

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS

---

MÉMOIRES

POUR SERVIR À L'EXPLICATION

DE

LA CARTE GÉOLOGIQUE DÉTAILLÉE DE LA FRANCE

---

LES NAPPES DE CHARRIAGE  
DE LA BASSE-PROVENCE

---

MONOGRAPHIES TECTONIQUES

PAR

M. ÉMILE HAUG

MEMBRE DE L'INSTITUT

PROFESSEUR DE GÉOLOGIE À LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS  
COLLABORATEUR PRINCIPAL AU SERVICE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DÉTAILLÉE DE LA FRANCE

---

DEUXIÈME PARTIE

LE MASSIF D'ALLAUCH ET SES ENTOURS



PARIS

IMPRIMERIE NATIONALE

1930

## AVANT-PROPOS.

*Le Mémoire sur le Massif d'Allauch et ses environs est une œuvre posthume d'Émile Haug. Le manuscrit en avait été déposé entre les mains de M. Termier, directeur du Service de la Carte géologique de la France, le 19 juillet 1927, quelques semaines avant la mort de l'auteur, survenue à Niederbronn (Bas-Rhin) le 28 août de la même année.*

*Cette monographie était pour É. Haug le résumé de très longues et minutieuses recherches, accomplies, dans la région étudiée, au cours de multiples excursions, espacées sur de nombreuses années.*

*Les compagnons que É. Haug avait invités à collaborer avec lui sur ce terrain savent quel scrupule et quel détail dans l'observation leur Maître tenait pour nécessaires, venant lui-même après d'illustres devanciers, tectoniciens ou stratigraphes, comme Marcel Bertrand, Depéret, Collot, . . .*

*En même temps que le Mémoire, É. Haug terminait le dessin de la feuille « Aubagne » au 1/50.000<sup>e</sup>, dessin qu'il déposait au Service de la Carte à la même époque, fin juillet 1927.*

*Ces deux ouvrages considérables, à l'achèvement desquels Émile Haug a consacré ses dernières forces et son enthousiasme jamais ralenti, doivent à la haute bienveillance de M. Termier de paraître quand même intégralement aujourd'hui.*

*Le retard de cette publication tient aux lacunes qui persistaient dans les minutes de l'auteur, lacunes qu'il se proposait de combler au cours de l'impression du texte et de la gravure de la carte. M. Termier*

*a jugé qu'il était préférable d'achever entièrement le travail avant de commencer l'impression; il m'a, en particulier, demandé de dessiner les coupes et la carte tectonique, qui accompagnent la description de la région étudiée, estimant que ma participation, da nsces dernières années, à toutes les courses de mon regretté Maître me rendait moins malaisé qu'à d'autres l'achèvement de l'œuvre.*

*Le manuscrit a été déposé à nouveau le 16 mars 1928 au Service de la Carte.*

**Juliette PFENDER.**

**DEUXIÈME PARTIE**  
**LE MASSIF D'ALLAUCH ET SES ENTOURS**

## INTRODUCTION.

Dans l'avant-propos placé en tête de ce mémoire j'annonçais l'intention de publier, tout de suite après la 1<sup>re</sup> partie, consacrée à la région toulonnaise, une monographie du massif de la Sainte-Baume et de ses enveloppes, et l'étude du massif d'Allauch devait être comprise dans une 3<sup>me</sup> monographie, où serait décrit le cadre montagneux de la ville de Marseille. Différentes raisons m'ont amené à modifier l'ordre de publication de ces monographies. La principale est que mes collaborateurs et moi sommes dans l'impossibilité de donner à la gravure, avant plusieurs années, la feuille de Cuers de la nouvelle carte géologique au 1/50 000<sup>e</sup>, sur laquelle se trouve toute la partie orientale du massif de la Sainte-Baume et dont les levés détaillés présentent encore un certain nombre de lacunes. J'ai d'ailleurs publié, dès 1916 [12] <sup>(1)</sup>, une note préliminaire sur la Tectonique du massif de la Sainte-Baume qui rend moins urgente la publication d'une monographie. Par contre, le massif d'Allauch figure presque en totalité sur la feuille d'Aubagne au 1/50 000<sup>e</sup>, dont les levés sont entièrement achevés et qui doit paraître au début de 1928. Il correspond à une région naturelle facile à délimiter et constitue un tout qu'il y a tout avantage à décrire dans une monographie séparée, avant d'aborder l'étude des autres massifs (Marseilleveyre, la Nerthe et l'Étoile) qui forment avec lui l'encadrement du site de Marseille.

On a vu dans l'Historique (p. 12) quel rôle important joue le massif d'Allauch dans l'œuvre de Marcel Bertrand. Le fondateur de l'école tectonique française lui a consacré une note détaillée [16] en 1891 et il y est revenu longuement dans son mémoire de 1899 [36], où il abandonne définitivement sa théorie des plis sinueux, pour adopter celle des nappes de charriage, entrevue par lui dès 1888 [9], mais abandonnée peu après. Le massif d'Allauch a également fait l'objet, de la part d'E. Fournier, de plusieurs publications [9, 10, 13, 16], où est exposée une interprétation calquée sur la théorie des plis sinueux de Marcel Bertrand. Bresson [*loc. cit.*] a fait connaître, dans un

<sup>(1)</sup> Comme dans la 1<sup>re</sup> partie, les numéros entre crochets renvoient à la Bibliographie insérée après l'Historique (p. 77-90). Il est fait usage de la mention *loc. cit.* placée entre crochets dans les cas où l'auteur cité est représenté dans cette Bibliographie par une note unique.

travail spécial, quelques traits de la structure d'un petit massif, voisin de celui d'Allauch, qu'il appelle le massif de Saint-Julien. Lorsque j'aurai cité une note surtout stratigraphique de Gourret et Gabriel [*loc. cit.*] et un essai théorique de J. Golfier [1], j'aurai épuisé la liste des publications relatives à la tectonique du massif d'Allauch antérieures à l'époque déjà lointaine où je faisais mes premières courses dans la région.

Le massif d'Allauch est d'ailleurs peu étendu et il est facile à délimiter, de sorte que son étude ne se trouve que peu mêlée à celle des massifs voisins. En comprenant dans la même région naturelle le petit massif de Saint-Julien ou de la Salette, qui géologiquement en dépend, on peut lui assigner comme limites, au sud et à l'est, le cours de l'Huveaune, depuis la Pomme jusqu'à Joux, en amont de Roquevaire; au nord-est, le cours d'un affluent de cette rivière, le Merlançon; au nord-ouest, le cours du Jarret, en amont de la Croix-Rouge. Une ligne N.-S., arbitrairement tracée de ce point à la Pomme, laisse, à l'ouest, des collines tertiaires et quaternaires qui font partie de la proche banlieue de Marseille. Ces limites ont l'avantage d'englober <sup>(1)</sup>, outre le massif d'Allauch proprement dit, les collines des Maurins, de Pichauris, de Peipin, de Pierrescas, du Nord d'Aubagne, de la Treille et de la Salette, qui en constituent la bordure; mais elles laissent en dehors la chaîne de Carpiagne, qui sera également étudiée dans la présente monographie, car c'est là qu'il nous faudra chercher la racine de la plus élevée des nappes du massif.

Si les hauteurs boisées ou cultivées qui forment la bordure du massif d'Allauch ont le caractère de collines, le massif proprement dit ou Massif Central possède les aspects de la montagne et même, en quelques-unes de ses parties, ceux de la haute montagne. On ne s'en douterait pas au simple examen des cartes topographiques, car trois de ses sommets seulement possèdent des altitudes supérieures à 700 m. et le plus élevé d'entre eux, le Plan de l'Aigle, n'a que 730 m. On ne s'en douterait pas davantage en contemplant le massif depuis Marseille ou depuis Gémenos, ou encore, du train, entre Marseille et Aubagne. Le trajet en automobile de Marseille au Terme par la route de Nice, qui suit le cours du Jarret, c'est-à-dire le bord nord-ouest de notre

<sup>(1)</sup> Les lecteurs qui n'auront sous les yeux ni la feuille géologique d'Aubagne au 1/50 000<sup>e</sup>, ni la petite carte qui accompagne le travail de Marcel Bertrand de 1891 [16] pourront se reporter aux feuilles d'Aix et de Marseille au 1/80 000<sup>e</sup>, dont la limite coupe le massif par son milieu.

[Pour les chapitres III à VI et IX (*pro parte*) du présent mémoire on peut suivre la description stratigraphique sur la carte I, jointe à ce fascicule; les conclusions tectoniques ont été portées sur la carte II. (J. P.F.)]

région, donne déjà davantage, au moins dans sa partie supérieure, une impression de haut relief, due aux grands abrupts par lesquels le massif est limité dans cette direction. La lecture des notes de Marcel Bertrand ne permet pas non plus de se faire une idée même approximative de la morphologie du massif. On pourrait qualifier celui-ci de haut plateau, mais ce haut plateau est profondément entamé par des vallées rayonnant du centre vers la périphérie. Ce sont ces vallées, creusées par l'érosion et nullement tectoniques, comme on le verra dans la suite, qui évoquent la comparaison avec des sites de haute montagne. Le vallon des Escaoupres, le vallon de Passetemps, le Grand Vallon sont d'une sauvage grandeur. Le pic de Garlaban, qui est comme surajouté au plateau, se termine au sud-est par une grande paroi verticale, du sommet de laquelle le regard domine toute la vallée de l'Huveaune.

Ce n'est pas le lieu ici de donner une étude morphologique de la région qui fait l'objet de cette monographie. On trouvera en tête de chaque chapitre une description sommaire des caractères physiographiques du massif ou du secteur qui y est étudié.

Par contre, je vais donner tout de suite, comme je l'ai fait pour la région toulonnaise, un résumé succinct des caractères stratigraphiques de tous les terrains représentés dans la région.

Mes premières courses dans le massif d'Allauch remontent à 1915. Elles n'avaient d'ailleurs tout d'abord qu'un but d'orientation. Ce n'est que l'année suivante que je commençai les levés détaillés dont G. Vasseur <sup>(1)</sup> avait été précédemment chargé. Je dus bientôt les abandonner pour des travaux plus urgents et ne les ai repris d'une manière méthodique que dans ces dernières années <sup>(2)</sup>.

<sup>(1)</sup> Je n'ai trouvé sur le massif d'Allauch, dans les notes manuscrites laissées par Vasseur, que quelques tracés très incomplets, figurés sur une base topographique insuffisante. Je n'ai pu en tirer parti.

<sup>(2)</sup> L'auteur voulait placer ici des remerciements; dans ses papiers se trouvait un début de rédaction que voici : « Si j'ai pu mener à bonne fin la présente Monographie et les levés détaillés qui lui servent de base, je le dois dans une large mesure aux personnes qui m'ont accompagné dans la région difficile d'Allauch ». Puis une liste ainsi conçue :

PFENDER.	KILIAN.
LUTAUD.	TERMIER.
DEHORNE.	GIGNOUX.
LANQUINE.	JOLEAUD.
MAURY.	DANGEARD.
	GAGNEBIN.
	PETERHANS.
	SCHOELLER.

## APERÇU STRATIGRAPHIQUE.

On ne connaît, dans le massif d'Allauch et dans sa bordure, aucun terme plus ancien que le Trias et il en est de même au sud de la vallée de l'Huveaune, dans la chaîne de Carpiagne.

## TERRAINS TRIASIQUES.

Le TRIAS INFÉRIEUR ( $t_1$ ) n'est représenté que par ses couches terminales. Ce sont des grès argileux, des argilolithes et des dolomies lie de vin ou rouge amarante, semblables aux couches qui, dans la banlieue de Toulon et dans la dépression permienne de Cuers, surmontent le poudingue à éléments quartzeux. Elles affleurent uniquement dans la région située entre la Malvina et le parc du château de Vaudran. Je ne les ai trouvées signalées par aucun auteur.

Le TRIAS MOYEN ( $t_2$ ) est principalement constitué par des calcaires gris foncé, compacts, en bancs réguliers, présentant presque partout des vermiculations noires, qui donnent en section l'impression de mouchetures. Les bancs marneux sont moins localisés que dans le « Muschelkalk » de la région toulonnaise. Les fossiles y sont plus rares; outre *Cænothyris vulgaris* et quelques Lamellibranches mal conservés, j'ai recueilli, en compagnie de M. Schœller, à l'est de Pichauris, à défaut de *Ceratites nodosus* Brug, *Germanonutilus bidorsatus* Schloth. A la base et au sommet de ces calcaires on observe des couches dotomitiques grises ou jaunes.

Le TRIAS SUPÉRIEUR ( $t_3$ ) est principalement représenté par des argiles rouges portant généralement des cultures. Des intercalations de gypse ont fait l'objet d'exploitations assez importantes à l'est de Pichauris, au sud d'Allauch, aux Bellons et au quartier de Rampal (au nord-ouest d'Aubagne). Les cargneules sont assez développées dans le massif de la Salette et à l'ouest de Pichauris.

## TERRAINS LIASIQUES ET JURASSIQUES.

Le RHÉTIEN ( $l_0$ ) est très semblable à celui de la région toulonnaise. Les bancs calcaires n'atteignent cependant jamais de grandes épaisseurs et ne sont



exploités nulle part. La lumachelle à *Avicula contorta* se rencontre dans presque tous les affleurements.

L'HETTANGIEN ( $j_1$ ) est constitué dans la région, comme dans toute la Basse-Provence, par des dolomies grises ou jaunâtres bien litées, dont les bancs sont toutefois moins bien individualisés qu'ailleurs, en raison du faible développement des intercalations d'argiles vertes, qui souvent n'existent qu'à la base de l'étage.

Le LIAS à silex ( $l_{n-m}$ ) a disparu, en bien des endroits, par étirement et son épaisseur est, presque partout, très réduite. Les fossiles, appartenant soit au Lias moyen, soit au Lias supérieur, ne sont abondants que dans le nord de la région, entre l'auberge de Pichauris et le Terme. M. Lanquine en donnera une liste dans un prochain travail.

Le BAJOCIEN ( $j_1^1$ ) n'a été rencontré qu'en un point, au N. E. de Pichauris, par M. Lanquine. Ailleurs il se confond avec le terme suivant.

Le BATHONIEN ( $j_2^2$ ) est exclusivement formé d'alternances de calcaires marneux et de marnes, avec bancs à *Cancellophycus*. Les Ammonites y sont rares et généralement mal conservées. Le « Bathonien calcaire », si bien représenté dans la région toulonnaise, fait entièrement défaut.

On doit attribuer au CALLOVIEN ( $j_3^3$ ) des calcaires marneux très foncés, qui font suite immédiatement au Bathonien et qui affleurent à la base des escarpements du Jurassique moyen. J'y ai recueilli, près de l'auberge de Pichauris, une empreinte de *Macrocephalites macrocephalus* Schloth.

Il n'existe dans la région aucune preuve paléontologique de la présence de l'Oxfordien et de l'Argovien. L'attribution au Lusitanien et au Kimeridgien des CALCAIRES MÉSOJURASSIQUES ( $j_{n-4}^{2-4}$ ), qui font suite au Callovien, résulte uniquement des analogies de faciès avec des couches de cet âge bien développées dans le Nord de la Provence. Ce sont des calcaires café au lait, très compacts, en gros bancs réguliers. Ils n'existent que dans la bordure orientale et septentrionale du massif d'Allauch et, très localement, dans le massif de la Salette.

Les DOLOMIES NÉOJURASSIQUES ( $j_{n-d}$ ) qui leur succèdent atteignent de 50 à 100 m. d'épaisseur. Elles sont à peu près dépourvues de stratification et sont remarquables par leur desquamation superficielle en lames parallèles à la surface du terrain, caractères qui permettent en général de les distinguer des dolomies hettangiennes.

Les calcaires blancs à cassure esquilleuse ( $j_{n-cd}$ ), en bancs réguliers, qui, dans les régions voisines, alternent avec ces dolomies dans leur partie supé-

rière, semblent manquer dans tout le territoire englobé dans la présente monographie.

### TERRAINS CRÉTACÉS.

Les CALCAIRES BLANCS qui sont directement superposés aux Dolomies paraissent représenter à la fois le Portlandien supérieur et le Valanginien. On a dû, comme sur la feuille de Toulon au 1/50 000<sup>e</sup>, les désigner par la notation compréhensive **jc**. Leur épaisseur peut atteindre une cinquantaine de mètres. L'attribution au Portlandien de leur partie inférieure est confirmée par la découverte que M<sup>lle</sup> Pfender y a fait <sup>(1)</sup> de sections d'une Algue calcaire de la famille des Acétabulariées que Favre et Joukowski avaient figurée sous le nom d'organisme A et que ma collaboratrice a pu assimiler au genre *Clypeina* Michelin. Cette Algue a été observée dans des intercalations marines du Purbeckien du Salève. Puis, plus récemment <sup>(2)</sup>, J. Favre et A. Richard l'ont retrouvée dans le Portlandien de Pierre-Châtel, dans le Jura méridional. Dans la région qui nous occupe, M<sup>lle</sup> Pfender a signalé ces Clypéines dans les calcaires de la chapelle d'Allauch, à la Bergerie de Bec Cornu, sur le chemin de Garlaban.

Les calcaires à Clypéines sont surmontés de calcaires oolithiques qui rappellent le banc si typique du Valanginien de la Sainte-Baume. Des oolithes analogues se rencontrent encore à un niveau plus élevé dans des bancs calcaires alternant avec des marnes souvent grumeleuses et verdâtres. Ces couches sont encore placées dans le Valanginien par la plupart des auteurs, mais il n'est pas toujours facile de les séparer de l'Hauterivien et l'on a dû, en particulier dans la chaîne de Carpiagne et dans le bois de la Chapelette (au N. E. des Camoins), réunir sous une même notation (**c<sup>1-2</sup>**) une puissante série constituée par une succession de barres calcaires séparées par des intercalations marneuses.

<sup>(1)</sup> J. PFENDER, Sur la présence de *Clypeina* Michelin dans les couches de passage du Jurassique au Crétacé, en Basse-Provence calcaire; de son identité avec l'organisme A du Purbeckien marin au Salève (Favre et Joukowsky). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4<sup>e</sup> sér., t. XXVII, p. 89-94, pl. V, 1927.

<sup>(2)</sup> JULES FAVRE et l'abbé A. RICHARD, Étude du Jurassique supérieur de Pierre-Châtel et de la cluse de la Balme (Jura méridional). *Mém. Soc. Paléont. Suisse*, vol. XLVI, 39 p., 3 pl., 14 fig. 1927.

L'HAUTERIVIEN ( $c^2$ ) est bien caractérisé, dans le massif d'Allauch et dans les parties de sa bordure méridionale situées au nord des Lyonnaises et du Jas de Fontainebleau, par de nombreux fossiles, particulièrement abondants dans le vallon des Escaoupres. Collot en a donné une liste [8, p. 59]. M<sup>lle</sup> Gillet a publié récemment une révision des Lamellibranches. La détermination des autres organismes aurait également besoin d'être revue. Le fossile le plus commun est *Exogira latissima* Lamk., dont on rencontre les deux variétés *Couloni* Defr. et *Aquila* Brongn; *Terebratula prælonga* Sow. est non moins abondant. Ces restes organiques se trouvent principalement dans un premier niveau marneux, immédiatement superposé au Valanginien, qui affleure notamment au Jas de Palenchon, au N. E. d'Allauch, et dans un niveau marneux plus élevé, qui est beaucoup plus riche.

Les barres qui alternent avec les marnes sont constituées par des calcaires gris ou brunâtres, spathiques, qui ne renferment jamais de Rudistes, au moins dans la région. Les oolithes ont entièrement disparu.

L'URGONIEN ( $c^3$ ) est exclusivement constitué par une masse de calcaires blancs ou jaunâtres<sup>(1)</sup>, présentant souvent une épaisseur d'au moins 200 m., sans aucune intercalation marneuse. Les sections de Rudistes sont fréquemment très abondantes. Les caractères microscopiques sont les mêmes que dans les autres régions de la Basse-Provence.

L'APTIEN INFÉRIEUR OU BÉDOULIEN ( $c^4a$ ) est relié à l'Urgonien par des passages insensibles. Les calcaires deviennent plus marneux et se chargent généralement de nombreux silex<sup>(2)</sup>, comme par exemple entre Roquefort et le château de Julhans et aux environs du Bec Cornu. A Cassis et à la Bedoule, par contre, les silex sont absents ou rares et les calcaires se prêtent alors très bien, en raison de leur forte teneur en argile, à la fabrication de la chaux hydraulique. C'est le gisement classique d'*Ancyloceras Matheroni* d'Orb. et d'autres espèces dont Ed. Roch vient de publier une monographie<sup>(3)</sup>.

<sup>(1)</sup> L'Urgonien des Trois-Lucs (la Malvina de la Carte) se distingue de celui des autres localités par une teinte gris foncé tout à fait insolite. Mais il renferme en abondance des Orbitolines, dont les sections ne sont visibles qu'au microscope (J. PF.).

<sup>(2)</sup> Les silex se rencontrent également dans certains bancs calcaires de l'Hauterivien, que l'on risque alors de confondre avec l'Aptien inférieur.

<sup>(3)</sup> ÉDOUARD ROCH. Étude stratigraphique et paléontologique de l'Aptien inférieur de la Bedoule, près Cassis (Bouches-du-Rhône). *Mém. Soc. Géol. Fr.*, N. S., t. IV, *Mém.* n° 8, p. 1 à 37, pl. I-V, 1927.

L'APTIEN SUPÉRIEUR OU GARGASIEN ( $c^4b$ ) est entièrement marneux. La localité de la Bedoule a fourni de nombreux fossiles pyriteux de petite taille.

Marcel Bertrand désigne sous la dénomination de « faciès de Fondouille » (ou mieux Fontdouille) un type spécial de l'Aptien constitué par des marnes avec intercalations de bancs calcaires renfermant souvent en grande abondance des Orbitolines. J'y ai recueilli également *Exogyra latissima* Lamk var. *aquila*, des Trigonies et *Plicatula placunea*. Ces couches sont bien développées aux Romans, au nord-est de la Treille et aux environs du hameau de Garlaban. Leurs relations avec les deux termes classiques de l'Aptien sont encore mal connues.

La BAUXITE (B) n'est connue que dans le massif d'Allauch proprement dit, où l'Aptien fait totalement défaut. Dans le sud-ouest du massif, elle repose sur l'Urgonien; dans le centre, elle fait suite directement à l'Hauterivien; dans le nord-est, elle n'a pas été signalée. Elle n'atteint nulle part de grandes épaisseurs et n'a jamais été régulièrement exploitée. Des fouilles nombreuses ont montré qu'elle se présente en poches ou en couches discontinues, comme dans la région toulonnaise.

L'ALBIEN n'est connu nulle part dans la région qui nous occupe, si ce n'est, près de Cassis, sous la forme d'éléments remaniés dans le *banc des Lombards*, à la base du Cénomaniens. W. Kilian a donné une liste des fossiles que l'on y rencontre <sup>(1)</sup>.

Le CÉNOMANIEN présente de grandes variations de faciès, aussi bien dans le sens vertical que dans le sens horizontal. En général, sa partie inférieure est constituée par des marnes, des grès ou des calcaires noduleux ( $c^2g^3$ ), sa partie supérieure par des calcaires zoogènes avec Caprinidés et Ichthyosarcolithes, qui manifestent leur présence par un petit escarpement. Mais, dans la région de Cassis, il existe, dans le Cénomaniens supérieur, deux barres calcaires <sup>(2)</sup>, séparées par des couches plus marneuses. L'une et l'autre se terminent en biseau vers le S.W., de sorte que, sur le bord de la mer, entre Cassis

<sup>(1)</sup> W. KILIAN et P. REBOUL. Sur la présence de Céphalopodes à affinités indo-africaines dans le Crétacé moyen de Cassis (Bouches-du-Rhône). *A. F. A. S., C. R. de la 42<sup>e</sup> session* (Tunis), p. 252, 1914.

<sup>(2)</sup> Dans la barre inférieure, les Algues calcaires sont assez fréquentes. M<sup>lle</sup> J. Pfender a récolté, dans la tranchée du Chemin de fer de Cassis, plusieurs espèces d'*Archæolithothamnium*, appartenant à des formes crustacées et subrameuses.

JULIETTE PFENDER. Les Mélobésiées dans les calcaires crétacés de la Basse-Provence. *Mém. Soc. Géol. Fr., N. S., t. III, mém. n° 6*, p. 1-37, pl. I-X, 1926.

et l'anse de l'Arène, le Cénomanién est entièrement gréseux et marneux <sup>(1)</sup>. Par contre, dans le vallon des Barles et en face Rouvière, au nord de Roquefort, ce sont les couches marneuses du Cénomanién inférieur qui disparaissent; l'Aptien supérieur est ici directement recouvert par les calcaires à Rudistes du Cénomanién supérieur ( $c''c$ ).

A la limite du Cénomanién et du Turonien, on observe, au N. E. de Cassis, un banc à nodules ferrugineux, assez semblable au banc des Lombards et connu sous le nom de *banc des Jeannots*.

Le TURONIEN INFÉRIEUR (LIGÉRIEN OU SALMURIEN,  $c''m$ ) est représenté, à l'E. et au N. E. de Cassis, par des marnes noires feuilletées semblables à celles du Revest. Ce niveau fait entièrement défaut entre la Penne et Aubagne, où les calcaires à Rudistes du TURONIEN SUPÉRIEUR (ANGOUMIEN,  $c''c$ ) reposent directement, tantôt sur les calcaires noduleux ou sur les grès du Cénomanién inférieur, tantôt sur les calcaires du Cénomanién supérieur. Il en est de même au nord d'Aubagne. Ces calcaires forment des escarpements rocheux; on y rencontre en abondance des Radiolitidés. Dans la carrière de Clos Rufisque, nous y avons trouvé en outre, M<sup>lle</sup> Pfender et moi, des Hippurites du groupe du *socialis* (*Orbignya* ou *Batolites*).

Dans le massif d'Allauch proprement dit ou l'Aptien et le Cénomanién font entièrement défaut, le Turonien repose soit sur l'Urgonien, soit sur l'Hauterivien, avec ou sans bauxite interposée. Il a fait l'objet d'une étude détaillée de la part de Ch. Depéret <sup>(2)</sup>, qui l'attribue en totalité au Turonien supérieur et qui y distingue une partie inférieure marine et une partie supérieure saumâtre. La série débute par des calcaires noduleux ou grumeleux avec Rudistes abondants, alternant avec des calcaires marneux roussâtres à débris charbonneux. Puis viennent des calcaires marneux et des plaquettes à Mollusques saumâtres, tels que *Corbicula galloprovincialis* Math., *Glauconia turonensis* Dep., *Cerithium provinciale* Math., *C. nodosocarínatum* Dep. Des calcaires roux spathiques terminent la série.

Le SÉNONIEN ( $c_m$ ), qui est totalement inconnu dans la chaîne de Saint-Cyr et dans la bordure méridionale du massif d'Allauch, n'est représenté, dans le massif lui-même, que par sa partie inférieure. Les termes supérieurs y sont

<sup>(1)</sup> On trouvera plus de détails sur les particularités du Cénomanién de Cassis dans le chapitre relatif à le chaîne de Saint-Cyr (Carpiagne).

<sup>(2)</sup> CH. DEPÉRET. Note sur l'existence d'un horizon à faune saumâtre dans l'étage turonien supérieur de la Provence. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3<sup>e</sup> sér., t. XVI, p. 559-573, 3 fig., 1888.

absents et ont probablement été enlevés par l'érosion, car le Campanien inférieur tout au moins paraît exister près des Mies, dans la bordure nord-ouest du massif.

Les éléments paléontologiques sont insuffisants pour distinguer les étages Coniacien et Santonien, mais l'existence du premier d'entre eux est rendue vraisemblable par la continuité que l'on observe entre le Turonien et le Sénonien.

Les couches les plus anciennes que l'on puisse avec certitude rapporter au Sénonien sont des calcaires gris ou bleuâtres, grumeleux, plus ou moins marneux, avec gros bancs calcaires intercalés à plusieurs niveaux.

Les Rudistes, parmi lesquels prédominent les Hippurites (*Vaccinites gigantes*), sont quelquefois très abondants et indiquent la présence du Coniacien et du Santonien. On y trouve en outre des moules internes de Gastéropodes et de Lamellibranches et de beaux exemplaires de *Chætetes Coquandi* Mich. et de *Ch. irregularis* Mich. (chemin de l'Amandier).

Au-dessus viennent des calcaires roux spathiques en plaquettes, puis des grès à peu près dépourvus de fossiles<sup>(1)</sup>. « Au sommet du troisième pic à l'est d'Allauch » (probablement le Thaomé) Collet [8, p. 92] mentionne un retour de calcaires noduleux à Hippurites et Lacazines. D'après le même savant, le niveau le plus élevé du Santonien, caractérisé par *Ostrea galloprovincialis* Math. (= *acutirostris* aut.), se rencontrerait aux Mies.

Dans la bordure méridionale, en particulier entre le hameau de Garlaban et la ferme de Camoin, les calcaires à Rudistes turoniens sont directement recouverts par un poudingue à ciment rouge très argileux, qui diffère des poudingues oligocènes non seulement par sa coloration, mais encore par la nature de ses éléments. Parmi ceux-ci on observe, à côté d'éléments locaux, des éléments originaires des Maures ou de Sicié, tels que des grès rouges permien, des quartz gras et des phyllades.

Ces formations appartiennent au Bégudien ( $c_m^4$ )<sup>(2)</sup>.

<sup>(1)</sup> Toutes ces couches ont été placées par Gourret et Gabriel dans le Turonien. Les deux auteurs en donnent de copieuses listes de fossiles, déjà jugées sévèrement et non sans ironie par COLLET [8, p. 92].

<sup>(2)</sup> Tandis que le Sénonien marin supporte, aussi bien dans le bassin du Beausset que dans celui de Fuveau et dans la Sainte-Baume, le Fuvélien, il n'en va pas de même dans la région qui sépare ces deux bassins, où ce terme fait entièrement défaut. Les poudingues bégudiens reposent alors directement sur des termes plus anciens : sur le Turonien, au nord d'Aubagne; sur le Sénonien marin, à Signes; sur l'Urgonien à l'ouest de Méounes.

## TERRAINS TERTIAIRES.

Il n'existe, dans la région qui fait l'objet de la présente monographie, aucune trace de terrains tertiaires antérieurs à l'Oligocène, car, contrairement aux indications de la première édition de la feuille de Marseille, les argiles lignifères de Saint-Jean-de-Garguier, près Gémenos, doivent être placées à la base du Sannoisien et non dans l'Eocène supérieur, ainsi que l'a établi Repelin <sup>(1)</sup>.

Le SANNOISIEN (ou LATTORFIEN,  $\alpha$ ) est représenté, comme dans la région d'Ollioules (v. 1<sup>re</sup> part., p. 110), par des calcaires lacustres blancs, qui se présentent soit en gros bancs, soit en minces plaquettes, alternant avec des marnes. Le marquis de Saporta a décrit des empreintes végétales provenant des environs d'Allauch. Depéret [*loc. cit.*, p. 8] y a trouvé, en divers points de notre région, des Mollusques d'eau douce, qu'il a rapprochés de *Potamides Lamarcki* Brgt., *Nystia Duchasteli* Nyst, *Hydrobia Dubuissoni* Bouil., *Lymnea pachygaster* Thom., *Sphærium plantarum* Sap., etc.

Les poudingues intercalés à tous les niveaux dans ces calcaires ont été envisagés par Depéret comme « l'apport de torrents qui débouchaient à l'époque oligocène des montagnes avoisinantes dans la dépression lacustre du bassin de l'Huveaune ». Toutefois, leurs éléments ne sont en général pas empruntés aux terrains secondaires du pourtour, ce sont des galets de calcaires lacustres identiques à ceux dans lesquels les poudingues sont intercalés.

Les calcaires lacustres sannoisiens sont essentiellement transgressifs et reposent sur des termes quelconques de la série secondaire. On trouvera dans la suite de ce mémoire de nombreuses précisions ayant trait à cette importante constatation. J'en déduirai à la fin de cette monographie des conclusions d'ordre général.

L'attribution au RUPÉLIEN (ou STAMPIEN,  $\alpha''$ ) des couches qui font suite aux calcaires lacustres est basée principalement sur les observations de Depéret dans la région à l'ouest de Marseille et sur les déterminations paléontologiques de ce savant. Sur le pourtour du massif d'Allauch, les « argiles rouges de Saint-

<sup>(1)</sup> REPELIN. Sur l'âge des dépôts oligocènes des bassins d'Aix et de Marseille et, en particulier, des argiles des Milles et des lignites de Saint-Zacharie. *C. R. Ac. Sc.*, t. CLXIII, p. 100-102, 24 juil. 1916.

Henri » semblent être remplacées par des alternances d'argiles et de poudingues, faciès identique à celui qui caractérise les « argiles jaunâtres et poudingues de Marseille », c'est-à-dire, d'après Depéret, le terme supérieur de la série oligocène.

Les argiles de cette puissante série sont généralement jaunâtres et sableuses; les poudingues qui alternent avec elles en bancs d'épaisseur très variable sont associés à des grès et sont constitués par des éléments d'origine locale, mélangés à des éléments originaires du massif des Maures ou de Sicié. Outre les galets de quartz blanc, qui sont prédominants, M<sup>lle</sup> Pfender a reconnu la présence de phyllades, de phtanites à Radiolaires, de grès permien, etc. Ces poudingues doivent être envisagés comme les dépôts d'un cours d'eau venant de l'est.

Dans le nord-est de la région, en particulier aux environs de la Destrousse, on observe à diverses hauteurs, en intercalations dans les poudingues, des bancs de calcaires lacustres tout à fait semblables à ceux du Sannoisien. Ces récurrences permettent de conclure à la persistance d'un lac pendant toute la durée du Rupélien, mais ce lac était périodiquement envahi par des apports fluviaux.

Denizot<sup>(1)</sup> a découvert à Pied-d'Autry, à l'ouest d'Allauch, des alternances de marnes brunâtres et de calcaires qu'il attribue au Firmitien (CHATTIEN) et qui renferment, entre autres Mollusques : *Neritina aquensis* Math., *Planorbis declivis* Braun, *Potamides plicatus* Bung., *P. rhodanicus* Font.

#### TERRAINS QUATERNAIRES.

Le QUATERNAIRE ANCIEN (α, SICILIEN, Pliocène supérieur des auteurs) est particulièrement bien développé aux environs de Marseille. Il forme notamment le plateau de Saint-Julien, qui empiète sur la région qui nous occupe. Depéret [*loc. cit.*, p. 18] lui attribue de nombreux lambeaux qu'il envisage avec raison comme des témoins d'une « nappe qui devait couvrir d'une manière continue toute la partie nord du bassin de Marseille depuis le cap Janet jusqu'aux environs d'Aubagne, sur une longueur de plus de 15 km ». Cette nappe est principalement constituée par des travertins compacts ou vacuolaires, ou

<sup>(1)</sup> G. DENIZOT. Sur l'âge aquitanien de certains calcaires des environs de Marseille. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4<sup>e</sup> sér., t. XX, C. R. Somm., p. 187-188, 1920.



par des tufs, associés à des brèches à éléments locaux, qui abondent surtout à la base de la formation.

Les Mollusques terrestres recueillis dans les travertins de Saint-Julien ne fournissent aucun renseignement sur leur âge précis, qui résulte uniquement de la présence d'*Elephas meridionalis* à la Viste, au nord de Marseille.

Le sommet du plateau de Saint-Julien se trouve à une altitude moyenne de 160 m., qui est aussi celle des témoins les plus rapprochés. Sur le bord méridional de la bordure sud-est du massif d'Allauch, cette altitude dépasse 200 m. et il en est de même dans l'angle compris entre le massif d'Allauch et la chaîne de l'Étoile, en amont de la Bourdonnière. Ici, des alternances de brèches, de sables calcaires et de travertins forment, contre les terrains secondaires, de remarquables placages, dont l'épaisseur atteint 260 m. et qui indiquent un remblaiement graduel d'une vallée, déjà creusée antérieurement, par des dépôts probablement contemporains de la nappe de travertins.

En général, cependant, le creusement des vallées est postérieur au Quaternaire ancien, mais nous ignorons entièrement la succession des événements qui se sont déroulés entre l'Oligocène supérieur et la fin du Néogène dans la région qui nous occupe. On constate simplement l'existence d'une discordance angulaire entre les couches du Sannoisien et la nappe de travertins, dont les dépôts sont restés horizontaux.

Le QUATERNAIRE MOYEN (Quaternaire proprement dit ou Pléistocène des auteurs) comprend les trois terrasses fluviales classiques, déposées en contrebas du plateau de Saint-Julien et emboîtées l'une dans l'autre.

Comme dans la région toulonnaise, la HAUTE TERRASSE ( $\alpha_1^1$  ou  $a^{1a}$  du 1/80 000<sup>e</sup>) n'est représentée, sur les pentes des vallées qui entourent le massif d'Allauch, que par quelques éboulis anciens.

La MOYENNE TERRASSE ( $\alpha_2^2 a = a^{1b}$  du 1/80 000<sup>e</sup>) peut être suivie sans difficulté dans notre région aussi bien dans la vallée de l'Huveaune que dans celle du Jarret. Sa surface remonte en pente régulière vers l'amont et semble conserver par rapport au niveau de la basse terrasse une distance assez constante. Mais ces relations ne pourront être utilement discutées qu'en suivant les terrasses depuis l'embouchure du cours d'eau jusqu'au tronçon supérieur, où les alluvions anciennes et actuelles font entièrement défaut.

Les alluvions de la moyenne terrasse sont principalement constituées par des brèches souvent cimentées, alternant avec des lits de graviers fins ou de sables. Elles n'ont pas fourni, à ma connaissance, de restes organiques.

La BASSE TERRASSE ( $q_{II}^3 a = a^{1c}$  du 1/80 000<sup>e</sup>) n'est autre que la nappe d'alluvions dans laquelle l'Huveaune et ses affluents ont creusé leur lit à une profondeur qui atteint jusqu'à 8 ou 9 m. Elle semble correspondre à ce que Denizot<sup>(1)</sup> appelle les « alluvions récentes » par opposition aux « alluvions actuelles ». Celles-ci sont très peu développées dans notre région, car les cours d'eau principaux qui la traversent ne divaguent à peu près nulle part, même au niveau des crues ordinaires. Ce n'est que dans les vallées latérales que l'on observe quelquefois des tronçons où le torrent ou ruisseau n'est pas encaissé et étale des alluvions sur une certaine surface, qui alors a été colorée avec la teinte des ALLUVIONS MODERNES ( $q_{III}$ ).

Quand aux cônes de déjection et aux éboulis, il n'est pas toujours facile de se prononcer avec certitude sur leur attribution à un niveau déterminé du Quaternaire moyen, mais je n'en connais pas qui, dans la région, soit encore en voie de formation.

<sup>(1)</sup> G. DENIZOT. Sur la définition du Niveau d'alluvions récentes et sur son emploi pour l'évaluation des altitudes relatives des terrasses. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4<sup>e</sup> sér., t. XXIII, C. R. somm. p. 113-115, 1923.

# CHAPITRE PREMIER.

## LA CHAÎNE DE CARPIAGNE <sup>(1)</sup>.

LE DÔME DE CARPIAGNE. — Exactement au sud du massif de la Salette s'élève, sur la rive opposée de l'Huveaune, une masse montagneuse aux formes en apparence arrondies, mais qui est en réalité entamée par un certain nombre de ravins aux pentes abruptes, rayonnant autour d'un sommet central coté 644,5. C'est le point culminant du massif. Il porte sur le 1/80 000<sup>e</sup> le nom de Carpiagne, qui peut être étendu à l'ensemble, auquel la dénomination de « massif de Carpiagne » convient mieux que celle de « chaîne de Saint-Cyr », qui figure sur la nouvelle carte au 150 000<sup>e</sup> et qui est fautive, car rien ne ressemble moins à une chaîne que cette masse calcaire aux contours presque circulaires, au moins sur les 3/4 de son pourtour. Sous les réserves qui vont suivre, le qualificatif de dôme lui convient très bien.

Avant d'en donner une description géologique, il est nécessaire d'en préciser les limites.

A l'ouest il fait corps topographiquement avec les collines entourant le domaine de Luminy, mais géologiquement il en est séparé par un important accident, qui ne figure pas sur la première édition de la feuille de Marseille et dont Savornin [*loc. cit.*] a reconnu l'importance dès 1900. Nous décrivons en détail cette faille verticale lorsque nous étudierons, dans la 3<sup>me</sup> de ces monographies, les massifs de l'Ouest. Il suffira de dire aujourd'hui qu'elle est, dans sa partie septentrionale tout au moins, plus ou moins perpendiculaire à l'axe de la vallée de l'Huveaune et qu'elle met en contact l'Urgonien, à l'ouest, avec les Dolomies néojurassiques, à l'est.

Ces Dolomies s'appuient, sur leurs bords sud et ouest, sur une masse impor-

<sup>(1)</sup> [La description stratigraphique du Massif de Carpiagne comporte plusieurs erreurs d'attributions en ce qui concerne les terrains néocomiens. L'auteur aurait été certainement amené à les corriger, ce chapitre ayant été rédigé un des premiers. On n'a pas cru devoir apporter ici des rectifications qui ne changeraient rien aux conclusions tectoniques de l'ensemble et qui trouveront place dans un prochain mémoire (J Pf.).

tante de terrains éo-et mésojurassiques, dont M. Lanquine a levé les contours avec le plus grand soin et avec la compétence spéciale qu'il possède sur ces séries. Il en donnera une description détaillée dans un prochain mémoire. Nous aurons également l'occasion d'y revenir plus tard, lorsque nous étudierons, au point de vue tectonique, les calanques de Marseille et Marseilleveyre.

Les Dolomies néojurassiques occupent tout le centre du massif et plongent, au nord et à l'est, vers sa périphérie. Au nord, elles alternent, dans leur partie supérieure, avec des bancs de calcaires blancs, qui présentent les mêmes plongements et s'enfoncent sous une barre beaucoup plus épaisse de calcaires semblables, dont la partie supérieure est sans doute déjà valanginienne. Nous avons observé cette barre, sur tout le bord septentrional, dans tous les vallons qui descendent vers l'Huveaune, depuis celui qui fait suite au nord à la Gorge Noire jusqu'à celui de la Barasse. Ici ses affleurements tournent à angle droit vers le sud et nous avons pu les suivre jusqu'à 500 m. du point culminant du massif. A partir de là et sur une longueur d'environ 1 km., l'Hauterivien qui forme le sommet repose directement sur les Dolomies. Mais la barre de Calcaires Blancs reparait dans le haut du vallon de Vaufrège et ses affleurements forment un liséré étroit, orienté N.-S., que l'on suit jusqu'à la route de Cassis, à partir d'où les Dolomies sont de nouveau en contact direct avec l'Hauterivien ou plus exactement avec les couches grumelenses vertes qui semblent représenter le Valanginien supérieur. Et il en est ainsi jusqu'à Luminy.

L'Hauterivien du versant nord plonge non moins nettement au nord que les couches précédentes et il s'enfonce sous une épaisse dalle urgonienne, qui descend vers la vallée de l'Huveaune et dont les formes escarpées et la blancheur contrastent avec les formes plus douces et les tons plus gris de l'Hauterivien. Ce terrain affleure sur une grande largeur sur le bord oriental du massif. Il plonge à l'est sous la grande masse urgonienne dont il sera question tout à l'heure. En le suivant vers le sud, on peut constater, avant d'atteindre la route de Cassis, que ses affleurements prennent rapidement une grande largeur et constituent notamment la longue crête qui se dirige vers l'est en partant du point coté 414 sur le 1/50 000<sup>e</sup>, pour atteindre les abords immédiats de la ferme de Logisson. Cet Hauterivien plonge ensuite au sud et s'enfonce sous l'Urgonien, qui forme un plateau désolé, avant de descendre à la mer dans le bois de la Côte Salyenne.

Sauf dans l'ouest, où ils sont brusquement tranchés par la grande faille sub-

méridienne, les terrains qui constituent le massif de Carpiagne accusent partout les plongements périclinaux qui caractérisent les dômes.

PLATEAU DE CARPIAGNE. — L'Urgonien de la périphérie du dôme de Carpiagne est en continuité parfaite avec celui qui constitue, plus à l'est, une énorme dalle descendant, au nord, assez brusquement vers la vallée et, au sud, en pente douce vers la mer. Quoiqu'elle soit profondément entamée par de grands ravins, dont les uns vont au nord à l'Huveaune, tandis que les autres débouchent directement dans la mer, elle mérite cependant le nom de plateau, car ses points culminants, au lieu de correspondre à des sommets déchiquetés, occupent le centre de petites plaines, dont l'altitude oscille en général entre 300 et 400 m.; on peut, par la pensée, les relier entre elles par une surface plane idéale, inclinée vers le sud et, d'une manière moins accusée, vers l'est, d'où l'aspect rectiligne que présente la crête de l'Urgonien vue des collines qui dominent au nord la vallée de l'Huveaune. On est manifestement en présence d'une ancienne pénéplaine, aujourd'hui découpée par l'érosion.

L'Urgonien est cependant loin d'occuper la totalité du plateau. L'Hauterivien y apparaît en anticlinaux, l'Aptien y est conservé dans des synclinaux et les affleurements de ces terrains, antérieurs ou postérieurs à l'Urgonien, sont alignés suivant des axes orientés W. S. W.—E. N. E., ainsi qu'il ressort déjà de la 1<sup>re</sup> édition de la feuille géologique de Marseille au 1/80 000<sup>e</sup>, où leurs contours ont été en général assez inexactement figurés par Marcel Bertrand. Il importe d'en donner une description détaillée.

Les plus méridionaux et en même temps les plus occidentaux de ces affleurements sont deux petits synclinaux d'Aptien, dont le plus grand, celui de Logisson, ne mesure guère plus de 700 m. dans le sens de la longueur, sur 400 m. dans sa plus grande largeur. Le plus petit, situé un peu plus au sud, est traversé par un grand lacet de la route de Logisson à la Gardiole. Ses dimensions sont de 500 m. en longueur, sur 250 m. en largeur. Ils sont, l'un et l'autre, exclusivement constitués par des calcaires marneux de l'Aptien inférieur, à l'exclusion de l'Aptien supérieur. Ils sont séparés par un anticlinal d'Urgonien très surbaissé. Tandis que le synclinal de Logisson est une cuvette très régulière, avec plongements périclinaux, le synclinal méridional est accidenté, sur son bord sud, d'une petite faille, dont le tracé est légèrement incurvé et qui fait buter l'Aptien inférieur contre l'Urgonien.

Le fond de chacune de ces cuvettes est encombré d'alluvions, qui forment

une petite plaine cultivée et aboutissent en aval à une gorge étroite, tributaire du grand ravin à parcours sinueux qui débouche dans la calanque de Port-Miou.

A 1 km. au nord de la cuvette de Logisson se trouve une nouvelle plaine alluviale, celle de Carpiagne, autrefois cultivée, aujourd'hui transformée en terrain de manœuvres. Elle est beaucoup plus importante que celles de Logisson et atteint près de 3 km. de longueur sur 400 m. dans sa plus grande largeur. Elle correspond à un anticlinal qui fait affleurer l'Hauterivien, dont les couches, continues avec celles du pourtour du dôme de Saint-Cyr, sont visibles sur les deux bords et à l'extrémité est de la dépression, où elles s'enfoncent sous l'Urgonien.

Une croupe d'Urgonien, sur laquelle est établi le camp de Carpiagne, et qui correspond vraisemblablement à un synclinal, sépare ce 1<sup>er</sup> anticlinal d'Hauterivien d'un second, qui correspond également à une dépression occupée par des alluvions et qui forme, sur une longueur de plus de 3,5 km., une étroite boutonnière. Nous l'appellerons l'anticlinal de la Gélade Neuve. Une seconde croupe urgonienne, qui porte la ferme de la Petite Gélade, sépare cet anticlinal d'un troisième, dont la longueur n'est guère supérieure à 1 km. C'est l'anticlinal du château de la Gélade, qui se manifeste, lui aussi, par une boutonnière d'Hauterivien.

Presque dans le prolongement de la dépression du terrain de manœuvres, on voit naître, 1 km. plus à l'est, une nouvelle dépression, partiellement encombrée d'alluvions, longue de plus de 4 km., qui correspond aux terres cultivées du Grand Massuguet, de Carnoux et des Barles. Tectoniquement elle doit être envisagée comme le prolongement du synclinal urgonien du camp de Carpiagne, car elle correspond à un vaste synclinal d'Aptien, au centre duquel se trouvent même quelques témoins de Cénomaniens, qui figurent sur la première édition de la feuille de Marseille. L'Aptien inférieur y présente les caractères classiques de celui de la Bedoule; l'Aptien supérieur y est, comme partout, à l'état de marnes noires et le Cénomaniens est représenté seulement par de gros blocs de calcaires, effondrés sur place <sup>(1)</sup>.

La largeur et la composition du synclinal varient considérablement dans le sens de la longueur. Dans sa partie ouest-sud-ouest il est exclusivement consti-

<sup>(1)</sup> J'y ai recueilli des Mélobésies, dont M<sup>lle</sup> Pfender a reconnu l'identité avec *Archaeolithothamnium*.

tué par de l'Aptien inférieur et sa largeur ne dépasse pas 300 m. Son bord septentrional correspond ici à une faille rectiligne, qui fait buter l'Aptien contre l'Urgonien. A 500 m. à l'est du Grand Massuguet le synclinal s'élargit brusquement, car une faille transversale rejette la faille bordière de près de 400 m. vers le nord. Cet accident est très oblique et rencontre la faille bordière à 45° environ, délimitant, d'une part, un éperon urgonien, qui se termine en pointe vers le S. E., d'autre part, une échancrure d'Aptien inférieur pénétrant en coin dans l'Urgonien. L'Aptien inférieur est cantonné sur les deux bords du synclinal, qui, dans cette partie médiane, atteint près de 600 m. de largeur. La faille du bord septentrional ne dépasse par Carnoux; plus à l'est l'Aptien inférieur repose normalement sur l'Urgonien et plonge comme lui au S. E. A partir de l'accident transversal, on suit, par contre, sur le bord méridional, une faille analogue sur une longueur d'environ 1 600 m. Elle est presque rectiligne et marque le pied d'un escarpement d'Urgonien, qui domine au sud la dépression cultivée. L'Aptien supérieur occupe la région médiane, il est généralement cultivé, mais il forme également une colline boisée, qui divise la dépression en deux et qui porte les deux petits témoins de calcaires cénomaniens.

Dans la partie nord-est de la dépression, au-delà des Barles, l'Aptien inférieur existe de nouveau seul et un léger relèvement de l'axe du synclinal donne lieu à une terminaison périclinale.

L'étroit ravin par où s'écoulent les eaux de la dépression des Barles traverse ensuite 400 m. d'Urgonien avant de rejoindre la longue gorge qui sert de déversoir à la grande vallée monoclinale de la Bedoule. Le confluent des deux ravins est situé sur le bord même d'une large boutonnière étoilée, où l'Haute-rivien affleure sous l'Urgonien et repose lui-même sur des calcaires valangiens, exploités en carrière à l'entrée du dernier ravin qui, sur la rive droite, débouche dans la vallée principale. Nous sommes ici en présence d'un simple bombement.

Le principal affluent de droite du déversoir de la vallée de la Bedoule descend d'une nouvelle dépression longitudinale, celle de Rouvière, dont la longueur dépasse 3,5 km. et dont la largeur maximum, mesurée d'un bord urgonien à l'autre, est de 600 m. Son extrémité orientale dépasse de beaucoup les limites du territoire décrit dans la présente monographie, elle empiète sur la bordure méridionale du massif de la Sainte-Baume. Elle correspond à un synclinal d'Aptien, où sont conservés également des lambeaux de Cénomaniens.

figurés par Marcel Bertrand sur la 1<sup>re</sup> édition de la feuille de Marseille au 1/80 000<sup>e</sup>. Son bord méridional correspond à une faille rectiligne, orientée W. S. W.—E. N. E., qui met l'Urgonien en contact avec l'Aptien inférieur, puis, plus avec l'est, avec les marnes gargasiennes et avec les calcaires cénomaniens. Plus à l'est encore, au sud de Rouvière, l'Urgonien est momentanément en contact avec l'Aptien inférieur, puis de nouveau avec un petit lambeau de Cénomalien. Au col par où passe le chemin de Rouvière à Roquefort, l'Urgonien situé au sud de la faille est réduit à une largeur d'une vingtaine de mètres et l'on rencontre immédiatement au sud l'Aptien inférieur qui lui fait suite normalement. En progressant vers l'est, on voit la bande urgoniennne s'élargir de nouveau et buter au nord, une fois de plus, contre l'Aptien inférieur.

Le bord septentrional de la dépression est marqué également par une faille, parallèle à celle du bord méridional, qui met en contact une large bande d'Aptien supérieur avec l'Urgonien qui culmine au sommet du Douard. Au nord de Rouvière une étroite bande d'Aptien inférieur s'intercale, sur une faible longueur, entre l'Aptien supérieur et cet Urgonien.

L'extrémité orientale de la dépression est plus compliquée. D'après les levés de M. Maury, les deux failles principales sont accompagnées de deux failles secondaires qui accidentent la région intermédiaire. Elles donnent lieu, avec les deux failles principales, auxquelles elles sont grossièrement parallèles, à trois promontoires d'Urgonien, séparés par des dépressions formées par des affleurements d'Aptien supérieur, continus à l'ouest avec l'Aptien de la dépression principale. Vers l'est on perd toute trace de ces dislocations et, au-delà d'un ravin transversal, on ne rencontre plus qu'une masse continue d'Urgonien, dans laquelle est creusé, plus au nord, le grand ravin que suit la route de Cuges.

L'axe de la dépression de Rouvière est occupé par des alluvions quaternaires récentes ( $q_1^3a$ ) et il en est de même des trois vallons creusés dans les trois indentations d'Aptien qui pénètrent entre les petits promontoires d'Urgonien.

**COLLINES DE LA PENNE ET DE FENESTRELLE.** — Entre Saint-Marcel et la Penne, l'Urgonien confine directement au Quaternaire de la vallée de l'Huveaune; entre la Penne et le débouché de la vallée de la Bedoule, par contre, des collines aptiennes, cénomaniennes, turoniennes ou sannoisiennes s'in-



tercalent entre l'Urgonien du plateau de Carpiagne et les terrains quaternaires et rupéliens baignés par l'Huveaune.

Dans leur partie occidentale, ces collines sont constituées par une succession normale allant de l'Urgonien au Turonien. Aucun accident tectonique ne sépare l'un de l'autre les différents termes de la série, où l'Albien manque, ou, plus exactement, n'est pas différencié. Le plongement général des couches se fait au N. E. Les calcaires à Rudistes turoniens forment au nord une barre rocheuse, qui s'appuie au sud sur un soubassement de calcaires noduleux cénomaniens. L'Aptien est en partie caché par une terrasse de cailloutis quaternaires à éléments anguleux ( $q_2^{br}$ ), dans laquelle est creusé le large vallon de Belle-Pierre, encombré d'alluvions plus récentes ( $q_1^3a$ ). Plus à l'est, les alluvions du vallon de Clos Rufisque recouvrent par contre directement les marnes aptiennes, dont les débris prédominent parmi leurs éléments. On observe, au nord et à l'est, le passage graduel de ces marnes aux calcaires marneux et noduleux du Cénomanien, qui leur sont superposés. La barre turonienne se prolonge, avec sa direction W.—E., jusqu'à Clos Rufisque <sup>(1)</sup>, où elle tourne à angle droit.

Les gros bancs qui la constituent plongent à l'E. N. E. et peuvent être suivis vers le sud jusqu'à 100 m. environ de l'escarpement urgonien. Ils en sont séparés par une bande de Cénomanien, dans laquelle passe un petit col. Le Cénomanien, qui ici est sableux, bute par faille contre l'Urgonien. Dans le vallon de Pérussone, bordé, à l'ouest et à l'est, par des escarpements de calcaires turoniens, on observe de nouveau, sous ces calcaires, les calcaires noduleux du Cénomanien. Ces deux mêmes termes se retrouvent en superposition, avec plongements au N. W. ou au N. E., sur tout le bord septentrional de la grande plaine quaternaire de Fenestrelle. Sur le bord sud, c'est, par contre, dans les calcaires marneux de l'Aptien inférieur que sont creusés les petits ravins qui débouchent dans la plaine de Fenestrelle. Ces calcaires butent par faille contre l'Urgonien, et cette faille, qui prolonge celle du col conduisant à Clos Rufisque, décrit ici une courbe largement concave vers le nord. Il semble bien, néanmoins, que la faille ne s'écarte guère de la verticale. On peut facilement la voir du train en venant d'Aubagne, à l'endroit où

<sup>(1)</sup> Au nord de ce domaine, près d'un monument funéraire dont les abords ont été ravagés par le feu, es calcaires turoniens sont exploités en carrière. Nous y avons trouvé une grande quantité de Rudistes (Radiolites et Hippurites) en mauvais état.

la ligne de chemin de fer, après avoir traversé le vallon, pénètre dans l'Urgonien, avant de s'enfoncer en tunnel dans ce terrain, qu'elle ne quittera qu'aux abords de la gare de Cassis.

A 600 m. à l'est de ce point, on observe de nouveau le contact direct du Cénomaniens et de l'Urgonien. Puis, à partir de la Coste et jusqu'au débouché du vallon de la Bedoule, ce sont les calcaires lacustres du Sannoisien qui butent contre l'Urgonien. Ceux-ci reposent, au nord de la dépression de Fenestrelle, sur les calcaires à Rudistes turoniens et plongent comme eux au N.W. et au N. E. A la Coste ils s'étendent ensuite transgressivement sur le Cénomaniens. Au nord, ils s'enfoncent sous le poudingue de Marseille rupélien, qui constitue les collines encadrant la ville d'Aubagne au sud et à l'est.

Vers le N. E., entre la route de la Bedoule et la route de Cuges, le Sannoisien repose normalement sur l'Urgonien, mais la faille qui, sur la rive gauche du ruisseau de la Bedoule, met en contact ces deux terrains se retrouve ici. Elle est visible dans une carrière abandonnée, située au nord de la route de la Bedoule, mais, au lieu de constituer la limite entre l'Urgonien et le Sannoisien, elle affecte uniquement l'Urgonien. Elle se manifeste par de beaux miroirs et est accompagnée de brèches de friction. Elle est située rigoureusement dans le prolongement de la faille de la rive gauche. Vers le N. E. on en perd la trace.

EXTRÉMITÉ OCCIDENTALE DU BASSIN DU BEAUSSET. — La description du bassin ou cuvette synclinale du Beausset ne constitue pas, dans ce recueil de monographies tectoniques, un chapitre spécial; elle est répartie dans plusieurs livraisons et, dans chacune, l'une ou l'autre partie se trouvera étudiée. L'extrémité orientale et le bord méridional ont fait l'objet respectivement des chapitres VI et III de la monographie consacrée à la région toulonnaise. Le bord septentrional devra être décrit dans la monographie du massif de la Sainte-Baume; il ne reste donc plus à traiter ici que l'extrémité occidentale de la cuvette et ainsi se trouvera établi le lien entre la région toulonnaise et le segment des chaînes de la Basse-Provence dont l'étude tectonique a fourni la matière de cette seconde monographie.

Le grand axe de l'ellipse que dessinent les affleurements sur le pourtour du bassin du Beausset est, comme on sait, dirigé W.—E. Il coïncide à peu de chose près avec la limite des feuilles d'Aubagne et de la Ciotat de la nouvelle carte au 1/50 000<sup>e</sup> et atteint la mer entre le cap Canaille et le cap Subeyran.

En ce point, les couches turoniennes inférieures (Ligérien ou mieux Salmurien) passent insensiblement de la direction N. E. à la direction S.W. et dessinent la terminaison périclinale du bassin.

Elles forment la base de la plus haute falaise de France et supportent le Turonien supérieur, constitué par des grès, où sont intercalées trois barres de calcaires à Rudistes. Elles-mêmes s'étendent vers l'ouest jusqu'à la naissance de la pointe qui sépare l'anse de l'Arène de l'anse Sainte-Magdeleine. Ici elles font place aux grès cénomaniens, qui représentent, en partant du centre de la cuvette, le premier terme de la série crétacée du bassin du Beausset, dont la terminaison périclinale est aujourd'hui entièrement cachée sous les eaux de la Méditerranée. Il en sera de même des terrains sous-jacents.

Le Cénomaniens du nord-ouest de la bordure mérite de retenir un instant notre attention.

Au sud de la Bedoule (hameau de la commune de Roquefort), le Cénomaniens, dont une coupe détaillée a été donnée par Yvonne Dehorne<sup>(1)</sup>, comprend essentiellement une partie inférieure, composée de sables, de grès et de calcaires gréseux, et une partie supérieure, constituée par des calcaires zoogènes à Rudistes. Vers le S.W., dans le bois de la Marcouline, ces calcaires atteignent une grande épaisseur et occupent une surface considérable. Ils forment, au-dessus des grès inférieurs, un bel escarpement, qui domine au N. E. le site de Cassis, si souvent reproduit par les peintres. La ligne de chemin de fer de Marseille à Nice entame les mêmes calcaires en plusieurs endroits et les traverse en tranchée ou en tunnel; mais on observe également, le long de cette coupe, des intercalations gréseuses ou marneuses, qui donnent lieu à la division des calcaires du Cénomaniens supérieur en deux barres distinctes. Une série gréseuse supérieure sépare, aux Jeannots, la barre supérieure des marnes du Turonien inférieur. La barre inférieure est coupée deux fois par la ligne, mais la tranchée occidentale et le tunnel qui lui fait suite sont creusés dans un lambeau calcaire séparé par l'érosion de la masse principale. De pareils lambeaux se retrouvent en grand nombre. A côté du principal, que traverse la voie, nous en avons compté, M<sup>elle</sup> Pfender et moi, au moins huit. Les lacets de la petite route qui franchit près de Colongues la continuation vers le N. E. de la colline de Sainte-Croix permettent d'étudier les

<sup>(1)</sup> YVONNE DEHORNE. Les Stromatoporoidés des terrains secondaires. *Mém. explic. Carte géol. dét. de la France*, p. 115, fig. 29. 1920.

particularités de leur contact avec les couches sous-jacentes marneuses et gréseuses. Nous avons pu nous assurer que ce contact n'est pas partout normal. Nous avons observé, en effet, à la base des calcaires, des surfaces de glissement et des broyages, qui d'ailleurs ont été grandement facilités par la nature noduleuse de la partie inférieure des calcaires zoogènes du Cénomanién, ici particulièrement riches en sections d'Ichthyosarcolithes et de Zoanthaires. Nous avons constaté en outre que les grès et les marnes forment plusieurs récurrences au milieu des calcaires et que les mêmes phénomènes tectoniques se retrouvent à chaque contact.

Les calcaires font entièrement défaut sur la crête de la colline, entre le sommet coté 157 et les abords de la chapelle de Sainte-Croix. Celle-ci est édifiée sur le point culminant d'une lame calcaire qui repose sur les grès et descend en épousant la pente du terrain jusqu'au vallon des Jeannots, au pied sud-est de la colline. Cette lame est accompagnée de plusieurs lambeaux qui en sont séparés par l'érosion et appartiennent manifestement à la même barre.

Quant à la barre supérieure, nous l'avons suivie sur la rive gauche du vallon des Jeannots jusqu'à la route de la Ciotat. Au point même où elle atteint cette route, elle se termine en biseau entre les grès supérieurs du Cénomanién et les marnes du Turonien, qui, au S. E. de la route, sont en contact direct jusqu'à la mer. La barre inférieure passe, au sud de la chapelle de Sainte-Croix, sur la rive gauche du vallon et, immédiatement après, se termine, elle aussi, en biseau vers le S. W. Sur le rivage nous n'avons observé, entre Cassis et l'anse de l'Arène, aucune trace d'intercalation de calcaires zoogènes. Le Cénomanién est ici entièrement gréseux.

On sait qu'un banc durci (*hard ground*) remarquable, avec nodules ferrugineux et fossiles albiens remaniés, connu sous le nom de *banc des Lombards*, marque à Cassis la limite de l'Aptien et du Cénomanién. La limite du Cénomanién et du Turonien est marquée de même par un banc semblable, mais sans fossiles remaniés, le *banc des Jeannots*. Nous en avons observé un bel affleurement en face du hameau des Jeannots, sur la rive gauche du vallon.

Les affleurements des deux sous-étages de l'Aptien (Bedoulien et Gargasien) peuvent être suivis sans aucune interruption depuis Cassis jusque bien au-delà de la Bedoule et de Roquefort sur le bord septentrional de la cuvette du Beausset. Deux accidents transversaux, que nous a signalés M. Maury, coupent les deux bandes et délimitent un compartiment affaissé. Ce sont des failles verticales, perpendiculaires à la direction des couches, qui mettent

en contact, l'une, celle de Saint-Jean, au nord de Cassis, les calcaires marneux du Bedoulien avec les marnes gargasiennes, et l'Urgonien avec les deux termes de l'Aptien; l'autre, celle de la gare de Cassis, le Bedoulien et le Gargasien, respectivement avec l'Urgonien et le Bedoulien.

RÉCAPITULATION. — Il résulte des faits exposés dans les pages précédentes que tous les terrains qui constituent la région étudiée sont reliés entre eux, malgré les failles verticales qui les traversent, en parfaite continuité tectonique. On n'y relève l'existence d'aucune surface de charriage; s'ils sont charriés, il n'est pas possible de les attribuer à deux ou à plusieurs nappes et il est évident qu'ils appartiennent à une seule et même nappe, ou tout au moins à une seule et même unité tectonique. Ce n'est qu'à la fin de cette monographie qu'il sera possible d'élucider la question de l'attribution de cette nappe à l'une ou l'autre des grandes unités tectoniques de la Basse-Provence.

Le dôme de Saint-Cyr n'est, dans l'ensemble du massif de Carpiagne, qu'un accident de peu d'importance. C'est une sorte de surélévation locale du plateau de Carpiagne, qui a comme pendant, plus à l'est, le petit bombement traversé par le déversoir du vallon de la Bedoule. Quoiqu'il soit accidenté de plusieurs synclinaux orientés W.S.W.—E.N.E., le plateau est lui-même une zone anticlinale, qui s'intercale entre l'extrémité ouest de la cuvette synclinale du Beausset, au S.E., et les collines de la Penne, au nord. Celles-ci doivent être envisagées comme le bord méridional d'un synclinal, dont nous étudierons la région axiale au chapitre suivant et dont nous retrouverons le bord septentrional dans le massif d'Allauch lui-même.

Ni ce bord synclinal, ni aucun des plis secondaires qui ont affecté la zone anticlinale de Carpiagne ne présentent, sur l'un de leurs flancs, la moindre trace de déversement soit vers le nord, soit vers le sud. Les plis sont des plis droits, symétriques, qui ne révèlent pas l'existence d'une poussée dans un sens déterminé. Les failles qui les accompagnent sont des failles verticales et leur sont vraisemblablement très postérieures.

La continuité de l'Urgonien de la zone anticlinale de Carpiagne avec celui du bord septentrional du bassin du Beausset est évidente et ainsi se trouve réalisée la liaison directe entre les deux secteurs étudiés dans la première et dans la deuxième de ces monographies; de même, le contact est établi, par le bassin du Beausset, entre ces deux secteurs et le massif de la Sainte-Baume, dont la monographie suivra plus tard.

## CHAPITRE II.

### LA DÉPRESSION DE L'HUVEAUNE.

Je n'ai pas l'intention de retracer ici l'histoire géologique de la vallée de l'Huveaune, ni d'étudier en détail sa morphologie actuelle. Je m'attacherai surtout à esquisser sommairement ses particularités tectoniques et à montrer comment elle établit le lien entre la chaîne de Carpiagne et les parties méridionales du massif d'Allauch.

ALLUVIONS QUATERNAIRES. — Le cours actuel de l'Huveaune se décompose en quatre tronçons, dus à l'existence de trois coudes brusques par lesquels ces tronçons se raccordent sous un angle voisin d'un angle droit. Le tronçon supérieur, entièrement à sec en dehors des saisons pluvieuses, est dirigé en moyenne du S. au N. et va de la source au défilé de la Sambuc. Le deuxième tronçon est dirigé sensiblement E.-W. et correspond à la vallée de Saint-Zacharie et d'Auriol. Le troisième est orienté N.-S. et va du moulin de Joux, près de la gare d'Auriol, à Aubagne. Enfin, le tronçon inférieur, de beaucoup le plus long, est compris entre Aubagne et la mer et possède une direction E.-W. Les deux derniers tronçons nous intéressent seuls pour le moment. L'avant-dernier se prolonge en amont par la vallée où coule le premier affluent de droite de l'Huveaune, le Merlançon. Le dernier se continue en direction par le vallon de Saint-Pons, auquel se joignent les eaux du vallon de Coulin, venant également de l'est.

Tout le tronçon inférieur de la rivière est profondément encaissé dans des alluvions que l'on peut qualifier de récentes ( $\alpha_3^3$ ), mais non pas d'actuelles ( $\alpha_n$ ), et qui sont déposées en contre-bas d'une terrasse d'alluvions anciennes ( $\alpha_n^2$ ), bien développée surtout sur la rive gauche, où elle est découpée en lobes nombreux par des affluents latéraux à régime torrentiel. Nulle part le tronçon inférieur n'entame les terrains oligocènes ou plus anciens et il en est de même pour l'avant-dernier tronçon jusqu'au Pont de l'Étoile, où les eaux travaillent encore aujourd'hui à scier un barrage de Dolomies néojurassiques.

Mais, plus en amont et jusqu'à Roquevaire, les méandres de l'Huveaune sont de nouveau encaissés dans une nappe d'alluvions, qui s'étale sur une largeur de 400 à 500 m.

En amont de Roquevaire et jusqu'à la petite plaine de Joux, la vallée se rétrécit considérablement, elle continue toutefois à creuser son lit dans ses alluvions.

Les mêmes terrasses se retrouvent, aux mêmes altitudes relatives, sur les deux rives du Jarret, principal affluent de droite de l'Huveaune, dont l'embouchure est située en dehors des limites du pays étudié dans cette monographie. Mais on les chercherait en vain dans les collines situées dans l'angle que forment les deux rivières. Ici, par contre, les alluvions des plateaux, datant du début du Quaternaire (q<sub>1</sub>), occupent de grandes étendues.

Elles constituent le plateau de Saint-Julien, où prédominent de vrais travertins, associés d'ailleurs à d'importants niveaux de brèches. L'altitude moyenne de ce plateau est d'environ 160 m. On rencontre, sur tout son pourtour, des lambeaux isolés de la même formation, couronnant des buttes dont l'altitude varie entre 120 et 170 m. Ce sont des témoins, séparés de la nappe principale par des érosions ultérieures.

Vers l'amont le niveau maximum atteint par la surface supérieure de ces lambeaux s'élève à plus de 200 m., mais cette pente est tout à fait normale et rien ne permet de croire qu'elle soit due à un relèvement postérieur au dépôt, causé par des actions tectoniques. En revanche, on est en droit d'admettre que la vallée de l'Huveaune était creusée avant son remblaiement par des dépôts quaternaires

**COLLINES SANNOISIENNES.** — Le Sannoisien n'est connu, dans la région qui fait l'objet de cette monographie, qu'en contact direct avec les terrains secondaires.

Dans la vallée de l'Huveaune, on ne le rencontre que sur les deux bords, abstraction faite, toutefois, des environs du Pont de l'Étoile, où d'ailleurs les terrains secondaires apparaissent également. Il forme en général, entre ces terrains et le Rupélien, un liséré plus ou moins étroit qui, exceptionnellement, peut faire défaut. Il est en contact avec les terrains les plus variés, notamment sur le bord septentrional de la dépression de l'Huveaune : avec le Trias moyen ou supérieur, entre Saint-Julien et la Valentine et au nord des Acates; avec le Rhétien ou l'Hettangien, à l'ouest de la Treille; avec le Jurassique

inférieur, au nord de la Gastaude; avec le Jurassique supérieur, à l'ouest du château Favari et à Lascours; avec l'Hauterivien ou l'Urgonien, entre la Treille et Gratiane et au nord-ouest de Roquevaire; avec le Cénomaniens ou le Turo-nien, entre Font de Mai et l'Antique; avec le Bégudien, enfin, en aval du hameau de Garlaban.

Sur les bords méridional et oriental de la dépression, le contact a lieu avec le Jurassique supérieur au nord de Saint-Jean-de-Garguier; avec l'Urgo-nien, à l'ouest de la Barasse et à l'est du débouché du vallon de la Bedoule; avec le Cénomaniens ou le Turonien, à l'est de Pérussone.

Le Sannoisien repose donc sur des terrains quelconques de la série secon-daire et il est évident que, malgré son caractère lacustre, il est essentielle-ment transgressif. Il est vrai qu'il ne débute qu'exceptionnellement par un conglomérat de base, car les conglomérats qui s'y intercalent à divers niveaux sont principalement constitués par des éléments empruntés au calcaire lacustre lui-même. On peut conclure de ces faits que, lorsque le lac sannoisien a commencé à se former, les terrains secondaires étaient déjà fortement dislo-qués et nous verrons même plus tard que les nappes étaient déjà en place avant le début de la transgression. On constate néanmoins que le Sannoisien est partout fortement disloqué. Il est relevé fréquemment à près de 45°, mais présente le plus souvent les mêmes plongements que les terrains secondaires sur lesquels il repose. Sur le bord septentrional de la dépression, il plonge en général au sud; sur le bord méridional, ses couches pendent au nord; sur le bord oriental, à l'ouest. Il dessine donc très nettement la disposition synclinale de la dépression et la déviation de l'axe de ce synclinal de la direc-tion W.-E., qu'il effectue à l'ouest d'Aubagne, à la direction presque N.-S., qu'il présente à l'est de cette localité.

COLLINES RUPÉLIENNES. — Si l'on fait abstraction des dépôts quaternaires, toute la partie axiale de la dépression de l'Huveaune est constituée, au moins en aval du Pont de l'Étoile, par le Rupélien, c'est-à-dire par le poudingue de Marseille et par les argiles sableuses qui s'y trouvent intercalées.

Ces couches présentent en général la même disposition synclinale que le Sannoisien, avec qui elles sont concordantes. Mais il est des points où, le Sannoisien faisant défaut, elles reposent directement sur les terrains secon-daires. C'est ce qui se produit, en particulier, aux environs de la Valentine, entre Rampauds et les Acates, où le poudingue de Marseille est en contact



immédiat avec le Trias ; à Négrel, au N.W. du Pont de l'Étoile, où il s'appuie sur les Dolomies néojurassiques ; enfin, au N. E. de la même localité, près de la Piguière, où il déborde de nouveau sur le Trias et sur les Calcaires Blancs.

Il est donc nettement transgressif par rapport au Sannoisien. Nous retrouverons des faits analogues plus au nord, dans le massif de Pierrescas.

Le principal développement du Rupélien a lieu dans la partie de la dépression située au nord de l'Huveaune ; les poudingues de Marseille ne passent sur la rive sud qu'entre Saint-Loup et Saint-Marcel, puis de nouveau entre Charrel et la route de la Bedoule, où ils forment, au sud d'Aubagne, un premier rideau de collines.

Sur cette rive sud, ils plongent uniformément au N.W. Sur la rive droite le plongement a lieu, par contre, en général au S. E. Toutefois, dans le secteur compris entre la Royente et les Sollans, en face Aubagne, les plongements sont moins uniformes, par suite de l'apparition d'un anticlinal secondaire, dont l'axe, dirigé W.S.W.—E. N. E., traverse la route d'Aubagne à Eoures un peu au nord des Baudins.

Un synclinal de même direction l'accompagne au nord et correspond au vallon de la Parisse.

Ces faits ressortiraient bien mieux s'il avait été possible de représenter sur la carte les poudingues par un figuré spécial. Ils forment en effet des collines dissymétriques, le plus souvent couvertes de bois de pins et séparées les unes des autres par des zones cultivées, correspondant aux affleurements argileux ou sableux. J'ai dû renoncer à cette figuration en raison de l'irrégularité des bancs de poudingues et de grès, qui se terminent souvent en biseau au milieu des argiles.

Il en est de même à l'est du tronçon N.—S. de l'Huveaune, entre le Pont de l'Étoile et Saint-Jean-de-Garguier, où les argiles sont exploitées très activement et affleurent suivant des bandes dirigées à peu près N.—S., conformément à l'inflexion vers le nord que subit l'axe du synclinal au N. E. d'Aubagne.

**COLLINES DU PONT DE L'ÉTOILE.** — Le hameau du Pont de l'Étoile correspond à une partie très resserrée de la vallée de l'Huveaune, où la rivière, au lieu d'être encaissée dans des terrasses quaternaires, coule sur un seuil rocheux de Dolomies néojurassiques, qu'elle n'a pas achevé de scier. Ces Dolomies constituent également, sur chacune des deux rives, une colline peu élevée, à

contour elliptique. Celle de la rive droite, la plus importante, atteint la cote 171,4. Elle est traversée en tunnel par la ligne d'Aubagne à la Barque.

Toutes deux font partie d'un groupe de collines secondaires qui pointent au milieu des terrains oligocènes de la dépression de l'Huveaune. Marcel Bertrand, qui, sur la feuille de Marseille au 1/80 000<sup>e</sup>, avait partiellement marqué ces collines en Trias, les a attribuées plus tard [10, p. 772] au Jurassique et au « Néocomien à *Ostrea Couloni* » et a reconnu en particulier l'âge jurassique des Dolomies du tunnel. Le Trias, en effet, n'affleure nulle part, et les couches les plus anciennes qui prennent part à la constitution des collines du Pont de l'Étoile sont les marno-calcaires du Bathonien, visibles, sous les Dolomies, non loin de l'entrée sud-ouest du tunnel. Leur présence correspond à un anticlinal couché, dans le flanc normal duquel les calcaires mésojurassiques

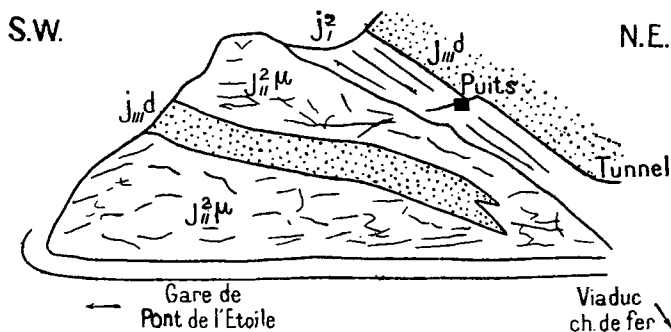


Fig. 1. — Vue schématique du synclinal jurassique du Pont de l'Étoile.

$J_2^2$ , Bathonien marneux;  $J_2^2\mu$ , calcaires mésojurassiques mylonitisés;  $J_1^1\mu$ , dolomies néojurassiques.

siques ont disparu par étirement. En effet, elles s'appuient au S.W. sur une lame de ces calcaires fortement mylonitisés et repliés en un synclinal aigu et couché, avec noyau de Dolomies (fig. 1). Cette coupe remarquable est parfaitement visible sur un chemin qui, après avoir passé sous la voie entre la station et le tunnel, décrit un grand lacet et se dirige ensuite vers le N.

Les Dolomies du tunnel se poursuivent vers le N., par les Baraques, jusqu'à Négrel. Elles supportent directement, à l'ouest, le poudingue de Marseille et reposent au sud et à l'est sur des calcaires mésojurassiques souvent transformés en brèche de friction.

Ces mêmes calcaires affleurent sur la rive gauche, en amont du Pont de l'Étoile, mais sont ici recouverts par les calcaires lacustres sannoisiens, qui masquent leurs relations avec la nappe triasique de Roquevaire-Saint-Zacharie.

Dans l'ensemble, on peut donc envisager les collines jurassiques du Pont de l'Étoile comme un dôme de calcaires mésojurassiques, flanqué à l'ouest et et au sud par les Dolomies et refoulé au sud sur le petit pli couché décrit plus haut. Le broyage intense que les couches ont souvent subi est hors de proportion avec l'importance de ces dislocations et montre que l'on est en présence de masses charriées. Mais il n'est pas possible dès à présent de dire d'une manière précise à quelle nappe appartiennent ces masses.

Leur apparition au milieu des couches oligocènes de la dépression de l'Huveaune semble due principalement à l'action de l'érosion.

RÉCAPITULATION. — En résumé, la dépression de l'Huveaune correspond à un synclinal à grand rayon de courbure, dont l'axe, en aval d'Aubagne, est orienté sensiblement W.—E., tandis qu'à l'amont il prend une direction à peu près N.—S. Localement ce synclinal est accidenté, dans sa partie axiale, d'un anticlinal droit, qui le divise en deux synclinaux secondaires. Dans la région amont, un bombement, secondé par l'érosion, a mis en saillie, au milieu des terrains oligocènes, les terrains jurassiques. Ce bombement affecte lui aussi la région axiale, mais il n'est pas possible d'affirmer avec certitude qu'il se trouve dans le prolongement de l'anticlinal médian de la partie aval du synclinal.

## CHAPITRE III.

## LE MASSIF DE LA SALETTE.

Dans l'intervalle compris entre le cours moyen de l'Huveaune et le principal affluent de droite de cette rivière, le Jarret, s'étend une région de collines, constituées par le poudingue de Marseille rupélien ( $\sigma_{11}$ ), mais dont les sommets sont couronnés par des tufs calcaires d'âge sicilien, qui, au centre, forment un vaste plateau, couvert de parcs et de villas; c'est le *plateau de Saint-Julien*. Le poudingue de Marseille est souvent redressé à  $45^\circ$ , tandis que les tufs siciliens sont sensiblement horizontaux, l'altitude moyenne de leur surface étant d'environ 180 m.

Le plateau de Saint-Julien confine à l'est à un massif de collines triasiques et jurassiques, où les tufs siciliens ne forment plus que des lambeaux discontinus, d'une faible étendue. Son altitude maximum est de 235 m. C'est le « massif de Saint-Julien » de Bresson, terme essentiellement impropre, car le village de Saint-Julien est situé entièrement sur le plateau sicilien. Il convient de lui substituer celui de *massif de la Salette*, que Marcel Bertrand emploie concurremment avec l'autre.

C'est l'étude détaillée de ce petit massif qui doit faire l'objet du présent chapitre. On trouvera les premiers renseignements sur sa structure dans les notes de Marcel Bertrand [9, 16, 39] et de Fournier [10, 21] sur le massif d'Allauch; Bresson lui a consacré en 1898 un travail spécial [*loc. cit.*] et Marcel Bertrand est revenu l'année suivante sur quelques-unes de ses particularités tectoniques, dont il a cherché, en quelques pages mémorables [36, p. 39-42], à dégager la signification.

**ZONE SUD-OUEST DU MASSIF.** — Il faut aller jusque vers l'extrémité orientale du plateau de Saint-Julien pour voir apparaître, pointant sous la couverture de tufs siciliens, quelques affleurements isolés de Trias. Ceux-ci sont au nombre de trois seulement. Le premier, constitué par des calcaires mésotriasiques plongeant au N.W., est situé à 500 ou 600 m. au S.W. des Olives, à

l'endroit où le vallon qui conduit de la Rose à ce village se bifurque pour la première fois. Le second occupe le sommet de la branche méridionale du vallon et se trouve à environ 800 m. au sud des Olives. Une exploitation de gypse déjà ancienne y a mis à nu le Trias supérieur sur une assez grande surface. C'est aussi ce terme supérieur qui forme le troisième pointement, dont l'existence est également révélée par une carrière de gypse. Il est situé sur le bord sud du plateau de Saint-Julien, à 500 m. au nord du village des Caillols. Les relations tectoniques des trois affleurements nous échappent et ce n'est qu'au-delà du bord est du plateau que l'on peut suivre les affleurements du Trias sur une longueur de près de 3 km. Leur continuité n'est interrompue que par les dépôts quaternaires qui encombrant le fond des vallons.

La route qui mène des Olives à la Valentine suit deux de ces vallons, orientés N.W.—S.E., dont les eaux s'écoulent en sens inverse, à partir du col des Trois-Lucs (la Malvina de la Carte), par où ils communiquent entre eux. De part et d'autre de cette dépression s'élèvent des pentes constituées principalement par les calcaires mésotriasiques de plongement très variable. Les marnes et les cargneules du Trias supérieur se rencontrent seulement dans trois petites cuvettes synclinales : à l'E. des Olives, au N.W. de la Malvina et vers la Valentine. Sur leur bord nord-est, les calcaires mésotriasiques se relèvent et laissent apparaître des grès et des dolomies rouge lie de vin, que j'ai attribués au Trias inférieur et qui forment une bande très étroite, sur une longueur d'environ 1.200 m. Dans sa partie moyenne, cette bande est en contact direct, sur 300 m. de longueur, avec l'Hettangien du parc de Vaudran, sur lequel je reviendrai plus bas. Il y a là un accident orienté N.W.—S.E., qui, vers la Valentine, sépare le Trias moyen du Trias supérieur et dont on perd la trace à 200 m. au N.W. de la Malvina. Entre ce point et le château de Bras, les calcaires mésotriasiques forment une voûte et s'enfoncent, au S., à l'E. et au N., sous le Trias supérieur, avec une terminaison périclinale nettement dessinée. Le Trias supérieur du château de Bras peut déjà être rapporté à la large bande de Trias qui sépare le massif dolomitique de Vaudran et de la Salette, au sud, du massif d'Allauch, au nord. Il en sera question plus loin.

Revenons vers le sud, aux environs de la Valentine. Ici, les calcaires mésotriasiques disparaissent au S.W. de la route, non loin des minoteries, sous les calcaires lacustres et les poudingues oligocènes; au N.E. de la route, ils s'enfoncent, par contre, sous les cargneules et les marnes bariolées du Trias supérieur. Celles-ci, en raison de la disparition de l'accident N.W.—S.E.,

s'étendent brusquement vers le nord, jusqu'au-delà du château de Vaudran, où, ainsi qu'on le verra plus bas, elles s'enfoncent sous une série renversée, qui comprend le Rhétien et l'Hettangien. Elles forment en majeure partie les collines des Romans et des Acates, qui s'élèvent au nord et au nord-est de la Valentine. Des vallons transversaux, orientés N.-S., et quelques très courts vallons longitudinaux qui y débouchent, dissèquent ce territoire en mamelons plus ou moins individualisés et en facilitent l'étude. Le Trias supérieur est presque partout cultivé, tandis que les calcaires du Trias moyen sont d'ordinaire couverts de bois de pins.

Dans l'espace compris entre le vallon de Vaudran, à l'ouest, et celui des Romans, à l'est, les calcaires mésotriasiques apparaissent au milieu des cargneules et des marnes du Trias supérieur sous la forme de petits dômes à contours elliptiques, dont le grand axe atteint à peine 100 m. de long. Ils sont au nombre de trois seulement. Entre le vallon des Romans et « le Vallon » on ne rencontre que deux de ces dômes, mais le plus méridional, coté 159,5 sur le Plan Directeur, atteint 200 m. dans les deux dimensions. Au N. E. du Vallon, on retrouve encore trois petits dômes de calcaires mésotriasiques, qui pointent comme au hasard au milieu des affleurements du Trias supérieur.

Sur son bord méridional, le Trias qui forme les collines de Vaudran et des Romans s'enfonce sous le poudingue de Marseille rupélien, qui ici transgresse au-delà des limites des calcaires lacustres sannoisiens. Nul ne peut dire quelles sont ses allures sous cette couverture de dépôts oligocènes. De même il disparaît à l'est sous cette même série, ici de nouveau complète, grâce à la réapparition des calcaires lacustres au pied nord de la colline qui sépare le vallon des Acates de celui des Quatre-Saisons.

Le bord méridional mérite un examen spécial dans le segment compris entre le Vallon et la petite plaine des Acates (fig. 2 a). Ici l'on observe, en effet, au nord et à l'ouest du village, une succession remarquable. Ce sont d'abord, sur le chemin à l'ouest du village, des dolomies hettangiennes qui attirent notre attention. Elles plongent au N. E. sous une lame de Rhétien, qui présente le même plongement et supporte les cargneules du Trias supérieur. Celles-ci s'enfoncent à leur tour au N. E. sous les calcaires mésotriasiques. Tous ces terrains dessinent des bandes dirigées W. N. W.-E. S. E. et sont manifestement renversés. Au nord de la bande mésotriasique la succession redevient normale.

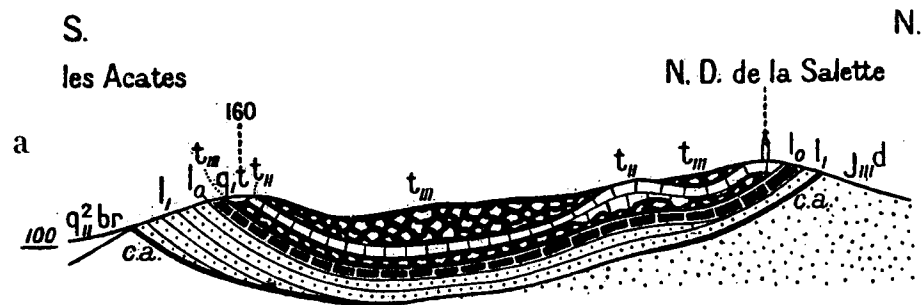
Il existe plus à l'ouest, sur le bord septentrional des collines triasiques,

entre les Romains et le grand aqueduc du canal de Marseille (fig. 2 b), une série renversée tout à fait analogue, connue d'ailleurs depuis longtemps, mais ici les plongements sont dirigés vers le sud. Une grande lame de calcaires mésotriasiques s'enfonce au sud sous le Trias supérieur et repose, sur son bord nord, sur ce même terme, qui forme une bande séparée de la masse principale. Il s'appuie lui-même sur une lame continue de Rhétien, qui repose, comme on le verra plus loin, sur les Dolomies de la Salette, mais qui en est séparée, entre les deux branches du vallon des Quatre-Saisons, par des dolomies hettangiennes.

La série renversée du bord nord des collines triasiques est donc rigoureusement le pendant de la série renversée du bord sud, mais les deux plongent en sens inverse et l'ensemble constitue un vaste synclinal à grand rayon de courbure, dans lequel les petits dômes mésotriasiques ne sont que des accidents secondaires. Un tectonicien de l'ancienne école ne verrait évidemment là qu'une disposition en éventail, avec déversement bilatéral, mais il est plus conforme à la tectonique des pays de nappes d'admettre que l'on se trouve en présence d'une portion de nappe dont le flanc inverse a échappé à l'étirement et qui a été repliée en synclinal postérieurement au charriage. Ce n'est que plus tard qu'il nous sera permis de choisir entre les deux interprétations, mais nous constaterons dès à présent que, dans tout cet ensemble, aucune charnière de pli couché n'est conservée.

A l'est du vallon des Quatre-Saisons, les affleurements de l'Hettangien, du Rhétien et du Trias de la série renversée septentrionale prennent brusquement une direction sensiblement N.-S. On peut les suivre depuis l'aqueduc, par Comte, jusque vers les Douces, où nous les retrouverons. Sur tout ce trajet, le Trias supérieur s'enfonce à l'est sous une couverture de calcaires lacustres sannoisiens. Aucune trace de Trias en série normale n'est plus visible et il est fort probable que le flanc normal a disparu grâce à des érosions antéoliogocènes.

Pour compléter cette description des collines de Vaudran et des Romains, il convient d'ajouter que les couches triasiques plus ou moins redressées dont elles sont formées portent des lambeaux de tufs siciliens en couches horizontales. Ce sont des témoins d'une couverture primitivement continue, prolongement à l'est de celle de Saint-Julien. Ils coiffent le sommet des collines les plus élevées (161,5 m.; 142,7 m.; 160 m., etc.), leurs dimensions varient de 200 m. à 10 m. environ.



$t_u$ , calcaires mésotriasiques;  $t_u$ , Trias sup<sup>r</sup>;  $l_0$ , Rhétien;  
 $l_1$ , Hettangien;  $j_u^d$ , Dolomies néojurassiques;  $c^t$ , Aptien;  
 $q^t$ , tufs siciliens;  $q^2br$ , brèche de pente.

*c. a.*, contact anormal.

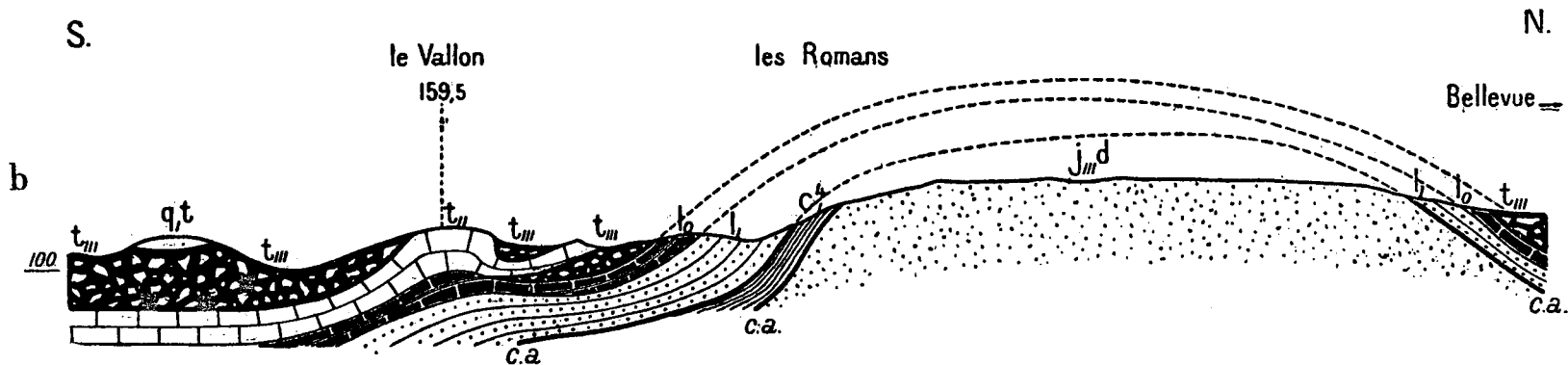


Fig. 2. — Coupes du bord sud du Massif de la Salette.

(Échelle : 1/10 000<sup>e</sup>.)



**MASSIF DOLIMITIQUE CENTRAL.** — La partie centrale du massif de la Salette est constituée par une croupe boisée, large et surbaissée, qui s'étend, avec une direction sensiblement W.—E., de la Malvina aux Douces, sur une longueur de près de 3 km.; elle atteint 1 km. dans sa plus grande largeur, mais se termine en pointe à ses deux extrémités. Elle est entièrement formée par des dolomies. Si on y pénètre par le sud, en passant par exemple par le parc du château de Vaudran, on est tenté de considérer toutes ces dolomies comme hettangiennes; si, par contre, on aborde le massif par le nord, on est conduit à les attribuer au Jurassique supérieur. Marcel Bertrand avait tout d'abord [9] adopté la première de ces deux déterminations. Bresson [*loc. cit.*] avait fait de même; influencé par Répelin, Bertrand [36, p. 40] s'était ensuite rallié à la deuxième interprétation. En réalité, les dolomies hettangiennes et les dolomies jurassiques coexistent, mais elles sont séparées par un accident tectonique dirigé W.—E., puis N.W.—S. E. De même, si l'on vient du nord, on observe également, quoique sur une bien moindre longueur, le contact brutal des deux dolomies le long d'une faille rectiligne, qui, ailleurs, fait buter les dolomies néojurassiques contre le Trias. Les deux failles convergent et forment entre elles un angle très aigu, dont le sommet se trouve un peu au nord de la Malvina. Mais il est nécessaire d'entrer dans plus de détails.

Commençons l'étude du massif dolomitique par son extrémité occidentale. Partant du carrefour des Trois-Lucs, nous suivons tout d'abord le chemin de crête. Après avoir quitté le Trias moyen, reconnaissable à ses vermiculations et qui semble buter par faille contre le Trias inférieur, nous cheminons un certain temps dans du Rhétien, plongeant au S.W., sans avoir rencontré le Trias supérieur, ici vraisemblablement étiré. Puis, assez brusquement, nous nous trouvons en présence de Dolomies néojurassiques, mais, à l'endroit même où nous nous attendons à observer le contact brutal des deux formations, nous rencontrons à notre gauche, en contre-bas du chemin, une carrière assez importante. Nous y descendons et nous ne tardons pas à constater qu'elle mérite un examen très attentif : si sur son bord nord-ouest on a exploité les Dolomies, on voit sur le bord opposé des calcaïes d'un gris assez foncé qui ne sont autre chose que de l'Urgonien avec sections de petits Rudistes <sup>(1)</sup>, dont la présence sur ce point très limité semble avoir déterminé l'établissement de la carrière et aussi son abandon rapide. Aucun auteur n'en fait mention.

<sup>(1)</sup> Au microscope M<sup>ns</sup> Pfender y. a trouvé les sections d'Orbitolines caractéristiques.

Les Dolomies et l'Urgonien ne sont toutefois pas en contact direct. Dans le front de taille de la carrière qui fait face à l'ouest (pl. C, 1) on observe deux beaux miroirs de faille très inclinés, dont les directions convergent et qui pendent l'un vers l'autre. Le miroir de gauche met en contact les Dolomies avec des calcaires marneux de l'Aptien inférieur, qui plongent comme l'accident lui-même. Le miroir de droite limite au nord la masse principale de l'Urgonien, il supporte également une lame d'Aptien beaucoup plus étroite, beaucoup plus étirée que la précédente. Les deux lames d'Aptien dessinent donc un petit synclinal pincé entre les deux failles. Le noyau de ce synclinal est constitué par un gros bloc d'Urgonien superposé à l'Aptien. Il semble donc que l'on soit en présence d'un pli affectant une série renversée.

Les relations entre l'Aptien et l'Urgonien sont beaucoup moins claires dans d'autres parties de la carrière. Sur le front sud, le contact des deux formations a lieu en deux endroits par faille. L'une de ces failles est à peu près plane et verticale; l'autre se présente sous la forme d'une surface cylindrique dont les génératrices sont horizontales, et ici encore l'Urgonien recouvre l'Aptien. L'une et l'autre faille sont accompagnées de miroirs. Du côté opposé de la carrière on observe, non loin de l'entrée, la superposition de l'Aptien inférieur à silex aux Dolomies néojurassiques le long d'une surface de chevauchement.

Une seconde carrière où l'exploitation est actuellement (1927) assez intense, est ouverte dans l'Urgonien, à moins de 300 m. à l'ouest de la première, de l'autre côté de la route d'Allauch. L'aspect de la roche est le même, M<sup>lle</sup> Pfender y a reconnu au microscope une section de *Diplopora* et des Orbitolines. Les relations de cet Urgonien avec les Dolomies et avec l'Aptien de l'entrée de la première carrière ne sont pas visibles, mais il ne paraît pas douteux que l'on soit en présence du prolongement vers l'ouest des affleurements décrits plus haut. Ceux-ci confinent au sud au Rhétien, au nord à l'Hettangien que traverse la route d'Allauch.

L'Urgonien de la carrière occidentale surgit, sur une largeur qui ne dépasse pas 50 m., comme un coin, au milieu des marnes du Trias supérieur, qui forment le sous-sol d'une petite plaine quaternaire au nord de la Malvina. Il est situé au sommet même de l'angle très aigu qui résulte de l'intersection des deux failles rectilignes limitant le massif dolomitique central, dont il a été question plus haut. Avant de discuter la signification de ces accidents remarquables, il nous faut poursuivre vers l'est l'extension du massif dolomitique.

Revenant sur le chemin de crête, nous rencontrons encore de l'Aptien à 50 m. environ de la carrière, mais aussitôt nous pénétrons dans les Dolomies néojurassiques, continuation de celles du front nord de l'exploitation. Nous ne les quittons plus jusqu'au point où le chemin de la Salette s'embranche à angle droit sur le chemin de crête. Nous verrons plus tard jusqu'où elles s'étendent vers le nord, mais nous ne pouvons pas en suivre les affleurements vers le sud, à cause du grand mur du parc de Vaudran, qui longe le chemin de crête sur une partie de son parcours. En pénétrant dans le parc par le portail qui conduit à la ferme, aujourd'hui inhabitée, nous ne tardons pas à rencontrer l'Hettangien. J'ai pu m'assurer autrefois, ayant été autorisé à parcourir les abords du château, que le parc tout entier se trouve sur l'Hettangien, à l'exception de sa partie tout à fait méridionale, où affleurent les cargneules du Trias supérieur, séparées de l'Hettangien par une étroite bande de Rhétien.

Comme l'Hettangien plonge partout au sud, il est manifeste qu'il s'enfonce sous les termes auxquels normalement il fait suite et que la série est, ici aussi, renversée.

On peut suivre la bande rhétienne jusqu'à l'orifice ouest du tunnel du canal, et on arrive ainsi à la faille dont il a été question plus haut (p. 36) et qui met en contact le Trias inférieur et moyen avec la série Hettangien-Rhétien-Trias supérieur, renversée, ainsi que je viens de le montrer.

C'est évidemment un accident tectonique de même nature qui sépare l'Hettangien du parc des Dolomies jurassiques du chemin de crête; je l'ai supposé rectiligne et vertical, car son tracé doit être à peu près parallèle au mur du parc. Il doit passer très peu au sud de la carrière d'Urgonien, mais ici le morcellement et le clôturage des propriétés empêche toute observation géologique sur un espace d'environ 2 hectares.

Vers l'est, la série renversée du parc se raccorde indubitablement avec celle qui, entre le vallon des Romans et celui des Quatre-Saisons, limite au nord les collines triasiques des Acates. La bande de Rhétien franchit le premier de ces vallons et est ensuite parfaitement continue jusqu'au deuxième.

Par contre, les affleurements d'Hettangien diminuent graduellement de largeur et sont entièrement supprimés par étirement au col de la Salette. Dans l'intervalle des deux vallons, c'est tantôt l'Hettangien, tantôt le Rhétien qui est en contact direct avec les Dolomies néojurassiques. Bien que les plongements soient très variables de part et d'autre de l'accident, je ne

pense pas que celui-ci soit ici une faille verticale. On verra tout à l'heure qu'en effet, plus à l'est, l'Hettangien est refoulé sur les Dolomies néojurassiques. De plus, on peut faire, entre les deux ravins de tête du vallon des Romans, une constatation d'une importance tout à fait capitale. C'est ici que se trouve le fameux Aptien des Romans, découvert par Bresson [*loc. cit.*] et dont Marcel Bertrand [36, p. 40] a donné une interprétation assez voisine de celle que je vais exposer ici<sup>(1)</sup>. Il affleure sur le bord du chemin des Romans, sur une longueur de 150 m. environ.

C'est une masse de calcaires noirs avec grains de glauconie, par places entièrement pétri d'Orbitolines, qui s'intercale entre le massif dolomitique, au nord, et un petit lambeau d'Hettangien au sud. Celui-ci est formé de couches qui plongent nettement au sud et s'appuient incontestablement sur l'Aptien. L'Aptien lui-même plonge également au sud. Quant aux Dolomies, leur plongement est ici assez confus (fig. 2 b).

Contrairement aux indications de Marcel Bertrand, je n'ai trouvé, à l'est de la Salette, l'Aptien qu'en un seul point et je me demande si mon illustre devancier n'a pas confondu parfois ce terme avec le Rhétien, erreur qu'il est très facile de commettre en l'absence de fossiles<sup>(2)</sup>. Par contre, malgré l'absence de l'Urgonien aux Romans, on sera frappé de la similitude que présentent la coupe des Romans et celle de la carrière des Trois-Lucs. Dans l'un et dans l'autre cas, l'Aptien constitue une lame superposée aux Dolomies néojurassiques.

Plus à l'est, entre les deux branches du vallon des Quatre-Saisons, l'Hettangien prend brusquement une grande extension vers le nord et occupe toute la croupe qui sépare les deux vallons, tandis que, dans le fond, ce sont les Dolomies néojurassiques qui affleurent. La distinction des deux dolomies n'est pas toujours facile, mais l'Hettangien est constitué en général par des bancs

<sup>(1)</sup> Pour Bresson, l'Aptien des Romans est un lambeau conservé entre un pli-faille et une faille verticale [*loc. cit.*, p. 343, fig. 5]. Bertrand l'envisage, par contre, comme « un anticlinal dans les terrains environnants » et il figure, dans sa coupe [36, fig. 27], une lame de Rhétien entre l'Aptien et les Dolomies, qu'il m'a été impossible de retrouver sur le terrain. Mais, induit en erreur par la coupe de Bertrand et confondant, comme Bresson, les Dolomies néojurassiques avec l'Hettangien, j'avais tout d'abord considéré le lambeau Aptien des Romans comme une fenêtre ouverte dans l'Hettangien [13].

<sup>(2)</sup> La confusion inverse semble s'être produite pour le petit lambeau enfoui dans les Dolomies qui est visible à l'ouest du chemin de crête de la Salette et que Bertrand attribue au Rhétien alors qu'il m'a semblé appartenir plutôt à l'Aptien.

bien stratifiés, alternant parfois avec des couches de marnes vertes plus ou moins développées; les Dolomies néojurassiques sont, par contre, plus compactes et présentent en surface une desquamation bien caractéristique. Dans le vallon principal, la superposition de l'Hettangien aux Dolomies néojurassiques est évidente; le contact est surtout bien visible sur le chemin qui, de la ferme de Comte, se dirige vers le N.W. En face, on observe en outre, entre les deux dolomies, sur une cinquantaine de mètres, une lame d'Aptien supérieur à l'état de marnes feuilletées<sup>(1)</sup>.

Il me reste à préciser la limite septentrionale du massif dolomitique et à examiner la nature de l'accident tectonique auquel correspond cette limite. Nous partirons de la carrière des Trois-Lucs, pour nous diriger vers l'est.

Sur un parcours de 500 m., les Dolomies sont successivement en contact au nord, avec l'Hettangien, — le Rhétien étant vraisemblablement caché par des alluvions, — le Trias supérieur, le Trias moyen, puis de nouveau avec le Trias supérieur. Le tracé de l'accident est parfaitement rectiligne, ce qui permet d'affirmer que le contact entre les deux séries est une faille verticale.

Plus à l'est, les Dolomies butent au nord contre le Trias supérieur, le Rhétien et l'Hettangien<sup>(2)</sup>. Toutes ces couches plongent au nord et sont vraisemblablement renversées. On peut les suivre sans difficulté jusqu'à un point situé à 400 m. au S.E. de Bellevue. Ici elles font place aux Dolomies, qui s'avancent brusquement vers le N.W., formant dans cette direction un promontoire boisé. Celui-ci confine au S.W. à un espace cultivé, correspondant à l'affleurement des cargneules du Trias supérieur. Le tracé du contact est rectiligne et indique la présence d'une faille verticale, orientée N.W.—S.E.<sup>(3)</sup>.

Entre Bellevue et l'extrémité orientale du massif dolomitique, au nord des Douces, le bord septentrional des Dolomies est presque partout masqué soit

<sup>(1)</sup> Sur le bord opposé de la languette d'Hettangien, le contact est si brutal, si rectiligne, que je suis assez disposé à l'assimiler à une faille verticale, orientée N.W.—S.E.

<sup>(2)</sup> Malgré des recherches prolongées, faites pour ainsi dire pas à pas, je n'ai pu retrouver, près du point 234,7 du Plan Directeur [236 du 1/80 000], le Lias à silex et à Bélemnites, signalé par Bresson [*in* Marcel Bertrand, 36, p. 41].

<sup>(3)</sup> Elle est située exactement dans le prolongement de la faille dont j'ai supposé l'existence sur le bord sud-ouest de l'avancée de l'Hettangien entre les deux branches du vallon des Quatre-Saisons. Mais le sens du rejet n'est pas le même.

par des alluvions quaternaires, soit par les calcaires lacustres sannoisiens. Les terrains en bordure n'apparaissent qu'en deux endroits: immédiatement à l'est de Bellevue on observe une étroite lame de Rhétien plongeant au sud, et les cargneules du Trias supérieur apparaissent, sur une longueur de 200 m. environ, à l'est de la route d'Allauch, au sud de Babaraud.

**COLLINES TRIASIQUES DU VERSANT NORD.** — La région dolomitique centrale du massif de la Salette confine au nord à une zone de collines triasiques qui se détache, à la Malvina, de la zone du versant sud et s'étend, de l'ouest à l'est, du château de Bras à Babaraud. Au nord, elle n'est séparée du Trias d'Allauch que par des affleurements de calcaires lacustres sannoisiens et par un plateau peu étendu de tufs siciliens. Mais la direction des plissements qui affectent cette zone triasique n'est pas la même que celle de l'accident grossièrement W. — E. qui en constitue la limite méridionale.

En effet, abstraction faite de quelques lambeaux discordants de tufs siciliens et de calcaires lacustres, les collines qui nous occupent sont exclusivement formées de Trias supérieur, emplissant des dépressions cultivées orientées N.W. — S. E., et de calcaires mésotriasiques, couverts de bois de pins et repliés en brachyanticlinaux, dont le grand axe présente cette même direction N.W. — S. E.

Il a déjà été fait mention plus haut du premier de ces brachyanticlinaux, qui, du château de Bras, se dirige vers le S. E. et présente dans cette direction, au nord de la route de Saint-Julien à Allauch, une terminaison périclinale. Le second brachyanticlinal, situé plus à l'est, relaie en quelque sorte le précédent. Il est coupé par la route et par des chemins creux, qui en facilitent l'étude et permettent de reconnaître très nettement la disposition en dôme des calcaires. Son grand axe ne mesure pas plus de 500 m. Sa terminaison sud-est est coupée brusquement par l'accident qui sépare la zone triasique des Dolomies néojurassiques. Le troisième brachyanticlinal peut être suivi, sur une longueur de 1.400 m., depuis le canal, au N.W., jusqu'au delà d'Aquo de Botte, au S. E. Près de ce quartier il présente à droite de la route une belle terminaison périclinale, les calcaires mésotriasiques s'enfonçant sous les cargneules du Trias supérieur. Celles-ci reposent plus à l'est sur une série renversée, comprenant le Rhétien et l'Hettangien, comme il a été dit plus haut. Mais au nord, près du grand lacet de la route, on voit les mêmes cargneules s'enfoncer sous le Rhétien et l'Hettangien en série normale.

Sur l'Hettangien, réduit à une simple « lèche », on peut observer, au bas de la pente, une lame étroite de Calcaires Blancs néojurassiques ou valanginiens, plongeant comme lui au N. N. E. C'est l'unique lambeau de Jurassique dans cette zone de collines triasiques. Il appartient évidemment à une unité tectonique toute différente.

On a vu plus haut comment la zone triasique est coupée brusquement à l'est par l'accident transversal de Bellevue et il a été également fait mention d'un lambeau de Rhétien et d'un lambeau de Trias supérieur, qui représentent seuls, à l'est de Bellevue, la zone triasique du versant nord du massif de la Salette.

FENÊTRE DES DOUCES. — A l'ouest de la ferme des Douces, les Dolomies néojurassiques du massif de la Salette s'arrêtent brusquement et s'enfoncent sous l'Hettangien de la série renversée que nous avons suivie depuis le parc de Vaudran. Mais elles ne tardent pas à reparaitre et elles constituent toute la croupe qui descend vers le S. E. L'interruption n'est que de quelques mètres, et il est de toute évidence que l'Hettangien forme simplement, au nord des Douces, un pont par dessus les Dolomies. Cette interprétation trouve sa confirmation dans le fait qu'au nord comme au sud, les Dolomies de la croupe s'enfoncent sous le Rhétien, qui lui-même plonge au nord de la croupe vers le nord, au sud, vers le sud. Or ce Rhétien n'est autre que celui de la série renversée. Dans les endroits où il repose directement sur les Dolomies, l'Hettangien est étiré; mais ce terrain reparait sur le bord sud-est de la croupe, où il s'enfonce vers le N.-E. sous le Rhétien. Celui-ci descend jusqu'au ravin qui sépare le quartier des Douces du territoire de la Treille. Ses calcaires y étaient exploités jadis dans une petite carrière, où ils sont en recouvrement sur un lambeau de Valanginien appartenant à la même unité tectonique que celui de la Treille (pl. C, 2). Il en est séparé par une bande presque continue de calcaires lacustres sannoisiens. Ceux-ci plongent à l'ouest et relient les affleurements de Babaraud et Montespain à ceux de Camoins-les-Bains.

Bien que des brèches quaternaires, formant deux terrasses distinctes ( $\alpha_2^2$  et  $\alpha_3^3$ ), masquent la continuité, il est certain que le Rhétien du bord nord-est et celui du bord sud-ouest se rejoignaient, en contournant l'extrémité sud-est de l'affleurement des Dolomies néojurassiques.

CONCLUSIONS. — De ce qui précède il résulte avec évidence que l'affleurement de Dolomies formant la croupe à l'est des Douces est une fenêtre

ouverte dans une nappe primitivement continue, constituée par une série renversée Hettangien-Rhétien (le Trias ayant été enlevé ici par les érosions antésannoisiennes). Comme les Dolomies néojurassiques du massif de la Salette sont en continuité souterraine par dessous le « pont » des Douces avec celles qui pointent dans cette petite fenêtre, on peut admettre que leur affleurement doit également être assimilé à une fenêtre. Il existe des endroits où la superposition de l'Hettangien aux Dolomies est encore visible sur une surface d'une certaine étendue, comme par exemple entre les Douces et la Salette, mais, en général, les deux formations sont juxtaposées et non superposées et elles sont séparées par une faille verticale. L'Hettangien de Vaudran, contrairement à ce que l'on pourrait supposer, ne fait donc pas partie de la fenêtre. Il appartient, de même que le Rhétien, à la série renversée qui forme la base de la nappe triasique.

Les failles qui délimitent le massif de Dolomies sur une partie de son pourtour appartiennent au même groupe que celle qui accidente la nappe triasique entre la Malvina et le vallon de Vaudran. Les trois failles convergent vers la Malvina; elles sont tout à fait indépendantes du charriage et lui sont certainement postérieures; elles sont de même postérieures aux brachyanticlinaux, dont elles coupent obliquement la direction, déterminée par leurs grands axes.

La série renversée de la base de la nappe triasique n'est pas partout en contact immédiat avec les Dolomies du massif de la Salette. Entre les deux éléments tectoniques s'intercale, au moins en trois endroits, une lame d'Urgonien et d'Aptien, dans la carrière des Trois-Lucs, d'Aptien seul, aux Romans et à l'ouest de la route d'Allauch aux Quatre-Saisons. On est manifestement ici en présence d'une nappe indépendante, bien plus développée plus à l'est, comme il sera établi dans la suite. Il serait oiseux de discuter dès à présent la signification des deux éléments tectoniques inférieurs, mais on est en droit de se demander si l'absence, sur les Dolomies, de terrains plus récents qu'elles est antérieure au charriage, ou si elle est due à des étirements qui se sont produits lors du charriage. Le choix entre ces deux hypothèses est malaisé et doit être remis à un chapitre plus général.

On peut affirmer, par contre, que le charriage est non seulement antérieur à la transgression du Sannoisien lacustre, mais que des érosions importantes se sont produites avant cette transgression. Les calcaires lacustres reposent en effet soit sur le Trias moyen, soit sur le Trias supérieur de la série normale de la



nappe triasique, soit, comme c'est le cas au N. E. de Comte, sur l'un ou l'autre des termes de la série renversée de la nappe triasique.

Il existe en un seul point, sur la route des Trois-Lucs à Allauch, au pied nord de la descente d'Aquo de Botte, une lame de Calcaires Blancs, qui doit être attribuée à une nappe supérieure, dont elle constitue un dernier témoin, épargné par l'érosion. Elle repose sur l'Hettangien du flanc normal de la nappe triasique et est elle-même recouverte par des calcaires lacustres sannoisiens.

Le massif de la Salette a été également le théâtre de mouvements postliogocènes, car le Sannoisien n'a conservé nulle part son horizontalité primitive et a été souvent fortement redressé. C'est ainsi qu'il présente des plongements intenses vers l'ouest, vers le massif, dans la bande qui sépare les abords de la fenêtre des Douces du lambeau urgonien de la Treille, attestant l'importance de mouvements transversaux perpendiculaires aux ondulations de la nappe triasique. On observe, en outre, à Babaraud, des calcaires sannoisiens inclinés au sud, d'où l'on peut conclure à une tendance au déversement vers le nord du bord septentrional du massif dolomitique, conformément à une coupe donnée par Marcel Bertrand (36, p. 41, fig. 29).

## CHAPITRE IV.

## L'ÉPERON D'ALLAUCH ET LA BORDURE SUD-OUEST DU MASSIF.

La petite ville d'Allauch est située sur un éperon valanginien <sup>(1)</sup>, qui forme la pointe sud-ouest du massif et qui domine les collines avoisinantes. De la plate-forme qui porte les ruines de quelques vieux moulins à vent on jouit d'une vue incomparable sur tout le pays. C'est par cet éperon que je commencerai l'étude de la bordure sud-ouest.

Le moyen le plus commode d'atteindre Allauch est le tramway qui quitte la route nationale de « Marseille en Italie » à la Croix Rouge et qui s'élève ensuite par deux grands lacets jusqu'à la cote 220 environ, à l'entrée de la localité. Si l'on descend à la dernière halte, à la cote 208, 8, à l'endroit où se détache la route du Logis-Neuf, on observe, en ce point précis, un petit lambeau d'Hettangien, adossé contre des couches hauteriviennes plongeant au sud. Celles-ci supportent l'usine électrique et le cimetière et s'étendent au sud jusqu'à une faille verticale, avec miroir, presque rectiligne, orientée W. S. W.—E. N. E., qui les fait buter contre le Valanginien d'Allauch. Leurs parties marneuses sont extraordinairement froissées, leurs bancs calcaires sont souvent complètement broyés et transformés en une brèche de friction. Elles sont traversées par plusieurs filons de calcite, à peu près parallèles à la faille. On les retrouve, sous la forme d'une bande étroite, à l'ouest du terminus du

<sup>(1)</sup> [On a vu plus haut (Aperçu stratigraphique, p. 6), l'opinion de l'auteur au sujet des Calcaires Blancs supra-dolomitiques et des bancs calcaires qui, plus haut dans la série, alternent avec des marnes grumeleuses et verdâtres. C'est surtout à la lecture de ce chapitre sur l'Éperon d'Allauch qu'il faut se rappeler cette classification qui lui était particulière, plaçant : les Calcaires Blancs massifs dans le Valanginien (Portlandien des auteurs), les Calcaires Blancs avec marnes verdâtres dans l'Hauterivien déjà (Valanginien des auteurs jusqu'au premier niveau fossilifère marneux de l'Hauterivien, niveau à Toxaster).

Cependant, l'observation micrographique de ces roches milite en faveur de l'ancienne classification; aussi, dans les derniers temps, M. Haug avait-il entrepris de délimiter dans ses levés le niveau des Marnes vertes et d'attribuer, dans le Massif Central d'Allauch, la part des Calcaires valanginiens, comme on le verra plus loin. (J. Pf.)]

tramway, mais elles ne tardent pas à faire place à des calcaires lacustres sannoisiens, qui butent à la fois contre le Valanginien et contre la bande d'Hauterivien par une petite faille, dont la direction diffère seulement de quelques degrés de la faille principale.

Au sud de celle-ci s'étend le Valanginien, qui constitue la plate-forme des Moulins<sup>(1)</sup> et sur lequel est bâtie la petite agglomération d'Allauch. Il plonge au S. S. W. et ses gros bancs sont actuellement exploités d'une manière assez active dans une carrière qui permet de faire une observation fort intéressante. A l'entrée on peut voir, en effet, deux dalles de Dolomies néojurassiques reposant par une surface de glissement sur les bancs les plus élevés du Valanginien et pendant comme ceux-ci, au S. S. W. (pl. C, 3).

Le Valanginien est lui-même traversé de nombreuses surfaces de glissement inclinées dans le même sens.

Immédiatement à l'est de la carrière, les bancs du Valanginien se terminent brusquement par un abrupt faisant face au S. E. et correspondant manifestement à une faille, car à son pied se trouvent des argiles rouges qui sont cultivées et appartiennent au Trias supérieur. Au nord et à l'est, elles s'appuient sur des couches hauteriviennes, qui, à leur tour, reposent sur le Valanginien des Moulins et plongent comme lui au S. S. W. La série est donc normale.

On peut suivre sans difficulté l'Hauterivien vers l'est sur une longueur de 600 m. Il continue à plonger au S. S. W., comme le Valanginien de l'agglomération, sur lequel il repose.

Celui-ci forme également la colline couronnée par la chapelle de Notre-Dame-du-Château et la colline 326, au nord desquelles apparaît, comme substratum du Valanginien, un Hauterivien qui sépare les collines précédentes du sommet urgonien où se trouve la chapelle de Sainte-Croix (378 m.).

Ces deux terrains plongent, eux aussi, au S. W., et l'Urgonien repose, comme on le verra plus tard, sur le Turonien ou sur le Sénonien autochtones.

Toutes ces bandes sont coupées obliquement au N. W. par la grande faille d'Allauch, dont il sera encore maintes fois question.

<sup>(1)</sup> D'accord avec Collot, j'attribuais les calcaires qui supportent les moulins à l'Urgonien. Depéret, Marcel Bertrand et Fournier en font, par contre, du Jurassique supérieur. L'examen micrographique qu'en a fait M<sup>lle</sup> Pfender ne laisse plus de doute sur leur âge portlandien-valanginien, en raison de la présence d'Algues (*Clypeina*) caractéristiques, coïncidant avec l'absence complète d'Orbitolines.

Compris entre deux Hauteriviens, le Valanginien d'Allauch doit être envisagé comme le noyau d'un anticlinal déversé au N.E. et parfaitement isoclinal (fig. 3 a). Les Dolomies qui sont refoulées, au sud de la carrière des Moulins, sur le Valanginien appartiennent à une nouvelle unité tectonique qu'il est nécessaire de décrire avant d'étudier la continuation vers le S.E. de l'anticlinal d'Allauch.

**TRIAS D'ALLAUCH.** — Au sud de l'éperon d'Allauch s'étend une petite plaine, dont la surface est parsemée de nombreuses excavations et de déblais, témoignant d'anciennes exploitations de gypse, aujourd'hui en grande partie envahies par les eaux. Le sol présente la coloration rouge caractéristique des affleurements des marnes néotriasiques. Le gypse est encore visible en beaucoup d'endroits, en masses compactes, mais il se rencontre également à l'état broyé dans une brèche où abondent des blocs de cargneule et de calcaire mésotriasique.

Sur le Trias reposent plusieurs lambeaux de calcaires lacustres sannoisiens, témoins d'une ancienne couverture continue. Un étroit vallon, dirigé sensiblement E.-W., qui débouche à la Croix-Rouge dans la vallée du Jarret, entame le Trias, qui forme, sur la rive sud, un affleurement étroit, distant de 500 m. seulement du bord nord des affleurements triasiques des Olives et d'Aquo de Pont. Un grand lambeau de brèche sicilienne masque la continuité de ces deux Trias, qui ne semble avoir jamais été contestée. Il n'est pas douteux que le Trias d'Allauch et celui qui a été décrit au chapitre précédent appartiennent à la même unité tectonique, à la même nappe.

Le substratum du Trias d'Allauch est visible sur le bord septentrional des affleurements. Les auteurs (Depéret, M. Bertrand, Fournier) signalent, à l'extrémité occidentale du massif, entre les Calcaires Blancs des Moulins et le Trias supérieur, soit les deux termes de l'« Infralias », soit les couches à *Avicula contorta* seules. Je n'ai rencontré en ce point, immédiatement à l'ouest des dolomies néojurassiques, que les dolomies hettangiennes. On a vu plus haut que, plus à l'est, les argiles rouges du Trias supérieur reposent directement sur l'Hauterivien normal. Au sud d'Allauch, les alluvions quaternaires masquent le contact. Plus à l'est encore, on observe, avant d'arriver au premier ravin, en contre-bas de la route, une magnifique brèche de friction ( $\mu$ ), composée d'éléments plus ou moins arrondis de roches triasiques (calcaires mésotriasiques, cargneules) et de calcaires éocrétacés (Hauterivien, Valanginien)

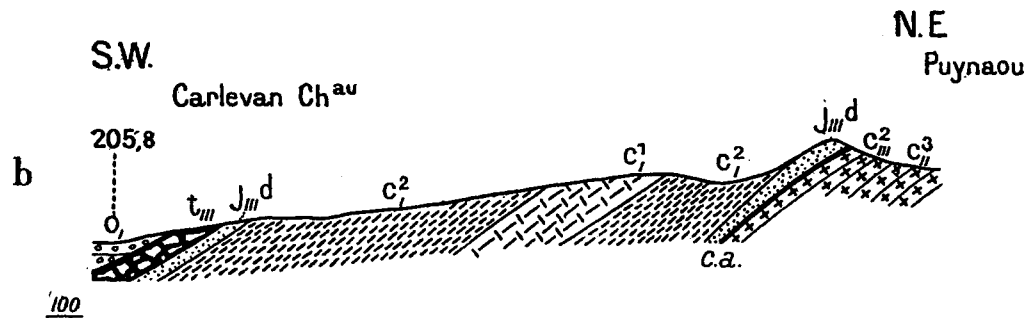
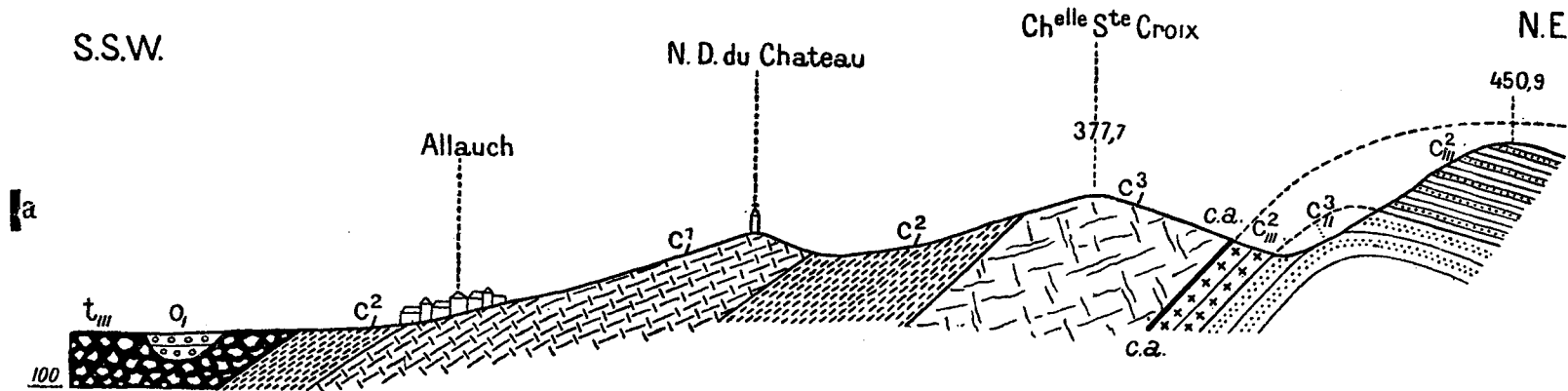


Fig. 3. — Coupes de la bordure S.W. du Massif d'Allauch.

(Échelle : 1/10 000°.)

$t_{III}$ , Trias sup<sup>r</sup>;  $j_{III}^d$ , Dolomies néojurassiques;  $c^1$ , Valanginien;  $c^2$ , Hauterivien;  $c^3$ , Urgonien;  $c_{III}^3$ , Turonien;  $c_{III}^2$ , Santonien;  $o_1$ , Sannoisien.

*c. a.*, contact anormal.

et on la voit s'appuyer sur l'Hauterivien du flanc normal de l'anticlinal d'Allauch.

Au delà du ravin que traverse la route on rencontre, sur le bord de la route, un petit lambeau de Trias supérieur. Il est séparé de l'Hauterivien par une lame de Dolomies néojurassiques, en tous points comparable à celles dont j'ai indiqué la présence à l'entrée de la carrière de Valanginien (fig. 3 b).

**BORDURE SUD-OUEST.** — Le secteur de la bordure du massif d'Allauch, compris entre le premier ravin et la gorge par où se déversent les eaux du torrent des Escaoupres et de ses affluents, mérite bien la dénomination de bordure sud-ouest, car les lignes d'affleurement des terrains qui s'appuient sur l'Autochtone du Massif Central affectent assez généralement la direction N. W.—S. E.

Ces terrains se succèdent, comme dans l'éperon occidental, en série renversée ou en série normale.

La coupe (fig. 3 b) allant de la route de la Valentine à Puynaou <sup>(1)</sup>, en passant au N. W, du château de Carlevan, reproduit la coupe d'Allauch, avec cette différence toutefois qu'on n'en retrouve pas les termes supérieurs.

Mais le flanc normal hauterivien, ici particulièrement développé, est directement recouvert par les Dolomies, sur lesquelles s'appuie le Trias supérieur.

L'anticlinal déversé à noyau valanginien est encore entamé par le ravin de Puynaou, mais ici les calcaires lacustres sannoisiens reposent directement sur le flanc normal hauterivien. A l'est d'Eyraou, un petit ravin dirigé N. E.—S. W. correspond à un important accident transversal. Ses deux rives sont, en effet, constituées par deux séries tout à fait différentes. Sur la rive droite, on a encore affaire au flanc normal de l'anticlinal déversé, complété ici par la présence d'une « lèche » urgonienne. Sur la rive gauche, on rencontre d'abord, s'enfonçant sous les calcaires lacustres, une série normale, comprenant l'Hauterivien, les Calcaires Blancs et les Dolomies néojurassiques <sup>(2)</sup>; puis une série renversée, avec les termes suivants: Trias supérieur, très développé, avec gypse, Rhétien, Hettangien; enfin, l'anticlinal d'Allauch, avec son noyau

<sup>(1)</sup> Fournier [10, fig. 2] a donné jadis une coupe passant par les mêmes points.

<sup>(2)</sup> Marcel Bertrand [16, p. 6, fig. 2] et Fournier [10, p. 512, coupe III] ont pris à tort, dans cette coupe, l'Hauterivien pour de l'Aptien, les Calcaires Blancs pour de l'Urgonien, et ils figurent, l'un et l'autre, au-dessus du Trias supérieur, l'Hettangien du flanc normal, que je n'ai pu voir nulle part.

valanginien compris, ici aussi, entre deux flancs d'Hauterivien, très réduit par étirement. Le flanc normal est en grande partie masqué par la série Trias-Hettangien. L'accident transversal n'est pas un décrochement, c'est une simple faille verticale, dont la lèvre sud-est est affaïssée par rapport à la lèvre nord-ouest. C'est la raison pour laquelle les deux séries supérieures manquent à Eyraou.

Aux alentours de Montespín, les trois séries s'envoient au S.E. sous les calcaires lacustres sannoisiens; mais, au N.E. de la ferme, une lame de Dolomies néojurassiques s'intercale entre le Trias et l'Hauterivien du flanc normal de la série inférieure. En même temps, les plongements de cet Hauterivien passent graduellement du S.W. au S.E. et la lame de Dolomies, avec les Calcaires Blancs qui leur sont associés, se moule autour de cet enfoncement périclinal. Elle est elle-même séparée par une mince lame de marnes rouges triasiques d'une seconde lame de Dolomies, située plus au sud, qui va en s'élargissant vers l'est.

A l'ouest de la gorge étroite par où s'écoulent les eaux du vallon des Escaoupres, le Valanginien constituant le noyau de l'anticlinal déversé s'amin-  
cit considérablement, par suite d'étirements intenses qui ont eu lieu à son contact avec les couches marneuses de l'Hauterivien. On ne le retrouve pas à l'est de la gorge, car il disparaît, de même que l'Hauterivien du flanc normal, sous la lame triasique.

Tous ces termes superposés, dont je viens de décrire les relations tectoniques, plongent ici régulièrement au sud, le plus inférieur s'appuyant toujours sur le Turonien autochtone du Plateau Central.

Nous nous trouvons maintenant dans un autre secteur de la bordure; son étude fera l'objet du chapitre suivant.

RÉCAPITULATION. — Reprenons maintenant une à une les différentes unités tectoniques que nous avons pu distinguer dans les pages précédentes, en suivant cette fois-ci l'ordre inverse, c'est-à-dire en partant de la série la plus basse, l'Autochtone, pour aboutir à la nappe supérieure et aux calcaires lacustres du Sannoisien transgressifs. Chacune de ces unités est coupée obliquement par la faille d'Allauch, qui les fait buter au nord-ouest contre une lame d'Hauterivien dont les relations avec d'autres éléments tectoniques seront précisées plus tard.

Je reviendrai également, dans un chapitre ultérieur, sur le Turonien

autochtone du Massif Central, qui, sur son bord sud-ouest, s'enfonce partout très régulièrement sous la plus basse des unités tectoniques de la bordure.

La ligne de contact anormal qui marque la limite des deux séries peut être suivie sans interruption depuis la faille d'Allauch jusqu'au débouché du vallon des Escaoupres et même au-delà, décrivant sur la carte des angles rentrants assez aigus à la traversée des vallons et des avancées arrondies au passage des croupes intermédiaires. Elle est très apparente dans la topographie, car les calcaires urgoniens et hauteriviens de la bordure forment généralement un abrupt qui domine les dépressions et les cols creusés dans les couches tendres du Turonien.

La première unité tectonique de la bordure comprend partout deux bandes d'Hauterivien, séparées par une bande de Valanginien. Leurs couches pendent fortement au S.W. et les masses calcaires, en particulier celles du Valanginien, forment des crêtes dissymétriques, de véritables « hog backs ».

On est en présence d'un pli anticlinal, déversé au N. E., à flancs parallèles, par conséquent isoclinal. On peut le suivre depuis Allauch jusqu'à la gorge par où se déversent les eaux du torrent des Escaoupres.

Sur l'Hauterivien du flanc normal s'appuie la seconde des unités tectoniques de la bordure. C'est une nappe de Dolomies néojurassiques, réduite à l'état de lambeaux discontinus, visibles au sud des Moulins, à l'est d'Allauch, au N. E. de Montespín.

La troisième unité, constituée par une nappe de Trias supérieur, repose souvent directement sur l'Hauterivien normal. Elle débute soit par une brèche de friction, soit par de l'Hettangien renversé. Son bord septentrional est souvent masqué par le Sannoisien transgressif, par suite de quoi ses affleurements sont séparés les uns des autres par de longs intervalles.

Le plus important de ces affleurements, abstraction faite de la plaine des Plâtrières, se trouve au nord de Montespín, où il comprend également du Rhétien et de l'Hettangien, correspondant au flanc inverse de la nappe.

Enfin, la quatrième unité, bien représentée seulement entre Eyraou et Montespín, où elle repose sur le Trias supérieur, comprend, en série normale, les Dolomies néojurassiques, les Calcaires Blancs et l'Hauterivien. Au Paradis, à l'est de Montespín, elle est réduite à une lame de Dolomies.

Ces quatre unités, caractérisées chacune par des éléments stratigraphiques bien déterminés, se succèdent toujours dans le même ordre, du N.E. au S.W. Il n'y a aucune exception à la règle.



La continuité des lignes d'affleurement est troublée deux fois par des accidents transversaux, que l'on peut envisager comme des failles verticales dues aux torsions que les nappes ont pu subir postérieurement à leur mise en place.

Plusieurs de ces unités tectoniques se retrouvent dans la région qui a fait l'objet du chapitre précédent. Il n'y a aucun doute que la nappe triasique d'Allauch ne soit la même que la nappe triasique du massif de la Salette. L'une et l'autre débutent par une série renversée, comprenant l'Hettangien, le Rhétien et le Trias supérieur, et leur continuité n'est masquée que par des dépôts quaternaires ou par des calcaires lacustres sannoisiens.

Dans l'un et l'autre cas, cette série triasique renversée repose sur des Dolomies néojurassiques. Mais celles qui sont si développées dans le massif de la Salette ne correspondent certainement pas à celles de la bordure Sud-Ouest du massif d'Allauch. Les unes sont autochtones, les autres semblent appartenir à la même nappe que la série renversée proprement dite. La quatrième unité n'est représentée, dans le massif de la Salette, que par une lame de Calcaires Blancs, située au nord d'Aquo de Botte, où elle s'appuie sur la nappe triasique.

## CHAPITRE V.

## LA BORDURE MÉRIDIONALE DU MASSIF.

Le qualificatif « méridionale » convient fort bien au secteur de la bordure du massif d'Allauch compris entre la gorge qui sert de déversoir au vallon des Escaoupres et le vallon de Font de Mai, situé à l'est de la montagne de Ruissatel ou Colle Noire. En effet, les couches y plongent en général assez uniformément au S. ou au S. S. W. Cette dernière direction des plongements est aussi celle qui domine dans la partie du Massif Central sur laquelle s'appuient les nappes les plus inférieures de la bordure.

La largeur de cette bordure est subitement bien plus considérable que dans le secteur étudié au chapitre précédent, de telle sorte que les terrains de la nappe supérieure viennent se placer dans le prolongement oriental de l'axe du massif jurassique autochtone de la Salette.

On verra que cette particularité s'explique par un abaissement axial important, qui affecte l'ensemble des nappes à l'est du vallon de la Treille.

CRÊTE DE LA TREILLE ET DU FOUR. — Le géologue qui ne pourra consacrer que quelques heures à l'étude de la bordure méridionale devra se rendre au village de la Treille soit par l'autobus qui part d'Aubagne, soit par le tramway de Marseille-Noailles aux Camoins, qu'il quittera à la dernière station avant le point terminus, au carrefour de la route des Bains. Il suivra d'abord un large vallon creusé dans les calcaires lacustres du Sannoisien. A partir de la Treille, il pourra relever, sur la crête qui se dirige vers le nord et qui sépare les deux branches du vallon, une coupe des plus instructives<sup>(1)</sup>, mais dont l'intérêt est encore surpassé par celui de la vue dont il jouira près de la campagne de Martelleine, en tournant ses yeux vers l'Est, sur la rive gauche du vallon qui est à ses pieds (pl. A, 2). Il rencontrera difficilement en Provence un spectacle

<sup>(1)</sup> Fournier en a donné dès 1895 une figuration, d'ailleurs informe [10, p. 516, fig. 6]. Marcel Bertrand n'en a reconnu l'importance qu'en 1899, mais sa coupe [36, pl. II, fig. 2], sous des apparences de précision, n'est guère plus exacte que celle de Fournier.

plus saisissant et pourra d'un coup d'œil se rendre compte de la grandeur des phénomènes de charriage qui ont fait de ce pays une terre classique pour le tectonicien.

Suivons pas à pas, sur le chemin de crête, la coupe qui va de la Treille au ravin des Escaoupres, en passant par le Four et les Bellons. Elle est perpendiculaire à la direction des couches, qui, d'une manière générale, plongent au sud (fig. 4).

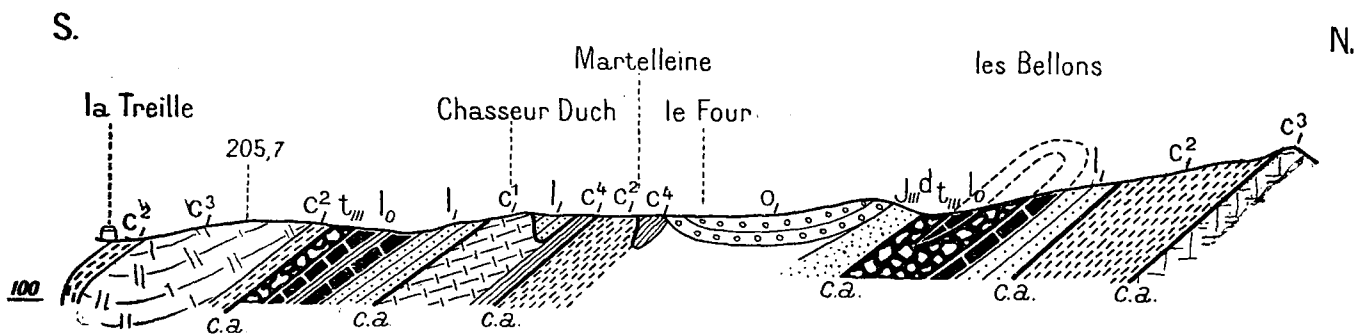


Fig. 4. — Coupe par le chemin de crête de la Treille.

(Échelle : 1/10 000°.)

$t_m$ , Trias sup<sup>r</sup>;  $l_o$ , Rhétien;  $l$ , Hettangien;  $j_m^d$ , Dolomies néojurassiques;  $c^1$ , Valanginien;  $c^2$ , Hauterivien;  $c^3$ , Urgonien;  $c^4$ , Aptien;  $o$ , Sannoisien.

*c. a.*, contact anormal.

La Treille est située au point le plus bas d'une dalle d'Urgonien qui s'élève au nord jusqu'à la cote 205, 7. Son substratum hauterivien n'est visible que sous les maisons les plus septentrionales du village et sur le chemin de crête, sous le petit escarpement par quoi la dalle urgonienne se termine au nord.

Sous cet Hauterivien on voit apparaître les marnes rouges du Trias supérieur, sous lesquelles s'enfoncent les calcaires gris et la lumachelle du Rhétien, offrant ici une épaisseur assez considérable. Ces couches de base du Lias font place, plus au nord, aux dolomies hettangiennes, qui, à leur tour, s'enfoncent sous elles. On ne saurait donc douter que la série Trias supérieur-Rhétien-Hettangien est, ici encore, renversée. Avant d'arriver au Four, en un endroit qui est aujourd'hui pieusement dénommé « plateau du chasseur Duch, mort pour la France », on observe, au pied d'une éminence couverte de pins et cloturée, un petit bombement de calcaires très clairs, dont la couche supérieure est polie comme le serait une surface glaciaire. C'est le soubassement

de l'Hettangien, qui a été mis à nu par l'érosion et grâce à une exploitation intermittente<sup>(1)</sup>. A première vue et en examinant la fig. 2 de la pl. B, on pourrait être tenté d'y voir une fenêtre ouverte dans l'Hettangien et entièrement fermée, mais l'Hettangien ne fait pas le tour complet des calcaires; à l'est, tout au moins, ceux-ci sont en continuité avec les affleurements du fond du vallon; à l'ouest, ils traversent le chemin de crête et, plus bas, la végétation empêche de suivre les couches.

Quant à l'âge des calcaires, Bertrand en faisait du Valanginien. J'ai longtemps pensé à les attribuer à l'Urgonien, mais l'examen microscopique qu'en a fait M<sup>lle</sup> Pfender et la continuité avec des calcaires de même âge que l'on retrouve plus à l'est nous a conduits à les ranger dans le Valanginien.

Les dolomies hettangiennes forment le sommet de l'éminence boisée et s'étendent vers le nord jusqu'à un second ensellement, où se trouve la propriété de la Martelleine et où l'on devra s'arrêter pour contempler la vue sur le versant oriental du vallon.

Sur le chemin, on voit apparaître sous l'Hettangien un affleurement de marnes aptiennes. Celles-ci peuvent être suivies sans interruption vers l'est tout le long de la pente qui descend au fond du vallon et renferment, en plusieurs points, les fossiles caractéristiques du « faciès de Fontdouille ».

Sur la pente qui descend au vallon occidental (déversoir des eaux des Escaoupres) on ne rencontre, par contre, que des calcaires lacustres sannoisiens et, sur le chemin de crête, ceux-ci masquent entièrement les terrains secondaires, déjà avant que l'on soit arrivé à la campagne du Four et ensuite sur une longueur d'environ 400 m., jusqu'à un petit monticule dont ils forment le sommet, tandis que le versant occidental est constitué par des Dolomies néojurassiques reposant sur les marnes rouges du Trias supérieur.

Celles-ci forment deux bandes, obliques par rapport au chemin de crête et séparées par une bande de Rhétien, qui correspond sans doute à un anticlinal dans la série renversée, car les couches de la deuxième bande s'appuient sur du Rhétien, plongeant au sud et superposé à de l'Hettangien (fig. 4).

Le chemin de crête continue à monter au nord et traverse une large zone

<sup>(1)</sup> Il est probable qu'à l'époque où Marcel Bertrand a visité ce point la disposition en dôme n'était pas visible, car la fig. 24 du mémoire de 1899 [36, p. 38] n'indique rien de pareil. Cette coupe n'est d'ailleurs pas conforme à la réalité. Le Valanginien ne reparait pas au delà de la « chapelle de Martelleine », terme qui semble désigner une simple croix surmontant la petite éminence boisée, et l'Aptien est ici en contact direct avec l'Hettangien.

de couches hauteriviennes, qui plongent au sud, en s'enfonçant sous l'Hettangien, et s'appuient au nord sur l'Urgonien ou sur le Turonien autochtones du Massif Central.

La coupe suivant le chemin de crête nous a donc révélé l'existence dans la succession isoclinale de la bordure, de deux affleurements de la série renversée Hettangien-Rhétien-Trias supérieur, séparés par une masse aptienne. Dans l'un et l'autre cas, le Trias supporte des lames de Jurassique supérieur ou de Crétacé inférieur en série normale, et l'Hettangien repose sur des terrains faisant partie d'une série renversée. Telle est du moins la conclusion à laquelle va nous conduire l'étude des deux ravins parallèles que sépare la crête de la Treille.

En suivant d'aval en amont le ravin occidental, qui reçoit les eaux du torrent des Escaoupres, on chemine tout d'abord dans les brèches quaternaires et les calcaires lacustres sannoisiens, puis on traverse, sur une faible largeur, des calcaires rhétiens, autrefois exploités dans une petite carrière, où ils surmontent les bancs du Valanginien probablement en continuité avec ceux qui forment le plateau du chasseur Duch. A l'endroit où le ravin s'élargit brusquement, il est facile de s'assurer que les calcaires rhétiens se raccordent à l'ouest avec une bande qui appartient à la série renversée de la nappe superposée au petit massif de Dolomies des Douces (voir plus haut, p. 46); à l'est, avec ceux d'une série également renversée et comprenant les mêmes termes, série qui s'enfonce sous l'Hauterivien et l'Urgonien de la Treille. La continuité est parfaite et il est absolument incontestable que l'on se trouve, à l'ouest comme à l'est, en présence de la même nappe, repliée en synclinal suivant un axe dirigé N.W.—S.E. (fig. 5) qui coupe obliquement le ravin.

Par contre, l'Hauterivien et l'Urgonien de la Treille n'ont pas d'équivalent sur la rive ouest du ravin et leur soubassement est caché par les calcaires lacustres sannoisiens, qui, à leur pied, plongent à l'W.S.W. Après une très courte interruption, due à la présence de la bande rhétienne qui traverse le ravin, les calcaires lacustres prennent de nouveau un grand développement et forment une bande, large ici de 700 m., que l'on suit sans interruption depuis la plaine au sud d'Allauch jusqu'au thalweg du vallon de la Treille, à l'est du Four. Nulle part l'Aptien n'apparaît dans le vallon occidental et le Sannoisien transgressif masque ici entièrement les relations entre les deux bandes triasiques et rhétiennes.

Plus au nord, le ravin occidental traverse les Dolomies néojurassiques qui

ont été décrites au chapitre précédent et qui occupent la même situation tectonique que celles qui affleurent sur le chemin de crête; mais les deux lambeaux sont discontinus et séparés par des affleurements de Trias supérieur. Ceux-ci forment par contre une bande ininterrompue, très étroite à l'ouest du vallon, comme on l'a vu précédemment, de plus en plus large sur la rive est. Ici les marnes rouges présentent des intercalations de gypse autrefois exploité. Le Trias du chemin de crête appartient donc à la même bande, à la même nappe que le Trias d'Allauch et de Montespín. Il fait partie, comme lui, d'une série renversée, dont les termes inférieurs, le Rhétien et l'Hettangien, sont complètement étirés à l'ouest des plâtrières, où il s'appuie directement sur l'Hauterivien. Celui-ci n'est autre chose que la continuation

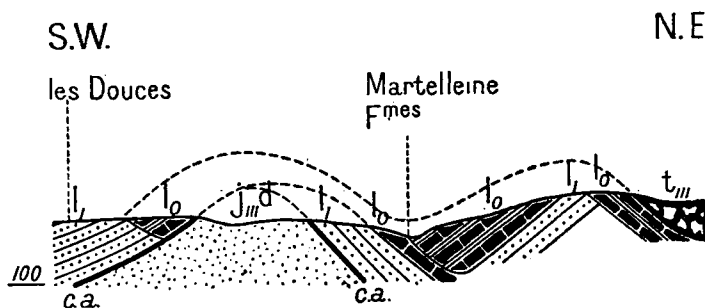


Fig. 5. — Coupe transversale au bas du vallon des Escaoupres.

(Échelle : 1/10 000.)

$t_m$ , Trias sup<sup>r</sup>;  $l_o$ , Rhétien;  $l_1$ , Hettangien;  $j_m^d$ , Dolomies néojurassiques.

c. a., contact anormal.

directe de la bande hauterivienne que nous avons suivie sans interruption sous le Valanginien, depuis le nord d'Allauch jusqu'à la gorge par où s'écoulent les eaux des Escaoupres, et, ici encore, elle est refoulée sur le Turonien autochtone du bord méridional du Plateau Central.

Voyons maintenant quels sont les enseignements que pourra nous fournir le vallon à l'est de la Treille, le déversoir des eaux du vallon de Passetemps. Nous le suivrons également d'aval en amont.

Au pied du village de la Treille, l'Hauterivien affleure sur les deux bords du vallon, il est tantôt marneux, tantôt calcaire. Plus haut, la rive ouest est constituée par des Calcaires Blancs plongeant au N. et supportant en discordance l'Urgonien de la Treille; sur la rive gauche affleurent les Dolomies.

Nous traversons ensuite les trois termes de la série renversée que nous avons rencontrés sur le chemin de crête : le Trias supérieur, le Rhétien et l'Hettangien. Ils forment des bandes continues avec les affleurements de la crête et plongent toujours au sud.

Aussitôt après, le vallon se rétrécit brusquement et les eaux se sont frayé un passage étroit dans une barre rocheuse constituée par des calcaires valanginiens plongeant au sud et situés dans le prolongement de ceux du petit dôme du plateau du chasseur Duch.

Immédiatement en amont de ces calcaires le vallon s'élargit de nouveau, il est creusé dans un terrain qui a offert peu de résistance à l'érosion.

C'est ici que Marcel Bertrand [36, p. 38, fig. 26, pl. II, fig. 2] a découvert des couches aptiennes fossilifères, qu'il a figurées formant une voûte sous l'Hauterivien de la cote 373 du 80 000<sup>e</sup> (cote 387,2 du Plan Directeur). En réalité les choses ne sont pas aussi simples. Les couches les plus profondes qui affleurent au centre de la voûte, sur la rive est, sont des marnes hauteriviennes, dans lesquelles M<sup>lle</sup> Pfender et moi avons recueilli en abondance *Exogyra latissima* var. *Couloni* DeFr. et *Terebratula sella* Sow. L'Aptien n'apparaît qu'un peu plus au nord, il présente le faciès de Fontdouille, mais ne nous a pas fourni d'Orbitolines. Ses calcaires marneux reposent sur les marnes hauteriviennes par une belle surface de charriage accompagnée d'une brèche de friction. Le contact est nettement visible derrière une petite ferme abandonnée.

Les deux terrains se retrouvent sur la rive ouest du vallon et il semble qu'ici l'Aptien, continu avec celui de Martelleine, s'appuie, au nord comme au sud<sup>(1)</sup>, sur une petite voûte d'Hauterivien, correspondant à l'affleurement de la rive droite (fig. 4 et 8 b).

Continuons à remonter le vallon, en suivant le chemin de la rive est.

Les dernières couches aptiennes sont fortement laminées et broyées et ne tardent pas à faire place à des calcaires urgoniens, très réduits en épaisseur sur la rive gauche, mais qui forment, sur la rive droite, toute la croupe des Bellons. Leur affleurement, large à la base de la croupe de près de 200 m., se termine en pointe au sommet, sous les maisons, s'intercalant entre deux affleurements de Trias supérieur, qui correspondent à une bifurcation de la

<sup>(1)</sup> La végétation abondante ne m'a pas permis de reconnaître s'il existe également, sur la rive est, une retombée aptienne avec plongement au sud, entre la barre valanginienne et les affleurements de l'Hauterivien.

bande traversée par le chemin de crête. Sur son bord ouest, ce coin urgonien supporte une lame d'Aptien concordante, qui s'effile en pointe vers le nord, sous le Trias. Celui-ci, à son tour, repose sur l'Urgonien. Sur leur bord nord-est, les calcaires urgoniens plongent au S.W. et butent par faille contre le Trias supérieur et le Rhétien de la rive ouest.

Mais revenons sur la rive est. Ici l'Urgonien très réduit et très cristallin fait suite brusquement à des calcaires noduleux très durs, alternant avec des calcaires spathiques, qu'il y a lieu de rapporter au Turonien, d'après leurs analogies avec le Turonien de la série autochtone. Ils semblent recouverts par des calcaires hauteriviens, appartenant à une nappe dont il sera question plus bas. Au nord, ils butent contre un lambeau de Rhétien et d'Hettangien, prolongement des affleurements de la rive opposée, par une faille verticale située dans le prolongement direct de celle qui limite au N.W. l'Urgonien des Bellons.

Un peu plus haut, le vallon se bifurque. Sa branche W. est de beaucoup la moins importante, elle n'a pas 1 km. de longueur et conserve la direction à peu près N.-S. du vallon principal. Sa branche E. n'est autre que le vallon de Passetemps, qui prend naissance au pied du Thaoumé, mais dont la partie inférieure, correspondant à une gorge étroite, est dirigée E.-W., puis N.E.-S.W.

Le vallon occidental a son lit dans les couches rhétiennes et hettangiennes qui font suite, en succession inverse, au Trias supérieur des Bellons. Sur la rive orientale on voit l'Hettangien s'adosser contre une croupe culminant à la cote 348, constituée par des couches hauteriviennes qui plongent au S.W. et reposent au nord sur le Turonien autochtone du Massif Central, comme celles que nous avons précédemment suivies depuis Allauch. Il est de toute évidence qu'elles en sont le prolongement direct et qu'elles appartiennent également à la série dite renversée.

Le long de la ligne de contact anormal qui sépare cet Hauterivien du Turonien autochtone on peut faire, vers le haut du ravin N.-S., à 500 m. environ au N. E. des Bellons, une observation inattendue. On rencontre ici, dans le thalweg même, un affleurement minuscule de marnes rouges du Trias supérieur. Il n'occupe que quelques mètres carrés de surface, mais sa présence en ce point, en amont de tout affleurement normal, ne peut être attribuée qu'à un accident tectonique et son intercalation entre le Turonien et l'Hauterivien paraît hors de doute. J'en ai vainement cherché l'analogie sur



le bord opposé de la « lèche » hauterivienne. Je n'y ai trouvé que du Turonien, représenté surtout par des calcaires à Rudistes, qui s'intercale ici en coin entre deux hauteriviens, celui de la colline 348, qui lui est superposé, et celui qui constitue son substratum normal et qui fait, comme lui, partie de la série autochtone. C'est dans cet Hauterivien autochtone qu'est creusé le tronçon du vallon de Passetemps orienté E.-W. et l'escarpement de la rive sud en fait évidemment partie. Or, c'est sur cet Hauterivien autochtone que repose le lambeau de Rhétien et d'Hettangien dont il a été fait mention plus haut. Ce lambeau est coincé entre deux Hauteriviens et occupe donc exactement la même situation tectonique que le petit lambeau de Trias supérieur. Il en est l'homologue exact, mais sa position est non moins énigmatique.

CRÈTE DES LYONNAISES. — Une coupe prise plus à l'est, sur la rive gauche du déversoir du vallon de Passetemps (fig. 6 a)<sup>(1)</sup> va nous permettre de recueillir des renseignements complémentaires sur ce coin remarquable de la Basse-Provence. Elle nous est fournie par le chemin qui suit la crête séparant le vallon précédent de celui de Marcellin et qui passe aux fermes abandonnées dites les Lyonnaises. La crête des Lyonnaises est dirigée à peu près S. S. W.—N. N. E. et culmine au point 387,2 (373 du 1/80 000<sup>e</sup>). Nous pouvons en entreprendre l'étude soit en partant de la Treille et en la rejoignant par le chemin en lacets qui s'élève en face du village, soit en l'abordant par le sud, en prenant pour point de départ le village des Camoins. En suivant ce deuxième itinéraire, nous traversons d'abord, sur près d'un kilomètre, des affleurements de calcaires lacustres sannoisiens, couronnés par des tufs siciliens, formant un petit plateau.

A l'endroit où le chemin aborde les collines crétacées, nous le quittons momentanément pour examiner un monticule boisé situé sur la droite. Nous constatons qu'il est entièrement formé de calcaires à Rudistes turoniens, qui plongent au S. S. W. sous les calcaires sannoisiens, tandis qu'au nord ils s'appuient sur des calcaires plus marneux et noduleux, d'âge cénomanien, couverts de cultures. Contrairement aux indications de Fournier, je n'ai observé nulle part la moindre trace d'Aptien, le Cénomanien reposant directement sur l'Urgonien. Celui-ci forme une dalle très inclinée que gravit le sentier par où

<sup>(1)</sup> Cette coupe a été donnée par Marcel Bertrand sous deux formes en apparence différentes. Bien que toutes deux [16, fig. 26 et pl. II, fig. 2] soient indiquées comme passant par le point 373, la première suit la crête de la Treille et est située bien à l'ouest de ce point.

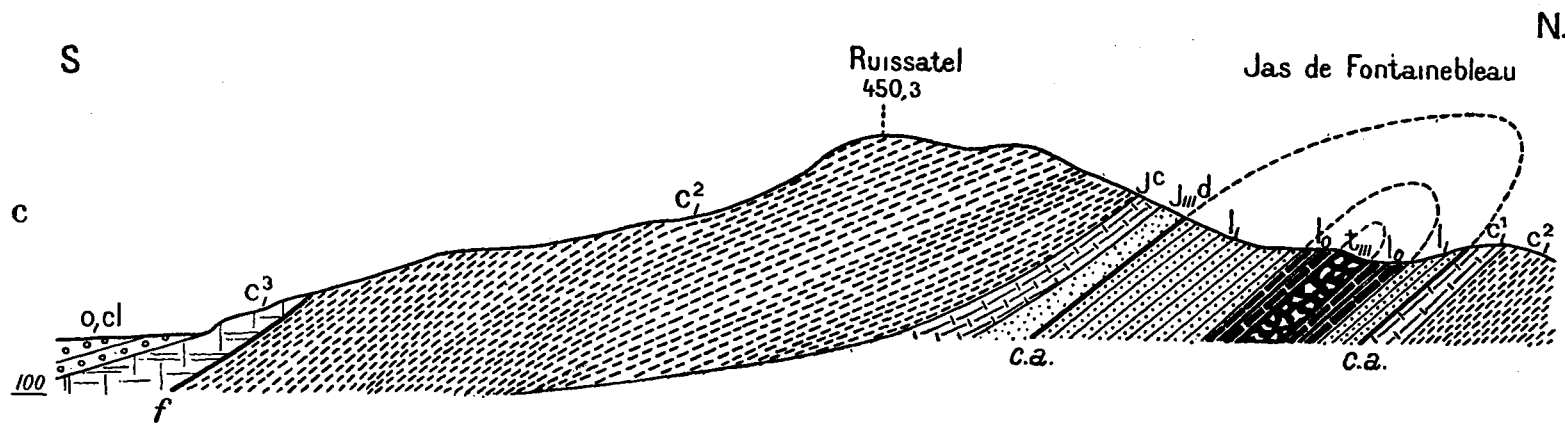
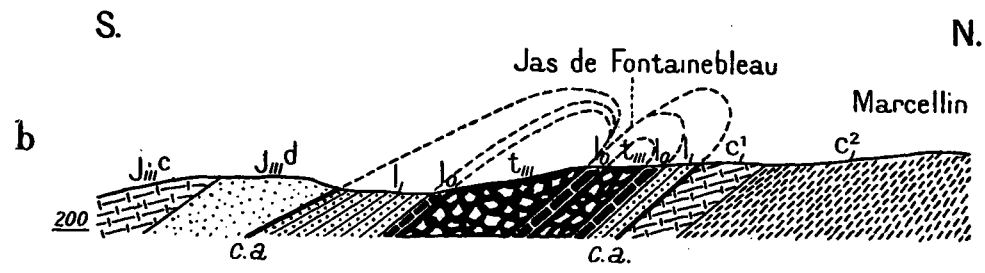
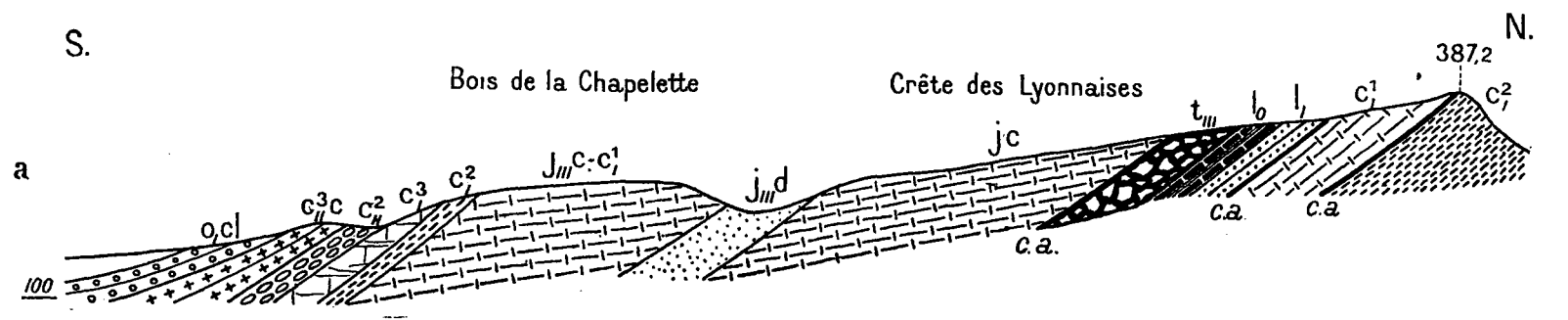
nous rejoignons le chemin de crête, en traversant successivement un Hauterivien peu épais et des calcaires oolithiques valanginiens, plongeant comme l'Urgonien, au S.W.

La dalle sur laquelle nous nous élevons insensiblement repose, à l'ouest comme à l'est, sur des Dolomies néojurassiques, mais celles-ci sont presque entièrement étirées près des Lyonnaises, sous le sommet de la dalle, de sorte que nous nous trouvons brusquement sur un affleurement de marnes rouges du Trias supérieur, qui sortent de dessous le Jurassique. J'ai pu m'assurer de leur continuité parfaite avec la première bande triasique que nous avons traversée en remontant le vallon à l'est de la Treille.

Comme dans les coupes précédentes, le Trias fait, ici encore, partie d'une série renversée, comprenant en outre le Rhétien et l'Hettangien. Ce dernier terme est superposé à des calcaires valanginiens, qui plongent également au sud et culminent près de la cote 387. Ici on observe leur superposition à l'Hauterivien, visible également sur le chemin qui, laissant la crête à sa droite, se dirige au nord et traverse des alternances de calcaires et de marnes fossilifères d'âge hauterivien. Le chemin passe à 60 m. environ au-dessus du sommet de la voûte aptienne, il permet néanmoins de constater que l'Hauterivien recouvre entièrement cette voûte. Mais l'enveloppement de l'Aptien par l'Hauterivien est encore mieux visible d'en face, du point de vue situé un peu au nord du plateau du chasseur Duch, et c'est de cet endroit qu'est prise la photographie pl. A, 2, due à l'obligeance de mon collègue et ami M. Gignoux.

Plus au nord, les couches hauteriviennes se redressent et ce sont elles qui reposent sur l'Hettangien, encore visible au point où le chemin que nous avons suivi se dirige vers l'est. Mais, plus à l'est, dans le prolongement de notre coupe vers le nord, on ne rencontre plus trace de ces couches, le lambeau hettangien finit en coin et l'Hauterivien de la série renversée repose directement sur l'Hauterivien autochtone (pl. B, 1). Le plan de charriage qui les sépare arrive à l'affleurement sur un replat, où j'ai recueilli sous des éboulis quelques fragments de calcaires turoniens, appartenant sans doute à une lame de ces calcaires intercalée entre les deux Hauteriviens et faisant pendant au coin qui, sur la rive opposée, s'insinue entre les deux mêmes termes.

La coupe suivant le vallon de Marcellin (fig. 6 b) fournit une variante de celle de la crête des Lyonnaises. Elle traverse, au lieu d'une, deux bandes de Trias supérieur, séparées par une bande de Rhétien. Elles correspondent à deux anticlinaux superposés, car la bande méridionale supporte du Rhétien et de



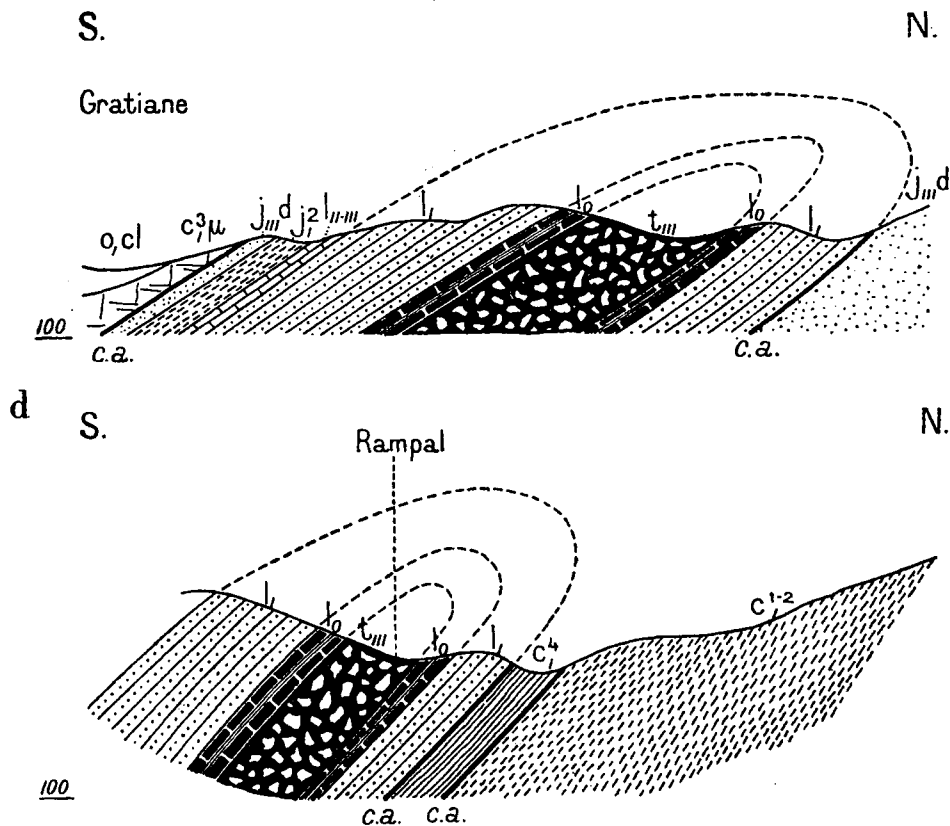


Fig. 6. — Coupes de la bordure méridionale du Massif d'Allauch.

(Échelle : 1/10 000°.)

9.  $t_m$ , Trias sup<sup>r</sup>;  $l_0$ , Rhétien;  $l$ , Hettangien;  $l_{m-m}$ , Lias moyen et sup<sup>r</sup>;  $j_2^2$ , Bathonien marneux;  $j_m^d$ , Dolomies néojurassiques;  $j_c$ ,  $j_m^c$ ,  $jc$ , calcaires blancs;  $c^1$ , Valanginien;  $c_2^2$ , Hauterivien;  $c^3$ , Urgonien;  $c^4$ , Aptien;  $c_2^5$ , Cénomannien,  $c_2^5c$ , calcaires turoniens;  $o, cl$ , calcaires lacustres sannoisiens;  $\mu$ , brèche de friction.

*c. a.*, contact anormal.

l'Hettangien en succession normale, tandis que la bande septentrionale repose sur les mêmes termes en série renversée. Ce flanc inverse de l'anticlinal inférieur est seul représenté dans les coupes situées plus à l'est. Entre les deux plis et l'Hauterivien du haut du vallon s'intercalent des calcaires valanginiens, que l'on suit sans discontinuité depuis le plateau du chasseur Duch jusqu'à la crête qui sépare le vallon de Marcellin du vallon suivant.

**RUISSATEL ET JAS DE FONTAINEBLEAU.** — A mesure que l'on se dirige vers l'est, le Crétacé inférieur de la nappe supérieure prend un développement de plus en plus important, aussi bien en largeur qu'en épaisseur et l'érosion en a respecté un morceau considérable sous la forme d'une montagne isolée de 450 m. d'altitude, appelée Ruissatel, ou aussi Colle Noire. C'est par ce sommet que passe la coupe suivante (fig. 6 c), dirigée S.-N., pour traverser ensuite, au nord, le domaine connu sous le nom de Jas de Fontainebleau.

Au nord d'Eoures et de la Pajeote, on n'observe aucune trace de Cénomarien ou de Turonien, les calcaires lacustres sannoisiens reposent directement sur l'Urgonien, qui constitue une dalle épaisse plongeant au sud et faisant place au nord à des alternances répétées de calcaires et de marnes. C'est l'Hauterivien, ici particulièrement épais, puisque toute la montagne de Ruissatel en est formée. Il repose à l'ouest sur les calcaires valanginiens du bois de la Chapelette qui eux-mêmes font suite, comme dans la coupe précédente, aux calcaires et aux dolomies néojurassique. Ces dernières s'effilent en pointe vers la Chapelette et reparassent au pied est de Ruissatel, où elles butent par faille contre l'Hauterivien.

Au pied nord de Ruissatel on voit apparaître, sous les calcaires néojurassiques, les dolomies hettangiennes, qui forment une large bande correspondant au col où passent les chemins conduisant des carrières de gypse de Rampal au Jas de Fontainebleau. A l'ouest du col, cette bande se dédouble par suite de l'apparition, en son milieu, d'un affleurement de Rhétien, qui, à son tour, se dédouble plus à l'ouest et laisse affleurer, sur une faible longueur, une lame de Trias supérieur. Toutes ces couches plongent au sud et correspondent à un anticlinal déversé au nord, dont les deux flancs sont conservés et qui n'est autre que le plus septentrional des deux anticlinaux traversés par la coupe du vallon de Marcellin. L'anticlinal méridional a disparu.

Au nord l'Hettangien s'appuie, comme aux Lyonnaises, soit sur l'Hauterivien, soit sur une dalle de calcaires valanginiens qui lui est superposée,

montrant que l'on a toujours affaire à la série éocrétacée renversée. Les couches hauteriviennes de cette série plongent au S. W. et s'élèvent jusqu'aux environs de la cote 500, où elles semblent reposer directement sur l'Hauterivien autochtone du Massif Central, si bien qu'il est presque impossible de faire le départ de ce qui appartient à l'une ou à l'autre série.

QUARTIER DE RAMPAL. — Pour terminer l'étude analytique de la bordure méridionale il me reste à décrire le secteur compris entre le pied est de la montagne de Ruissatel et le vallon de Font de Mai, qui, bien qu'il coupe très obliquement cette bordure, constitue à l'est une limite commode. Faute d'un nom meilleur je lui donnerai celui de quartier de Rampal, qui s'applique aux environs des carrières de gypse, mais ne figure pas sur le Plan Directeur.

Une coupe partant de la campagne de Gratiane, sur la route d'Aubagne aux Camoins, et dirigée vers le N. E. (fig. 6 d) sera sensiblement perpendiculaire à la direction des accidents tectoniques, qui subit une déviation vers le S. E., mais il y a lieu de substituer à sa partie septentrionale un tronçon de coupe passant plus à l'ouest et dirigé N.-S., de manière à traverser normalement l'Hauterivien de la série renversée et le bord sud du Massif Central. L'examen de l'une et de l'autre coupe devra d'ailleurs être complété par une étude dans le sens longitudinal des bandes successives, qui ne sont que partiellement les mêmes que dans le secteur précédent.

L'Urgonien du bord méridional peut être suivi vers l'est jusqu'à Gratiane, où il se termine à l'affleurement par une pointe aiguë qui s'enfonce sous les calcaires lacustres. Il est du reste fortement broyé et partiellement transformé en une brèche de friction ( $\mu$ ). Il repose ici sur une lame peu épaisse de dolomies, que j'avais tout d'abord attribuées à l'Hettangien, mais que je suis actuellement disposé à envisager comme néojurassiques. Dans ce cas, elles seraient la réapparition de celles que j'ai signalées au pied oriental de Ruissatel. Dans l'intervalle, l'Urgonien repose directement sur le Bathonien marneux, élément que nous n'avons pas rencontré jusqu'ici<sup>(1)</sup>. Celui-ci forme une bande continue depuis les flancs de Ruissatel, où sa terminaison au N. W. est masquée par les éboulis, jusqu'à la Tour, où il disparaît sous les calcaires lacustres. Ses couches plongent au S. W. puis au S. et s'appuient, sur une longueur de 300 m. envi-

<sup>(1)</sup> Fournier [10, p. 516] dit avoir rencontré pour la première fois l'« oolithe » (. ic!) entre l'Infralias et les Dolomies dans le contrefort à l'ouest de Ruissatel. C'est sans doute un *lapsus calami*: ouest au lieu de est.

ron, sur une lame de calcaires à silex du Lias, qui s'effile en pointe à ses deux extrémités et sépare le Bathonien d'une masse importante de dolomies incontestablement hettangiennes. Plus à l'est, le Lias à silex reparait, sur une longueur d'à peine 100 m., sur la route des plâtrières. A gauche de cette route une tranchée, conduisant à une petite carrière où l'on exploite l'Hettangien, a traversé d'abord le Bathonien marneux, puis la lame de Lias à silex, qui n'a ici que 40 cm. d'épaisseur, mais est séparée de l'Hettangien par une zone de broyage, où des blocs provenant des deux formations sont intimement mélangés (fig. 7).

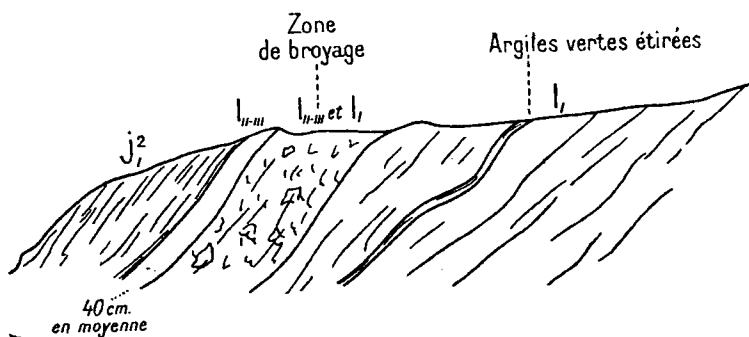


Fig. 7. — Coupe schématique par la tranchée donnant accès à la carrière d'Hettangien de la Gastaude (près Aubagne).

$l_1$ , Hettangien;  $l_{n-w}$ , Lias moyen et sup<sup>r</sup>;  $j_1^2$ , Bathonien marneux.

La zone hettangienne atteint ici une largeur de près de 800 m., alors qu'au col qui relie le quartier du Jas de Fontainebleau à celui de Rampal, elle n'en mesure que 200; mais elle est divisée en deux bandes par une zone anticlinale, où affleure le Trias supérieur, flanqué aussi bien au N. E. qu'au S. W. par un liséré de Rhétien. Les couches plongent partout au S. W., attestant l'existence d'un pli isoclinal déversé au N. E. et celle d'un flanc normal et d'un flanc inverse, ni l'un ni l'autre étiré. C'est la même disposition qu'au Jas de Fontainebleau et l'on est évidemment en présence du même pli.

Tandis qu'au nord du Jas de Fontainebleau l'Hettangien du flanc inverse repose sur le Valanginien de la série renversée, il s'appuie, plus à l'est, directement sur l'Hauterivien de cette même série. Puis on voit s'intercaler entre les deux termes des couches argileuses que, par voie de continuité avec des affleurements bien datés situés plus à l'est, on est conduit à attribuer à l'Aptien supérieur (fig. 6 d). Elles plongent au S. W., comme les couches hettangiennes

sous lesquelles elles s'enfoncent. Elles forment une bande orientée W.-E., qui correspond à la partie supérieure du vallon de Font de Mai. Les couches hauteriviennes sur lesquelles on les voit s'appuyer plongent au sud et sont entamées profondément par deux ravins « conséquents » qui drainent les eaux du versant méridional du Massif Central. Elles s'élèvent avec une inclinaison moyenne environ jusqu'à la cote 470, où elles font place, comme dans la coupe précédente, à l'Hauterivien autochtone.

RÉCAPITULATION. — Comme j'ai fait dans le chapitre précédent, je passerai successivement en revue les unités tectoniques qui prennent part à la constitution de la bordure méridionale, en procédant, ici encore, de l'intérieur du massif vers l'extérieur, contrairement à l'ordre suivi dans l'étude analytique.

Dans l'ouest du secteur qui nous occupe, la série autochtone du Massif Central est constituée, comme plus à l'ouest, par du Turonien plongeant au S. W. ou au S., qui repose au nord sur l'Éocrétacé (Urgonien ou Hauterivien) et qui s'enfonce au sud sous la nappe la plus basse de la bordure. Mais ce Turonien n'atteint plus la ligne de contact anormal qui sépare les deux séries à l'est du vallon de Passetemps et, à partir de cette coupure transversale, l'Hauterivien autochtone supporte directement celui de la première nappe.

Cette nappe inférieure est représentée au nord par une dalle d'Hauterivien inclinée au S. W., en continuité absolue avec l'Hauterivien qui, plus à l'ouest et jusqu'à Allauch, s'enfonce au sud sous une étroite lame de Valanginien. Plus au sud, toutefois, ce même Hauterivien est replié en voûte et laisse apparaître au-dessous de lui des éléments tectoniques plus profonds, mais en série renversée : l'Urgonien, fortement laminé sur les flancs et entièrement supprimé par étirement dans la région axiale de la voûte, et l'Aptien, replié également en voûte, puis un Hauterivien plus profond, probablement autochtone. Le sommet de la voûte s'est révélé comme un chapeau de Valanginien. Entre la crête de la Treille et celle des Lyonnaises, la série éocrétacée est donc complète et renversée. Il est nécessaire d'admettre que, sur son bord septentrional, la base de la nappe correspondant à cette série renversée est complètement étirée, puisque l'Urgonien et l'Aptien font ici entièrement défaut. A l'est de la crête des Lyonnaises, ces termes n'affleurent plus, l'érosion n'ayant pas entamé la nappe à une profondeur suffisante.



Par contre, on voit apparaître plus à l'est, dans le haut du vallon de Font de Mai, un nouvel Aptien, plongeant au sud, qui, lui, est superposé à l'Hauterivien renversé. Il n'a donc rien de commun avec celui du noyau de la voûte et appartient à une unité tectonique plus élevée, qui prendra un développement bien plus considérable dans le secteur étudié au chapitre suivant.

Une nappe plus élevée, comprenant le Trias supérieur et les termes inférieurs du Lias, repose au sud sur l'un ou l'autre des quatre termes de la série éocrétacée renversée. Elle débute toujours par une succession inverse de ses trois termes : l'Hettangien, à la base, surmonté par le Rhétien, auquel fait suite le Trias supérieur. Cette unité tectonique est en continuité avec la nappe qui surmonte, plus à l'ouest, les Dolomies néojurassiques du massif de la Salette et qui est caractérisée par les mêmes termes en série inverse ; elle appartient évidemment à la même nappe. Elle se complète, à l'est des Lyonnaises, par l'apparition d'une série normale, formée des mêmes trois termes, qui est superposée à la série renversée. On est donc ici en présence d'un pli couché complet, avec flanc inverse non étiré et flanc normal.

Le flanc inverse se retrouve plus au nord autour des Bellons, également superposé à l'Eocrétacé renversé, mais *actuellement* sans continuité superficielle aucune avec les affleurements situés plus au sud. On est néanmoins conduit à admettre que, dans les deux cas, on est en présence d'affleurements d'une même nappe, séparés par un manteau discordant de calcaires lacustres sannoisiens. Le Trias supérieur des Bellons est, en effet, en continuité à l'ouest avec celui du Paradis, qui appartient à la même nappe que celui d'Allauch. Et l'on se souvient en outre que la série renversée Hettangien-Trias d'Allauch est une réapparition de la nappe dont les affleurements enveloppent le massif de la Salette.

A l'est des Bellons, on ne rencontre plus, en remontant le tronçon inférieur du vallon de Passetemps, aucun lambeau de la série renversée Hettangien-Trias qui soit superposé à l'Hauterivien de la série éocrétacée renversée.

Une dernière unité tectonique, superposée à la nappe triasique-liasique, comprend exclusivement des terrains jurassiques et crétaqués en succession normale. On doit lui attribuer les lambeaux de Jurassique supérieur situés entre le Paradis et les Bellons et la série débutant par les Dolomies néojurassiques et s'élevant jusqu'au Turonien qui constitue les collines au nord et à l'est de la Treille, ainsi que la montagne de Ruissatel. A l'est de cette dernière on voit s'intercaler en outre, entre l'Urgonien ou les Dolomies de cette

série et l'Hettangien de Rampal, le Lias à silex et le Bathonien marneux fortement étirés, mais suffisamment bien représentés pour que l'on soit en droit de les attribuer au flanc normal du grand pli couché à noyau triasique. Les calcaires du Jurassique moyen (Lusitanien, Kimeridgien) ne sont visibles nulle part dans le secteur qui nous occupe. Il y a donc lieu d'admettre qu'ils ont été entièrement étirés lors du cheminement des termes supérieurs (Jurassique supérieur, Éocrétacé, Mésocrétacé), qui semblent bien appartenir à une nappe autonome.

Reste à donner ici une explication au moins provisoire de la disjonction des deux lambeaux d'importance très inégale, appartenant tous deux à la même nappe supérieure et situés l'un à l'ouest des Bellons, l'autre bien plus au sud, au sud de Martelleine, des Lyonnaises et du Jas de Fontainebleau. Le problème est le même que celui que pose la dissociation de la nappe triasique en deux tronçons séparés par une large bande de terrains éocrétacés renversés.

Marcel Bertrand avait tout d'abord [16, p. 287] cherché à expliquer cette double disjonction par l'hypothèse d'une faille transversale ou d'un décrochement. Il a ensuite abandonné cette interprétation [36, p. 39] et n'attribue plus finalement qu'à la seule dénudation l'arrêt à l'est de la bande septentrionale de Trias. Mais il ne serre pas le problème de plus près et ne fait pas intervenir la notion d'abaissement d'axe des plis, à laquelle il est nécessaire d'avoir recours.

On a déjà vu précédemment (p. 46) que le dôme néojurassique de la Salette et son prolongement vers l'est, la petite fenêtre des Douces, s'enfoncent graduellement vers l'est, ou, plus exactement, vers le S.E., témoignant d'un abaissement axial dans cette direction. Dans toute la zone transversale qui sépare le massif de la Salette du secteur qui nous occupe, les plongements au S.W. qu'affectent les calcaires lacustres sannoisiens témoignent par contre d'une montée axiale vers l'est. Cette remontée ne se manifeste pas uniquement dans le manteau transgressif oligocène, elle ressort également des allures tectoniques des terrains secondaires à l'est du chemin de crête de la Treille, comme on peut s'en convaincre en examinant les deux coupes longitudinales ci-dessous (fig. 8). Elles sont toutes deux dirigées W.—E., par conséquent perpendiculairement aux coupes transversales. La première nous montre pourquoi la lame urgonienne de la Treille ne se retrouve pas sur la rive opposée du vallon. La seconde rend compte de l'abaissement axial vers l'ouest de la voûte à noyau aptien et elle permet d'expliquer la terminaison

périclinale, sur le chemin de crête, du Valanginien renversé (pl. B, fig. 2). Il faudrait, pour que le phénomène soit plus saisissant encore, pouvoir faire abstraction du manteau oligocène qui, au Four, cache entièrement la terminaison occidentale de la voûte aptienne. On verrait vraisemblablement, comme on l'a indiqué sur la coupe fig. 4, la bande hettangienne-triasique des Lyonnaises et de Martelleine s'appliquer sur son flanc occidental. En plan elle se raccorderait avec celle des Bellons et son tracé affecterait la forme d'un Z.

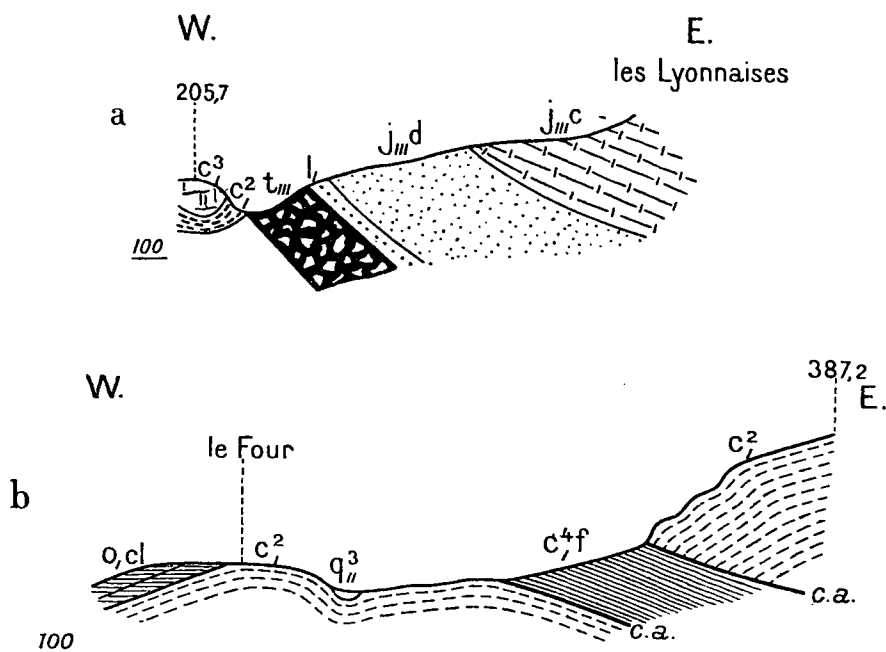


Fig. 8. — Coupes transversales du vallon de la Treille.  
(Échelle : 1/10 000°.)

$t_w$ , Trias sup<sup>r</sup>;  $l$ , Hettangien;  $j_m^d$ , Dolomies néojurassiques;  $j_m$ , calcaires blancs;  $c_2^r$ , Hauterivien;  $c_3^r$ , Urgonien;  $c_4^f$ , Aptien de Fontdouille;  $o, cl$ , calcaire lacustre sannoisien;  $q_3^a$ , alluvions.

Le fait que le manteau oligocène, discordant sur les terrains secondaires, témoigne du même abaissement axial que ceux-ci montre que ces mouvements transversaux sont non seulement postérieurs à la mise en place des nappes mais encore à la transgression sannoisienne.

De pareilles déformations n'ont évidemment pu se produire sans des torsions très énergiques et c'est ce qui nous explique pourquoi l'Urgonien et l'Aptien se présentent au sud des Bellons en série renversée sur la rive est, en série normale sur la rive ouest. C'est sans doute à la même torsion que l'on doit attribuer la faille verticale des Bellons qui a mis en contact l'Urgonien avec le Trias supérieur et le Rhétien.

## CHAPITRE VI.

### LA BORDURE SUD-EST.

Entre le vallon de Font de Mai, au S.W. et le col du Marseillais au N.E., le Massif Central est bordé, sur une longueur d'environ 7 km., par une bande de terrains secondaires, qui le sépare des collines oligocènes de la dépression de l'Huveaune. Les terrains de cette bordure plongent assez uniformément au S.E., à la différence de ceux de la bordure méridionale, qui plongent au S. Sous une apparente simplicité le secteur ainsi délimité est caractérisé par une structure assez compliquée, résultant de la superposition de plusieurs nappes. Plusieurs vallons transversaux le dissèquent en un certain nombre de croupes, où les couches résistantes forment des crêtes saillantes dissymétriques et où les affleurements de couches meubles correspondent à autant de petits cols. Grâce à cette particularité, l'on peut sans grandes difficultés comparer entre elles les coupes naturelles correspondant à chacun des vallons et souvent compléter ces coupes par l'examen des profils fournis par les chemins de crête qui suivent les croupes intermédiaires.

Comme je l'ai fait pour les secteurs précédents, j'étudierai la tectonique de la bordure sud-est en procédant de l'W. à l'E., ou plus exactement du S.W. au N.E.

ENTRE LES VALLONS DE FONT DE MAI ET DE GARLABAN. — Deux vallons transversaux délimitent, au N.E. du quartier de Rampal, un segment de la bordure dont la constitution géologique diffère considérablement de celle du segment précédent, quoiqu'on y retrouve les mêmes unités tectoniques. Le premier vallon, celui de Font de Mai, est à peu près rectiligne et orienté W.N.W—E. S.E.; il est très oblique par rapport à la direction des couches. Le second, celui de Garlaban<sup>(1)</sup>, par où passe un des principaux chemins qui

<sup>(1)</sup> Le hameau de Garlaban ne porte ce nom ni sur le nouveau 50/000<sup>e</sup> ni sur le Plan Directeur.

conduisent au sommet du même nom, est coudé en trois endroits, mais sa direction moyenne est sensiblement N. W.—S. E.; il est, sur la plus grande partie de son parcours, perpendiculaire à la direction des couches. La coupe qui sépare les deux vallons est d'un accès malaisé, car on n'y trouve aucun chemin de crête et sa partie septentrionale est couverte de fourrés de chênes-verts, qui remplacent les bois de pins détruits par des incendies récents. Elle est traversée en outre, d'ouest en est, par une barre rocheuse de calcaires urgoniens, culminant à 360 m. Il vaut donc mieux étudier ce secteur le long des chemins de char qui suivent les deux vallons (fig. 9 a et b).

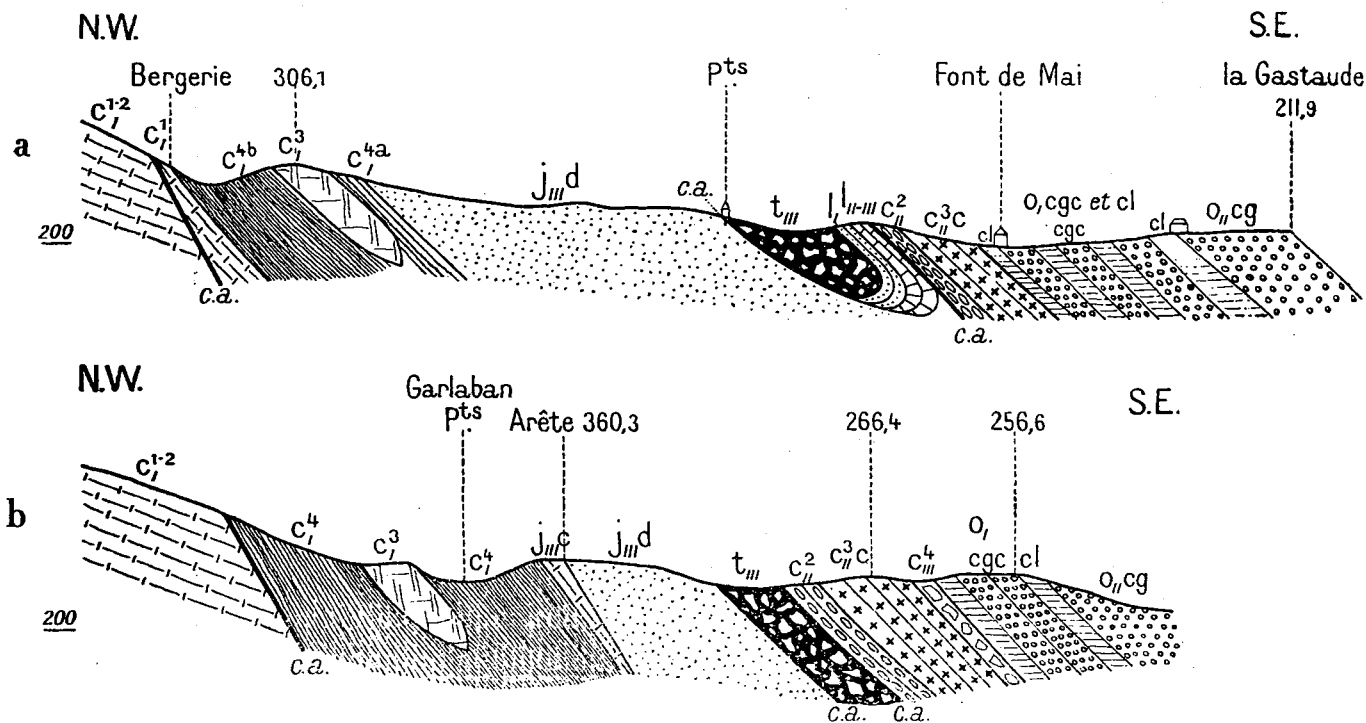


Fig. 9. — Coupes suivant la rive gauche du vallon de Font de Mai (a), et la rive droite du vallon de Garlaban (b).

(Échelle : 1/10 000°.)

$t_{III}$ , Trias sup<sup>r</sup>;  $l_I$ , Hettangien;  $l_{II-III}$ , Lias moyen et sup<sup>r</sup>;  $j_{III}^d$ , Dolomies néojurassiques;  $j_{III}^m$ ; Calcaires blancs;  $c_1^1$ , Valanginien;  $c_2^2$ , Hauterivien;  $c_3^3$ , Urgonien;  $c_4^{4a}$ , Bedoulien;  $c_4^{4b}$ , Gargasien;  $c_2^2$ , Céno-manien;  $c_3^{3c}$ , calcaires turoniens;  $c_m^4$ , Bégudien;  $o_{I,cgc}$  et  $cl$ , poudingues et calcaires lacustres sannoisiens;  $o_{II,cg}$ , sables argileux et graviers rupéliens.

*c. a.*, contact anormal.

Après avoir traversé, sur une largeur de plus de 2 km., les poudingues de Marseille rupéliens, qui plongent en dernier lieu au S. E., on quitte, près

de la Gastaude, la route d'Aubagne à Eoures et l'on descend à la campagne de Font de Mai, qui est située sur les calcaires lacustres et poudingues sannoisiens, plongeant dans le même sens. Ils s'appuient sur des calcaires à Rudistes assez fossilifères d'âge turonien, qui reposent eux-mêmes sur des calcaires noduleux cénomaniens. Sous ces derniers on voit apparaître, en succession normale, une lame de Lias à silex très laminée et les dolomies hettangiennes, superposées directement aux marnes rouges du Trias supérieur. Ces dernières affleurent tout le long d'une dépression cultivée, qui monte à la crête et que nous retrouverons dans le vallon suivant. Le Rhétien est entièrement étiré et les deux termes du Lias se terminent eux-mêmes en biseau vers le N.E., de sorte qu'avant d'arriver au col où passe le Trias, on observe, non loin d'un puits situé sur le bord du chemin, la superposition directe du Céno-manien à ce Trias.

Le chemin de la rive gauche se tient constamment à 10 ou 20 m. au-dessus du thalweg du vallon. Il quitte le Trias supérieur pour pénétrer dans les Dolomies du Jurassique supérieur, qui plongent d'abord au S.E., comme toutes les couches précédentes, puis au S.W., de manière à s'enfoncer sous l'Hettangien du flanc inverse du pli de Rampal, qui affleure, sur une longueur de 400 m., sur les deux rives du vallon. Le chemin coupe ensuite l'extrémité ouest d'une barre de calcaires urgoniens qui supporte au sud une petite lame d'Aptien inférieur à silex et qui s'appuie au nord sur les marnes de l'Aptien supérieur, bien visibles, avec le même plongement au S., le long d'un chemin qui monte à une bergerie, marquée sur le Plan Directeur à l'endroit même où l'Aptien s'adosse contre le Valanginien renversé du bord du Massif Central. Cet Aptien est le même que celui du secteur de Rampal, mais nous n'avons rencontré dans la coupe de Rampal (fig. 6 d), ni les Dolomies néojurassiques ni la lame urgonienne. Deux éléments tectoniques nouveaux s'introduisent donc, dans la coupe de la rive gauche du vallon de Font de Mai, entre le Trias du pli de Rampal et l'Aptien.

Un troisième élément apparaît, un peu à l'est de la coupe, au nord de la bande d'Aptien supérieur. C'est une seconde lame d'Urgonien, qui se termine en biseau à 300 m. environ à l'E.N.E. de la Bergerie. Elle est séparée par une bande d'Aptien inférieur de l'Hauterivien du Massif Central.

Une coupe qui suivrait le chemin du Garlaban, sur la rive droite du vallon du même nom (fig. 9 b), rencontrerait à peu près les mêmes terrains que celle du vallon de Font de Mai. Elle traverserait également le poudingue de Mar-

seille, les calcaires lacustres sannoisiens, les calcaires à Rudistes turoniens, le Cénomaniens à peine visible, le Trias supérieur réduit à une épaisseur de quelques mètres, les Dolomies néojurassiques, sur une largeur de 200 m. à peine, et les marnes aptiennes, dont les affleurements prennent un grand développement autour du hameau de Garlaban. Les différences essentielles des deux coupes portent sur les points suivants :

1° Entre les calcaires lacustres sannoisiens et les calcaires à Rudistes turoniens s'intercalent quelques mètres de poudingues, que nous retrouverons plus développés sur le versant opposé du vallon et que nous attribuerons au Bégudien.

2° La première barre urgonienne de la coupe précédente n'existe plus ici, et les Dolomies sont en contact direct avec l'Aptien <sup>(1)</sup>. L'Urgonien s'est complètement effilé vers l'est. D'ailleurs, après avoir culminé à la cote 360, il s'effile aussi vers l'ouest et n'est pas continu avec celui qu'entame le vallon de Font de Mai. La barre urgonienne se compose en réalité de deux lames disposées en chapelet.

3° La seconde barre d'Urgonien, qui, à l'est de la Bergerie, s'intercale en coin entre l'Aptien supérieur et l'Aptien inférieur, se termine en biseau, avant d'atteindre le vallon de Garlaban, au milieu d'une bande d'Aptien inférieur, qui constitue une zone anticlinale séparant la bande d'Aptien supérieur à faciès Fontdouille du hameau de Garlaban d'une nouvelle lame d'Aptien supérieur marneux, qui s'appuie au nord sur une seconde bande d'Aptien inférieur. Ces deux éléments nouveaux apparaissent à 400 m. environ au N.N.E. de la Bergerie. Nous les retrouverons dans le secteur suivant.

ENTRE LES VALLONS DE GARLABAN ET DE CAMOIN. — Les eaux du vallon dans lequel sont situées les fermes de Camoin <sup>(2)</sup> se réunissent à celles du vallon de Garlaban. N. E.—S.W. dans la partie inférieure de son cours, et par conséquent longitudinal, ce vallon est, dans sa partie moyenne, grossièrement

<sup>(1)</sup> A quelques mètres au sud de la surface très redressée qui met en contact l'Aptien et les Dolomies on observe, sur le chemin qui mène du hameau de Garlaban à Font de Mai, une lame presque verticale de Calcaires Blancs très laminés, dont on perd rapidement la trace en se dirigeant vers l'ouest. M<sup>lre</sup> Pfender a observé, dans des plaques minces de ces calcaires, des sections incontestables de Clypéines.

<sup>(2)</sup> Ne pas confondre avec le village des Camoins dont il a été question précédemment.

parallèle à celui de Garlaban, c'est-à-dire transversal. Dans sa partie supérieure, où l'érosion est encore très active, son thalweg se rapproche graduellement de celui du vallon voisin, dont la partie supérieure est à peu près N. S. Entre les deux se trouve une large croupe, qui porte trois petits sommets (270,6; 324; 340), séparés les uns des autres par des ensembles. Ici encore, il n'existe pas de chemin de crête et nos coupes (fig. 10 a et b) devront suivre les deux vallons.

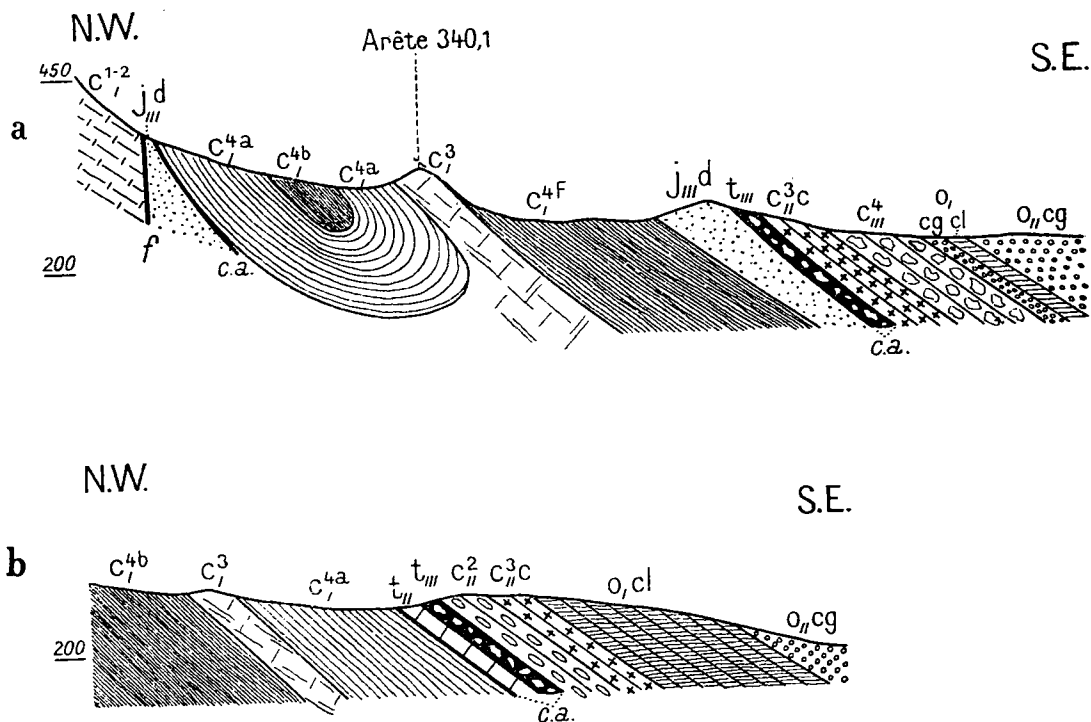


Fig. 10. — Coupes entre les vallons de Garlaban et de Camoin

(Échelle : 1/10 000°.)

$t_{II}$ , calcaires mésotriasiques;  $t_{III}$ , Trias sup<sup>r</sup>;  $j_{III}^d$ , Dolomies néojurassiques;  $c^{1-2}$ , Valanginien et Hauterivien;  $c^3$ , Urgonien;  $c^{4a}$ , Bedoulien;  $c^{4b}$ , Gargasien;  $c^{4F}$ , Aptien de Fontdoulle;  $c_{II}^2$ , Cénomannien;  $c_{II}^3c$ , calcaires turoniens;  $c_{II}^4$ , Bégudien;  $o_{II}cg$  et  $cl$ , conglomérats et calcaire lacustre sannoisiens;  $o_{II}cg$ , poudingue rupélien.

$f$ , faille;  $c. a.$ , contact anormal.

Le chemin qui longe le bord nord-est du vallon de Garlaban traverse d'abord le poudingue de Marseille et les calcaires lacustres plongeant au S. E. Mais le Sannoisien, au lieu de reposer, comme d'ordinaire, sur des terrains crétacés, s'appuie ici sur un poudingue à ciment argileux rouge et à éléments très variés d'origine lointaine. J'ai dit dans l'Introduction pour quelles raisons



il convient d'en faire du Bégudien. Ses affleurements sont couverts de cultures et diminuent de largeur à mesure qu'ils s'élèvent sur la croupe, mais ils ne traversent pas la crête et se terminent en pointe entre les calcaires lacustres et les calcaires à Rudistes turoniens, sur lesquels ils reposent. On ne voit sur le chemin aucune trace de Cénomaniens et le Turonien n'est séparé des Dolomies néojurassiques que par un très mince liséré de marnes rouges néotriasiques compris, sur une longueur de 200 m. seulement, entre une lame d'Hettangien et une lame de Lias à silex.

Les Dolomies elles-mêmes affleurent sur une centaine de mètres seulement et se terminent en biseau vers le N. E., sans atteindre la crête. Comme sur le versant opposé du vallon de Garlaban, elles reposent sur l'Aptien à faciès de Fontdouille. Les affleurements de ce terrain sont limités au nord par une barre d'Urgonien, réduite ici à une faible épaisseur. Puis viennent les deux bandes de calcaires à silex de l'Aptien séparées par une zone de marnes de l'Aptien supérieur.

Tous ces termes plongent régulièrement au S. E., avec des inclinaisons variant entre 30 et 40°. La deuxième bande d'Aptien inférieur est en contact, non plus directement avec l'Hauterivien du Massif Central comme plus à l'ouest, mais avec une large bande de Dolomies du Jurassique supérieur. A l'ouest, cette bande est coupée obliquement par une faille dirigée S. S. W.—N. N. E., qui fait buter les Dolomies contre l'Hauterivien du Massif Central, formant ici une petite voûte. Au nord elle s'appuie sur le même Hauterivien, plongeant, ici aussi, au S.

La coupe prise sur la rive sud-ouest du vallon de Camoin (fig. 10 b) diffère de la précédente (fig. 10 a) en plusieurs points importants. On n'y observe, entre les calcaires lacustres sannoisiens et les calcaires à Rudistes turoniens, aucune trace de poudingues bégudiens. Entre le Turonien et le Trias supérieur s'intercalent des calcaires noduleux cénomaniens. Le Trias supérieur, qui affleure sur une assez grande largeur dans l'ensellement de la crête, auquel sa présence a donné lieu, s'étire de nouveau vers le vallon, mais il est accompagné ici d'une mince lame de calcaires mésotriasiques, en série normale. Les autres termes se succèdent dans le même ordre que dans la coupe précédente.

ENTRE LE VALLON DE CAMOIN ET CELUI DES GAVOTS. — D'abord parallèles sur une certaine longueur, les deux vallons de Camoin et des Gavots vont ensuite

en divergeant, le premier se dirigeant quelque temps vers l'ouest, le second prenant une direction presque N.-S. et ces deux tronçons sont obliques par rapport à la direction des couches. Ils sont séparés par une croupe large tout d'abord de 200 m. seulement, puis beaucoup plus large vers l'amont, où elle est traversée par une grande barre urgonienne, dirigée W.S.W.-E.N.E., qui culmine à 418,8 m., au Bec Cornu. Un bon chemin de crête existe sur la partie étroite de la croupe et fournit une coupe très claire (fig. 11 a).

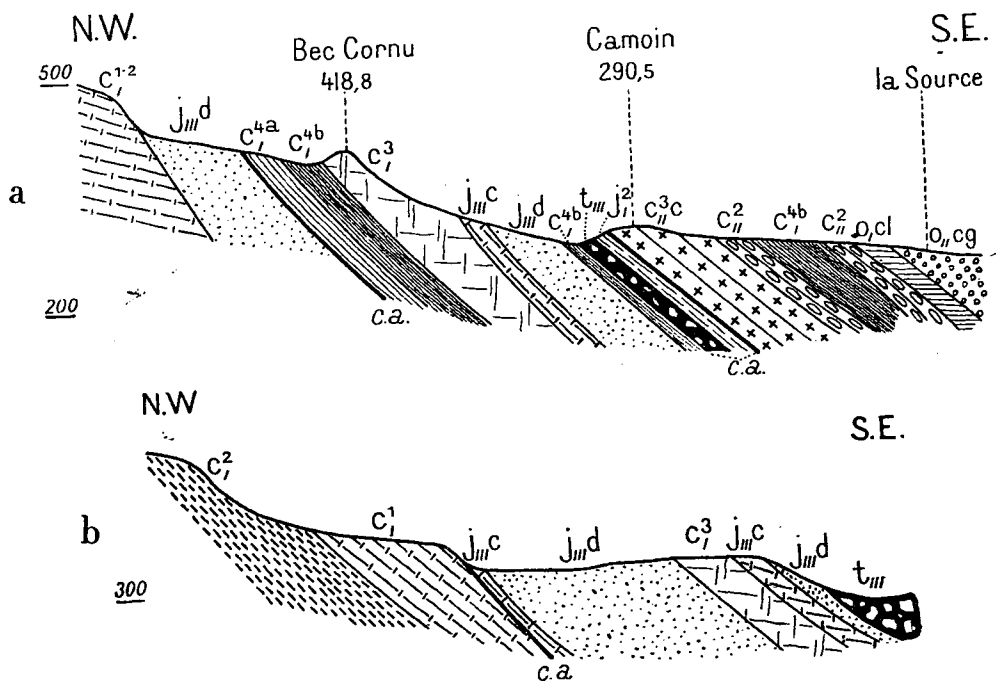


Fig. 11. — Coupes entre le vallon de Camoin et celui des Gavots.

(Échelle : 1/10 000°.)

$t_{III}$ , Trias sup<sup>r</sup>;  $j_1^2$ , Bathonien marneux;  $j_m^d$ , Dolomies néojurassiques;  $j_m^c$ , Calcaires blancs néojurassiques;  $c_1^1$ , Valanginien;  $c_1^2$ , Hauterivien;  $c_1^3$ , Urgonien;  $c_1^{4a}$ , Bedoulien;  $c_1^{4b}$ , Gargasien;  $c_m^2$ , Cénomaniens;  $c_m^3$ , calcaires turoniens;  $o_{cl}$ , calcaire lacustre sannoisien;  $o_{cg}$ , poudingue rupélien.

*c. a.*, contact anormal.

En suivant ce chemin nous rencontrons successivement les poudingues de Marseille, les calcaires lacustres, les calcaires noduleux cénomaniens et les marnes aptiennes, en couches plongeant régulièrement au S.E. Après avoir traversé une nouvelle bande de Cénomaniens, nous rencontrons des calcaires

à Rudistes turoniens qui dessinent un synclinal très ouvert et symétrique <sup>(1)</sup>, dont le flanc nord-ouest s'appuie, sur la crête, sur une lame de Bathonien marneux, tandis que, plus à l'est, on voit s'intercaler une seconde lame de Cénomaniens. A l'endroit où le chemin de crête tourne à droite, pour rejoindre le vallon des Gavots, on observe la superposition du Cénomaniens au Trias supérieur, qui forme un mince liséré reconnaissable à la couleur rouge du sol. Il n'existe que sur la crête et sur le versant oriental de la croupe. Sur le versant occidental, par contre, le Turonien est en contact direct avec de l'Aptien, qui correspond à celui de la rive opposée du vallon de Camoin et qui se termine en biseau vers le N. E., immédiatement après avoir franchi la crête. Sur la rive gauche du vallon de Camoin, cet Aptien est séparé de l'Urgonien du Bec Cornu par une bande assez large de Dolomies néojurassiques plongeant au S. E. et qui n'a pas son équivalent sur la rive droite. On la suit, par contre, avec une largeur décroissante, jusqu'au vallon des Gavots.

Sur ce versant oriental, elle s'enfonce, au S. E., sous le Trias supérieur et est séparée, sur son bord nord-ouest, de la barre urgonienne du Bec Cornu, par une lame de Calcaires Blancs, néojurassiques ou valanginiens.

L'Urgonien du Bec Cornu (pl. B, 3) plonge au S. E. et s'appuie au N. W., sur une seconde lame d'Aptien supérieur, dont les couches plongent, comme lui, au S. E. et sont séparées au N. W., par une lame d'Aptien inférieur, d'une large bande de Dolomies, continuation de celles du secteur précédent. L'Aptien supérieur se termine en biseau vers l'est; l'Aptien inférieur se couche, à l'E. de la crête, sur les Dolomies et s'étire lui aussi complètement avant d'atteindre le vallon des Gavots. L'Urgonien est alors en contact direct avec les Dolomies (fig. 11 b). Il est réduit à une barre étroite qui s'arrête au vallon.

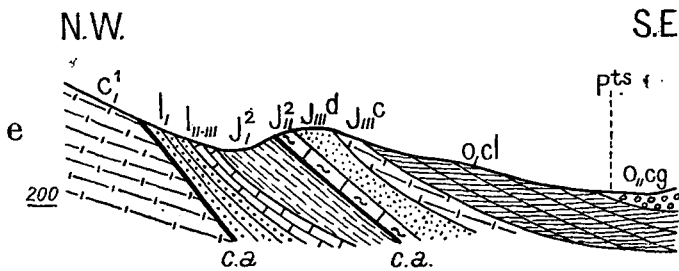
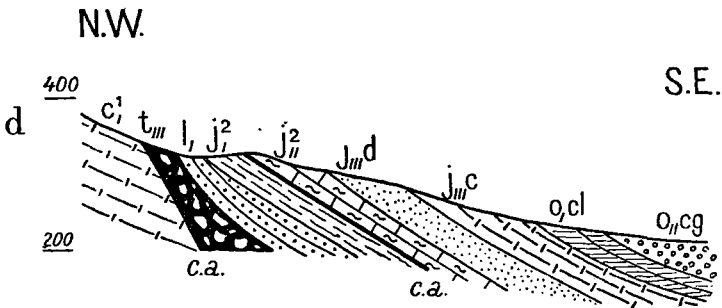
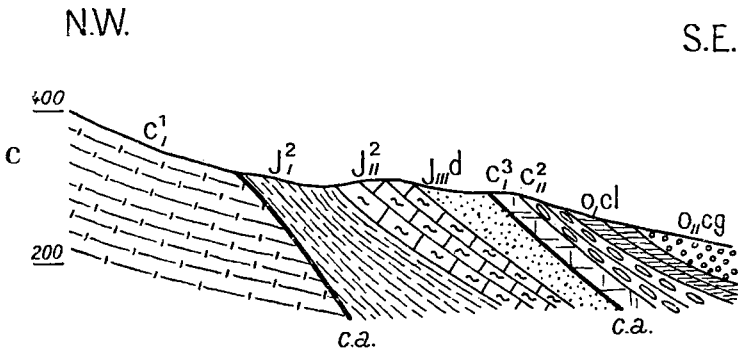
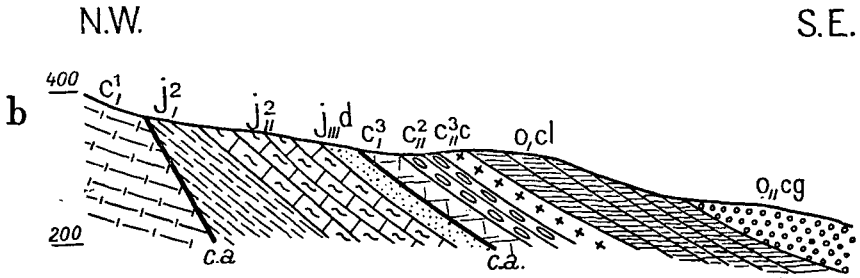
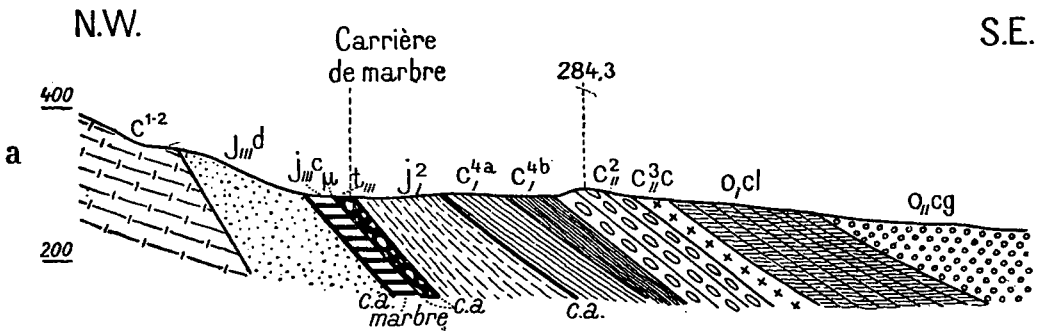
Les Dolomies sont séparées ici de la série valanginienne et de l'Hauterivien du Massif Central, par une lame de Calcaire Blanc à Clypéines déversée sur cette série.

ENTRE LES VALLONS DES GAVOTS ET DE FAVARI. — Le vallon des Gavots peut servir à délimiter au S. W. un secteur de la bordure que l'on peut étendre au N. E. jusqu'à un vallon qui descend directement du pic de Garlaban et débouche un peu au-dessus du château Favari. Faute d'un terme meilleur, je

<sup>(1)</sup> La présence du synclinal se traduit, sur le flanc nord du vallon de Camoin, par un petit lambeau de poudingues bégudiens, qui repose ici sur le Turonien, mais qui n'existe pas sur le versant est de la croupe.

lui donne ici le nom de vallon de Favari. Comme le vallon des Gavots, il est grossièrement perpendiculaire à la direction des couches qu'il traverse ; tous deux sont « conséquents ». Par contre, un ravin tributaire de gauche du vallon des Gavots et un autre ravin, tributaire de droite du vallon de Favari, sont l'un et l'autre « subséquents ». Ils ont creusé leur lit dans un même terrain ; ils coulent en sens inverse, parallèlement à la direction des couches. Les collines qui constituent le secteur sont ainsi séparées non seulement de celles du secteur voisin, mais encore, par une dépression longitudinale, du Massif Central. Sur leur bord sud-est, elles confinent à la région des poudingues de Marseille. Ce versant est entamé en outre par 4 petits ravins, dont les eaux s'écoulent au S.E. et qui donnent lieu, avec les 2 vallons transversaux principaux, à 5 petites croupes dont les crêtes sont plus ou moins parallèles et fournissent de meilleures coupes que les ravins, en partie encombrés d'alluvions. Le plus important de ces quatre ravins a poussé sa tête jusqu'à la dépression dont il vient d'être question.

Une première coupe (fig. 12 a) suit le chemin de crête qui conduit à la ferme des Gavots. Lorsqu'on a quitté les poudingues de Marseille, on traverse d'abord les calcaires lacustres sannoisiens, puis, successivement, une bande assez étroite de calcaires à Rudistes turoniens, les calcaires noduleux céno-maniens, les marnes de l'Aptien supérieur, les calcaires à silex de l'Aptien inférieur. Ce dernier terme s'appuie directement sur des calcaires marneux bathoniens, formation inconnue, sauf en un point, dans les secteurs décrits jusqu'ici et qui constitue toute la dépression séparant du Massif Central les collines de la bordure. Entre les Dolomies du massif et elle, s'intercale une lame étroite de Trias supérieur, qui remonte le vallon et ne tarde pas à se terminer en biseau. Elle est en contact avec des marbres, autrefois exploités en carrière comme pierre de taille, qui méritent d'attirer un instant notre attention. Ce sont des calcaires blancs, très cristallins, à veines d'hématite rouge, situés dans le prolongement direct des calcaires blancs néojurassiques de la rive opposée. On peut encore reconnaître, dans une petite carrière abandonnée, leurs conditions de gisement (pl. C, 4). Ils forment une lame enracinée, fortement laminée par places, qui s'amincit vers le haut et qui est comprise entre les Dolomies du bord sud-est du Massif Central, auquel elles sont adossées, et une brèche de friction, qui, plus haut, fait place aux marnes rouges du Trias supérieur. Les deux contacts correspondent à des miroirs, qui ne sont autres que les plans de charriage. On peut suivre la lame de marbre



— Coupes entre les vallons des Gavots et de Favari.

(Échelle : 1/10 000°.)

$t_m$ , Trias sup<sup>r</sup>;  $j_1^2$ , Bathonien marneux;  $j_2^2$ , calcaires mésojurassiques;  $j_m^d$ , Dolomies néojurassiques;  $j_m^c$ , Calcaires blancs néojurassiques;  $c_1^1$ , Valanginien;  $c_1^2$ , Hauterivien;  $c_1^3$ , Urgonien;  $c_1^{4a}$ , Bedoulien;  $c_1^{4b}$ , Gargasien;  $c_2^2$ , Cénomancien;  $c_2^{3c}$ , calcaires turoniens; o, cl, calcaires lacustres sannoisiens; o, cg, poudingue rupélien;  $\mu$  brèche de friction.

c. a., contact anormal.

en amont jusqu'à peu de distance du sommet du vallon. Le Trias supérieur ayant disparu, elle sépare seule les marnes bathoniennes de la bordure des Dolomies du Massif Central.

Lorsqu'on gravit la seconde croupe par le S.E. (fig. 12 b) on constate d'abord que les calcaires lacustres s'élèvent ici plus haut que la cote 300, jusqu'à un premier petit sommet. Le Turonien et le Cénomaniens affleurent sur une faible largeur et passent dans un ensellement. Le Cénomaniens repose, contrairement à ce qui a lieu dans les secteurs précédents, sur une lame d'Urgonien, qui se termine en biseau à l'ouest et à l'est et qui s'appuie sur des Dolomies dont l'épaisseur est assez constante, mais dont l'affleurement varie de largeur suivant les conditions topographiques. On les suit sans interruption depuis la ferme des Gavots jusqu'au vallon de Favari. Elles reposent elles-mêmes sur une grande dalle de calcaires stratifiés, de couleur café au lait, d'âge manifestement mésojurassique, qui font suite normalement aux calcaires marneux éoju-rassiques.

Au sommet du vallon des Gavots on observe, près d'un poste à feu en ruines, la superposition de ces calcaires marneux à une lame de Trias supérieur, réapparition de celle du bas du vallon, qui elle-même s'appuie sur des calcaires et des marnes probablement d'âge valanginien, qui plongent au S.E., comme tous les terrains dont il vient d'être question, mais qui font sans doute déjà partie du Massif Central,

Trois termes nouveaux, les calcaires mésojurassiques, les dolomies néoju-rassiques et l'Urgonien, s'intercalent donc ici entre le Bathonien et le Cénomaniens.

La troisième croupe (fig. 12 c) présente la même succession que la seconde, avec cette différence que les calcaires lacustres reposent ici directement sur le Cénomaniens et que l'Urgonien est déjà considérablement aminci.

Sur la quatrième croupe (fig. 12 d) on ne trouve plus ni Mésocrétacé, ni Urgonien, et les calcaires lacustres reposent directement sur des Calcaires Blancs superposés aux Dolomies. Au N.W. du petit sommet coté 328,9 le Bathonien marneux est séparé du Valanginien du Massif Central par de l'Hettangien et du Trias supérieur formant deux lames étroites, plongeant comme lui au S.E. Le Valanginien possède le même plongement, il est dès lors évident que le contact de la bordure avec le Massif Central est dû, ici encore, à un chevauchement ou à un charriage.

La cinquième croupe enfin (fig. 12 e) se distingue de la précédente par

l'apparition, entre la lame triasique, qui prend fin ici, et les calcaires marneux éojurassiques, de l'Hettangien, puis du Lias à silex, qui s'étire vers le S.W. et complète la série normale directement superposée au Massif Central.

ENTRE LE VALLON DE FAVARI ET LE GRAND VALLON. — Le vallon de Favari, au S.W., le Grand Vallon, au N.E., délimitent un secteur de la bordure dont la composition est bien différente de celle du secteur précédent et dont la largeur est bien moindre, surtout dans la partie septentrionale. Les croupes y sont moins bien individualisées et un seul vallon transversal, celui qui sert de déversoir au ravin de Garlaban, entame profondément les couches secondaires. Une longue dépression sépare du Massif Central l'unique rangée de collines; elle est creusée, non plus dans le Bathonien marneux, mais principalement dans les marnes rouges du Trias supérieur, dont les affleurements sont couverts de cultures.

Une première coupe (fig. 13 a) nous est fournie par le chemin qui suit la rive gauche du vallon de Favari et se détache de la route d'Aubagne à Lascours un peu au-delà du coude qu'elle décrit non loin du château. On traverse d'abord les calcaires lacustres sannoisiens et l'on observe leur superposition directe aux calcaires noduleux du Cénomaniens.

Ceux-ci s'appuient immédiatement sur une lame étroite d'Hettangien, que l'on suit jusqu'au col, tout le long du vallon longitudinal qui s'embranché au nord sur le vallon de Favari. On rencontre aussi, sur le chemin, l'amorce d'une bande étroite de Trias supérieur, qui, plus haut, occupe l'axe de la dépression. Au-delà, en suivant le chemin qui se dirige au N.W., vers le fond du ravin, on observe sur la droite, dans une petite carrière abandonnée, des calcaires très décomposés, dans lesquels M. Lanquine et moi avons recueilli des Brachiopodes incontestablement liasiques (*Spiriferina tumida* v. Buch sp., *Sp. Alpina* Opp. sp. var. *Falloti* Corr., *Terebratula punctata* Sow., dét. A. Lanquine). Puis viennent des calcaires marneux bathoniens, qui sont en continuité avec la bande du secteur précédent. Ils s'appuient sur une nouvelle lame de Lias à silex, dont les couches plongent au S. E. et reposent sur de l'Hettangien, chevauchant lui-même sur le Valanginien du Massif Central, qui plonge également au S. E.

Un second chemin se détache, à gauche, de la route de Lascours et monte vers le petit col situé au nord de la colline cotée 310,5 sur le Plan Directeur. Il reste dans les calcaires lacustres jusqu'aux environs de la cote 280. Si on

le quitte pour monter directement au sommet de la colline, en suivant à peu près la limite des communes d'Aubagne et de Roquevaire (fig. 13 b), on traverse successivement, après les calcaires lacustres :

1° Le Cénomaniens, continuation de celui du vallon ;

2° Des calcaires urgoniens, formant une lame quiaffleure sur une longueur de 300 m. seulement et se termine en biseau au S.W. et au N. E. ;

3° Les Dolomies néojurassiques, qui constituent le sommet très allongé de la colline et qui s'effilent vers le S.W. en même temps que l'Urgonien.

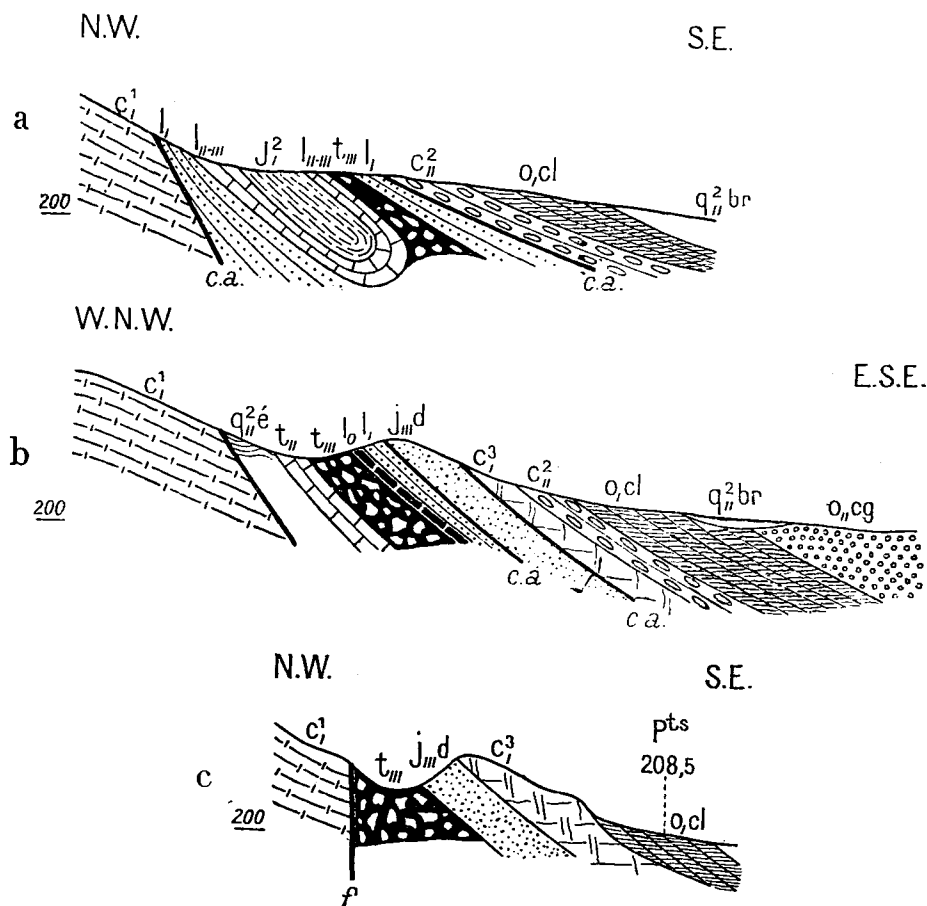


Fig. 13. — Coupes entre le vallon de Favari et le Grand Vallon.

(Échelle : 1/10 000°.)

$t_1$ , calcaires mésotriasiques ;  $t_{11}$ , Trias sup<sup>r</sup> ;  $l_1$ , Rhétien ;  $l_1$ , Hettangien ;  $l_{1-11}$ , Lias moyen et sup<sup>r</sup> ;  $J_1^2$ , Bathonien marneux ;  $J_{11}^d$ , Dolomies néojurassiques ;  $C_1^1$ , Valanginien ;  $C_1^2$ , Urgonien ;  $C_1^3$ , Cénomaniens ; o,cl, calcaire lacustre sannoisien ; o,cg, poudingue rupélien ;  $q_1^{2br}$ , brèches de la moyenne terrasse ;  $q_1^{2é}$ , éboulis cimentés.

c. a., contact anormal.



Sur le versant ouest de la colline, on rencontre, sous les Dolomies jurassiques, des dolomies hettangiennes, puis du Rhétien bien développé. On arrive ainsi au Trias supérieur de la dépression longitudinale. Sur son bord ouest apparaît une lame étroite de calcaires noirs mésotriasiques bien caractérisés, malheureusement séparée du Valanginien du Massif Central par des éboulis cimentés qui masquent le prolongement au nord du Lias à silex et de la seconde bande d'Hettangien. On peut toutefois s'assurer, un peu plus au sud, que les deux bandes de Lias se réunissent et que l'affleurement de Bathonien marneux, qui correspond manifestement à un synclinal, se termine en pointe vers le nord.

Le petit col qui sépare la colline 310,5 de la butte cotée 300,6 sur le Plan Directeur est situé sur le Cénomaniens, qui constitue également la plus septentrionale des deux collines. A l'ouest du col, on ne retrouve plus ni les Dolomies, qui se terminent en biseau un peu au-dessous, ni l'Hettangien, ni le Rhétien, tous deux étirés, de sorte que le Cénomaniens se trouve en contact direct avec le Trias supérieur. Celui-ci forme une bande large de près de 100 m. et bute par faille contre le Valanginien du Massif Central. La faille est ici certainement verticale, car son tracé est rectiligne sur une grande longueur et ne décrit pas d'angle rentrant à la traversée du ravin de Garlaban.

L'Urgonien reparait sous le Cénomaniens au pied nord de la colline 300,6. Il se présente sous la forme d'une vaste dalle, inclinée vers l'E. S. E., dans laquelle les eaux du torrent ont creusé un défilé étroit.

Au nord de ce défilé (fig. 13 c) on voit reparaitre, entre le Trias et l'Urgonien, les Dolomies et, vers le nord, celles-ci se développent considérablement en largeur, au détriment de l'Urgonien. L'un et l'autre terme disparaissent d'ailleurs vers l'est sous des brèches cimentées quaternaires, qui ici masquent également les calcaires lascustres..

ENTRE LE GRAND VALLON ET LE COL DU MARSEILLAIS. — Au N. E. du Grand Vallon et jusqu'à la coupure transversale située au N. de Lascours, les collines crétacées et jurassiques ne possèdent qu'un faible développement. Les affleurements du Trias gagnent par contre considérablement en largeur et correspondent, en ce qui concerne le Trias supérieur, à une dépression longitudinale bien cultivée, qui se prolonge au nord, jusqu'au col du Marseillais, par le tronçon supérieur « subséquent » du vallon de Lascours, qui se rac-

corde à angle droit avec le tronçon transversal « conséquent » de ce même vallon. Au N.W. et à l'E. de cette importante coupure, le Jurassique et le Crétacé inférieur prennent brusquement un grand développement en largeur et constituent un véritable massif, qui s'étend jusqu'à l'Huveaune et fera l'objet du chapitre suivant.

La partie du secteur qui nous occupe, comprise entre le Grand Vallon et le vallon de Lascours, est entamée par plusieurs petits ravins, dont les eaux s'écoulent au S. E. et qui sont séparés par des croupes, donnant chacune la possibilité d'étudier une coupe transversale.

La première de ces croupes (fig. 14) est suivie par un chemin de crête

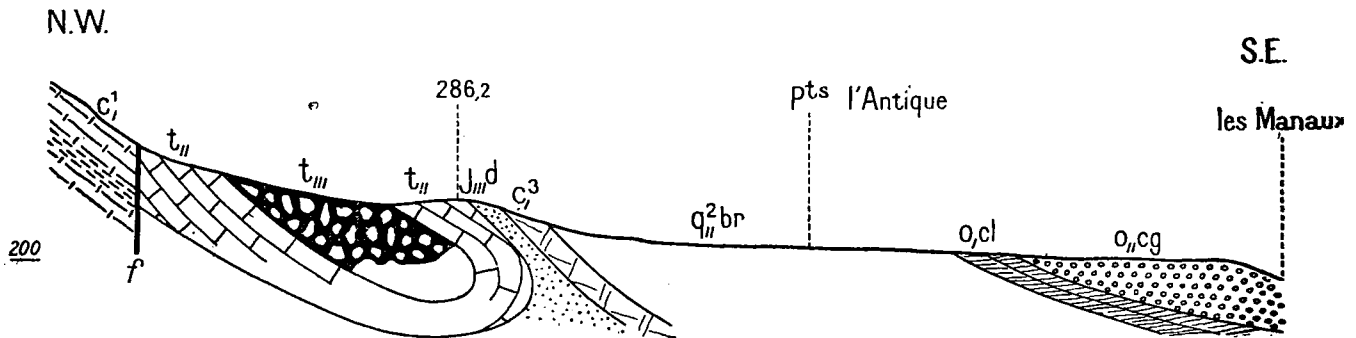


Fig. 14. — Coupe entre le Grand Vallon et le vallon de Lascours.

(Échelle : 1/10 000°.)

$t_1$ , calcaires mésotriassiques;  $t_{II}$ , Trias sup<sup>r</sup>;  $j_{III}^d$ , Dolomies néojurassiques;  $c_1^1$ , Valanginien;  $c_3^3$ , Urgonien;  $o, cl$ , calcaire lacustre sannoisien;  $o, cg$ , poudingue rupélien;  $q_{II}^{2br}$ , brèches de la moyenne terrasse.

$f$ , faille.

qui part des Manaux, au S.E., et se dirige droit au N.W., pour gravir en dernier lieu les pentes du Massif Central. Les calcaires lacustres et les poudingues du Sannoisien sont masqués ici par une épaisse croûte de brèches quaternaires, mais ils sont bien visibles dans les vallons. L'Urgonien apparaît sous la forme d'une lame peu épaisse inclinée au S.E. En dessous viennent les Dolomies néojurassiques, puis, directement, les calcaires noirs mésotriassiques, pendant également au S.E. Ils sont renversés, car ils reposent sur les marnes rouges du Trias supérieur. Celles-ci affleurent sur une largeur de 200 à 300 m. et s'appuient au N.E., normalement, sur une seconde lame de calcaires du Trias moyen, qu'une faille verticale sépare du Valanginien subhorizontal du Massif Central. Le Trias forme donc un synclinal déversé au N.W., dont la région axiale est occupée par le Trias supérieur.

Une seconde coupe présente en gros la même succession (fig. 15 a), avec toutefois cette différence essentielle que l'Urgonien manque désormais et que les cal-

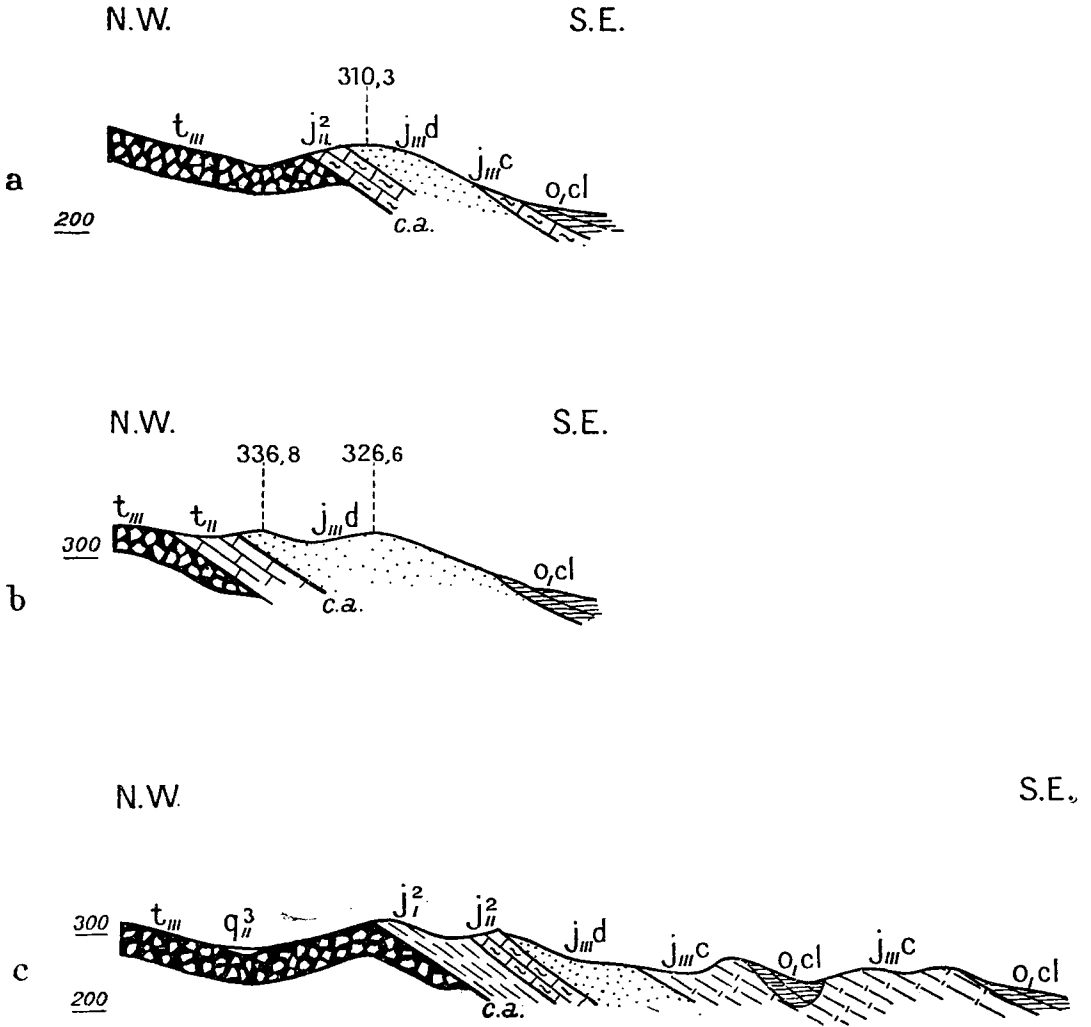


Fig. 15. — Coupes des collines de Lascours.  
(Échelle : 1/10.000\*.)

$t_u$ , calcaires mésotriasiques;  $t_{III}$ , Trias sup<sup>r</sup>;  $j_{II}^2$ , Bathonien marneux;  $j_{III}^2$ , calcaires mésojurassiques;  $j_{III}^d$ , Dolomies néojurassiques;  $j_{III}^c$ , Calcaires blancs néojurassiques;  $o,cl$ , calcaire lacustre sannoisien;  $q_{II}^3$ , alluvions récentes.

c. a., contact anormal.

caires lacustres reposent directement sur des Calcaires Blancs, qui s'appuient sur les Dolomies, elles-mêmes superposées à des calcaires mésojurassiques, constituant la butte boisée cotée 310,3 et les deux buttes cotées 326,6 et 366,8 sur le Plan Directeur.

Une coupe passant par le village de Lascours donnerait la même succession, mais, plus au N. E., les calcaires lacustres sont transgressifs sur les Dolomies, qui s'appuient directement sur une lame de calcaires mésotriasiques (fig. 15 b).

Sur la rive gauche du vallon de Lascours, les Dolomies sont séparées du Trias par une barre de calcaires mésojurassiques et par une bande de calcaires marneux bathoniens. Mais ceux-ci reposent directement sur les marnes rouges et les cargneules du Trias supérieur, dans lesquelles est creusé le ravin descendant du col du Marseillais (fig. 15 c). Le Trias moyen du flanc inverse est donc absent. Par contre, des blocs de calcaires noirs mouchetés, épars sur le versant opposé du ravin, indiquent la présence de ce terme dans le flanc normal du synclinal couché. Près du col affleurent, au pied de l'escarpement hauterivien, des dolomies hettangiennes, dont les relations avec le Trias sont mal visibles. Au col même, on observe encore un dernier affleurement de Trias supérieur.

RÉCAPITULATION. — Au cours de l'étude analytique du secteur de la bordure compris entre le vallon de Font de Mai et le col du Marseillais on a pu constater maintes fois la présence d'unités tectoniques dont il a déjà été question dans les chapitres précédents. Il importe maintenant d'indiquer l'extension de chacune d'elles dans le sens longitudinal et de préciser les relations de positions qu'elles présentent l'une par rapport à l'autre.

La dalle d'Hauterivien renversé plongeant au sud, qui, dans le secteur étudié au chapitre précédent, masque le bord méridional du Massif Central, ne s'étend pas à l'est au delà de la bergerie située à l'ouest du hameau de Garlaban. A partir de ce point, l'Hauterivien autochtone apparaît, plongeant au N.W. Il semble ici séparé de la bordure par une faille verticale, orientée S.W.—N. E., à laquelle fait place, après 600 m. de parcours environ, une faille oblique ou surface de chevauchement plongeant dans le même sens que les couches de la bordure et orientée W. S.W.—E. N. E. A partir d'un point situé à l'ouest de Négrel la faille-limite redevient verticale.

On a vu précédemment que, dans le secteur de Rampal (fig. 6 d), la dalle d'Hauterivien renversé n'est séparée d'un grand anticlinal déversé au N., avec noyau de Trias supérieur, que par une étroite lame d'Aptien, qui affleure sur une largeur de 100 m. au maximum et dans laquelle est creusée la partie supérieure longitudinale du vallon de Font de Mai. C'est la zone tectonique à laquelle appartient cette bande qui, dans le secteur qui nous occupe, s'épa-

noût brusquement et prend une largeur qui peut atteindre 700 m. Sa structure est assez compliquée et accuse de singulières répétitions de couches. Les terrains suivants prennent part à sa constitution : Dolomies néojurassiques, Calcaires Blancs néojurassiques ou valanginiens, Urgonien, Aptien inférieur à silex, Aptien supérieur argileux ou à Orbitolines. L'Hauterivien fait entièrement défaut. Voici, en combinant les coupes 9 à 11 et la carte I, les séries que l'on rencontre successivement en se dirigeant du N. au S. :

1° Pli synclinal déversé au N. W., avec flanc normal comprenant l'Urgonien (lame de 100 m. de longueur, au N. W. du Bec Cornu) et l'Aptien inférieur, noyau synclinal d'Aptien supérieur, flanc inverse comprenant l'Aptien inférieur souvent étiré et une épaisse barre urgonienne (Bec Cornu);

2° Calcaires Blancs (S. E. du Bec Cornu) et Dolomies néojurassiques (entre le vallon de Camoin et celui des Gavots) en série inverse;

3° Aptien supérieur de Garlaban, partiellement avec faciès Fontdouille;

4° Urgonien (sommets 306,1 et 360,3);

5° Dolomies néojurassiques.

Chacune de ces séries est séparée de la suivante par une surface de chevauchement plongeant, comme les couches elles-mêmes, au S. ou au S. E. : on est en présence d'une succession d'écaillés ou mieux d'imbrications, où toutefois l'inversion des couches est la règle.

Les séries 1 et 2 sont tranchées obliquement au S.W. par la faille verticale dont il a été question plus haut. Au N. E. elles se terminent en biseau en arrivant au vallon des Gavots. L'Aptien de Garlaban (3) est la continuation directe de celui dans lequel est creusé le tronçon supérieur du vallon de Font de Mai; il se termine en biseau vers l'est avant d'atteindre le vallon des Gavots. La barre méridionale d'Urgonien (4) est étirée en chapelet et n'existe qu'entre les vallons de Font de Mai et de Garlaban. Les Dolomies (5) finissent en biseau sur la croupe qui sépare le vallon de Garlaban de celui de Camoin.

Aucun des éléments qui constituent la zone tectonique ou nappe complexe dont je viens de résumer les caractères ne se retrouve au N. E. des Gavots et c'est, à partir de ce point, une zone plus externe qui entre en contact direct avec le Massif Central. Entre le vallon de Font de Mai et celui des Gavots, elle est réduite à sa plus simple expression et comprend rarement d'autres termes que le Trias, mais, aussitôt que les terrains constituant la nappe sous-jacente se sont terminés en biseau au N. E., elle se développe considérablement

en largeur et comprend, outre le Trias, plusieurs termes du Lias et du Jurassique.

Le Trias supérieur qui repose sur les Dolomies néojurassiques au N. E. du vallon de Font de Mai est évidemment la continuation de celui de Rampal, mais le flanc inverse de l'anticlinal a presque partout disparu. Par contre, des lames fortement étirées de dolomies hettangiennes et de Lias à silex représentent, en deux endroits et sur une longueur de 100 à 200 m. seulement, le flanc normal. Un peu plus loin, une lame discontinue de Trias supérieur constitue le seul représentant de la seconde nappe des régions voisines. La région axiale du pli est indiquée par une lame très mince de calcaires mésotriasiques, qui s'intercale, au sud du vallon de Camoin, entre l'Aptien de la nappe sous-jacente et le Trias supérieur.

Au N. E. du vallon des Gavots, la structure de la seconde nappe se complique, grâce à l'apparition de la bande de Bathonien marneux. Celle-ci est accompagnée, sur son bord nord-ouest, d'un liséré de Trias supérieur refoulé sur les terrains renversés du bord sud-est du Massif Central. Vers le vallon de Favari, on observe, sous le Bathonien marneux, de l'Hettangien et, plus loin, une série continue comprenant également le Lias à silex, qui forme en outre le flanc renversé d'un synclinal couché.

Le Trias supérieur que l'on rencontre en face des Gavots, au-dessous du Bathonien marneux, ne peut être suivi sur le chemin de Garlaban. Au nord du vallon de Favari, il fait partie d'une série normale, comprenant en outre le Trias moyen, le Rhétien et l'Hettangien, qui s'intercale entre le Lias renversé et la nappe supérieure.

Il y a donc, dans la nappe qui nous occupe, entre les Gavots et la limite des communes d'Aubagne et de Roquevaire, *deux séries normales superposées* et séparées par une surface de chevauchement. Le synclinal couché, à noyau bathonien et à flanc inverse liasique, n'est vraisemblablement qu'un accident local dans la série inférieure.

L'unité tectonique qui fait suite à la précédente est constituée par les termes suivants, qui se succèdent partout dans l'ordre normal : 1° calcaires mésojurassiques; 2° dolomies néojurassiques; 3° Calcaires Blancs; 4° Urgonien; 5° Céno-manien; 6° Turonien. La présence du Valanginien est douteuse, l'Hauterivien n'a été signalé nulle part, malgré sa grande épaisseur dans les régions voisines et l'Aptien n'affleure que sur une faible longueur. D'ailleurs, aucun de ces termes n'est connu dans toute l'étendue de la zone. Les calcaires méso-

jurassiques ne se trouvent que dans le secteur compris entre le vallon des Gavots et celui de Favari. Les Dolomies sont réduites, sauf dans la partie septentrionale, à des lames peu développées en longueur et terminées en biseau à leurs deux extrémités. Les Calcaires Blancs n'existent que près de Lascours. L'Urgonien se présente dans les mêmes conditions que les Dolomies. Le Cénomaniens est parfois étiré et manque totalement au nord du Grand Vallon. Les calcaires à Rudistes turoniens ont le mieux résisté au laminage, on les suit sans interruption depuis le vallon de Font de Mai jusqu'à l'ensellement à l'est des Gavots. Il y a lieu de mentionner en outre les poudingues bégudiens, dont un lambeau est conservé sur le Turonien du vallon de Garlaban et dont on retrouve en outre un témoin minuscule près de Camoin, grâce à un repli secondaire qui a affecté le Cénomaniens et le Turonien. Il ne saurait y avoir aucun doute que cette nappe supérieure est bien la continuation de celle dont on trouve des restes dans la bordure méridionale, principalement entre la Treille et la ferme de Gratiane, au S.W. de Font de Mai.

## CHAPITRE VII.

### LES MASSIFS DE PIERRESCAS ET DE PEYPIN.

A partir du vallon de Font de Mai, la bordure sud-est du massif d'Allauch diminue graduellement de largeur vers le N. E. jusqu'au vallon de Lascours, à partir d'où elle s'élargit brusquement au détriment de la zone oligocène de la rive droite de l'Huveaune. Ses terrains empiètent même légèrement sur la rive gauche de cette rivière. L'Urgonien, réduit, entre les vallons de Font de Mai et de Lascours, à une bande étroite, occupe maintenant de grandes surfaces et culmine, au N. W. de Roquevaire, à 447,4 m. Il diminue d'ailleurs d'étendue à mesure que l'on se dirige vers le nord et n'existe plus au nord du village de Peypin.

On peut donner le nom le massif de Pierrescas à la masse urgonienne principale. Elle est séparée des terrains de la bordure qui passent au col du Marseillais par une bande de Dolomies néojurassiques, terrain que l'on observe également, en divers points, sur le bord oriental. Au nord, le petit massif de Pierrescas est séparé des collines de Peypin par un large vallon que suit la route de la Destrousse à Peypin et qui est creusé dans les argiles et les poudingues oligocènes. Ceux-ci pénètrent en outre assez profondément dans l'intérieur du massif au sud et à l'ouest du Laouvas.

J'étudierai séparément le massif de Pierrescas et les collines de Peypin.

**MASSIF DE PIERRESCAS.** — On a vu au chapitre précédent que la bande triasique suivie sans interruption depuis le vallon de Favari jusqu'au col du Marseillais est en contact direct avec une série comprenant en succession normale : le Jurassique inférieur (moins le Bajocien), entièrement marneux ; les calcaires mésojurassiques, formant falaise, et les dolomies néojurassiques. Ces trois termes affleurent en zones continues depuis le col du Marseillais, au nord, jusqu'au vallon de Lascours, au sud. Mais on a vu également que les Dolomies seules affleurent sur la rive sud du vallon et il est à remarquer qu'elles ne se trouvent pas dans le prolongement direct de celles de la rive



nord, qui atteignent cette rive un peu en aval de la belle fontaine de Lascours, tandis que celles de la rive sud ne commencent qu'en amont de cette fontaine. Le contact anormal qui limite à l'est la zone triasique coupe le vallon, sur la rive nord, plus de 100 m. à l'est du point où cette même ligne tectonique atteint le même vallon sur la rive sud. Le vallon correspond donc manifestement, dans la partie de son cours qui est dirigée à peu près W.-E., à un accident transversal, décrochement ou plus vraisemblablement simple faille d'affaissement. En effet, les Calcaires Blancs de la rive nord, qui sont, eux aussi, décalés par rapport à ceux de la rive sud, forment une grande dalle *plongeant au sud* et s'appuyant au nord sur les Dolomies. Cette dalle est entamée par deux petits ravins dont les eaux coulent au sud et la découpent en trois « lèches » de dimensions inégales; elle s'enfonce au sud et à l'est sous les calcaires lacustres sannoisiens, qui, ici, plongent également au sud.

Plus au nord, les calcaires lacustres reposent directement sur les Dolomies, puis, plus à l'est, sur l'Urgonien. Leur transgressivité est incontestable. Sur le bord nord-est de la zone d'affleurement des Dolomies, on voit celles-ci s'enfoncer sous l'Urgonien, sans aucune intercalation de Calcaires blancs. On peut en conclure que le contact entre les deux termes est un contact mécanique, d'autant plus qu'à environ 900 m. au nord du col du Marseillais le même Urgonien repose, non plus sur les Dolomies néojurassiques, mais sur les calcaires mésojurassiques.

Contrairement à ce qui a lieu sur les bords occidental et méridional du massif de Pierrescas, on observe sur le bord oriental, en amont de Roquevaire, mais seulement sur une faible étendue, la superposition de l'Urgonien à son substratum normal, l'Hauterivien, qui repose lui-même sur les Calcaires Blancs et les Dolomies du Jurassique supérieur, et ces mêmes termes se retrouvent sur la rive gauche de l'Huveaune. Mais déjà à 1 km. en amont de Roquevaire, là où la rivière décrit une courbe dont la concavité est dirigée vers l'est, on constate de nouveau, sur la rive ouest, la superposition directe de l'Urgonien aux Dolomies. Sur la rive est, par contre, des calcaires valanginiens sont superposés à ces mêmes Dolomies.

Plus au nord, à l'ouest de Joux, les choses se compliquent. On rencontre en effet, sur le chemin qui conduit dans le vallon de Laouvas, de l'Hauterivien incontestable. Il affleure suivant une bande assez étroite, qui, à l'est, bute par faille contre l'Urgonien et qui se rétrécit graduellement vers l'ouest. Elle est comprise entre deux lames de Dolomies qui se rejoignent à l'ouest et

plongent elles-mêmes, au nord comme au sud, sous l'Urgonien. Elles affleurent donc, comme leur substratum hauterivien, à la faveur d'une voûte oblique. En raison de leur situation tectonique particulière, j'avais songé à les considérer comme un faciès dolomitique de l'Hauterivien, mais il me paraît plus rationnel d'attribuer leur superposition à ce terme à un recouvrement. Je suppose que l'Urgonien, dans sa progression vers le nord, a dû entraîner un lambeau arraché plus au sud à son substratum normal et qui s'est ainsi trouvé refoulé sur l'Hauterivien.

Sur la rive gauche du Merlançon, l'Hauterivien manque entre l'Urgonien, qui est exploité au nord de la gare d'Auriol, et le Jurassique. Ici, les dolomies alternent, en effet, avec des bancs de calcaires blancs et doivent, pour cette raison, être rangées dans le Jurassique supérieur ( $J_{III}^{cd}$ ). Le contact de l'Urgonien et de cette série doit évidemment être considéré comme mécanique, car on observe une légère discordance entre les alternances de dolomies et de calcaires et la base de l'Urgonien. Les deux formations plongent d'ailleurs vers l'W. et la dalle urgonienne de la rive gauche forme avec l'Urgonien de la rive droite du Merlançon un synclinal, dont la région axiale est occupée par les poudingues rupéliens.

Sur le bord septentrional du massif de Pierrescas, ces poudingues reposent partout directement sur l'Urgonien. Ils sont nettement transgressifs, les calcaires lacustres sannoisiens faisant partout défaut dans la région située entre Peypin et le confluent du Merlançon et de l'Huveaune.

Dans l'intérieur du massif, une seule particularité mérite d'être signalée, mais elle est d'importance. C'est la pénétration, au milieu des collines urgoniennes boisées, de ces mêmes poudingues rupéliens, couverts de cultures. Partout ce Rupélien présente les mêmes plongements que les couches urgoniennes. Il occupe le fond de trois synclinaux, dont les axes sont dirigés N.-S. ou N.W.-S.E. et se relèvent au sud. C'est à la faveur de ces synclinaux qu'il est conservé. L'Urgonien est bosselé et forme plusieurs petits dômes, d'allure assez tourmentée.

Vers son extrémité nord-ouest le massif de Pierrescas diminue graduellement de largeur et l'Urgonien ne forme plus finalement qu'une dalle inclinée au N. E., qui culmine à la Cride à la cote 442,4 et qui relie l'Urgonien de Pierrescas à celui de Peypin. Les terrains qui surgissent au-dessous de cette dalle, sur son bord sud-ouest, méritent de retenir un instant notre attention. Les Dolomies, sur lesquelles repose l'Urgonien sur presque tout le pourtour du

massif, sont interrompues sur une longueur d'environ 500 m., de sorte que, dans cet espace, l'Urgonien s'appuie sur les calcaires mésojurassiques. Ceux-ci correspondent à ceux qui, au sud du col du Marseillais, forment, sous les Dolomies, un abrupt faisant face à l'ouest, que nous avons suivi depuis le vallon de Lascours. Ils s'étirent au nord du col sur une longueur d'environ 300 m. et les Dolomies se trouvent alors en contact direct avec le Jurassique inférieur marneux. Ainsi qu'on le verra plus tard, l'Hauterivien de l'extrémité nord-est du Massif Central pénètre comme un coin dans cette série et interrompt la continuité des couches mésojurassiques et néojurassiques de part et d'autre de ce coin.

Au nord du vallon de Font de Mulle, tributaire du Maou Vallon, la série des trois termes du Jurassique est de nouveau complète et s'enfoncé régulièrement au N. E. sous l'Urgonien. On peut suivre les affleurements des trois termes vers le nord jusqu'au Champ de Bouï, un peu au-delà du bord septentrional de la feuille d'Aubagne au 1/50 000<sup>e</sup>. Ici les calcaires mésojurassiques et les Dolomies s'étirent. Les calcaires marneux du Jurassique inférieur sont momentanément en contact direct avec l'Urgonien, mais ne tardent pas à s'effiler eux-mêmes. Par contre, les Dolomies reparaissent sous l'Urgonien et forment, sur le versant sud-ouest de l'Escaillon, une lame étroite, dont la présence m'a été signalée par M<sup>lle</sup> Pfender. Le sommet de l'Escaillon est constitué par des poudingues à éléments calcaires représentant le Sannoisien, que l'on rencontre également plus au nord, sur les deux bords de la route du Terme à Peypin. Cette couverture de dépôts oligocènes masque en grande partie l'Urgonien qui, en profondeur, relie les massifs de Pierrescas et de Peypin. L'Urgonien n'affleure plus, au pied de l'Escaillon, que sous la forme d'une pointe effilée et l'on voit ensuite, sur environ 200 m., le Sannoisien reposer sur le Jurassique inférieur.

**MASSIF DE PEYPIN.** — Au nord de la cuvette sannoisienne de l'Escaillon, l'Urgonien affleure, sur une longueur de près de 1 km., depuis les carrières ouvertes au nord de la route jusque sur la croupe qui fait face au Vieux-Peypin. Il se termine à l'ouest par une petite falaise formant éperon et repose, comme dans le massif de Pierrescas, au moins sur son bord septentrional, sur les dolomies du Jurassique supérieur, qui constituent ici une bande large en moyenne de 200 m. A l'ouest de l'éperon urgonien, ces Dolomies reposent sur des calcaires marneux du Jurassique inférieur, situés dans le prolongement

gement de ceux du bord occidental du massif de Pierrescas. A l'endroit où la route de Peypin au Terme traverse ces couches éojurassiques, on observe leur contact direct avec l'Urgonien. On les suit encore vers le nord un peu au delà de la route et l'on observe leur superposition au Bégudien de Garoute. Puis on en perd la trace sous un grand éboulis.

L'Urgonien n'atteint pas à l'est la route de Peypin à Valdonne; les Dolomies se retrouvent encore un peu au delà du col, mais elles ne tardent pas à faire place à des calcaires mésojurassiques qui constituent les abords immédiats du Vieux-Peypin et de Peypin. Entre les deux villages on observe un petit affleurement de leur substratum normal, l'Éojurassique.

Ces calcaires mésojurassiques (probablement séquaniens) sont partout à l'état de brèche de friction. Ils forment, outre le grand lambeau de Peypin, un certain nombre de lambeaux isolés, dont les dimensions varient entre quelques mètres et plusieurs centaines de mètres. Mais leur substratum est invariablement constitué, à l'est des deux villages, par le Rupélien sous la forme d'argiles rouges, alternant avec des poudingues riches en éléments originaires des Maures et présentant assez fréquemment des intercalations de calcaires lacustres. Ces lambeaux jurassiques doivent donc être envisagés comme des lambeaux de recouvrement, témoins d'une nappe qui s'étendait par-dessus les couches rupéliennes et à laquelle, par voie de continuité, il convient d'attribuer le massif de Peypin tout entier.

L'existence d'une nappe postoligocène étant, pour la Basse-Provence, un fait pour le moins insolite et signalé ici pour la première fois, j'avais cru tout d'abord devoir attribuer les argiles et les conglomérats qui supportent les lambeaux de recouvrement au Bégudien. Mais la grande abondance des éléments roulés empruntés aux Maures, la continuité de ces couches avec les poudingues de la Destrousse et leur superposition, à Peypin comme à la Bouilladisse, à des calcaires lacustres d'âge incontestablement sannoisien, m'a conduit à leur assigner le même âge qu'aux poudingues de Marseille, dont ils diffèrent uniquement par la présence d'intercalations de calcaires lacustres. Les argiles de la région située à l'est et au sud de Peypin offrent les plus grandes ressemblances avec les argiles de l'Estaque et du Pont de l'Étoile. Elles sont plus sableuses que les argiles bégudiennes d'Auriol; elles possèdent des colorations plus jaunes que celles-ci, qui sont d'un beau rouge sanguine, lorsqu'elles ne sont pas blanches, comme c'est le cas en particulier au sud de Valdonne.

Le contact du Rupélien de Peypin et de la Bouilladisse avec le Bégudien de Valdonne a d'ailleurs lieu par faille. La *faille de la Bouilladisse*, qui figure sous ce nom sur les plans des mines de Valdonne avec une direction moyenne S.W.—N. E. <sup>(1)</sup>, rapproche brutalement les deux formations. Elle ne paraît pas affecter la nappe elle-même, dont la mise en place est donc postérieure au phénomène de tassement ou de torsion qui a donné naissance à la cassure.

RÉCAPITULATION. — Il résulte clairement des pages précédentes que le sou-bassement de l'Urgonien des massifs de Pierrescas et de Peypin appartient à la même nappe que les terrains secondaires de la bordure méridionale et de la bordure sud-est, superposés en série normale à la série renversée. On y retrouve, au-dessus du Trias supérieur ou de l'Hettangien, les mêmes éléments, calcaires marneux éojurassiques, calcaires mésojurassiques, dolomies néojurassiques, localement plus ou moins étirés. Le Lias à silex qui, dans la bordure sud-est, ne se rencontre qu'exceptionnellement, fait ici toujours défaut, sans doute par étirement. Inversement, ce n'est qu'exceptionnellement que l'on rencontre ici, entre les Dolomies et l'Urgonien, les Calcaires Blancs et l'Hauterivien. Ce dernier terme, on s'en souvient, est totalement inconnu dans la bordure sud-est, tandis qu'il est particulièrement bien développé dans la colline de Ruissatel. La principale différence entre les massifs qui nous occupent et la bordure sud-est réside dans le rôle joué par l'Urgonien. Dans la bordure sud-est il n'est représenté que par des lambeaux discontinus; il constitue, par contre, l'ossature même des deux massifs et y occupe, au moins dans le plus méridional, des surfaces très étendues. Enfin, le Cénomaniens et le Turonien, qui, dans la bordure sud-est, constituent souvent à eux seuls toute la nappe supérieure, sont totalement inconnus au nord du vallon de Lascours.

Malgré ces différences, on ne peut hésiter à assimiler les trois unités tectoniques que nous avons pu distinguer dans les secteurs de la bordure étudiés précédemment avec celles qui ont été décrites dans le présent chapitre. Dans les deux cas, deux surfaces de discontinuité, l'une entre l'Hettangien ou le Trias supérieur et le Bathonien, l'autre entre les Dolomies et l'Urgonien, confèrent à ces unités leur individualité. La question de savoir si l'on doit considérer chacune d'elles comme une nappe indépendante ou comme des

<sup>(1)</sup> Société civile des Mines de Valdonne et Société nouvelle de charbonnages des Bouches-du-Rhône. Section Castellane-Léonie. Plan d'ensemble, échelle 1/5 000°. Ce plan manuscrit, antérieur à 1908, s'est trouvé parmi les documents laissés par mon regretté collègue Gaston Vasseur.

divisions d'une même nappe doit être réservée pour les conclusions de cette monographie. Je dois ajouter, pour compléter la comparaison que je viens d'esquisser, que l'on n'observe nulle part, dans le soubassement du massif de Pierrescas, la répétition de deux séries normales, que nous avons constatée entre le vallon de Favari et le Grand Vallon. On verra dans le chapitre suivant qu'il n'en est pas de même, au moins localement, dans la série qui s'enfonce sous le massif de Peypin sur son bord sud-ouest.

J'aurais pu parler encore, dans le présent chapitre, des lames de terrains néojurassiques et éocétacés qui, sur la rive gauche de l'Huveaune, reposent directement sur le Trias, car leur continuité avec les terrains de même âge des massifs de la rive droite est évidente; mais leur étude trouvera mieux sa place dans la description détaillée des collines triasiques de Roquevaire, Auriol et Saint-Zacharie, qui formera un chapitre de mon mémoire sur la Sainte-Baume. Je dois de même réserver pour le chapitre final du présent fascicule la discussion des relations qu'offrent, dans les massifs décrits ici, les terrains tertiaires et les terrains secondaires et celle des dislocations post-oligocènes, dont nous avons vu des preuves certaines.

## CHAPITRE VIII.

### LA BORDURE NORD-OUEST.

Il est difficile d'imaginer un contraste plus frappant dans les caractères tectoniques et morphologiques de deux régions que celui qui existe entre la bordure nord-ouest du massif d'Allauch et les bordures sud-ouest, sud et sud-est.

Dans les parties de la bordure décrites dans les chapitres précédents, la structure isoclinale est tout à fait prédominante, les surfaces de contact anormal plongent régulièrement au S.W., au S. et au S.E.; les terrains présentent les mêmes inclinaisons et les plus résistants, en particulier les Calcaires Blancs, les barres calcaires de l'Hauterivien et l'Urgonien forment autant de dalles inclinées, de « hog backs », ou de « cuestas » en miniature, séparés par de petits cols correspondant à des terrains argileux, cultivés, tels que le Trias supérieur et l'Eojurassique. Les failles verticales ne se rencontrent que tout à fait exceptionnellement.

Dans la bordure nord-ouest, sauf dans les parties les plus éloignées du Massif Central, c'est le régime tabulaire qui prédomine et les terrains les plus résistants forment des abrupts limités par des lignes qui suivent plus ou moins les courbes de niveau. Les failles verticales sont particulièrement fréquentes et c'est grâce à elles et aussi grâce à quelques lignes de contact anormal que la région se trouve divisée en un certain nombre de compartiments, constituant autant d'individualités tectoniques et morphologiques. Toutes ces unités se trouvent, sur leur bord sud-est, en contact brutal avec les terrains éocétacés horizontaux du Massif Central. Elles en sont séparées par un grand accident, la faille d'Allauch, presque rigoureusement rectiligne sur une longueur de 9 km. et par conséquent parfaitement verticale, puisqu'elle traverse les croupes et les vallons sans que sa ligne d'affleurement présente dans son tracé la moindre avancée ou le moindre rentrant.

Ces unités tectoniques, que Marcel Bertrand avait déjà en partie distinguées

sous des noms spéciaux, sont les suivantes, en allant du nord au sud, puis de l'est à l'ouest :

- 1° La ceinture éojurassique;
- 2° La fenêtre des Trois-Fonts et des Mies;
- 3° Le plateau de Pichauris;
- 4° La dalle des Maurins;
- 5° Le triangle des Cadets.

J'étudierai successivement chacune de ces cinq unités.

**CEINTURE ÉOJURASSIQUE.** — Sauf par le sud-est, il n'est pas possible d'atteindre le plateau de Pichauris sans traverser une bande, souvent assez large, de calcaires marneux éojurassiques formant une ceinture presque continue, qui enserre à la fois la fenêtre des Trois-Fonts et des Mies et le plateau de Pichauris. Elle manque naturellement tout le long de la faille d'Allauch, au contact de ces deux unités tectoniques et du Massif Central. Son bord interne décrit approximativement une demi-circonférence.

La branche orientale de cette ceinture fait partie du soubassement des massifs de Pierrescas et de Peypin. Elle a été précédemment décrite et l'on a vu qu'il est possible de la suivre, plus ou moins étirée, jusque sur le versant septentrional du massif de Peypin. Au N. E. de la ferme de Rouvière, les affleurements des calcaires marneux éojurassiques s'élargissent considérablement et dessinent une étoile à quatre branches, que le vallon des Trois-Fonts coupe en deux moitiés, sans l'entamer assez profondément pour laisser voir le substratum. Les deux branches dirigées vers le N. E. et vers le S. se prolongent fort loin dans ces deux directions et constituent précisément le substratum auquel il vient d'être fait allusion. Par contre, les deux branches occidentales, dirigées vers le S. W. et vers le N. W., se terminent assez rapidement en pointe aiguë, enserrant une colline formée de calcaires mésojurassiques et de dolomies néojurassiques. Ces couches, inclinées franchement vers l'ouest, font suite normalement aux calcaires marneux éojurassiques et leurs affleurements font rigoureusement pendant à ceux des mêmes terrains sur lesquels, à l'est, s'appuie la dalle urgonienne de la Cride.

Dans la concavité ouverte au nord, formée par les branches N. W. et N. E., on voit les dolomies hettangiennes s'enfoncer sous l'Éojurassique de l'étoile



et il en est de même dans la concavité ouverte au sud et formée par les branches S.W. et S., mais l'Hettangien est ici discontinu et l'on observe, sur d'assez grandes longueurs, le contact direct de l'Éojurassique avec l'Aptien de la fenêtre des Trois-Fonts, comme on le verra plus loin.

Il n'y a aucun doute que les dolomies hettangiennes de l'échancrure sud rejoignent en profondeur celles de l'échancrure nord, en passant sous l'Éojurassique, qui forme en quelque sorte un *pont* reliant l'extrémité nord du massif de Peypin au plateau de Pichauris.

L'Hettangien qui affleure au nord du *pont* appartient à une zone que l'on suit vers le N.W., par le Toisse et le Terme, jusqu'au-dessus de Cadolive et bien au delà, en dehors de la région décrite dans le présent fascicule. Elle laisse apparaître, à l'ouest du Toisse, une boutonnière de Rhétien et porte, à l'ouest du Terme, deux petits témoins de Lias à silex. Jusqu'au Terme, l'Hettangien supporte directement l'Éojurassique et plonge, comme lui, à l'ouest; vers le N.W. la succession se complète par l'intercalation d'une lame de Lias à silex. La lame d'Hettangien s'appuie, par son bord nord-est, sur la série renversée de Cadolive, qui comprend les poudingues bégudiens, le Fuvélien et le Campanien.

On pourrait croire que l'Éojurassique qui est superposé, à l'ouest du Terme, à la lame d'Hettangien, est en continuité avec celui du « pont », mais il n'en est rien. On a vu plus haut qu'à Rouvière l'Éojurassique est surmonté de calcaires mésojurassiques, qui eux-mêmes supportent les Dolomies. Or celles-ci se trouvent, au N.W., en contact brutal avec du Rhétien. Ce Rhétien appartient déjà au plateau de Pichauris et plonge à son tour sous une lame d'Hettangien continue avec celle du Terme et qui s'enfonce, comme elle, sous l'Éojurassique que traverse la route nationale entre l'auberge de Pichauris et le Terme. Il existe donc, au N.W. de Rouvière, *deux* lames de marno-calcaires éojurassiques séparées l'une de l'autre par des couches méso- et néojurassiques en succession normale et par une série, également normale, de Rhétien et d'Hettangien. N'était l'étirement de l'Hettangien au contact de l'Aptien, on verrait, dans une même coupe (fig. 16), figurer deux fois la superposition directe de l'Éojurassique (Bathonien marneux) à l'Hettangien. L'étirement dans la série normale, qui a donné lieu à la disparition du Lias à silex, se reproduit dans chacune des deux imbrications.

La ligne de contact anormal correspondant à cet étirement dans l'imbrication supérieure peut être suivie jusqu'à l'auberge de Pichauris, sur la route

nationale, et même au delà, mais quelques bancs de Lias à silex reparaissent le long de la route, au contact de l'Hettangien et du Bathonien. A partir de l'Auberge l'affleurement de la surface d'étirement devient presque N.-S. et l'Éojurassique, puis les calcaires mésojurassiques se trouvent en contact tantôt avec l'Hettangien, tantôt avec le Rhétien, tantôt avec le Trias supérieur du bord occidental du plateau de Pichauris. L'une et l'autre des séries qui se trouvent ainsi en contact anormal sont coupées brusquement au sud par la faille d'Allauch, qui les sépare du Massif Central.

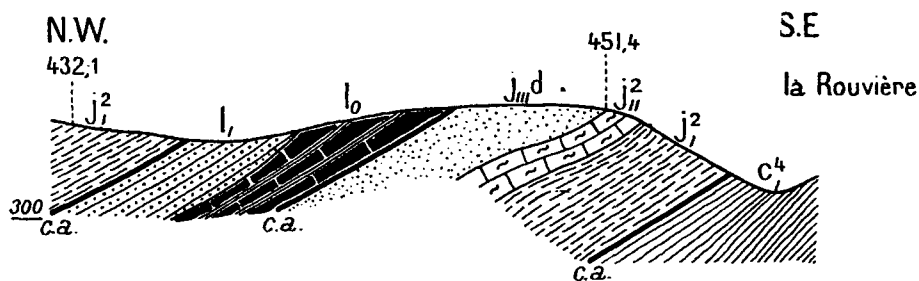


Fig. 16. — Coupe dans la bordure N.W. du Massif d'Allauch.

(Échelle : 1/10 000°.)

$l_0$ , Rhétien;  $l_1$ , Hettangien;  $j_1^2$ , Bathonien marneux;  $j_3^2$ , calcaires mésojurassiques;  $j_m^d$ , Dolomies néojurassiques;  $c_4^4$ , Aptien.

*c. a.*, contact anormal.

FENÊTRE DES TROIS-FONTS ET DES MIES. — Avant de parler du plateau de Pichauris et des terrains qui font suite normalement à l'Éojurassique de l'Auberge, il nous faut revenir en arrière et décrire l'unité ou plutôt les unités tectoniques qui apparaissent au sud du « pont » de Rouvière.

La fenêtre des Trois-Fonts se compose en réalité de deux séries stratigraphiques appartenant à deux unités tectoniques distinctes : une série éocrétacée superposée à des dolomies néojurassiques et une série néocrétacée, qui s'enfonce sous la précédente. Dans tous ces terrains les couches plongent assez uniformément vers le N. N. W. (fig. 17).

Les terrains éocrétacés comprennent exclusivement une lame d'Urgonien peu épaisse et de l'Aptien, constitué par des calcaires à silex et par des marnes, présentant à peu de chose près les mêmes faciès que dans la « série renversée » du bord sud-est du massif. Cet Aptien est fort peu fossilifère et la succession de ses couches est normale et non pas renversée, comme l'affirmait Marcel Bertrand.

Toutefois, sur la rive ouest du vallon des Trois-Fonts, la série est renversée et, sur une faible largeur, ses trois termes plongent au sud. La série néocrétacée comprend exclusivement des grès et des calcaires à Hippurites santoniens et une mince bande de couches saumâtres, probablement campaniennes, visible seulement au contact des Dolomies néojurassiques, sous lesquelles on les voit s'enfoncer.

L'encadrement de la fenêtre est assez hétérogène. Au sud, ou plus exactement au sud-sud-est, le Santonien des Mies bute par faille contre l'Hauterivien du Massif Central. Au nord-est, entre cette faille, qui n'est autre que celle d'Allauch, et la source dite Font-de-Mulle, c'est encore une cassure verticale qui met en contact le Santonien des Mies et l'Éojurassique du soubassement

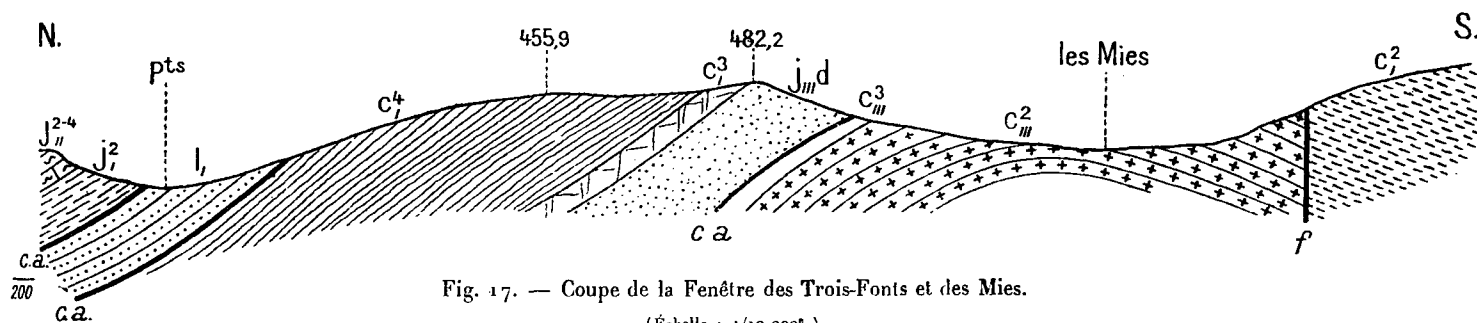


Fig. 17. — Coupe de la Fenêtre des Trois-Fonts et des Mies.  
(Échelle : 1/10 000°.)

l<sub>1</sub>, Hettangien; j<sup>2</sup>, Bathonien marneux; j<sup>2-4</sup>, calcaires mésojurassiques; j<sup>III</sup> d, Dolomies néojurassiques;  
c<sup>2</sup>, Hauterivien; c<sup>3</sup>, Urgonien; c<sup>4</sup>, Aptien; c<sup>III</sup>, Santonien; c<sup>3</sup>, Campanien.  
f, faille; c. a., contact anormal.

du massif urgonien de Pierrescas. Mais, à partir de Font-de-Mulle, le contact semble se faire par chevauchement, voire par charriage, et l'on voit l'Éojurassique s'appuyer successivement sur les calcaires santoniens, sur les Dolomies néojurassiques, sur l'Urgonien et sur l'Aptien. Au sommet nord de la fenêtre, ainsi qu'il a été dit précédemment, une lame d'Hettangien, partiellement étirée, s'intercale entre l'Aptien et l'Éojurassique du « pont » de Rouvière. Sur le bord occidental, c'est presque partout l'Hettangien qui repose sur l'Aptien, sur l'Urgonien et sur les Dolomies. Au N.W. du Ragage, sur la rive gauche du vallon, c'est de nouveau une faille verticale qui met en contact le Campanien saumâtre et l'Hettangien.

PLATEAU DE PICHOURIS. — L'unité tectonique dont il va être question maintenant doit son caractère de plateau, au sens géologique du terme, à

l'horizontalité relative des terrains qui la composent et à la présence de surfaces considérables de Trias supérieur, presque partout cultivées. Au sens morphologique c'est plutôt une succession de seuils, creusés dans le Trias supérieur, qui entourent la butte cotée 505,8, connue sous le nom de Collet Radon, et qui font communiquer le vallon de la Bastidonne et le vallon de Pichauris, tous deux tributaires du Jarret, entre eux et avec plusieurs ravins qui se déversent à l'est dans le vallon des Trois-Fonts. L'un de ces seuils est encore occupé aujourd'hui par une nappe d'alluvions anciennes ( $q_1^3 a$  ou  $q_1^2 a$ ), datant d'une époque où les eaux, au lieu de s'écouler, comme actuellement, dans deux directions opposées, coulaient dans un sens unique.

Le Collet Radon est une butte-témoin constituée par du Rhétien et de l'Hettangien, superposés normalement au Trias. D'autres collines, formées également de Rhétien et d'Hettangien, encadrent, sur tout leur pourtour, les affleurements triasiques, sauf au sud de Pichauris et de la fabrique de plâtre, où le Trias supérieur est en contact direct avec l'Hauterivien du Massif Central. Le Rhétien, avec sa lumachelle caractéristique, forme à flanc de coteau, au-dessus du Trias supérieur, un liséré continu, à contours sinueux, aux environs de la courbe de 400 m.

Sauf sur la périphérie, le Lias à silex ne se rencontre, au-dessus de l'Hettangien, qu'en un seul point, entre l'auberge et le hameau de Pichauris. Il forme un petit synclinal, dont le centre est occupé par un témoin minuscule de Bathonien. Les plongements de l'Hettangien et du Lias à silex vers ce Bathonien sont inconciliables avec l'attribution de ces affleurements à une fenêtre, dont Marcel Bertrand a imaginé l'existence [36, p. 32, fig. 17].

En revanche, la grande surface d'Hettangien au nord de Pichauris laisse apparaître non seulement le substratum rhétien, visible dans trois ou quatre boutonnières, mais encore, dans plusieurs petites fenêtres, des termes appartenant manifestement à une unité tectonique sous-jacente. En aval de la Bastidonne, le ravin met à nu, sous l'Hettangien, des calcaires mésojurassiques. Plus au sud, des calcaires marneux éojurassiques se montrent dans des conditions analogues. Enfin, au col franchi par le chemin qui mène directement de l'auberge de Pichauris à la ferme de Collet Radon, j'ai observé, sous l'Hettangien ou le Rhétien, des calcaires à silex du Lias et du Bathonien marneux, probablement en série normale et coupés, sur le bord ouest-sud-ouest de la fenêtre, par une faille verticale, vers laquelle les couches plongent de part et d'autre (fig. 18). Enfin, dans le vallon situé immédiate-

ment au S. E. de l'auberge de Pichauris, on voit apparaître sous l'Hettangien, sur la rive sud, son substratum normal le Rhétien, sur la rive nord, les marno-calcaires du Bathonien.

Les calcaires mésotriasiques se montrent en trois endroits sous le Trias supérieur, vers l'angle sud-ouest du plateau, sous la forme de petits dômes ou de brachyantoclinaux. Les bancs calcaires présentent les vermiculations caractéristiques. Dans une ancienne carrière, non loin des plâtrières, nous avons recueilli, M. Schœller et moi, *Cænothyris vulgaris* et *Germanonutilus bidorsatus* (Schloth.) Mojs.

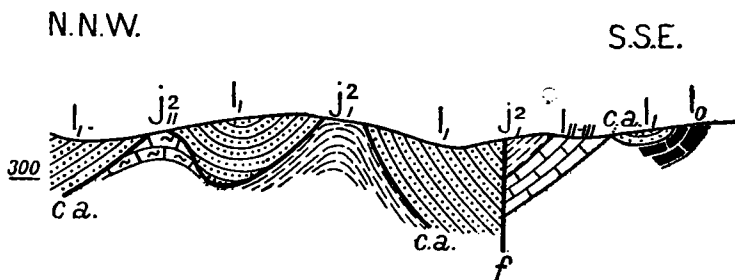


Fig. 18. — Coupe du plateau de Pichauris.

(Échelle : 1/10 000°.)

$l_1$ , Rhétien;  $l_2$ , Hettangien;  $l_{III}$ , Lias moyen et sup<sup>r</sup>;  $j_2^2$ , Bathonien marneux;  
 $j_2^2$ , calcaires mésojurassiques;  
 $f$ , faille;  $c. a.$ , contact anormal.

Le bord oriental du plateau de Pichauris mérite d'être examiné en détail. Il correspond, en effet, à une faille voisine de la verticale, légèrement sinueuse et qui met en contact les marnes rouges du Trias supérieur, à l'ouest, avec des terrains d'âge divers, à l'est. C'est la continuation directe de la faille qui, plus au nord, fait buter les dolomies hettangiennes contre les dolomies néo-jurassiques. Plus au sud, on observe successivement, à l'est de la faille, l'Hettangien, le Lias moyen et supérieur et les calcaires marneux du Bajocien et du Bathonien à *Cancellophycus*. Ces terrains se succèdent en série normale et ne s'enfoncent nulle part sous le Trias, contrairement aux indications de Marcel Bertrand. Le Bathonien, au contraire, plonge nettement au S. E., sous l'Hettangien qui forme la bordure occidentale de la fenêtre des Trois-Fonts et des Mies. Il y a donc, ici aussi, une série normale inférieure qui apparaît en fenêtre sous les terrains du plateau de Pichauris, et cette fenêtre est encore coupée par une faille. Celle-ci met en contact, dans sa partie

méridionale, le Bathonien marneux de la fenêtre avec le Trias supérieur et le Rhétien qui affleurent au N. E. de la colline cotée 509,3. C'est donc sur une longueur d'environ 2 km. que l'on peut suivre cette faille, qui limite à l'est le plateau de Pichauris. Son tracé est légèrement sinueux, ce qui semble indiquer qu'elle n'est pas tout à fait verticale. Elle fait un angle d'environ 50° avec celle qui coupe au N.W. la fenêtre située au N. E. du hameau de Pichauris et toutes deux délimitent un espace resté en saillie par rapport aux territoires environnants, un intervalle où le Rhétien et l'Hettangien forment une butte-témoin conique, celle du Collet Radon; ici l'Hettangien culmine à la cote 505,8, tandis qu'au delà des deux failles il ne s'élève guère au-dessus de 420 m. La butte cotée 509,3 se présente, plus au sud, dans les mêmes conditions, mais elle est accolée au Massif Central. La tectonique nous fournit donc la clé de la situation isolée de ces deux buttes qui attirent immédiatement l'attention lorsqu'on aborde le plateau de Pichauris par n'importe quel côté.

DALLES DES MAURINS. — Entre la haute vallée du Jarret, que nous avons prise arbitrairement comme limite septentrionale du massif d'Allauch, et la faille d'Allauch, s'étend une région dont la structure offre un contraste saisissant avec le plateau de Pichauris. Sauf dans le fond de quelques vallons, les cultures y font presque entièrement défaut, ce qui tient, d'une part, au très faible développement du Trias supérieur, de l'autre, à l'inclinaison uniforme vers le N.W. de terrains principalement calcaires et couverts de bois de pins. Les parties les plus résistantes de ces terrains constituent, comme au sud du Massif Central, de grandes dalles séparées par des affleurements plus marneux ou dolomitiques, qui ont opposé à l'érosion une résistance moindre. Il convient cependant de séparer de cette région de « hog backs » une unité tectonique distincte, constituée en général par des terrains à peu près horizontaux, qui s'intercale dans l'ouest entre les dalles inclinées et le Massif Central. Marcel Bertrand l'a rendue classique sous le nom de « triangle des Cadets », que nous lui conserverons.

La coupe la plus complète de cette région de dalles est fournie par la haute vallée du Jarret, dont la route nationale de Marseille à Nice épouse, entre la Fave et l'auberge de Pichauris, tous les méandres, plus ou moins encaissés. Pour la commodité de l'exposé, nous suivrons cette vallée d'amont en aval. Nous constaterons chemin faisant qu'elle ne correspond en général

à aucun accident tectonique et qu'elle présente tous les caractères d'une vallée conséquente.

En aval de l'auberge de Pichauris, nous cheminons tout d'abord pendant un km. dans les calcaires marneux et les marnes éojurassiques. Aux ruines du château de Nerf nous traversons une première dalle calcaire, d'âge mésojurassique. La route serpente ensuite pendant longtemps dans les dolomies néojurassiques. Au débouché d'un grand ravin, dont les deux branches descendent du Collet du Ratier, nous rentrons momentanément dans les calcaires mésojurassiques, puis nous traversons à nouveau des affleurements de Dolomies. Plus bas, nous coupons le bord d'une dalle de calcaires néojurassiques et valanginiens, dont les couches plongent *au sud*. Cette anomalie locale est en relation avec une petite faille transversale, qui fait reparaître les Dolomies, puis de nouveau, non loin du débouché d'un grand vallon où se trouve une usine d'équarissage, les calcaires **jc**, en couches très redressées, de même que l'Hauterivien qui leur fait suite.

Nous atteignons bientôt une dalle d'Urgonien, exploitée dans une grande carrière. Les couches qui la constituent plongent au S. et au S.E. et sont tranchées brutalement par une faille qui les fait buter contre les calcaires lacustres sannoisiens de la rive gauche. Sur une longueur de 200 m. à peine le tracé de cette faille coïncide avec le thalweg. Au débouché de la vallée, les calcaires lacustres du Sannoisien et les conglomerats du Quaternaire inférieur cachent, sur de grandes étendues, les couches éocrétaées. En face de la Bourdonnière, de petites failles marginales font encore apparaître, en deux endroits, l'Hauterivien en contact avec l'Urgonien.

Si, au lieu d'emprunter la grande route, nous prenons le raccourci, nous traversons les mêmes terrains, mais toute la partie occidentale de la coupe est masquée par des brèches et des travertins quaternaires (**q<sub>1</sub>**) en couches horizontales, qui atteignent ici au moins 60 m. d'épaisseur. En continuant à suivre la crête, après avoir atteint le sommet de cette singulière formation, nous cheminons d'abord dans l'Urgonien, mais nous atteignons ensuite directement les Calcaires Blancs (**jc**); les deux terrains se trouvent en contact immédiat grâce à la présence d'une petite faille transversale. Nous traversons ensuite les Dolomies, la dalle de calcaires mésojurassiques et les calcaires marneux éojurassiques.

Si, par contre, nous remontons le vallon des Maurins en suivant le thalweg, nous coupons successivement la série régulière et complète de tous les

termes, depuis l'Urgonien jusqu'aux Dolomies, que nous atteignons à un premier col.

En nous élevant du Grand-Louis, par un sentier de crête, vers le sommet le plus élevé du massif, coté 460,3, nous cheminons sur le dos des calcaires urgoniens, mais nous rencontrons, à mi-hauteur, un nouveau terme de la série, signalé pour la première fois par Collet sur la feuille d'Aix, le Cénomancien, représenté par ses calcaires marneux noduleux et par ses calcaires zoogènes. Le témoin ne mesure d'ailleurs guère que 300 m. dans le sens de la longueur, sur 200 à peine dans la largeur.

En suivant de l'est à l'ouest le bord méridional de l'unité tectonique qui nous occupe, nous constatons que tous les termes de la série, depuis l'Éojurassique jusqu'à l'Urgonien, sont coupés obliquement, les uns après les autres, d'abord par la faille d'Allauch, qui met les inférieurs en contact avec le Valanginien du Massif Central, puis par la faille qui limite au nord le triangle des Cadets et qui met les supérieurs en contact avec le Sénonien de cette unité tectonique intercalaire.

Il y a cependant lieu de mentionner la présence, le long de cette importante limite, d'une bande très étroite et essentiellement discontinue de Trias supérieur.

Entre le sommet du vallon des Maurins et l'Amandier, la largeur de ce Trias varie de 100 à 40 m. et par son bord nord-ouest il semble s'enfoncer sous les Calcaires Blancs. Il est, par places, en contact direct avec le Valanginien du Massif Central, mais, sur une longueur d'environ 350 m., il en est séparé par une lame de Dolomies fortement broyées, limitée par deux surfaces de faille parfaitement verticales et parallèles entre elles, qui lui donnent tout à fait l'aspect d'un dyke. A l'ouest de l'Amandier, le Trias s'amincit graduellement entre le Néojurassique et le Santonien et il ne tarde pas à s'étirer complètement. Il reparait à l'endroit même où la dalle de Calcaires Blancs s'effile le long de la faille qui limite au nord le triangle des Cadets et forme, entre ce point et le vallon de la Folie, sur une longueur de près d'un km., une bande qui n'a pas 50 m. de large et qui est limitée de part et d'autre par des failles verticales. Elle sépare l'Hauterivien du Santonien et ne révèle souvent sa présence que par une végétation plus abondante, la couleur rouge ne faisant que transparaître sous les éboulis.

**TRIANGLE DES CADETS.** — Le « triangle des Cadets » de Marcel Bertrand [16, p. 296] se compose en réalité de deux triangles séparés par un parallélo-



gramme. Ces trois figures géométriques ont pour base commune la faille d'Allauch, qui les sépare du Massif Central; par contre, les lignes qui les délimitent au nord et au nord-ouest, vers l'Éocrétacé des Maurins et du côté des collines oligocènes et quaternaires situées entre Allauch et le Logis-Neuf, sont très disparates. Le côté nord du triangle oriental n'est autre que la faille rectiligne, jalonnée de Trias, qui limite au sud les dalles des Maurins. Le petit côté du parallélogramme, opposé au segment de la faille d'Allauch qui constitue sa base, n'est pas une ligne droite et correspond à l'endroit où, près des Cadets, les calcaires à Hippurites s'enfoncent sous les brèches quaternaires et sous les calcaires lacustres sannoisiens. Le côté N.W., enfin, du triangle occidental est également une ligne irrégulière, qui marque le contact de l'Oligocène et des terrains crétacés. C'est le long de cette ligne de contact que l'on observe, à l'endroit où la route du Logis Neuf se détache de celle de la Croix-Rouge à Allauch, un petit lambeau d'Hettangien, appliqué contre l'Hauterivien. Les deux grands côtés du parallélogramme sont des failles verticales, presque rigoureusement rectilignes. Celle du nord-est suit à peu près le thalweg du ravin de la Folie et tranche radicalement la bande triasique de l'Amandier. Elle met également en contact les calcaires à Hippurites du parallélogramme avec les marnes hauteriviennes de la rive gauche du ravin principal.

Le triangle oriental est exclusivement constitué par des calcaires à Hippurites, presque toujours noduleux et souvent assez riches en Rudistes et en *Chaetetes*.

Dans le parallélogramme, ces mêmes calcaires à Hippurites supportent des grès grossiers, sans fossiles, par lesquels se termine le Sénonien dans le Massif Central. On est donc en présence d'un compartiment descendu plus bas que le triangle oriental.

Dans le triangle occidental, où les calcaires à Hippurites plongent uniformément au S. E., les grès ne se retrouvent pas et les calcaires sont directement recouverts par deux lambeaux appartenant à des terrains plus anciens. L'un est le fameux lambeau de recouvrement du Jas de Moulet, déjà signalé par Marcel Bertrand et par Fournier. C'est un chapeau allongé d'Hettangien, qui repose, sur toute sa périphérie, sur les calcaires à Hippurites. L'autre est constitué par des calcaires éocrétacés, qui occupent tout l'angle sud-ouest du triangle et plongent, comme les calcaires à Hippurites sur lesquels ils reposent, vers le S. E. Ils butent, le long de la faille d'Allauch, contre le Crétacé inférieur de la bordure sud-ouest (chap. IV). Sur leur bord occidental,

ils sont directement recouverts par le poudingue de Marseille, qui s'étend également sur les calcaires à Hippurites. Au nord de l'éperon d'Allauch ils apparaissent encore, sous la forme d'une bande étroite, écrasée contre la faille, et s'enfoncent sous le Sannoisien.

Après avoir fait le tour complet du Massif Central, nous sommes ainsi revenus à notre point de départ.

RÉCAPITULATION. — Dans cette région si hétérogène de la bordure nord-ouest, il s'agit maintenant de rétablir l'ordre, là où les dernières dislocations ont installé le désordre. En d'autres termes, il nous faut reconstituer la succession des unités tectoniques primitives, superposées grâce au charriage, telle qu'elle existait avant que cette bordure n'ait été morcelée par des mouvements ultérieurs, qui se traduisent par l'existence de failles verticales. Ces failles sont manifestement postérieures au charriage, car elles coupent, en maint endroit, les lignes de contact anormal qui correspondent à l'affleurement des surfaces séparant deux nappes superposées.

L'unité tectonique la plus profonde est constituée par des terrains néocrétacés dont le substratum n'est visible nulle part dans la région qui nous occupe. Mais, comme ces terrains présentent des faciès identiques à ceux des témoins néocrétacés conservés sur le socle éocrétacé du Massif Central, nous devons les envisager, pour les raisons qui seront données au chapitre suivant, comme autochtones.

A la SÉRIE AUTOCHTONE appartiennent donc les terrains néocrétacés de la fenêtre des Trois-Fonts, c'est-à-dire le triangle des Mies proprement dit et le triangle des Cadets. Dans l'un et l'autre cas, nous sommes en présence de compartiments affaissés le long de la faille d'Allauch, qui les sépare du Massif Central.

Sur les affleurements de Sénonien autochtone des Mies repose au nord-ouest une série comprenant les Dolomies, l'Urgonien et l'Aptien. L'Haute-rivien n'y est pas représenté et l'Urgonien est réduit, sans doute par laminage, à une faible épaisseur. L'Aptien possède ici tous les caractères du « faciès de Fontdouille », qui, dans la bordure méridionale, ne se rencontre que dans la SÉRIE DITE RENVERSÉE. Bien que dans la fenêtre des Trois-Fonts la succession soit normale, ces analogies de faciès nous conduisent à attribuer cet Aptien à la même nappe que celui du versant opposé du massif d'Allauch, comme le faisait déjà Marcel Bertrand. D'ailleurs le renversement de la série est mani-

feste, sur une faible étendue, sur la rive ouest du vallon des Trois-Fonts. Sur tout le pourtour de la fenêtre, on n'observe nulle part la superposition directe du Trias du plateau de Pichauris à l'un des termes de la série renversée ou à la série autochtone. L'encadrement est constitué soit par de l'Hettangien, soit par des calcaires marneux éojurassiques, qui forment le soubassement du massif de Pierrescas et qui, au nord, sont en continuité avec les terrains encadrant le plateau de Pichauris. Mais l'Hettangien de cette série ne repose pas toujours sur son substratum normal. Il laisse par places apparaître en FENÊTRES une série plus profonde, renversée ou non, comprenant le Bathonien, le Lias à silex et un nouvel Hettangien. Il y a donc localement comme un dédoublement de la nappe superposée à la série renversée. Si l'on fait abstraction de ces fenêtres, les affleurements du plateau de Pichauris appartiennent tous à une seconde nappe, constituée par une série triasique et « infraliasique » normale, où l'on n'observe nulle part de termes en succession inverse, contrairement à ce qui a lieu en général dans la bordure méridionale du massif d'Allauch et dans le petit massif de la Salette.

L'Hettangien de cette seconde nappe ne supporte que tout à fait exceptionnellement le Lias à silex, qui normalement devrait s'intercaler entre lui et le Bathonien marneux (abstraction faite du Bajocien). Comme dans le soubassement du massif de Pierrescas, les deux termes se succèdent directement, sans que l'on soit en droit d'admettre une lacune stratigraphique. La *surface de décollement* qui les met en contact direct vient à l'affleurement suivant une ligne sinueuse, que l'on peut suivre depuis le Terme jusqu'à l'auberge de Pichauris. Dans son prolongement plus au sud, jusqu'à la faille d'Allauch, elle donne lieu à la superposition anormale de l'Éojurassique ou du Mésojurassique à des termes souvent plus anciens que l'Hettangien.

Si l'on veut raccorder cette surface d'étirement avec celle que l'on observe à la base du massif de Peypin, on se heurte à certaines difficultés, toutefois plus apparentes que réelles. Aux abords du Terme, les faits sont d'une grande simplicité : une voûte d'Hettangien très surbaissée, à noyau rhétien, est directement flanquée, au S.W. et au N.E., d'une lame d'Éojurassique. Mais, plus au sud, une complication surgit du fait de l'existence d'une faille légèrement sinueuse, mais en moyenne N.-S., dont la lèvres orientale est affaissée, de telle sorte que la surface d'étirement qui sépare l'Hettangien du Bathonien se trouve à un niveau sensiblement inférieur à celui qu'elle occupe à l'ouest de la faille. Nous avons vu également que c'est grâce à cette faille qu'un lam-

beau de calcaires mésojurassiques et de dolomies néojurassiques est conservé à l'ouest de Rouvière, faisant face aux terrains de même âge qui affleurent sur le bord ouest du massif de Pierrescas. La continuité primitive des différents termes dans le sens horizontal par-dessus la fenêtre de terrains renversés et autochtones est absolument certaine.

Les difficultés que l'on rencontre lorsque l'on essaie de raccorder par la pensée l'Urgonien du massif de Peypin avec celui des Maurins par-dessus le plateau de Pichauris ne sont pas du même ordre. Elles tiennent en première ligne à la grande distance qui sépare le bord ouest de la dalle de Peypin du bord est de la dalle des Maurins. Entre ces deux fronts qui se font face l'Urgonien a disparu sur une largeur de 4,4 km. En outre, si l'on compare le substratum de ces deux Urgoniens, on constate que, tandis que celui de Peypin repose directement sur une lame discontinue de Dolomies néojurassiques, celui des Maurins fait suite normalement à l'Hauterivien. Les étirements que l'on observe dans le soubassement de l'Urgonien de Peypin ne se montrent que tout à fait exceptionnellement dans celui de l'Urgonien des Maurins, qui fournit une série bien continue, allant du Bathonien marneux au Cénomaniens <sup>(1)</sup>. L'étirement de l'Hauterivien et des Calcaires Blancs dans le substratum de l'Urgonien ne se manifeste à nouveau que bien plus à l'ouest, entre les vallons de Mauvelle et des Ouides, sur le bord méridional de la chaîne de l'Étoile. Il y aura lieu de revenir sur cette anomalie.

Je réserve pour la troisième de ces monographies l'étude des relations tectoniques des nappes et de leur substratum autochtone au nord-ouest du Terme. A l'est de ce col les faits sont très simples. La série renversée n'apparaît plus sur le bord nord du massif de Peypin. Dans la série normale charriée les termes successifs s'étirent les uns après les autres de l'ouest vers l'est. Au lieu de l'Hettangien, c'est d'abord le Bathonien marneux qui est refoulé sur l'Autochtone, constitué ici par le Bégudien <sup>(2)</sup>. Plus à l'est ce sont les Dolomies, fortement écrasées au nord de Peypin. Avant d'atteindre ce village, l'Urgonien s'enfonce sous les calcaires lacustres sannoisiens.

<sup>(1)</sup> La lacune qui existe, aux Maurins, entre l'Urgonien et le Cénomaniens est une lacune stratigraphique.

<sup>(2)</sup> La faille de Garoute ou de Doria, révélée par l'exploitation des lignites de Fuveau, met en contact le Fuvélien, à l'ouest, avec le Garumniens, à l'est. Son tracé est légèrement arqué et décrit une concavité ouverte au S. E. Contrairement à ce que pensait primitivement Marcel Bertrand [16, p. 306], elle n'atteint pas au sud l'Hettangien du Terme [36, p. 425].

## CHAPITRE IX.

### LE MASSIF CENTRAL.

Par quelque côté que l'on pénètre dans l'intérieur du massif d'Allauch, cette partie centrale se présente sous la forme d'un haut relief dominant les collines qui lui servent de bordure. J'ai déjà défini ses caractères morphologiques et je n'y reviendrai pas ici. Sa délimitation ressortira des pages suivantes, où je m'étendrai longuement sur les accidents de diverse nature que l'on observe sur sa périphérie et qui lui confèrent une individualité toute particulière.

**FAILLES PÉRIPHÉRIQUES.** — La faille qui délimite au N.W. le Massif Central se compose de deux tronçons qui forment entre eux un angle très obtus, ouvert au S.E. et dont la longueur totale atteint 9 km. Elle se traduit en général par la présence d'un abrupt faisant face au N.W., ou tout au moins par une brusque dénivellation. Son tracé sur la carte a été obtenu par l'observation précise d'un grand nombre de points, qui ont été reportés sur le 1/10 000<sup>e</sup>. Sa verticalité résulte de son tracé même, car celui-ci traverse les croupes et les vallons sans aucune déviation. Elle met en contact les terrains les plus divers, de sorte que son rejet est essentiellement variable. Toutefois, ce n'est que sur sa lèvre septentrionale que les terrains changent très fréquemment et appartiennent à des unités tectoniques variées. La lèvre méridionale est, par contre, remarquablement homogène, au moins à partir du Jas de Moulet et de là jusqu'à l'extrémité nord-est. Sur tout ce parcours, en effet, elle est constituée par les terrains éocènes subhorizontaux qui forment le socle du Massif Central : Valanginien, en face l'Amandier et Château Favari; Urgonien, près de la Folie; Hauterivien, partout ailleurs. En se dirigeant du Jas de Moulet vers le S.W., c'est-à-dire vers l'extrémité de l'éperon d'Allauch, on rencontre successivement le Turonien, une lame assez étroite de calcaires à Hippurites santoniens, puis les terrains éocènes de l'éperon.

Sur la lèvre nord on traverse successivement, en se déplaçant le long de la faille et en se dirigeant du S.W. au N. E., les éléments suivants : les calcaires sannoisiens; une lame d'Hauterivien plongeant au S. ou au S. S.W.; les calcaires à Hippurites du triangle des Cadets; des calcaires spathiques supportant des grès sénoniens et encastrés entre deux failles parallèles; les calcaires à Hippurites du triangle des Mies; l'Hettangien, l'Éojurassique et les Dolomies du soubassement du massif urgonien de Pierrescas.

Directement au nord du col du Marseillais, la faille d'Allauch s'arrête brusquement au milieu des Dolomies. Elle rencontre une autre faille, dirigée à peu près N. N. E., qui fait avec elle un angle de  $60^\circ$  et qui n'est autre que la limite orientale du Massif Central, le côté est du trapèze.

Cette faille orientale, qui ne se prolonge pas au delà de son point de rencontre avec la faille d'Allauch, met en contact l'Éocrétacé du massif successivement avec les Dolomies, l'Éojurassique et l'Hettangien du soubassement de l'Urgonien de Pierrescas. En montant par le nord au col du Marseillais, on retrouve, le long de la faille orientale, les mêmes terrains que le long de la faille d'Allauch. Leurs zones d'affleurement sont momentanément interrompues par l'Hauterivien du Massif Central, qui se substitue à elles et les coupe comme à l'emporte-pièce. On ne saurait mieux comparer la terminaison nord-est du Massif Central qu'à la proue d'un navire pris dans une banquise.

Jusqu'à la croupe qui sépare le vallon de Lascours du Grand Vallon la faille orientale conserve à peu près son tracé rectiligne et met en contact l'Hauterivien, d'abord avec l'Hettangien, puis avec le Trias supérieur et finalement, ainsi qu'il a été dit précédemment, sur la croupe, avec le Trias moyen. La faille qui traverse le Grand Vallon, en faisant de nouveau buter l'Hauterivien contre le Trias, est également dirigée N. N. E.—S. S. W., mais elle n'est pas située dans le prolongement direct de la faille qui passe au col du Marseillais. Elle est en retrait, par rapport à celle-ci, d'environ 200 m., mais se raccorde avec elle par un tronçon intermédiaire orienté N. E.—S. W. Elle conserve, plus au sud, sa direction générale jusqu'à la naissance de la branche nord du vallon de Favari et continue à mettre en contact le Valanginien du Massif Central et le Trias supérieur de la bordure. Mais déjà les couches valanginiennes du massif ne sont plus horizontales ou subhorizontales, elles plongent nettement vers l'E., puis vers le S. E., c'est-à-dire vers la faille. Bientôt même il est manifeste qu'elles s'enfoncent sous les couches de la bordure et que la faille cesse d'être verticale.

Le point où se produit ce changement dans l'allure de la faille-limite coïncide avec l'endroit où un synclinal à noyau éojurassique s'intercale entre le Valanginien et la série normale Mésotrias-Néotrias-Rhétien-Hettangien de la bordure (v. p. 84, fig. 12 d, e). C'est ici que commence la petite base du trapèze, mais l'angle formé par l'intersection des deux côtés est le plus obtus, le plus émoussé des quatre côtés du quadrilatère.

Le long de cette petite base la limite sud-est du Plateau Central correspond à un accident tectonique assez hétérogène, dont le tracé est loin d'être rectiligne.

Entre le col où prend naissance la branche du vallon de Favari orientée N.-S. et la carrière de marbre des Gavots on est incontestablement en présence d'une faille dont la surface est faiblement inclinée au S. E., comme l'attestent les angles rentrants que dessine, à la traversée de tous les vallons, son intersection avec la surface du terrain. Elle donne lieu, comme il a été dit précédemment, au chevauchement du Trias supérieur ou de l'Hettangien de la bordure sur les couches valanginiennes du Plateau Central, inclinées, ici encore, au S. E.

En venant du N. E., on voit déjà, à 300 m. environ de la carrière de marbre, des dolomies s'intercaler entre le Jurassique supérieur de la « série renversée » et le Valanginien du Massif Central. La bande correspondant à leurs affleurements va en s'élargissant vers l'W. et peut être suivie sur une longueur d'environ 1 km. Elles plongent au S. E., puis au S., comme le Valanginien.

À l'entrée de la gorge étroite dans laquelle est encaissé le tronçon supérieur du vallon des Gavots, on voit s'intercaler (fig. 11 b), entre les Dolomies et le Valanginien, une barre de calcaires blancs à Clypéines avec bancs oolithiques, dont l'aspect est identique à celui des couches-limites du Tithonique et du Valanginien de la région (j c). Le Néojurassique et l'Éocrétacé appartiennent donc à une même série stratigraphique et à une même unité tectonique. Cette série est légèrement renversée et les couches valanginiennes sont repliées en synclinal au niveau du chemin de Garlaban. Les Dolomies représentent donc soit les deux flancs, soit tout au moins le flanc inverse de l'anticlinal déversé sur ce synclinal. On a vu plus haut (p. 82) que, dans la même coupe, l'Aptien de la bordure est refoulé sur les Dolomies, mais ne tarde pas à s'étirer entièrement vers l'est. Ici la discontinuité tectonique est manifeste et c'est par conséquent au sud de la bande de Dolomies qu'il convient de placer la limite du Massif Central et de la Bordure.

J'ai décrit précédemment (p. 80) la faille transversale, orientée à peu près S.W.-N.E., qui coupe obliquement les Dolomies et les bandes aptiennes qui leur font suite au sud. A l'ouest de cette faille l'Hauterivien fait une avancée brusque vers le sud. En même temps, ses couches, au lieu de plonger au sud, comme le Valanginien plus à l'est, sont nettement inclinées au N.W., de telle sorte qu'elles se présentent par leur tranche. Au même endroit, c'est-à-dire à la traversée du vallon de Garlaban, la faille qui constitue la limite du Massif Central redevient verticale, comme l'indique son tracé parfaitement rectiligne.

A 100 m. environ avant d'arriver à la bergerie de Garlaban on voit les calcaires hauteriviens qui plongeaient au N.W. faire place brusquement à une série renversée, qui comprend des calcaires valanginiens (j c) superposés à des dalles hauteriviennes inclinées au S. S.W. puis au S.

Nous sommes arrivés ainsi à l'extrémité sud-ouest de la petite base du trapèze.

**EMPIÉTEMENT DE LA BORDURE SUR LE BORD DU MASSIF CENTRAL.** — Une droite allant du sommet du vallon de Font de Mai au village d'Allauch constituerait le côté sud-ouest du trapèze, mais cette ligne ne correspond à aucune dénivellation brusque ni à aucun accident tectonique rectiligne. Elle est virtuelle et ne marque que d'une manière approximative la limite entre la bordure et le Massif Central. En réalité, on observe, le long de ce côté du trapèze, un empiétement de la bordure sud-ouest sur le bord sud-ouest du Massif Central.

J'ai déjà décrit précédemment les terrains qui prennent part à cet empiétement et j'ai montré qu'ils appartiennent à une nappe inférieure à la nappe triasique, à une nappe constituée principalement par une série éocrétacée partiellement renversée. J'ai également indiqué déjà, pour chaque secteur, quels sont les terrains du Massif Central sur lesquels reposent ces terrains de la bordure. Il est peut-être utile de revenir encore une fois sur les relations tectoniques des deux séries et de préciser le tracé de la ligne de contact anormal qui les sépare et qui est la véritable limite entre le Massif Central et la bordure sud-ouest.

Entre la bergerie de Garlaban et le vallon de Passetemps l'empiétement de la série renversée de la bordure sur le bord sud-ouest du Massif Central atteint son maximum. Il se produit sur une largeur d'environ 1.300 m., distance horizontale entre le point le plus élevé atteint par la série dite renversée sur



les flancs du Massif Central et la ligne le long de laquelle cette série s'enfonce au sud sous l'Hettangien de la nappe triasique. L'érosion a laissé subsister un grand triangle de terrains renversés (Valanginien-Urgonien), qui s'appuie, à l'est et au nord, sur l'Hauterivien du Massif Central. Des hauteurs qui dominent le village de Garlaban on observe fort bien, par un éclairage convenable (le matin), la discordance angulaire, mécanique bien entendu, entre les bancs subhorizontaux de l'Hauterivien du Massif Central et les bancs inclinés au S.W. de l'Hauterivien renversé. Sur le côté nord-ouest du triangle, sur la rive gauche du vallon de Pasetemps, les deux Hauteriviens sont, par contre, séparés par un replat autrefois cultivé, constitué par les couches marneuses et calcaires du Turonien superposées à l'Hauterivien autochtone.

Sur la rive opposée du vallon, l'empiétement devient minime, il se réduit à une dalle de calcaires hauteriviens inclinée au S.W., qui repose, à l'est d'un vallon tributaire de celui de Pasetemps, sur le Turonien; à l'ouest de ce même vallon, sur l'Hauterivien, sur l'Urgonien ou sur le Turonien de la série autochtone du Massif Central, terrains qui plongent régulièrement au S.W.

À l'ouest de la gorge par où se déversent les eaux du vallon des Escaoupres, on voit maintenant s'intercaler, entre le Turonien autochtone et l'Urgonien de la série renversée, des calcaires grumeleux à Hippurites, que j'attribue au Santonien, contrairement à l'opinion de mes devanciers, qui les envisageaient comme turoniens. Ils constituent une bande d'abord assez large, puis plus étroite, que l'on peut suivre sans interruption, par Puynaou, jusqu'à 200 m. environ de l'endroit où, au S.W. du Jas de Moulet, la faille d'Allauch coupe le vallon de Saint-Roch.

On la voit ici se terminer en biseau avant d'atteindre le bord du Massif Central.

Ici encore la lame santonienne repose normalement sur les couches saumâtres du Turonien et plonge comme elles au S.W., s'enfonçant toujours, le long d'une surface de charriage, sous des calcaires urgoniens que nous avons attribués à la nappe dite renversée et qui plongent, eux aussi, au S.W., comme il a été dit précédemment. On a vu également que la grande largeur qu'atteignent les bandes de terrains éocrétacés à l'est d'Allauch est due au rejet brusque vers le S.W. des affleurements de la nappe triasique par l'accident transversal d'Eyraou. Dans tous les cas, on ne saurait l'attribuer à un empiétement des terrains de la bordure sur ceux du Massif Central, qui se serait effectué ici sur une plus grande largeur que plus à l'est.

TÉMOINS TURONIENS ET SÉNONIENS ET FAILLES INTERNES. — Si maintenant nous abordons l'étude du Massif Central lui-même, nous constatons tout de suite que la partie nord-est de ce massif est presque exclusivement constituée par le Valanginien et l'Hauterivien en couches subhorizontales, tandis que, dans la partie sud-ouest, des témoins de couches turoniennes et santoniennes ont échappé à la dénudation et forment en général de grandes dalles inclinées au S.W.

Nous remarquons en outre que, dans le sud-ouest du massif, une dalle plus ou moins épaisse d'Urgonien s'intercale entre l'Hauterivien et le Turonien et que, par contre, dans le centre, le Turonien du Thaoumé repose directement sur l'Hauterivien. On peut également observer, en divers points, entre l'Urgonien et le Turonien, une couche discontinue de bauxite, peu épaisse d'ailleurs.

Mais la disposition des couches n'est pas partout aussi régulière qu'il pourrait paraître au premier abord. Des failles verticales, déjà mentionnées par Gourret et Gabriel [*loc. cit.*], ont souvent ramené à la même altitude des couches d'âge différent. Il est donc nécessaire d'entrer dans plus de détails et de chercher à préciser davantage les allures de ces accidents.

Commençons cette description par le nord-ouest, en partant de l'Amandier, où nous conduit un bon chemin venant du sud-ouest, qui s'embranché sur la route d'Allauch au Logis-Neuf et qui traverse dans toute sa longueur le triangle des Cadets, dont il a été question au chapitre précédent.

La bastide de l'Amandier est encore située sur le Santonien à Hippurites. Sitôt que nous avons franchi la faille d'Allauch, nous tombons sur des bancs de calcaires blancs oolithiques, qui présentent, d'après les observations de M<sup>lle</sup> Pfender, les caractères habituels du Valanginien inférieur de la Basse-Provence. En nous élevant dans le vallon qui débouche près de la citerne des Amandiers, nous rencontrons, au-dessus de ce Valanginien, les alternances de barres calcaires et de couches marneuses qui caractérisent l'Hauterivien. Au sommet du vallon nous tombons sur le chemin qui s'élève du Jas de Palençon vers la grotte dite Baume-Sourne et qui suit ici, sur une certaine longueur, en raison de l'inclinaison des couches au S.W., le contact, marqué par un « hard ground », d'une des barres calcaires avec des couches marneuses assez fossilifères. Puis viennent encore plusieurs barres calcaires, toujours séparées par des couches marneuses, coupées au S.E. par une faille, dont il sera question plus loin. Pour rencontrer l'Urgonien, il nous faut suivre, en descendant, le chemin de Palençon et nous ne tardons pas à voir ce

terrain former une petite falaise surplombant notre chemin sur la gauche. Cet abrupt est le bord d'une dalle d'Urgonien inclinée au sud et limitée, dans cette direction, par l'affleurement d'une couche de bauxite, dont on rencontre également des restes dans des poches éparses à la surface de la dalle. Depuis Cante Perdrix jusqu'aux abords du Jas de Moulet, la bauxite forme un liséré étroit, qui sépare la falaise urgonienne d'un petit replat constitué par les affleurements du Turonien. Ceux-ci entourent complètement une butte-témoin, cotée 450,9 sur le Plan Directeur, constituée par les calcaires noduleux et les grès du Santonien. Le Turonien, représenté principalement par des couches saumâtres, s'enfonce au sud sous la lame de calcaires noduleux à Hippurites qui le sépare de l'Hauterivien de la série renversée.

La même succession se retrouve sur la rive sud-est du vallon de Puynaou, avec un développement plus considérable des calcaires spathiques intercalés entre les calcaires noduleux et les grès du Santonien. Ceux-ci forment le sommet de la butte cotée 458 m. et se trouvent ramenés au contact des calcaires noduleux du sommet de la Grande Tête Rouge, coté 512,8, par une faille verticale orientée S.W.-N.E. Dans son prolongement vers le N.E., cette faille, parfaitement rectiligne, fait buter les calcaires santoniens contre le Turonien, puis le Turonien contre l'Urgonien et finalement l'Urgonien contre l'Hauterivien.

Le compartiment qui se trouve au S.E. de la faille est donc formé des mêmes couches que celui qui vient d'être décrit, mais il est affaissé par rapport au précédent. On y retrouve le Turonien, représenté ici par des calcaires grumeleux et reposant, au nord, directement sur l'Urgonien, au sud, sur une mince couche de bauxite, dont les affleurements sont discontinus et qui disparaît entièrement sur la croupe située au sud de la Grande Tête Rouge.

L'Urgonien forme une surface déclive qui, s'élevant graduellement vers le N.E., aboutit à un éperon pointant vers le N.E., et se termine, au N. et au S.E., par des abrupts dominant le soubassement hauterivien.

Nous arrivons ainsi au col qui fait communiquer les ravins tributaires du vallon de l'Amandier avec le vallon des Escaoupres. Les bancs de l'Hauterivien, subhorizontaux au nord du col, sont inclinés, au sud, vers le S.W., de sorte que le torrent des Escaoupres est un cours d'eau conséquent. Sur ses berges on peut recueillir en grand nombre des fossiles hauteriviens. Le gisement est depuis longtemps classique. Vers l'aval, l'Hauterivien s'enfonce sous

l'Urgonien, dont les bancs traversent le ravin et forment, sur la rive est, une dalle inclinée au S.W., pendant de celle qui, sur la rive ouest, porte le témoin turonien et santonien de la Grande Tête Rouge. Elle porte, elle aussi, une butte témoin de Turonien, couronnée par un petit chapeau de calcaires noduleux à Hippurites. Je ne connais la bauxite qu'au pied sud de la butte, à l'est du chemin charretier qui conduit des Escaouprès aux Bellons. Sur ce même chemin, on voit le Turonien s'enfoncer au sud sous une dalle hauterivienne de la série renversée. Il en est de même à l'est du vallon des Bellons, mais ici le Turonien forme une simple « lèche », dont il a déjà été question plus haut (p. 64) et ne supporte aucun témoin de couches sénoniennes. Par contre, plusieurs lambeaux de bauxite s'observent à sa base, au contact de son substratum urgonien.

Il me reste à parler du plus important de tous les témoins santoniens conservés sur le soubassement hauterivien du Plateau Central. C'est le pic du Taomé (Thaume de la nouvelle carte au 1/50 000<sup>e</sup>), coté 658. Le Turonien, extrêmement réduit, repose ici directement sur l'Hauterivien. L'Urgonien a été enlevé lors des dénudations antécénomaniennes qui ont affecté la région. Le Santonien est représenté, à la base, par ses calcaires noduleux, au sommet, par des grès assez puissants et entièrement dépourvus de fossiles macroscopiques. La situation isolée de cette butte-témoin est due principalement à la présence de deux failles dirigées à peu près W.S.W.—E. N. E., légèrement convergentes vers l'est.

La faille septentrionale met le Santonien en contact direct avec l'Hauterivien et il en est de même de la faille méridionale, qui commence un peu au nord de l'éperon formé par la dalle urgonienne de la rive est des Escaouprès et qui se poursuit jusqu'à la grotte dite la Baume Sourne. Une autre faille, beaucoup moins importante, située dans son prolongement, s'observe plus au sud, en plein Hauterivien, non loin du puits du Tubé, à l'origine du vallon de Passetemps.

L'Hauterivien du Plateau Central culmine au Plan de l'Aigle, à la cote 730,3, qui est également le point le plus élevé de tout le massif. Les derniers témoins du Turonien dans la direction du nord-est sont situés à une faible distance de ce sommet, mais à une altitude sensiblement inférieure.

C'est ainsi que la butte des Pinsots, la butte située au sud du puits de l'Arroumi et celle qui se trouve au nord du Grand-Vallon atteignent respectivement les cotes de 668 m., de 681 m. et de 647,3 m. seulement. Aucune

de ces buttes n'est couronnée de Santonien, aucune ne présente, entre l'Hauterivien et le Turonien, de traces d'Urgonien ou de bauxite.

CHAPEAU DE GARLABAN. — Outre ces témoins de terrains postérieurs à l'Eocrétacé, qui constituaient sa couverture sédimentaire normale, le Plateau Central porte encore, vers son bord sud-est, une butte élevée, bien isolée, qui doit être envisagée comme un lambeau épargné par l'érosion d'un pli couché qui s'enracine plus à l'est. C'est le « chapeau de Garlaban », qui culmine à 710,6 m. On le gravit facilement par un bon sentier qui part de son pied nord-ouest, où aboutissent plusieurs chemins escaladant le plateau.

Le « chapeau » est comme posé sur les couches faiblement inclinées au S. E. ou subhorizontales du plateau, qui appartiennent à l'Hauterivien et sont très fossilifères au pied nord. Sur ce même bord on observe, sous les terrains qui forment le pic, une lame de calcaires spathiques incontestablement sénoniens.

Tout le versant ouest du « chapeau » est constitué par des calcaires gris clair, assez fortement redressés dans le bas, faiblement inclinés à l'W.N.W. vers le sommet. Collot et Marcel Bertrand les ont attribués au Valanginien, tandis que Gourret et Gabriel, ainsi que Fournier, ce dernier d'une manière dubitative, en font de l'Urgonien.

Je me rallie à cette deuxième interprétation, car nous avons recueilli, M<sup>lle</sup> Pfender et moi, en montant au sommet par le sentier, deux bons exemplaires d'une huitre que je rapporte à la variété *aquila* Brgt. d'*Exogyra latissima* Lamk., inconnue à ma connaissance dans le Valanginien et qui indiquerait plutôt la présence de l'Aptien, ou tout au plus de l'Hauterivien supérieur. Nous avons vu également, le long du chemin, des sections de Rudistes semblables à celles que l'on rencontre habituellement dans l'Urgonien.

Il est vrai qu'au microscope la roche n'a pas fourni de sections d'Orbitolines. M<sup>lle</sup> Pfender y a, par contre, rencontré des restes de *Diplopora Mühlbergi*. J'attribue d'autant plus volontiers les calcaires du versant ouest du « chapeau » à l'Urgonien qu'ils reposent incontestablement, à l'est du sommet, sur des calcaires hauteriviens. Marcel Bertrand considère cette superposition comme mécanique, mais les plongements qu'il attribue aux calcaires du « chapeau » ne sont pas ceux que nous avons observés et il a confondu en une masse unique deux Hauteriviens, celui du plateau et celui qui, à l'est, s'enfonce sous les calcaires du sommet, alors qu'en réalité la lame de cal-

caires spathiques sénoniens s'intercale entre les deux. L'Hauterivien qui affleure sur le versant ouest du « chapeau » ne correspond nullement à un synclinal couché ouvert au N.W., comme le figure Bertrand [1891, p. 11, fig. 7; 1899, p. 61, fig. 40]<sup>(1)</sup>. C'est au contraire le noyau d'un anticlinal couché, ouvert au S. E. La charnière de ce pli se voit très bien dans les calcaires du versant sud-ouest et j'ai pu la dessiner d'un point du plateau hauterivien situé au sud-ouest du Chapeau (fig. 19). Elle se voit encore mieux du ravin qui descend au sud vers Camoin (pl. D, 2).

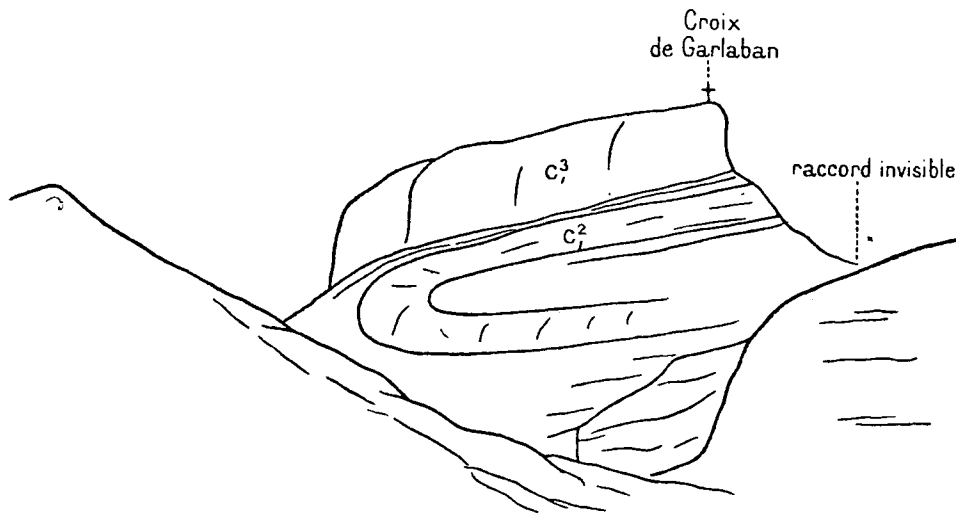


Fig. 19. — Vue schématique du versant sud de Garlaban, prise du col derrière Bec Cornu.

Les calcaires hauteriviens qui constituent cette charnière s'étendent à l'est jusqu'à un petit col que franchit le grand chemin venant du S. E. Ils forment même, à l'est de ce col, un lambeau minuscule séparé par l'érosion de la masse principale. Ils reposent sur l'Hauterivien du Massif Central par une surface mécanique très nette, inclinée au S. E., accompagnée d'un broyage intense. Les couches du soubassement plongent également au S. E., ainsi qu'on peut s'en assurer sur le chemin qui suit le vallon ou sur la crête qui limite ce vallon au sud. Vers le bas elles s'enfoncent sous le Valanginien ren-

<sup>(1)</sup> La coupe de 1899 est, « sauf une légère modification », la reproduction de celle de 1891. La modification, à laquelle Bertrand fait allusion, consiste dans l'adjonction d'une lame de Dolomies et d'une lame d'Aptien au-dessous et au-dessus de la lame de Trias supérieur. Ces deux termes n'existent ni l'un ni l'autre et n'ont été ajoutés après coup que pour mieux faire saisir l'interprétation du « chapeau » de Garlaban. En réalité, les Dolomies apparaissent seules à environ 500 m. plus au S.W., en un endroit où n'affleure ni le Trias ni l'Aptien.

versé qui forme la bordure du massif à partir du coude brusque décrit par le chemin qui vient des Gavots.

Le chapeau de Garlaban doit donc être considéré comme un lambeau de recouvrement découpé par l'érosion dans la région frontale d'un anticlinal couché, refoulé sur les terrains du Plateau Central.

L'absence de racine apparente de cet anticlinal m'avait tout d'abord donné à penser que le chapeau de Garlaban est un lambeau de recouvrement provenant d'une des nappes supérieures à la série autochtone du Massif Central, mais la découverte récente d'un anticlinal (pl. D, 1 et 4) déversé dans le même sens que celui du chapeau, mais affectant le Valanginien du socle du massif, m'a conduit à conclure, avec Marcel Bertrand, qu'il s'agit réellement d'un retournement du bord sud-est du Massif Central, auquel ont pris part à la fois le Valanginien et l'Hauterivien. Mais tandis que l'anticlinal valanginien, qui est à peine couché, ne présente pas de flanc inverse étiré, l'anticlinal hauterivien a progressé sur une surface de charriage correspondant à son flanc inverse étiré; il repose sur le flanc normal du synclinal correspondant, logé lui-même dans le repli synclinal du Valanginien.

RÉCAPITULATION. — Quelle que soit la profondeur à laquelle certains ravins ont entamé les terrains du Plateau Central, nulle part aucun terme antérieur au Jurassique supérieur n'a été mis à nu et nulle part on ne voit ces terrains reposer sur une unité tectonique sous-jacente. Dans tous les cas ils appartiennent à l'unité tectonique la plus profonde qui affleure dans la région et, bien que nous n'en possédions pas la preuve directe, nous sommes en droit de les considérer comme autochtones.

Ils présentent une succession et des facies sensiblement différents de ceux que nous avons observés dans la bordure et comprennent les termes suivants :

- 6° Santonien ;
- 5° Turonien saumâtre ou zoogène (sans Rudistes) ;
- 4° Bauxite. . . } dans la région sud-ouest seulement ;
- 3° Urgonien. . . }
- 2° Hauterivien ;
- 1° Valanginien.

A défaut des termes inférieurs de cette série, qui n'y affleurent pas, on rencontre dans les deux « triangles » des Cadets et des Mies, un Santonien en

tous points pareil à celui du Massif Central et l'on peut admettre qu'ils sont l'un et l'autre autochtones, bien que situés en dehors du Massif Central et qu'ils soient, en quelque sorte, incorporés dans la bordure.

On a vu que le Plateau Central est délimité, au nord-ouest et à l'est, par deux importantes failles verticales et rectilignes, qui se rencontrent sous un angle assez aigu, découpant une sorte d'éperon, qui coupe comme à l'emporte-pièce les terrains de la bordure. Sur le bord méridional, la limite est constituée tantôt par une faille verticale, tantôt par une surface de chevauchement, les terrains de la bordure débordant alors plus ou moins sur le Plateau Central. Cet empiètement est la règle sur le bord sud-ouest et ce sont alors des terrains de la série dite « renversée » qui reposent sur les terrains autochtones. Il n'y a aucune trace de faille verticale sur ce bord sud-ouest.

Cette particularité doit être attribuée à l'inclinaison générale vers le S.W. des terrains du Plateau Central. Le socle de ce massif est une vaste dalle hauterivienne présentant cette inclinaison.

Dans sa partie haute, vers l'éperon N.-E., l'érosion a fait disparaître entièrement les terrains plus récents. Dans le centre, elle a respecté plusieurs témoins du Turonien, qui, ici, repose directement sur l'Hauterivien. Dans sa partie basse, tous les termes moyens et supérieurs de la série sont représentés et l'ensemble s'enfonce au S.W., de telle sorte que c'est en général soit le Turonien, soit le Santonien qui supporte l'Urgonien ou l'Hauterivien de la nappe à terrains renversés.

Sur son bord sud-est le Massif Central a subi des poussées énergiques, qui ont donné lieu, au moins entre le nord du hameau de Garlaban et l'ouest de Négrel, à un retroussement de son bord qui se traduit par un pli couché déversé vers le N.W. Ce pli affecte les Dolomies de la région située au nord du Bec Cornu, le Valanginien et l'Hauterivien. La charnière synclinale est visible à l'entrée de la gorge du versant sud, en amont de la carrière de marbre, ainsi que près du coude du chemin qui monte des Gavots au pied du « chapeau ». Dans les deux cas elle affecte le Valanginien. La charnière anticlinale du pli n'est visible que plus au nord. Elle affecte le Valanginien ainsi que l'Hauterivien et constitue le « chapeau » de Garlaban. L'Urgonien n'existe plus que dans la région frontale du pli.

Enfin, des failles verticales, plus ou moins parallèles aux failles bordières, ont donné lieu, dans l'intérieur du massif, principalement dans la région sud-ouest, à des dénivellations, qui se traduisent dans la topographie.



## CHAPITRE X.

## CONCLUSIONS.

Le lecteur qui a lu avec une certaine attention les conclusions de chacun des chapitres consacrés à la description détaillée de notre région a certainement pu se former une opinion sur la tectonique d'ensemble du massif d'Allauch et il est fort probable qu'il est déjà arrivé à la conviction que ce massif et ses entours font partie d'un pays de nappes. Il a lu dans l'Historique (1<sup>re</sup> partie, p. 12) que telle avait été la première impression de Marcel Bertrand, bien que la notion des nappes manquât en 1888 de la précision qu'elle devait acquérir plus tard.

Il se souvient aussi que, peu après, abandonnant cette interprétation, Marcel Bertrand adoptait l'hypothèse d'un pli sinueux contournant le Massif Central, qu'à l'origine il avait envisagée, et que, dans un de ses derniers travaux, publié en 1899 [36], il revenait à sa première opinion et l'étayait au moyen d'arguments nouveaux. Le lecteur sait aussi que Fournier [9] adoptait dès le début l'hypothèse des plis sinueux, qu'il l'appliquait au massif d'Allauch et qu'à plusieurs reprises il y revenait dans ses polémiques. En raison de ces variations chez Marcel Bertrand et des divergences entre lui et son contradicteur, il est indispensable de réunir en un faisceau les preuves qui militent en faveur de l'hypothèse des nappes et d'exposer les raisons qui s'opposent de la manière la plus formelle à l'hypothèse d'un pli sinueux. Mais, pour ne pas donner à cette discussion le caractère d'un plaidoyer, je supposerai démontrée l'hypothèse des nappes superposées et je chercherai à reconstituer l'édifice primitif, tel qu'il devait exister immédiatement après le moment où le charriage s'était produit, avant qu'il eût été déformé par des dislocations ultérieures et avant que des dénudations récentes n'eussent fait disparaître, sur de grandes étendues, ses parties élevées.

L'hypothèse des nappes, telle qu'elle a été proposée jadis par Marcel Bertrand pour l'ensemble de la Basse-Provence et telle que je l'ai appliquée avec quelques modifications au massif de la Sainte-Baume [12], admet

l'existence de plusieurs grandes unités tectoniques, qui peuvent être groupées de la manière suivante :

- I. Série autochtone ;
- II. Série renversée ;
- III. Série charriée normale :
  - 1° Nappe triasique ;
  - 2° Nappe jurassique ;
  - 3° Nappe urgonienne.

Dans la région qui nous occupe, on retrouve non seulement les trois grandes séries de Marcel Bertrand, mais également les trois nappes secondaires que j'ai distinguées, il y a déjà dix ans, dans la série charriée normale de la Sainte-Baume. Je vais passer en revue successivement ces diverses unités tectoniques, en indiquant, pour chacune d'elles, son extension actuelle et la distribution dans l'espace de ses tronçons et je donnerai également, pour chacune d'elles, les caractères stratigraphiques des terrains qui prennent part à sa constitution. Contrairement à ce que j'ai fait dans l'étude analytique, je suivrai dans ce résumé l'ordre ascendant, c'est-à-dire que je commencerai mon exposé par la série la plus basse, la série autochtone, pour terminer par les nappes les plus élevées.

A la SÉRIE AUTOCHTONE appartient, par définition pourrait-on dire, la totalité du Massif Central, à l'exception de ce que j'ai appelé les « empiétements », nappes poussées ou plis couchés déversés sur la partie méridionale de ce massif et que j'ai rattachés à une unité tectonique plus élevée. On ne voit nulle part les terrains qui le constituent reposer en superposition anormale sur des terrains plus récents ou sur des terrains de même âge mais de facies différents. Sauf sur le bord est, où un retroussement de la série a donné lieu au pli couché de Garlaban, nulle part les couches du massif ne sont affectées de plissements donnant lieu à des répétitions; elles sont, en général, horizontales ou faiblement inclinées; par contre, elles sont comme hachées de failles. On a vu que, partout où le bord du Massif Central n'est pas recouvert par des « empiétements », des failles verticales, rectilignes sur de grandes longueurs, constituent sa limite externe et font buter ses couches contre des terrains appartenant à d'autres unités tectoniques. Ce n'est que sur le bord

nord-ouest que le contact par faille a lieu avec des terrains identiques à ceux du Massif Central. C'est pourquoi Marcel Bertrand a attribué à la série autochtone les compartiments qu'il a désignés sous les dénominations de « triangle des Cadets » et de « triangle des Mies » et qui sont situés en dehors du massif. L'examen stratigraphique détaillé de ces « triangles » a entièrement confirmé cette conclusion. Il ne peut y avoir aucun doute que les terrains des deux « triangles » se soient primitivement trouvés en parfaite continuité avec ceux du Massif Central.

Par contre, la certitude est bien moindre en ce qui concerne l'attribution à la série autochtone du massif dolomitique de la Salette, que Marcel Bertrand considérait comme faisant partie de la série renversée. Son autochtonie résulte de ce que l'on ne connaît nulle part, sous les Dolomies néojurassiques, de terrains que l'on puisse assimiler à une unité tectonique plus profonde. Les doutes proviennent de l'absence de toute continuité avec la série autochtone du Massif Central. Les ressemblances sont grandes, toutefois, entre les Dolomies qui forment le substratum naturel du Crétacé inférieur sur le bord sud du massif et les Dolomies de la Salette. On sait également qu'elles supportent, dans un cas comme dans l'autre, des terrains appartenant à la série renversée, c'est-à-dire à la nappe qui, dans toute la Basse-Provence, repose directement sur l'Autochtone. La fenêtre où reparaissent les Dolomies, à l'est des Douces, doit évidemment être interprétée de la même manière que le massif de la Salette.

On pourrait, enfin, attribuer à la série autochtone, les marnes hauteriviennes fossilifères qui, au nord de la Treille et à l'est du Four, sur la rive orientale du vallon, supportent l'Aptien charrié. La ressemblance est frappante avec les marnes de même âge du vallon des Escaouprès.

Si les pointements dont il vient d'être question appartiennent réellement à la série autochtone, il est rationnel d'admettre que les termes supérieurs de cette série ont été enlevés par des érosions antérieures au charriage. Sur l'espace qui est devenu le massif de la Salette, la dénudation a fait disparaître tous les terrains postérieurs aux Dolomies néojurassiques et l'on est en droit de supposer que les nappes ont cheminé sur un substratum déjà profondément entamé.

La série stratigraphique autochtone se compose des termes suivants :

- 1° Dolomies néojurassiques, sans intercalations calcaires ( $j_m^d$ ) ;
- 2° calcaires blancs à Clypéines et calcaires oolithiques ( $jc$ ) ;

- 3° calcaire oolithiques alternant avec des marnes sans fossiles ( $c^1$ );
- 4° marnes à faune hauterivienne avec intercalations de barres de calcaires spathiques gris ( $c^2$ );
- 5° urgonien ( $c^3$ );
- 6° bauxite (B), reposant soit sur l'Urgonien soit sur l'Hauterivien;
- 7° Turonien saumâtre ou en plaquettes rousses ( $c^3_{\#}$ );
- 8° calcaires noduleux ou compactes à Hippurites ( $c^2_{\#}h$ ), surmontés de calcaires spathiques ou de grès ( $c^{2sp}_{\#}$  et  $g$ );
- 9° calcaires marneux noirs avec fossiles à tests blancs, avec *Ostrea gallo-provincialis* ( $c^{3a}_{\#}$ ).

On remarquera, dans cette succession, l'absence totale de tout représentant de l'Aptien, de l'Albien et du Cénomaniens, termes qui existent dans les unités tectoniques de la région.

Par anticipation je ferai remarquer que cette série stratigraphique est très analogue à la série autochtone du massif de la Sainte-Baume et à celle du pourtour du bassin de Faveau.

La SÉRIE RENVERSÉE est très réduite dans l'ouest de la région. Sur les bords du massif de la Salette, elle comprend exclusivement : 1° le lambeau d'Aptien et d'Urgonien superposé aux Dolomies à l'extrême-pointe occidentale de leur affleurement; 2° le lambeau d'Aptien à Orbitolines des Romans, formant une lame intercalée entre les Dolomies néojurassiques et l'Hettan-gien sur le bord méridional du massif; 3° la lame de marnes aptiennes intercalée entre les deux mêmes terrains, en face de Comte, également sur le bord méridional.

Au nord-est de la Treille, la série renversée acquiert brusquement une grande importance. On a vu qu'elle est repliée en voûte et qu'elle comprend ici l'Aptien, l'Urgonien partiellement étiré, l'Hauterivien et le Valanginien en succession inverse. Le Valanginien forme le flanc méridional de la voûte, il culmine au point 387,2, mais ne s'étend pas au delà et manque sur le flanc septentrional. L'Hauterivien, par contre, peut être suivi au nord-est sur le flanc du Massif Central, sur lequel il s'applique, reposant soit sur le Turonien soit sur l'Hauterivien de la série autochtone. Le même « empiétement » s'observe sur la rive ouest du vallon de Passetemps.

Or, comme l'Hauterivien, qui, ici aussi, est refoulé sur le Turonien autochtone, est en parfaite continuité avec celui qui constitue la base des collines d'Allauch, il en résulte que tous les « empiétements » sur le bord sud-ouest du Massif Central appartiennent à la série dite renversée, contrairement à l'opinion de Marcel Bertrand, d'après laquelle ces collines constitueraient le bord retroussé de la série autochtone. J'ai montré que l'on peut suivre, depuis la faille d'Allauch, qui limite au N.W. le Massif Central, jusqu'au débouché du vallon des Escaouprès, une bande de Valanginien formant le noyau d'un anticlinal, dont le plan axial est incliné au S.W. et dont le flanc normal est constitué par l'Hauterivien, les Calcaires blancs et les Dolomies néojurassiques en succession renversée<sup>(1)</sup>. L'un ou l'autre de ces termes peut manquer par étirement, l'Hauterivien peut apparaître deux fois. Les Dolomies, en lambeaux tout à fait discontinus, constituent le noyau synclinal du pli. Le flanc normal du synclinal est entièrement absent.

Mais retournons vers l'est. L'« empiétement » prend fin non loin de la bergerie de Garlaban. En revanche nous abordons une nouvelle région, où la série renversée prend part, sur une grande largeur, à la constitution de la bordure. Cet élargissement est dû au fait singulier que la série renversée Aptien supérieur—Aptien inférieur—Urgonien—Calcaires Blancs—Dolomies néojurassiques se rencontre deux fois, en deux imbrications, dont la plus septentrionale est refoulée sur les Dolomies du bord sud du Massif Central. Les terrains qui entrent dans la composition de cette double série renversée sont d'ailleurs essentiellement discontinus et ont subi des laminages intenses. Les deux lames urgoniennes sont toutes deux étirées en chapelet. L'un ou l'autre terme de l'Aptien, le Valanginien peuvent manquer. L'Hauterivien, particularité curieuse, fait partout entièrement défaut.

Les deux séries renversées se relaient en quelque sorte. La plus méridionale s'étend du haut du vallon de Font de Mai jusqu'à Camoin, l'autre peut être suivie de la Bergerie jusqu'au delà de la carrière de marbre des Gavots. L'une et l'autre se terminent en biseau à leurs deux extrémités.

Au delà des Gavots on ne trouve plus, dans la bordure du Massif Central, la moindre trace de la série renversée.

<sup>(1)</sup> [Si l'on restitue ici la série stratigraphique telle qu'elle se présente en réalité à Allauch: Dolomies et Calcaires blancs néo-jurassiques, Marnes vertes et Calcaires Valanginiens, Hauterivien, Urgonien, en succession inverse, on se trouve en présence d'un flanc renversé en tous points semblable à celui qui constitue la crête de la Sainte-Baume (J. Pf.)]

De même, sur le Massif Central lui-même, on ne rencontre, en dehors des « empiétements », aucun lambeau qui puisse être considéré comme un témoin d'une ancienne couverture, formée par la série renversée.

Au nord de la grande faille qui limite au nord-ouest le Massif Central, on retrouve pourtant, s'appuyant au sud-est sur le Sénonien autochtone du triangle de Font-de-Mulle, un lambeau de terrains identiques à ceux de la série renversée, qui est recouvert sur trois de ses côtés par les nappes supérieures. La succession de ces terrains, Dolomies-Urgonien-Aptien, n'est réellement renversée que sur la rive ouest du vallon des Trois-Fonts. L'Aptien n'est bien caractéristique que dans la partie nord des affleurements de l'étage, où l'on rencontre son terme supérieur avec le « faciès Fontdouille », en tous points semblable à celui du hameau de Garlaban, dans l'imbrication méridionale de la bordure sud-ouest.

Il est évidemment tentant d'attribuer le lambeau des Trois-Fonts à la même nappe que la série renversée située au sud du Massif Central et d'admettre la continuité primitive de ces deux éléments au-dessus du massif. On pourrait supposer que le lambeau septentrional est sans racines et qu'il s'est détaché des imbrications méridionales grâce à un étirement complet de la nappe à son passage par-dessus le Massif Central. Mais le problème n'est pas aussi simple et ne pourra être abordé utilement que lorsque nous aurons étudié la série renversée du versant septentrional de la Nerthe et de l'Étoile, qui comprend, elle aussi, de l'Aptien à faciès Fontdouille.

J'ai donné, dans un travail antérieur [12, p. 181], le nom de NAPPE TRIASIQUE à la partie inférieure d'une puissante série charriée, où les terrains qui entrent dans sa composition se présentent en général en succession normale. Il y a cependant à cette règle des exceptions et nous allons en rencontrer une, dont l'importance théorique est très grande, à la base de la nappe inférieure, dans certaines régions.

Dans la partie occidentale du massif de la Salette, la nappe triasique se présente dans des conditions extrêmement simples. On n'y rencontre le plus souvent que les trois étages du Trias. L'inférieur est peu développé, les calcaires mésotriasiques forment des dômes plus ou moins complexes au milieu d'affleurements des marnes rouges gypsifères et des cargneules néotriasiques. Le Rhétien et l'Hettangien ne sont conservés qu'en lambeaux peu étendus. Tous ces termes se succèdent dans l'ordre stratigraphique normal. Nulle part, si ce n'est sur son bord septentrional, la nappe ne laisse voir son substratum,

mais, au pied de l'éperon d'Allauch, on peut observer la superposition directe du Trias supérieur aux terrains de la série renversée et l'on rencontre en quelques points, au contact, une brèche de friction, avec éléments broyés mais non étirés, empruntés aux deux termes qui se trouvent en contact mécanique.

A l'est de la plaine qui sépare le massif de la Salette de l'éperon d'Allauch, les éléments qui constituent la nappe triasique se présentent dans des conditions tout à fait différentes. Tantôt ils se succèdent tous dans l'ordre inverse de la série stratigraphique normale; tantôt l'on observe cette série inverse sous la série normale, qui ne comprend d'ailleurs ici que le Trias moyen et supérieur. Ce deuxième cas est réalisé notamment dans les collines situées entre les Acates et la Salette (fig. 2) et à l'est d'Aquo de Botte; le premier, entre la branche occidentale du vallon des Quatre-Saisons et les Lyonnaises (fig. 6 a), puis au nord de Montespín et au nord du Four (fig. 4), où la série normale est remplacée par le Sannoisien transgressif ou par une nappe plus élevée.

A l'est des Lyonnaises, la série normale reparait au-dessus de la série renversée et il est manifeste que nous avons affaire ici à un pli déversé au nord, avec flanc inverse constitué par l'Hettangien et le Rhétien en succession inverse, noyau formé par le Trias supérieur et flanc normal comprenant le Rhétien et l'Hettangien en succession normale. Plus à l'est, au delà du Jas de Fontainebleau, le noyau reste caché en profondeur et les couches hettangiennes des deux flancs se soudent temporairement en une masse unique. Le noyau triasique, flanqué de deux lames de Rhétien, reparait à Rampal (fig. 6 d), entre deux zones d'Hettangien et l'on voit même apparaître, au sud de la plus méridionale, quelques lambeaux de Lias à silex. Au N. E. du vallon de Font de Mai, la nappe triasique s'égrène en chapelet. Le Trias supérieur forme une bande extrêmement étroite et tout à fait discontinue, accompagnée de quelques lames très courtes de Trias moyen, d'Hettangien et de Lias à silex.

Après une disparition momentanée, les affleurements de la zone triasique reparaissent au sommet du ravin le plus méridional de ceux dont la réunion forme le vallon de Favari. On rencontre d'abord une étroite lame de Trias supérieur, qui s'appuie directement sur le Valanginien du Massif Central; puis une bande d'Hettangien, que l'on suit sur une longueur d'environ 500 m et qui est, à son tour, en contact avec le Valanginien. Cet Hettangien appartient au flanc normal d'un synclinal liasique, dont le noyau est formé de Bathonien marneux et dont le plan axial est incliné au S. E. Sur le Lias du

flanc inverse est refoulée une série normale, comprenant le Trias moyen, le Trias supérieur, le Rhétien et l'Hettangien. On rencontre donc, en superposition, dans le haut du vallon de Favari, deux séries comprenant chacune le Trias supérieur et l'Hettangien en succession normale. La nappe triasique se divise ici, à l'est du pli de Garlaban, en deux imbrications superposées. Ce fait est à rapprocher du dédoublement de la série renversée que j'ai signalé plus au sud-est; il est d'une importance capitale et nous fournira l'explication de certaines particularités de la bordure nord-ouest.

L'imbrication inférieure et le synclinal liasique qui l'accompagne ne dépassent pas au nord le sommet du ravin N.-S. qui va rejoindre le vallon de Favari et c'est désormais l'imbrication supérieure qui est en contact direct avec le Valanginien du Massif Central. Jusqu'au Grand Vallon elle ne comprend que du Trias supérieur, mais, à la hauteur de Lascours, ce terme est compris entre deux lames de calcaires mésotriasiques et occupe donc l'axe d'un synclinal (fig. 14). On peut le suivre jusqu'au col du Marseillais.

Sur la série autochtone du Massif Central on n'a rencontré jusqu'ici qu'un seul témoin de la nappe triasique qui recouvrait vraisemblablement une grande partie du massif. C'est le lambeau de recouvrement hettangien du Jas de Moulet, superposé directement au Santonien, sans aucune intercalation d'Aptien qui pourrait faire songer à la présence d'un rudiment de la série renversée.

Par contre, la nappe triasique prend un très grand développement dans la bordure nord-ouest du Massif Central, où elle forme le plateau de Pichauris. Le Trias moyen, le Trias supérieur, le Rhétien, l'Hettangien et, quelquefois, le Lias à silex s'y présentent en succession normale. Par suite d'étirements, certains termes de la série peuvent manquer soit à la base, soit au sommet. C'est ainsi qu'à l'ouest des Trois Fonts, l'Hettangien repose directement sur l'Aptien. Le substratum de la nappe apparaît encore en d'autres points, dans quelques petites fenêtres, mais il est constitué alors par du Lias à silex, par du Bathonien, voire par des calcaires mésojurassiques. Ces terrains peuvent se présenter soit en succession normale, soit en succession inverse et ils semblent appartenir, non à la série renversée, comme le voudrait Marcel Bertrand, mais à la même unité tectonique que l'imbrication inférieure du haut du vallon de Favari. En tous cas la série triasique et liasique normale de Pichauris correspond à l'imbrication supérieure et il ne peut guère y avoir de doute qu'elles appartiennent l'une et l'autre à une même nappe, qui devait s'étendre primitivement par-dessus tout le Massif Central. La continuité a été détruite par la



dénudation du massif et elle est masquée, au nord et à l'est, par la présence de nappes plus élevées. Il y a lieu, toutefois, de faire remarquer l'absence de la nappe triasique à la base de ces nappes supérieures, dans le massif de Peypin.

La nappe triasique se retrouve, par contre, aux environs de l'Amandier sous la forme d'une lame de Trias supérieur fortement laminé, intercalée entre l'Autochtone et les Dolomies de la nappe jurassique.

Il n'y a rien de particulier à dire des facies qu'affectent les terrains de la nappe triasique, car ces terrains ne se rencontrent ni dans les unités tectoniques sous-jacentes ni dans les nappes supérieures de la région étudiée dans la présente Monographie. Ce n'est d'ailleurs pas le lieu de comparer les dépôts triasiques et liasiques du massif d'Allauch avec ceux des régions voisines.

La NAPPE JURASSIQUE, qui, dans les cas où aucun de ses termes n'a disparu par étirement, correspond à toute la série qui va du Lias à silex à l'Hauterivien, n'est représentée, sur les bords du massif de la Salette, que par l'unique lambeau de Calcaires Blancs, superposé, au nord d'Aquo de Botte; à une lame d'Hettangien. A l'est de la Treille elle est plus complète et comprend les Dolomies néojurassiques, les Calcaires Blancs et l'Hauterivien. Ce terme supérieur prend un développement considérable et atteint une grande épaisseur dans la Colle Noire, ou Ruissatel, qui en est entièrement formée.

Dans la bordure sud-ouest du massif d'Allauch, on rencontre, entre Eyraou et Montespin, une série comprenant les Dolomies, les Calcaires Blancs et l'Hauterivien en succession normale, superposée au Trias supérieur de la nappe sous-jacente. Plus à l'est, les Dolomies sont seules représentées. Entre Ruissatel et Font de Mai, la série se complète par l'apparition du Bathonien marneux, recouvert directement par les Dolomies. Mais l'Hauterivien manque désormais. Entre Font-de-Mai et Camoin, où la nappe triasique est déjà si réduite, la nappe jurassique est entièrement étirée. Elle reparait aux Gavots, où l'on observe une série normale comprenant l'Eojurassique marneux, les calcaires mésojurassiques, les dolomies et les calcaires néojurassiques<sup>(1)</sup>. Au nord

<sup>(1)</sup> [La limite entre la série triasique et la série jurassique a été placée précédemment (p. 93) à la base des calcaires mésojurassiques, qui sont, au nord des Gavots, superposés au Bathonien.

Par contre, il a été dit plus loin (p. 100) que la surface de discontinuité qui sépare ces deux mêmes unités tectoniques se trouve entre l'Hettangien ou le Trias supérieur et le Bathonien.

Ici enfin, l'Eojurassique marneux est également rattaché à l'unité supérieure, la nappe jurassique.

Dans le schéma tectonique (Carte II) on a pris un moyen terme qui indique la continuité des deux séries en ce point de la bordure sud-est. (J. Pf.)

du vallon de Favari la nappe jurassique n'est plus représentée que par une lame discontinue, d'épaisseur très variable, de Dolomies.

Dans le massif de Pierrescas, on observe de nouveau sur le bord ouest, au-dessus du Trias du col du Marseillais, une série normale, allant du Bathonien marneux aux Calcaires Blancs. Au nord de l'éperon par quoi se termine au nord-est le Massif Central, les Dolomies s'étirent et la nappe n'est plus représentée que par l'Eojurassique et le Mésojurassique, intercalés entre l'Hettangien et l'Urgonien. Sur le bord est du massif on voit reparaître, sur les deux rives de l'Huveaune, les Dolomies, les Calcaires Blancs et l'Hauterivien. Fait singulier, en face de la gare d'Auriol, on observe au-dessus de ce dernier terme et sous l'Urgonien, dans une sorte de fenêtre, une récurrence de Dolomies, indiquant l'existence, dans la nappe, de replis ou d'imbrications.

Dans le massif de Peypin, la nappe jurassique est constituée, dans l'est, par des lambeaux de calcaires lusitaniens ou kiméridgiens, superposés, à l'exclusion de tout autre terme, à l'Oligocène; dans l'ouest, par le Bathonien marneux, directement recouvert par les Dolomies.

La nappe jurassique prend une part importante à la constitution de la bordure nord-ouest du Massif Central. La limite inférieure est marquée par une surface de discontinuité, le long de laquelle le Bathonien marneux repose directement sur l'Hettangien de la nappe triasique, sauf en quelques points où des lambeaux de Lias à silex ont échappé à l'étirement. Si l'on fait abstraction de la faille du Teisset, la continuité du Bathonien marneux est parfaite sur tout le pourtour du demi-cercle formé par la fenêtre des Mies et par la dépression de Pichauris. A l'ouest de cette dernière, la nappe est constituée par une série normale, allant du Bajocien à l'Urgonien, absolument concordante et continue avec la série qui forme la chaîne de l'Étoile.

Parmi les terrains qui prennent part à la composition de la nappe jurassique, les plus élevés seuls se rencontrent également dans d'autres nappes de la région. Mais ceux-ci, à partir des calcaires mésojurassiques, ne diffèrent guère, par leurs faciès, des terrains de même âge représentés dans la nappe triasique, dans la série renversée ou dans l'Autochtone. L'Hauterivien possède les mêmes caractères dans ces trois unités tectoniques; tout au plus pourrait-on dire qu'il est beaucoup moins fossilifère dans la nappe jurassique.

La NAPPE URGONIENNE, enfin, est plus ou moins bien individualisée suivant les secteurs.

On n'en connaît aucun lambeau sur le pourtour du massif de la Salette.

Elle apparaît à la Treille, sous la forme d'une lame d'Urgonien reposant en discordance sur les Calcaires Blancs, qui se poursuit sans discontinuité vers l'est, sur le bord méridional de la Colle Noire, où elle présente un plongement bien différent de celui de l'Hauterivien sous-jacent, ce qui permet de conclure à un décollement des deux formations. A l'est de la Colle Noire et jusqu'à Gratiane, cette lame est en contact direct soit avec les Dolomies soit avec le Bathonien marneux. A sa base on observe, en certains points, une remarquable brèche de dislocation.

Après une courte interruption, la nappe reparait au delà du vallon de Font de Mai, mais, par suite d'un étirement à la base, elle n'est représentée que par ses termes supérieurs, le Cénomaniens, le Turonien et les poudingues bégudiens.

Au N. E. de la ferme de Camoin et jusqu'aux Gavots, l'Aptien apparaît au-dessous du Cénomaniens avec ses deux termes, mais l'Urgonien est étiré et ce n'est que plus à l'est qu'il reparait, tandis que l'Aptien a disparu à son tour, sans doute pour des raisons stratigraphiques. Le Cénomaniens n'existe plus que dans les collines à l'ouest de Négrel, superposé directement à des lambeaux d'Urgonien.

Dans toute la région de Lascours, la nappe urgonienne est entièrement masquée par les calcaires lacustres sannoisiens et il est probable que les érosions antéoligocènes l'ont en grande partie détruite. Elle reparait, par contre, avec un grand développement, dans le massif de Pierrescas, qui est presque entièrement constitué par l'Urgonien. On a vu plus haut (p. 96) que ce terrain repose en discordance mécanique sur des termes très variés. On le retrouve encore dans l'ouest du petit massif de Peypin.

Après une longue interruption, l'Urgonien reparait au nord-ouest du massif d'Allauch, sur le bord méridional du massif de l'Etoile et il forme, au sud de la route nationale, la dalle des Maurins. Mais, ici, il repose en concordance parfaite sur son substratum normal, l'Hauterivien, lui-même concordant avec le Valanginiens et le Néojurassique. La nappe jurassique et la nappe urgonienne se confondent donc en une nappe unique<sup>(1)</sup>.

Il en est exactement de même au sud de l'Huveaune, où l'on n'observe, du

<sup>(1)</sup> [Non loin de là, on peut également rétablir la succession de ces unités avec la série renversée qui forme l'éperon d'Allauch; les terrains qui constituent cette dernière reposent, au nord de la faille, sur l'autochtone des Cadets, le long duquel se trouvent, au nord, les lambeaux de Trias conservés entre les cassures, à la base de la série jurassique et urgonienne des Maurins. (J. Pf.)]

Jurassique à l'Aptien supérieur, aucune lacune et où la lacune qui sépare ce dernier terme du Cénomarien est purement stratigraphique, comme dans la région toulonnaise. On n'observe, dans toute la série normale qui constitue la chaîne de Carpiagne et de Saint-Cyr, aucune surface de charriage et c'est tout au plus si l'on peut attribuer à un phénomène d'étirement les particularités que présente, entre Cassis et les Jeannots, le contact du Cénomarien inférieur et du Cénomarien supérieur. Les facies qui caractérisent cette série ne diffèrent en rien de ceux que l'on rencontre dans la bordure sud-est et dans la bordure nord-ouest du massif d'Allauch. L'absence de l'Aptien entre l'Urgonien et le Cénomarien, que l'on observe au N. E. des Gavots et dans la dalle des Maurins, se retrouve plus à l'est, sur le bord méridional de la Sainte-Baume, dans une zone tectonique qui, pour des raisons de continuité, doit être identifiée avec la nappe urgonienne du massif d'Allauch. Sans faire encore intervenir cet argument tiré de la continuité, qui ne pourra être invoqué que dans une des monographies suivantes, on peut donc conclure, en se basant sur des arguments de facies, que la nappe urgonienne du massif d'Allauch appartient à la même unité tectonique que la chaîne de Carpiagne et de Saint-Cyr. La continuité qui existait certainement entre les deux masses a été supprimée par la transgression oligocène. On peut également s'appuyer sur des raisons stratigraphiques pour affirmer la continuité primitive entre la nappe jurassique de la bordure du massif d'Allauch et le Jurassique de Carpiagne.

Quant à la nappe triasique, on ne rencontre nulle part, au sud de l'Huveaune, de terrains de l'âge de ceux qui la constituent, de sorte que, dans ce cas, l'argument stratigraphique ne peut nous guider dans la recherche de la racine.

\*  
\* \*

On ne peut guère douter que la racine de la nappe triasique se trouve en avant ou plus exactement au-dessous des racines de la nappe jurassique et de la nappe urgonienne, c'est-à-dire sous la chaîne de Saint-Cyr et de Carpiagne. Il s'agit bien entendu ici des *racines apparentes* de ces nappes, autrement dit des « parties situées au sud de la ligne le long de laquelle la surface de charriage s'enfonce au-dessous du niveau de la mer » (voir 1<sup>re</sup> Partie, p. 294). Il ne semble pas que, contrairement à ce qui a lieu dans la bordure méridionale du massif d'Allauch, chacune des nappes de la série normale soit limitée à la base

par une surface de charriage. Il est infiniment probable que, de même qu'il n'existe, dans la chaîne de Saint-Cyr, aucune surface de contact anormal dans toute la série qui va du Jurassique inférieur au Turonien, dans le soubassement de la chaîne, le Trias supporte normalement et sans décollement important le Lias et le Jurassique. La série charriée normale ne correspondrait, dans le sud, qu'à une nappe unique, dont la *racine vraie* aurait son emplacement dans une région aujourd'hui recouverte par les eaux de la Méditerranée.

J'ai insisté plus haut sur la présence, à la base de la nappe triasique, d'une série comprenant le Trias supérieur, le Rhétien et l'Hettangien en succession inverse. Cette constatation conduit à assimiler toute la série normale au flanc normal d'un anticlinal couché, dont le flanc inverse est représenté par les trois termes en série renversée. Le plan axial de l'anticlinal ne se confond donc pas ici avec le plan de charriage; celui-ci se trouve le plus souvent à la base de l'Hettangien renversé et sépare ce terme de la « série renversée » proprement dite. Quant à cette unité tectonique — si l'on fait abstraction des accidents secondaires qui l'ont affectée — on peut l'attribuer, elle aussi, au moins partiellement, à ce même flanc inverse de l'anticlinal couché. Elle comprendrait les terrains primitivement les plus élevés de la série entrant dans la composition de ce flanc inverse.

D'autres parties de la « série renversée » doivent être envisagées comme le synclinal adjacent au nord à l'anticlinal couché. Elles forment les « empiétements » et sont refoulées directement sur l'Autochtone.

Elles complètent le « pli couché » classique. Or c'est précisément par l'hypothèse d'un grand pli couché que Marcel Bertrand, dans son mémoire sur le massif d'Allauch [16], et Fournier expliquent les particularités tectoniques du pourtour du massif. Les faits que j'ai exposés dans ce fascicule et que je viens de résumer ne laissent aucun doute sur l'existence de ce pli, mais ils montrent d'autre part avec évidence qu'il recouvrait la totalité du massif.

On retrouve, en effet, dans la bordure septentrionale, la nappe triasique, très complète dans la région de Pichauris, très rudimentaire dans celle de l'Amandier. On y retrouve aussi la nappe jurassique et la nappe urgonienne, réunies en une série tectonique unique.

Par contre, on n'observe nulle part, au nord du massif, la moindre trace de charnière anticlinale à concavité tournée au nord et rien ne permet de

supposer ici les poussées dirigées vers le sud, que l'on devrait admettre dans l'hypothèse du pli sinueux.

La tectonique des environs de Pichauris nous a montré la continuité, en ce point, de la nappe triasique et réduit à néant l'hypothèse formulée par Fournier de deux anticlinaux qui s'affrontent par leurs charnières.

L'étirement de la nappe triasique entre la Rouvière et le col du Marseillais et dans le massif de Peypin est un phénomène local, qui ne contredit en aucune façon l'hypothèse de la continuité primitive.

L'absence de toute trace de la série renversée proprement dite sur le Massif Central a peut-être une autre signification. Malgré la présence de l'Aptien à facies Fontdouille dans la fenêtre des Trois Fonts, on peut se demander si la série renversée a réellement escaladé le Massif Central et si elle s'est étendue sensiblement plus au nord que ne l'indiquent ses affleurements actuels. Dans la négative il y a lieu de rechercher un obstacle qui se serait opposé à sa progression vers le nord et la présence de cet obstacle est d'autant plus vraisemblable que l'on constate, entre Rampal et les Gavots, un dédoublement de la série renversée, grâce à l'apparition d'un plan de poussée secondaire, comparable aux *minor-thrusts* des Highlands d'Écosse. Le dédoublement de la nappe triasique au N.W. du château Favari est un phénomène de même ordre et peut être attribué aux mêmes causes. Mais ici la poussée semble avoir agi vers le N.W. et non vers le N.

C'est le moment maintenant de revenir sur un important accident dont on observe des vestiges dans l'intérieur du Massif Central, non loin de son bord sud-est. J'en ai longuement parlé plus haut, c'est le pli couché de Garlaban. J'ai donné les raisons qui interdisent de l'envisager comme un lambeau de recouvrement appartenant à une nappe supérieure et j'ai montré qu'il s'agit d'un retroussement de l'Autochtone sous l'action d'une poussée dirigée vers le N.W., comme celle qui a donné lieu au dédoublement de la nappe triasique.

On sait que Marcel Bertrand a également envisagé les empiétements de la série renversée sur le Massif Central, entre Allauch et la Bergerie de Garlaban, comme un retroussement de l'Autochtone et qu'il les attribue — à tort, comme je l'ai montré — au même accident que le pli de Garlaban <sup>(1)</sup>. L'axe

<sup>(1)</sup> Si cette manière de voir de Bertrand était justifiée, elle constituerait, en faveur de la théorie du pli sinueux, un argument assez sérieux.

du synclinal qui affecte les terrains de la série renversée empiétant sur le Massif Central est dirigé à peu près N.W.—S. E. Il est donc dû à une poussée agissant du S.W. vers le N. E., grossièrement perpendiculaire à celle qui a donné lieu aux dislocations du bord sud-est. Si l'on admet que, dans la région intermédiaire, le Massif Central a joué le rôle de môle résistant faisant obstacle à la propagation des poussées tangentielles, on se rend très bien compte de la déviation qu'ont dû subir, de part et d'autre d'un éperon obtus, ces poussées qui, plus au sud, sont en général dirigées du sud au nord.

Les difficultés de détail sur lesquelles je viens d'attirer l'attention du lecteur ne modifient en rien l'idée fondamentale d'un grand pli couché, déversé sur l'Autochtone du Massif Central.

\*  
\* \*

Le moment est venu maintenant de chercher à reconstituer les zones de sédimentation correspondant à telle ou telle partie du pli. A cet effet je me servirai d'une méthode très répandue aujourd'hui, que j'ai été un des premiers à préconiser, celle du *déroulement des nappes*, qui consiste à replacer par la pensée les différentes parties du pli dans leur position primitive.

La série autochtone constitue l'avant-pays du pli couché. Elle comprend les termes que j'ai énumérés plus haut. Quelques-uns d'entre eux lui sont tout à fait spéciaux, d'autres se retrouvent dans la série renversée, c'est-à-dire dans le synclinal qui forme la base du pli et dans le flanc inverse. Ce sont notamment les Dolomies, les Calcaires à Clypéines, les marnes à Exogyres de l'Hauterivien. Les caractères lithologiques de ces terrains sont identiques dans les deux unités tectoniques, d'où résulte une présomption en faveur de leur sédimentation dans deux régions peu éloignées. Mais l'absence totale, dans la série autochtone, de l'étage aptien, si bien développé dans la série renversée, indique cependant l'existence, entre ces deux zones de sédimentation, d'un hiatus stratigraphique.

Le déroulement des parties centrales du pli ne nous apprend pas grand chose sur les variations de facies, car le Trias, le Lias et sans doute aussi le groupe Oolithique inférieur possèdent des facies identiques dans le flanc inverse et dans le flanc normal du pli couché. La comparaison des terrains créacés du flanc normal avec ceux du flanc inverse, c'est-à-dire avec ceux de la série renversée, fait, par contre, ressortir d'assez grandes différences, que l'on peut attribuer, il est vrai, en particulier en ce qui concerne l'absence du

Cénomanien et du Turonien dans la série renversée, à des phénomènes de dénudation.

Les ressemblances sont d'ailleurs non moins frappantes. Elles portent surtout sur l'Hauterivien et sur l'Aptien. Mais le terme supérieur de cet étage, caractérisé par le faciès Fontdouille, est totalement inconnu dans le flanc normal, c'est-à-dire dans la nappe urgonienne, où l'Aptien tout entier manque quelquefois, sans doute par étirement. Rien ne s'oppose donc à ce que la zone correspondant à la série renversée et celle correspondant à la nappe urgonienne se soient succédé du nord au sud.

Le passage de l'une à l'autre a dû avoir lieu dans la région cardinale du pli, qui a été détruite par des érosions ultérieures, mais qui devait se trouver bien au nord de la chaîne de l'Étoile, comme je l'établirai plus tard.

La distance n'est pas grande aujourd'hui entre les collines jurassiques et crétacées situées au nord de la vallée de l'Huveaune et celles de la rive sud. La continuité des terrains en profondeur est évidente et les analogies de faciès sont très grandes de part et d'autre, ce qui confirme l'attribution de la chaîne de Carpiagne aux nappes jurassique et crétacée.

On voit par cet aperçu rapide que le déroulement du pli couché permet de reconstituer, du nord au sud, du Massif Central au rivage de la Méditerranée, une succession rationnelle de faciès. Aucun fait stratigraphique ne s'oppose à l'hypothèse d'un grand pli couché, dont la racine est en mer et dont la charnière anticlinale se trouvait loin au nord du Massif Central, que le pli a escaladé.

\*  
\* \*

Le grand pli couché d'Allauch n'est pas le seul accident tectonique de la région qui doive être attribué à des mouvements tangentiels de l'écorce terrestre. Il en est d'autres qui, bien que rentrant dans la même catégorie de dislocations, se présentent sous un aspect tout différent. Ce sont, notamment, les *brachyanticlinaux*, dont on observe quelques exemples dans les collines triasiques au sud d'Allauch et au nord des Acates. Ils offrent l'aspect de petits dômes elliptiques, constitués par des calcaires mésotriasiques, le plus souvent boisés, qui surgissent au milieu des affleurements du Trias supérieur, généralement cultivés. Leur analogie est grande avec les dômes des environs de Toulon, dont j'ai fait connaître les particularités dans le fascicule précédent. Dans la région au sud d'Allauch leurs grands axes sont plus ou moins paral-



lèles à l'axe du synclinal de la bordure sud-ouest du Massif Central. Leurs petits axes sont perpendiculaires à cette direction.

Dans la région au nord des Acates les grands axes sont grossièrement orientés W.-É. Ce n'est pas ici le lieu de discuter l'origine de cette structure particulière aux nappes triasiques de la Basse-Provence, structure que l'on a quelquefois qualifiée de « pustuleuse ». Tout au plus pourrait-on y reconnaître l'action de poussées secondaires perpendiculaires au sens de la progression des nappes.

Les mouvements transversaux se manifestent sous une forme plus évidente dans d'autres parties de la région. C'est ainsi que le massif dolomitique de la Salette s'abaisse graduellement vers l'est et s'enfonce, dans cette direction, sous la nappe triasique, pour ne plus reparaitre. Cet abaissement axial correspond à un synclinal transversal, dans lequel est conservée une sorte de demi-gouttière de calcaires lacustres sannoisiens que l'on suit, presque sans interruption, depuis le sud du Four jusqu'au pied ouest de la Treille. Le massif de la Salette se trouve ainsi complètement séparé, par cet accident transversal, de la bordure méridionale du massif d'Allauch.

Un pli transversal beaucoup plus important s'observe, bien à l'est du précédent et constitue la limite orientale de la région qui nous occupe. C'est un vaste synclinal de direction méridienne, dont l'axe correspond à peu près à la partie du cours de l'Huveaune qui coule du nord au sud, entre la gare d'Auriol et Aubagne.

Il affecte la couverture oligocène et la nappe urgonienne, dont des lambeaux, primitivement en continuité, se rencontrent sur les deux flancs de la vallée, avec des plongements dirigés vers l'axe. La présence de ce synclinal masque entièrement les relations qui existaient à l'origine entre les affleurements de la nappe triasique et de la nappe jurassique de la région qui nous occupe et ceux de la partie occidentale du massif de la Sainte-Baume.

Dans la région de la Basse-Provence qui fait l'objet de la présente monographie les *phénomènes de segmentation* jouent un rôle au moins aussi important que dans la région toulonnaise. Je compte m'étendre davantage sur leur rôle et sur leur origine dans un fascicule ultérieur.

\*  
\* \* \*

Il est peu de régions dans le Sud-Est de la France où les *mouvements verticaux* de l'écorce terrestre jouent un rôle aussi important que dans le massif

d'Allauch et ses entours. Ils arrivent même quelquefois à masquer, dans une large mesure, les mouvements tangentiels. Comme dans la région toulonnaise, il en est qui suivent plus ou moins les zones de plissement et sont parallèles aux axes des plis, tandis que d'autres leur sont grossièrement perpendiculaires. On peut ainsi grouper les principales failles de la région en *failles longitudinales* et en *failles transversales* ou méridiennes.

A la première catégorie appartiennent les failles qui accidentent la chaîne de Carpiagne. Elles se présentent sous la forme de couples de cassures parallèles entre elles, qui délimitent ordinairement des *fossés* dérivés de zones synclinales. Je citerai le fossé de Logisson, celui du camp de Carpiagne, celui des Barles, celui de Rouvière. Ces fossés sont parfois parallèles entre eux ou disposés bout à bout. La faille verticale qui sépare du massif urgonien les collines aptiennes et mésocrétacées situées entre la Penne et Aubagne entre dans le même groupe.

Au nord de l'Huveaune le parallélisme des failles est beaucoup moins fréquent. Les cassures que l'on peut qualifier de longitudinales ont des directions assez variables. Ainsi les deux failles qui délimitent au nord et au sud la partie occidentale du massif de la Salette convergent au quartier des Trois-Lucs et donnent lieu à la terminaison du massif par un éperon très aigu.

La grande faille d'Allauch, orientée d'abord presque S.W.—N. E., puis brusquement W.S.W.—E. N. E., peut aussi être envisagée comme une faille longitudinale, grossièrement perpendiculaire au sens des poussées. Quelques cassures du plateau de Pichauris et de l'intérieur du Massif Central lui sont assez rigoureusement parallèles. Elles sont conjuguées avec des failles dirigées N.W.—S. E.

Il existe, dans la région, d'importantes failles méridiennes. L'une, légèrement sinueuse, s'étend du Teisset au Massif Central et coupe en deux le plateau de Pichauris. L'autre, qui peut être suivie avec des relais sur une longueur de 7 km. constitue la limite orientale du Massif Central. Elle affecte une direction moyenne S. S.W.—N. N. E.

On peut citer encore la faille qui limite à l'ouest le dôme de Carpiagne. Sa direction est N. N. E.—S. S.W., il en sera question dans un fascicule ultérieur.

Enfin, il y a lieu de mentionner encore un certain nombre de failles qui ne sont ni longitudinales, ni méridiennes. Elles sont obliques par rapport aux failles de la première catégorie et forment avec elles un système conjugué.

Leur direction est N.W.—S. E. Elles débitent la partie occidentale du Massif Central et sa bordure nord-ouest en un certain nombre de losanges. D'autres failles possèdent la même orientation que celles-ci, mais doivent plutôt être envisagées comme des failles de décrochement ou comme de petites failles de torsion. Je mentionnerai notamment la faille de Bellevue, qui accidente le bord septentrional du massif de la Salette et celle qui, au nord de Lascours, rejette, d'une rive à l'autre du torrent, les Dolomies au niveau du Trias supérieur.

#### SUCCESSION DES PHÉNOMÈNES.

Mieux encore que dans la région toulonnaise, la succession dans le temps des phénomènes de diastrophisme peut être déterminée avec une certaine précision dans la région qui fait l'objet de cette monographie.

Nous ne possédons naturellement, en l'absence d'affleurements des terrains primaires, aucun renseignement sur les mouvements orogéniques qui ont eu lieu au cours de la phase varisque (ou hercynienne) des plissements.

L'exondation entre l'Hettangien et le Domérien paraît certaine, mais n'a entraîné aucune discordance angulaire. Celle qui s'est produite dans la région toulonnaise entre le Bathonien et le Portlandien n'a certainement pas eu lieu dans les territoires correspondant à la chaîne de Carpiagne et au massif d'Al-lauch, car la série jurassique est parfaitement continue et l'on n'y observe aucune lacune stratigraphique. Par contre, une importante lacune existe dans la série crétacée. L'Albien n'a été observé en aucun point de la région, si ce n'est à l'état remanié dans le banc des Lombards.

Dans la chaîne de Carpiagne et dans la nappe urgonienne, la mer a repris possession du territoire temporairement émergé dès le Cénomaniens inférieur.

Dans le Massif Central et dans la bordure septentrionale, c'est-à-dire dans l'Autochtone, l'exondation a été de plus longue durée. Elle est marquée par la présence de dépôts de bauxite et le retour des eaux n'a eu lieu qu'au Turonien. L'absence de dépôts marins du Sénonien dans les nappes indique d'importantes dénudations, car le Bégudien repose directement sur le Turonien <sup>(1)</sup> et il semble que, dans le pays des racines, il se soit formé une ride

<sup>(1)</sup> Près de Signes ces poudingues reposent sur le Jurassique et renferment des galets de calcaires à Hippurites, ainsi que nous avons pu le constater, M<sup>me</sup> Pfender et moi, il y a quelques années déjà.

au début du Crétacé supérieur. Nous manquons toutefois de renseignements locaux pour déterminer avec précision la direction de cet accident ancien.

Comme il n'existe dans la région aucun terme intermédiaire entre le Bégudien et le Sannoisien, nous n'avons en mains aucune donnée permettant de nous renseigner sur les mouvements par lesquels a prélué la grande phase de plissement que l'on qualifie de provençale ou de pyrénéo-provençale. Au moment où s'est établi, dans la Basse-Provence et en particulier dans la région qui nous occupe, le lac sannoisien, d'importantes dislocations s'étaient déjà produites et il est permis d'affirmer que les nappes étaient en place car, ainsi que je l'ai montré plus haut [p. 29], les calcaires lacustres sannoisiens reposent sur les terrains les plus variés, ce qui indique déjà de grandes dénudations avant la transgression. Mais il y a plus. On peut constater, autour du Massif de la Salette et aux environs de la Treille, que les calcaires lacustres reposent aussi bien sur les Dolomies autochtones que sur la série renversée et sur la nappe triasique. On peut même les observer en contact direct avec des éléments de la nappe urgonienne. Sur le bord méridional du massif d'Allauch on les voit transgresser, soit sur la nappe triasique, soit sur la série renversée, soit sur l'un ou l'autre terme de la nappe jurassique. Aux environs de Las-cours, ils reposent tantôt sur la nappe jurassique, tantôt sur la nappe urgonienne.

Il ressort avec évidence de ces observations que la transgression limnique sannoisienne a passé par-dessus les lignes de contact anormal, autrement dit par-dessus les lignes d'affleurement des surfaces de charriage qui séparent l'Autochtone de la nappe renversée et celle-ci de la nappe triasique, etc.

Nous avons déjà constaté des faits semblables dans la région toulonnaise (1<sup>re</sup> Partie, p. 300), mais je doute fort qu'il existe beaucoup de régions où l'antériorité des charriages à une transgression déterminée soit établie avec une certitude comparable à celle que nous fournit la région d'Allauch.

Bien que le Rupélien soit transgressif par rapport au Sannoisien, il est peu probable que des mouvements de quelque importance aient eu lieu entre le dépôt des deux étages. Par contre, le redressement considérable que ceux-ci ont subi presque partout montre que d'importants mouvements orogéniques ont eu lieu après l'époque oligocène ou tout au moins immédiatement après le Rupélien. C'est à ce moment que s'est formé le synclinal de l'Huveaune, le synclinal de la plaine d'Allauch et sans doute aussi la dépression qui sépare le massif de Pierrescas de celui de Peypin. Les axes de ces plissements sont

perpendiculaires à la direction générale des poussées qui ont donné lieu au charriage. Les dislocations dont il vient d'être question peuvent donc être qualifiées de mouvements *zonaires*.

Il existe dans la région d'autres dislocations ayant affecté les dépôts oligocènes dont les axes sont perpendiculaires au sens des grandes poussées. Elles peuvent être qualifiées de *segmentaires*. Elles ont eu pour résultat la division des zones de plissement en segments disposés bout à bout, qui correspondent à des surélévations transversales et à des abaissements. Les dépôts oligocènes ont naturellement résisté plus facilement aux érosions ultérieures dans les parties qui correspondent à des abaissements axiaux et l'on constate dans ces dépressions que les plongements du Sannoisien ou du Rupélien sont perpendiculaires aux axes transverses. J'ai montré plus haut (p. 60) que le Sannoisien présente à l'ouest du chemin de crête de la Treille des plongements très accentués vers l'ouest, qui prouvent d'une manière péremptoire l'âge postoligocène de l'abaissement d'axe correspondant à la dépression séparant le massif de la Salette de la bordure méridionale. Les bossellements qui ont accidenté la nappe urgonienne dans le massif de Pierrescas sont manifestement post-rupéliens, car les plongements des poudingues de Marseille sont les mêmes que ceux de l'Urgonien, qui accusent des mouvements dont les axes sont en partie perpendiculaires au sens général des poussées et qui ont donc contribué à la segmentation des plissements. La vallée transversale de l'Huveaune semble également devoir son importance actuelle à des mouvements segmentaires postoligocènes, car les dépôts rupéliens plongent de part et d'autre vers son axe, dirigé approximativement N.—S.

Si les mouvements segmentaires ou épirogéniques qui ont affecté la région sont postoligocènes, il en est de même des failles dont la production est la conséquence de ces mouvements.

On a vu plus haut (p. 23) que la faille qui sépare la chaîne de Carpiagne des collines de la Penne et d'Aubagne est certainement postérieure au Sannoisien, car, à la Coste, elle fait buter ce terme contre l'Urgonien.

La grande faille d'Allauch met en contact le Sannoisien, et peut-être même le Chattien, avec les terrains du Massif central. Une faille fait de même buter, en amont de la Fave, l'Urgonien fortement incliné vers elle contre des calcaires lacustres oligocènes à peu près horizontaux. On a vu, enfin, que la faille de la Bouilladisse sépare les poudingues bégudiens au N.W. des poudingues rupéliens au S. E.

Ce dernier exemple acquiert sa pleine signification si l'on se souvient que le massif de Peypin est refoulé à la fois sur le Bégudien et sur le Rupélien, postérieurement à la faille qui les sépare. La nappe jurassique et la nappe urgonienne paraissent avoir participé toutes deux à ce refoulement. En effet, les lambeaux de recouvrement mésojurassiques conservés sur les poudingues oligocènes sont entièrement transformés en brèche de dislocation et leur état de dissociation permet de supposer que la nappe jurassique a été entraînée par la progression de la nappe urgonienne, qui lui était certainement superposée.

Je connais, dans les régions voisines, des faits, assurément beaucoup moins grandioses, mais qui montrent avec la même évidence que la translation de la nappe urgonienne a continué postérieurement au dépôt des poudingues rupéliens.

Dans tous les cas, à ma connaissance du moins, les recouvrements du massif de Peypin constituent le premier exemple connu de *charriages post-oligocènes* dans la Basse-Provence.

En résumé, la succession des phénomènes de diastrophisme postérieurs au Crétacé moyen dans la région qui nous occupe est la suivante :

1° Formation, au Crétacé supérieur, d'un bourrelet exondé, orienté W.S.W. — E.N.E., sur l'emplacement des futures racines et au sud de la dépression où pénétrait la mer santonienne ;

2° Accentuation graduelle de cette ride, au début de la période Nummulitique, et formation d'un pli qui se déverse vers le nord et se transforme insensiblement en un vaste pli couché ;

3° Rupture du pli couché suivant une surface plus ou moins parallèle au plan axial, mais située au dessous de lui, amenant la séparation de la série renversée et de la série normale en deux nappes distinctes, avec charriage de la nappe inférieure sur l'Autochtone, phénomènes datant d'une phase indéterminée de l'époque Eocène ;

4° Postérieurement à la mise en place des nappes, transgression limnique sannoisienne, puis formation d'un important réseau fluvial rupélien ;

5° Mouvements segmentaires et failles postoligocènes, suivis d'une progression, vers le nord, de la nappe urgonienne, détachée de son substratum, la nappe jurassique.

Le *paroxysme* des plissements provençaux dans le segment qui nous intéresse correspond à la rupture du pli couché, qui a entraîné la formation des nappes, c'est-à-dire à la phase n° 3. Aucune observation stratigraphique locale ne nous permet d'assigner à ce paroxysme une date précise. Il est certainement antérieur au début de l'Oligocène, marqué par la formation du lac sannoisien. Par analogie avec les événements qui se sont déroulés dans le bassin d'Aix, il se pourrait qu'il fût postlutétien, car il ressort des travaux de Vasseur [5] et de Repelin [17] que, dans ce bassin, tous les termes lacustres sont concordants, depuis le Fuvélien jusqu'au Lutétien et qu'ils sont recouverts en discordance angulaire par le Sannoisien. Mais rien ne prouve que, dans le secteur d'Allauch, le paroxysme ait eu lieu exactement au même moment que le relèvement qui a donné lieu à la discordance dans le bassin d'Aix et d'ailleurs la période qui va du sommet du Lutétien au début du Sannoisien a été de très longue durée et ne donne qu'une précision relative. Pour arriver à plus de précision dans la détermination de l'âge du paroxysme, il est nécessaire d'envisager des régions voisines et d'étendre notre enquête en dehors même des limites de la Basse-Provence. C'est ce que j'ai tenté de faire dans le chapitre suivant.

## CHAPITRE XI.

## LES PLISSEMENTS PYRÉNÉENS.

Je comptais réserver pour l'un des derniers chapitres du présent mémoire un exposé général de nos connaissances des plissements pyrénéo-provençaux dans tout le Sud-Est de la France, mais, comme la publication du dernier fascicule ne pourra certainement avoir lieu avant un certain nombre d'années, il m'a semblé que je ne devais pas attendre cette échéance lointaine et qu'il pouvait y avoir quelque intérêt à publier dès à présent un résumé sommaire de l'état actuel de nos connaissances relatives à ces plissements, d'où ressortiront peut-être quelques conclusions au sujet de leur âge, plus précises que celles que nous possédons actuellement.

Dans cet aperçu je ne m'occuperai que des avant-plis pyrénéo-provençaux qui sont situés au sud de la « fosse vocontienne » de Paquier, car ce n'est pas ici le lieu d'évoquer l'histoire, au cours des temps secondaires, de ce sillon dont l'axe est orienté sensiblement W.—E., bien que sa présence ait été certainement déterminante dans l'orientation des plis du début de l'ère Tertiaire dans une grande partie du bassin du Rhône.

Le plus septentrional de ces avant-plis est celui dont l'emplacement est jalonné par les affleurements de la « formation de Suzette », qui n'est autre chose, on le sait, que du Trias dans une situation anormale. Ce n'est que tout récemment que ces affleurements, naguère encore envisagés comme des lambeaux d'une nappe d'origine lointaine, ont été interprétés par Pierre Termier<sup>(1)</sup> comme « un Trias réellement autochtone » et localement « extravasé » au travers des marnes calloviennes et oxfordiennes. Les pointements triasiques jalonnent des anticlinaux dont l'âge peut être maintenant indiqué avec certitude comme *antéoligocène*. Il existe, en effet, dans leur voisinage, des calcaires lacustres en plaquettes, d'âge incontestablement latorrien (sannoisien), très

<sup>(1)</sup> PIERRE TERMIER. Nouvelle contribution à l'étude du problème de Suzette. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4<sup>e</sup> sér., t. XXVII, p. 57, 1927.



semblables à ceux de la région de Marseille, qui débutent par un conglomérat de base renfermant, d'après les observations de Paul Thiéry, des galets triasiques. Le « jaillissement » du Trias doit donc être attribué à des plis pyrénéo-provençaux, bien que deux phases orogéniques plus récentes aient affecté la région, l'une postrupélienne et antéburdigalienne, l'autre posthelvétienne, sinon postpontienne.

Un faisceau plus méridional d'avant-plis pyrénéo-provençaux comprend notamment l'anticlinal du Nord de Lure, décrit dès 1888 par W. Kilian, et son prolongement, sur la rive gauche de la Durance, l'anticlinal de Saint-Geniez-Costebelle, dont j'ai établi, en 1891, l'antériorité à une « Mollasse Rouge », aujourd'hui considérée comme rupélienne et chattienne.

Cet anticlinal, dirigé W. S. W.—E. N. E., est accompagné, au nord, par l'anticlinal le Caire-Faucon-Turriers, qui lui est à peu près parallèle et qui est recouvert soit par la « Mollasse Rouge », soit par des couches nummulitiques probablement ludiennes ou lattorfiennes. Un troisième anticlinal fait suite au sud à celui de Saint-Geniez-Costebelle et est recouvert comme lui par la « Mollasse Rouge ».

J'ai montré en 1895<sup>(1)</sup> comment ce faisceau de plis parallèles entre eux est coupé obliquement par un faisceau plus interne de plis antérieurs à la Mollasse marine, par conséquent alpins, qui dessinent des guirlandes, dont les arêtes de rebroussement se confondent avec les anticlinaux pyrénéens, tandis que la convexité des arcs coïncide avec l'emplacement des synclinaux intermédiaires.

On retrouve plus à l'est, en pleine région alpine, la preuve de mouvements anténummulitiques, mais il est souvent difficile de déterminer avec précision l'emplacement de ces mouvements, en raison de la fréquence des contacts mécaniques et de la confusion qui a été faite, dans bien des cas, entre ceux-ci et des discordances stratigraphiques. C'est ainsi que le pli couché de Terres-Plaines, dans la fenêtre de Barcelonnette, ne doit être considéré comme anténummulitique qu'en raison de sa direction W.—E., car il est recouvert par du Flysch incontestablement charrié. Quant à l'âge de ces mouvements, il est certainement antépriabonien et même, dans les séries charriées de l'Ubaye, antéauversien, voire antélutétien.

<sup>(1)</sup> ÉMILE HAUG. De la coexistence, dans le bassin de la Durance, de deux systèmes de plis conjugués, d'âge différent. *C. R. Ac. Sc.*, t. CXX, p. 1357-1360, 17 juin 1895.

A l'anticlinal antéoligocène du Nord de Lure fait suite au sud l'anticlinal du mont Luberon, d'âge antéburdigalien, mais replissé une deuxième fois après le dépôt de la Mollasse miocène. Sa direction est W. S. W.—E. N. E. Et « il semble, écrit W. Kilian <sup>(1)</sup>, que les deux ridements successifs, séparés par une phase d'immersion et d'érosion, se soient effectués à la même place et le long d'un même axe ». Rien ne s'oppose d'ailleurs à ce que l'on assigne au premier ridement un âge beaucoup plus ancien et qu'il soit en réalité antéoligocène, comme l'anticlinal du Nord de Lure.

Les deux anticlinaux suivants, qui atteignent la Durance entre Pertuis et Manosque, sont, comme les précédents, sensiblement symétriques et à grand rayon de courbure. Ils sont relayés, sur la rive gauche, par deux plis manifestement dissymétriques, accompagnés chacun d'une surface de chevauchement, qui est inclinée au S. W. et qui donne lieu à la superposition du Lias à des couches éocrétacées. Ce sont donc des imbrications ou des racines de nappes. W. Kilian, qui, à en juger d'après les contours de ce coin sud-est de la feuille de Forcalquier, a dû étudier ces accidents avec le plus grand soin, ne leur a malheureusement consacré qu'une note très brève, dépourvue de figures. Il a mis en pleine évidence leur antériorité au Burdigalien. Le plus méridional des deux, celui de Vinon, pénètre sur la feuille de Draguignan par son angle nord-ouest, mais il est impossible de se rendre compte de ce qu'il devient dans cette direction. Le plus septentrional, celui de Gréoulx, traverse, par contre, l'angle sud-ouest de la feuille de Castellane et pénètre ensuite, au sud de Quinson, sur la feuille de Draguignan, où il prend une importance capitale <sup>(2)</sup>.

Malencontreusement, les poudingues pontiens transgressifs masquent, entre Esparron-sur-Verdon et Quinson, la continuité de l'affleurement de la surface de contact anormal, mais cette continuité ne me paraît pas douteuse. Entre Quinson et Montmeyan, le long d'une ligne assez sinueuse, mais dirigée en moyenne N. N. W.—S. S. E., les Calcaires Blancs néojurassiques sont refoulés vers l'est, d'abord sur le Valanginien ou l'Hauterivien, puis sur les grès à

<sup>(1)</sup> W. KILIAN. Sur l'existence de phénomènes de recouvrement aux environs de Gréoulx (Basses-Alpes) et sur l'âge de ces dislocations. *C. R. Ac. Sc.*, t. CXV, p. 1024-1026, 5 décembre 1892.

<sup>(2)</sup> Pour suivre cet exposé le lecteur devra avoir sous les yeux les feuilles de Forcalquier, Castellane, Nice, Aix, Draguignan et Antibes de la carte géologique au 1/80 000<sup>e</sup>, qui malheureusement sont en partie épuisées et sont en révision, à l'exception de la dernière qui existe en 2<sup>e</sup> édition.

Reptiles rognaciens. Des lambeaux de recouvrement de Calcaires Blancs<sup>(1)</sup> reposent sur ces derniers à l'est de la ligne de contact anormal et attestent que le charriage s'étendait dans cette direction bien au delà du front actuel créé par l'érosion.

On peut suivre sans difficulté cet accident, sur la feuille de Draguignan, jusqu'au petit col que franchit la route nationale entre Montmeyan et Tavernes. Il tourne ensuite à angle droit vers l'ouest et s'enfonce vraisemblablement, aux environs de Tavernes, sous la nappe dite « des Bessillons », dont j'ai déjà parlé dans l'Historique [1<sup>re</sup> Partie, p. 72] et dont il sera encore plusieurs fois question dans la suite.

Les couches constituant l'imbrication de Gréoulx plongent à l'W.S.W. et s'enfoncent manifestement sous des unités tectoniques plus élevées. Si on les suit en direction, c'est-à-dire vers le S.W., on constate qu'elles rencontrent presque à angle droit un accident dont Léon Bertrand a le premier reconnu l'importance. C'est le pli de Fox-Amphoux, dirigé en moyenne W.-E., dont le noyau anticlinal laisse apparaître l'Hettangien. Il s'enfonce à l'ouest, d'après Léon Bertrand, sous la bande triasique de Barjols et reparait au delà de cette bande, non loin de la limite des feuilles de Draguignan et d'Aix, pour se prolonger, sur cette dernière, par le pli de Saint-Martin. Il est accompagné, au nord, d'une surface de chevauchement, sous laquelle s'enfonce, non seulement l'imbrication de Gréoulx, mais encore l'Autochtone de Montmeyan. On est évidemment en présence du bord septentrional d'une nappe à laquelle appartient le Crétacé lacustre de Salernes, précédemment considéré comme autochtone. Je l'appellerai la *nappe de Salernes* et je la qualifierai de Parautochtone. Elle se distingue de l'Autochtone proprement dit, que l'on suit au nord jusqu'au Verdon, par l'absence du grès à Reptiles, dans la série crétacée, et par celle de l'Argovien fossilifère, dans la série jurassique. Les deux unités tectoniques ont en commun, au moins dans la région où l'on peut observer leur superposition, la présence des calcaires lacustres rognaciens et l'absence de tout terme marin d'âge crétacé. La ligne de contact anormal qui les délimite se perd vers l'est dans un massif de Dolomies néojurassiques où son tracé devient tout à fait hypothétique. Mais revenons vers le nord.

Puisque la nappe dont le front actuel se trouve à l'ouest de Quinson et qui

<sup>(1)</sup> D'après les contours de Ph. Zurcher reportés dans l'angle sud-ouest de la feuille de Castellane, mais débordant au delà des limites de cette feuille, dans l'angle nord-ouest de la feuille de Draguignan.

prolonge l'imbrication de Gréoulx s'étendait bien à l'est de son front actuel, il est permis de se demander jusqu'où, dans cette direction, elle recouvrait l'Autochtone qui affleure au sud du Verdon.

Pour trouver une réponse à cette question, j'ai consulté la feuille de Castellane et mes yeux sont tombés sur une « faille sinueuse » qui figure à l'est de Bauduen et que l'on peut suivre depuis le Verdon, où elle disparaît sous les poudingues pontiens, jusqu'au bord sud de la feuille. Elle met en contact les « sables et argiles bigarrés » (marqués  $e_{m-v}$ , mais probablement rognaciens, comme les grès à Reptiles de Quinson), à l'ouest, avec les Calcaires Blancs, à l'est. Comme à Bauduen la « faille » dessine un promontoire de ces calcaires néo-jurassiques, qui s'avance vers le S.W., on ne peut mettre en doute que les sables et argiles bigarrés s'enfoncent profondément sous les calcaires. La coupe est exactement la même qu'à Quinson et l'on retrouve même des couches hauteriviennes sous le Rognacien. Mais la similitude est encore augmentée par l'existence, au sud de Bauduen, d'un lambeau de recouvrement de Calcaires Blancs reposant sur le Rognacien. Les deux coupes sont parfaitement symétriques, elles s'affrontent comme pourraient le faire deux plis couchés poussés l'un vers l'autre. La conclusion qui m'a paru dès lors s'imposer est celle-ci : on est en réalité en présence d'une nappe unique, qui s'étendait par-dessus l'Autochtone de la rive sud du Verdon. La question est la même que celle du prétendu doublepli de Glaris, c'est la même qui s'est posée, à Léon Bertrand et à moi [2], pour la « nappe des Bessillons. »

Cette nappe unique n'est autre que la nappe dont Kilian et Lanquine<sup>(1)</sup> ont donné précédemment les caractères stratigraphiques et dont ils ont déterminé le front. Celui-ci correspond à une ligne à la fois tectonique et isopique. Il est jalonné approximativement par les localités de Majastres, Levens, Château-neuf-les-Moustiers, Rougon (nord), Robion, Castellane, Demandolx, Soleilhas (nord) et Saint-Auban. Des charnières frontales sont nettement visibles aux environs de Castellane, mais ailleurs le front est presque toujours masqué par des poussées alpines, dirigées du N. E. au S. W., en sens inverse du sens

<sup>(1)</sup> W. KILIAN et ANTONIN LANQUINE. Sur les complications tectoniques de la partie sud-est des Basses-Alpes (région de Castellane). *C. R. Ac. Sc.*, t. CLXI, p. 93-96, 1915.

Id. Sur la coexistence, dans les environs de Castellane, de dislocations pyrénéo-provençales et de plissements alpins, et sur la complexité de ces phénomènes orogéniques. *Ibid.*, p. 165-167.

W. KILIAN. Sur la répartition des faciès du Paléocrétacé dans les unités structurales du sud-est de la France. *Ibid.*, t. CLXX, p. 431-436, 1920.

de la poussée qui a donné naissance à la nappe provençale. Kilian et Lanquine ont étudié avec grand soin ces « reprises alpines », mais ils ne se sont pas préoccupés de préciser le bord méridional de la nappe et n'ont pas cherché à déterminer l'emplacement de sa racine.

Par contre, la prolongation vers l'est, sur la feuille de Nice, de la même unité tectonique a fait l'objet d'importants travaux de la part de Léon Bertrand et d'A. Lanquine<sup>(1)</sup>, dus en grande partie à la collaboration intime de ces deux savants. Ils ont établi l'existence, à l'ouest du Var, de deux nappes superposées, la nappe du Cheiron et la nappe de l'Audibergue. La plus basse, celle du Cheiron, est incontestablement la continuation de la nappe provençale au sud de Castellane. Les charnières frontales de la nappe du Cheiron, dont l'existence a été reconnue sur les deux rives du Var, se continuent à l'ouest jusque dans la région de Castellane. La superposition des deux nappes et leur absence de racines au sud ne sauraient faire de doute, mais les auteurs ont cru devoir s'abstenir d'en donner les caractères stratigraphiques et ils ne nous font pas davantage connaître en quoi les terrains de la nappe du Cheiron se distinguent des « nappes enracinées » ou « duplicatures » sous-jacentes, dont ils ont trouvé les racines dans la série triasique, immédiatement au sud de Grasse.

Mais le résultat de beaucoup le plus important des recherches de Bertrand et Lanquine sur la rive occidentale du Var a été acquis par ces deux observateurs au cours de l'étude détaillée des escarpements qui dominent cette rive entre le pont Charles-Albert, au nord, et Saint-Jeannet, au sud. Ils ont pu constater que l'ensemble formé par la « duplicature » supérieure et par les deux nappes est superposé à une série très vraisemblablement autochtone, constituée par du Nummulitique et du Sénonien. Le tout est replissé par des

<sup>(1)</sup> LÉON BERTRAND et ANTONIN LANQUINE. Sur la prolongation de la nappe des Bessillons dans le sud-ouest des Alpes-Maritimes jusqu'à la vallée du Var. *C. R. Ac. Sc.*, t. CLVIII, p. 376-378, 1914.

ANTONIN LANQUINE. Sur l'allure et les dislocations de la nappe du Cheiron au sud du haut Estéron, jusqu'à la haute vallée du Loup (Alpes-Maritimes). *Ibid.*, t. CLXXIV, p. 1024-1026, 1922.

LÉON BERTRAND et ANTONIN LANQUINE. Extension des « duplicatures provençales » sous la nappe du Cheiron (Alpes-Maritimes), à l'ouest de la vallée du Var. *Ibid.*, t. CLXXVI, p. 399-402, 1923.

Id. Les grandes nappes provençales de l'Audibergue et du Cheiron (Alpes-Maritimes). *Ibid.*, p. 521-523, 1923.

Id. Essai de coordination et origine des unités structurales pyrénéo-provençales dans le sud-ouest des Alpes-Maritimes. *Ibid.*, p. 696-698, 1 fig., 1923.

poussées alpines, qui ont donné naissance à des charnières tournées vers le sud, pouvant faire illusion sur le sens général de la poussée des nappes.

Au point de vue spécial qui nous occupe ici, cette constatation est d'une importance tout à fait capitale, car elle permet d'assigner un âge maximum aux charriages qui ont fait avancer les nappes jusque sur la rive nord de la vallée de l'Estéron. En effet, le Nummulitique du soubassement des nappes est d'âge priabonien (bartonien supérieur), comme celui d'Antibes. Les nappes sont certainement antérieures à la Mollasse de Vence, c'est-à-dire au Miocène, mais l'argument tiré par L. Bertrand<sup>(1)</sup> de l'absence de dépôts oligocènes sous les nappes ne me paraît pas décisif.

Bertrand et Lanquine se sont préoccupés de déterminer l'emplacement des racines des deux nappes du Cheiron et de l'Audibergue. A l'époque (1914) où ils confondaient encore ces deux nappes en une nappe unique, ils l'envisageaient comme « la prolongation de la nappe des Bessillons dans le sud-ouest des Alpes-Maritimes ». Je dirai plus loin pour quelles raisons cette identification me paraît impossible, au moins en ce qui concerne la nappe du Cheiron. Il semble d'ailleurs que mes deux confrères l'aient abandonnée, car ils admettent aujourd'hui, pour leurs deux nappes, « une origine probable au Sud, dans une zone qui formait aire synclinale, au Crétacé tout au moins, et située au delà de l'Estérel et de la région d'Antibes, sur l'emplacement actuellement occupé par la Méditerranée ».

Cette hypothèse est hardie, elle est en même temps très séduisante. Je l'avais adoptée jusqu'au moment où j'ai voulu la mettre en accord avec les données générales acquises sur la répartition des faciès du Crétacé inférieur du Sud-Est de la France et c'est à l'occasion d'un rangement de nos riches collections de la Faculté des Sciences provenant de cette région que je me suis heurté à des difficultés considérables. J'avais même cru un moment devoir rejeter l'hypothèse d'une origine méridionale des nappes du Cheiron et de l'Audibergue et je me demandais si, malgré l'hétéropisme signalé par W. Kilian, elles ne viendraient pas du Nord, peut-être de dessous les unités alpines.

En cherchant les racines dans le Sud, il semblait qu'il fallût aller au delà d'une région où l'Eocrétacé ne manque pas entre le Jurassique et le Nummu-

<sup>(1)</sup> LÉON BERTRAND. Sur la superposition de la tectonique alpine à une tectonique pyrénéo-provençale dans les Alpes-Maritimes. *Congr. géol. intern. C. R. de la XIII<sup>e</sup> sess. en Belgique*, p. 698-705, pl. VI, 1925.

litique ; qu'il fallût dépasser la région toulonnaise, bien connue pour son Urgonien, et qu'il fallût placer ces racines au sud des îles d'Hyères, c'est-à-dire à 130 km. au moins au sud du front actuel de la nappe du Cheiron. Or rien dans la nature des faciès des terrains secondaires de la région littorale comprise entre l'étang de Berre et Hyères n'indique des passages vers le sud à des faciès tels que ceux qui caractérisent la nappe du Cheiron. Certains termes, tels que le Cénomaniens à *Exogyra columba*, sont absolument identiques dans la région de Beynes, probablement autochtone, quoique provençale, à Séranon, en pleine nappe du Cheiron, et dans l'Autochtone de Vence. Le Barrémien glauconieux se rencontre aussi bien dans la nappe du Cheiron que dans les « duplicatures ». Tous ces faits s'opposent à l'hypothèse d'une origine très lointaine de la nappe du Cheiron.

En recherchant dans d'autres parties de la Provence des faciès semblables à ceux de cette nappe, j'ai constaté que W. Kilian signalait dès 1920 la similitude du faciès marno-calcaire du Crétacé inférieur des environs de Meyrargues avec celui des environs de la Palud-de-Moustiers, et qu'il concluait « nettement que ces deux régions appartiennent à une même unité tectonique, qui est probablement une nappe charriée, ainsi que le montrent les lignes de contact anormal des environs de Vinon ». C'est en partant de cet aphorisme, noyé parmi d'autres affirmations souvent confuses et contradictoires, que j'ai été amené à comparer entre elles la falaise de Quinson-Montmeyan et celle de Bauduen et à conclure que les terrains qui les constituent se rejoignaient par-dessus l'Autochtone de la rive gauche du Verdon. Elles ne sont distantes l'une de l'autre que d'environ 12 km. À l'ouest de Quinson c'est la racine, à l'est de Bauduen c'est la nappe du Cheiron, séparée de cette racine par l'érosion qui a mis à découvert l'Autochtone, caractérisé par ses grès à Reptiles rognaciens.

Si aucun doute ne peut subsister sur la continuité de la nappe du Cheiron depuis la vallée de l'Asse jusqu'à la coupure du Var et même au-delà, les difficultés commencent lorsque l'on essaie de poursuivre sur la feuille de Draguignan la racine de cette nappe, c'est-à-dire l'imbrication de Gréoulx-Quinson-Montmeyan<sup>(1)</sup>. Celle-ci s'enfonce, comme il a été dit plus haut, sous la nappe de Salernes et elle ne reparait plus au jour, pas plus que son substratum autochtone. La nappe parautochtone de Salernes, avec son Rognacien caracté-

<sup>(1)</sup> Celle de Vinon est peut-être la racine d'une nappe plus élevée. On pourrait songer à celle de l'Audibergue, mais si l'on veut suivre cette racine hypothétique vers le sud, on éprouve des difficultés insurmontables dans l'état actuel de nos connaissances.

ristique, peut, par contre, être suivie jusqu'à Lorgues dans des fenêtres (ou demi-fenêtres) de la nappe des Bessillons [E. H. 2].

Avant de disparaître définitivement sous la nappe de Salernes, la racine de la nappe du Cheiron perd un de ses éléments les plus caractéristiques, l'Éocrétacé, de sorte que les Argiles Bariolées reposent directement sur les Calcaires Blancs néojurassiques. Cette même transgressivité, évidemment consécutive d'une dénudation préalable, devrait s'observer aussi bien dans la nappe du Cheiron que dans sa racine. Or c'est précisément ce qui se produit.

Dans la nappe du Cheiron les « Sables et Argiles Bigarrés », d'âge incontestablement antérieur au Lutétien<sup>(1)</sup>, reposent, d'après Zurcher, près de Bargème, sur le Turonien; à Comps, sur le Cénomaniens; au sud-ouest de Brovès, sur le Néocomien et, davantage encore vers le S.W., au sud du Plan de Canjuers, sur les Calcaires Blancs néojurassiques. La même formation repose, aux environs d'Ampus, dans le nord de la feuille de Draguignan, sur ces mêmes Calcaires Blancs et elle s'enfonce au sud, en même temps qu'eux, sous l'Hettangien et le Trias supérieur de la nappe des Bessillons. Dans ces conditions, il me paraît difficile de faire passer le bord méridional de la nappe du Cheiron au nord d'Ampus et il faut admettre que la continuation au S.E. de l'accident de Bauduen s'enfonce, au S.E. de Vérignon, sous l'avancée la plus septentrionale de la nappe des Bessillons, qu'il convient sans doute de limiter par une ligne, d'ailleurs hypothétique, reliant entre eux les deux points appelés, sur le 80 000<sup>e</sup>, les Infirmières et Marcoux, ligne le long de laquelle les Dolomies de la nappe des Bessillons reposeraient sur les Dolomies autochtones<sup>(2)</sup>.

Nul ne peut préciser actuellement les rapports de position de la nappe du Cheiron et de celle des Bessillons dans l'angle nord-est de la feuille de Dra-

<sup>(1)</sup> Ph. Zurcher (Notice explicative de la feuille de Castellane) a constaté que cette formation supporte, dans la région au sud de Castellane, des calcaires à *Planorbis pseudoammonius*.

<sup>(2)</sup> En proposant cette interprétation, je me vois contraint de modifier, sur quelques points importants, le schéma publié en 1912 par Léon Bertrand. Mon collègue raccorde la ligne de contact anormal le long de laquelle on voit si nettement, depuis Lorgues, la superposition de la nappe des Bessillons au Rognacien de Salernes, avec l'accident d'Aups, le long duquel on observe également la superposition de l'Hettangien à cet Autochtone. Mais cet accident, qui passe à Moissac, n'est plus, à la limite des feuilles de Draguignan et de Castellane, qu'un simple repli dans l'Autochtone et ne tarde pas à disparaître au N.N.W. J'ai donné également, des lambeaux d'Argiles Bariolées d'Ampus, une interprétation différente de celle de Bertrand. Nous avons d'ailleurs visité Ampus ensemble en 1911.



guignan, mais il me paraît difficile de ne pas admettre que les relations entre les deux nappes sont bien, plus à l'ouest, celles que j'ai indiquées. Il est, en tous cas, impossible d'envisager la nappe du Cheiron comme la continuation vers le nord de celle des Bessillons. En effet, la racine de la première, visible entre Gréoux et Vinon, est *inférieure* à l'Autochtone des régions centrales de la feuille d'Aix, sous lesquelles on la voit s'enfoncer, tandis que la nappe des Bessillons est *supérieure* à ce même Autochtone ou au Parautochtone de Salernes, ainsi que nous l'avons démontré, Léon Bertrand et moi, dans une note commune, dès janvier 1912 [E. H., 2].

Je crois pouvoir affirmer aujourd'hui que la nappe du Cheiron s'enfonce sous la nappe des Bessillons et que cet enfoncement est *visible* non seulement près de Tavernes, dans une région voisine de la racine, mais encore au nord, à Ampus, dans une partie de la nappe beaucoup plus éloignée de cette racine <sup>(1)</sup>.

Entre les deux nappes s'intercale la nappe de Salernes et la succession serait en résumé la suivante :

- 1° Autochtone de la rive gauche du Verdon (grès à Reptiles) et de la basse vallée du Var (couches à Nummulites bartoniennes);
- 2° Duplicatures;
- 3° Nappe du Cheiron (Argiles Bariolées antélutéliennes);
- 4° Nappe de Salernes (calcaires lacustres rognaciens);
- 5° Nappe des Bessillons (pas de Crétacé connu).

Les trois nappes supérieures se succèdent du N. E. au S. W. comme autant d'imbrications, la plus élevée cachant plus ou moins complètement celle qui s'enfonce sous elle. Ce n'est que dans le nord de la région que l'Autochtone et les nappes inférieures apparaissent sous la nappe des Bessillons. Dans le sud, cette dernière, qui n'est autre — je l'ai montré autrefois [E. H., 11] — que la grande nappe de la Basse-Provence, recouvre entièrement les nappes sous-jacentes. On m'objectera que les nappes inférieures devraient apparaître en

<sup>(1)</sup> Il est possible que les lambeaux de la « nappe de l'Audibergue » que l'érosion a respectés et qui reposent sur la nappe du Cheiron, soient des témoins avancés, soit de la nappe des Bessillons, soit de la nappe de Salernes. En l'absence de renseignements précis sur les caractères stratigraphiques de la nappe de l'Audibergue, je dois m'abstenir de choisir entre ces deux hypothèses.

un endroit quelconque à la limite de la Provence calcaire et de la Provence cristalline, c'est-à-dire le long de la surface de décollement dont L. Lutaud [3] a établi l'existence à la base du Muschelkalk. On peut montrer, en effet, par voie de continuité, que ce terme du Trias constitue, au moins depuis Carnoules, au S. W., jusqu'aux Arcs, au N. E., la base de la nappe des Bessillons. A Lorgues, le Rognacien de la nappe de Salernes, autrefois envisagé comme autochtone, s'enfonce en tunnel sous ce Trias de la nappe des Bessillons [E. H, 2; L. B, 3]<sup>(1)</sup>. Il devrait reparaître sous le Trias moyen, au contact de ce terme avec le Trias inférieur ou avec le Permien de la bordure des Maures. Il n'en est rien. En un point seulement on peut observer une apparition de l'Autochtone ou du Parautochtone à la limite du Trias et du Permien. Ce point unique c'est le Cannet du Luc.

D'après ce qui précède, on peut admettre que l'Autochtone, ou plus vraisemblablement la nappe de Salernes, le Parautochtone, est réduit à la région axiale d'un anticlinal droit, orienté N.W. — S.E., les parties de la nappe attenant à cette région au S. W. et au N. E. étant complètement étirées sous le Trias de la nappe des Bessillons.

Si à Taradeau, au S. E. de Lorgues, l'escarpement triasique, façonné par l'érosion, qui fait face, de l'autre côté de la plaine permienne, au massif des Maures, était entamé davantage et si l'on supposait qu'il ait reculé graduellement jusqu'au delà de Lorgues, faisant affleurer le Permien sur toute cette largeur, on se trouverait sans doute en présence d'une coupée naturelle très semblable à celle du Cannet-du-Luc. La terminaison périclinale de la nappe de Salernes aurait disparu et on n'observerait plus qu'un anticlinal droit, formé de Dolomies jurassiques et de Rognacien et flanqué au S.W. et au N. E. de Trias appartenant à la nappe des Bessillons.

Dans l'intervalle des deux anticlinaux, la nappe de Salernes semble avoir entièrement disparu, non pas par étirement, mais par un cisaillement à la base, correspondant à la surface de décollement signalée par Lutaud.

Quant à la nappe du Cheiron, elle serait entièrement étirée au S.W. de la falaise par quoi le témoin principal qui en subsiste se termine et qui se dresse

<sup>(1)</sup> J'en avais conclu que l'Autochtone s'enfonce sous le massif des Maures, mais, depuis, un sondage foré près du Pont du Ritort, à environ 5 kil. E. S. E. du Luc, a traversé le Permien sur une épaisseur de près de 1.000 mètres sans rencontrer son substratum. Mon interprétation est donc devenue tout à fait invraisemblable. Je l'ai abandonnée pour lui substituer celle qui est exposée ci-dessus.

au nord de Grasse et de Mons, au-dessus des « duplicatures ». On sait d'ailleurs que Bertrand et Lanquine ont insisté sur le laminage intense, accompagné de broyages, qu'elle présente vers ce bord sud, partout où elle est recouverte par la nappe de l'Audibergue. Sa racine elle-même n'apparaît nulle part au S. E. de la région de Tavernes, où nous l'avons vue s'enfoncer sous les nappes de Salernes et des Bessillons. Elle est complètement cachée sous ces nappes; elle ne reparait nulle part en fenêtres, contrairement à ce qui a lieu pour la nappe de Salernes ou pour l'Autochtone; elle ne reparait pas davantage sous le Trias du bord des Maures. Elle existait probablement sur ce massif et devait faire partie de sa couverture sédimentaire, mais elle se trouvait certainement bien plus au sud que l'endroit où Kilian et Lanquine<sup>(1)</sup> l'ont figurée sur l'intéressante « représentation schématique de la structure des Préalpes Maritimes » qu'ils ont publiée dès 1916.

Dans ce croquis ils la font naître dans une surface de chevauchement le long de laquelle les Schistes Cristallins des Maures seraient refoulés vers le nord, par-dessus le Permien de Fréjus. Cet accident existe réellement, c'est celui de Vidauban-Roquebrune, mais L. Lutaud [3] a démontré d'une manière péremptoire que cette surface, au lieu de plonger au sud, comme on le croyait, est en réalité inclinée au nord, de telle sorte que c'est le Permien qui est refoulé sur le Cristallin. Je serais plutôt disposé à situer la racine de la nappe du Cheiron au-dessus de l'une ou l'autre des lignes de contact anormal qui traversent le massif des Maures avec des directions oscillant entre S.W.—N. E. et W.—E. et qui aboutissent au golfe de Saint-Tropez. Mon collègue et ami Lutaud en a donné une description magistrale.

Il résulte de cette discussion de « tectonique aérienne » que l'enracinement de la nappe du Cheiron sous la nappe des Bessillons est géométriquement possible. Il s'agit d'examiner maintenant si elle apparaît également comme possible si l'on se place au point de vue stratigraphique. Ici encore de longues digressions sont nécessaires et il nous faut remonter très loin en arrière dans l'histoire géologique de la Basse-Provence, afin d'être à même de nous rendre compte de la répartition géographique des facies, au moment où ont pris naissance les plissements pyrénéo-provençaux.

Sans vouloir remonter plus loin que les débuts des temps secondaires, il

<sup>(1)</sup> W. KILIAN et ANTONIN LANQUINE. Sur la Géologie des environs de Castellane (Basses-Alpes). *Trav. du Lab. de Géol. de la Fac. des Sc. de l'Univers. de Grenoble*, t. XI, p. 77, fig. 1.

est bon toutefois de rappeler que les plissements varisques sont orientés suivant des directions presque méridiennes et que la dépression permienne correspond à un sillon profond séparant les Maures du Tanneron, où s'accablent des épaisseurs considérables de sédiments. L'axe de ce sillon, correspondant au maximum d'épaisseur des couches, est transversal par rapport aux directions varisques. Il y a là déjà une première ébauche des mouvements qui affecteront la région au cours des temps secondaires, mais nul ne peut dire jusqu'où vers l'ouest s'étendait le massif du Tanneron, déjà partiellement exondé au Permien.

Les faciès des terrains triasiques sont si uniformes qu'ils ne nous apprennent rien sur les conditions de dépôt dans les diverses parties de la région.

Je ne m'étendrai pas davantage sur l'histoire de la Basse-Provence au cours des temps liasiques et jurassiques, tenant à laisser à mon collaborateur et ami M. Antonin Lanquine le soin de nous donner, dans un mémoire qui verra sans doute bientôt le jour, un aperçu synthétique de la distribution des faciès du Lias et du Jurassique dans toute la Provence, depuis Digne jusqu'à la mer. Je dirai seulement que la superposition directe des Dolomies néojurassiques au Bathonien caractérise, depuis Antibes jusqu'à Saint-Cyr, toute une zone dont la limite septentrionale est sensiblement parallèle au bord nord-ouest *actuel* du massif des Maures. La transgression argovienne n'est connue qu'au nord de cette ligne. C'est la première indication, aux temps mésozoïques, de mouvements « zonaires » qui suivent la direction générale de la chaîne Pyrénéo-Provençale.

Pour les temps crétacés nous possédons une carte schématique, due à Collot [8], qui donne l'extension approximative des étages successifs dans la Basse-Provence. Elle est tout à fait remarquable pour l'époque où elle a paru et est d'ailleurs classique. Mais elle néglige naturellement la déformation des contours, qui résulte nécessairement de la superposition des nappes, puisque ces phénomènes étaient encore insuffisamment connus. Et de plus son auteur n'a pas tenu, dans ses reconstitutions, un compte suffisant des dénudations antérieures aux transgressions.

Dans toute la Basse et la Moyenne-Provence, le Crétacé inférieur succède en concordance au Néojurassique. On ne peut, en effet, conclure de l'absence des marnes valanginiennes dans certaines parties de la nappe du Cheiron et dans les Duplicatures, à une émergence temporaire, car il est infiniment probable, comme l'a supposé W. Kilian, que le faciès des « Calcaires Blancs »

s'est prolongé localement pendant toute la durée du Valanginien. Kilian a insisté en 1920 sur les analogies frappantes que présente le Valanginien supérieur à *Hoplites campylotoxus* Uhl. des environs de Meyrargues avec celui des environs de la Palud-de-Moustiers et c'est cette similitude qui m'a mis sur la trace des racines de la nappe du Cheiron dans la région située entre Meyrargues et Gréoulx.

Pour reconstituer l'extension des termes suivants de l'Eocrétacé, il est nécessaire de procéder au « déroulement des nappes », conformément à une méthode que j'ai préconisée dès 1903 et qui a donné à Boussac et à Argand de si brillants résultats. Il faut se figurer juxtaposées et se suivant du N. E. au S.W. les unités tectoniques qui sont aujourd'hui superposées.

On sait qu'au nord de l'empilement de nappes qui nous intéresse s'étend la région alpine, dont tout le monde connaît le type bathyal caractéristique de tous les termes du Crétacé inférieur. Malheureusement on ne voit nulle part, dans le soubassement autochtone de la nappe du Cheiron, les formations qui font suite au sud-ouest à cette série bathyale. Ce soubassement est d'ailleurs presque partout entièrement caché. Dans l'ouest, on voit bien apparaître, sous la terminaison nord de la nappe du Cheiron, l'unité tectonique de Chabrières, mais ses terrains possèdent déjà un type entièrement provençal, à l'exception du Barrémien, où s'intercale un niveau vaseux non glauconieux à nombreux *Holcodiscus* et *Pulchellia*, dont l'état de conservation est identique à celui des fossiles provenant de la région bathyale voisine. Dans l'est, c'est sur les « Duplicatures » que repose la nappe du Cheiron et les analogies de facies sont grandes entre la nappe et ces plis enracinés, qui représentent probablement les digitations frontales de la couverture du massif du Tanneron. C'est ainsi que l'on rencontre dans les deux unités tectoniques un Hauterivien à Echinides, Brachiopodes, Huîtres et Ammonites et le facies si remarquable du Barrémien glauconieux, et c'est ainsi aussi que, dans l'une comme dans l'autre, l'Aptien fait entièrement défaut. Le bord frontal de la nappe du Cheiron devait donc se trouver à une faible distance en arrière de la plus élevée des Duplicatures.

Dans l'hypothèse tectonique que j'ai exposée plus haut, la nappe de Salernes faisait suite au S.W. à la nappe du Cheiron et l'on devrait y rencontrer des facies de l'Eocrétacé faisant suite normalement à ceux dont il vient d'être question; mais on sait que l'on n'y connaît aucun représentant marin du système Crétacé et que, les bauxites mises à part, le premier terme du Crétacé

que l'on rencontre au-dessus du Jurassique supérieur est le Rognacien d'eau douce. Mais on a vu plus haut que cette énorme lacune stratigraphique existe déjà, au sud du Plan de Canjuers, sur le bord méridional de la nappe du Cheiron.

Dans la dépression du Val et de Vins, au nord de Brignoles, où la nappe de Salernes ou Parautochtone apparaît en fenêtre sous la nappe des Bessillons, on retrouve la même lacune. Dans la dépression plus méridionale de Camps, par contre, on rencontre de nouveau des termes marins du Crétacé : l'Urgonien, l'Aptien, le Santonien s'intercalent entre le Jurassique et le Crétacé terminal lacustre. Mais nous avons affaire ici à des facies tout différents de ceux des nappes plus septentrionales et ces terrains appartiennent déjà au « golfe de la Basse-Provence ». Ils se sont déposés au sud des terres émergées à l'époque Crétacée, dont Collot a cherché à reconstituer les rivages.

Les dépôts éocrétacés formés sur l'emplacement correspondant à ce golfe des mers méso- et néocrétacées sont connus vers le nord jusqu'à l'extrémité septentrionale du massif d'Allauch et jusqu'au flanc sud-est de la Lare. Ils sont autochtones ou parautochtones. Ceux qui figurent, sur la feuille d'Aix, sur le versant méridional de la chaîne de l'Étoile sont charriés et ont leurs racines plus au sud. Les affleurements parautochtones du sud sont séparés de ceux du nord de la feuille d'Aix (environs de Meyrargues et de Pelissanne), également parautochtones, par un espace actuellement large de près de 25 km., beaucoup plus large naturellement à l'époque du dépôt, antérieurement aux plissements. Sur cet espace, le Crétacé supérieur lacustre repose en général directement sur le Jurassique. On pourrait en conclure que les deux éocrétacés étaient séparés par une zone émergée, si l'on ne connaissait pas, au N. E. de Pourcieux, un lambeau isolé de Néocomien, qui ne peut être interprété que comme un témoin épargné par l'érosion lors des dénudations qui ont eu lieu avant la transgression limnique du Crétacé terminal. C'est évidemment à cette dénudation qu'il faut attribuer l'absence du Crétacé inférieur sur les bords du bassin de Fuveau. Il est infiniment probable que la mer éocrétacée s'étendait sur toute la surface occupée aujourd'hui par ce bassin. Les facies de l'Hauterivien et du Barrémien (Urgonien) du Nord et du Sud ne diffèrent pas suffisamment pour rendre invraisemblable cette conclusion, que l'on peut même légitimement étendre aux régions de l'Est, situées sur la feuille de Draguignan, où l'on constate la même lacune entre le Jurassique et le Crétacé supérieur lacustre. Malgré les profondes différences de facies qui

existent entre les dépôts éocrétacés de la nappe du Cheiron (Barrémien glauconieux) et ceux du Parautochtone du synclinal de Camps-les-Brignoles (Urgonien), on peut très bien attribuer à la dénudation l'absence de ces dépôts dans la région intermédiaire, dans la fenêtre du Val et de Vins. La mer éocrétacée à dépôts néritiques de l'avant-pays du géosynclinal dauphinois semble donc avoir recouvert uniformément toute cette région, y compris, pour les raisons que je vais dire, le massif des Maures et le Tanneron.

J'ai montré, dans la 1<sup>re</sup> partie de cet ouvrage (p. 105), que dans la région du Revest, au nord de Toulon, l'exondation et les dénudations qui l'ont suivie étaient certainement postérieures au dépôt de l'Aptien. La formation de la Bauxite y est antérieure à la transgression cénomaniennne. Il n'existe aucune raison d'admettre que cette formation essentiellement continentale ne soit pas également d'âge albien dans la région correspondant à la nappe de Salernes et à ses racines. L'ablation des dépôts éocrétacés était sans doute déjà accomplie avant que la Bauxite s'y soit déposée, sur un substratum jurassique.

D'autre part, la présence d'Albien marin dans les Duplicatures et dans la nappe du Cheiron explique fort bien l'absence de la Bauxite dans ces deux unités tectoniques. Par contre, il est vraisemblable que le Massif des Maures était exondé et que c'est là que s'élaboraient les produits d'altération des terrains cristallins et cristallophylliens qui ont donné naissance à la Bauxite. Quant au Tanneron, c'est encore à la même époque qu'il a dû être débarrassé des dépôts éocrétacés qui entraient dans la composition de sa couverture, car à son extrémité septentrionale, près de Vence, le Cénomanienn marin repose directement sur les Dolomies néojurassiques. J'ai déjà insisté sur ses grandes analogies de facies avec celui de la nappe du Cheiron et avec celui des environs de Beynes.

Le Cénomanienn à *Exogyra columba* existe aussi à Fiéraquet, près le Revest, à l'extrémité orientale du bassin du Beausset, mais il est peu probable que la transgression cénomaniennne se soit étendue par-dessus la région émergée à l'Albien, où il est entièrement inconnu, car on a vu plus haut que, déjà dans le nord du massif d'Allauch, le Turonien est transgressif par rapport au Cénomanienn, puisqu'il y repose directement sur l'Hauterivienn. Il n'y a d'ailleurs aucune raison d'admettre que les dépôts turoniens se soient étendus bien au-delà de leurs limites actuelles, car on n'en a signalé que dans la partie frontale de la nappe du Cheiron. Quant au Sénonien marin, on ne peut guère admettre qu'il se soit déposé au nord de ses limites actuelles, de sorte qu'il

est permis de conclure à la persistance d'une région émergée depuis le moment où se formait la Bauxite jusqu'au début de la transgression limnique rognacienne. Cette région exondée englobait, au minimum, le territoire qui devait constituer plus tard la nappe de Salernes et l'Autochtone de Montmeyan. Il n'est pas facile de préciser ses limites septentrionales, tandis que ses limites méridionales ne peuvent être reconstituées, au moins à l'est de Comps, en raison des dénudations ultérieures. Dans l'ouest, c'est-à-dire dans le pays qui fait l'objet du présent fascicule et dans les régions voisines, nous avons en main des données plus satisfaisantes. Nous pouvons délimiter, au moins approximativement, les territoires qui n'ont pas été atteints par la mer au début du Sénonien.

La transgressivité des poudingues fluviales d'âge bégudien nous permet en outre d'établir l'existence d'une terre exondée qui séparait le lac de Fuveau du lac du Beausset. Mais il y a plus. La nature des éléments de ce poudingue nous renseigne sur leur provenance. La présence de galets originaires du massif de Sicié ou des Maures nous permet d'affirmer que les terrains anciens constituant ces massifs étaient au moins partiellement exondés.

A l'ouest du Rhône les preuves ne manquent pas non plus de l'existence de terres émergées datant de la fin de la période Crétacée, situées sur l'emplacement des Pyrénées et dans l'avant-pays de cette chaîne.

On est ainsi conduit à la conclusion qu'il existait, reliant les Pyrénées orientales aux Maures, une terre émergée, continue ou non, dont l'origine remonte à la fin de la période Crétacée. Cette ride, ou ce faisceau de rides, qui a persisté au début des temps éocènes, est la première ébauche des plissements pyrénéo-provençaux. C'est la *chaîne embryonnaire* pour employer une expression introduite par Emile Argand.

Nous ne sommes guère renseignés, autrement que par la tectonique, sur les épisodes par lesquels est passée la chaîne pyrénéo-provençale depuis la phase embryonnaire jusqu'à la phase paroxysmale. Dans la Basse-Provence il est définitivement établi que le paroxysme est anté-oligocène et que la région a été ensuite le théâtre de mouvements segmentaires, de tassements, et même de mouvements tangentiels après le Rupélien. Dans la partie provençale des Alpes-Maritimes la succession des phénomènes est moins bien connue. Aux environs d'Antibes la transgression bartonienne s'étend sur une région profondément dénudée. Plus au nord, le charriage qui a refoulé sur les « dupli-



catures » les nappes du Cheiron et de l'Audibergue s'est produit, d'après L. Bertrand, à la limite de l'Eocène et de l'Oligocène. D'après le même auteur <sup>(1)</sup>, « les couches nummulitiques jusqu'au Priabonien inclusivement se montrent, en diverses localités, englobées dans ces nappes et dans leur substratum, tandis que les couches oligocènes sont restées en dehors et entièrement au Nord du domaine des nappes provençales. » Ces résultats sont en contradiction avec ceux auxquels j'ai été conduit par l'étude du massif de Peypin. Ce désaccord montre combien il reste encore de problèmes à éclaircir en Provence.

Il y a cependant un point sur lequel un accord complet paraît devoir s'établir entre tous les auteurs que préoccupent les questions de géologie pyrénéo-provençale. C'est la détermination du moment où ont pris fin les phénomènes de diastrophisme dans les régions du Midi qui n'ont pas été affectées par les plissements alpins.

On sait que, dans les Pyrénées, les observations de Vasseur ont permis à L. Bertrand <sup>(2)</sup> d'affirmer que « les derniers mouvements orogéniques pyrénéens... étaient achevés antérieurement à l'Aquitaniens ». Dans l'ouest de la Basse-Provence (région de Carry, dans la chaîne de la Nerthe), il semble aussi que les derniers plissements soient antérieurs à la transgression marine aquitaniens. Dans la région qui fait l'objet de la présente Monographie l'Aquitaniens n'existe pas, de sorte que nous n'avons ici aucun moyen de dater les derniers plissements provençaux. Plus à l'est, nous connaissons par contre, aux environs de Brue-Auriac et de Barjols (feuille de Draguignan), des calcaires lacustres aquitaniens qui s'étendent transgressivement sur toutes les nappes et qui ne semblent pas avoir subi de dislocations ultérieures.

Je me suis abstenu, dans ce chapitre, de parler des mouvements que l'on a qualifiés d'*alpins* et qui jouent un rôle très important dans les Alpes-Maritimes, alors que dans la Provence proprement dite on cherche en vain leurs effets. Léon Bertrand et A. Lanquine leur ont consacré un certain nombre de notes auxquelles je ne puis que renvoyer le lecteur.

<sup>(1)</sup> *Loc. cit.*, 1925, p. 698.

<sup>(2)</sup> LÉON BERTRAND. Notice sommaire sur le panneau des Pyrénées françaises. *Ministère des Trav. publics. Exposition univers. intern. de Bruxelles. Carte géol. de la Fr. et Topogr. souterr.* 100 p., 1910.

# TABLE DES MATIÈRES

## DES DEUX PREMIERS FASCICULES.

### I

	Pages.
AVANT-PROPOS . . . . .	v
HISTORIQUE . . . . .	1
BIBLIOGRAPHIE . . . . .	77

### PREMIÈRE PARTIE.

#### LA RÉGION TOULONNAISE.

INTRODUCTION . . . . .	93
<b>CHAPITRE PREMIER. — La zone du cap Sicié et ses recouvrements.</b> . . . . .	<b>113</b>
APERÇU GÉNÉRAL . . . . .	113
DESCRIPTION TECTONIQUE DÉTAILLÉE . . . . .	114
Bord méridional de la dépression du Pas-du-Loup . . . . .	115
Bord septentrional de la dépression du Pas-du-Loup . . . . .	117
Massif de La Malgue et du cap Brun . . . . .	125
Massif du Pradet . . . . .	129
Résumé et conclusions . . . . .	131
<b>CHAPITRE II. — La zone des Dépressions.</b> . . . . .	<b>135</b>
APERÇU GÉNÉRAL . . . . .	135
DESCRIPTION DÉTAILLÉE . . . . .	136
La cuvette de Bandol . . . . .	136
La cuvette d'Alon . . . . .	142

## CHAPITRE II. — La zone des dépressions. (Suite.)

Les collines triasiques à l'ouest de Toulon.....	143
L'anticlinal des Ameniers.....	152
Les collines jurassiques d'Hyères.....	153
Résumé et conclusions.....	160

## CHAPITRE III. — Le bassin du Beausset et ses recouvrements..... 167

APERÇU GÉNÉRAL.....	167
---------------------	-----

DESCRIPTION DÉTAILLÉE.....	168
----------------------------	-----

Le bassin du Beausset.....	168
La bande triasique de la pointe Grenier.....	172
Les collines de Maren et le Télégraphe de La Cadière.....	176
L'« Ilot » triasique du Vieux-Beausset.....	183
Les lambeaux de recouvrement du Castellet.....	188
La série renversée entre le Val d'Aren et Ollioules.....	188
Résumé et conclusions.....	194

## CHAPITRE IV. — La zone urgonienne méridionale..... 199

APERÇU GÉNÉRAL.....	199
---------------------	-----

DESCRIPTION DÉTAILLÉE.....	200
----------------------------	-----

Le chaînon du Gros-Cerveau.....	200
Les gorges d'Ollioules et le Croupatier.....	204
Soubassement du Croupatier.....	205
Le Baou de Quatre-Heures.....	209
Le Faron.....	211
Résumé et conclusions.....	217

## CHAPITRE V. — La zone des imbrications..... 221

APERÇU GÉNÉRAL.....	221
---------------------	-----

DESCRIPTION DÉTAILLÉE.....	223
----------------------------	-----

Dépression du Broussan.....	223
Dépression de Dardenne.....	227
Vallon des Pomets.....	227
Vallon de Pardiguières et crête de Marlet.....	230
Vallon de Fontanier et Mal Vallon.....	232

**CHAPITRE V. — La zone des imbrications. (Suite.)**

Dépression de Dardenne. ( <i>Suite.</i> )	
Crête et vallon de la Salvatte.....	235
Crête de Boudevigne et vallon du Revest.....	238
Vallon du Ragas.....	240
Vallon de la Ripèle.....	240
Dépression de La Valette.....	241
Résumé et conclusions.....	246

**CHAPITRE VI. — L'extrémité orientale du bassin du Beausset et le Coudon.....** 253

APERÇU GÉNÉRAL.....	253
DESCRIPTION DÉTAILLÉE.....	255
Bord méridional.....	255
Région axiale du synclinal.....	259
Bord septentrional.....	262
Le Coudon.....	270
Plaine des Selves.....	272
Résumé et conclusions.....	274

**RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS GÉNÉRALES.....** 279

Résumé.....	279
Classification des dislocations.....	291
Succession des phénomènes.....	298
Causes des mouvements.....	302

II

**AVANT-PROPOS, par Juliette PFENDER.....** v

**DEUXIÈME PARTIE.**

**LE MASSIF D'ALLAUGH ET SES ENTOURS.**

**INTRODUCTION.....** 3

**CHAPITRE PREMIER. — La chaîne de Carpiagne.....** 17

Le dôme de Carpiagne.....	17
---------------------------	----

CHAPITRE PREMIER. — **La chaîne de Carpiagne.** (Suite.)

Plateau de Carpiagne.....	18
Collines de la Penne et de Fenestrelle.....	22
Extrémité occidentale du bassin du Beausset.....	24
Récapitulation.....	26

CHAPITRE II. — **La dépression de l'Huveaune**..... 28

Alluvions quaternaires.....	28
Collines sannoisiennes.....	29
Collines rupéliennes.....	30
Collines du Pont de l'Étoile.....	31
Récapitulation.....	33

CHAPITRE III. — **Le massif de la Salette**..... 35

Zone sud-ouest du massif.....	35
Massif dolomitique central.....	40
Collines triasiques du versant nord.....	45
Fenêtre des Douces.....	46
Conclusions.....	46

CHAPITRE IV. — **L'éperon d'Allauch et la bordure Sud-Ouest du massif**..... 49

Trias d'Allauch.....	51
Bordure sud-ouest.....	53
Récapitulation.....	54

CHAPITRE V. — **La bordure méridionale du massif**..... 57

Crête de la Treille et du Four.....	57
Crête des Lyonnaises.....	64
Ruissatel et Jas de Fontainebleau.....	68
Quartier de Rampal.....	69
Récapitulation.....	71

CHAPITRE VI. — **La bordure Sud-Est**..... 75

Entre les vallons de Font-de-Mai et de Garlaban.....	75
Entre les vallons de Garlaban et de Camoin.....	78
Entre le vallon de Camoin et celui des Gavots.....	80

CHAPITRE VI. — **La bordure Sud-Est.** (Suite.)

Entre les vallons des Gavots et de Favari.....	82
Entre le vallon de Favari et le Grand-Vallon.....	86
Entre le Grand Vallon et le col du Marseillais.....	88
Récapitulation.....	90

CHAPITRE VII. — **Les massifs de Pierrescas et de Peypin.**

Massif de Pierrescas.....	95
Massif de Peypin.....	98
Récapitulation.....	100

CHAPITRE VIII. — **La bordure Nord-Ouest.**

Ceinture éojurassique.....	104
Fenêtre des Trois-Fonts et des Mies.....	106
Plateau de Pichauris.....	107
Dalles des Maurins.....	110
Triangle des Cadets.....	112
Récapitulation.....	114

CHAPITRE IX. — **Le Massif Central.**

Faillies périphériques.....	117
Empiètement de la bordure sur le bord du Massif Central.....	120
Témoins turoniens et sénoniens et failles internes.....	122
Chapeau de Garlaban.....	125
Récapitulation.....	127

CHAPITRE X. — **Conclusions.**

Succession des phénomènes.....	147
--------------------------------	-----

CHAPITRE XI. — **Les plissements pyrénéens.**

153

# TABLE DES FIGURES.

## I

Figures.	Pages.
1. Coupe du Grand Cerveau au Castellet, par le Vieux-Beausset, d'après Marcel Bertrand . . . . .	11
2. Coupe par le col de Jean-le-Maitre et le Verger, d'après Marcel Bertrand . . . . .	23
3. Coupe de la colline dite Collet-Radon, près Pichauris, d'après Marcel Bertrand . . . . .	27
4. Coupe du ravin de la Treille (rive gauche), d'après Marcel Bertrand . . . . .	29
5. Coupe d'Auriol à Sainte-Croix, d'après Marcel Bertrand . . . . .	33
6. Coupe des environs de Fontanieu, d'après Marcel Bertrand . . . . .	49
7. Carte tectonique des massifs d'Allauch, de la Lare et de la Sainte-Baume, d'après E. Fournier..	55
8. Coupe inédite de G. Vasseur passant par la Galère et la colline de Saint-Germain . . . . .	65
9. Coupe inédite de G. Vasseur passant à l'est de la Mare et parallèle à la précédente . . . . .	66
10. Coupe inédite de G. Vasseur passant par Cadolive . . . . .	67
11. Coupe inédite de G. Vasseur passant par la colline de Senière, à l'ouest de Septèmes . . . . .	68
12. Coupe prise à l'ouest de Faubrégas . . . . .	115
13. Coupes à travers la colline des Playes, au S.W. de Sanary . . . . .	119
14. Vue schématique de la falaise du Pin de Galle . . . . .	129
15. Coupes transversales à travers la cuvette de Bandol . . . . .	139
16. Coupe longitudinale montrant les relations de la cuvette d'Alon et de la cuvette de Bandol . . . .	142
17. Coupes à travers les collines situées à l'ouest d'Ollioules . . . . .	145
18. Coupes à travers les collines à l'est d'Ollioules . . . . .	147
19. Coupe longitudinale à travers les dômes de calcaires mésotriasiques à l'ouest de Toulon . . . . .	150
20. Coupe de l'anticlinal des Ameniers, à l'est de Toulon . . . . .	152
21. Coupes à travers les collines jurassiques d'Hyères . . . . .	155
22. Coupes du bord sud du bassin du Beausset, entre la pointe Grenier et la Madrague . . . . .	173
23. Coupes du bord sud du bassin du Beausset, entre la Madrague de Saint-Cyr et les collines de Maren . . . . .	175

24. Coupes à travers le massif du Télégraphe, au sud de la Cadière . . . . .	179
25. Coupe du lambeau de recouvrement du Vieux-Beausset . . . . .	184
26. Coupes transversales de l'extrémité occidentale du chaînon du Gros-Cerveau . . . . .	191
27. Coupes transversales du chaînon du Croupatier . . . . .	207
28. Coupes à travers l'extrémité orientale du Baou de Quatre-Heures (Cap Gros) . . . . .	210
29. Coupes transversales du massif du Faron . . . . .	212-213
30. Coupe longitudinale de l'extrémité orientale du Faron . . . . .	216
31. Coupes transversales à travers la dépression du Broussan . . . . .	225
32. Coupes transversales de la partie supérieure du vallon des Pomets . . . . .	228
33. Coupes dans le flanc sud du Caoumé W. et dans le vallon de Pardiguières . . . . .	231
34. Coupes du Mal Vallon, à l'ouest du Revest . . . . .	234
35. Coupes transversales à travers le décrochement de la Salvatte . . . . .	236
36. Coupes N.-S. à l'ouest et à l'est du Revest . . . . .	239
37. Coupes à travers le bord nord-est de la dépression de la Valette . . . . .	243
38. Coupes à travers le bord nord de la dépression de la Valette et le flanc sud du Coudon . . . . .	245
39. Coupes du bord nord-est du synclinal du Revest . . . . .	265
40. Coupes du mont Combe et des chaînons des Bouisses . . . . .	269

## II

1. Vue schématique du synclinal jurassique du pont de l'Étoile . . . . .	32
2. Coupes du bord sud du massif de la Salette . . . . .	39
3. Coupes de la bordure sud-ouest du massif d'Allauch . . . . .	53
4. Coupe par le chemin de crête de la Treille . . . . .	58
5. Coupe transversale au bas du vallon des Escaoupres . . . . .	61
6. Coupes de la bordure méridionale du massif d'Allauch . . . . .	66-67
7. Coupe schématique par la tranchée donnant accès à la carrière d'Hettangien de la Gastaude (près Aubagne) . . . . .	70
8. Coupes transversales du vallon de la Treille . . . . .	74
9. Coupes suivant la rive gauche du vallon de Font-de-Mai et la rive droite du vallon de Garlaban . . . . .	76
10. Coupes entre les vallons de Garlaban et de Camoin . . . . .	79
11. Coupes entre le vallon de Camoin et celui des Gavots . . . . .	81
12. Coupes entre les vallons des Gavots et de Favari . . . . .	84
13. Coupes entre le vallon de Favari et le Grand-Vallon . . . . .	87



## TABLE DES FIGURES.

179

14. Coupe entre le Grand Vallon et le vallon de Lascours . . . . .	89
15. Coupes des collines de Lascours . . . . .	90
16. Coupe dans la bordure N.W. du massif d'Allauch . . . . .	106
17. Coupe de la fenêtre des Trois-Fonts et des Mieus . . . . .	107
18. Coupe du plateau de Pichauris . . . . .	109
19. Vue schématique du versant sud de Garlaban . . . . .	126

# TABLE DES PLANCHES.



## I

### A. Petite rade de Toulon, vue prise de la route du Faron.

Poudingues éotriasiques en bancs verticaux. Quartier de la Barre, près Toulon.

Flot de recouvrement du Vieux-Beausset vu de l'ouest.

Voûte dans les calcaires mésotriasiques. Pont des Pomets, près Toulon.

### B. Baou de Quatre-Heures vu de la plaine du Las, près Toulon.

Bathonien marneux refoulé sur l'Urgonien de la carrière du Mal Vallon, près le Revest.

Faïlle du Faron, vue prise des 4 chemins des Routes, près Toulon.

Synclinal déversé du flanc sud du Caoumé, Mal Vallon, près le Revest.

### C. Partie occidentale du Faron, vue prise de la plaine du Las, près Toulon.

Partie orientale du Faron, vue prise de Sainte-Anne, près Toulon.

Versant sud-est du Caoumé vu de la route du Revest.

Urgonien du mont Combe décollé de son soubassement, vue prise du flanc nord du Faron, près Toulon.

### D. Le Revest et le mont Combe vu du quartier de la Sable.

Face méridionale du Coudon, vue prise de la Valette.

Urgonien de l'extrémité occidentale du Coudon s'enfonçant sous le Trias supérieur et le Lias. La Chaberte, près la Valette.

Extrémité orientale du Coudon, vue prise de la plaine de la Crau.

### I. Coupe géologique du souterrain du canal de l'étang de Berre à l'Estaque (avant les travaux), d'après la minute originale de Gaston Vasseur.

### II. FIG. 1. Coupe longitudinale du massif du Caoumé.

FIG. 2. Coupe longitudinale du mont Combe et de la plaine des Selves.

FIG. 3. Coupe longitudinale du chaînon du Gros-Cerveau et du Croupatier.

FIG. 4. Coupe longitudinale de la terminaison occidentale du massif des Maures, de Toulon à Hyères.

## II

## A. Le massif d'Allauch, vu d'Aubagne.

Panorama pris du Plateau du Chasseur Duch.

## B. Vallon de Passetemps.

Plateau du Chasseur Duch.

Le Bec Cornu.

## C. Carrière des Trois-Lucs.

Carrière au N.W. de la Treille.

Carrière au sud d'Allauch.

Carrière de marbre des Gavots.

## D. Repli dans une barre Valanginienne, sous le lambeau de Garlaban.

Charnière de Garlaban, vue du ravin qui descend au sud sur Camoin.

Sommet de Garlaban, vu du sud-est.

Repli anticlinal dans les calcaires valanginiens du socle du massif.

# TABLE DES CARTES.

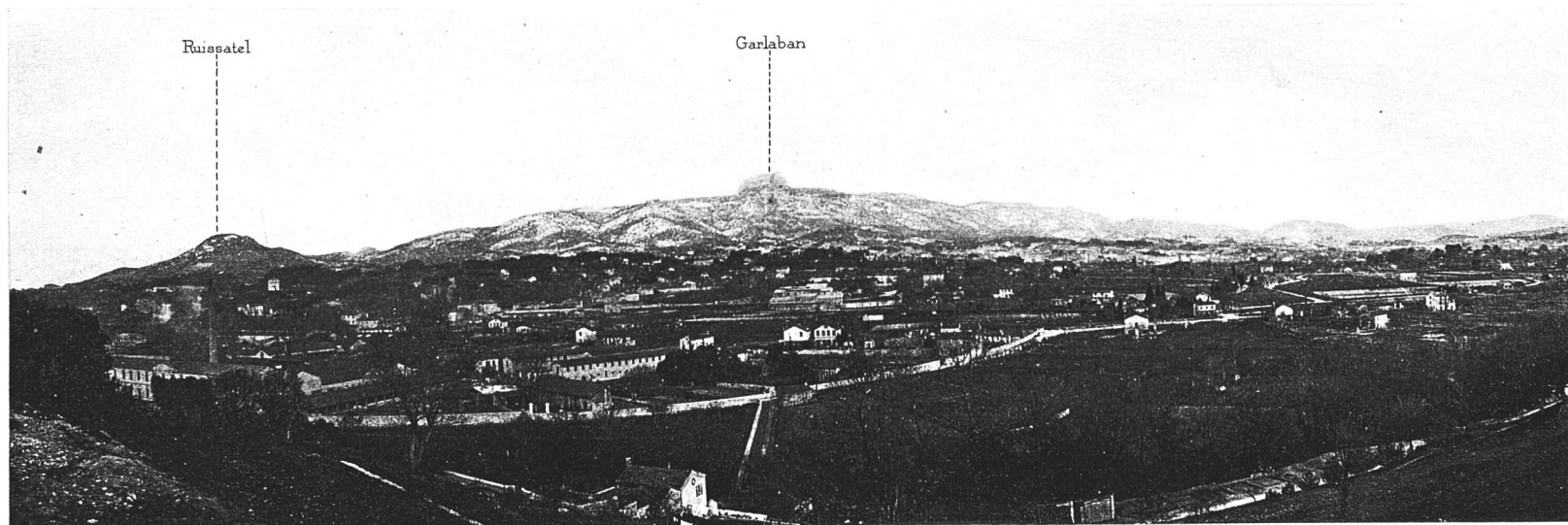


## I

- I. Carte géologique des environs du Revest et des Pomets, près Toulon, à 1/10.000°.
- II. Schéma tectonique de la région toulonnaise, à 1/100.000°.

## II

- I. Carte géologique de la moitié sud du massif d'Allauch, à 1/10.000°.
- II. Schéma tectonique du massif d'Allauch, à 1/25.000°.



*Le Massif d'Allauch, vu d'Aubagne*

Cl. Haug



*Panorama pris du Plateau du Chasseur Duch  
à droite, sommet Valanginien et Hauterivien formant voûte sur l'Aptien (série renversée)  
au fond, série autochtone du Thaoumé*

Cl. Gignoux

Héliog. Schutzenberger



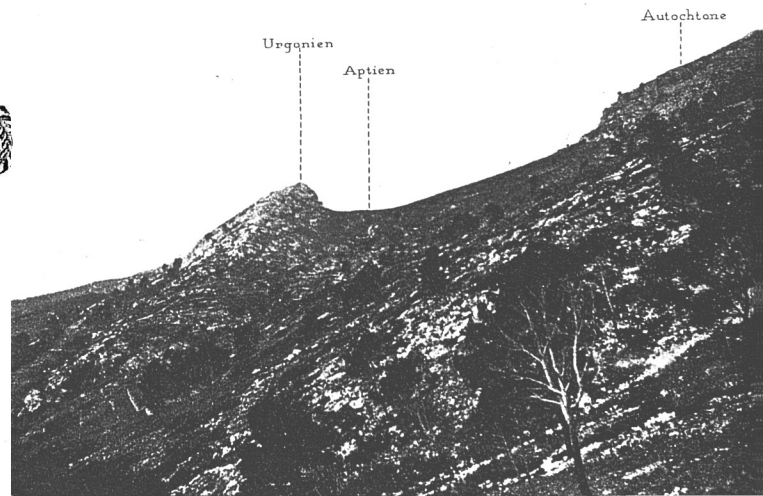
Cl. Gignoux

*Vallon de Passetemps*  
 Vue vers l'est, prise de la rive droite. Calcaires hauteriviens; le replat correspond au passage possible du contact entre l'autochtone et la série renversée



Cl. Gignoux

*Plateau du Chasseur Duch*  
 Surface valanginienne (série renversée) polie par le charriage de l'Hettangien (nappe triasique)



Cl. Gagnebin

*Le Bec Cornu, vu du l'est*  
 Lambeau de la série renversée

Héliog. Schützenberger

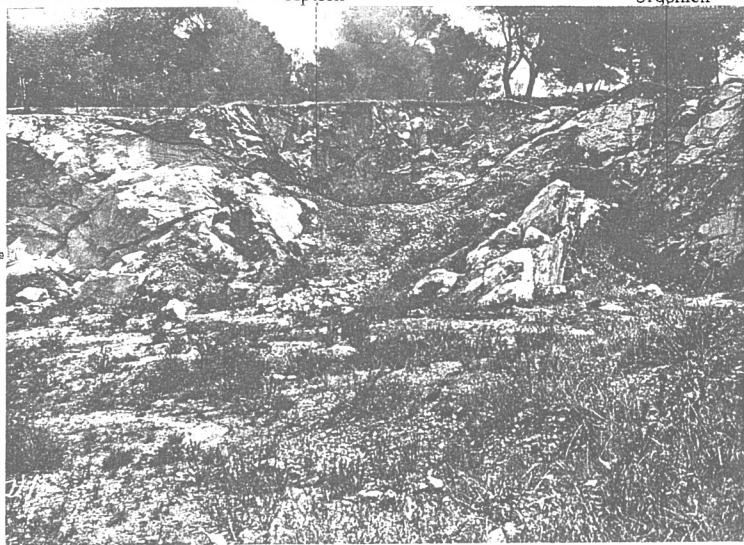
LES NAPPES DE CHARRIAGE DE LA BASSE-PROVENCE

ÉMILE HAUG

Aptien

Urgonien

Dolomies  
néojurassiques

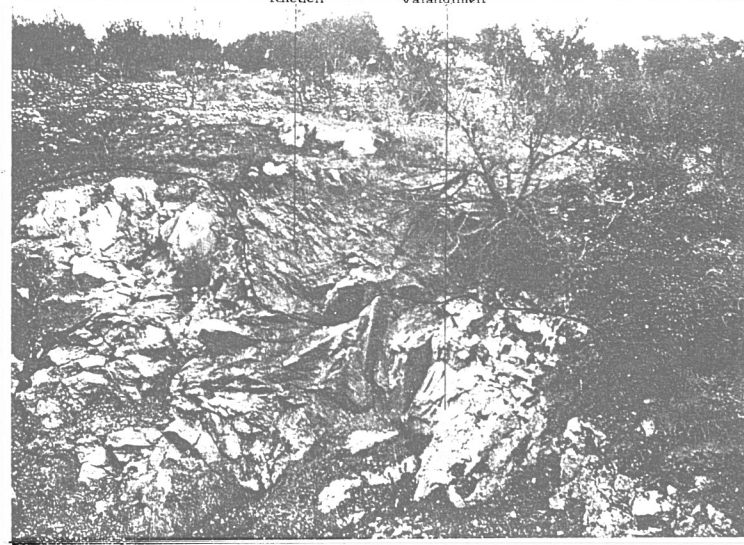


*Carrière des Trois Lucs.*

Cl. Haug

Rhétien

Valanginien

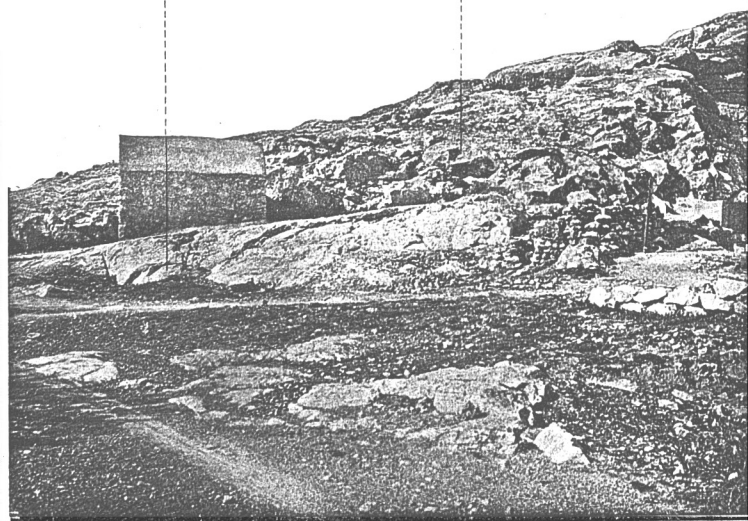


*Carrière au N-W de la Treille, sous Martelleine*

Cl. Gaquebin

Calcaires blancs 'jc

Dolomies néojurassiques



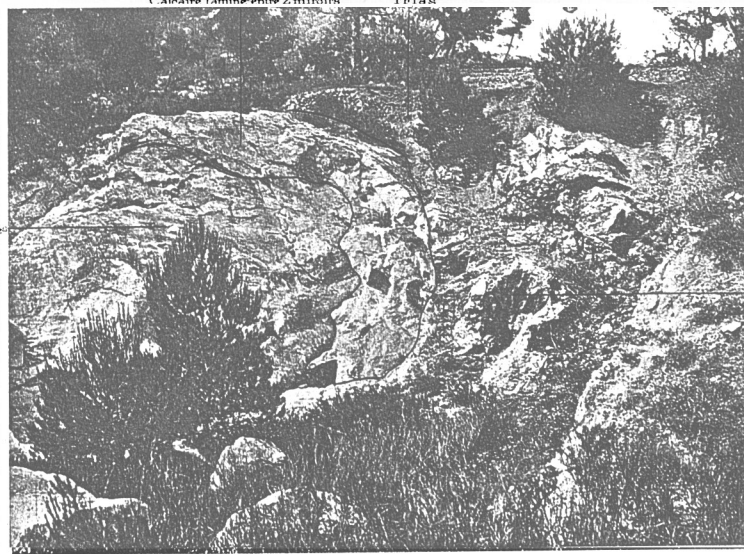
*Carrière au sud d'Allauch*

Cl. Haug

Calcaire laminé entre 2 miroirs

Trias

Dolomies  
néojurassiques



*Carrière de marbre des Gavots*

Cl. Haug

brèche de  
friction

Héliog. Schützenberger -



*Repli dans une barre valanginienne  
sous le lambeau de Garlaban; vue prise du S-E.*



*Sommet de Garlaban, vu de S-E*



*Charnière de Garlaban, vue du ravin  
qui descend au S. sur Camoin.*

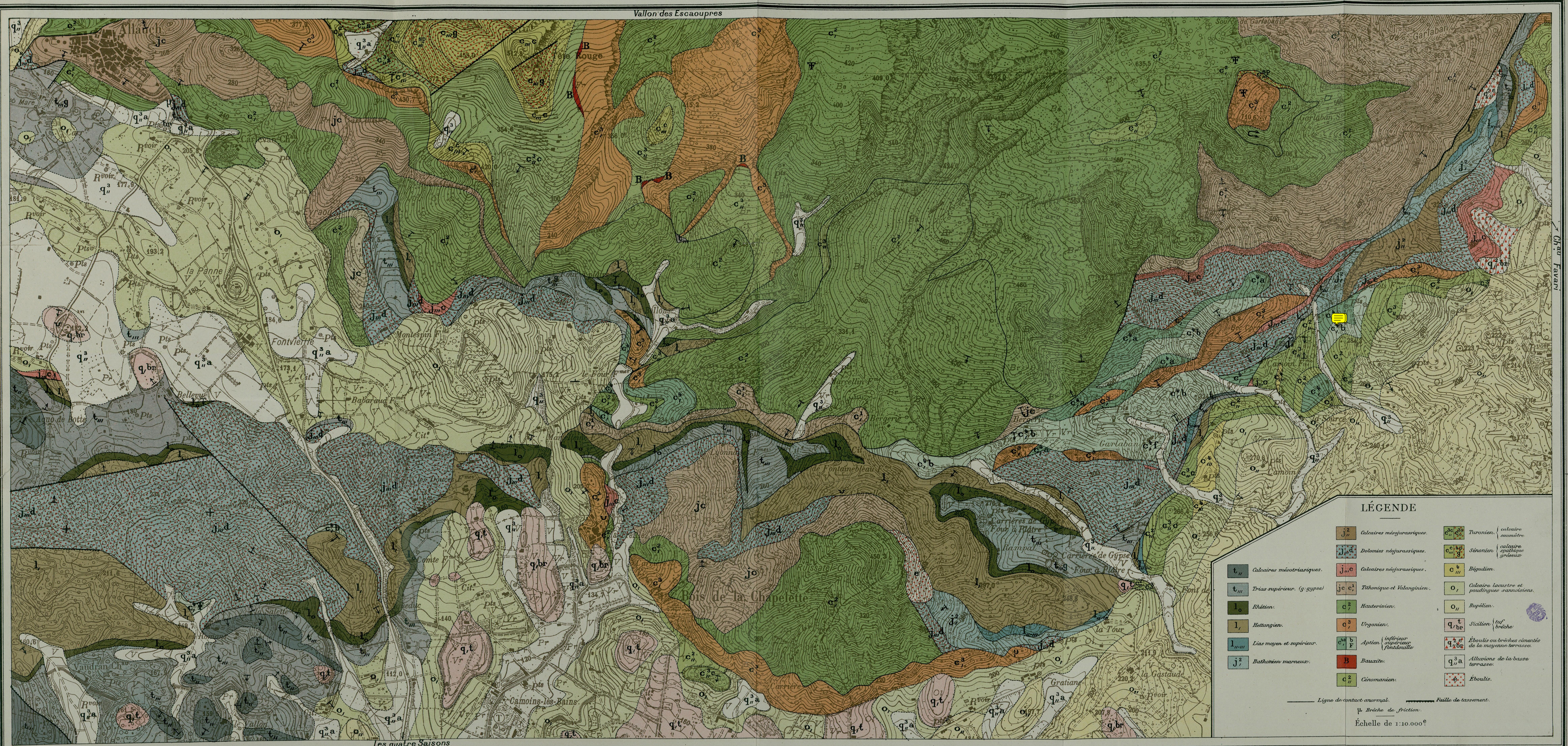
Cl Haug



*Repli anticlinal dans les calcaires  
valanginiens du socle du Massif.*

Cl Gagnebin





LÉGENDE

	Calcaires mésojurassiques.		Turonien.
	Dolomies néojurassiques.		Senonien.
	Calcaires néojurassiques.		Bigézien.
	Calcaires mésotriasiques.		Calcaires lacustres et pouétiens varanosiens.
	Trias supérieur. (g. gypse)		Rupélien.
	Rhétien.		Sicilien (tuf brèche)
	Helvétien.		Éboulis ou brèches cimentés de la moyenne terrasse.
	Lias moyen et supérieur.		Alluvions de la basse terrasse.
	Bathonien marneux.		Éboulis.
	Hauteriviens.		
	Urgonien.		
	Aptien (inférieur) et Aptien (supérieur) fontdoulouais.		
	Bauxite.		
	Cénomaniens.		

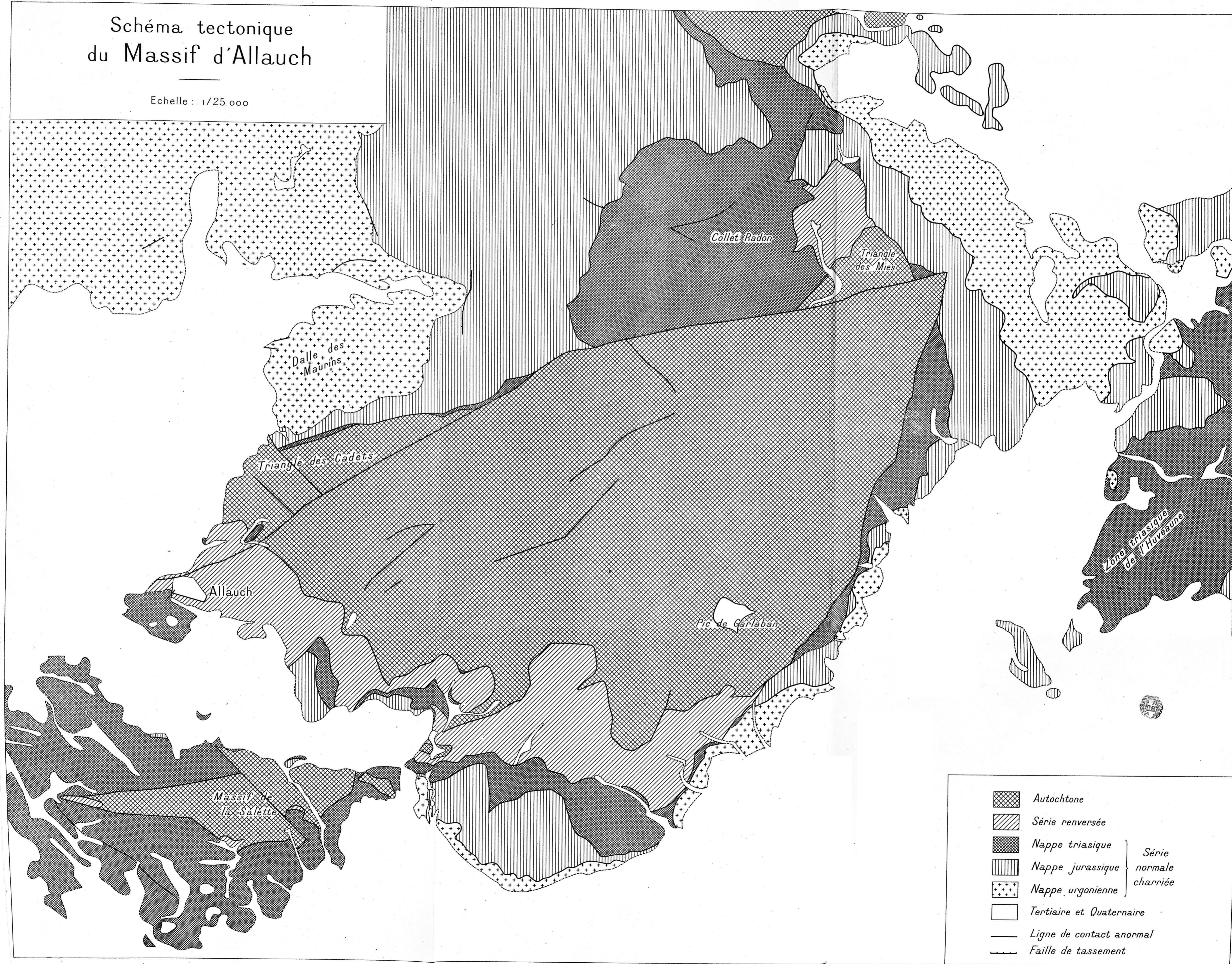
———— Ligne de contact anormal.      - - - - - Faille de tressement.  
 || Brèche de friction.  
 Échelle de 1:10.000<sup>e</sup>









Extrait des Plans Directeurs au 1/20.000<sup>e</sup> publiés par le Service Géographique de l'Armée.

Chromolithographié chez P. Monranger, 4, rue de l'Abbé de l'Épée, Paris.

# Schéma tectonique du Massif d'Allauch

Echelle : 1/25.000



-  Autochtone
  -  Série renversée
  -  Nappe triasique
  -  Nappe jurassique
  -  Nappe urgonienne
  -  Tertiaire et Quaternaire
  -  Ligne de contact anormal
  -  Faille de tassement
- } Série normale  
} Série charriée