 216 + xiii + 500 + xxii + 537 + 202 p., 94 + 28 + 50 + 202 pl. Calcutta, 1861-1873.

5. — H. Douvillé. Sur la distribution géographique des Rudistes, des Orbitolines et des Orbitoïdes. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XXVIII, p. 222-235, 1900.

6. — Id. Distribution des Orbitolites et des Orbitoïdes dans la Craie du Sud-Ouest. *Ibid.*, 4e sér., II, p. 307-313, 1902.

7. — Id. Études sur les Rudistes. Revision des principales espèces d'Hippurites. *Mém. de la Soc. Géol. de Fr., Paléont.*, mém. n° 6, 236 p., 7 fig., 34 pl., 1891-1897.

8. — Ar. Toucas. Études sur la classification et l'évolution des Hippurites. *Ibid.*, mém. n° 30, 128 p., 175 fig., 17 pl., 1903-1904.

9. — Id. Études sur la classification et l'évolution des Radiolitidés. *Ibid.*, mém. n° 26 (en cours), 1907 —.

10. — W. Kilian. Lethæa geognostica. II. Das Mesozoicum, 3. Kreide. 1te Abth.: Unterkreide (Palæocretacicum). 1 vol. in-8° (en cours). Stuttgart, 1907.

11. — Charles Jacob. Études paléontologiques et stratigraphiques sur la partie moyenne des terrains crétacés dans les Alpes françaises et les régions voisines. *Thèses Fac. Sc. Paris*, 1 vol. in-8°, 315 p., 14 fig., 6 pl. Grenoble, 1907.

11 *bis*. — Clemens Schlüter. Cephalopoden der oberen deutschen Kreide. *Palæontographica*, XXI, p. 1-120, XXIV, p. 1-145, 55 pl., 1871-1876.

11 *ter*. — Id. Kreide-Bivalven. Zur Gattung Inoceramus, *Ibid.*, XXIV, p. 247-286, pl. XXXVI-XXXVIII, 1877.

12. — A. de Grossouvre. Recherches sur la Craie supérieure. *Mém.-Carte Géol. détail. de la France*. I. Stratigraphie générale. 1 vol. in-4°, 1 013 p., 39 tabl., 33 fig., 3 pl., 1901. II. Paléontologie. Les Ammonites de la Craie supérieure. 1 vol. in-4°, 264 p., 89 fig.; atlas in-4°, 39 pl., 1893.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

13. — S. Nikitin. Les vestiges de la période crétacée dans la Russie centrale. *Mém. Com. géol.*, V, 2, 205 p., 5 pl., 1 carte, 1888.

14. — Friedrich Adolph Roemer. Die Versteinerungen des Norddeutschen Kreidegebirges. 1 vol. in-4°, 145 p., 16 pl. Hannover, 1840.

15. — Hanns Bruno Geinitz. Charakteristik der Schichten und Petrefacten des sächsischen Kreidegebirges. 1 vol. in-4°, 116 + xxv p., 24 pl. Dresden und Leipzig, 1839-1842.

16. — Id. Das Quadersandsteingebirge oder Kreidegebirge in Deutschland. 1 vol. in-8°, 293 p., 12 pl. Freiberg, 1849-1850.

17. — Id. Das Elbthalgebirge in Sachsen. *Palæontographica*, XX, viii + 319 + 245 p., fig., 67 + 36 pl., 1871-1875.

18. — William Henry Fitton. Observations on some of the Strata between the Chalk and Oxford Oolite, in the South-East of England. *Trans. of the Geol. Soc. of London*, 2d ser., IV, p. 103-400, pl. VII-XXIII, 1836.

19. — Frederick Dixon. The Geology of Sussex; or the Geology and Fossils of the Tertiary and Cretaceous Formations of Sussex. New Edition, revised and augmented by T. Rupert Jones, 1 vol. in-4°, 469 p., fig., 64 pl. Brighton, 1878.

20. — A. J. Jukes-Browne. The Cretaceous Rocks of Britain, with contributions by William Hill. *Mem. of the Geol. Surv. of the Un. Kingdom*. 3 vol., xiv + 499 + xiii + 568 + x + 566 p., 85 + 87 + 79 fig., 509 pl., 1900-1904.

21. — Charles Barrois. Recherches sur le Crétacé supérieur de l'Angleterre et de l'Irlande. *Thèses Fac. Sc. Paris*. 1 vol. in-4°, 232 p., 3 pl., 16 fig. Lille, 1876.

22. — Id. Mémoire sur le terrain crétacé des Ardennes et des régions voisines. *Annales Soc. Géol. du Nord*, V, p. 227-487, fig., 1878.

23. — A. de Lapparent. Le Pays de Bray. *Mém. pour servir à l'explication de la Carte géol. dét. de la France*. 1 vol. in-4°, 182 p., 20 fig., 4 pl. Paris, 1879.

24. — A. Leymerie. Mémoire sur le terrain crétacé du département de l'Aube. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 1re sér., IV, p. 291-364, pl. XVI-XVII, 1840; V, p. 1-34, pl. I-XVIII, 1842.

25. — D'Archiac. Description géologique du département de l'Aisne. *Ibid.*, 1re sér., V, p. 129-418, 4 tabl., pl. XXI-XXXI, 1843.

26. — Charles Lory. Description géologique du Dauphiné. 1 vol. in-8°, 748 p., 33 fig., 2 cartes, 5 pl. Paris et Grenoble, 1860-1864.

27. — Jean-Emmanuel Fallot. Étude géologique sur les étages moyens et supérieurs du terrain crétacé dans le Sud-Est de la France. *Annales des Sc. géol.*, XVIII, 1, 268 p., 41 fig., 8 pl., 1885.

27 *bis*. — F. Leenhardt. Étude géologique de la région du Mont-Ventoux. *Thèses Fac. Sc. Montpellier*. 1 vol. in-4°, 273 p., 35 fig., 4 pl., 1 carte. Montpellier et Paris, 1883.

28. — Aristide Toucas. Mémoire sur les terrains crétacés des environs du Beausset (Var). *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 2e sér., IX, 65 p., fig., 1 carte, 1873.

29. — Louis Collot. Description du terrain crétacé dans une partie de la Basse-Provence. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XVIII, p. 49-102, 4 fig., 1890; XIX, p. 39-92, 7 fig., pl. VI, 1891.

29 *bis*. — Ph. Matheron. Recherches paléontologiques dans le Midi de la France. In-4°, 12 p., 41 pl. (inachevé). Marseille, 1878-1880.

30. — E. Renevier. Monographie des Hautes-Alpes Vaudoises. *Matér. pour la Carte géol. de la Suisse*, XVI, 563 p., 128 fig., 1 tabl., 7 pl., 1890.

31. — F. J. Kaufmann. Geologische Beschreibung des Pilatus. *Ibid.*, V, 169 p., 11 pl., 1867.

32. — Carl Burckhardt. Monographie der Kreideketten zwischen Klönthal, Sihl und Linth. *Ibid.*, N. F., V, 205 p., 7 pl., 1896.

33. — Alb. Heim, Marie Jerosch, Arnold Heim, Ernst Blumer. Das Säntisgebirge. *Ibid.*, N. F., XVI, 654 p., 120 fig., 43 pl., 1905.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

34. — Mich. Vacek. Ueber Vorarlberger Kreide. Eine Localstudie. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XXIX, p. 659-758, 4 fig., pl. XVIII, XIX, XIXa, 1879.

34 *bis*. — M. Schlosser. Zur Geologie des Unterinnthals. *Ibid.*, LIX, p. 525-574, 1909.

35. — G. G. Gemmellaro. Sui terreni cretacei della Sicilia. *Bull. d. Soc. di Sc. nat. ed econom. di Palermo,* seduta del 12 giugno 1878.

36. — Giovanni Di-Stefano. Studj stratigrafiche e paleontologiche sul sistema cretaceo della Sicilia. I. Gli strati con Caprotina di Termini-Imerese. *Atti d. R. Accad. di Sc., Lett. e Belle Arti*, X, XVI + 44 p., 10 pl., Palermo, 1888. II. I calcari con Polyconites di Termini-Imerese. *Palæontogr. Ital.*, IV, p. 1-46, 5 fig., pl. I-V, 1898.

37. — L. Pervinquière. Étude géologique de la Tunisie centrale. *Régence de Tunis. Direction générale des Trav. publics. Carte géol. de la Tunisie.* 1 vol. gr. in-4°, 364 p., 42 fig., 3 pl., 1 carte. Paris, 1893.

38. — Id. Études de Paléontologie tunisienne. I. Céphalopodes des terrains secondaires. *Ibid.*, 1 vol. gr. in-4°, 438 p., 158 fig.; 1 atlas gr. in-4°, 27 pl. Paris, 1907.

38 *bis*. — Philippe Thomas. Essai d'une description géologique de la Tunisie. I. Aperçu sur la Géographie physique; II. Stratigraphie des terrains paléozoïques et mésozoïques. *Expl. scient. Tunisie.* 1 vol. in-8°, 728 p., 110 fig. Paris, 1907, 1909.

39. — H. Coquand. Géologie et Paléontologie de la région sud de la province de Constantine. *Mém. Soc. d'ém. Prov.*, II, p. 1-320, 59 fig., 35 pl. in-4°, 1862.

40. — A. Peron. Essai d'une description géologique de l'Algérie pour servir de guide aux géologues dans l'Afrique française. *Annales des Sc. géol.*, XIV, art. n° 4, 202 p., fig., 1883.

41. — A. Pomel. Description stratigraphique générale de l'Algérie. *Carte géol. de l'Algérie.* 1 vol. in-8°, 211 p., 1889.

42. — E. Ficheur. Sur les terrains crétacés du massif du Bou-Thaleb (Constantine). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XX, p. 393-427, 12 fig., pl. XIII, 1893.

43. — Id. Les plissements du massif de Blida, *Ibid.*, 3e sér., XXIV, p. 982-1041, 33 fig., pl. XXXI-XXXIII, 1897.

44. — A. Brives. Les terrains crétacés dans le Maroc occidental. *Ibid.*, 4e sér., V, p. 81-96, pl. I, 1905.

45. — Robert Douvillé. Esquisse géologique des Préalpes Subbétiques (partie centrale). *Annales Hébert*, IV; *Thèses Fac. Sc. Univers. Paris.* 1 vol. in-8°, 222 p., 19 fig., 21 pl. Paris, 1906.

46. — René Nicklès. Études géologiques sur le Sud-Est de l'Espagne. I. Terrains secondaires et tertiaires de la province d'Alicante et du Sud de la province de Valence. *Ibid.*, I. 1 vol. in-8°, 220 p., 69 fig., 10 pl. Lille, 1891.

47. — Paul Choffat. Recueil de monographies stratigraphiques sur le système crétacique du Portugal. I. Contrées de Cintra, de Bellas et de Lisbonne. II. Le Crétacique supérieur au Nord du Tage. *Direct. des Serv. géol. du Portugal.* 2 vol. in-4°, VIII + 68 + 287 p., 3 + 11 pl. Lisbonne, 1885-1900.

48. — Id. Recueil d'études paléontologiques sur la faune crétacique du Portugal. I. Espèces nouvelles ou peu connues. *Ibid.* 1 vol. in-4°, 171 p., 60 pl. Lisbonne, 1886-1902.

49. — Id. Note sur le Crétacique des environs de Torres-Vedras, de Peniche et de Cercal. *Commun. Comm. dos Trabalhos Geol.*, II, p. 171-215, 1892.

50. — Id. Le Crétacique dans l'Arrabida et dans la contrée d'Ericeira. *Ibid.*, VI, p. 1-55, 1 fig., 1 tabl., 1904.

51. — H. Coquand. Description géologique de la formation crétacée de la province de Teruel (ancien royaume d'Aragon). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 2e sér., XXVI, p. 144-173, pl. I, 1868.

52. — Jaime Almera. Étude stratigraphique du massif crétacé du littoral de la province de Barcelone. *Ibid.*, 3e sér., XXIII, p. 564-571, 1896.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

53. — R. Chudeau. Contribution à l'étude géologique de la Vieille-Castille. *Thèses Fac. Sc. Paris.* 1 br. in-8°, 92 p., 15 fig., 1 pl. Paris, 1896.

54. — L. Carez. Étude des terrains crétacés et tertiaires du nord de l'Espagne. *Ibid.* 1 vol. in-8°, 327 p., 71 fig., 8 pl. Paris, 1881.

55. — Luis Mariano Vidal. Nota acerca del sistema cretáceo de los Pireneos de Cataluña. Cámidos y Rudistos. *Bol. de la Comis. del Mapa Geol. de España*, IV, p. 257-372, pl. I-VII, 1878.

55 *bis*. — Ch. Barrois. Mémoire sur le terrain crétacé du bassin d'Oviédo (Espagne). *Annales des Sc. géol.*, X, n° 1, 40 p., 1879.

56. — Léon Bertrand. Contribution à l'histoire stratigraphique et tectonique des Pyrénées orientales et centrales. *Bull. Serv. Carte géol. France*, n° 118, 183 p., 40 fig., 5 pl., 1908.

57. — Jean Seunes. Recherches géologiques sur les terrains secondaires et l'Éocène inférieur de la région sous-pyrénéenne du Sud-Ouest de la France (Basses-Pyrénées et Landes). *Thèses Fac. Sc. Paris.* 1 vol. in-8°, 250 p., 9 pl., Paris, 1890.

57 *bis*. — Eugène Fournier. Études sur les Pyrénées basques (Basses-Pyrénées, Navarre et Guipuzcoa). *Bull. Serv. Carte géol.*, n° 121, 57 p., 33 fig., 1908.

58. — A. Leymerie. Description géologique et paléontologique des Pyrénées de la Haute-Garonne. 1 vol. in-8°, 1010 p., atlas in-4°, 51 pl., 1 carte géol. 1/200 000. Toulouse, 1881.

59. — Croisiers de Lacvivier. Études géologiques sur le département de l'Ariège et en particulier sur le terrain Crétacé. *Thèses Fac. Sc. Paris.* 1 vol. in-8°, 304 p., 63 fig., 5 pl. Paris, 1884.

60. — L. Carez. La Géologie des Pyrénées françaises. *Mém. carte géol. dét. de la France.* 6 fasc. in-8°, 3900 p., 39 pl., 1904-1909.

61. — Louis Doncieux. Monographie géologique et paléontologique des Corbières orientales. *Thèses Fac. Sc. Lyon.* 1 vol. in-8°, 404 p., 68 fig., 9 pl. Lyon, Paris, 1903.

62. — J. Deprat. Étude géologique et pétrographique de l'île d'Eubée. *Thèses Fac. Sc. Paris.* 1 vol. in-8°, 231 p., 150 fig., 15 pl. Besançon, 1904.

62 *bis*. — E. Fournier. Description géologique du Caucase central. *Thèses Fac. Sc. Paris.* 1 vol. in-4°, 296 p., fig., 23 pl., 1 carte. Marseille, 1896.

63. — N. Karakasch. Dépôts crétacés du versant septentrional de la chaîne principale du Caucase et leur faune. 1 vol. in-4°, 205 p., 7 fig., 8 pl. (en russe, résumé en français). St-Pétersbourg, 1897.

64. — Dim. J. Anthula. Ueber die Kreidefossilien des Kaukasus, mit einem Ueberblick über die Entwicklung der Sedimentärbildungen des Kaukasus. *Beitr. z. Pal. Œsterr.-Ung. u. d. Orients*, XII, p. 53-159, pl. II-XIV, 1899.

64 *bis*. — H. Douvillé. Sur la constitution géologique des environs d'Héraclée (Asie-Mineure). *C. R. Ac. Sc.*, CXXII, p. 678-680, 1896.

65. — S. G. Morton. Synopsis of the Organic Remains of the Cretaceous Group of the United States. 1 vol. in-8°, 88 p., 19 pl. Philadelphia, 1834.

66. — Charles A. White. Correlation papers. Cretaceous. *Bull. of the U. S. Geol. Surv.*, n° 82, 273 p., 12 pl., 1891.

66 *bis*. — J. F. Whiteaves. The Cretaceous System in Canada. Presidential Address. *Trans. of the Roy. Soc. of Canada*, Sect. IV, 1893, p. 3-19.

66 *ter*. — J. S. Diller and T. W. Stanton. The Shasta-Chico Series. *Bull. of the Geol. Soc. of Amer.*, V, p. 435-464, 2 fig., 1893.

67. — F. B. Meek. A Report on the Invertebrate Cretaceous and Tertiary Fossils of the Upper Missouri Country. *Rep^t on the U. S. Geol. Surv. of the Territories*, IX, LXIV + 629 p., 85 fig., 45 pl., 1876.

68. — Ferdinand Rœmer. Die Kreidebildungen von Texas und ihre organischen Einschlüsse. 1 vol. in-4°, 100 p., 14 pl. Bonn, 1852.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

69. — ROBERT T. HILL. Geography and Geology of the Black and Grand Prairies, Texas, with detailed description of the Cretaceous Formations and special reference to artesian wells. *21st ann. Rept U. S. Geol. Surv.*, part VII, 666 p., 80 fig., 71 pl., 1901.

69 *bis*. — J. G. AGUILERA. Aperçu sur la Géologie du Mexique pour servir d'explication à la Carte géologique de l'Amérique du Nord. *Congr. géol. intern., C. R. de la Xe sess., Mexico, 1906*, p. 227-248, 1907.

70. — GUSTAV STEINMANN. Beiträge zur Geologie und Palæontologie von Südamerika. V. Beitrag zur Kenntniss der Kreideformation in Venezuela und Peru; VI. Beitrag zur Kenntniss der Kreideformation in Columbien, von K. GERHARDT. *Neues Jahrb. f. Miner.*, Beil.-Bd. XI, p. 65-208, 20 fig., 1 tabl., pl. I-V, 1897.

71. — ID. X. Ueber die Kreideformation in Südamerika und ihre Beziehungen zu anderen Gebieten, von W. PAULCKE. I. *Ibid.*, Beil.-Bd. XVII, p. 252-312, 5 fig., pl. XV-XVII, 1903.

72. — ID. XII. Beiträge zur Fauna des oberen Malm und der unteren Kreide in der argentinischen Cordillere, von OSKAR HAUPT. *Ibid.*, Beil.-Bd. XXIII, p. 187-236, pl. VII-X, 1907.

73. — ID. XIII. Beiträge zur Kenntniss der Kreideformation in Mittel-Peru, von RICHARD NEUMANN. *Ibid.*, Beil.-Bd. XXIV, p. 69-132, 2 fig., pl. I-V, 1907.

74. — OTTO WILCKENS. Die Meeresablagerungen der Kreide- und Tertiärformation in Patagonien. *Ibid.*, Beil.-Bd. XXI, p. 98-195, 3 fig., pl. V, 1905.

75. — E. DACQUÉ und E. KRENKEL. Jura und Kreide in Ostafrika. *N. Jahrb. f. Miner.*, Beil.-Bd. XXVIII, p. 150-232, 4 fig., 1909.

76. — MICHAEL VACEK. Neocomstudie. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XXX, p. 493-542, 1880.

77. — VICTOR UHLIG. Die Cephalopodenfauna der Wernsdorfer Schichten. *Denkschr. math.-naturw. Cl. Kais. Akad. Wiss.*, XLVI, p. 125-290, 32 pl., 1883.

78. — ÉMILE HAUG. Néocomien. *Gr. Encycl.*, XXIV, p. 929-934, 1898.

79. — J. SIMIONESCU. Synopsis des Ammonites néocomiennes. *Trav. du Labor. géol. de l'Univers. de Grenoble*, V, p. 109-143, 645-671, 1900.

80. — A. P. PAVLOW. Le Crétacé inférieur de la Russie et sa faune. I. Aperçu historique des recherches, suivi d'indications sur la distribution des mers et des terres aux différentes époques. II. Céphalopodes du Néocomien de Simbirsk. *Nouv. Mém. Soc. Imp. d. Natur. de Moscou*, XVI, 1, 84 p., 4 fig., 8 pl., 1901.

81. — N. A. BOGOSLOWSKY. Materialien zur Kenntniss der untercretacischen Ammoniten von Central- und Nord-Russland. *Mém. Comité géol.*, N. S., livr. 2, 161 p., 18 pl., 1902.

82. — WILHELM DUNKER. Monographie der Norddeutschen. Wealdenbildung. Ein Beitrag zur Geognosie und Naturgeschichte der Vorwelt, nebst einer Abhandlung über die in dieser Gebirgsbildung bis jetzt gefundenen Reptilien. 1 vol. in-4°, XXXII + 87 p., 21 pl. Braunschweig, 1846.

83. — C. STRUCKMANN. Die Wealden-Bildungen der Umgegend von Hannover. Eine geognostisch-paläontologisch-statistische Darstellung. 1 vol. in-4°, 122 p., 5 pl. Hannover, 1880.

84. — A. VON KŒNEN. Ueber des Alter des norddeutschen Wälderthon's (Wealden). *Nachr. K. Ges. Wiss. Göttingen, math.-phys. Kl.*, 1899, p. 311-314.

85. — ID. Die Ammoniten des Norddeutschen Neocom (Valangien, Hauterivien, Barrêmien und Aptien). *Abh. d. K. Preuss. geol. Landesanst.*, N. F., n° 24, 449 p., 2 fig., atlas 55 pl., 1902.

86. — E. STOLLEY. Die Gliederung der norddeutschen unteren Kreide. *Centralbl. f. Miner.*, 1908, p. 107-124, 140-151, 162-175, 211-220, 242-250.

87. — A. WOLLEMANN. Die Bivalven und Gastropoden des deutschen und

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

holländischen Neocoms. *Abh. d. K. Preuss. geol. Landesanst.*, N. F., n° 31, 180 p., atlas in-4°, 8 pl., 1900.

88. — M. NEUMAYR und V. UHLIG. Ueber Ammonitiden aus den Hilsbildungen Norddeutschlands. *Palæontographica*, XXVII, p. 129-203, pl. XV-LVII, 1881.

89. — O. WEERTH. Die Fauna des Neocomsandsteins im Teutoburger Wald. *Palæont. Abh. v. Dames u. Kayser*, II, p. 1-77, pl. I-XI, 1884.

90. — A. VON KŒNEN. Ueber die Untere Kreide Helgolands. *Abh. d. K. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, math.-phys. Kl.*, N.F., III, n° 2, 62 p., 4 pl., 1904.

91. — A. MICHALSKI. Sur la présence du Wealdien et du Néocomien dans la partie nord-ouest de la Pologne. *Bull. Com. géol. St-Pétersb.*, XXII, p. 339-364, fig., 1903.

92. — A. DE MONTMOLLIN. Mémoire sur le terrain crétacé du Jura. *Mém. Soc. neuchâteloise*, I, p. 49-65, 1835.

93. — CH. LORY. Mémoire sur les terrains crétacés du Jura. *Mém. Soc. d'Émul. du Doubs*, III, p. 235-290, pl., 1857.

94. — J. MARCOU. Sur le Néocomien dans le Jura et son rôle dans la série stratigraphique. *Arch. des Sc. phys. et nat.*, IV, p. 42-66, 113-154, 1859.

95. — AUGUSTE JACCARD. Jura Vaudois et Neuchâtelois. *Matér. pour la carte géol. de la Suisse*, 6e livr., 342 p., 2 cartes, 8 pl., 1869. Supplément à la description du Jura Vaudois et Neuchâtelois. *Ibid.*, 7e livr., 79 p., 5 pl., 1870.

96. — E. BAUMBERGER et H. MOULIN. La série néocomienne à Valangin. *Bull. Soc. Neuchâteloise des Sc. Nat.*, XXVI, p. 150-210, 6 fig., 2 pl., 1899.

97. — E. BAUMBERGER. Ueber Facies und Transgressionen der unteren Kreide am Nordrande der mediterrano-helvetischen Bucht im westlichen Jura. *Wiss. Beilage zum Ber. d. Töchterschule in Basel*, 1900-1901, 44 p., 2 pl., 1901.

98. — Fauna der unteren Kreide im westschweizerischen Jura. *Abh. d. schweizer. pal. Ges.*, XXX (en cours), 1903 —.

99. — P. DE LORIOL. Monographie des couches de l'étage valangien des carrières d'Arzier (canton de Vaud). *Matér. pour la Paléont. Suisse*, 4e sér., II, 110 p., 9 pl., 1868.

100. — P. DE LORIOL ET V. GILLIERON. Monographie paléontologique et stratigraphique de l'étage Urgonien inférieur du Landeron (canton de Neuchâtel). *Nouv. Mém. Soc. Helv. Sc. Nat.*, XXIII, mém. 5, 124 p., 8 pl., 1869.

101. — J. CORNUEL. Mémoire sur les terrains crétacé inférieur et supra-jurassique de l'arrondissement de Vassy (Haute-Marne). *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 1re sér., IV, 4, p. 229-290, pl. XIII-XV, 1841.

102. — ID. Catalogue des coquilles de mollusques entomostracés et foraminifères du terrain crétacé inférieur de la Haute-Marne, avec diverses observations relatives à ce terrain. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 2e sér., VIII, p. 430-456, 1851.

103. — ID. Description des fossiles d'eau douce du fer oolithique ou fer néocomien supérieur de la Haute-Marne, observations y relatives, et importance de ces fossiles comme élément de classification régionale. *Ibid.*, 3e sér., II, p. 371-398, pl. XIII-XV, 1874.

104. — ID. Liste des fossiles du terrain crétacé inférieur de la Haute-Marne. *Ibid.*, 3e sér., XIV, p. 312-323, 1886.

105. — P. FLICHE. Contribution à la flore fossile de la Haute-Marne (Infracrétacé). *Bull. de la Soc. des Sc. de Nancy*, sér. 2, XVI, fasc. 34, p. 11-31, 2 pl., 1900.

106. — GEORGES BERTHELIN. Note sur les subdivisions de l'étage néocomien aux environs de Bar-sur-Seine. *Mém. de la Soc. acad. d'Agr., des Sc., Arts et Belles-Lettres de l'Aube*, XXXVIII, p. 237-253, 1874.

107. — A. PERON. Sur le Néocomien dans l'Yonne et l'Aube. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XVII, p. 533-540, 1889.

108. — ID. Études paléontologiques sur les terrains du département de

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

l'Yonne. Céphalopodes et Gastropodes de l'étage néocomien. *Bull. Soc. Sc. hist. et nat. de l'Yonne*, LIII, p. 67-210, pl. I-IV, 1900.

109. — Id. Note stratigraphique sur l'étage aptien dans l'Est du bassin de Paris. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., V, p. 359-378, 1905.

110. — A. de Lapparent. Note sur l'extension du crétacé inférieur dans le nord du bassin parisien. *Ibid.*, 2e sér., XXV, p. 284-289, 1868.

111. — Paul Lemoine. Sur la présence de fossiles marins dans le Néocomien inférieur du Pays de Bray. *Bull. Soc. des Amis des Sc. nat. de Rouen*, XLIII, p. 129-132, pl. I, 1908.

112. — H. Parent. Le Wealdien du Bas-Boulonnais. *Annales Soc. géol. du Nord*, XXI, p. 50-91, 6 fig., 1893.

113. — Id. Deuxième note sur le terrain Wealdien du Bas-Boulonnais. *Ibid.*, XXXII, p. 17-48, 13 fig., pl. I, 1903.

114. — J. Cornet et G. Schmitz. Note sur les puits naturels du terrain houiller du Hainaut et le gisement des Iguanodons de Bernissart. *Bull. Soc. Belge de Géol., de Pal. et d'Hydrol.*, XII, Mém. p. 301-318, 2 fig., pl. III-IV, 1902.

115. — H. Coquand. Sur la convenance d'établir dans le groupe inférieur de la formation crétacée un nouvel étage entre le Néocomien proprement dit et le Néocomien supérieur. *Mém. Soc. d'émulation de la Prov.*, I, p. 127-135, 1861.

116. — Hébert. Le Néocomien inférieur dans le midi de la France (Drôme et Basses-Alpes). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 2e sér., XXVIII, p. 137-170, fig., 1870.

117. — Id. Documents relatifs au terrain crétacé du midi de la France, 2e partie. *Ibid.*, 2e sér., XXIX, p. 395-415, fig., 1872.

118. — J. Duval-Jouve. Bélemnites des terrains crétacés inférieurs des environs de Castellane (Basses-Alpes), considérées géologiquement et zoologiquement, avec la description de ces terrains. 1 vol. in-4°, v + 80 p., 13 pl. Paris, 1841.

119. — J.-F. Pictet. Mélanges paléontologiques. II. Études paléontologiques sur la faune à Terebratula diphyoides de Berrias (Ardèche). 1 vol. in-4°, 312 p. (p. 43-132), 43 pl. (pl. VIII-XXVIII). Genève, 1863-1868 (1867).

120. — G. Sayn. Les ammonites pyriteuses des marnes valanginiennes du Sud-Est de la France. *Mém. Soc. Géol. Fr., Paléont.*, n° 23 (en cours), 1901 —.

121. — F.-J. Pictet et Eugène Renevier. Description des fossiles du terrain aptien de la Perte du Rhône et des environs de Sainte-Croix. *Matér. p. la Paléont. Suisse*, 1re sér., p. 1-184, pl. I-XXIII, 1858.

121 *bis*. — E. Renevier. Sur les terrains de la Perte du Rhône. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., III, p. 704-706, pl. XXVI, 1875.

122. — G. Sayn. Note sur le Barrémien de Cobonne (Drôme). *Ibid.*, 3e sér., XVIII, p. 230-234, 1890.

123. — Id. Sur le Néocomien de la chaîne de Raye et des environs de Combovin (Drôme). *Trav. du Labor. de Géol. de la Fac. des Sc. de Grenoble*, I, p. 161-167, 1892.

123 *bis*. — P. Lory et G. Sayn. Sur la constitution du système crétacé aux environs de Châtillon-en-Diois. *Ibid.*, III, p. 9-36, pl. I, 1895.

124. — G. Sayn et F. Roman. L'Hauterivien et le Barrémien de la rive droite du Rhône et du Bas-Languedoc. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., IV, p. 607-640, 5 fig., 1904.

125. — V. Paquier. Les Rudistes urgoniens. *Mém. Soc. Géol. Fr., Paléont.*, mém. n° 29, 102 p., 12 fig., 13 pl., 1903-1905.

126. — Edm. Pellat et M. Cossmann. Le Barrémien supérieur à faciès urgonien de Brouzet-lez-Alais (Gard). *Ibid.*, mém. n° 37, 42 p., 6 fig., 6 pl., 1907.

126 *bis*. — W. Kilian et F. Leenhardt. Sur le Néocomien des environs de Moustiers-Sainte-Marie (Basses-Alpes). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XXIII, p. 970-981, 1 fig., 1896.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

127. — E. Fallot. Note sur un gisement crétacé fossilifère des environs de la gare d'Èze (Alpes-Maritimes). *Ibid.*, 3e sér , XII, p. 289-300, pl. IX, 1884.

128. — Charles Jacob. Étude sur les Ammonites et sur l'horizon stratigraphique du gisement de Clansayes. *Ibid.*, 4e sér., V, p. 399-432, 9 fig., pl. XII, XIII, 1905.

129. — Aug. Tobler. Ueber Faciesunterschiede der unteren Kreide in den nördlichen Schweizeralpen. *Neues Jahrb. f. Miner.*, 1899, II, p. 142-152.

130. — Ernst Baumberger und Arnold Heim. Palæontologisch-stratigraphische Untersuchung zweier Fossilhorizonte an der Valanginien-Hautirivien-Grenze im Churfirsten-Mattstockgebiet, mit einigen Bemerkungen über die Stratigraphie der analogen Schichten der Zentralschweiz von Aug. Buxtorf. *Abh. d. schweizer. paläont. Ges.*, XXXIV, 33 p., 8 fig., 1 pl., 1907.

131. — Arnold Heim. Gliederung und Facies der Berrias-Valangien Sedimente in den helvetischen Alpen. *Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. in Zürich*, LII, p. 1-16, fig., 1907.

132. — Charles Jacob et Auguste Tobler. Étude stratigraphique et paléontologique du Gault de la vallée de l'Engelberger Aa (Alpes calcaires suisses, environs du lac des Quatre-Cantons). *Mém. Soc. Pal. Suisse*, XXXIII, 26 p., 3 fig., 2 pl., 1906.

133. — F.-J. Pictet et P. de Loriol. Description des fossiles contenus dans le terrain néocomien des Voirons. *Matér. p. la Paléont. Suisse*, 2e sér., 64 p., 11 pl., 1858.

134. — Ch. Sarazin et Ch. Schöndelmayer. Étude monographique des Ammonites du Crétacique inférieur de Châtel-Saint-Denis. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, XXVIII-XXIX, 195 p., 6 fig., 25 pl., 1901-1902.

135. — G. Sayn. Observations sur quelques gisements néocomiens des Alpes suisses et du Tyrol. *Trav. du Labor. de Géol. de la Fac. des Sc. de Grenoble*, II, p. 89-102, fig., 1893.

136. — V. Uhlig. Zur Kenntniss der Cephalopoden der Rossfeldschichten. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XXXII, p. 373-396, 3 fig., pl. IV, 1882.

137. — Id. Ueber neocome Fossilien vom Gardenazza in Südtirol, nebst einem Anhang über das Neocom von Ischl. *Ibid.*, XXXVII, p. 69-108, pl. III-V, 1887.

138. — Emil Haug. Die geologischen Verhältnisse der Neocomablagerungen der Puezalpe bei Corvara in Südtirol. *Ibid.*, XXXVII, p. 245-280, 11 fig., 1887.

139. — Id. Beitrag zur Kenntniss der oberneocomen Ammonitenfauna der Puez Alpe bei Corvara (Südtirol). *Beitr. z. Pal. Œsterr.-Ung. u. d. Orients*, VII, p. 193-231, pl. VIII-XIII, 1888.

140. — C. F. Parona. Sopra alcuni fossili del Biancone Veneto. *Atti d. R. Istitulo Veneto di Sc., Lett. ed Arti*, ser. 7a, I, p. 277-301, 1890.

141. — Id. Descrizione di alcune ammoniti del Neocomiano veneto. *Palæontogr. Ital.*, III, p. 137-144, pl. XVII-XVIII, 1897.

142. — Id. Considerazioni sulla serie del Giura superiore e dell' Infracretaceo in Lombardia a proposito del rinvenimento di fossili del piano barremiano. *Rendiconti R. Ist. Lomb. di Sc. e Lett.*, ser. 2a, XXIX, p. 243-246, 1896.

143. — Di-Stefano. Sulla presenza dell' Urgoniano in Puglia. *Boll. d. Soc. geol. ital.*, XI, p. 677-682, 1893.

144. — G. Sayn. Description des Ammonites du Djebel-Ouach, près Constantine. *Bull. de la Soc. d'Agriculture de Lyon*, 6e sér., III, p. 135-208, pl. I-III, 1890.

145. — A. Joleaud. Contribution à l'étude de l'Infracrétacé à faciès vaseux pélagique en Algérie et en Tunisie. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., I, p. 113-146, 5 fig., 1901.

146. — J. Blayac. Sur le Crétacé inférieur de la vallée de l'Oued Cherf (province de Constantine). *C. R. Ac. Sc.*, CXXIII, p. 958-960, 1896.

147. — Id. Sur le dôme du Sidi-Rgheiss (province de Constantine). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XXV, p. 664-665, 1897.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

148. — ID. L'Aptien du bassin de la Seybouse et de la plaine des Harectas (Algérie). *Ibid.*, 4e sér., VI, p. 446-448, 1896.

149. — ID. Note sur l'existence de formations récifales à la base du Barrémien inférieur au djebel Taya et au dj. Debar, près Guelma (Algérie). *Ibid.*, 4e sér., VIII, p. 73-77, 3 fig., 1908.

150. — W. KILIAN et L. GENTIL. Découverte de deux horizons crétacés remarquables au Maroc. *C. R. Ac. Sc.*, CXLII, p. 603-605, 1906.

151. — ID. Sur les terrains crétacés de l'Atlas occidental marocain. *Ibid.*, CXLIV, p. 49-51, 1907.

152. — ID. Sur l'Aptien, le Gault et le Cénomanien et sur les caractères généraux du Crétacé inférieur et moyen de l'Atlas occidental marocain. *Ibid.*, CXLIV, p. 105-107, 1907.

153. — RENÉ NICKLÈS. Contributions à la Paléontologie du Sud-Est de l'Espagne, Terrain Crétacé. I. Néocomien. *Mém. Soc. Géol. Fr. Paléont.*, mém. n° 4, 59 p., 42 fig., 16 pl., 1890-1894.

154. — H. COQUAND. Monographie de l'étage aptien de l'Espagne. 1 vol. in-8°, 221 p., 28 pl. Marseille, 1865.

155. — E. DE VERNEUIL et G. DE LORIÈRE. Description des fossiles du Néocomien supérieur d'Utrillas et ses environs (province de Teruel). 1 br. in-4°, VII + 30 p., 3 pl. Le Mans, 1868.

156. — S. CALDERON. Sur le terrain wealdien du Nord de l'Espagne. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XIV, p. 405-407, 1 fig., 1886.

157. — FR. BASSANI. Descrizione dei Pesci fossili di Lesina, accompagnata da appunti su alcune altre ittiofaune cretacee (Pietraroia, Voirons, Comen, Grodischtz, Crespano, Tofala, Hakel, Sahel-Alma e Vestfalia). *Denkschr. d. math.-naturw. Cl. d. kais. Akad. d. Wiss.*, XLV, p. 193-288, 16 pl., 1883.

158. — VICTOR UHLIG. Ueber die Cephalopodenfauna der Teschener und Grodischter Schichten. *Ibid.*, LXXII, p. 1-87, 3 fig., pl. I-IX, 1901.

159. — ELSE ASCHER. Die Gastropoden, Bivalven und Brachiopoden der Grodischter Schichten. *Beitr. z. Pal. u. Geol. Œsterr.-Ung. u. d. Orients*, XIX, p. 135-172, pl. XII-XIV, 1906.

160. — JOAN SIMIONESCU. Studii geologice și paleontologice din Carpații sudici. I. Studii geologici asupra basenului Dîmboviciórei. II. Fauna neocomiana din basenul Dîmboviciórei. *Academia Română. Publicațiunile fondului Vasile Adamachi*, n° II, 111 p., 8 pl., 1898.

161. — J. M. ŽUJOVIĆ. Geologische Uebersicht des Königreiches Serbien. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XXXVI, p. 71-126, pl. I, 1886.

161 *bis*. — DIM. J. ANTHOULA. Le Néocomien moyen de Crnoljevica (en serbe). *Annales géol. de la Pénins. Balkanique*, V, p. 6-73, pl. I-II, 1903.

162. — FRANZ TOULA. Grundlinien der Geologie des westlichen Balkan. *Denkschr. d. math.-naturw. Cl. d. k. Akad. d. Wiss.*, XLIV, II, p. 1-58, 22 fig., pl. I-IV, 1 carte, 1881.

163. — ID. Geologische Untersuchungen im centralen Balkan. *Ibid.*, LV, II, p. 1-108, 49 fig., pl. I-IX, 1889.

164. — ID. Geologische Untersuchungen im östlichen Balkan und in den angrenzenden Gebieten. *Ibid.*, LVII, 2, p. 323-400, 41 fig., pl. I-VII, 1892.

165. — GEORGES N. ZLATARSKI. La série éocrétacée ou le Crétacé inférieur en Bulgarie (en bulgare, avec résumé en français). *Perioditchesko Spisanie*, LXVIII, p. 1-82, 1 pl., 1907.

166. — V. PAQUIER. Sur la faune et l'âge des calcaires à Rudistes de la Dobrogea. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., I, p. 473-474, 1901.

167. — N. I. KARAKASCH. Le Crétacé inférieur de la Crimée et sa faune (en russe, avec résumé en français). *Trav. de la Soc. Imp. des Natur. de St-Pétersb.*, XXXII, 5, sect. de Géol. et de Minér., 484 p., 10 fig., 28 pl. doubles, 1907.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

168. — B. REHBINDER. Fauna und Alter der cretaceischen Sandsteine der Umgebung des Salzsees Baskuntschak (en russe et allemand). *Mém. Comité géol.*, XVII, 1, 163 p., 4 pl., 1902.

169. — W. P. SEMENOW. Faune des dépôts crétacés de Manghychlak et de quelques autres localités de la province Transcaspienne. *Trav. Soc. Imp. Natur. de Saint-Pétersb., Géol. et Minér.*, XXVIII, 5, p. 1-178, pl. I-V, tabl., 1899.

170. — I. SINZOW. Untersuchung einiger Ammonitiden aus dem unteren Gault Mangyschlaks und des Kaukasus. *Verh. d. kais. Russ. mineral. Ges.*, XLV, p. 455-519, 7 fig., pl. I-VIII, 1908.

171. — G. BŒHM. Aptien und Hauterivien im kleinen Balchán. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, LI, p. 335-340, 1 fig., 1899.

172. — FRITZ NŒTLING. The Fauna of the (Neocomian) Belemnites Beds. *Palæont. Indica*, ser. XVI, Fauna of Báluchistan. I, 2, 5 p., 2 pl., 1897.

173. — E. KOKEN. Kreide und Jura in der Saltrange. *Centralbl. f. Miner.*, 1903, p. 439-448, 3 fig.

174. — DAVID WHITE and CHARLES SCHUCHERT. Cretaceous series of the west coast of Greenland. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, IX, p. 343-368, fig., pl. XXIV-XXVI, 1898.

175. — TIMOTHY WILLIAM STANTON. A comparative study of the Lower Cretaceous formations and faunas of the United States. *Journ. of Geol.*, V, p. 579-624, 1897.

175 *bis*. — LESTER FRANK WARD. The Potomac Formation. *15th Ann. Rept. U. S. Geol. Surv.*, p. 307-397, 5 fig., pl. II-IV, 1895.

176. — W. B. CLARK and A. BIBBINS. Geology of the Potomac Group in the Middle Atlantic Slope. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, XIII, p. 187-214, 1 fig., pl. XXII-XXVIII, 1902.

177. — GEORGE M. DAWSON. On the Earlier Cretaceous Rocks of the North-western portion of the Dominion of Canada. *Amer. Journ. of Sc.*, 3d ser., XXXVIII, p. 120-127, 1 fig., 1889.

178. — J. F. WHITEAVES. On some Invertebrates from the Coal-Bearing Rocks of the Queen Charlotte Islands. *Geol. Surv. of Canada, Mesozoic Fossils*, I, p. 1-92, 9 fig., 1 carte, pl. I-X, 1876.

179. — ID. On the Fossils of the Coal-Bearing Deposits of the Queen Charlotte Islands collected by Dr. G. M. Dawson in 1878. *Ibid.*, I, p. 191-262, 12 fig., pl. XXI-XXXII, 1884.

180. — HERMANN KARSTEN. Ueber die geognostischen Verhältnisse des westlichen Columbien, der heutigen Republiken Neu-Granada und Equador. *Amtlicher Ber. über die 32te Vers. Deutsch. Naturf. u. Ærzte zu Wien*, p. 80-117, 7 pl., 1858.

181. — ROBERT DOUVILLÉ. Sur des Céphalopodes et des Lamellibranches rapportés du territoire de Neuquen (Argentine), par M. Récopé. *C. R. somm. soc. géol. Fr.*, 1909, p. 89-91.

182. — TIMOTHY WILLIAM STANTON. Reports of the Princeton University Expeditions to Patagonia, 1896-1899. IV, Palæontology. 1, The Marine Cretaceous Invertebrates, p. 1-43, 10 pl., 1901.

183. — FRANÇOIS FAVRE. Die Ammoniten der unteren Kreide Patagoniens. *Neues Jahrb. f. Miner.*, Beil.-Bd. XXV, p. 601-647, fig. 1-7, pl. XXXII-XXXVII, 1908.

184. — GUSTAV STEINMANN. Die Gruppe der Trigoniæ pseudo-quadratæ. *Ibid.*, 1882, I, p. 219-228, pl. VII-IX.

185. — E. HOLUB und M. NEUMAYR. Ueber einige Fossilien aus der Uitenhage-Formation in Süd-Afrika. *Denkschr. d. math.-naturw. Cl. d. kais. Akad. d. Wiss.*, XLIV, p. 265-276, pl. I-II, 1881.

186. — F. L. KITCHIN. The Invertebrate Fauna and Palæontological Relations of the Uitenhage Series. *Annals of the South African Museum*, VII, p. 21-250, pl. II-XI, 1908.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

187. — W. KILIAN. Ueber Aptien in Südafrika. *Centralbl. f. Miner.*, 1902, p. 465-468.

188. — C. MAYER-EYMAR. Ueber Neocomian-Versteinerungen aus dem Somali-Land. *Vierteljahrschr. d. Naturf. Ges. in Zürich*, XXXVIII, p. 249-265, 2 pl., 1893.

189. — EDGAR DACQUÉ. Beiträge zur Geologie des Somalilandes. I. Untere Kreide. *Beitr. z. Pal. u. Geol. OEsterr.-Ung.*, XVII, p. 7-20, pl. II-III, 1904.

190. — D'ARCHIAC. Observations sur le groupe moyen de la formation crétacée. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 1re sér., III, p. 261-311, 1838.

191. — F. G. HILTON PRICE. The Gault, being the substance of a Lecture delivered in the Woodwardian Museum, Cambridge, 1878, and before the Geologists' Association, 1879. 1 br. in-8°, 81 p. London, 1879.

192. — A. VON STROMBECK. Beiträge zur Kenntniss des Gault's im Norden vom Harze. *Neues Jahrb. f. Miner.*, 1857, p. 641-678.

193. — ID. Gliederung des Pläners im nordwestlichen Deutschland nächst dem Harze. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, IX. p. 415-419, 1857.

194. — ID. Beiträge zur Kenntniss des Pläners über der westphälischen Steinkohlenformation. *Ibid.*, XI, p. 27-77, 1859.

195. — J. JUKES BROWNE and WILLIAM HILL. A Delimitation of the Cenomanian, being a comparison of the corresponding beds in South-Western England and Western France. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, LII, p. 99-178, pl. V, 1896.

196. — CHARLES BARROIS. Sur le Gault et sur les couches entre lesquelles il est compris dans le bassin de Paris. *Annales Soc. Géol. du Nord*, II, p. 1-61, 1874.

197. — ID. Le Gault dans le bassin de Paris. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., III, p. 707-714, 1875.

198. — H. PARENT. Sur l'existence du Gault entre les Ardennes et le Bas-Boulonnais (étude du Gault et du Cénomanien de l'Artois). *Annales Soc. Géol. du Nord*, XXI, p. 205-246, fig., 1893.

199. — JULES CORNET. Sur l'Albien et le Cénomanien du Hainaut. *C. R. Ac. Sc.*, CXXXI, p. 590-592, 1900.

200. — CHARLES BARROIS. La zone à Belemnites plenus. Étude sur le Cénomanien et le Turonien du bassin de Paris. *Annales Soc. Géol. du Nord*, II, p. 146-193, 1875.

201. — E. BUCAILLE. Sur la répartition des Échinides dans le système crétacé du département de la Seine-Inférieure. *C.R. A.F.A.S. Congr. de Rouen*, XII, p. 429-434, 1884.

202. — TOMBECK. Note sur la présence du Gault supérieur à Montiérender (Haute-Marne). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., III, p. 49-50, fig., 1875.

203. — P. DE LORIOL. Études sur la faune des couches du Gault de Cosne (Nièvre). *Mém. Soc. Pal. Suisse*, IX, 118 p., 13 pl., 1882.

204. — A. PERON. Notes pour servir à l'histoire du terrain de Craie dans le Sud-Est du bassin Anglo-Parisien, avec notes et description des Échinides, par GAUTHIER et LAMBERT. *Bull. de la Soc. des Sc. hist. et nat. de l'Yonne*, XLI, p. 145-424, pl. I-VIII, 1887.

205. — J. LAMBERT. Note sur l'étage turonien du département de l'Yonne. *Ibid.*, XXXV, II, p. 144-173, 4 tabl., 1881.

206. — DE GROSSOUVRE. Sur le terrain crétacé dans le Sud-Ouest du bassin de Paris. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XVII, p. 475-525, pl. XI-XII, 1889.

207. — ALBERT GUILLIER. Géologie du département de la Sarthe. Supplément par ÉMILE CHELOT. 1 vol. in 4°, XII + 430 + 47 p., 48 fig. Le Mans et Paris, 1886.

208. — VICOMTE D'ARCHIAC. Mémoire sur la formation crétacée du Sud-Ouest de la France. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 1re sér., II, 7, p. 157-192, pl. XI-XIII, 1836.

209. — H. COQUAND. Description physique, géologique, paléontologique et

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

minéralogique du département de la Charente. 2 vol. in-8°, 542 + 420 p., 1 carte. Besançon, 1858; Marseille, 1860.

210. — H. ARNAUD. Mémoire sur le terrain crétacé du Sud-Ouest de la France. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 2e sér., X, 4, 110 p., pl. XXI-XXVIII, tabl., 1877.

211. — ID. De la division du Turonien et du Sénonien en France; synchronisme de ces étages dans le Nord et dans le Nord-Ouest de la France. 1 br. in-8°, 19 p., 1 tabl. Angoulême, 1883.

212. — J. REPELIN. Description des faunes et des gisements du Cénomanien saumâtre ou d'eau douce du Midi de la France, précédée d'une Note sur les Mollusques fossiles des gisements gardoniens du Midi de la France par PHILIPPE MATHERON. *Annales du Musée d'Hist. Nat. de Marseille, Géol.*, VII, 112 p., 8 pl., 1902.

213. — CH. DEPÉRET. Note sur l'existence d'un horizon à faune saumâtre dans l'étage turonien de la Provence. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XVI, p. 559-573, 3 fig., 1888.

214. — G. VASSEUR. Compte-rendu d'excursions géologiques aux Martigues et à l'Estaque. *Ibid.*, 3e sér., XXII, p. 413-444, tableau, pl. XIV, 1894.

215. — L. COLLOT. Age des Bauxites du Sud-Est de la France. *Ibid.*, 3e sér., XV, p. 331-345, 4 fig., 1887.

216. — C. F. PARONA e G. BONARELLI. Fossili albiani d'Escragnolles, del Nizzardo e della Liguria occidentale. *Palæontogr. Italica*, II, p. 53-112, pl. X-XIV, 1896.

217. — E. HITZEL. Sur les fossiles de l'étage albien recueillis par M. A. Guébhard dans la région d'Escragnolles. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., II, p. 874-880, 1905.

218. — J. REPELIN. Contribution à l'étude du Crétacé supérieur à la limite du Var, des Basses Alpes et des Alpes-Maritimes. *Ibid.*, 4e sér., II, p. 868-873, pl. LVIII, 1905.

219. — L. DE SARRAN D'ALLARD. Recherches sur les dépôts fluvio-lacustres antérieurs et postérieurs aux assises marines de la craie supérieure du département du Gard. *Ibid.*, 3e sér., XII, p. 553-629, 13 fig., 1 tableau, pl. XXIX, 1884.

220. — HÉBERT et A. TOUCAS. Matériaux pour servir à la description du terrain crétacé supérieur en France. Description du bassin d'Uchaux. *Annales des Sc. géol.*, VII, art. n° 2, 132 p., 6 fig., pl. III-VI, 1875.

221. — F.-J. PICTET et WILLIAM ROUX. Description des Mollusques fossiles qui se trouvent dans les grès verts des environs de Genève. *Mém. Soc. phys. et hist. nat. Gen.*, XI, p. 257-412, XII, p. 157-287, XIII, p. 389-558, 51 pl., 1847-1853.

222. — ABBÉ BOURGEAT. Remarques sur la faune du Gault dans le Jura. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XXII, p. 355-358, 1894.

223. — LOUIS ROLLIER. Poches d'Albien dans le Néocomien de Neuchâtel. *Eclogæ geol. Helv.*, V, p. 514-521, 2 fig., 1898.

224. — J. MARTIN. Des nodules phosphatés du Gault de la Côte-d'Or et des conditions particulières du dépôt de cet étage. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., III, p. 273-281, 1875.

225. — L. CHARPY et DE TRIBOLET. Sur la présence du terrain crétacé moyen et supérieur à Cuiseaux (Saône-et-Loire). *Ibid.*, 3e sér., X, p. 147-152, 1881.

226. — BOURGEAT. Note sur la découverte de trois lambeaux nouveaux de Cénomanien dans le Jura. *Ibid.*, 3e sér., XII, p. 630-634, 1884.

227. — ULRICH SÖHLE. Geologische Aufnahme des Labergebirges bei Oberammergau mit besonderer Berücksichtigung des Cenomans in den bayerischen Alpen. *Geogn. Jahresh.*, IX, p. 1-66, 5 fig., pl. I-VIII, 1 carte, 1897.

228. — W. TEISSEYRE. Der paläozoische Horst von Podolien und die ihn umgebenden Senkungsfelder. *Beitr. z. Paläont. u. Geol. OEsterr.-Ung.*, XV, p. 101-126, 4 fig., pl. XII-XIII, 1903.

229. — J. KREJČI und ANT. FRIČ. Studien im Gebiete der Böhmischen Kreideformation. *Archiv d. naturw. Landesdurchforschung v. Böhmen*, I, 2, IV, 1, V, 2,

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

VII, 2, IX, 1, X, 4, XI, 2,219 + 53 + 140 + 120 + 135 + 84 + 184 p., 49 + 155 + 132 + 167 + 194 + 125 + 186 fig.; 1869-1901.

230. — ANTON FRITSCH. Cephalopoden der böhmischen Kreideformation, unter Mitwirkung des Dr URB. SCHLÖNBACH. 1 vol. in-4°, 52 p., 16 pl. Prag, 1872.

231. — GUSTAV C. LAUBE und GEORG BRUDER. Ammoniten der böhmischen Kreide. *Palæontogr.*, XXXIII, p. 217-239, pl. XXIII-XXIX, 1887.

232. — W. PETRASCHEK. Die Ammoniten der sächsischen Kreideformation. *Beitr. z. Palæont. u. Geol. Œsterr.-Ung.*, XIV, p. 131-162, 8 fig., pl. VII-XII, 1902.

233. — V. POPOVICI-HATZEG. Contribution à l'étude de la faune du crétacé supérieur de Roumanie. Environs de Campulung et de Sinaia. *Mém. Soc. Géol. Fr. Paléont.*, n° 20, 20 p., 2 pl., 1900.

234. — FRANZ RITTER VON HAUER. Ueber die Petrefacten der Kreideformation des Bakonyer Waldes. *Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Cl.*, XLIV, 1, p. 631-659, pl. I-III, 1862.

235. — FRANZ BARON NOPCSA JUN. Zur Geologie der Gegend zwischen Gyulafehérvár, Déva, Ruszkabánya und der Rumänischen Landesgrenze. *Mitteil. a. d. Jahrb. d. k. Ungar. Geol. Anst.*, XIV, p. 93-279, 82 fig., pl. XV, 1905.

236. — GEORGES N. ZLATARSKI. L'étage cénomanien dans le Balkan oriental (en bulgare avec résumé français). 1 br. in-8°, 8 p., sans date.

237. — FRANZ KOSSMAT. Der küstenländische Hochkarst und seine tektonische Stellung. *Verh. d. k. k. geol. Reichsanst.*, 1909, p. 87-124, 3 fig.

238. — CARLO DE STEFANI. Studî paleontologici sulla creta superiore e media dell' Apennino settentrionale. *Atti d. R. Accad. d. Lincei*, ser. 4ª, *Mem. d. Cl. di Sc. fis., matem. e nat.*, I, p. 73-121, 2 pl., 1885.

239. — CARL SCHNARRENBERGER. Ueber die Kreideformation der Monte d'Ocre Kette in den Aquilaner Abruzzen. *Ber. d. Naturf. Ges. zu Freiburg i. Br.*, XI, p. 177-215, 2 fig., pl. I-IV, 1901.

239 *bis*. — C. F. PARONA. La fauna coralligena del Cretaceo dei Monti d'Ocre nell' Abruzzo Aquilano, con la collaborazione d. C. CREMA et d. P. L. PREVER. *Mem. p. servire alla descriz. d. carta geol. d'Italia*, V, 242 p., 64 fig., 1 carte, 28 pl., 1909.

240. — ID. Le Rudiste e le Camacee di S. Polo Matese raccolte da Francesco Bassani. *Mem. d. R. Accad. d. Sc. di Torino*, ser. 2ª, L, p. 197-214, pl. I-III, 1901.

241. — G. SEGUENZA. Studî geologici e paleontologici sul Cretaceo medio dell' Italia meridionale. *Atti d. R. Accad. d. Lincei*, ser. 3ª, *Mem. d. Cl. di Sc. fis., mat. e. nat.*, XII, p. 1-152, pl. I-XXI, 1882.

242. — J. BLAYAC. Le Gault et le Cénomanien du bassin de la Seybouse et des hautes plaines limitrophes (Algérie). *C. R. Ac. Sc.*, CXLIII, p. 252-255, 1906.

243. — KARL A. ZITTEL. Beiträge zur Geologie und Paläontologie der Libyschen Wüste und der angrenzenden Gebiete von Ægypten. I. Geologischer Theil. *Palaeontogr.*, XXX, p. I-CXLVIII, fig., 1 carte, 1883.

244. — MAX BLANCKENHORN. Neues zur Geologie und Paläontologie Ægyptens. *Zeitschr. d. D. Geol. Ges.*, LII, p. 21-47, 1 tabl., 1900.

245. — R. FOURTEAU. Contributions à l'étude de la faune crétacique d'Egypte. *Bull. de l'Inst. Egyptien*, 4e sér., IV, p. 231-349, 5 fig., pl. I-V, 1904.

246. — A. ROTHPLETZ. Stratigraphisches von der Sinaihalbinsel. *N. Jahrb. f. Miner.*, 1893, I, p. 102-104.

247. — W. F. HUME. The Topography and Geology of the Peninsula of Sinai (South-Eastern portion). *Finance Ministery. Survey Dept Egypt.*, 1 vol., 280 p., 24 pl. Cairo, 1906.

248. — FRITZ NŒTLING. Entwurf einer Gliederung der Kreideformation in Syrien und Palästina. *Zeitschr. d. D. Geol. Ges.*, XXXVIII, p. 830-875, 2 tabl., pl. XXIII-XXVII, 1886.

249. — MAX BLANCKENHORN. Beiträge zur Geologie Syriens : Die Entwickelung

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

des Kreidesystems in Mittel- und Nord-Syrien, mit besonderer Berücksichtigung der paläontologischen Verhältnisse nebst einem Anhang über den jurassischen Glandarienkalk. Eine geognostisch-paläontologische Monographie. 1 vol. in-4°, 136 p., 2 fig., 3 tabl., 11 pl. Cassel, 1890.

250. — ZUMOFFEN et H. DOUVILLÉ. Le Crétacé du Liban entre Beyrouth et Tripoli. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., IX, p. 78, 1909.

251. — P. MARTIN DUNCAN. A description of the Echinodermata from the strata on the South-Eastern Coast of Arabia, and at Bagh on the Nerbudda, in the collection of the Geological Society. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, XXI, p. 349-363, 4 fig., 1865.

252. — FRANZ KOSSMAT. Geologie der Inseln Sokótra, Sémha und 'Abd el Kûri. *Denkschr. d. math.-naturw. Cl. d. k. Akad. d. Wiss.*, LXXI, p. 1-62, 13 fig., pl. I-V, 1902.

253. — C. S. MIDDLEMISS. The Geology of Hazara and the Black Mountain. *Mem. Geol. Surv. of India*, XXVI, 298 p., fig., 11 pl., 1 carte, 1896.

254. — H. H. HAYDEN. The Geology of the Provinces of Tsang and Ü in Central Tibet. *Ibid.*, XXXVI, 2, p. 1-80, pl. I-XV, 1907.

255. — P. MARTIN DUNCAN. On the Echinoidea of the Cretaceous Strata of the Lower Narbadá Region. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, XLIII, p. 150-155, 1887.

256. — ERNEST W. VREDENBURG. The Ammonites of the Bagh Beds. *Records of the Geol. Surv. of India*, XXXVI, p. 109-125, pl. XIV-XVII, 1907.

257. — FRANZ KOSSMAT. Untersuchungen über die südindische Kreideformation. *Beitr. z. Paläont. Œsterr.-Ung.*, IX, p. 97-203, pl. XV-XXV; XI, p. 1-46, 89-152, pl. I-VIII, XIV-XIX; 1895-1898.

258. — ÉMILE HAUG. Sur le Cénomanien de Diego-Suarez (Madagascar). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XXVII, p. 396-398, 1899.

259. — MARCELLIN BOULE, PAUL LEMOINE et ARMAND THEVENIN. Paléontologie de Madagascar. III. Céphalopodes crétacés des environs de Diego-Suarez. *Annales de Paléont.*, I, II, 76 p., 28 fig., 15 pl., 1906-1907.

260. — CHARLES DEPÉRET. Note sur les Dinosauriens Sauropodes et Théropodes du Crétacé supérieur de Madagascar. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XXIV, p. 176-194, 2 fig., pl. VI, 1896.

261. — ROBERT L. JACK and ROBERT ETHERIDGE, junior. The Geology and Palaeontology of Queensland and New Guinea. 1 vol. in-8°, XXXI + 768 p., atlas de 68 pl. et 1 carte. Brisbane and London, 1892.

262. — MATAJIRO YOKOYAMA. Versteinerungen aus der japanischen Kreide. *Palaeontogr.*, XXXVI, p. 159-202, pl. XVIII-XXV, 1890.

263. — KOTORA JIMBŌ. Beiträge zur Kenntniss der Fauna der Kreideformation von Hokkaido. *Palæont. Abh.*, VI, 3, 48 p., 1 fig., 9 pl., 1894.

264. — HISAKATSU YABE. Cretaceous Cephalopoda from the Hokkaido. *Journ. of the College of Science Imp. Univers. of Tokyo*, XVIII, 2, 55 p., 7 pl., 1903; XX, 2, 45 p., 6 pl., 1904.

265. — FR. SCHMIDT. Über die Petrefakten der Kreideformation von der Insel Sachalin. *Mém. de l'Acad. Imp. des Sc. de St-Pétersb.*, 7e sér., XIX, 3, 37 p., fig., 8 pl., 1873.

266. — FRANK M. ANDERSON. Cretaceous Deposits of the Pacific Coast. *Proc. of the California Acad. of Sc., 3d ser. Geol.*, II, 1, 154 p., 12 pl., 1902.

267. — OSWALD HEER. Oversigt over Grønlands fossile Flora. *Meddelser om Grønland*, V, p. 79-202, 219-232 (résumé en français), 1 carte, 1883.

268. — TIMOTHY W. STANTON. The Colorado Formation and its Invertebrate Fauna. *Bull. of the U. S. Geol. Surv.*, n° 106, 288 p., 45 pl., 1893.

269. — W. N. LOGAN. The Upper Cretaceous of Kansas. *The University Geol. Surv. of Kansas*, II, p. 195-234, fig. 10-11, pl. XXVIII-XXXIV, 1897.

269 *bis*. — GEORGE J. ADAMS, S. W. WILLISTON, E. C. CASE, C. E. MC CLUNG, W. N. LOGAN. Paleontology, I, Upper Cretaceous. *Ibid.*, IV, 594 p., 120 pl., 1898.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

270. — J. F. Whiteaves. Notes on the Ammonites of the Cretaceous Rocks of the district of Athabasca, with descriptions of four new species. *Trans. Roy. Soc. Canada*, sect. IV, 1892, p. 111-121, pl. VIII-XI.

271. — F. W. Cragin. A Contribution to the Invertebrate Paleontology of the Texas Cretaceous. *Geol. Surv. of Texas, 4th ann. Rep^t*, p. 139-294, pl. XXIV-XLVI, 1893.

272. — Rudolf Lasswitz. Die Kreide-Ammoniten von Texas (collectio F. Rœmer). *Geol. u. palaeont. Abh.*, X, 4, 40 p., 8 pl., 1904.

273. — Wm. M. Gabb. Description of a Collection of Fossils, made by Doctor Antonio Raimondi in Peru. *Journ. of the Acad. of Nat. Sc. Philadelphia*, 2d ser., VIII, 263-336, pl. XXXV-XLIII, 1877.

274. — Gust. Steinmann. Ueber Tithon und Kreide in den peruanischen Anden. *N. Jahrb. f. Miner.*, 1881, II, p. 130-153, 1 fig., pl. VI-VIII.

275. — Robert Douvillé. Sur des Ammonites du Crétacé sud-américain. *Annales Soc. R. Zool. et Malacol. de Belg.*, XLI, p. 142-155, 5 fig., pl. I-IV, 1906.

276. — Carlos J. Lisson. Contribucion al conocimiento sobre algunos Ammonites del Perú. 1 vol. in-8°, 70 p., fig., 22 pl. Lima, 1908.

277. — Charles A. White. Contribuições á paleontologia do Brazil (en portugais, avec trad. anglaise). *Archivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro*, VII, v + 273 p., 28 pl., 1887.

278. — R. Chudeau. Ammonites du Damergou (Sahara méridional). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e sér., IX, p. 67-71, pl. I-III, 1909.

279. — A. von Koenen. Ueber Fossilien der Unteren Kreide am Ufer des Mungo in Kamerun. *Abh. d. k. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, math.-phys. Kl.*, N. F. I, p. 1-65, pl. I-VII, 1897-1898.

280. — Friedrich Solger. Die Fossilien der Mungokreide in Kamerun und ihre geologische Bedeutung, mit besonderer Berücksichtigung der Ammoniten. *Beitr. z. Geol. v. Kamerun*, II, p. 83-242, fig., pl. III-V, 1904.

281. — C. Guillemain und E. Harbort. Beiträge zur Geologie von Kamerun. XII. Profil der Kreideschichten am Mungo. *Abh. d. k. Preuss. Geol. Landesanst.*, N. F. n° 62, p. 405-432, 1909.

282. — Ladislaus Szajnocha. Zur Kenntniss der mittelcretacischen Cephalopoden-Fauna der Inseln Elobi an der Westküste Afrikas. *Denkschr. d. math.-naturw. Cl. d. k. Akad. d. Wiss.*, XLIX, p. 231-238, 4 pl., 1884.

283. — Paul Choffat et P. de Loriol. Matériaux pour l'étude stratigraphique et paléontologique de la province d'Angola. *Mém. Soc. de Phys. et d'Hist. Nat. de Genève*, XXX, n° 2, 116 p., 8 pl., 1888.

284. — Paul Choffat. Contributions à la connaissance des colonies portugaises d'Afrique. I. Le Crétacique de Conducia; II. Nouvelles données sur la zone littorale d'Angola. *Commiss. du. Serv. géol. du Portugal*, 78 p., 8 pl., 1903, 1905.

285. — G. C. Crick. Cretaceous fossils of Natal. III. 1, The Cephalopoda from the deposit at the north end of False Bay, Zululand. 2, The Cephalopoda from the tributaries of the Manuan Creek, Zululand. 3, Note on a cretaceous Ammonite from the mouth of the Umpenyati River, Natal. *3d Rep^t of the Geol. Surv. of Natal a. Zululand*, p. 163-254, pl. X-XV, 1907.

286. — R. Bullen Newton. Cretaceous Gastropoda and Pelecypoda from Zululand. *Trans. R. Soc. S. Africa*, I, p. 1-106, pl. I-IX, 1909.

287. — Clemens Schlüter. Der Emscher Mergel. Vorläufige Notiz über ein zwischen Cuvieri-Pläner und Quadraten-Kreide lagerndes mächtiges Gebirgsglied. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, XXVI, p. 775-782, 1874.

288. — G. Müller. Beitrag zur Kenntniss der oberen Kreide am nördlichen Harzrande. *Jahrb. d. K. Preuss. geol. Landesanst.*, 1887, p. 372-456, 1 tabl., pl. XVI-XVIII, 1888.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

289. — Id. Die Rudisten der oberen Kreide am nördlichen Harzrande. *Ibid.*, 1889, p. 137-148, pl. XVIII, 1892.

290. — Id. Die Molluskenfauna des Untersenon von Braunschweig und Ilsede. I. Lamellibranchiaten und Glossophoren. *Abh. d. k. Preuss. geol. Landesanst.*, N. F., 25, 142 p., 18 fig., 18 pl., 1898.

291. — Theodor Wegner. Die Granulatenkreide des westlichen Münsterlandes. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, LVII, p. 112-232, 20 fig., pl. VII-X, 1905.

292. — E. Stolley. Ueber die Gliederung des norddeutschen und baltischen Senon sowie die dasseble charakterisirenden Belemniten. *Archiv f. Anthropol. u. Geol. Schlesw.-Holsteins*, II, p. 216-302, pl. II-IV, 1897.

293. — Id. Die Kreide Schleswig-Holsteins. *Mittheil. a. d. mineral. Inst. d. Univers. Kiel*, p. 191-309, pl. VII-X (sans date).

294. — Henry Schroeder und Johannes Boehm. Geologie und Paläontologie der Subhercynischen Kreidemulde. *Abh. d. K. Preuss. Geol. Landesanst.*, N. F., 56, 64 p., fig., 16 pl., 1909.

295. — A. Wollemann. Die Fauna der Lüneburger Kreide. *Ibid.*, N. F., 37, III + 129 p., 7 pl., 1902.

296. — Joh. Chr. Moberg. Cephalopoderna i Sveriges Kritsystem. I. Sveriges kritsystem systematiskt framställdt. *Sveriges Geol. Undersökn. Afhandl. och Uppsatser*, ser. C, n° 63, 45 p., 2 pl., 1884; II, Artbeskrifning. *Ibid.*, n° 73, 65 p., 6 pl., 1885.

297. — Anders Hennig. Om skrifkritan i Skane. *Geol. Fören. i Stockholm Förhandl.*, XX, p. 79-86, 1898.

298. — A. W. Rowe. The zones of the White Chalk of the English Coast. *Proceed. of the Geolog. Assoc.*, XVI, p. 289-368, pl. VIII-X, 1900.

299. — W. Fraser Hume. The Cretaceous Strata of County Antrim. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, LIII, p. 540-606, 4 tabl., pl. XLIV-XLV, 1897.

300. — A. Rutot et E. Van den Broeck. Observations nouvelles sur le Crétacé supérieur de la Hesbaye et sur les facies peu connus qu'il présente. *Bull. Soc. Belge de Géol., Pal. et Hydr.*, I, Mém., p. 113-164, 11 fig., 1887.

301. — Johannes Böhm. Der Grünsand von Aachen und seine Molluskenfauna. *Inaug. Dissert. philos. Fac. Bonn.* 1 br. in-8°, 156 p., 2 pl. Bonn, 1885.

302. — E. Holzapfel. Die Mollusken der Aachener Kreide. *Palaeontogr.*, XXXIV, p. 29-180, pl. IV-XX, 1887; XXXV, p. 139-268, pl. VIII-XXIX, 1889.

303. — J. T. Binkhorst van den Binkhorst. Esquisse géologique et paléontologique des couches crétacées du Limbourg. 1 vol. in-8°, 270 p., 5 pl., 1 carte. Maestricht, 1859.

304. — Id. Monographie des Gastéropodes et des Céphalopodes de la Craie supérieure du Limbourg. 1 vol. in-4°, 83 + 44 p., 18 pl. Bruxelles et Maestricht, 1861.

305. — A. de Grossouvre. Description des Ammonitidés du Crétacé supérieur du Limbourg Belge et Hollandais et du Hainaut. *Mém. du Musée Royal d'Hist. Nat. de Belg.*, IV, 39 p., 11 pl., 1908.

306. — J. Lambert. Notice stratigraphique sur l'étage sénonien aux environs de Sens. *Bull. Soc. Sc. hist. et nat. de l'Yonne*, XXXIII, II, p. 129-192, 1879.

307. — Ed. Hébert. Tableau des fossiles de la craie de Meudon et description de quelques espèces nouvelles. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 2e sér., V, mém. n° 4, 1856.

308. — E. Vieillard et G. Dollfus. Étude géologique sur les terrains crétacés et tertiaires du Cotentin. *Bull. Soc. Linn de Normandie*, 2e sér., IX, p. 5-181, 1 carte, 1875.

309. — H. Arnaud. Divisions naturelles du Crétacé supérieur au-dessus du Santonien dans le Sud-Ouest et dans la région pyrénéenne. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XXV, p. 676-681, 1897.

310. — Jean Seunes. Contributions à l'étude des Céphalopodes du Crétacé

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

supérieur de France. I. Ammonites du calcaire à Baculites du Cotentin. II. Ammonites du Campanien de la région sous-pyrénéenne. *Mém. Soc. Géol. Fr. Paléont.*, n° 2, 22 p., 6 pl., 1890.

311. — J. REPELIN. Monographie de la faune saumâtre du Campanien inférieur du Sud-Est de la France (zone du Plan d'Aups). *Annales du Mus. d'Hist. Nat. de Mars.*, X, p. 1-87, pl. I-XII, 1907.

312. — A. DE RIAZ. Contribution à l'étude du système crétacé des Alpes-Maritimes. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., XXVII, p. 411-435, 1899.

313. — A. PERON. Les étages crétaciques supérieurs des Alpes-Maritimes. *Ibid.*, 4e sér., I, p. 505-536, 2 fig., 1901.

314. — V. PAQUIER. Sur le calcaire à Orbitoïdes de Méaudre (Isère). *Ibid.*, 4e sér., IV, p. 416-419, 1904.

315. — J. BONJOUR. Sur la découverte de la craie supérieure à silex dans le département du Jura. *Ibid.*, 2e sér., XVI, p. 42-47, 3 fig., 1858.

316. — JOHANNES BÖHM. Die Kreidebildungen des Fürbergs und Sulzbergs bei Siegsdorf in Oberbayern. *Palaeontogr.*, XXXVIII, p. 1-106, pl. I-V, 1891.

317. — HANS IMKELLER. Die Kreidebildungen am Stallauer Eck und Enzenauer Kopf bei Tölz. *Ibid.*, XLVIII, p. 1-64, fig., pl. I-III, 1901.

318. — OTTO M. REIS. Die Fauna der Hachauer Schichten. I. Gastropoden. *Geogn. Jahresh.*, IX, p. 67-104, pl. IX-XIII, 1897. II. Lamellibranchiaten. *Ibid.*, X, p. 1-50, pl. I-VIII, 1898.

319. — MAX SCHLOSSER. Neue Funde von Versteinerungen der oberen Kreide in den Nordalpen. *Centralbl. f. Miner.*, 1904, p. 654-658, fig.

320. — EBERHARD FUGGER. Das Salzburger Vorland. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XLIX, p. 287-428, 30 fig., pl. XII-XIII, 1899.

321. — ID. Die oberösterreichischen Voralpen zwischen Irrsee und Traunsee. *Ibid.*, LIII, p. 295-350, 11 fig., pl. XIV, 1903.

322. — ID. Die Gaisberggruppe. *Ibid.*, LV, p. 213-258, 7 fig., 1906.

323. — ID. Salzburger Ebene und der Untersberg. *Ibid.*, LVII, p. 455-528, 6 fig., 1907.

324. — G. GEYER. Ueber die Gosaubildungen des unteren Ennstales und ihre Beziehungen zum Kreideflysch. *Verh. d. k. k. geol. Reichsanst.*, 1907, p. 55-76, 2 fig.

325. — C. PETERS. Beitrag zur Kenntniss der Lagerungsverhältnisse der oberen Kreideschichten an einigen Localitäten der östlichen Alpen. *Abh. d. k. k. geol. Reichsanst.*, I, 1te Abth., 2, 10 p., 1 pl., 1852.

326. — F. ZEKELI. Die Gastropoden der Gosaugebilde, *Ibid.*, I, 2te Abth., 2, II + 124 p., 24 pl., 1852.

327. — A. REDTENBACHER. Die Cephalopoden der Gosauschichten in den nordöstlichen Alpen. *Ibid.*, V, p. 91-140, pl. XXII-XXX, 1873.

328. — A. E. REUSS. Beiträge zur Charakteristik der Kreideschichten in den Ostalpen, besonders im Gosauthale und am Wolfgangsee. *Denkschr. d. kais. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Cl.*, VII, p. 1-156, pl. I-XXXI, 1854.

329. — KARL A. ZITTEL. Die Bivalven der Gosaugebilde in den nordöstlichen Alpen. Beitrag zur Charakteristik der Kreideformation in Österreich. *Ibid.*, XXIV, p. 105-176; XXV, p. 77-198; 27 pl.; 1864-1866.

330. — JOH. FELIX. Studien über die korallenführenden Schichten der oberen Kreideformation in den Alpen und den Mediterrangebieten. *Palaeontogr.*, XLIX, p. 163-360, 65 fig., pl. XVII-XXV, 1903; LIV, p. 251-339, 6 fig., pl. XXV-XXVI, 1908.

331. — WALTER SCHMIDT. Die Kreidebildungen der Kainach. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, LVIII, p. 223-246, 8 fig., pl. IV-VI, 1908.

332. — K. A. REDLICH. Die Geologie des Gurk- und Görtschitztales. *Ibid.*, LV, p. 327-348, 3 fig., pl. VI-VII, 1905.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

333. — Id. Das Alter der Kohlenablagerungen östlich und westlich von Rötschach in Südsteiermark. *Ibid.*, L, p. 409-418, 1 fig., 1900.

334. — G. de Alessandri. Fossili cretacei della Lombardia. *Palæontogr. Ital.*, IV, p. 169-202, pl. XIV-XVI, 1899.

335. — Ernesto Mariani. Ammoniti del Senoniano Lombardo. *Mem. d. R. Istituto Lomb. di Sc. e Lett., cl. di Sc. mat. e nat.*, ser^{a} 3, IX, p. 51-58, fig., pl. VIII, 1898.

336. — Carlo Airaghi. Echinidi della Scaglia cretacea veneta. *Mem. d. R. Accad. d. Sc. di Torino*, ser. 2^{a}, LIII, p. 315-330, 2 pl., 1903.

337. — K. Futterer. Die oberen Kreidebildungen der Umgebung des Lago di Santa Croce in den Venetianer Alpen. *Palaeont. Abh.*, VI, 1, 124 p., 25 fig., 11 pl., 1892.

338. — Id. Uber einige Versteinerungen aus der Kreideformation der karnischen Voralpen. *Ibid.*, VI, 6, 30 p., 2 fig., 7 pl., 1896.

339. — Georg Boehm. Beiträge zur Kenntniss der Kreide in den Südalpen. I. Die Schiosi- und Calloneghe-Fauna. *Palæontogr.*, XLI, p. 81-148, 37 fig., pl. VIII-XV, 1894.

340. — Id. Beitrag zur Gliederung der Kreide in den Venetianer Alpen. *Zeitschr. d. D. geol. Ges.*, XLIX, p. 160-181, fig., pl. IV-VI, 1897.

341. — Annibale Tommasi. Contribuzione allo studio della fauna cretacea del Friuli. I fossili senoniani di Vernasso presso S. Pietro al Natisone. *Atti del R. Istit. Veneto di Sc., Lett. ed Arti*, ser^{a} 7^{a}, II, p. 1089-1122, 1 pl., 1891.

342. — Olinto Marinelli. La seria cretacea nei dintorni di Tarcento in Friuli. *Ibid.*, ser^{a} 7^{a}, VIII, p. 1027-1045, 1897.

343. — Adalbert Liebus und V. Uhlig. Ueber einige Fossilien der karpathischen Kreide und stratigraphische Bemerkungen hiezu. *Beitr. z. Paläont. u. Geol. Œsterr.-Ung.*, XIV, p. 113-130, pl. VI, 1902.

344. — Ioan Simionescu. Fauna cretacea superióra de la Ürmös (Transilvania). *Acad. Română, Publicat. Fund. Vasilie Adamachi*, n° 4, 38 p., 3 pl., 1899.

345. — Leopold Tausch. Ueber die Fauna der nichtmarinen Ablagerungen der oberen Kreide des Csingerthales bei Ajka im Bakony (Veszprimer Comitat, Ungarn) und einige Conchylien der Gosaumergel von Aigen bei Salzburg. *Abh. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XII, p. 1-32, pl. I-III, 1886.

346. — Julius Pethö. Die Kreide- (Hypersenon-) Fauna des Peterwardeiner (Pétervàrader) Gebirges (Fruska Gora). *Palæontogr.*, LII, p. 57-331, fig., pl. V-XXVI, 1906.

347. — Georges N. Zlatarski. Le Sénonien dans la Bulgarie orientale, au nord des Balkans, et sa division en Emschérien et Aturien (en bulgare avec résumé en français). *Godichn. Univers. Sofia*, IV, 21 p., 1907.

348 — H. Coquand. Note sur la Craie supérieure de la Crimée et sur son synchronisme avec l'étage campanien de l'Aquitaine, des Pyrénées et de l'Algérie. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3^{e} sér., V, p. 86-99, 1 fig., 1877.

349. — Hébert. La Craie de Crimée comparée à celle de Meudon et à celle de l'Aquitaine. *Ibid.*, 3^{e} sér., V, p. 99-102, 1877.

350. — C. F. Parona. Notizie sulla fauna a Rudiste della pietra di Subiaco nella valle dell' Aniene. *Boll. d. Soc. Geol. Ital.*, XXVII, p. 299-310, 3 fig., pl. IX, 1908.

351. — Id. Sopra alcune Rudiste senoniane dell' Appennino meridionale. *Mem. de R. Accad. de Sc. di Torino*, ser. 2^{a}, L, p. 1-22, pl. I-III, 1900.

352. — J. Blayac. Note sur le Crétacé supérieur du bassin de la Seybouse et des hautes plaines limitrophes (Algérie). *C. R. Ac. Sc.*, CXLVIII, p. 881-884, 1909.

353. — L.-M. Vidal. Datos para el conocimiento del terreno garumnense de Cataluña. *Bol. de la Comis. del Mapa geol. de España*, I, p. 209-247, pl. I-VIII, 1874.

354. — Id. Sur le Crétacé supérieur de la vallée de la Muga (province de Gerona). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3^{e} sér., XXVI, p. 859-863, 2 fig., 1898.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

355. — LOTHAR KRUMBECK. Beiträge zur Geologie und Palæontologie von Tripolis. *Palæontogr.*, LIII, p. 51-136, 2 fig., pl. VII-IX, 1906.

356. — R. BULLEN NEWTON. On some fossils from the Nubian Sandstone Series of Egypt. *Geol. Mag.*, dec. V, VI, p. 352-359, 388-397, pl. XIX-XXI, 1909.

357. — ARTHUR QUAAS. Beitrag zur Kenntniss der Fauna der obersten Kreidebildungen in der libyschen Wüste (Overwegischichten und Blätterthone). *Palæontogr.*, XXX, II, p. 153-336, pl. XX-XXXIII, 1902.

358. — EDG. DACQUÉ. Mittheilungen über den Kreidecomplex von Abu Roash bei Kairo. *Ibid.*, XXX, II, p. 337-392, 4 fig., pl. XXXIV-XXXVI, 1903.

359. — O. P. HAY. On a collection of Upper Cretaceous Fishes from Mount Lebanon, Syria, with descriptions of four new genera and nineteen new species. *Bull. of Amer. Mus. of Nat. Hist.*, XIX, p. 395-452, pl. XXIV-XXXVII, 1903.

360. — WILLIAM KENNETT LOFTUS. On the Geology of portions of the Turko-Persian Frontier and of the districts adjoining. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, XI, p. 247-344, 24 fig., pl. IX, 1855.

361. — GEORG BOEHM. Ueber einige Fossilien aus Buchara. *Zeitschr. d. D. Geol. Ges.*, LI, p. 467-470, pl. XXIX-XXX, 1899.

362. — FRITZ NOETLING. Fauna of Báluchistan. I, 3. Fauna of the Upper Cretaceous (Maëstrichtien) Beds of the Mari Hills. *Palaeont. Indica*, ser. XVI, 79 p., fig., 23 pl., 1897.

363. — ERNEST W. VREDENBURG. The Cretaceous Orbitoides of India. *Records Geol. Surv. of India*, XXXVI, p. 171-213, 5 fig., pl. XXV-XXIX, 1908.

364. — OTTOKAR FEISTMANTEL. On the occurrence of the cretaceous genus Omphalia near Namcho Lake, Tibet, about 75 miles north of Lhassa. *Records Geol. Surv. of India*, X, p. 21-25, 1 pl., 1877.

365. — K. MARTIN. Die Fauna der Kreideformation von Martapoera. *Samml. d. geol. Reichs-Mus. in Leiden*, 1te Ser., IV, p. 126-197, pl. XV-XXI, 1889.

366. — STEPHEN HISLOP. On the Tertiary Deposits, associated with Trap-rock, in the East Indies. *Q. J. Geol. Soc.*, XVI, p. 154-189, 4 fig., pl. V-X, 1860.

367. — FRANZ KOSSMAT. The Cretaceous Deposits of Pondicherri. *Records Geol. Surv. of India*, XXX, p. 51-110, pl. VI-X, 1897.

368. — MARCELLIN BOULE et ARMAND THEVENIN. Paléontologie de Madagascar. I. Fossiles de la côte orientale. *Annales de Paléont.*, I, 17 p., 12 fig., 2 pl., 1906.

369. — JEAN COTTREAU. Paléontologie de Madagascar. VI. Échinides de Madagascar. *Ibid.*, III, 42 p., 17 fig., 5 pl., 1908.

370. — R. MICHAEL. Ueber Kreidefossilien von der Insel Sachalin. *Jahrb. d. K. preuss. Geol. Landesanst.*, XIX, p, 153-164, 4 fig., pl. V-VI, 1899.

371. — J. F. WHITEAVES. On the Fossils of the Cretaceous Rocks of Vancouver and adjacent islands in the strait of Georgia. *Geol. Surv. of Canada. Mesozoic Fossils*, I, p. 93-190, pl. XI-XX, 1879.

372. — GUSTAV STEINMANN. Beiträge zur Geologie und Palaeontologie von Südamerika. III. Das Alter und die Fauna der Quiriquina-Schichten in Chile, von G. STEINMANN, W. DEECKE und W. MÖRICKE. *Neues Jahrb. f. Miner.*, Beil.-Bd. III, p. 1-118, 12 fig., pl. I-VII, 1895.

373. — ID. XI. Revision der Fauna der Quiriquina-Schichten, von OTTO WILCKENS. *Ibid.*, Beil.-Bd. XI, p. 181-284, 1 fig., pl. XVII-XX, 1904.

374. — OTTO WILCKENS. Erläuterungen zu R. Hauthals geologischer Skizze des Gebietes zwischen dem Lago Argentino und dem Seno de la Ultima Esperanza (Südpatagonien). *Ber. d. Naturf. Ges. zu Freib. i. Br.*, XV, p. 75-96, pl. I, 1907.

375. — ID. Die Lamellibranchiaten, Gastropoden, etc., der oberen Kreide Südpatagoniens. *Ibid.*, XV, p. 91-156, pl. II-IX, 1905.

376. — W. PAULCKE. Die Cephalopoden der oberen Kreide Südpatagoniens *Ibid.*, XV, p. 167-244, 31 fig., pl. X-XIX, 1905.

377. — J. GUNNAR ANDERSON. On the Geology of Graham Land. *Bull. of*

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC

the Geol. Inst. of the Univers. of Upsala, VII, p. 19-71, 8 fig., pl. I-VI, 1906.

378. —W. KILIAN et P. REBOUL. Les Céphalopodes néocrétacés des îles Seymour et Snow Hill. *Wiss. Ergebn. d. Schwed. Südpolar-Exped. 1901-1903*, III, 6, 71 p., 28 fig., 20 pl., 1909.

379. — P. DE LORIOL. Om fossile Saltvandsdyr fra Nord-Grønland (texte en français). *Meddelser om Grønland*, V, p. 203-213, 1883.

380. — D. WHITE and CH. SCHUCHERT. Cretaceous series of the West-Coast of Greenland. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, IX, p. 343-368, fig., pl. XXIV-XXVI, 1898.

381. — WILLIAM BULLOCK CLARK. Upper Cretaceous Formations of New Jersey, Delaware, and Maryland. *Ibid.*, VIII, p. 315-358, pl. XL-L, 1897.

382. — ROBERT P. WHITFIELD. Brachiopoda and Lamellibranchiata of the Raritan Clays and Greensand Marls of New Jersey. *Monogr. of the U. S. Geol. Surv.*, IX, 338 p., 35 pl., 1 carte, 1885.

383. — ID. Gasteropoda and Cephalopoda of the Raritan Clays and Greensand Marls of New Jersey. *Ibid.*, XVIII, 402 p., 50 pl., 1892.

384. — J. F. WHITEAVES. Contributions to Canadian Palaeontology. I. Report on the Invertebrata of the Laramie and Cretaceous Rocks of the Vicinity of the Bow and Belly Rivers and adjacent localities of the North-West Territory. *Geol. and Nat. Hist. Surv. of Canada*. 89 p., 11 pl., 1885.

384 *bis*. — E. BÖSE. La fauna de Moluscos del Senoniano de Cárdenas, San Luis Potosí. *Bol. d. Inst. Geol. de México*, n° 24, 95 p., 18 pl., 1906.

385. — P. MARTIN DUNCAN and G. P. WALL. A Notice of the Geology of Jamaica; with Descriptions of the Cretaceous, Eocene, and Miocene Corals of the Islands. *Quart. Journ. Geol Soc.*, XXI, p. 1-15, pl. I-II, 1864.

386. — R. P. WHITFIELD. Descriptions of Species of Rudistae from the Cretaceous Rocks of Jamaica, W. I. *Bull. Amer. Mus. of Nat. Hist.*, IX, p. 185-196, pl. VI-XXII, 1897.

387. — ID. Observations on the Genus Barrettia Woodward, with Descriptions of two new species. *Ibid.*, IX, p. 233-246, pl. XXVII-XXXVIII, 1897.

388. — A. DE LAPPARENT. Sur la découverte d'un Oursin d'âge crétacé dans le Sahara oriental. *C. R. Ac. Sc.*, CXXXII, p. 388-392, 1901.

389. — ID. Sur de nouveaux fossiles du Soudan. *Ibid.*, CXXXVI, p. 1297-1298, 1903.

390. — HENRY WOODS. The Cretaceous Fauna of Pondoland. *Annals of the S. Afric. Mus.*, IV, p. 275-350, pl. XXXIII-XLIV, 1906.

391. — H. DOUVILLÉ. Sur une cause de variations des faunes fossiles. *C. R. Ac. Sc.*, CXXXVI, p. 1212-1214, 1903.

392. — MUNIER-CHALMAS. Sur le rôle, la distribution et la direction des courants marins en France, pendant le crétacé supérieur. *Ibid.*, CXIV, p. 851-854, 1892.

393. — FRANZ KOSSMAT. Die Bedeutug der südindischen Kreideformation für die Beurtheilung der geographischen Verhältnisse während der späteren Kreidezeit. *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst.*, XLIV, p. 459-478, 1894.

394. — A. DE GROSSOUVRE. Sur la transgression cénomanienne. *C. R. A.F.A.S., Congr. d'Ajaccio*, p. 352-356, 1901.

395. — A. LACROIX. Description des syénites néphéliniques de Pouzac (Hautes-Pyrénées) et de Monréal (Canada) et de leurs phénomènes de contact. *Bull. Soc. SGéol. Fr.*, 3e sér., XVIII, p. 511-558, 8 fig., pl. IX-XII, 1890.

396. — ID. Les phénomènes de contact de la lherzolite et de quelques ophites des Pyrénées. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° 42, 23 fig., 2 pl., 1895.

V. aussi : O, 1-9; 14, 22; VIII, 11; XI, 6; XII, 8, 9, 12; XXII, 9; XXX, 23, 27; XXXII, 33; XXXIII, 49 *bis*; XXXIV, 57, 77, 106; XXXV, 66; XXXVI, 52-55, 101; XXXVII, 7, 9, 10, 22, 28, 33, 39, 41, 49-53, 58, 59 *bis*, 64, 65, 68, 71, 72, 74-76, 103, 106, 169, 246, 262, 307, 313 *bis*, 314, 316-319, 343, 348-350, 353, 355 *bis*.

Document numérisé par la Bibliothèque Interuniversitaire Scientifique Jussieu - UPMC