

# ÉTUDES

SUR

## LA FORMATION CRÉTACÉE

DES VERSANTS SUD-OUEST, NORD ET NORD-OUEST DU PLATEAU CENTRAL DE LA FRANCE,

PAR M. LE VICOMTE D'ARCHIAC.

Deuxième partie.

---

 (Présentées à la Société géologique le 13 janvier 1845.)
 

---

### INTRODUCTION.

Dans la première partie de ces Études (1), nous nous sommes attaché à décrire les couches de la formation crétacée qui, s'appuyant sur le versant S.-O. du plateau central, s'étendent du S.-E. au N.-O., des environs de Cahors aux îles d'Aix et d'Oléron; dans la seconde, que nous présentons ici, nous exposerons de même la disposition et les caractères des couches crayeuses qui leur correspondent au N. et au N.-O. du même plateau, depuis les environs de Cosne et de Sancerre, sur les bords de la Loire, jusqu'à l'embouchure de la Seine. Ces dernières s'étendent ainsi à travers les départements de la Nièvre, du Cher, de Loir-et-Cher, de l'Indre, d'Indre-et-Loire, de la Vienne, des Deux-Sèvres, de Maine-et-Loire, de la Sarthe, de l'Orne, de l'Eure, du Calvados et de la Seine-Inférieure. Ce mémoire est le résultat d'observations faites dans cette zone pendant les étés de 1840 à 1844, et continuées au N.-E. à travers les départements de l'Yonne, de l'Aube et de la Haute-Marne.

Le système de couches que nous nous proposons de décrire comprend tout ce qui, dans l'espace que nous venons d'indiquer, est représenté par une *teinte verte* sur la belle carte géologique du royaume, due aux savantes re-

(1) La publication de cette première partie avait été commencée dans les *Annales des sciences géologiques*, t. II, p. 121 (1843); mais ce recueil ayant cessé de paraître, l'impression du mémoire a été continuée par l'auteur.

cherches de MM. Dufrénoy et Elie de Beaumont, c'est-à-dire les dépôts qui se sont formés entre la fin de la période oolitique et la craie blanche proprement dite.

Considérés d'une manière générale, les affleurements extrêmes de ces couches forment deux côtés d'un triangle dont les sommets des angles sont Bouy au N.-E. de Cosne (Nièvre), Cherves à l'O. de Mirebeau (Vienne), et Dives, sur la côte du Calvados (Pl. I, fig. 1) (1). L'un de ces côtés, dirigé E.-N.-E., O.-S.-O. de Bouy à Cherves, a environ 67 lieues; l'autre, quoiqu'un peu sinueux, dirigé S.-N. de Cherves à Dives, en a 73.

Si l'on n'avait égard qu'au nombre des publications qui ont eu pour objet plus ou moins immédiat la zone qui va nous occuper, on pourrait croire que notre travail n'a rien de bien nouveau à faire connaître. En effet, indépendamment de la carte géologique de France, qui nous a servi de base, et sur laquelle les limites des divisions qu'on y a admises ont été tracées avec une grande précision, nous trouvons d'abord des indications fort exactes de M. Alex. Brongniart (2), puis un *Mémoire pour servir à la statistique du département du Cher*, par M. Fabre (3), et un mémoire plus récent de M. Raulin sur le Sancerrois (4); sur le département de l'Indre, quelques détails dans la *Topographie médicale de Châtillon*, par M. le docteur Guérin (5); sur celui des Deux-Sèvres, la *Description géologique* de ce département par M. Cacarié (6); sur celui d'Indre-et-Loire, le mémoire de M. Dujardin, publié par la Société (7), et les *Études statistiques et scientifiques* de M. de Croy (8); sur le département de Maine-et-Loire, quelques observations insérées dans la première partie de la *Statistique* de M. Desvaux (9), dans celle de M. de Beauregard (10), et dans un mémoire de M. Wolski (11); sur le département de l'Orne, les *Études*

(1) La limite du bassin, que nous avons indiquée par une ligne ponctuée, comprend en général les lambeaux crétacés les plus éloignés; elle s'étend par conséquent souvent au-delà des limites actuelles des affleurements. Quant aux sinuosités, sans doute très nombreuses, de cet ancien rivage, il serait fort difficile de les retrouver aujourd'hui, et elles ne peuvent être qu'imparfaitement appréciées par les contours que les affleurements présentent encore à la surface du pays.

(2) *Description géologique des environs de Paris*, p. 144. (Édition de 1835.)

(3) Bourges, 1838.

(4) *Bulletin de la Société géologique*, 2<sup>e</sup> série, t. II, p. 84; 1844.

(5) *Topographie médicale de Châtillon-sur-Indre*.

(6) *Société de statistique du département des Deux-Sèvres*, 4<sup>e</sup> livraison; 1842-1843.

(7) *Sur les couches du sol en Touraine*. Mémoires de la Société géologique, 1<sup>re</sup> série, t. II, p. 211; 1836.

(8) *Études statistiques, historiques et scientifiques sur le département d'Indre-et-Loire*. Tours, 1838.

(9) Angers, 1834.

(10) Angers, 1842. Article de M. Lechâtellier, p. 174.

(11) *Mémoire sur le gisement du bassin anthraxifère dans le département de Maine-et-Loire*. Angers, 1844.

*géologiques* de M. Blavier (1) ; sur celui du Calvados, la *Topographie géognostique* de M. de Caumont (2) , et les mémoires de MM. de Labèche (3) et Castel (4) ; sur ceux de l'Eure et de la Seine-Inférieure, une notice géologique (5) et une description géologique par M. A. Passy (6).

Outre ces publications propres à certains départements, la Société géologique elle-même, lors de ses réunions extraordinaires tenues en 1837 à Alençon (7), en 1841 à Angers (8) et en 1842 à Poitiers (9), a consigné dans ses procès-verbaux un assez grand nombre d'observations. MM. Bertrand Geslin (10) et Rivière (11) ont fait connaître des couches crétacées situées plus à l'O. M. Alc. d'Orbigny a donné quelques détails sur les environs de Laferté-Bernard, de Saumur et de Thouars (12). M. Lesueur, dans ses vues et coupes si pittoresques et si exactes des environs du Havre (13), ne laisse plus rien à désirer sur cette localité intéressante, dont M. Pratt a donné une coupe, prolongée jusqu'au cap d'Antifer (14). Enfin M. Lyell, en décrivant les escarpements qui bordent la Seine entre les Andelys et Elbeuf, a émis quelques hypothèses sur la formation de cette vallée (15).

Les forages de puits artésiens, sur plusieurs points de cette zone, nous ont aussi beaucoup éclairé sur le prolongement souterrain des couches dont nous ne connaissions que les affleurements à la surface du sol. Les publications dont ils ont été l'objet, et en particulier celles de M. Mulot, nous ont offert des ressources utiles pour les considérations théoriques qui terminent notre travail. Mais c'est surtout à l'extrême obligeance de M. Degousée, qui a bien voulu mettre à notre disposition le magnifique recueil des sondages qu'il a exécutés, que nous sommes redevable d'une foule d'indications précieuses pour la science et pour ses applications à la recherche des eaux souterraines. Nous avons profité avec empresse-

(1) Alençon, 1842.

(2) Caen, 1828.

(3) *Transact. geol. Soc. of London*, t. I (2<sup>e</sup> série), p. 73.

(4) *Notice sur le canton de Livarot*. Mémoires de la Société linnéenne de Normandie, t. VI, p. 290 ; 1838.

(5) *Notice géologique sur le département de l'Eure*. Evreux, 1832.

(6) *Description géologique du département de la Seine-Inférieure*. Rouen, 1832.

(7) *Bulletin de la Société géologique*, 1<sup>re</sup> série, t. VIII, p. 323 ; 1837.

(8) *Id.*, t. XII, p. 425 ; 1841.

(9) *Id.*, t. XIV, p. 629 ; 1843.

(10) *Notice géologique sur l'île de Noirmoutier*. Mémoires de la Société géologique, t. I, p. 317.

(11) *Terrains crétacés de la Vendée et de la Bretagne*. Annales des sciences géologiques, t. I, p. 617.

(12) *Bulletin de la Société géologique*, 1<sup>re</sup> série, t. XIII, p. 356 ; 1842.

(13) Paris, 1843.

(14) *Proceed. of the geol. Soc. of London*, vol. II, p. 546.

(15) 10<sup>e</sup> Report of the British Association..... London, 1841, p. 110.

ment de la permission qu'il nous a donnée de publier les résultats qu'il a obtenus, et qui ajouteront à notre travail une précision et un intérêt dont le mérite doit être reporté à cet habile ingénieur.

Indépendamment des ouvrages déjà anciens dans lesquels on trouve signalés ou décrits quelques fossiles de ces dépôts, tels que ceux de Guettard, de Lamarck et de M. DeFrance, plusieurs paléontologistes s'en sont occupés plus récemment. Ainsi M. H. Michelin a décrit et figuré un certain nombre de poly-piers dont plusieurs, à la vérité, quoiqu'émanant originellement de la craie, sont trouvés aujourd'hui dans des dépôts plus récents (1). M. Agassiz a indiqué dans son catalogue des échinodermes (2) et dans ses *Monographies* plusieurs espèces de cette classe provenant aussi de ces assises crayeuses (3); M. Dujardin a publié, dans le mémoire déjà mentionné, la description des coquilles les plus fréquentes aux environs de Tours. Mais ces documents zoologiques doivent être regardés comme bien incomplets, comparés à l'abondance et à la variété des corps organisés que la *Paléontologie française* (4) vient nous y révéler : aussi ce grand travail, destiné sans doute à devenir l'un des plus beaux monuments élevés à la géologie de notre pays, ne nous laisse-t-il rien à faire relativement aux coquilles fossiles des dépôts dont nous allons parler.

Si maintenant nous comparons entre eux tous ces matériaux déjà publiés, nous reconnaitrons bientôt que non seulement ils ne s'accordent presque jamais, mais encore qu'ils se contredisent souvent et à l'insu de leurs auteurs. Ce résultat tient, non pas tant à ce que les observations prises isolément sont inexactes qu'à ce que, faute d'avoir suivi attentivement les couches sur une assez grande étendue, on s'est efforcé d'établir des distinctions ou des rapprochements qui en réalité ne sont pas fondés.

Plusieurs difficultés ont contribué à cette confusion. La première vient de l'extrême irrégularité des bords de cette partie du bassin dans lequel les dépôts se sont successivement accumulés. Leurs affleurements forment des sinuosités infinies, sans direction fixe, tandis que dans le S.-O. de Cahors, à l'île d'Aix aussi bien que dans l'E. de Cosne à Vouziers et au-delà, il suffit presque toujours de marcher dans une direction donnée, pour se trouver sur l'affleurement de telle ou telle couche. Aussi, à l'O. du bassin, les coupes perpendiculaires à la direction générale sont-elles rarement comparables, même à de petites distances; dans le S.-O. et dans l'E., au contraire, elles le sont presque toujours.

Une autre difficulté, non moins réelle, provient de ce que nulle part peut-être la formation n'a été soumise à un phénomène de dénudation plus général, plus énergique et plus irrégulier à la fois dans ses effets. Ce phénomène, par suite de

(1) *Iconographie zoophytologique, etc.*, p. 119 et 195; 1840-46.

(2) *Catalogus systematicus, etc.*... 1840.

(3) *Monographies d'Echinodermes*, 1838-1842.

(4) *Paléontologie française* par M. Alcide d'Orbigny, terrains crétacés; 1840-46.

l'inclinaison très faible des couches et de la plus grande surface qu'elles occupaient, s'est particulièrement exercé sur les étages supérieurs. Ainsi, aux premières irrégularités résultant des contours découpés du bassin, sont venues se joindre celles qu'ont produites des dénudations, partielles sur certains points, plus ou moins complètes sur d'autres, de telle sorte que les affleurements naturels n'existent plus, et qu'on ne trouve que ceux qui ont été façonnés par ce grand cataclysme.

Un troisième obstacle à la facile intelligence des rapports des couches provient de ce qu'immédiatement après cette dénudation, le tout a été recouvert par des dépôts tertiaires formés en grande partie des éléments insolubles ou non désagrégables des assises enlevées, tels que les silex, les sables et les argiles. Ensuite vinrent les marnes et les calcaires lacustres, puis, dans quelques dépressions de ces derniers, s'accumulèrent les faluns coquilliers marins. Plus récemment encore, le creusement des vallées qui sillonnent le pays est venu apporter de nouveaux changements dans son relief, déjà si modifié par les dislocations qui, comme nous le verrons, avaient, à diverses époques, dérangé les assises secondaires.

Enfin, une dernière circonstance, qui explique jusqu'à un certain point le manque de concordance entre les observations faites jusqu'à présent, c'est le peu de persistance des étages le mieux caractérisés, lorsqu'on vient à les suivre sur un certain espace. Ils se succèdent, en effet, de telle sorte que dans la zone brisée que nous décrivons, et qui se développe sur une longueur totale de 140 lieues, il n'y a pas un point de cette même zone où la série des couches soit complète et dont l'examen puisse, par conséquent, nous servir de type ou d'objet de comparaison. C'est, comme on le voit déjà, une disposition bien différente de celle que l'on observe au N-O. dans le Kent, le Sussex et le Hampshire, à l'E. dans la Bourgogne et la Champagne et au S. dans le Périgord, l'Angoumois et la Saintonge, disposition à laquelle beaucoup d'autres différences viennent se rattacher.

On concevra, d'après ce qui précède, pourquoi la véritable théorie de ces assises crétacées de l'O. a pu être souvent méconnue, et comment on a pu prendre pour des passages latéraux des superpositions réelles ou réciproquement, ou même placer dessus ce qui était dessous, et *vice versa*.

Nous croyons devoir nous écarter ici de la méthode la plus naturelle de décrire les terrains, parce qu'elle pourrait, dans cette circonstance, manquer de précision et de clarté, et qu'elle nous obligerait d'ailleurs à beaucoup de répétitions dans les noms de lieu. La marche que nous suivrons, si elle n'est pas purement géologique, sera du moins en rapport avec la configuration actuelle du sol : elle sera géographique et hydrographique à la fois. Nous décrirons toutes les couches crétacées en nous dirigeant d'abord de l'E. à l'O., puis du S. au N.

Notre travail se divisera en quatre chapitres, de la manière suivante : le *premier chapitre* comprendra l'étude des couches crétacées du département de la Nièvre et le résumé de leurs caractères généraux dans leurs prolongements au N.-E., à travers les départements de l'Yonne, de l'Aube et de la Haute-Marne, puis une coupe de Sancerre à Vierzon, et l'examen des vallées du Cher, de l'Indre, de la Creuse, de la Vienne, de la Dive, du Thoué et du Layon, c'est-à-dire les assises qui, s'appuyant directement au pied du versant N. du plateau central, forment par leur ensemble un vaste plan faiblement incliné vers la Loire. Le *second* renfermera l'examen de la vallée de la Loire et des couches qui, se relevant au N. sur la rive droite du fleuve, jusqu'à l'axe anticlinal du Mellerault, offrent dans cet espace une double pente, l'une au S. et l'autre au S.-E. Nous étudierons particulièrement la vallée du Loir, puis nous tracerons deux séries de coupes à peu près S.-N., l'une occidentale, passant par le Mans et Alençon, l'autre orientale, par Saint-Calais, Laferté-Bernard, Nogent-le-Rotrou, Bellesme et Mortagne. Le *troisième chapitre* traitera du *plan Nord* qui, partant du Mellerault, s'abaisse vers la Manche et la Seine. Tous ces détails ayant été suffisamment développés, nous les grouperons pour présenter alors dans un résumé plus méthodique l'ensemble des résultats auxquels nous aurons été amené. Cette espèce de synthèse, par laquelle commencera le *quatrième chapitre*, sera suivie de la comparaison des diverses parties du bassin crayeux qui se prolonge en Belgique, dans les provinces Rhénanes et en Angleterre, puis de considérations théoriques sur les circonstances physiques qui ont dû accompagner et suivre la formation de ces couches. Pour ne point rompre l'enchaînement des faits relatifs à ce bassin, nous donnerons à part, dans un *appendice*, la comparaison des couches du N.-O. avec celles du S.-O., quelques détails sur les dépôts contemporains de la Vendée, et diverses observations locales qui se rapportent à la première partie de ces Etudes (1).

Quant aux corps organisés fossiles, nous eussions pu augmenter la liste de ceux que nous avons recueillis, en y ajoutant les espèces citées par les auteurs, et en particulier celles qu'a si bien décrites M. Alc. d'Orbigny dans sa *Paléontologie française*; mais, craignant de placer dans un des étages que nous avons établis des fossiles qui auraient été trouvés plus haut ou plus bas dans la série, quoique dans la même localité, nous avons préféré nos listes, bien qu'incomplètes, à des indications qui pourraient ne pas s'accorder avec nos subdivisions. Nous pensons d'ailleurs qu'elles seront suffisantes pour guider les géologues, qui dans la pratique n'ont besoin que de connaître les espèces caractérisant le mieux chaque niveau par leur prédominance et leur constance.

(1) Quoique ce mémoire soit particulièrement consacré à la formation crétacée de cette partie de la France, quelques erreurs qui nous paraissent avoir été commises sur l'âge de certaines couches, nous ont engagé à comprendre dans nos descriptions les dépôts oolitiques et tertiaires, lorsque nous les avons trouvés en contact avec ceux de la période crayeuse,

Les coupes jointes à ce mémoire achèveront, nous l'espérons du moins, d'éclaircir les questions que les descriptions seules auraient pu laisser incertaines. Excepté celles qui représentent des détails de carrières ou de très petites étendues, elles ont été établies d'après la carte de Cassini, soit le plus ordinairement à la même échelle, soit à des échelles qui en sont des multiples ou des parties aliquotes. La coupe de Chatellerault à Honfleur est la seule qui soit rapportée au niveau de la mer, et dont l'échelle des hauteurs soit proportionnelle. Pour les autres, nous nous sommes attaché à exprimer le relief autant que le permettait l'échelle des longueurs. Toutes les cotes d'altitude sont extraites des tableaux publiés par M. Puissant dans le deuxième volume de la *Description géométrique de la France*.

La formation crétacée de l'Europe occidentale nous paraît pouvoir se diviser aujourd'hui en quatre groupes, plus ou moins distincts suivant les lieux où on les observe, et dont un ou même plusieurs peuvent manquer sur certains points. Ce sont les groupes de la *craie blanche*, de la *craie tufau*, du *grès vert* et le groupe *néocomien*. Dans la zone qui fait l'objet de ce mémoire, le *second* et le *troisième* de ces groupes sont subdivisés chacun en trois étages, comme l'indique le tableau ci-après. Le *premier* n'y offre que sa partie inférieure, et le *quatrième* des calcaires jaunes.

1 <sup>er</sup> Groupe, de la craie blanche.	3 <sup>e</sup> Etage.	Craie de Blois, de Chaumont et de Vendôme.
2 <sup>e</sup> Gr., de la craie tufau (1).	1	. . . Craie jaune de Touraine (tufau de la Touraine).
	2	. . . Craie micacée avec ou sans silex (tufau de l'Anjou).
	3	. . . Psammites, glaise et marnes à Ostracées.
3 <sup>e</sup> Gr., du grès vert.	1	. . . Calcaires et macigno à Trigonies, sable et grès ferrugineux.
	2	. . . Craie glauconieuse, psammites, argiles sableuses, sables et grès.
	3	. . . Sables verts et argiles vertes.
4 <sup>e</sup> Gr., néocomien . . . . .		Calcaires jaunes.

Les divisions que nous avons adoptées dans le *second* et le *troisième* groupe de l'O. ont pour base des superpositions toujours précises, des caractères minéralogiques généralement constants, et la prédominance de telle ou telle espèce fossile à des niveaux déterminés. Ces trois conditions ont dû se trouver réunies à la fois

(1) Nous avons continué à nous servir du nom de *craie tufau*, depuis longtemps consacré dans la science, pour désigner un des groupes de la formation dans lequel cette roche domine; mais nous avons dû nous abstenir de l'employer dans la description des étages, parce que ce mot n'a pas la même acception dans l'Anjou et dans la Touraine. Dans l'Anjou, on nomme *tufau* la pierre qui est connue et exploitée dans la Touraine sous le nom de *pierre de Bouré* dans la vallée du Cher, et de *bille* dans celle de l'Indre. C'est celle que M. Dujardin avait appelée *craie micacée*, expression que nous avons adoptée dans le même sens. Le *tufau* de la Touraine est la craie jaunâtre des bords de la Loire aux environs de Tours. Nous la désignons sous le nom de *craie jaune de Touraine*. Elle n'a pas de nom particulier dans l'Anjou, où elle est à peine représentée par quelques lambeaux.

sur un certain nombre de points assez éloignés les uns des autres pour nous faire admettre ces divisions (1).

Nous terminerons cette introduction par quelques mots sur les caractères physiques de la zone que nous décrivons. Dans le département du Cher, une petite chaîne de collines, dirigée S.-O. N.-E., de la forêt de Haute-Brune à la Motte d'Humbligny à l'O. de Sancerre, atteint de 311 à 433 mètres d'altitude, et se prolonge vers Auxerre par les départements de la Nièvre et de l'Yonne, après

(1) Relativement aux principes qui nous ont guidé jusqu'ici dans la manière de tracer les subdivisions d'une formation, nous ajouterons que personne plus que nous n'est porté à reconnaître les secours immenses que la paléontologie a rendus et rendra sans doute encore à l'étude des terrains de sédiment; mais nous ne pourrions adopter une classification uniquement basée sur ce caractère, car nous avons souvent reconnu que dans une formation on pouvait confondre, et que l'on avait en effet confondu, des systèmes de couches très distincts minéralogiquement et stratigraphiquement, par cela seul qu'on y avait trouvé quelques espèces communes, et que dans d'autres cas on avait séparé par la raison contraire des systèmes qui ne devaient pas l'être. Ces erreurs proviennent évidemment de ce qu'au lieu de faire précéder l'étude des fossiles d'un examen attentif des superpositions sur un grand nombre de points, ce qui est la base fondamentale de toute vraie géologie, on se contente d'un aperçu superficiel des couches dans lesquelles on distribue ensuite les fossiles d'une manière absolue ou plus ou moins arbitraire.

Sans doute, nous nous sommes souvent appuyé nous-même sur les caractères zoologiques pour établir certaines subdivisions, mais c'est qu'alors ces caractères étaient d'accord avec tous les autres et venaient confirmer la justesse de ces mêmes coupes; mais dès qu'il n'y a plus d'accord entre les fossiles, la stratification générale et les caractères pétrographiques, nous cherchons s'il n'a pas existé quelques circonstances physiques locales qui aient occasionné ces différences, sans avoir recours pour cela à ces extinctions et à ces renouvellements complets et fréquents de l'organisme dont on fait quelquefois abus pour expliquer des résultats encore mal appréciés. C'est d'ailleurs à l'examen de ces causes locales extérieures que la fin de notre mémoire est particulièrement consacrée.

Dans l'ensemble d'une formation, suivant le sens que l'on donne généralement à ce mot, il y a certainement un plus ou moins grand nombre d'espèces qui passent d'un étage dans un autre, et souvent même sont communes à plusieurs. Lorsque dans le même groupe on trouve un changement brusque dans l'organisme de deux étages qui se succèdent immédiatement, il est probable que ce changement n'est que local, et qu'en suivant pas à pas ces étages sur une centaine de lieues et souvent beaucoup moins, on acquerra la certitude ou du passage des espèces de l'un dans l'autre, ou bien qu'un système de couches est venu s'intercaler entre les deux étages qu'on avait d'abord crus déposés l'un sur l'autre sans interruption. Or, c'est ce que nous appelons la *génération successive* des divers systèmes de couches qui composent une formation, qu'il faut absolument déterminer par l'observation scrupuleuse des superpositions, aidée des caractères minéralogiques, et que l'examen comparatif des fossiles ne peut remplacer. Cet examen peut sans doute conduire à quelques généralités intéressantes, mais il ne donnera jamais cette précision à laquelle on doit tendre de plus en plus pour faire passer la science dans le domaine de l'application. Aussi, malgré sa marche rapide, nous devons encore proclamer aujourd'hui la vérité de ce que disait il y a plus de vingt-cinq ans M. Alex. Brongniart, « qu'on ne peut caractériser ni la craie ni aucune de ses subdivisions par un caractère unique, tiré soit de sa nature minéralogique, soit de sa structure en grand, soit même des corps organisés qu'elle renferme, mais qu'il faut toujours avoir recours à un ensemble de caractères. »  
*Loc. cit. p. 144.*



avoir été interrompue par la vallée de la Loire. Vers l'O., les plateaux, presque toujours recouverts par des dépôts tertiaires, ne s'élèvent pas à plus de 100 mètres au-dessus du niveau de cette rivière. Ce n'est que sur les bords de la Vienne, et aux environs de Châtellerault, de Mirebeau et de Loudun, que des collines crayeuses donnent au pays un aspect assez particulier, par leur teinte blanchâtre et leurs pentes rapides. Leur altitude ne dépasse pas d'ailleurs 160 mètres. Les plateaux situés au N. de la Loire n'atteignent pas une plus grande élévation. Les sables ferrugineux qui occupent la partie orientale du département de la Sarthe couverte de landes et de sapins, se prolongent dans le département de l'Orne, où ils atteignent à peine 200 mètres. La formation crétacée s'élève à 311 mètres au bord de la forêt de Saint-Evroult, puis elle s'abaisse au N. jusqu'au niveau de la Manche.

L'hydrographie de cette partie de la France est aussi peu compliquée que son orographie, sur laquelle nous reviendrons d'ailleurs avec plus de détails. Ainsi, au S. de la Loire, tous les cours d'eau qui sillonnent la formation crétacée courent du S.-E. au N.-O. pour se jeter dans cette rivière. Les plus considérables descendent du massif primitif central; quelques uns sortent des assises du lias ou des couches argileuses de l'étage de Kimmeridge; mais beaucoup de petites rivières ou de ruisseaux ont leurs sources dans les dépôts tertiaires, tandis qu'il n'y en a comparativement qu'un assez petit nombre qui s'échappent des couches crétacées.

Au N. de la Loire, la direction des principales rivières qui s'y réunissent, depuis la ligne de partage S.-E. N.-O., de Saint-Puits (Yonne) à Champ-Haut (Orne), est N.-E. S.-O., et ces rivières sortent pour la plupart, ainsi que leurs affluents, des couches tertiaires du grand plateau de la Beauce, du pays chartrain et du Perche. Au N. de cette ligne de partage, tous les cours d'eau se rendent à la Seine ou se jettent directement dans la mer.

La plupart des vallées qu'arrosent ces cours d'eau, surtout celles qui sont ouvertes dans les assises calcaires, ont des pentes très abruptes; quelquefois même leurs parois sont verticales, et elles témoignent assez qu'elles n'ont pas eu pour origine de simples phénomènes d'érosion (1). Quant à l'inclinaison générale des couches crétacées sur ces trois versants, elle n'est point nécessairement en

(1) Dans l'étude des déchirements du sol, et particulièrement des failles, depuis Werner jusque dans les ouvrages les plus récents, on n'a guère considéré le phénomène que comme se produisant suivant des lignes droites, rarement suivant des lignes brisées, jamais, à ce qu'il nous semble, suivant des courbes ondulées. La théorie suppose que la force appliquée est toujours la même, due à la même cause, agissant de la même manière, et produisant des effets comparables, parce que son action s'exerce sur des masses qu'on suppose homogènes dans leur composition, dures et tenaces au même degré, partout d'une même épaisseur, et présentant par conséquent aussi des résistances égales partout. Nous pensons que cette manière abstraite d'étudier les failles ne répond qu'à une partie du problème très complexe des fractures et qu'elle ne doit pas exclure l'examen des brisures du sol, qui, moins régulières ne peuvent que difficilement être soumises aux lois de la mécanique. Ces dernières, ont été peu

rapport avec l'hydrographie du pays, mais au contraire avec la disposition des bords et du fond de l'ancien bassin, relativement à son centre, disposition combinée avec les accidents du sol sous-marin pendant et après la période crayeuse.

## CHAPITRE PREMIER.

### § I<sup>er</sup>. *Partie nord du département de la Nièvre.*

En suivant la rive droite de la Loire d'Orléans jusqu'à Gien, on marche constamment sur le calcaire lacustre supérieur, recouvert d'un dépôt de transport caillouteux plus ou moins épais. Derrière le château de Gien, la craie blanche commence à se montrer et se prolonge ensuite au S.-E. pour former les escarpements qui bordent la route de Briare. A la sortie du faubourg, la roche, exploitée dans plusieurs carrières, offre souvent une réunion de zones ou de bandes très déliées, filiformes, brunes ou grisâtres, sinueuses et parallèles entre elles. Les silex et les fossiles y sont très rares; nous n'y avons trouvé que des traces de *Fecten*, d'*Inoceramus*, et les *Terebratula semiglobosa*, Sow., *subundata*, id., et *carnea*, id.

Au four à chaux, on remarque des puits naturels fermés par le bas et remplis par le dépôt de transport caillouteux du plateau. Dans d'autres carrières, plusieurs de ces cavités, larges de 8 à 9 mètres, descendent au-dessous du niveau de la route. Comme elles sont quelquefois très rapprochées les unes des autres, et qu'elles ne sont en réalité que des sillons plus ou moins profonds coupés transversalement par l'escarpement lui-même, la craie paraît être divisée en tranches verticales que séparent les couches irrégulières de cailloux. Cette disposition, que nous aurons souvent occasion de signaler, nous servira pour établir l'antériorité de

étudiées, parce qu'elles se présentent plus rarement dans les travaux de mines et qu'elles appartiennent en général à une époque peu ancienne. L'observation attentive des vallées ouvertes dans des couches comparativement récentes et sub-horizontales, ou qui n'ont pas éprouvé de dérangements généraux très sensibles, fera voir que bien souvent le cours sinueux des rivières est en rapport avec des fractures également courbes ou composées de lignes brisées.

« Soit donc, dit M. de la Bèche (*Recherches sur la partie théorique de la géologie*, traduites par M. H. de Collegno, p. 133), que les vallées soient dues à l'action longtemps continuée des eaux courantes, ou au creusement produit par des masses d'eau douées d'une grande rapidité, nous devons toujours nous attendre à trouver et nous trouvons en effet une coïncidence frappante entre les lignes de failles et les directions des vallées. » Les déchirements du sol peuvent avoir été occasionnés dans certains cas par des tensions ou par des pressions latérales, et non toujours nécessairement par des effets de bas en haut. La cause des déchirements et des plissements de l'écorce terrestre n'est peut-être pas non plus unique, ni aussi simple qu'on le suppose généralement.

la formation des vallées actuelles au phénomène cataclystique qui a déposé les cailloux et les graviers.

Ce dépôt paraît résulter de la destruction de poudingues siliceux tertiaires semblables à ceux de la vallée du Loing. On y observe souvent des blocs volumineux, intacts au milieu de la masse meuble, composée de fragments plus ou moins roulés, mélangés de gravier plus fin, de sable et d'un peu d'argile ferrugineuse. Au-delà de Colombier, le dépôt occupe toute la hauteur de l'escarpement, et ce n'est que près de Briare que la craie blanche reparait avec les mêmes caractères que précédemment, pour cesser de se montrer au-delà.

La disposition du sol permettrait difficilement d'observer le contact de la craie blanche avec les couches sous-jacentes, contact qui se trouve sans doute avant d'atteindre Bonny, car ce bourg est bâti sur le groupe de la craie tufau. La nouvelle route a été tracée en partie jusqu'à Neuvy dans des calcaires marneux, blanc-grisâtre, caractérisés par l'*Ammonites Mantelli*, l'*Inoceramus Lamarkii*, etc. A un kilomètre de ce dernier village, la carrière qui borde la route est ouverte dans la craie tufau, que l'on voit sur une hauteur de 18 à 20 mètres. Les bancs, épais de 0<sup>m</sup>,70, sont séparés par des lits de marne d'une teinte un peu plus grise et de 0<sup>m</sup>,20 d'épaisseur. Les bancs calcaires sont grossièrement divisés par des fissures verticales, et présentent l'aspect d'une rangée de pierres de taille placées à côté les unes des autres et laissant entre elles des vides irréguliers. On y trouve assez fréquemment l'*Ammonites Mantelli*, Sow., le *Nautilus elegans*, id. ou *N. Deslongchampsianus*, d'Orb., la *Lima operi*, Sow., le *Mytilus Ligeriensis*, d'Orb., des *Exogyres*, etc.

Entre le hameau de Les Plus et Les Brocs, la tranchée de la nouvelle route qui suit la rivière a mis à découvert une disposition des strates inférieurs à la craie, fort intéressante par les contournements qu'ils affectent depuis la jonction de l'ancienne route (pl. I, fig. 2). La craie tufau forme d'abord un bombement très prononcé qui laisse affleurer au-dessous d'elle une couche arquée de marnes sableuses gris-verdâtre. Celle-ci ne tarde pas à disparaître par suite du plongement au S de la craie tufau, qui constitue un escarpement dont les couches se relèvent bientôt et laissent sortir successivement, au-dessus du niveau de la route, la même marne sableuse gris-verdâtre, puis des sables argileux verts peu épais, et un grand développement de sables jaunes ou rouges veinés, interrompus çà et là par les coupures qui atteignent le dépôt de transport des pentes supérieures de la colline. En approchant des Brocs, des argiles sableuses panachées de jaune et de rose, de 3 à 4 mètres d'épaisseur, se montrent sous les sables ferrugineux. Au-delà, jusqu'à Myennes, les coteaux sont constamment recouverts d'une épaisse végétation, due sans doute à la présence des argiles et des sables qui les constituent.

Cette coupe, d'environ 2 kilomètres, et qui nous révèle des accidents que l'on n'aurait point soupçonnés sans le déplacement de la route, nous aide à préciser

la position des argiles exploitées autour de Myennes, lesquelles correspondent aux couches analogues placées plus à l'E. entre la craie tufau et les sables ferrugineux. Ces argiles s'observent particulièrement près de la tuilerie au S. du village et en remontant vers les bois. Elles sont gris-noirâtre ou bleuâtre, plus ou moins foncées et d'une épaisseur variable. Lorsqu'elles sont très développées, elles constituent des renflements sur les pentes de la colline qui longe la vallée jusqu'à Cosne. Quelques traces de lignite ou de bois charbonné s'y montrent çà et là, mais les coquilles paraissent y manquer complètement.

En montant au S. de Cosne, on atteint des calcaires lacustres blancs, marneux, friables, qui reposent sur les couches précédentes, et qui sont recouverts par un dépôt de transport assez épais et ressemblant, quoique composé d'éléments plus volumineux, à celui que l'on observe entre Montargis et Briare. Ce sont des silex gris-blanchâtre, rarement jaunâtres, enveloppés dans un sable mélangé d'argile et d'oxide de fer hydraté. Il y a de plus une certaine quantité de petits cailloux de quartz et de silex noirs beaucoup plus arrondis que les précédents.

Ce dépôt de transport se prolonge jusqu'à la descente de Maltaverne, où l'on voit affleurer des argiles sableuses, grises et jaunes, et des sables ferrugineux. Quelques fragments de calcaire jaune, terreux, avec oolites ferrugineuses, trouvés vers le fond du vallon, nous font penser que le calcaire néocomien n'est qu'à une faible profondeur, et que la superposition des formations crétacée et oolitique a lieu sur ce point même. En remontant de l'autre côté du village, on se trouve en effet sur les marnes et les calcaires marneux gris, blanchâtres ou noirâtres de l'étage de Kimmeridge, qui se continue jusqu'à Pouilly, caractérisé par l'*Exogyra virgula*, l'*Isocardia excentrica*, Voltz., et la *Pholadomya concentrica*, Roem.

Pour chercher dans d'autres directions un contact plus précis des deux formations secondaires dont nous venons de parler, nous nous sommes dirigé au S.-E. de Cosne vers Donzy. A la hauteur du Gué Botron, on remarque, à gauche de la route, deux mamelons formés de calcaire blanc-jaunâtre, à cassure subcompacte, quelquefois un peu cellulaire et à structure fragmentaire, renfermant des Térébratules peu déterminables, des moules de *Panopæa neocomiensis*, d'Orb. (*Pholadomya*, id. Leym.) et de petites Vénus (*V. Roissyi* d'Orb.?). Au-delà du pont, ces calcaires sont recouverts de sable ferrugineux un peu argileux, avec des silex et des fragments de calcaire à demi roulés à la partie supérieure. Il serait difficile de regarder ces sables ferrugineux comme un lambeau du grès vert, et le tout appartient sans doute au terrain de transport diluvien.

Plus loin, à la descente du chemin, avant les Lopières, on voit sortir, de dessous le calcaire blanc-jaunâtre précédent, un second calcaire néocomien avec les caractères qui lui sont propres dans toute cette partie du bassin crétacé. C'est un calcaire jaune, terreux, un peu argileux, tendre, cellulaire, rempli d'oolites ferrugineuses et avec *Panopæa neocomiensis*, d'Orb., *Lithodomus Archiaci*, id.

(*Modiola*, id. *Leym.*). Vers le fond du vallon, se montrent les calcaires compactes, blanchâtres ou grisâtres, sans fossiles, qui surmontent ordinairement les couches à *Exogyra virgula*. Peu après, ces dernières, caractérisées comme au N. de Pouilly, constituent le sol jusqu'à Pougny, et probablement les environs de la commune de Saint-Père. Ainsi l'inclinaison générale des couches secondaires est au N.-O. et régulière sur ce point par rapport à l'ensemble du bassin, tandis qu'il ne paraît pas en être de même, comme nous le verrons, à la hauteur de Sancerre. Au-delà de Pougny, des calcaires gris oolitiques, en plaquettes, avec de nombreuses Térébratules (*T. inconstans*, Sow., *subovoides* de Munst., *subovalis*, Roem., etc.), forment les pentes de deux petites vallées que traverse la route. Ils paraissent appartenir au coral rag, que nous retrouverons sur la rive gauche de la Loire. En s'approchant de Donzy, de nombreuses carrières sont ouvertes dans des calcaires blancs, tendres, avec quelques Térébratules, et inférieurs aux précédents.

A l'E. du bourg, sur le chemin d'Entrains, ces mêmes calcaires sont recouverts par un sable argileux rouge, avec des fragments anguleux de la roche sous-jacente, et de l'époque diluvienne. A Couloutre, on trouve un calcaire blanchâtre, dur, bréchoïde, fragile, constituant la pente inférieure de la colline au-delà du Nohain. De ce point à Entrains, on marche sur des calcaires schistoïdes, grisâtres, durs, qui, d'après leur position et les fossiles assez rares que l'on y rencontre, semblent appartenir au groupe moyen de la formation oolitique.

D'Entrains à Bouy (pl. I, fig. 3), on monte constamment en traversant de nouveau toute la série oolitique précédente jusqu'aux calcaires marneux, gris, compactes, qui recouvrent les couches à *Exogyra virgula*, *Gervillia aviculoides*, et *Isocardia striata*. A l'entrée du village, il semble d'abord que le mamelon soit uniquement formé de sables ferrugineux, enveloppant des grès rouges et lie de vin qui reposeraient sans intermédiaire sur les couches oolitiques; mais en prenant la route de Saint-Amand, on voit, le long des dernières maisons, les fossés creusés dans un calcaire jaune, ferrugineux, peu épais, identique avec celui de la descente des Lopières, renfermant de même beaucoup de *Panopæa neocomiensis*, et reposant sur les calcaires de l'étage de Kimmeridge, dont les diverses assises se succèdent au N.-O. vers Dampierre, comme au S. E. vers Entrains. On est donc conduit à penser que le calcaire néocomien existe aussi sur ce dernier versant du monticule, où, se trouvant très réduit, il est accidentellement masqué par des éboulements de sable et par la végétation très active des jardins et des vergers. Le petit plateau de Bouy, dont l'altitude est de 355<sup>m</sup>,43, est sans doute le point le plus élevé qu'atteignent les dépôts néocomiens dans toute la zone orientale du bassin.

Après le pont de Dampierre, la tranchée de la route et une carrière qui lui est contiguë, montrent (pl. I, fig. 3), de la manière la plus directe et la plus précise, la superposition des calcaires néocomiens, ou de notre quatrième groupe, aux marnes et aux calcaires en bancs minces, alternants, très réguliers, qui partout surmontent les couches à *Exogyra virgula*. Les calcaires crétacés, ferrugineux,

brunâtres, marneux, sans solidité, et dont l'épaisseur est de 5 à 6 mètres, renferment les fossiles suivants :

*Astræa pentagonalis*, de Munst. ?  
 ——— indét., de la section des Sidéastrées de  
 M. de Blainville.  
*Spatangus retusus*, Lam. (*Toxaster complanatus*, Ag.)  
*Nucleolites Olfersii*, Ag.  
*Discoidea macropyga*, Ag.  
*Serpula filiformis*, Fit.  
*Panopæa neocomiensis*, d'Orb. ?  
*Venus Dupiniana*, d'Orb. ?  
 ——— *Roissyi*, id.  
*Cardium imbricatarium*, id.

*Cardium peregrinosum*<sup>1</sup>, id.  
*Trigonia ornata*, id.  
*Pecten striato-costatus*, Gold.  
 ——— indét.  
*Ostrea, an Exogyra?*  
*Terebratula biplicata*, Lam., var. *acuta*.  
 ————— *nov. sp.* Voisine, mais distincte, des  
*T. rigida* et *hemispherica*, Sow.  
*Natica prælonga*, Desh.  
*Nautilus*, indét.  
 Coprolite ?

Ces calcaires sont surmontés de marnes sableuses, grises, rouges et jaunes, puis de sables jaunes avec plaquettes, et de grès ferrugineux qui constituent le plateau que l'on parcourt jusqu'à la descente de Saint-Amand, où reparaissent vers le bas les marnes grises, jaunes et lie de vin, voisines des calcaires qui forment probablement le fond de la vallée. En sortant du bourg par la route de Cosne, on trouve, à la tuilerie, des sables glauconieux, et plus loin, des sables ferrugineux semblables aux précédents. Çà et là des buttes considérables ou haldes, formées par des amas de scories ou de laitiers, indiquent l'existence, à une époque déjà ancienne, de forges nombreuses et très importantes.

A la hauteur de Saint-Vrain, la craie tufau, quoique peu épaisse, se montre vers le sommet des coteaux, et en descendant près de Bourdoiseau, elle recouvre les marnes grises, argileuses et sableuses sans fossiles qui se développent vers l'O. et qui sont exploitées sur la droite du chemin, à 3 kilomètres de Myennes, comme autour de ce village.

Ainsi la formation crétacée, dans cette partie N. du département de la Nièvre, se compose de haut en bas, 1° de la craie micacée glauconieuse et marneuse, ou partie inférieure de la craie tufau, caractérisée par l'*Ammonites Mantelli* et le *Nautilus elegans*; 2° d'argiles bleuâtres et sableuses (argiles de Myennes), et de sables argileux, glauconieux, reposant sur une couche épaisse de sables ferrugineux : ces assises argileuses et sableuses représentent le groupe du grès vert ou troisième groupe; 3° de sables argileux panachés de rose, de rouge et de jaune, de calcaires blanc-jaunâtre (Gui Botron), et de calcaires ferrugineux, tendres, caverneux, avec fossiles (Bouy, Dampierre), qui appartiennent au groupe néocomien. Ces derniers reposent constamment sur les calcaires marneux sans fossiles qui, constituant la partie supérieure de la formation oolitique, recouvrent les couches de l'étage de Kimmeridge, si bien caractérisées par l'*Exogyra virgula* (1).

(1) Nous essaierons de justifier ces rapprochements en jetant ici un coup d'œil rapide sur les ca-

§ II. *Sancerrois.*

En face de Cosne, sur la rive gauche de la Loire, on exploite des calcaires lacustres dont la surface très inégale présente des anfractuosités souvent remplies par un sable plus ou moins argileux, affectant une sorte de stratification ondulée, et que recouvre le diluvium. Ces calcaires, dont l'épaisseur est assez considérable, ressemblent beaucoup à ceux des environs de Nemours et de Château-Landon.

Ils se distinguent de ceux qui viennent d'être indiqués sur la rive droite, par leurs caractères pétrographiques comme par le niveau plus bas qu'ils occupent. Une *Lymnée*, qui paraît être la *L. cornea*, y est très abondante par place. Ces

ractères et le développement de ces mêmes groupes au N.-E., à travers les départements de l'Yonne, de l'Aube et de la Haute-Marne. Nous possédons déjà des descriptions très exactes de ces divers points : ainsi pour le département de l'Yonne, MM. Picard (*a*), Lajoie (*b*), Arrault (*c*), d'Archiac (*d*), et Le Touzé de Longuemar (*e*), ont publié plusieurs mémoires sur ce sujet ; pour celui de l'Aube, MM. Leymerie (*f*), Michelin (*g*), Cottet (*h*), de Sénarmont (*i*) et Clément Mullet (*j*), ont presque épuisé le champ des observations qu'on pouvait y faire ; et pour le département de la Haute-Marne, les publications de MM. Royer (*k*), Thirria (*l*), Lejeune (*m*) et Cornuel (*n*), laissent bien peu à désirer : aussi ne nous reste-t-il pour ainsi dire qu'à coordonner à notre point de vue tous ces éléments acquis à la science, en nous dirigeant vers Saint-Dizier, par Auxerre, Bar-sur-Seine, Vendœuvre et Vassy.

Si de Bonny, village situé sur le bord de la Loire à la limite des départements du Loiret, de la Nièvre et de l'Yonne, et où nous avons constaté la présence de la craie tufau, on marche au N.-E., on voit la craie se continuer jusqu'à Lavau, et ainsi que les marnes sous-jacentes, recouvrir les collines de sables ferrugineux qui s'étendent jusqu'à Saint-Fargeau. Le forage du puits artésien entrepris dans

(*a*) Note sur les couches crétacées des environs de Pourrain. Bull. de la Soc. géol., t. IX, p. 168, 1838.

(*b*) Note sur les environs d'Auxerre, *ibid.*, t. X, p. 21, 1838 ; *ibid.*, t. XI, p. 21, 1839.

(*c*) Notice sur la formation d'argile supérieure aux sables ferrugineux, *ibid.*, t. X, p. 315, 1839.

(*d*) Mém. sur le groupe moyen de la formation crétacée. Mém. de la Soc. géol., t. III, p. 287, 310, 1839.

(*e*) Études géol. du terrain de la rive gauche de l'Yonne, 1 vol. avec Atlas. Auxerre, 1843. — Notice sur l'espace compris entre l'Yonne et l'Armanche. Annuaire du dép. de l'Yonne, 1844. — Bull. de la Soc. géol., 2<sup>e</sup> série, t. II, p. 345, 1845.

(*f*) Mém. de la Soc. d'agricult. de l'Aube, p. 157, 1831, avec M. Clément. — Mém. sur le terrain crétacé du dép. de l'Aube. Comptes-rendus de l'Acad. des sciences, t. VII, p. 700, 1838. — Mém. de la Soc. géol., t. IV, p. 291, 1841 ; *ibid.*, t. V, p. 1, 1842. — Notice géolog. sur le canton de Soullaine, 1839. — Carte géologique du département de l'Aube, 1845.

(*g*) Note sur une argile dépendante du Gault observée au Galy. Mém. de la Soc. géol., t. III, p. 97, 1838.

(*h*) Notice sur la craie et les grès du dép. de l'Aube. Mém. de la Soc. d'agr., sc., etc., de ce dép., p. 94, 1838.

(*i*) Observations sur le terrain crétacé du dép. de l'Aube. Ann. des Mines, 3<sup>e</sup> série, t. XV, p. 463, 1839.

(*j*) Rapport géol. entre les terrains des environs de Boulogne et ceux du dép. de l'Aube. Mém. de la Soc. d'agr., sc. et arts de ce dép., 1840.

(*k*) Notice sur le grès vert et le terr. néocomien de la Champagne. Bull. de la Soc. géol., t. IX, p. 428, 1838.

(*l*) Notice sur le minerai de fer du terr. néocomien. An. des Mines, 3<sup>e</sup> série, t. XV, p. 11, 1839.

(*m*) Bull. de la Soc. géol., t. X, p. 311, 1839.

(*n*) Mém. sur les terrains de l'arrond. de Vassy. Mém. de la Soc. géol., t. IV, p. 243, 1841. — Bull. de la Soc. géol., t. XI, p. 101, 1840 ; *ibid.*, t. I, 2<sup>e</sup> série, 1844, et Mém. de la Soc. géol., 2<sup>e</sup> série, t. I, 1846.

couches se prolongent le long du canal et sont surmontées par un dépôt de transport peu différent de celui de la rive droite, mais dont les éléments sont plus volumineux. Au pont de Beaufroid, on trouve vers le bas du coteau un poudingue à nodules siliceux, qui a la plus grande analogie avec celui des bords du Loing.

cette commune par M. Degousée pour M. le marquis de Boisgelin, a donné la coupe suivante à partir de l'orifice du trou situé à 21 mètres au-dessus du fond de la vallée :

1. Craie avec silex. . . . .	59 <sup>m</sup> ,03
2. Calcaire compacte. . . . .	1 ,82
3. Marne argileuse jaune. . . . .	11 ,05
4. Argiles bleues avec cailloux. . . . .	11 ,47
5. Grès et sables rouges, ferrugineux. . . . .	37 ,00
6. Argiles bleues et sable. . . . .	14 ,33
7. Sable vert et argile. . . . .	6 ,58
8. Argiles compactes, grises, sableuses. . . . .	42 ,94
9. Argile compacte et sable alternant; pyrites et bois charbonné. . . . .	12 ,79
10. Marnes calcaires, blanches et rouges, sableuses et sables jaunâtres. . . . .	6 ,21
	Tot. 203 <sup>m</sup> ,22

L'eau ne s'est élevée qu'à 22<sup>m</sup>, 66 en contre-bas du sol.

M. Degousée croyait avoir traversé le lias et atteint les marnes irisées; mais nous pensons qu'il a été trompé par le caractère des roches, et que les n<sup>os</sup> 1 et 2, formant une épaisseur de 60<sup>m</sup>,85, appartiennent au groupe de la craie tufau. Les n<sup>os</sup> 3 à 9 comprendraient les diverses assises du grès vert sur une hauteur de 136,16; et enfin les marnes sableuses panachées n<sup>o</sup> 10 seraient celles qui recouvrent ordinairement les calcaires néocomiens, lesquels n'auraient pas été atteints. Cette coupe fait voir que les deuxième et troisième groupes ont acquis une épaisseur de plus du double et des caractères assez variés dans l'espace de six lieues et demie qui sépare Saint-Fargeau de la rive gauche de la Loire, où nous les avons observés précédemment.

En s'avancant au N.-E., les sables et grès ferrugineux s'épaississent de plus en plus. Ils sont recouverts par des marnes grises et par la craie marneuse, exploitée sur les plateaux pour l'amendement des terres. A la descente vers Toucy, les sables ferrugineux se voient sur une hauteur de 80 à 90 mètres, et, vers le bas, affleurent des grès testacés et des lits minces de minerais de fer rouges, schistoïdes. Si l'on prend le chemin d'Aillant, on retrouve ces mêmes grès en plaques testacées noirâtres; au-dessus, viennent les sables jaunes ferrugineux, des marnes argileuses gris-bleuâtre, des marnes glauconieuses, puis la craie marneuse sur le plateau. A l'E., les assises se voient dans le même ordre.

Cette succession est mise encore bien à découvert à 2 kilomètres de Toucy, sur la gauche de la route d'Auxerre. Plus loin, la colline de Pourrain offre une composition assez variée. Les sables ferrugineux, avec grès en plaquettes, sont surmontés par des sables gris, blancs et jaunes, et ceux-ci par des sables et des grès jaunes, bruns ou rouge vif. A l'O. de la colline et paraissant s'élever sous le village au même niveau, se montrent des marnes noires ou gris foncé peu épaisses, des marnes grises, et enfin la craie tufau avec *Ammonites Mantelli*. Ce n'est point ici le lieu de parler du gisement de l'ocre; mais nous dirons que ce qui a été écrit à ce sujet et les coupes qu'on en a données nous ont paru peu en rapport avec ce que nous avons observé nous-même et avec les renseignements que nous tenons des ouvriers le plus anciennement employés à ces exploitations.

En descendant vers Auxerre, on trouve successivement, au-dessous des sables ferrugineux : 1<sup>o</sup> des



Il constitue des masses isolées, enveloppées dans un conglomérat incohérent de même nature, et qui paraissent avoir roulé du sommet de la colline à une époque ancienne.

En continuant à s'avancer au S., on voit les poudingues recouvrir le talus des

sables argileux panachés, semblables à ceux que nous avons vus dans le département de la Nièvre recouvrant les calcaires néocomiens; 2° une assise qui ne s'y était pas montrée et qui paraît s'être développée sur la limite du département entre Saint-Amand et Saint-Sauveur : cette assise, que MM. Cornuel et Leymerie ont désignée sous le nom d'*argile ostréenne* et de *lumachelles*, se compose, d'après M. de Longuemar, de plusieurs couches distinctes, dans la zone néocomienne qui, plus à l'E., s'étend de la vallée du Loing aux environs d'Auxerre; 3° des calcaires néocomiens, et enfin les couches oolitiques supérieures, un peu avant d'atteindre la porte de la ville.

La coupe de la colline de Saint-Georges, située au N.-O. d'Auxerre, résumera très bien la composition du groupe inférieur de la formation crétacée et pourra servir de terme de comparaison pour la suite. Elle présente à partir du niveau de l'Yonne :

1° Calcaire marneux compacte, bréchoïde, renfermant çà et là quelques veines formées par l'agglomération de petites Exogyres. Ces calcaires, qui semblent appartenir au *Portland stone*, sont, plus haut, recouverts jusqu'à la grande route par un dépôt de transport diluvien très puissant;

2° Calcaires néocomiens marneux, gris jaunâtre, durs, enveloppés et surmontés par une glaise de même couleur, avec *Spatangus retusus*, *Exogyra harpa*, etc.;

3° Argile ostréenne et lumachelles très développées. Ces dernières sont exploitées sur plusieurs points du mamelon qui s'étend de la route de Toucy à celle de Joigny. Les *Exogyra harpa* et *subplicata* et l'*Ostrea Leymerii* s'y voient particulièrement;

4° Argiles sableuses, panachées, peu épaisses, sous la butte du moulin;

5° Sable ferrugineux, avec lits minces de minerai de fer, en plaques ou en rognons (butte du moulin).

Entre l'Yonne et l'Armançon, M. de Longuemar a fait voir que le groupe du grès vert, composé jusqu'à présent d'une masse puissante de sable ferrugineux que recouvrent des marnes bleues et des marnes glauconieuses, offrait de bas en haut des marnes argileuses avec *Exogyra sinuata*, des sables plus ou moins ferrugineux, avec des lits d'argile et de grès ferrugineux, des marnes sableuses avec de nombreux fossiles, puis des marnes argileuses bleues sans fossiles que surmonte enfin la craie à Ammonites. Cet ensemble de couches recouvre les trois assises déjà signalées dans le groupe inférieur.

Sur la rive droite de l'Armançon, les assises désignées par M. Leymerie sous le nom d'*argile réguline* et de *grès vert*, représentent encore le troisième groupe bien caractérisé, et les trois assises du groupe inférieur s'observent également dans les coupes d'Ervy à Marolles, de Lignièrès à Bois-Gérard, etc. Mais entre les calcaires néocomiens proprement dits et les couches supérieures de la formation oolitique, M. Leymerie indique, encore plus au nord du département de l'Aube, un petit dépôt de marne et de sable blanc peu régulier, mais assez fréquent pour être attribué à des circonstances différentes de celles qui ont présidé à la formation des calcaires coquilliers. Des bancs sans doute parallèles à ces sables, mais de natures assez diverses, paraissent exister dans le département de l'Yonne, et d'autres sables et grès ferrugineux, accompagnés de fer géodique, leur correspondent dans celui de la Haute-Marne.

La colline d'Ervy est composée de bas en haut de sables ferrugineux reposant sur les argiles sableuses bigarrées, puis de glaises grises, de grès gris argileux peu solides avec fossiles, ou de sables argileux, verdâtres, plus ou moins foncés, alternant jusqu'au sommet. Quant à la position relative des grès et sables verts, et des argiles, nous dirons avec M. Leymerie que ces roches s'enchevêtrent les unes dans les autres lorsqu'on les suit sur une certaine étendue, et qu'elles ne peuvent être regardées comme constituant des assises géologiquement distinctes; on remarquera seulement que

coteaux. Ils sont toujours plus ou moins incohérents, à très gros nodules de silex gris blanchâtre, non roulés, et ils ne renferment point de fossiles. Si, d'une part, nous sommes porté à regarder ces poudingues comme parallèles à ceux que nous retrouverons si fréquemment à l'O., et que recouvre le calcaire lacustre supérieur,

dans cette partie du bassin, l'argile domine sur les sables. D'Ervy à Chaource, les couches se relèvent légèrement, et en descendant à ce village, on trouve des sables blancs et jaunes assez épais, puis au-dessous, des argiles sableuses panachées qui annoncent le voisinage de l'argile ostréenne. Celle-ci se montre en effet accompagnée de lumachelles dans toute la hauteur de la colline située à l'E. de Chaource. A Lantage, on aperçoit les calcaires néocomiens vers la pente inférieure des coteaux, puis au-dessus, l'argile ostréenne, les lumachelles, les argiles sableuses bigarrées, et les sables ferrugineux du troisième groupe.

A partir de la rive droite de la Seine, l'étage de l'argile ostréenne avec lumachelles tend à perdre de son importance après avoir eu son plus grand développement entre Auxerre et Chaource. Ainsi, en montant à Magnan, on passe presque de suite des calcaires marneux et compactes du *Portland stone* aux sables ferrugineux du plateau et aux argiles sableuses panachées. De ce point élevé, on peut se rendre compte facilement de la disposition générale des étages crétacés dans cette partie du département de l'Aube, et de leur influence sur la végétation et la culture. On se trouve, en effet, placé sur le bord oriental d'une bande dirigée N.-N.-E., S.-S.-O., couverte de bois et de prairies hautes, dont la végétation est très riche. Le sol en est ordinairement humide, argileux et sablonneux : c'est la zone occupée par le groupe néocomien et par celui du grès vert. A l'O., l'horizon est borné par la zone crayeuse blanche et peu couverte, et à l'E. par la zone sèche et aride des calcaires oolitiques supérieurs.

En descendant à Thieffrain, la route coupe successivement les argiles sableuses panachées, les lumachelles, les argiles ostréennes avec veinules de sanguine, et le calcaire néocomien qui se montre partout dans les carrières sur les pentes inférieures des collines. Au N. du village, on retrouve la même série de couches, et de plus, un lit mince de minerai de fer exploité et placé entre les marnes sableuses, bigarrées, et les sables ferrugineux. Enfin, en prolongeant la coupe au N. de Vendœuvre, on reconnaît, vers le bas des coteaux, le calcaire de Portland semblable à celui d'Auxerre, sortant de dessous les calcaires néocomiens, surmontés à leur tour, comme précédemment, d'argiles, de marnes sableuses et de sables ferrugineux avec minerai de fer. Au N.-O., entre Vendœuvre et Piney, se développent les assises argileuses et sableuses du grès vert, avec les nombreux fossiles qui ont fait assigner à cet ensemble le niveau du *gault* d'Angleterre.

De Vendœuvre à Amance, on trouve encore successivement les sables ferrugineux qui forment un plateau couvert de bois, les argiles sableuses panachées, les argiles ostréennes et le calcaire néocomien, très riche en corps organisés, et entourant le village d'Amance. Les lumachelles tendent à disparaître, mais les argiles ostréennes et les sables argileux panachés continuent vers le N. A ces derniers succèdent les sables ferrugineux et les argiles bleues du troisième groupe, coupées par la route à la descente de Dienville.

En passant du département de l'Aube dans celui de la Haute-Marne, nous voyons reparaître, entre Juzanvigny et Epthémont, les argiles bleues précédentes sortant de dessous la craie, puis les sables et grès ferrugineux, auxquels succèdent, en descendant à Vassy, les argiles sableuses panachées, les argiles ostréennes et le calcaire néocomien. M. Cornuel a subdivisé ici les trois étages du quatrième groupe en plusieurs petites assises qui n'ont point d'importance générale. C'est ainsi que les *grès piquetés* à la base des argiles bigarrées, la *marne jaune* qui recouvre le calcaire néocomien, et les *marnes bleues* placées dessous, ne sont que des accidents de localité. Il n'en est pas de même des minerais de fer situés au-dessus des argiles sableuses panachées, et que nous avons pu suivre, malgré

de l'autre, leur ressemblance avec les poudingues de Nemours et l'analogie des calcaires lacustres précédents avec ceux de Château-Landon pourraient faire penser qu'il existe en cet endroit un lambeau des étages antérieurs si développés sur les bords du Loing.

leur faible épaisseur, depuis le département de la Nièvre jusqu'au-delà de Saint-Dizier. Cet étage des marnes sableuses panachées, avec minerai de fer, et reposant sur les grès et sables piquetés, se voit bien encore autour de Bailly-aux-Forges, où il recouvre les argiles ostréennes, et où il est surmonté à son tour par des argiles et des sables du grès vert (*argiles à Plicatules* de M. Cornuel).

M. Thirria, dans son excellente Notice sur les gîtes de minerai de fer du terrain néocomien de la Haute-Marne, et M. Cornuel dans son Mémoire sur l'arrondissement de Vassy, ont décrit, entre le calcaire néocomien et des calcaires vacuolaires compactes qui forment les pentes inférieures de la vallée de la Blaise au-dessus de Vassy, des amas de sable blanc, de sable et de grès ferrugineux avec minerai de fer géodique exploité, lesquels semblent correspondre, comme nous l'avons indiqué, aux sables inférieurs de quelques points du département de l'Aube. D'après M. Thirria, on en retrouverait également l'analogue dans la Franche-Comté et dans le Jura des environs de Neuchâtel.

Les couches placées sous ces sables, et désignées par M. Cornuel par les noms d'*oolite vacuolaire*, de *calcaire verdâtre* et de *calcaire tacheté*, ont leur représentant dans le département de l'Aube et même dans celui de l'Yonne, quoique moins développé, et avec des caractères un peu différents. Elles reposent sur des calcaires de l'étage de Portland, ou appartenant à la formation jurassique supérieure. Leur puissance paraît atteindre 20 mètres dans le département de la Haute-Marne. MM. Cornuel, Royer et Leymerie les regardent comme faisant partie de la formation oolitique, tandis que MM. Thirria et Lejeune les placent à la base de la formation crétacée. Nous avons examiné le pays trop rapidement pour nous prononcer à cet égard; mais peut-être quelques considérations plus générales nous permettront-elles de leur assigner plus tard une place qui concilierait ces deux opinions.

Au N de Vassy, avant le village d'Attancourt, plusieurs carrières sont ouvertes dans le calcaire néocomien, et au-dessous se trouvent des marnes sableuses, gris bleuâtre, remplies d'*Exogyra sinuata*, var. *falciformis* et *aquilina* (a).

Toutes les couches plongeant au N., il en résulte que, sur la rive gauche de la Marne, les collines de Valcour et de Moëlains ne sont plus formées que par des argiles et des sables du grès vert. Les plissements si bien indiqués par M. Cornuel, et dont on voit les traces dans le lit et sur les berges de la rivière, ont sans doute contribué à faciliter le ravinement de la vallée et à mettre en regard la falaise des Côtes-Noires avec les couches du groupe inférieur qui sur la rive droite se relèvent vers le N.-E.

Autour de Bettancourt et sur la route d'Ancerville, on trouve la même succession de couches qu'aux environs de Vassy, depuis les argiles sableuses panachées, les argiles ostréennes et les calcaires néocomiens, jusqu'aux sables qui séparent ceux-ci des calcaires verdâtres et de l'oolite vacuolaire. Nos propres observations ne s'étendant pas tout-à-fait jusqu'à la limite N. du quatrième groupe, nous terminerons ici l'examen rapide que nous avons cru devoir en donner dans cette note.

M. Royer (*Bull. de la Soc.*, t. IX, p. 431) remarque que le groupe du grès vert présente une constance remarquable de caractères et de puissance dans une grande partie des départements de la Meuse, de la Haute-Marne et de l'Aube; mais nous avons vu qu'à travers ceux de

(a) Malgré la distinction établie par M. Leymerie, dans son intéressante *Notice sur les Exogyres*, entre les *Ex. sinuata* et *subsinuata*, nous pensons qu'elles ne sont que des variétés en rapport avec les circonstances dans lesquelles elles ont successivement vécu. Ces variétés peuvent par conséquent servir également bien à caractériser les couches qui les renferment. Nous ferons remarquer plus loin que les variétés de *E. columba* se trouvent dans des circonstances tout-à-fait analogues. Cette manière de voir pourra d'ailleurs faciliter, ainsi que nous le dirons plus tard, la coordination générale des couches crétacées inférieures, sans séparer pour cela du 3<sup>e</sup> groupe les *argiles à Plicatules*, comme on a voulu le faire en donnant, suivant nous, trop d'importance aux fossiles.

Avant d'arriver au pont de la Mivoie, un calcaire marneux, blanc-grisâtre, friable, avec points verts et paillettes de mica, vient affleurer sur la droite du chemin. Il ne tarde pas à se relever, et en face du pont il offre déjà une épaisseur considérable. Nous y avons trouvé les fossiles suivants :

<i>Syphonia pyriformis</i> , Gold. ( <i>Jerea</i> , id. Mich.).	<i>Ammonites falcatus</i> , Sow.
<i>Spatangus cortestudinarium</i> , Lam. Var. <i>Oblonga</i> , Gold. ( <i>Micraster</i> , id., Ag.).	————— <i>Mantelli</i> , id.
————— <i>suborbicularis</i> , Defr. ( <i>Holaster</i> , id., Ag.).	————— id., var. <i>navicularis</i> .
————— <i>nov. sp.</i>	————— id., var. <i>depressa</i> .
<i>Trigonia spinosa</i> , Park.	————— id., var. <i>tumida</i> , ornée de côtes étroites, serrées et saillantes.
<i>Inoceramus mytiloides</i> , Mant.	————— <i>varians</i> , id.
————— <i>Cuvieri</i> , Alex. Brong.	————— id. var. <i>tumida</i> .
<i>Pecten quinqucostatus</i> , Lam.	————— <i>peramplus</i> , id.
————— <i>cretosus</i> , Alex. Brong.	————— <i>nov. sp.</i>
<i>Lima semisulcata</i> , Desh.	<i>Nautilus Deslongchampsianus</i> , d'Orb. (moule).

Ce petit nombre d'espèces suffit pour déterminer le niveau de cette assise, qui représente ici la partie moyenne du groupe de la craie tufau, que nous avons décrite sur la rive droite, de Bonny à La Celle, et que nous désignerons à l'avenir sous le nom de *craie micacée* ou de *deuxième étage*. Elle continue à se relever au S., et, avant d'arriver à Saint-Satur, on voit le grès vert sortir de dessous la craie. Les belles sources de Fontenay et quelques autres aux environs paraissent sourdre des argiles qui dépendent de ce dernier groupe.

Si de Saint-Satur on monte à Sancerre par l'ancienne route de Saint-Thiébaud, appelée *chemin de la Montagne Jaune*, on obtient, depuis le canal jusqu'à la ville, une coupe E.-O. qui présente le détail suivant, sur une hauteur de 132 mètres (pl. II, fig. 2).

FORMATION OOLITIQUE. { 1° Calcaire marneux, blanchâtre ou grisâtre, compacte, assez dur, bréchoïde, avec des fossiles peu déterminables. Ces couches, qui appartiennent au groupe supérieur de la formation oolitique, sont vers le bas recouvertes par l'alluvion moderne. . . 12<sup>m</sup>,00

l'Yonne et de la Nièvre, l'élément argileux y diminue de plus en plus, ainsi que les sables verts, tandis que les sables ferrugineux continuent et se développent, particulièrement de Pourrain à Saint-Fargeau et au-delà. Le calcaire néocomien est d'une persistance remarquable, et nous l'avons suivi depuis les environs de Saint-Dizier jusque sur la rive gauche de la Loire, tandis que toutes les autres subdivisions de ce quatrième groupe, ainsi que les couches immédiatement sous-jacentes, jusqu'à l'étage de Kimmeridge, disparaissent successivement en s'avancant du N.-E. au S.-O. L'examen de la distribution des fossiles dans cette même zone conduit encore à des résultats semblables; car beaucoup d'entre eux se montrent, puis cessent en même temps que les couches qu'ils caractérisent et au dépôt desquelles très peu ont survécu.

2° Calcaire jaune-brun, tendre, très argileux, à cassure terreuse, renfermant une certaine quantité de sable quarzeux, des grains verts et de petites oolites ferrugineuses, souvent réunies par du calcaire spathique disséminé dans la masse. La surface extérieure de la roche prend un aspect scoriacé. On y trouve les fossiles suivants :

GRUPE NEOCOMIEN.

- Berenicea* ou *Diastopora*.
- Spatangus retusus*, Lam. (*Toxaster complanatus*, Ag.).
- id., var. *tumida*.
- Nucleolites Olfersii*, Ag.
- Discoidea macropyga*, id.
- Serpula filiformis*, Fit.
- Panopæa neocomiensis*, d'Orb.
- *recta*, id. (*affinis*).
- Corbula carinata*, id.?
- Corbis cordiformis*, id.
- Astarte*.
- Venus vendoperana*, id. (*Lucina*, id., Leym.).
- *Roissyi*, id. (*Lucina*, id. Leym.).
- *Robinaldina*, id.?
- Cardium subhillanum*, Leym.?
- Cardita neocomiensis*, d'Orb.

- Nucula impressa*, Sow.?
- Trigonia ornata*, d'Orb.?
- *longa*, junior? Ag.
- Gervillia*.
- Pinna*.
- Lithodomus amygdaloides*, d'Orb.
- Lima elegans*, Duj.?
- Pecten striato-costatus*, Gold.
- Exogyra harpa*, id.
- *sinuata*, Sow. var. *Couloni*.
- Spondylus*.
- Terebratula suborbicularis*, d'Arch.
- Natica levigata*, d'Orb.
- Nerinea* (voisine, mais distincte, des *N. Matronensis* et *Dupinians*, d'Orb.)
- Cerithium Phillipsii*, Leym.?
- Rostellaria Robinaldina*, d'Orb.?

A la partie supérieure, un banc particulier de ce calcaire semble être caractérisé par une petite espèce de Nérinée qui y est très abondante. . . . . 8<sup>m</sup>,00

GRUPE DU GRÈS VERT.

3° Sable gris-verdâtre. . . . . 12 ,00

4° Glaises bleuâtres, semblables à celles de Myennes et exploitées pour la tuilerie à la descente du chemin de Menétreol, où se montre aussi le calcaire jaune néocomien. Ces glaises retiennent probablement les eaux de l'étang du château. . . . . 6 ,00

GRUPE DE LA CRAIE TURAU.

5° Marnes grises glauconieuses. . . . . 18 ,00

6° Calcaire blanc-grisâtre, à cassure terreuse, un peu fissile, friable, tachant les doigts, renfermant une certaine quantité d'argile, de sable quarzeux, de grains verts et des paillettes de mica blanc. Cette assise de la craie micacée correspond à celle du pont de la Mivoye et renferme les mêmes fossiles. . . . . 28 ,00

TERRAIN TERTIAIRE.

7° Poudingue siliceux, incohérent, composé de silice blanc grisâtre, souvent très volumineux et enveloppés dans une marne blanchâtre argileuse et sableuse. Vers le haut, il constitue une roche solide, très dure, semblable à celle du pont de Beau-froid, et sur laquelle la ville est assise. . . . . 48 ,00

La colline de Sancerre diffère essentiellement de celles qui l'entourent au N., au S. et à l'O., et qui sont disposées sur deux rangs en amphithéâtre. Sa forme est celle d'un cône assez régulier, isolé de toutes parts, excepté au S., où il se rattache à la première rangée de collines par une langue de terre fort étroite; sur le reste de son pourtour, une vallée circulaire sépare sa base de celle de la rangée inférieure (pl. II, fig. 1 et 2).

Aucune source ne se montre vers le haut, et les puits de la ville, dont la profondeur varie selon le plus ou le moins d'élévation de leur orifice, atteignent tous

la même nappe d'eau placée à la base du poudingue tertiaire. Le plus profond, appelé le puits de Saint-Jean, et situé près de l'église, à peu de distance du sommet de la colline, a 30 mètres, et le moins profond, qui se trouve au S. près de la porte Evier, n'en a que 4. C'est à peu de distance de ce dernier point que le poudingue recouvre l'isthme de calcaire oolitique qui joint la colline au plateau du S. Ainsi la couche d'argile qui retient les eaux pluviales filtrant à travers le poudingue doit être, vers le milieu, presque horizontale, et relevée sur ses bords en forme de coupe, disposition remarquable que nous avons déjà signalée ailleurs dans le N. et dans le S.-O. de la France (1).

La première rangée de collines dont nous venons de parler est composée de calcaires de la formation oolitique, et présentant de bas en haut les trois assises suivantes :

1° Calcaire blanc, tendre, tachant les doigts et renfermant des oolites irrégulières et d'inégale grosseur. Sa stratification est peu distincte, et sa puissance est de 15 à 18 mètres. Cette assise, par ses caractères pétrographiques comme par ses fossiles, nous paraît représenter les calcaires de Saint-Mihiel (Meuse). Nous y avons trouvé les corps organisés suivants : Méandrine, Astrée, Sarcinule, *Echinus*, *Cidarites crenularis* Gold. ? *Diceras arietina* Lam., *Pinnigena*... Bronn. (*Leth. géog.*, pl. XVII, fig. 11), *Trigonia costata* Sow., *T. id. var. elongatissima*, *Cardium*, *Modiola pectinata* Sow., moule de bivalve voisin de la *Corbula depressa* Phil., *Ostrea pulligera* Gold., *Terebratula subovalis* Roem., *T. globata* Sow., *T. subovoïdes* de Munst., *T. inconstans* Sow. Deux autres espèces non déterminées, *Nerinea*, *Natica Michelini* d'Arch., *Trochus*.

Ces calcaires sont exploités au N. de la ville, à la *montée de la Querelle*, sur le chemin de Sainte-Gemme; à l'O., à la carrière du *Fond Blanc*, vaste excavation qui se prolonge sous la colline par des galeries étendues; puis au S., à droite de la route de Bourges. Sur ces trois points, ce sont les mêmes bancs que l'on exploite. Ils conservent exactement les mêmes caractères et se trouvent aussi au même niveau. Ils constituent en outre le fond des petites vallées qui séparent les collines, sur les pentes desquelles ils s'élèvent jusqu'à la hauteur d'environ 40 mètres.

Cette assise et la suivante forment l'isthme étroit qui au S. unit la montagne de Sancerre au plateau méridional. En descendant un sentier très rapide qui, après la dernière maison du faubourg, rejoint directement la grande montée de Fontenay, on suit le lit très encaissé d'un petit ravin creusé par les eaux torrentielles, et où l'on reconnaît que les calcaires oolitiques se prolongent sous le pou-

(1) Lorsque d'un point élevé on observe une suite de plateaux séparés par des vallées, et dont la composition paraît être identique à cause de la correspondance des couches principales, si l'un de ces plateaux est occupé par une ville, un village, ou seulement recouvert d'une végétation forestière assez riche, tandis que les autres sont dépourvus d'habitations ou de bois, on peut en conclure *a priori* qu'il existe dans le premier, à une faible profondeur au-dessous de la surface du sol, une couche aquifère qui manque dans les autres. Si au lieu de plateaux on avait sous les yeux des mamelons isolés, coniques, ou diversiformes, la même remarque leur serait applicable.

dingue tertiaire qui finit à quelques mètres de la maison que nous venons de citer. Il en résulte que toute la colline de Sancerre n'appartient pas à la formation crétacée et au poudingue tertiaire, comme pourrait le faire croire la coupe de son versant oriental, donnée ci-dessus et pl. II, fig. 2, mais que les couches oolitiques s'avancent sur son côté méridional pour y former une sorte de promontoire contre lequel les divers étages crétacés ont dû venir s'appuyer. Le poudingue tertiaire, en recouvrant le tout, a masqué le contact des deux formations. La fig. 1, pl. II, représente la disposition relative des divers systèmes de couches telle que nous la comprenons.

2° Sur le calcaire à Dicérates, vient un autre calcaire blanc, fissile, friable, quelquefois pisolitique (montée de la Querelle), gris ou jaunâtre, et dans lequel dominant surtout les Nérinées, encore pourvues de leur test, tandis qu'au-dessus ou au-dessous, ces coquilles, plus rares, sont presque toujours à l'état de moule. L'épaisseur de cette assise est d'environ 8 mètres. Les fossiles les plus répandus sont : une *Astrée*, la *Nerinea fasciata* Voltz, et deux autres espèces, dont une se trouve dans l'assise précédente, une *Modiolo* et une *Pinnigène*.

3° Calcaire compacte, gris-blanc, oolitique, se délitant en plaquettes et constituant la partie supérieure de la première rangée de collines. Facilement brisés par la culture de la vigne, les fragments de ce calcaire sont accumulés en tas, allongés en forme de digues qui signalent de loin sa présence au sommet ou vers les pentes supérieures des plateaux. Les fossiles y sont moins répandus que dans les assises précédentes, et il paraît être bien caractérisé par les *Nerinea suprajurensis* Thurm. et *N. Gosæ* id.

Ces divers calcaires oolitiques représentent l'étage du coral rag. Ils sont surmontés et dominés à une lieue de la ville par une seconde rangée de collines, élevées d'environ 55 à 60 mètres au-dessus des précédentes, et composées de marnes et de calcaires où abonde l'*Exogyra virgula* Gold. Dans la partie supérieure de leur pente, on trouve particulièrement la *Terebratulula biplicata* Sow., var. *depressa*, la *Pholadomya acuticosta* Sow., l'*Amphidesma decurtatum* Phil., et la *Cucullæa texta* Roem.; tandis que vers la base ce sont : la *Terebratulula biplicata* type, la *Serpula conformis* Gold., l'*Amphidesma recurvum* Phil. ? la *Modiola plicata* Sow., la *Thracia suprajurensis* Desh. et une Ammonite très caractéristique de cet étage dans tout le Berry, où elle atteint une très grande dimension. Cette dernière rappelle l'*A. colubratus* Schlot. Ziet., quoique ses tours soient plus embrassants. Les calcaires sont marneux, gris ou jaunâtres, en lits minces, subordonnés aux marnes argileuses, grises, blanches, bleuâtres ou jaunes. La réunion de ces couches constitue l'étage des argiles de Kimmeridge.

Sur le chemin de Sainte-Gemme, après la montée de la Querelle, et en redescendant le premier vallon, on trouve le calcaire en plaquettes avec *Nerinea Gosæ*, formant une petite colline arquée dirigée N.-E. S.-O. Après un second vallon, une autre colline, parallèle à la précédente, est formée par les argiles, les lumachelles

et les calcaires marneux de l'étage de Kimmeridge, renfermant la *Pholadomya concentrica* Roem. Gold. ? la *Tellina ampliata* Phil. , une *Venus*, ? une *Corbis*? une *Nucula* , l'*Isocardia excentrica* Voltz, une autre espèce indéterminée et l'*Exogyra virgula* Gold. En redescendant vers le ruisseau, le calcaire en plaquettes se montre de nouveau. Ainsi, depuis le pied de la colline de Sancerre, il y aurait un pendage général, correspondant au versant N. du soulèvement signalé plus à l'O. par M. Raulin; on voit en outre que les calcaires blancs du coral rag, les calcaires en plaquettes et l'étage de Kimmeridge, forment au N.-O. trois petites collines arquées et parallèles, dont la concavité est tournée vers la ville, et enfin un autre petit renflement s'observe encore entre la montée de la Querelle et la base même de Sancerre.

La formation crétacée ne nous présente donc sous cette ville qu'un point complètement isolé au N., au S. et à l'O., des gradins de la formation oolitique qui le dominant de beaucoup dans les directions de l'O. et du S.-O. ; et si l'on compare la composition des deux rives opposées de la Loire, on sera conduit à admettre que le fleuve coule en cet endroit sur l'emplacement d'une faille dirigée dans le sens même de son cours.

Si, en partant de Sancerre, on quitte la route de Bourges pour prendre celle d'Henrichemont, on marche sur les diverses couches oolitiques supérieures. Vers le haut de la côte, après la croix de Bellechasse, on remarque, au-dessus des lumachelles à *Exogyra virgula*, des calcaires marneux, compactes, semblables à ceux du département de la Nièvre, et après la croix de Morlaix, ces derniers sont immédiatement recouverts par des sables ferrugineux, avec des grès en lits minces subordonnés. Ces bancs arénacés sont, sur cette partie élevée de la chaîne de collines du Sancerrois, les seuls représentants de la formation crétacée ; il n'y a plus de traces des calcaires néocomiens, et la route, suivant les ondulations du sol, coupe alternativement les couches de l'étage de Kimmeridge et ces sables ferrugineux, jusqu'au-delà de la Sauldre. Plus loin, en montant dans les bois, on voit se succéder, au-dessus des sables précédents, des argiles grises, des grès et des sables rouges, des marnes argileuses, puis des sables et des grès glauconieux.

Jusqu'à La Chapelotte, et même jusqu'aux Chartiers, le sol est recouvert par un puissant dépôt de silex non roulés, empâtés dans des argiles sableuses de diverses couleurs, et qui s'étend ensuite sur tout le pays jusqu'à Menetou. Dans le vallon des Chartiers et autour d'Henrichemont, on exploite à une faible profondeur une craie marneuse friable, avec *Exogyra columba*, et employée pour amender la terre. En s'approchant du château de Menetou, les sables verts et ferrugineux sortent de dessous la craie, et recouvrent les calcaires marneux compactes, supérieurs aux couches à *Exogyra virgula*. Ces dernières se montrent dans toute la vallée au S. du village, et les lumachelles très développées y sont exploitées comme moellons. L'Ammonite que nous avons déjà citée comme caractéristique de cet étage y atteint jusqu'à 0<sup>m</sup>,60 de diamètre. Plus au S., les calcaires oolitiques de la plaine de Bourges succèdent à l'étage de Kimmeridge.



Si nous étudions actuellement les couches crétacées du versant S. de cette petite chaîne, depuis les Aix d'Angillon jusqu'à la Motte d'Humbligny, nous trouverons d'abord, entre les Aix et Sainceaux et au-dessus du calcaire dur, compacte, jaunâtre, qui constitue le groupe oolitique moyen de la plaine de Bourges, un calcaire blanc qui paraît correspondre aux assises à Nérinées et à Dicérates des environs de Sancerre. A 1 kilomètre au N.-E. de Sainceaux, en quittant la route pour monter aux moulins d'Humbligny, on marche sur un système puissant de marnes argileuses, grises, alternant avec des calcaires marneux, gris ou blanchâtres, plus ou moins épais, et caractérisés par l'*Exogyra virgula*.

Cet étage supérieur de la formation oolitique, depuis le fond du vallon d'Andrivaux jusqu'à l'affleurement des sables de la formation crétacée qu'on atteint en montant directement à Champarant, n'a pas moins de 70 mètres d'épaisseur. On trouve successivement au-dessus :

- 1° Grès grossier, très ferrugineux, brun-jaunâtre;
- 2° Argiles sableuses, blanchâtres, jaunâtres, grises ou rouges, exploitées à la tuilerie de Champarant;
- 3° Marnes argileuses grises, un peu sableuses et mélangées de points verts ( Niveau des argiles de Myennes);
- 4° Calcaire blanc, grisâtre ou jaunâtre, à cassure terreuse, tendre, un peu marneux, renfermant du sable quarzeux très fin, des grains verts et du mica blanc. Cette roche, parfaitement semblable à la craie grise, micacée, de Sancerre et du pont de la Mivoie, renferme aussi les mêmes fossiles, tels que *Corbis cordiformis* d'Orb.; *Trigonia spinosa* Park.; *Pecten quinquecostatus* Sow.; *Ammonites Mantelli* Sow.; *A. varians* id.; *Nautilus Deslonchampsianus* d'Orb., etc.;
- 5° Grès gris ou psammite nuancé de jaunâtre, peu dur, léger, à cassure mate, droite ou anguleuse, à grain fin et très uniforme. Cette roche est composée de sable quarzeux très fin, de mica argentin, de grains jaunâtres, et est mouchetée çà et là d'une substance verte d'un aspect chloriteux; le tout cimenté par une petite quantité de matière argileuse ou silicate d'alumine et de fer;
- 6° Craie grise, tendre, très marneuse, avec Huîtres, polypiers, etc..., et surmontée d'un dépôt tertiaire peu épais formant la butte dite la *Motte*, point culminant de cette partie du Berry et qui atteint 433 mètres d'altitude.

Ainsi les couches de la craie micacée, semblables à celles de Sancerre, se trouvent ici portées à 200 mètres au-dessus du niveau où nous les avons trouvées sur les bords de la Loire, à une distance d'à peine trois lieues et demie. Il est facile de reconnaître sur ce point l'existence d'un soulèvement bien caractérisé, et dirigé à peu près S.-O. N.-E. comme la chaîne de collines dont la Motte d'Humbligny forme l'extrémité orientale. Cette disposition, qui nous frappa lorsque nous visitâmes ce pays en 1840, a été récemment décrite par M. Raulin : aussi nous bornerons-nous à ajouter que les couches crétacées s'abaissent comme la chaîne en passant par les communes de Morogues, de la Quenouille, de Menetou et de Saint-Palais dans la direction des forêts d'Allogny et de Haute-Brune. Au signal de Puy-Berteau, près de Vierzon, leur altitude est à peine de 160 mètres. Cette petite chaîne de collines forme la ligne de partage des eaux qui se rendent au N. dans la Sauldre, et au S. directement dans le Cher. Les sources de ces divers cours d'eau

s'échappent des marnes argileuses grises qui recouvrent les sables ferrugineux crétacés, ou de la partie supérieure de l'étage de Kimmeridge.

### § III. Vallée du Cher.

L'abaissement à l'O. des couches secondaires dans la direction de Vierzon n'est pas moins remarquable que leur brusque relèvement entre Sancerre et Humbligny. Le groupe oolitique supérieur diminue sensiblement en s'approchant du Cher, et disparaît bientôt sous une nappe de dépôts tertiaires et plus récents. Autour de Méhun, les calcaires lacustres sont bien caractérisés; à l'O. du village, ils forment un plateau peu élevé qui suit les bords du Cher. Le fond des dépressions que traverse la route jusqu'au pont de Baregeon paraît être occupé par des glaises gris-bleuâtre, appartenant au grès vert (pl. I, fig. 4). Quelques blocs de poudingue siliceux, isolés çà et là, rappellent ceux des bords de la Loire.

Après avoir passé la rivière de Baregeon, on trouve des marnes fissiles, friables, grisâtres, avec des rognons endurcis. Les talus de la route, nouvellement recouverts, mettent à découvert une masse de sable argileux, gris-verdâtre, enveloppée d'un dépôt puissant de sable argileux rouge avec des silex souvent très volumineux. En redescendant à la Francoisière, les mêmes sables argileux, verts, se montrent de nouveau, représentant sans doute la partie inférieure de la craie micacée. Un peu avant ce hameau, sur la gauche de la route, le sol est couvert de blocs de grès calcarifères, jaunâtres, très durs, provenant du grès vert des environs ou peut-être d'une modification locale du second groupe. Nous ne les avons point d'ailleurs trouvés bien en place. Ils sont utilisés pour l'entretien du chemin, et nous y avons reconnu les fossiles suivants :

*Orbitolites.*

*Nucleolites columbaria*, Lam.

*Panopæa striata*, d'Orb.

*Trigonia spinosa*, Sow., var. Fit.

*Lima semisulcata*, Desh.

*Pecten quinquecostatus*. Sow.

*Pecten multicostatus*, Gold.

—— *membranaceus* ou *laminosus*, Nils.

*Exogyra columba*, Gold., var. *minor*.

*Gryphæa vesiculosa*, Sow.

*Terebratula*.

*Serpula*.

De ce point jusqu'à Vierzon, la route paraît être constamment tracée sur la partie inférieure de la craie micacée. Cette dernière, sableuse, tendre, gris-verdâtre, est mise bien à découvert dans une carrière située en face de la forge à l'entrée du faubourg. La tranchée du chemin de fer qui débouche à quelques centaines de mètres plus loin, pour remonter sur le coteau, en passant au N. de la ville, offre une coupe analogue et des roches semblables.

La ville basse est bâtie sur le sable argileux vert, et tout le haut de la colline est formé de craie micacée, très marneuse, enveloppant des rognons siliceux blanchâtres qui se fondent dans la masse. Vers sa base, cette roche est toujours plus argileuse. Les puits du faubourg d'Orléans la traversent pour atteindre la nappe

d'eau que retiennent les glaises grises, exploitées ici pour la fabrication des briques, des tuiles et de la poterie grossière, comme nous l'avons vu près de Myennes. Ces glaises sont séparées de la craie marneuse par un banc de sable jaune panaché de rouge, qui vient affleurer vers le milieu du coteau à l'O. du faubourg (pl. II, fig. 4).

La coupe de la vallée du Cher, en partant de Vierzon et suivant la route de Châteaurox, présente la succession de couches indiquée pl. II, fig. 4. Le petit plateau situé au S. de la ville est formé de sable vert enveloppant des grès quarzeux gris-verdâtre, très durs et lustrés. Ceux-ci renferment des grains d'un vert jaunâtre, à cassure terreuse. On y trouve encore d'autres grès également très durs, gris-blanc et à grain fin. Sous ces grès, que l'on emploie pour ferrer les chemins, vient une couche de glaise qui retient les eaux. Plus loin, en descendant du lieu dit les *Pierres sèches*, on observe la série suivante de haut en bas :

1° Dépôt de transport. (Au-dessus des premières maisons). . . . .	2 <sup>m</sup> 00
2° Grès gris-verdâtre, schistoïde, affleurant sur la droite de la route . . . . .	2, 00
3° Lit de glaise . . . . .	0, 50
4° Grès quarzeux, gris-verdâtre ou blanchâtre, très dur, à cassure anguleuse, fissuré dans divers sens. Stratification peu distincte. Ces grès sont exploités dans la première carrière à gauche de la route. . . . .	4, 00
5° Lit de glaise gris-jaunâtre . . . . .	0, 50
6° Bancs assez réguliers, mais d'inégale épaisseur, de grès gris, veiné ou piqueté de jaunâtre ou de rose, et souvent séparés les uns des autres par une argile sableuse grise ou jaune. Ces grès quarzeux, à grain fin et uniforme, sont peu durs. Ils renferment des grains assez abondants de feldspath blanc plus ou moins altéré, des grains vert foncé et des paillettes de mica blanc. On les voit exploités au-dessous des précédents, et ils atteignent le pied du talus au niveau de la manufacture de poterie. . . . .	7, 00

En montant de l'autre côté de la vallée de Saint-Hilaire, on retrouve d'abord les mêmes couches, c'est-à-dire les grès piquetés à la base, puis les grès durs gris-verdâtre vers le haut. A 2 kilomètres environ, des fouilles ont mis à découvert une argile sèche, grisâtre, remplie d'empreintes de *Plicatules* (*P. pectinoides* Sow. ?), de *Lima*, de *Spondylus lineatus* Gold. ? et d'une petite huître fréquente dans le grès vert de la Touraine. Cette couche d'argile paraît être inférieure aux grès piquetés. Plus loin, avant Massay, le sommet des collines qui bordent la droite de la route est couvert de masses assez considérables de grès gris-verdâtre ou blancs, tandis qu'à gauche, au lieu dit l'Étang, on exploite pour une tuilerie des argiles très sableuses, blanches, panachées de jaune et de rouge, alternant avec des sables blancs et passant vers le bas à un sable jaunâtre. Celui-ci renferme des grès peu épais, souvent en plaquettes et très chargés d'oxide de fer hydraté. La ressemblance de ces argiles sableuses, panachées, avec celles d'une époque très récente que l'on exploite sur divers points à la surface du sol, comme près de Châteaurox, nous aurait suggéré des doutes sur leur âge, sans leur liaison

avec les sables et grès ferrugineux sous-jacents, et sans leur analogie avec celles que nous avons signalées à la tuilerie de Champarant, près d'Humbligny, où elles occupent la même position.

Il est peu probable que ces argiles sableuses panachées et ces sables et grès ferrugineux puissent représenter une partie du groupe inférieur de la formation. Leur aspect rappelle, à la vérité, celui des argiles sableuses panachées que nous avons signalées dans la Bourgogne et la Champagne, et qui existent aussi dans le pays de Bray; mais l'absence complète de calcaire et de fossiles sur le point qui nous occupe, de même qu'au S.-O. de Sancerre, ne nous permet pas quant à présent de séparer ces couches du groupe du grès vert.

Avant de monter à Massay, une excavation pratiquée à gauche de la route montre, sous les sables et grès ferrugineux précédents, des calcaires marneux et des marnes blanches un peu schistoïdes qui appartiennent à la formation oolitique. Celles-ci se relèvent rapidement pour former la colline sur laquelle le village est bâti. En sortant de Massay, on trouve encore une butte recouverte d'argile rouge; mais au-delà, les calcaires oolitiques se montrent seuls au sommet des collines comme au fond des vallées. Ce sont des calcaires marneux, blancs, tachant fortement les doigts, très fragiles, pisolitiques et alternant avec des marnes blanches ou grisâtres plus ou moins argileuses. Les fossiles, peu nombreux, sont les *Tellina incerta* Thurm., *Pinna cuneata* Phil. et *lanceolata* Sow. ?, des moules de *Cardium* et de coquilles turbinées. Ces couches nous paraissent appartenir plutôt au coral-rag des environs de Sancerre et de Sainceaux qu'à l'oolite moyenne de la plaine de Bourges, ce qui serait justifié par la réapparition de l'étage de Kimmeridge au N.-O. de Buzançois.

Nous reprendrons actuellement l'examen de la vallée du Cher en la descendant jusqu'à sa jonction avec celle de la Loire. Du ruisseau de Croulas à Vierzon (pl. I, fig. 4), les couches crétacées inclinent à l'O. et se recouvrent dans cette direction; mais au-delà, jusque près de Châtres, on trouve presque constamment les sables verts plus ou moins remaniés à la partie supérieure. La craie tufau et les marnes sableuses sous-jacentes s'éloignent vers le N. A un kilomètre de Châtres, les collines qui bordent la route sont surmontées de craie glauconieuse semblable à celle de Vierzon et reposant sur des sables gris, verts, jaunes, plus ou moins argileux, avec quelques grès subordonnés. Cette roche est plutôt l'analogue du psammite d'Humbligny que de la craie micacée des bords du Cher inférieur, de l'Indre et de la Loire. A Menetou, elle se montre également, se prolongeant ensuite derrière Langon, pour disparaître au-delà sous le poudingue tertiaire de Villefranche. Celui-ci est composé de silex très volumineux, blanchâtres ou gris-jaunâtre, empâtés dans une argile sableuse grise ou blanche. Ce poudingue incohérent fait suite à ceux que, depuis Sancerre, on a vus accompagner constamment la zone crétacée sans passer sur la zone oolitique. Entre Vierzon et Romorantin, on trouve presque toujours le groupe du grès vert à l'état sableux ou plus ou moins argileux, enveloppant quel-

ques grès subordonnés, et surmonté de marnes et de calcaires lacustres qui occupent les plateaux très peu élevés de cette partie des bords du Cher et de la Sauldre. Entre Romorantin et la Selle, et de ce bourg à Saint-Aignan, la route est aussi tracée sur des sables ferrugineux qui paraissent avoir été remaniés en partie. Quelques lambeaux de calcaire lacustre s'observent encore çà et là.

Saint-Aignan est adossé à une colline qui borde la rive gauche du Cher, et qui vers le bas est composée de calcaire blanc, marneux, très tendre, avec de nombreux silex gris-brun ou noirâtres, en rognons disséminés dans la masse. A une certaine hauteur, les silex diminuent, puis disparaissent. Ces couches crayeuses s'élèvent à environ 30 mètres au-dessus du Cher. Sur ce point comme sur beaucoup d'autres, elles ont été prises pour de la craie blanche par M. Dujardin; mais nous ne pensons pas qu'il existe dans le département de Loir-et-Cher, non plus que dans celui d'Indre-et-Loire, de véritables dépôts appartenant à cet étage de la formation (1).

En remontant vers la Gastine, on voit des silex nombreux et alignés : les uns, gris-blanchâtre, sont plus généralement vers le haut; les autres, noirs et exploités pour pierre à fusil, se trouvent au-dessous. C'est à cette assise qu'appartiennent les silex exploités sur les communes de Meusne, de Lie et de Cuffy, et taillés pour pierre à fusil. Cette industrie, qui remonte à plusieurs siècles, avait pris une extension très considérable que l'invention des capsules a presque détruite depuis quelques années. Cette masse de calcaire blanc, imparfaitement stratifiée, occupe ici la place de la craie micacée, et elle est surmontée d'un ensemble de couches déjà très considérable, mais dont le développement successif se montrera plus clairement lorsque nous décrirons la vallée de l'Indre entre Buzançois et Châtillon.

Si l'on monte au S. de Saint-Aignan, on observe une masse de 18 à 20 mètres d'épaisseur, sans stratification distincte, composée d'un calcaire sableux, micacé, blanchâtre, jaune, gris ou verdâtre, friable, fendillé dans tous les sens, et renfermant des veinules ou de petits nids irréguliers de sable ou d'argile. Les fossiles et les silex paraissent y être très rares. Les puits naturels, remplis de terre jaune et du même terrain de transport qui recouvre les plateaux, y sont au contraire assez communs dans la partie qui avoisine la surface. Dans un chemin parallèle à la route de Châtillon et qui redescend au N., on trouve, sous une roche semblable à la précédente et remplie de petits nodules endurcis de la même substance, une craie jaunâtre, plus solide, et dans laquelle des habitations ont été creusées. Plus bas, vers le ruisseau, paraît le calcaire blanc à silex qui forme la base des collines, et enfin, au-delà de ce même ruisseau, les escarpements font voir, au-dessus de ces couches à silex, un calcaire marneux, très tendre,

(1) Le même observateur paraît avoir pris aussi pour de la craie blanche, siliceuse, des dépôts siliceux lacustres parfaitement caractérisés dans ce dernier département.

blanc, sans stratification distincte, et surmonté d'une assise de 20 à 25 mètres de calcaire jaunâtre, friable, rempli de nodules endurcis, digitiformes ou ramifiés, mais sans silex ni fossiles, et qui correspond exactement à celle qui forme en face la partie haute de la ville. C'est à cet ensemble de couches recouvrant la craie micacée que nous donnons le nom de *craie jaune de Touraine*, expression synonyme de celle de *craie tuffau* dans le même pays. Ces couches, qui constituent le premier étage de notre second groupe, se prolongent au S. dans la vallée du Modon jusque vers Luçay, d'après M. Dujardin, et nous les suivrons bientôt au N. dans toutes leurs modifications sur les bords de la Loire.

En face de Saint-Aignan règne une suite de coteaux peu élevés. La craie micacée est exploitée à 10 mètres environ au-dessus du fond de la vallée; puis elle est recouverte par la craie jaune friable. Au-delà de Thézée, les carrières de craie micacée se trouvent au niveau même de la route, et au-dessus se montre un calcaire sableux gris avec des points verts, de petites *Exogyres* et de nombreux polypiers, qui forme la base du premier étage. Sur les territoires de Bouré et de Montrichard, beaucoup de carrières sont ouvertes dans la craie micacée, et des galeries étendues y ont été pratiquées. La pierre est d'un blanc un peu grisâtre, à grain fin et parfaitement égal dans toute la masse. Elle se taille très facilement en parallélépipèdes, connus dans le pays sous le nom de *pierres de Bouré*, et qui s'exportent au loin par bateaux sur les deux rives de la Loire. L'uniformité des caractères de cette roche, essentiellement composée de calcaire mélangé d'un peu d'argile, de sable quarzeux très fin, de grains verts et de mica blanc, jointe à la constance de son niveau, malgré les variations de puissance du second étage, en fait un horizon précieux pour la géologie de cette partie de la France; on peut même dire que ses caractères pétrographiques sont tels, lorsqu'on les examine avec une certaine attention, qu'ils suffiraient à eux seuls pour déterminer avec certitude la position relative de la couche où on les a constatés.

Entre Montrichard et Chissay, cet étage s'abaisse vers l'O., puis disparaît, et la base de la colline est formée par un calcaire jaunâtre, avec points verts et ciment spathique, assez solide et en bancs puissants plongeant faiblement au N. Les moules et les empreintes de *Trigonia scabra* y sont très répandus, ainsi que l'*Exogyra turonensis* nob., caractéristique de la craie jaune. Ces couches, d'une teinte gris-verdâtre, forment ensuite derrière Chenonceaux, Civray, la Croix de Bléré et au-delà, des escarpements de 30 à 35 mètres de hauteur. On y trouve particulièrement l'*Arca ligeriensis* d'Orb., l'*Exogyra columba*, la *Trigonia scabra*, la *Serpula filosa* Duj., des polypiers et surtout des spongiaires. La stratification en grand est assez prononcée. La roche prend souvent une structure noduleuse ou tuberculeuse, et les silex sont blanchâtres. Des habitations y sont creusées comme partout où cet étage offre une certaine solidité.

Sur la rive droite du Cher, depuis la hauteur de Saint-Aignan jusque près de Montrichard, on peut remarquer que les collines sont moins élevées et leurs

pentons moins abruptes que sur la rive gauche; mais à l'O., au contraire, les couches semblent se correspondre des deux côtés de la rivière, et cette concordance, sauf quelques accidents, continue très loin dans cette direction.

M. Dujardin cite des ossements de *Mosasaurus* trouvés dans les carrières de Chemillé et près de Bléré. Entre ce bourg et Véretz, une dislocation paraît avoir relevé une craie à silex semblable à celle de Saint-Aignan, tandis qu'à Saint-Avertin, la craie jaune constitue une masse assez considérable dans laquelle des carrières ont été exploitées de temps immémorial. C'est de ces mêmes carrières que paraît provenir une pierre, nommée *pierre d'écorcheveau*, qu'on retrouve dans les anciens édifices de Tours, et que nous avons particulièrement remarquée dans le parapet des quais de la rive droite de la Loire. Elle est caractérisée par une très grande quantité de moules de coquilles bivalves, voisines des Cyprines ou des Vénus, et de *Trigonia scabra*.

#### § IV. Vallée de l'Indre.

Le plateau qui vient se terminer à Buzançois, sur la rive droite de l'Indre, est composé de calcaires rapportés au groupe moyen de la formation oolitique. Ils sont blanchâtres, marneux, sans solidité, passent quelquefois au compacte, mais plus ordinairement se désagrègent en petits fragments. Nous sommes conduit à penser, bien que nous n'ayons pas pu l'observer directement, que la rivière coule ici dans une fracture par suite de laquelle la rive gauche aurait été abaissée, et que le grès vert doit exister très près du faubourg; car, à une distance de 2 kilomètres au plus, à la seconde montée sur la route de Châtillon (pl. II, fig. 5), les fossés sont creusés dans la craie micacée, blanc-grisâtre, tendre, tachante, caractérisée comme partout par l'abondance de l'*Inoceramus mytiloides*.

Cette couche n'a que quelques mètres d'épaisseur et ne tarde pas à être recouverte par un calcaire lacustre, blanc, cellulaire, avec Paludines et Lymnées. Un amas de fer oxydé, argileux, rouge, ou plutôt d'argile rouge, lui est subordonné et est coupé obliquement par la route (pl. II, fig. 3 et 5). En redescendant le mamelon, on trouve des marnes verdâtres et quelques bancs de calcaire lacustre tendre et très marneux. Enfin la craie grise, micacée et glauconieuse, qui supporte le tout, reparaît avant de passer le ruisseau d'Enard.

Le grès vert se montre au-delà de ce ruisseau. Il est composé de sable verdâtre, argileux et sans doute peu épais; car, après la métairie de Boulaye, les talus de la route sont coupés dans un calcaire marneux et dans des marnes grisâtres où abonde l'*Exogyra virgula* avec l'*Ostrea palmetta*, l'*Isocardia excentrica*, l'*Amphidesma decurtatum* et des moules de coquilles turbinées. Ces couches sont une réapparition de l'étage de Kimmeridge, que nous avons perdu de vue depuis la partie orientale du département du Cher, puisque autour de Massay le grès vert reposait sur des calcaires blancs rapportés au coral-rag. Ces bancs ne tardent pas à être

masqués par des sables ferrugineux à gros grains, renfermant des grès très durs, et auxquels succède bientôt, vers le haut de la montée, un calcaire marneux, blanc, jaunâtre, peu solide, se délitant en petits fragments, et où se trouvent la *Pholadomya decorata* ainsi que les *Lutraria Jurassi?* et *Alduini* Gold. Ce calcaire, qui correspondrait peut-être à celui de la route de Massay à Vatan, nous a paru être inférieur aux couches à *Exogyra virgula*, et nous avons indiqué dans la coupe pl. II, fig. 5, la manière dont nous avons compris la position relative de ces couches oolitiques entre elles et avec celles de la formation crétacée qui les recouvre.

Les grès quarzeux employés sur les routes autour de Buzançois sont semblables à ceux que nous venons de signaler près de la maison Boulay. Ils sont exploités à Saint-Gemme, au S. de la ville. Ils sont blancs, roses, jaunâtres ou grisâtres, très durs, à grains plus ou moins fins, quelquefois assez gros, et entourés par place d'un enduit calcédonieux formant alors le ciment du grès.

En s'avancant vers la maison Brisepaille, le grès vert est toujours rudimentaire et à l'état de sable argileux; puis, contre cette maison même, il est de nouveau masqué par la craie micacée. L'*Inoceramus mytiloides*, le *Pecten quinquecostatus* et d'autres fossiles peu reconnaissables sont fréquents dans ce dernier étage, dont l'épaisseur augmente assez pour qu'il ne soit plus interrompu par les dépressions du sol jusqu'à Clion et au-delà. Après ce village, la colline qui borde la gauche de la route offre encore à sa base la craie micacée précédente, puis au-dessus vient un calcaire blanc, peu dur, avec des points verts et des taches de même couleur. Il est en partie spathique, à cassure inégale, se délite en rognons irréguliers recouverts d'un enduit verdâtre, ou bien constitue des bancs mal suivis et fendillés. Les fossiles les plus nombreux qu'on y trouve sont de petits polypiers; *Serpula filosa* Duj., *Trigonia scabra* Lam., *Arca ligeriensis an Matheroniana* d'Orb.? *Mya plicata* Sow., *Pholadomya*, *Venus* ou Cyprine, *Cardium Moutonianum* d'Orb., *Venus plana* Sow., *Myoconcha cretacea* d'Orb., etc. Ces couches, dont l'épaisseur est de 10 mètres, forment la base du premier étage ou celui de la craie jaune de Touraine; ici, et comme nous aurons occasion de l'observer aussi sur d'autres points, elles participent encore des caractères de la craie micacée sous-jacente, et peut-être eussions-nous pensé à les y réunir sans la liaison plus intime que nous avons cru leur trouver avec les couches qui les recouvrent.

Ces dernières, dans la localité que nous décrivons, prennent un aspect assez particulier. Ce sont des calcaires en général subcristallins, poreux, plus ou moins durs par place, gris et à grain fin vers le bas, blancs et à grain plus gros vers le milieu, puis passant vers le haut à un calcaire cellulaire plus complètement spathique et d'une teinte légèrement rose; enfin la partie tout-à-fait supérieure, très dure, présente de nombreuses tubulures, et sa surface a été fortement usée ou corrodée. Ces diverses couches, de 8 à 9 mètres d'épaisseur totale, et exploitées sur tout le pourtour de la colline où elles fournissent de très belles pierres d'ap-



pareil connues sous le nom de *pierres de Clion*, sont exclusivement formées de très petits fragments de coquilles, d'annélides et de polypiers, enveloppés et agglutinés par une infiltration très abondante de calcaire spathique. Dans les endroits où le suc calcaire a été plus rare, on a une roche peu solide, jaunâtre, dont tous les éléments d'origine organique sont parfaitement distincts, et qui est alors identique à celle que nous trouverons si développée dans la vallée de la Loire. Enfin un dépôt de transport, composé de silex à demi roulés, entourés d'une terre rougeâtre, brune ou grise, recouvre ce plateau calcaire. Ainsi, depuis Buzançois jusqu'à ces carrières de la Chaise (pl. II, fig. 5), nous avons vu naître pour ainsi dire successivement, et d'une manière plus régulière que dans la vallée du Cher, le grès vert, la craie micacée et la craie jaune.

Toutes les couches que nous venons d'indiquer plongent au N.-O. jusqu'au premier vallon qui s'ouvre sur la route, et au-delà duquel les bancs supérieurs cessent de se montrer. Les calcaires glauconieux ou jaunâtres avec *Trigonia scabra* continuent seuls vers le bas. et près de la métairie de Beauvais on les trouve surmontés de bancs très variés et très différents des précédents. Ce sont des calcaires tantôt subcompactes, blanc-jaunâtre, tantôt terreux et renfermant des plaques de silex gris-jaunâtre ou blanchâtre se fondant dans la masse. Plus haut sont des bancs de roches composées en grande partie de silice gélatineuse et d'un peu d'argile. Elles sont grises, blanches ou vertes, compactes, à cassure anguleuse, et renferment la *Terebratula pisum* Sow. Ces bancs, très irréguliers, offrent en outre de grandes cavités souvent remplies de sable verdâtre, et des puits naturels qui, traversant toute l'assise, sont comblés par le terrain de transport du plateau. Nous aurons d'ailleurs occasion de revenir sur ces deux modes de remplissage, qui appartiennent à des époques différentes. Après la métairie, la partie inférieure seule de cette coupe subsiste encore, et la craie micacée, recouverte par les calcaires schisteux ou tuberculeux avec *Trigonia scabra*, constituent la base de la colline de Châtillon.

A un kilomètre à l'O. de Toizelay, la route traverse un petit plateau sur la pente S.-E. duquel se trouve une couche de silex jaspoïde, dont l'épaisseur est de 5 à 6 mètres. Sa stratification est reconnaissable quoique la roche soit extrêmement fendillée. Les interstices sont remplis de terre argileuse brune ou jaune. La masse siliceuse est d'un jaune plus ou moins clair ou gris-verdâtre; nous n'y avons point trouvé de fossiles, et elle paraît avoir été exploitée depuis longtemps pour l'entretien des routes. Sur le versant N.-O. de ce plateau, on remarque, à peu près au même niveau, un dépôt composé de rognons siliceux fondus dans une roche argilo-siliceuse, tendre, friable, jaune, blanche ou verte, dont la stratification est assez distincte. Les silex rameux ou digitiformes, dont la structure indique qu'ils doivent leur origine à des spongiaires et à d'autres fossiles marins, y sont assez répandus.

En remontant après le ruisseau, on atteint une roche tantôt dure, compacte

et d'un blanc tirant sur le vert, tantôt friable, tachante et d'un blanc pur, pénétrée de silex jaspoïde. Sa structure est fragmentaire, et elle renferme des empreintes de *Pecten*, de polypiers, etc. En comparant ces divers dépôts siliceux, nous sommes porté à regarder le dernier dont nous venons de parler comme une simple modification de la roche siliceuse compacte de la ferme de Beauvais, quoiqu'il ne paraisse pas renfermer de silice à l'état gélatineux. Sa destruction partielle aura fourni les matériaux du conglomérat avec spongiaires que nous avons signalé reposant sur la craie de l'autre côté du vallon, et ce conglomérat serait alors le représentant du poudingue siliceux et marneux que nous verrons recouvrir si constamment la craie jaune de Touraine. Enfin la masse de silex jaspoïde du versant S.-E. de ce même mamelon serait encore une modification de la roche de Beauvais, dépendante de la craie jaune.

De Fleray à Verneuil et au-delà, le poudingue tertiaire plus ou moins développé constitue les plateaux. Il est ordinairement surmonté par un véritable dépôt de transport diluvien composé de sable siliceux plus ou moins grossier, d'une grande quantité de cailloux roulés de quartz hyalin blanc, jaunâtre ou brunâtre, et de quelques fragments et fossiles de la craie. Cette dernière roche se montre vers le fond des vallées, et souvent la terre végétale offre cette teinte gris-blanchâtre ou cendrée et cette légèreté particulière qui annoncent toujours que le sous-sol est formé par la craie micacée.

La colline sur laquelle est bâtie la *maison des hôpitaux*, à la hauteur de Saint-Jean, présente des excavations pratiquées dans les couches moyennes de la Chaise. Au-dessus se montrent, quoique peu développées, celles qui correspondent aussi à la *Pierre de Clion*. Avant d'arriver à Loches, le petit plateau qui porte les maisons de Mauvière, de Vautrompeau, etc., est encore formé par les parties moyenne et inférieure de la craie jaune, et des habitations nombreuses y ont été excavées. La craie micacée est exploitée à la base même du coteau, par des galeries assez étendues. La colline abrupte que couronne l'ancien château de Loches avec ses dépendances appartient aux mêmes assises de la craie de Touraine, caractérisées par une multitude de corps spongiformes rameux.

Les carrières situées sur la rive droite de l'Indre, au N. de Beaulieu, sont encore à la base des coteaux, et fournissent la craie micacée la mieux caractérisée. Elle est tendre, d'un blanc grisâtre, et son grain très fin est parfaitement uniforme. Au-dessus vient un calcaire sableux, friable, quelquefois tuberculeux comme à Clion, et renfermant une prodigieuse quantité d'*Exogyra turonensis*, de *Serpula filosa*, des moules de *Venus plana* Sow., et les tubercules spongiformes, rameux ou étalés propres à ce niveau (1). La partie supérieure des assises de Clion

(1) Il nous a été impossible de trouver dans ces nombreux tubercules autre chose que la matière même de la roche agglomérée, sans aucune trace de tissu spongieux distinct, soit à la surface, soit à l'intérieur.

manque sur ces coteaux, d'ailleurs très peu élevés, et dans lesquels une multitude de caves, de celliers et quelques habitations ont été creusés.

Les maisons du faubourg de Loches, que longe la route de Tours, sont construites sur ces couches à rognons spongiformes, ou bien y ont été taillées. A la base du coteau, et ordinairement un peu au-dessus du niveau de la route, se trouve le banc de craie micacée connu des ouvriers sous le nom de *bille*. C'est celui qui, dans toute la Touraine, et bien au-delà, fournit les pierres de taille, en forme de parallépipède à base carrée, appelées *billes* dans la vallée de l'Indre. Ce banc représente exactement celui qui, dans la vallée du Cher, fournit la *Pierre de Bouré*. Son épaisseur varie ici de 1<sup>m</sup>,50 à 2 mètres. Plus haut, les couches supérieures de Clion sont peu développées et assez mal caractérisées; quelquefois elles sont subschistoïdes ou en plaquettes, ou bien arénacées et friables. Elles s'abaissent après les dernières maisons du faubourg, pour former au-delà le sol et les côtés de la route. Plus loin, elles sont recouvertes par un terrain de transport sableux renfermant, avec beaucoup de fragments calcaires, des cailloux roulés de quartz blanc.

La craie jaune se montre encore sur les pentes de la vallée de l'Indroye à Genillé, Montrésor, Aubigny, Ecueillé, Orbigny et Nouans. D'après M. Dujardin, elle existerait aussi entre Loches et Ligueil, et remonterait même au S. jusqu'à Azay-le-Féron, Martizay et Ponay, ce qui nous paraît d'ailleurs peu probable.

A la hauteur de Chambourg, les dépôts siliceux tertiaires constituent le sol, ainsi que de ce point jusqu'à Cormery, où les deux côtés de la vallée sont formés par un calcaire lacustre blanc, renfermant une grande quantité de silice en rognons ou disséminée dans la masse. De Cormery à Montbazou, les plateaux qui bordent l'Indre sont recouverts par la meulière, et sur les pentes affleure partout le calcaire lacustre blanc, souvent pulvérulent, à structure grumeleuse, et toujours plus ou moins rempli de silice.

Le puits artésien entrepris dans la commune d'Esvres, chez M. Ansant, et dont l'orifice est à 18 mètres au-dessus du niveau de l'Indre, a donné la coupe suivante :

1° Gravier superficiel. . . . .	3 <sup>m</sup> ,66
2° Calcaire lacustre, marnes et silex d'eau douce alternant vingt-cinq fois. . . . .	52, 34
3° Sables et grès verts alternant ensemble (nappe d'eau jaillissante à 70 <sup>m</sup> ). . . . .	65, 33
4° Craie marneuse, grise, bleuâtre ou blanchâtre, bancs calcaires avec silex. . . . .	50, 33
5° Argiles vertes, argiles sableuses, grès et sable vert. . . . .	20, 00
Total. . . . .	191 <sup>m</sup> ,66

On n'a point obtenu d'eau jaillissante à cette profondeur, sans doute parce qu'on n'a pas atteint la nappe d'eau inférieure.

Ce forage, s'il n'y a pas eu d'erreurs dans le journal de l'ingénieur qui dirigeait les travaux, nous présenterait une anomalie frappante, et la seule de ce genre que nous aient révélée les nombreux sondages dont nous avons comparé les coupes avec les résultats donnés par les observations géologiques directes. Le numéro 2

annonce d'abord pour les dépôts lacustres une épaisseur beaucoup plus considérable qu'on ne l'aurait soupçonné ; ensuite le numéro 3, à la place de la craie jaune, glauconieuse à la vérité sur quelques points et parfois sableuse, nous indiquerait une épaisseur de 65<sup>m</sup>,33 de sable et de grès verts alternants. Les numéros 4 et 5 sont au contraire bien caractérisés et précisément dans la position où l'on devait s'attendre à les rencontrer. D'après cette coupe, la craie jaune, si puissante et si constante partout aux environs, manquerait en cet endroit, le poudingue tertiaire qui la sépare toujours du calcaire lacustre manquerait aussi, et les sables et grès verts, constamment inférieurs au numéro 5, se trouveraient au contraire au-dessus de la craie micacée ou du numéro 4. Si l'on pouvait regarder le numéro 3 comme un dépôt tertiaire représentant le poudingue, il faudrait encore supposer l'absence totale de la craie jaune sur ce point ; or il nous semble plus probable que quelque erreur s'est glissée dans la notation des couches traversées.

#### § V. Vallée de la Vienne.

N'ayant point suivi la Vienne, ni ses affluents, la Creuse, la Manse et la Vende, aussi exactement que les rivières précédentes, nous signalerons dans ces diverses vallées les points que nous avons particulièrement étudiés, en allant du S.-E. au N.-O., d'abord sur la rive droite de la Vienne, puis sur sa rive gauche.

Au S. de Châtellerault, la formation crétacée, dont nous indiquerons tout-à-l'heure les limites dans cette direction, est représentée par des sables ferrugineux, quelques grès avec *Exogyra secunda* var. *minor* (*E. columba minima*), et par des glaises. Sous le pont de la ville, des calcaires marneux, compactes, blanc-grisâtre et en lits minces, dépendent de la formation oolitique. A quelques centaines de mètres plus bas, on les voit recouverts par un grès très ferrugineux, schistoïde, de 4 à 5 mètres d'épaisseur, surmonté bientôt à son tour par des marnes argileuses à points verts (pl. III, fig. 5). Dans le percement d'un puits, au S.-E. de la ville, on a atteint des sables glauconieux et ferrugineux avec *Exogyra columba*, recouverts presque immédiatement par la craie micacée. Cette dernière constitue dans cette direction de nombreuses collines où les fossiles sont rares, excepté *Inoceramus mytiloides*.

Le forage du puits artésien entrepris à Châtellerault par M. Degouée a traversé :

1° Terrain superficiel et sables argileux crétacés. . . . .	7 <sup>m</sup> ,33
2° Calcaires compactes ou lithographiques, en bancs séparés par des lits minces d'argile. . . . .	255, 00
Total. . . . .	262, 33

Sur toute cette épaisseur de calcaires, les caractères de la roche ont présenté peu de variation, et l'entreprise est restée sans succès.

De Châtellerault aux Ormes, la route est bordée à droite par la craie micacée, formant à elle seule une rangée de collines dont le relief au-dessus de la vallée est nettement accusé (1). Le sol de celle-ci est mis à découvert au Port-la-Pile, dans les berges de la Creuse, où sortent, de dessous la craie micacée, des argiles marneuses ou gris-bleuâtre, avec grains verts, et remplies d'*Exogyra columba* et d'*Ostrea biauriculata*. Ces argiles, de 5 à 6 mètres d'épaisseur, renferment aussi des espèces de *septaria* très déprimés, ou lits interrompus de marnes endurcies; peut-être ces argiles sont-elles le prolongement de celles que nous avons vues affleurer dans la Vienne, près de Châtellerault, bien que dans la coupe (pl. III, fig. 5) nous les en ayons distinguées en plaçant les premières dans le groupe du grès vert: La réunion de l'*Exogyra columba* et de l'*Ostrea biauriculata* constitue dans la Touraine, l'Anjou et une partie du Maine, un des horizons géologiques les plus constants, placé entre la craie micacée et le grès vert proprement dit. Ce banc, remarquable par son étendue, ne se montre pas sur les bords mêmes du bassin, mais à une distance qui varie de 4 à 5 lieues en dedans de son ancien rivage.

Sur la rive droite de la Creuse, la craie micacée forme de nombreuses ondulations. En remontant le cours de cette rivière, on la retrouve encore assez loin, et le grès vert qui sort de dessous, aux environs de Saint-Pierre-de-Tournon et de la Roche-Pozay, atteint à peine une altitude de 90 mètres.

A Ferrière-l'Arçon, un puits artésien exécuté chez M. Arnault a traversé les assises suivantes sans donner d'eau jaillissante à la surface.

1° Terrain moderne. . . . .	9 <sup>m</sup> , 33
2° Craie micacée ( 2° groupe ). . . . .	67, 00
3° Sables verts, sables argileux, argiles noires et grises ( 3° groupe). . . . .	66, 00
4° Assise supérieure de la formation oolitique. . . . .	9, 33
Total. . . . .	151, 66

Avant de descendre à Sainte-Maure, la craie micacée acquiert une épaisseur de 55 à 60 mètres. Dans les carrières ouvertes des deux côtés de la route, au S. de la ville, on peut reconnaître ses caractères si constants, quoique la pierre y soit plus marneuse et moins solide que le banc inférieur qui fournit la *bille* sur d'autres points; il n'y pas non plus de silex. Les fossiles suivants y sont assez répandus.

*Polypothechia dichotoma*, Benn.

*Micraster* (espèce nouvelle, nommée à tort *Holaster intermedius* dans la 1<sup>re</sup> partie de ces Études et trouvée à Gourdon).

*Pholadomya Esmarkii*, Nils. ?

————— *Archiaciana*, d'Orb.

————— *Marrotiana*, id.

*Arcopagia numismalis*, id.

(1) La coupe pl. III, fig. 5, faite en suivant la grande route, ne passe point par ces collines.

*Anatina royana*, id.  
*Lucina globiformis*, Leym.  
*Venus plana*, Sow.  
*Cytherea uniformis*, Duj.  
*Cyprina ligériensis*, d'Orb.  
*Cardium alternatum*, id.  
*Myoconcha cretacea*, id.  
*Trigonia scabra*, Lam.

*Arca ligériensis*, d'Orb.  
 — *nova sp.*  
*Exogyra haliotoidea*, Gold.  
*Phasianella supracretacea*, d'Orb.  
*Ammonites varians*, Sow.  
 ————— *peramplus*, id.  
 ————— *rhotomagensis*, Al. Brong.

La vallée de la Manse à Sainte-Maure est ouverte précisément à la jonction de la craie micacée et de la craie jaune ; car après avoir passé la rivière, toutes les maisons du faubourg qui bordent la grande route à l'O. sont adossées à des escarpements qui appartiennent au premier étage du groupe (pl. III, fig. 5). Dans le vallon au-dessous de Gaillard, on voit la partie inférieure avec *Trigonia scabra*, *Exogyra turonensis*, *Cardium*, *Cyprina*, *Arca ligériensis*, etc., et plus haut, en montant le chemin de Bossé, se trouvent les nodules spongiformes, et même de véritables polypiers, dans une craie jaunâtre, friable, analogue à celle de Loches, de Saint-Aignan, etc.

Au N. de la ville, on retrouve des bancs semblables à la pierre de Clion. Ils sont exploités en grand, et transportés à Tours et aux environs sous le nom de *pierre de Sainte-Maure* (1). Son grain est plus ou moins fin, également serré ; sa teinte est le blanc, le gris ou le jaunâtre. Elle est composée de parties spathiques et de parties terreuses en proportions à peu près égales. Dans certains bancs, la roche est identique à la pierre de Clion, c'est-à-dire uniquement composée de petits polypiers et de fragments de coquilles agglutinés par un ciment spathique. Dans le vallon qui descend de Sainte-Catherine-de-Fierbois, et que coupe la route de Tours, les couches sont bien à découvert, et présentent plusieurs variétés de pierres très distinctes, telles entre autres que la variété à grains verts, celle à fragments de polypiers et de coquilles, etc. On y remarque de plus un délit oblique à la stratification qui est très prononcé. Au-delà de ce point, les poudingues et les calcaires lacustres tertiaires recouvrent constamment la formation crétacée jusqu'à la vallée de la Loire.

La coupe de Poitiers à Chinon (pl. II, fig. 6) offre quelque intérêt par la réapparition, à plusieurs reprises, de la formation oolitique au milieu des bandes crétacées. La ville de Poitiers est, comme on sait, bâtie sur un promontoire bordé

(1) La pierre de Sainte-Maure est généralement employée dans les constructions qui exigent beaucoup de solidité et de durée. Elle est sous ce rapport préférée à la *bille* ou à la *pierre de Bouré*, quoique moins facile à tailler, et donnant pour la sculpture des arêtes moins vives et moins délicates. Sa teinte aussi n'a pas l'uniformité si remarquable de celle de la pierre de Bouré ; mais on peut dire que c'est aux qualités de cette dernière que les villes et les plus petits villages de la Touraine et d'une partie de l'Anjou doivent leurs maisons si propres et si saines à la fois. La présence de ce banc réellement précieux n'a pas eu une influence moins favorable pour la construction des églises romanes et ogivales du XI<sup>e</sup> au XVI<sup>e</sup> siècle, dont ces provinces sont couvertes.

par des escarpements abruptes et de profondes crevasses, où coulent le Clain au S., à l'E. et au N., puis la rivière de Boivre à l'O. La composition de ces escarpements est assez uniforme : à la montée de Cueillau, par exemple, on voit de bas en haut les calcaires du groupe inférieur de la formation oolitique, gris-jaunâtre ou brunâtres, durs, subcompactes, caverneux, divisés en bancs épais et nombreux. Les fossiles y sont très rares. On y remarque des silex gris-noirâtre, quelquefois jaspoides, plus ou moins gros, irréguliers, disposés en lits ou en cordons inégaux, discontinus, espacés de 1 à 2 ou 3 mètres. A la sortie du faubourg, en continuant à s'avancer vers la croix que forment les routes de Mirebeau et de Partenay, on voit succéder à ces couches, dont la puissance est d'environ 80 mètres, un calcaire blanchâtre, marneux, en rognons ou en plaquettes, recouvert par un calcaire blanc, crayeux, exploité à l'angle même de la route de Mirebeau. Il renferme des moules et des empreintes d'*Ammonites annulatus* Rein. ou *biplex* Sow. assez grands, et de plusieurs autres espèces, puis de *Trigonia clavellata* Sow., de *Pecten vagans* ou *fibrosus* id., d'une seconde espèce plus grande, etc.

En descendant à Migné, les assises de Poitiers sortent de dessous les précédentes. Ce sont des calcaires compactes, gris-jaunâtre, très durs et très caverneux. A la sortie du village, se montrent au-dessus, comme auparavant, un calcaire marneux, blanc, tendre, avec quelques silex, des traces d'*Ammonites* et de *Cardium*, puis le calcaire blanc crayeux du plateau, qui passe plus loin à un calcaire en plaquettes très minces, pour reprendre ensuite ses caractères ordinaires jusqu'à Mavaux et au-delà. Ainsi, contrairement à l'opinion émise à la réunion extraordinaire de la Société géologique, à Poitiers (1), le groupe moyen de la formation oolitique commencerait à la sortie du faubourg, comme nous l'avons indiqué (pl. II, fig. 6), et non pas seulement à la descente de Migné.

Au N. de Mavaux, et à 200 mètres à droite de la route, on remarque un très beau dolmen au pied d'un petit tertre boisé, composé de grès peu durs, à gros grains, lustrés et ferrugineux. Ces grès forment des rognons aplatis de plusieurs mètres de long, ou des bancs discontinus de 0,50 à 0,60 d'épaisseur, s'enchevêtrant les uns dans les autres. Ils sont entourés d'un peu de sable ferrugineux, et reposent sur les marnes et les calcaires marneux blancs de la plaine : ces derniers sont toujours caractérisés par les mêmes fossiles. L'épaisseur de ce dépôt arénacé ne dépasse pas 4 à 5 mètres. L'absence de corps organisés ne nous permet pas d'être bien fixé sur son âge; mais nous sommes porté à le regarder plutôt comme tertiaire que comme appartenant à une époque plus ancienne, telle que celle du grès vert.

Les calcaires blancs oolitiques continuent jusqu'à environ 400 mètres de Varennes, où des carrières y sont encore ouvertes. A 200 mètres du premier mur du village, la route traverse un sol humide, et dans des trous pratiqués pour déra-

(1) *Bull. de la Soc. Géol. de France*, t. XIV, p. 643.

ciner les arbres, nous avons reconnu des sables glauco-ferrugineux en place et des plaquettes de grès calcarifère avec points verts et remplis de coquilles brisées. Un peu plus loin, le mamelon que traverse la route est aussi formé par un grès calcarifère avec points verts, peu dur, en plaquettes irrégulières renfermant beaucoup de Cériopores, d'Annélides, de petites Huîtres et de débris d'autres coquilles.

Cette roche se prolonge jusqu'au pied de la colline qu'occupe la ville de Mirebeau, et qui est presque entièrement composée de craie micacée. Vers le bas, la pierre est tendre et remplie d'*Inoceramus mytiloides*; vers le haut elle est plus solide, et des habitations y ont été creusées à l'E., le long du mur d'enceinte. A la partie supérieure, et surtout près des moulins qui sont à l'E. de la ville, on exploite, pour l'entretien des routes, des lits minces subordonnés, pénétrés de silice, et la roche passe insensiblement à une sorte de jaspe impur, jaune, ou bien à un grès compact, grisâtre, nuancé de brun-jaunâtre, avec points verts et mica. La cassure en est droite, sèche et esquilleuse. Ces roches sont en grande partie composées de silice gélatineuse à l'état d'hydrate, et ne renferment que des traces de chaux(1). Nous sommes disposé à rapprocher ces accidents de ceux du même genre que nous avons signalés dans la vallée de l'Indre, et il se pourrait alors que quelques unes des couches du sommet de la colline appartenissent aussi à la base de la craie jaune.

La craie micacée, comme on en peut juger de ce point, où son altitude est de 153<sup>m</sup>,56 et sa puissance de près de 80 mètres, forme plusieurs chaînes de collines, dont les pentes assez rapides produisent un relief bien prononcé au-dessus des plaines oolitiques environnantes, recouvertes au fond des vallées par une faible épaisseur de grès vert. Ces collines, qui se distinguent aussi de loin par leur teinte gris-blanchâtre, se dirigent du N. au S., entre les vallées de la Creuse et de la Vienne. Une autre chaîne, partant des environs de Rilly (Indre-et-Loire), se dirige également au S., en longeant la rive gauche de la Vienne jusqu'à Thuré (Vienne). Elle remonte ensuite au N.-O., pour redescendre au S. par Mirebeau, et se prolonger au S.-O., vers la limite du département des Deux-Sèvres.

Au N. de Mirebeau, la craie micacée forme encore deux collines allongées, parallèles à la précédente; et vers le bas de la seconde, se montrent successivement des marnes sableuses, à points verts, puis des sables verts, et à la hauteur de Chouppes, des grès calcarifères, glauconieux et en plaquettes, semblables à

(1) L'analyse d'une de ces roches a donné :

Silice soluble dans la potasse caustique. . . . .	0,793
Résidu insoluble. . . . .	0,135
Perte par calcination . . . . .	0,072
	<hr/>
	1,000



ceux du pied S. de la colline de Mirebeau. La coupe du coteau de Dandésigny montre, de bas en haut :

1° Marnes sableuses plus ou moins argileuses avec points verts, grises, vertes ou blanches, et remplies d' <i>Exogyra mirabellensis</i> , Nob. . . . .	20 <sup>m</sup> ,00
2° Grès calcarifère, glauconieux, en plaquettes, et lits de sable calcarifère, glauconieux. Mêmes Exogyres, des Cériopores, etc. . . . .	10, 00
3° Sable argileux et glauconieux. . . . .	1, 50

D'après M. Briotey (1), le grès vert est formé, à Saint-Jean de Sauve, de quartz hyalin gris et de points verts ; à Dissais, situé plus à l'E., sa texture est grossière ; il est sans fossiles et repose sur les calcaires oolitiques compactes de la rive droite du Clain. A Vandœuvre, les grès ferrugineux avec *Exogyra columba* recouvrent aussi les calcaires oolitiques moyens ; au-dessus viennent des calcaires blancs, très friables, à grains verts, puis des grès lustrés à cassure conchoïde. A peu de distance, on exploite la craie micacée dans des galeries très étendues, et l'*Ammonites peramplus* Sow. y est signalée. La limite S. du grès vert, dans cette partie du département de la Vienne, passe par Varennes, Marigny, Dissais, Prinçay, Ligny et la Roche-Pozay.

Au pied N. du coteau de Dandésigny, les calcaires blancs, compactes, oolitiques, sortent de dessous le grès vert pour constituer toute la plaine qu'occupe le bois de Guesne, où ils sont seulement recouverts par un sable superficiel peu épais. Ils continuent jusqu'au-delà d'Angliers ; mais avant de passer le ruisseau, ils disparaissent sous les couches de la formation crétacée que coupe la route au-delà du pont. Ces dernières, semblables à celles de Dandésigny, sont bientôt surmontées par la craie micacée, qui se prolonge sans interruption jusqu'à Loudun.

La ville est bâtie sur cet étage, moins élevé qu'à Mirebeau, puisqu'il n'atteint que 125<sup>m</sup>,65 au pied de la tour, mais sa puissance y est presque aussi considérable ; car non seulement la plaine environnante, bien plus basse que ce point, est occupée par la craie micacée, mais encore les vallées assez profondes qui y sont creusées, telles que celles de Niré le Dolent, au N.-O., n'atteignent pas le niveau du grès vert. Ce dernier village est dominé au N.-E. par une colline boisée, et en montant la grande rue, on remarque, près d'un cabaret, au-dessus de la craie micacée, un rudiment très bien caractérisé de craie jaune, friable, remplie de polypiers ; plus haut viennent des sables glauconieux tertiaires, une masse puissante de sable blanc et jaune, puis des meulières siliceuses qui couronnent le sommet du monticule.

A 1 kilomètre de Loudun, sur la route de Chinon, on trouve encore des traces de craie jaune, dans laquelle une excavation a été pratiquée, et en descendant à la

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XIV, p. 635.

Chabotrie on marche sur la craie micacée, qui non seulement ne laisse pas voir le grès vert dans le vallon, mais est encore immédiatement remplacée au-delà du ruisseau par des marnes grises oolitiques plongeant au N.-E. Cette petite vallée est donc le résultat d'une fracture qui a mis en contact et au même niveau la craie micacée et les couches oolitiques (pl. II, fig. 6). Ces marnes calcaires, blanc grisâtre, alternent vers le haut avec des bancs de calcaire marneux de même teinte, puis blanchâtres, qui deviennent plus épais et plus rapprochés à la partie supérieure de l'escarpement. Ces derniers passent bientôt au véritable calcaire blanc oolitique que nous avons suivi depuis les environs de Poitiers, et qui est ici caractérisé par les mêmes fossiles. Les marnes paraissent aussi représenter, sur une épaisseur de 6 mètres, celles que nous avons signalées dans la même position à la sortie de Migné et au-dessus de Cueillau. La plupart des fossiles suivants, que nous y avons trouvés, ont leurs analogues dans l'*Oxford clay* du N. de la France.

*Scyphia claviformis*, Gold.

----- indét.

*Pentacrinites cingulatus*, de Munst., Gold.

*Rhodocrinites echinatus*, Schlot.

*Terebratulula obtusa*, Sow..

----- *coarctata*, id.

*Cardium minutum*, d'Arch.?

*Belemnites hastatus*, de Blain.

----- id., var.

*Ammonites canaliculatus*, de Munst., Ziet.

----- *annulatus anguinus*, Schlot.

----- *annularis*, Rein., Ziet.

----- *Loscombi*, Sow.?

----- *nov. sp.* (ressemblant à l'*A. varicosus*, Sow.).

----- *nov. sp.* (très déprimée, voisine de l'*A. bicarinatus*, Ziet., var. *minor.*).

----- *nov. sp.*

Les calcaires blancs oolitiques se continuent ensuite sans interruption par le moulin du Grand Poncay jusqu'à la hauteur de Beuxes, où ils sont masqués par un sable verdâtre probablement de l'époque alluviale. Ils reparaissent peu après, pour être de nouveau recouverts, avant le tournant de la route, par des glaises sableuses grises ou verdâtres, passant à une marne sableuse et glauconieuse avec *Exogyra flabellata*, *E. mirabellensis* et *E. columba*. A partir de la Maison-Blanche, la craie micacée forme une suite de collines qui se rattachent à celles des bords de la Vienne, dirigées du S.-E. au N.-O., depuis les hauteurs de Rilly jusqu'au-delà de Saumur. La rangée de collines qui longe immédiatement la rive gauche montre, au-dessus de la craie micacée, exploitée autour de Champigny-sur-Veude, une certaine épaisseur de craie jaune, puis des sables tertiaires surmontés par la meulière lacustre.

La colline de Chinon (pl. II, fig. 6) présente la coupe suivante, en allant de haut en bas :

- 1° Sable tertiaire glauco-ferrugineux renfermant quelques grès subordonnés. . . . . 3<sup>m</sup>50  
 2° Craie jaune, sableuse, friable, durcie par place et constituant alors des bancs distincts, peu épais, jaune-brun, à cassure cristalline, ou bien des rognons tuberculeux ou suborbiculaires et déprimés en forme de pains. Ces rognons, exposés à l'air dans les parties désa-

- grégées, prennent un aspect spongiforme et scoriacé. Comme la pierre de Sainte-Maure, qu'elle représente ici, la roche, mise bien à découvert dans les fossés à l'E. du château, est composée de débris de coquilles, de polypiers, de sable et de grains de quartz de diverses grosseurs reliés par un ciment de calcaire spathique plus ou moins abondant, et quelques lits assez durs et chargés de points verts alternent avec les bancs jaunâtres et friables. Ces derniers sont très altérés suivant un faux délit qu'explique leur composition arénacée, et ils offrent des sillons plus ou moins profonds et plus ou moins obliques à la stratification normale, toujours indiquée d'ailleurs par quelques bancs plus réguliers. . . . . 14,00
- 3° En descendant par la route de Tours qui passe au N. derrière le château, on trouve, sous les couches précédentes, des calcaires plus marneux, blanc-jaunâtre, remplis de corps spongiformes ou même de spongiaires semblables à ceux de Loches, de Saint-Aignan, de Sainte-Maure, etc., dont on atteint ici le niveau. . . . . 2,00
- 4° Marne blanche friable . . . . . 2,00
- 5° Calcaire blanc, friable, rempli de petites *Exogyra turonensis*, *E. columba*, etc. Ce banc est le premier que l'on aperçoit au-dessus des maisons, sur le côté méridional de la colline, lorsqu'on monte directement de la place au château . . . . . 2,00
- 6° Calcaire glauconieux, sableux, endurci en forme de rognons irréguliers, nombreux, avec *Exogyra turonensis*, Cériopores, Cellépores, etc. . . . . 2,50
- 7° Calcaire blanc-grisâtre, sableux, friable, avec quelques paillettes de mica et des grains verts; la roche forme une masse irrégulièrement fendillée. (*Exogyra turonensis*, *Nucleolites columbaria*, polypiers rameux, etc.) . . . . . 5,50

Ces dernières couches forment une sorte de passage à la craie micacée qui constitue la base de la colline. On peut voir la contre-partie de cette coupe en suivant une rue qui débouche à l'entrée de la ville au même point que la route précédente, et qui se dirige au N.-O. pour atteindre le sommet de la colline, prolongement de celle du château. Le calcaire jaune friable, ou *pilé marin*, a de 15 à 16 mètres d'épaisseur, et vers le haut du coteau, il est recouvert seulement d'un peu de sable tertiaire glauconieux avec quelques grès subordonnés et des blocs de meulière isolés à la surface du sol.

A l'O. de la ville, le long de la rivière, on voit, à partir du niveau du quai jusqu'à une hauteur de 6 à 7 mètres, la craie micacée en bancs épais, quelquefois fendillée et affectant même un faux délit. Elle est exploitée derrière les maisons qui bordent le quai. Les fossiles y sont rares (*Inoceramus mytiloides*, quelques empreintes de Trigonies, *Lima Hoperi*, etc.). Toute la partie moyenne et supérieure des escarpements rocheux, dans lesquels de nombreuses habitations ont été creusées, est formée par la craie jaune, avec quelques silex se fondant dans la pâte.

#### § VI. Vallées de la Dive, du Thouet et du Layon.

La craie micacée que nous avons étudiée autour de Loudun se prolonge au N.-O. jusque sur les bords de la Dive, où les couches inférieures de la formation recouvrent les calcaires oolitiques. On en trouve également sur les collines de

Tourtenay, et d'Antoigné à Saint-Jouin-des-Marnes. Suivant M. Cacarié (1) il y a des sables du grès vert qui, quoique peu épais, s'étendent jusqu'aux environs d'Oiron. A l'O. du Thouet, les calcaires oolitiques décrivent plusieurs sinuosités autour des villages de Vaudenlay, de Mesmé, etc., bâtis sur la craie micacée. Celle-ci cache les couches marneuses ou glauconieuses à ostracées (*Ostrea bivauculata*, *Ecogyra columba*, *E. flabellata*), qui paraissent occuper le fond de ces petites vallées, tandis que les collines comme celles de Montreuil, de Puy-Notre-Dame et les coteaux des Moulins de Fierbois et de Beauregard à l'O. appartiennent à la formation oolitique. Les couches citées par M. Alcide d'Orbigny (2) à Launay et à Mayé, entre Thouars et Tourtenay, représenteraient le niveau des ostracées et reposeraient sur les bancs oolitiques. Non loin de là, se trouve la craie micacée qui les recouvre.

Au S. de Doué, les strates oolitiques disparaissent aussi sous la formation crétacée, et au N. sous les faluns tertiaires ou *grison*. Ces calcaires sont assez importants par la fabrication de chaux hydraulique à laquelle ils donnent lieu. La première carrière du côté de Doué est celle de la *Croix Mordette*. On y voit une succession de calcaires marneux, grisâtres, en lits de 0<sup>m</sup>,25 d'épaisseur, séparés par une marne friable de la même couleur. Les parties les plus régulières et les plus continues servent comme pierres d'appareil, et les fragments sont employés à la confection de la chaux hydraulique. Ces couches semblent passer sans intermédiaire sous le grison de Doué (pl. II, fig. 7), pour reparaître à un kilomètre au N.-E. de la ville sur la route de Saumur. On y trouve particulièrement une Ammonite voisine de l'A. *Strangwaysii*, Sow. Ziet. et de l'A. *Radians* Rein., puis la *Pholadomya Murchisoni*, Sow. Une des carrières de M. Olliviers montre de haut en bas :

1° Fragments enveloppés dans une terre jaune . . . . .	0 <sup>m</sup> ,50
2° Calcaire en plaques discontinues enveloppées d'une marne jaunâtre . . . . .	1 ,50
3° Calcaire marneux, jaunâtre et gris au centre, en lits minces séparés par quelques veines de marne friable. . . . .	2 ,00

Autour du four à chaux, les bancs sont plus réguliers vers le haut, leur teinte est plus généralement grisâtre, et ils alternent quatre ou cinq fois avec des lits de marne de la même épaisseur (0,25). A quelques centaines de mètres au S., l'entrée d'une petite carrière montre à partir de la terre végétale et d'un dépôt de transport composé de silex et de calcaires oolitiques :

1° Calcaire fragmentaire ou en rognons avec un lit de <i>Terebratula bullata</i> , à la partie inférieure . . . . .	4 <sup>m</sup> ,00
Lits alternants de calcaire marneux jaunâtre de 0 <sup>m</sup> ,25 d'épaisseur et de marnes jaunes. . . . .	1 ,50

(1) *Descrip. géol. du départ. des Deux-Sèvres*, p. 53.

(2) *Bull. de la Soc. géol.*, t. XIII, p. 357.

3° Calcaire marneux jaune et marnes subschistoïdes . . . . .	1,30
4° Bancs calcaires mieux suivis que les précédents et exploités pour pierres d'appareil . . . . .	2,00

En redescendant vers Mesmé, le prolongement de ces couches renferme une grande quantité de *Terebratula senticosa*. Les fossiles suivants, que nous avons recueillis sur les divers points de ce plateau, font voir que les roches qui le composent appartiennent au groupe inférieur de la formation oolitique et non à la partie supérieure du lias, comme le pense M. Le Châtelier (1).

<i>Cidarites</i> ? (nov. sp.)	<i>Terebratula bullata</i> , Sow.
<i>Pholadomya Murchisoni</i> , Sow.	----- id., variété <i>elongata</i> ..
<i>Unio abductus</i> , Phil.	----- <i>diplicata</i> , Sow.
----- <i>liasinus</i> , Schubl., Ziet., non Sow.	----- <i>ornithocephala</i> , id.
<i>Amphidesma recurvum</i> , Phil.	----- <i>obovata</i> , id.
<i>Perna aviculoides</i> , <i>Gervillia</i> id., Sow., Ziet.	----- <i>intermedia</i> ? Ziet.
<i>Cucullæa Munsteri</i> , Ziet.	----- <i>vulgaris</i> , Schlot. in Pusch (1).
----- espèce voisine de la <i>C. longirostris</i> , Roem.	<i>Cirrus carinatus</i> , Sow., an. <i>depressus</i> , Phil.
<i>Lucina</i> , voisine de la <i>L. substriata</i> , Roem., var. renflée.	<i>Trochus</i> ou <i>Pleurotomaria</i> .
<i>Cardium</i> .	----- <i>Nautilus obesus</i> , Sow.
<i>Ostrea sandalina</i> ? Gold.	<i>Belemnites Blainvillei</i> Voltz ( <i>B. acutus</i> de Blainville, <i>canaliculatus</i> , Schlot.).
<i>Arca</i> (indét.).	<i>Ammonites Strangwaysii</i> , Sow., an <i>radians</i> , Rein., in <i>Leth. geog.</i> de Bronn., pl. XX, fig. 5.
<i>Terebratula senticosa</i> , de Buch.	

(1) Cette coquille ne diffère en effet des variétés arrondies du Muschelkalk que par son crochet moins saillant et son deltidium moins élevé.

La ville de Doué est bâtie sur le falun tertiaire faiblement agglutiné et donnant une pierre sableuse, friable, connue sous le nom de *grison*. Elle est composée de débris de coquilles, de polypiers et de grains de sable plus ou moins gros. Son épaisseur sur quelques points dépasse 15 mètres. A la base, est une couche de glaise qui retient les eaux des puits de Doué, de Soulangé, de La Chapelle et de Douces. Une partie des habitations de ces communes sont creusées dans la pierre dont la stratification présente souvent des délits obliques dans divers sens. Nous avons admis dans la coupe (pl. II, fig. 7) que le falun reposait à la fois sur les calcaires oolitiques et sur le grès vert; mais à cet égard nous n'avons aucune certitude, et il serait possible que les glaises aquifères appartenissent partout au grès vert.

MM. Le Châtelier et Cacarié ont fait remarquer avec raison que, dans la partie N.-E. du département des Deux-Sèvres et dans celle du département de Maine-et-Loire qui nous occupe, les couches oolitiques avaient été fortement dénudées

(1) Statistique du département de Maine-et-Loire, p. 172. M. Wolski paraît aussi partager cette opinion (a). D'après M. Fourier, ces calcaires hydrauliques renferment : carbonate de chaux 84, argile 16; et les deux établissements de Doué et de Brossay fourniraient annuellement 100,000 hect. de chaux hydraulique employée dans les départements voisins.

(a) Mémoire sur le gisement du bassin anthraxifère de Maine-et-Loire, p. 20.

avant les dépôts crétacés, lesquels s'étaient ensuite formés dans les dépressions produites par ce phénomène. M. Wolski mentionne les couches crayeuses des environs de Martigné-Briant, recouvrant sans intermédiaire les schistes métamorphiques désagrégés, puis au S. et au N., les couches anthraxifères qui auraient été atteintes dans des puits à une profondeur de 9 mètres seulement. Entre Saint-Georges-Châtelais et Méa, un lambeau crétacé recouvre également le bord S. du bassin anthraxifère.

Au N.-O. de Doué, la craie micacée succède au terrain ancien près de Saint-Aubin-des-Alleudes, et repose sur les couches à ostracées qui s'étendent sous les communes de Noyant, d'Ambillon, de la Grézille, etc. Ces dernières sont peu solides, d'un blanc gris, très marneuses et mélangées de grains verts. Elles constituent par place un calcaire glauconieux et sableux assez dur, mais à structure très irrégulière, noduleuse ou bréchoïde. Le grès vert proprement dit est rarement à nu et paraît être peu développé. C'est un grès jaunâtre, mêlé de points verts, assez dur et renfermant quelques *Exogyra columba* var. *minor*. Au-dessus de la couche à ostracées, lorsque la craie micacée vient à manquer, on trouve, sur le territoire de ces diverses communes, des faluns au milieu desquels l'*Ostrea biauriculata* et les Exogyres de la craie sont recouvertes de polypiers et d'annélides tertiaires. La butte de Louresse n'en présente point; elle est formée des couches à ostracées et de marnes au sommet. A Fosse et à Asnières, on exploite les grès grossiers de cet étage. Dans les collines situées plus à l'E., la craie micacée recouvre de nouveau ces mêmes couches, et elle occupe une partie des plateaux entre Doué et Saumur. Ainsi, près de Cizay, elle surmonte le banc avec *Ostrea biauriculata* et *Exogyra columba*, et au village même on voit affleurer les sables verts. Nous avons trouvé les fossiles suivants dans les grès calcarifères et les calcaires glauconieux et sableux que caractérisent particulièrement les ostracées.

*Arcopagia numismalis*, d'Orb.

*Cyprina intermedia*, id.

*Cardium productum*, Murch.

*Arca tailburgensis*, d'Orb. (*Cucullæa*, id., Nob.).

— *fibrosa*, Sow.

*Trigonia sinuata*, Park. (*T. affinis*, Sow.).

*Ostrea biauriculata*, Lam.

*Exogyra flabellata*, Gold.

———— *columba*, id.

*Terebratula depressa*, Sow.

———— *Menardi*, Lam.

———— *biplicata*, var. *minor*, Sow.

*Strombus inornatus*, d'Orb.

*Nautilus Fleuriausianus*, id.

Ici se terminent les détails que nous nous proposons de donner, dans ce premier chapitre, sur les couches crétacées du versant N. du plateau central; versant d'ailleurs très peu incliné, car sa pente générale au S. dans le département d'Indre-et-Loire, à partir des affleurements du grès vert, ne serait que de 45 mètres, suivant M. Dujardin, soit en prenant le niveau des cours d'eau, soit en prenant celui des plateaux.

## CHAPITRE II.

§ I<sup>er</sup>. Vallée de la Loire.

L'examen de la vallée de la Loire, en suivant, de l'E. à l'O., le cours même de la rivière, non seulement complétera l'étude du versant dont nous venons de nous occuper, mais encore en sera pour ainsi dire le résumé, puisqu'en marchant dans cette direction, on coupe toutes les couches presque perpendiculairement à leur inclinaison naturelle. Jusqu'à présent, en descendant les vallées dirigées en général S.-E. N.-O., depuis les premiers affleurements de la formation, nous avons suivi le développement et le recouvrement des couches de bas en haut, ou des plus anciennes aux plus récentes; mais les vallées qui nous restent à étudier étant dirigées de l'E.-N.-E. à l'O.-S.-O. ou du N.-E. au S.-O., inversement au plongement des couches, nous décrirons les vallées de la Loire et du Loir en commençant à l'E. ou par les strates les plus récents. C'est cette disposition qui nous a engagé à traiter de la vallée de la Loire plutôt dans ce chapitre que dans le précédent, auquel elle se rattachait par d'autres considérations.

A la sortie de Blois et en longeant, au S.-O., la tranchée du chemin de fer, on trouve la partie moyenne et supérieure du coteau formée d'argile sableuse, panachée, de sable argileux, ferrugineux, brun ou jaune, et de poudingues avec de gros silex enveloppés dans une marne argileuse grise ou verte. La stratification de ces divers dépôts est très irrégulière, ondulée et contournée, disposition qui paraît résulter des inégalités de la surface de la craie sous-jacente. Ces roches ont d'ailleurs les caractères variés qu'on observe dans d'autres parties de la Touraine: seulement, on ne voit pas ici, au contact des deux terrains, la couche de sable vert si constante sur d'autres points.

La craie qui vient dessous est d'un blanc gris, à cassure mate et terreuse, pénétrée d'une grande quantité de silice, soit sous forme de silex gris, smalloïdes, en rognons et ressemblant à certains quartz résinites d'origine lacustre, soit se fondant dans la pâte calcaire. Ces silex constituent près du tiers de la masse, dont la structure est bréchoïde et fendillée. Il y a par place des lits très minces de marne argileuse parfaitement horizontaux ou bien ondulés et infléchis; surtout près du talus.

Ces couches se prolongent par le hameau de la Vicomté jusqu'à la Guillardière. Entre ces deux localités, les silex de la craie deviennent gris-brun et se rapprochent des silex cornés, ou bien gris-blanchâtre et légèrement teintés de vert, ou encore d'un jaune plus ou moins vif au centre, jaspoides, parfaitement compactes, homogènes, et à cassure largement conchoïde. La craie qui les enveloppe, plus ou moins endurcie et pénétrée de silice, passe aussi au compacte. Elle est surmontée, comme précédemment, par les poudingues incohérents,

les sables argileux gris à gros grains de quartz et les argiles sableuses qui cessent avec les escarpements à environ 1 kilomètre de Chouzy.

Les coteaux boisés de la rive gauche du fleuve sont composés de même. A Chaumont, on trouve une craie tendre ou plus ou moins durcie et d'un gris blanc, renfermant quelquefois plus de la moitié de sa masse de silex gris, bruns, blanchâtres ou teintés de vert. Comme aux environs de Blois, beaucoup de ces rognons offrent dans leur cassure de petites bandes ou lames siliceuses brunes, de 3 à 4 millimètres d'épaisseur, droites et se coupant sous divers angles. Elles sont régulièrement ponctuées des deux côtés, et paraissent dues à des polypiers du genre *Guettardia*, Mich. Dans d'autres, on trouve, vers le milieu, des parties siliceuses qui se distinguent très bien de la pâte compacte du silex enveloppant. Leur texture est grenue, leur teinte toujours rose, et la cassure transverse permet d'y reconnaître l'organisation de spongiaires du genre *Syphonia*. Sous le château et dans l'escarpement qui borde la rivière au-delà du village, la masse crayeuse n'a pas moins de 30 mètres d'épaisseur, et elle est extrêmement fendillée dans tous les sens.

Quoique nous distinguions, avec MM. Dufrenoy et Élie de Beaumont, cette première assise crayeuse des bords de la Loire, de la craie blanche proprement dite, nous la réunissons cependant au premier groupe, dont elle forme ainsi la partie inférieure, ses divers caractères nécessitant sa séparation de la craie jaune de Touraine. La superposition de ces deux étages se trouve vers la limite des départements de Loir-et-Cher et d'Indre-et-Loire, un peu au-dessous de Mosne et de Cangey, et suivant une ligne dirigée à peu près N.-O. S.-E. Plus à l'O., la craie jaune se montre seule pour former les collines de Chargé à Amboise.

Le faubourg d'Amboise, qui remonte au E.-E. le long du château, offre un escarpement à pic où sont creusées de nombreuses habitations. Il est composé de calcaires mal stratifiés, jaunâtres, friables, avec des parties durcies, noduleuses ou tuberculeuses. Plusieurs de ces tubercules paraissent dus à des spongiaires. Les silex sont blonds ou gris; les fossiles rares ou difficilement reconnaissables. La puissance de ces calcaires est de 23 à 25 mètres. Plus haut, en prenant un chemin qui tourne à gauche, et aboutit à l'une des grilles du château, on remarque des silex bruns, gris jaunâtre, blanchâtres, jaspoïdes se fondant dans la masse. Les rognons sont souvent ramifiés ou digités et très volumineux. A ceux-ci, succèdent des plaques de 0<sup>m</sup>, 10 à 0<sup>m</sup>, 15 d'épaisseur, qui se montrent à divers niveaux et se fondent dans la masse comme les rognons. Dans les endroits où la silice n'était pas assez abondante, elle a seulement donné lieu à des rognons ou à des plaques de grès calcarifères. Les petits polypiers, les Echinides et l'*Exogyra turonensis* se montrent aussi dans les couches supérieures avec l'*Exogyra columba* et la *Trigonia scabra*, à peu près au niveau de la terrasse du château. Au-dessus, vient encore un calcaire jaune, friable, sans silex, entièrement composé de débris de Cériopores, de Cellépores, d'Eschares, de *Serpula filosa*, de Vénus ou Cythérées,



de *Trigonia scabra* et d'*Exogyra turonensis*, faiblement agglutinés par un ciment spathique.

Le plateau est recouvert par une sorte de terre grise, assez profonde, qui a servi à élever le tumulus appelé *la Motte*. En s'avancant vers l'E., on trouve au-dessous un dépôt blanchâtre dépendant du poudingue tertiaire. Celui-ci devient rouge ou jaune, et renferme des fragments de craie, de spongiaires et de silex. Sur quelques points, on observe, entre la terre végétale et ce dépôt, une glaise grise ou brune avec des silex noirs, blancs ou jaunes, parfaitement arrondis. Ce petit lit, de 2 à 3 décimètres seulement d'épaisseur, et bien distinct du poudingue sous-jacent, est sans doute le résultat d'un phénomène postérieur très différent. En général, ces plateaux des bords de la Loire présentent souvent deux sortes de cailloux, les uns peu roulés, dont les arêtes simplement émoussées prouvent qu'ils résultent de la désagrégation sur place des poudingues; les autres, tout-à-fait arrondis, ont été amenés de loin et mêlés aux précédents lors du dernier cataclysm.

Au bord du plateau, à la Maloigné, le long de la route de Montrichard, le poudingue silicéo-marneux atteint une épaisseur de 20 à 22 mètres, et des caves y sont creusées comme dans la craie. Il recouvre celle-ci, qui est jaune, friable et renferme des *Exogyra columba*; à la jonction, se trouvent quelques lits de sable jaunâtre ou glauconieux et des veinules de glaise brune ou verte.

Sur un coteau peu élevé, situé de l'autre côté du ruisseau, au lieu dit la Blanchellerie, on atteint une craie blanc-grisâtre, avec quelques silex; plus à l'O., en descendant la rue de Bléré, on voit, à partir du poudingue incohérent, une craie blanc-grisâtre, micacée, avec silex noirs très nombreux, et dans laquelle des caves et des habitations ont été creusées. Vers le bas de la rue, dans une des dernières excavations, on reconnaît la craie micacée, d'un gris légèrement teinté de vert, sans silex, qui sort de dessous la précédente pour continuer probablement jusqu'au niveau de la Loire.

Si l'on compare ces deux collines opposées, séparées par la petite rivière de l'Amasse, l'une à l'E. surmontée par le château, l'autre à l'O. et en partie recouverte de maisons et de jardins, on les trouvera très différentes dans leur composition. La colline du château est formée par la craie jaune, celle de l'O. par une craie blanchâtre, avec silex noirs et reposant sur des bancs identiques avec la craie micacée. Il est donc probable que la rivière de l'Amasse coule ici dans une fracture qui, sur sa rive gauche, aura relevé l'étage de la craie micacée. La grande dénudation qui a si profondément raviné le sol crayeux aura entraîné la craie jaune, plus élevée alors sur ce point, et qui par cela seul présentait aux courants un obstacle plus prononcé.

Cette opinion se trouve confirmée en suivant à l'O. le pied de la colline le long de la Loire. On trouve en effet, à une demi-lieue de la ville, une carrière ouverte dans une craie blanche sans silex, et dont l'épaisseur est d'environ 15 mètres.

Plus bas, la même roche renferme des silex gris sur une hauteur de 5 à 6 mètres ; puis , au niveau de la route, sont des lits nombreux de silex noirs en rognons. Ces assises, qui sont certainement les mêmes que celles de la colline occidentale d'Amboise, s'abaissent ensuite vers l'O., et à une distance d'environ 900 mètres on arrive aux immenses carrières de Lussault, ouvertes entièrement dans la craie jaune. On peut donc admettre que le soulèvement s'est fait sentir dans toute l'étendue occupée par la craie micacée avec ou sans silex ; qu'il a eu pour résultat de l'élever presque à la hauteur de la craie jaune du château d'Amboise, et que les phénomènes aqueux, qui, plus tard, ont sillonné les plateaux, ont nivelé cette surface en enlevant la craie jaune dans l'intervalle.

Le front des carrières de Lussault, ouvertes sur le bord de la route et faisant face à la rivière, n'a pas moins de 550 à 600 mètres de longueur. Les bancs inférieurs, élevés de 10 à 12 mètres au-dessus de la Loire, sont des calcaires jaunâtres, sableux, remplis de tubercules ramifiés, spongiformes, semblables à ceux de Loches, de Chinon, d'Amboise, etc. Au-dessus, vient une série de calcaires jaunes ou gris-verdâtres, sableux, glauconieux, durs, solides avec de petits polypiers, *Exogyra columba*, etc. Leur épaisseur totale est de 16 à 18 mètres, et la stratification en est extrêmement régulière. Vers le ciel de la carrière, se montre un second banc de spongiaires parallèle au premier, et aussi continu. Près de l'extrémité occidentale de cette grande falaise artificielle, et dans un endroit où l'exploitation a été poussée plus bas, nous avons pu reconnaître, sous le banc inférieur de spongiaires, un calcaire gris-blanc, glauconieux, micacé, sans silex, qui représente la partie supérieure de la colline occidentale d'Amboise, et qui confirme, avec l'inclinaison à l'O., l'existence de la faille que nous avons signalée.

La craie jaune continue à former le coteau à gauche de la route ; et à l'entrée de Montlouis, la craie grise micacée avec points verts et silex noirs, en cordons très réguliers, se relève au pied de l'escarpement. Les collines s'éloignent ensuite au S., et leur composition, comme nous le verrons bientôt, nous montrera constamment la craie jaune sur leurs pentes les plus basses ; car la craie micacée et ses variétés avec silex noirs ne s'observent plus au-dessous que vers la limite occidentale du département.

Si nous revenons maintenant jeter un coup d'œil sur la rive droite de la Loire en face d'Amboise, les deux pentes de la vallée de la Ramberge autour de Pocé et de Saint-Ouen nous montreront exclusivement la craie de Touraine surmontée des poudingues incohérents ; mais au hameau de l'Érable, situé sur le plateau, le sol est formé par la craie de Blois, qui a été traversée dans le creusement d'un puits au fond duquel on a atteint la craie jaune. Cette craie, d'un gris blanc, avec silex gris, ramifiés, très nombreux, se retrouve également vers le fond de la vallée près du pont de la Lardrerie ou de Bel-Air. De là jusqu'à Autrèche, le poudingue recouvre les pentes, et la craie n'affleure plus.

En descendant, vers Tours, la rive droite de la Loire, on suit, par les villages

de Nazelles, Noizay et Vouvray, des escarpements de la craie jaune caractérisés comme ci-dessus. Les coteaux de Rochecorbon, de Saint-Georges, de Marmoutiers et de Sainte-Radegonde en sont également formés. La roche est friable ou endurcie par place, et renferme de gros rognons aplatis de silex brun-jaune. Les fossiles y sont assez nombreux, particulièrement sous l'ancienne tour du couvent. Ce sont : le *Spondylus truncatus*, la *Terebratula alata*, l'*Exogyra columba*, la *Trigonia scabra*, la *Cucullæa ligeriensis*, la *Panopæa plicata*, une *Ammonites*, etc. Entre Sainte-Radegonde et Marmoutiers, la puissance du premier étage est de 24 à 25 mètres; sa structure est peu régulière, et de grandes fissures donnent à la masse un aspect fragmentaire; au-dessus, règne le poudingue tertiaire argilo-siliceux, avec des marnes blanches et grises.

La grande tranchée en face du pont de Tours ayant été recoupée à sa base en 1843 et 1844, pour établir un rang de maisons de chaque côté de la route, nous avons pu reconnaître facilement la composition de cette colline, dans toute sa hauteur et telle que la représente la fig. 7, pl. III. Au bas de la rampe, contre la barrière, est une craie jaune, tendre, avec des veines irrégulières ou des nids de sable vert, quelquefois de glaise ou d'argile plastique, et des rognons endurcis de calcaire entourés d'un enduit mince de sable vert. Parmi les amas de sable glauconieux ainsi enveloppés dans la craie, on en remarque dans lesquels un sable d'une teinte verte plus foncée forme des taches rondes ou allongées. Il y a aussi dans ce sable des fentes remplies par une sorte de brèche argilo-calcaire. Enfin des veinules de sable, ondulées, plus ou moins obliques, semblent rattacher ces amas à la petite couche glauconieuse toujours placée entre la craie et le poudingue tertiaire. Nous avons particulièrement observé ces détails à droite de la route; mais à gauche et en face on voit, sur le premier banc, une craie jaune friable, à stratification irrégulière, souvent noduleuse et grise vers le haut. L'épaisseur totale de ces deux bancs varie de 8 à 9 mètres. Le second est celui dans lequel abondent particulièrement les fossiles tels que le *Spondylus truncatus*, la *Terebratula alata*, l'*Arca ligeriensis*, des *Salenia* et une multitude de petits polypiers branchus ou à réseau. Une craie grisâtre, micacée, rappelant les caractères de la pierre de Bouré, recouvre le banc précédent. Sa surface, très irrégulière et présentant de nombreuses cavités, est exactement marquée par un filet de sable vert qui en suit tous les contours.

Ces couches crayeuses sont surmontées d'une marne grise ou blanche, très argileuse, empâtant une énorme quantité de silex gris, tuberculeux, rameux et diversiformes. A ce premier dépôt tertiaire de 1 mètre à 1,50 d'épaisseur, succèdent des marnes lacustres très siliceuses, blanchâtres, qui passent plus haut à des marnes jaunes, sableuses, friables, sans stratification prononcée, et que recouvrent des calcaires siliceux blancs et de véritables meulières, le tout sur une épaisseur d'environ 20 mètres.

A peu de distance de la barrière d'Angers, on voit encore, dans des escarpe-

ments mis à découvert depuis peu, la position relative de la craie et du dépôt de cailloux. La craie constitue de grandes masses peu régulières, blanches, et d'une dureté très inégale. Les fentes sont souvent remplies d'argile verte ou de sable, et les fossiles sont très nombreux. En continuant à s'avancer vers Saint-Cyr, la formation crétacée, qui, entre Saint-Georges et Rochecorbon, atteignait 50 à 55 mètres d'épaisseur au-dessus de la rivière et n'était recouverte que par le dépôt de cailloux, ne tarde pas à disparaître, et les coteaux sont entièrement formés par les dépôts d'eau douce. Ainsi, dans cet espace de moins d'une lieue, on reconnaît : 1° que les sédiments tertiaires ont commencé par une couche de sable vert dont l'épaisseur varie de 1 à 3 mètres, et qui s'est modelée sur les accidents nombreux de la surface crayeuse ; 2° qu'ensuite se sont déposés les cailloux provenant de la destruction de la craie, sur des points peu éloignés, et empâtés dans une glaise un peu marneuse, grise ou blanche, résidu des calcaires marneux dissous ; 3° enfin que des dépôts de marnes, de calcaires et de silex d'eau douce se sont formés dans une dépression du sol qui, à l'O. de Saint-Cyr, avait au moins 50 à 55 mètres de profondeur, tandis qu'elle ne s'étendait pas jusqu'au plateau crayeux de Rochecorbon, élevé de la même quantité au-dessus du niveau actuel de la Loire.

Le forage des puits artésiens de Tours et des environs nous permet de suivre au-dessous de cette ville les caractères et la disposition des couches de la formation crétacée. Nous prendrons comme exemple le puits de M. Champoiseau, dans la ville même, et celui de M. le comte de Richemont, à Cangé, village situé à une lieue au S. ; tous deux ont été exécutés par M. Mulot, et paraissent avoir donné des résultats satisfaisants. Le premier a été poussé jusqu'à 212 mètres au-dessous du sol, et a traversé : 1°, 11 mètres de déblais et d'alluvions modernes ; 2°, 14 mètres de craie jaune avec silex, et de craies diverses ; 3°, 47 mètres de craie bleue ; 4°, 19 mètres de marnes dures, blanchâtres ou brunes ; 5°, 4 mètres de marnes vertes coquillières ; 6°, 102 mètres comprenant 41 alternances de sable micacé, de sable vert, de grès verts et d'argiles sableuses brunes, jaunes ou vertes ; 7° enfin, 15 mètres de marnes dures, blanches et grises. — Le puits de Cangé, foré au pied du coteau, a été poussé jusqu'à 178 mètres et a traversé : 1°, 5<sup>m</sup>,50 de dépôts modernes et de cailloux roulés ; 2°, 4 mètres de craie sableuse ; 3°, 3 mètres de craie blanche ; 4°, 14 mètres de craie grise à silex ; 5°, 26 mètres de craie blanche à silex ; 6°, 7<sup>m</sup>,80 de craie grise ; 7°, 115 mètres comprenant 30 alternances de craie verte, de sable, de grès en plaquettes, de marnes verdâtres et d'argile sableuse brune ou verte ; 8°, des marnes blanches et grises très argileuses.

En comparant ces deux forages entre eux et avec ce que nous connaissons à la surface du sol, nous voyons qu'au-dessous des dépôts modernes, le puits de Tours a traversé 14 mètres appartenant à l'étage de la craie jaune, 47 à la craie micacée, qui est bleuâtre lorsqu'on l'extrait et qu'elle est humide, 19 mètres de marnes

dures et 4 de marnes coquillères qui appartiennent au 3<sup>e</sup> étage du second groupe, et représentent les bancs à ostracées ainsi que les diverses roches qui les accompagnent. Les 102 mètres qui viennent ensuite dépendent du groupe du grès vert, dans lequel nous n'avons point établi de subdivision au S. de la Loire, et les 15 mètres de marnes grises et blanches rencontrées au-dessous nous paraissent appartenir à la formation oolitique. Le puits de Cangé est descendu jusqu'à ces mêmes marnes, auxquelles il s'est arrêté, et n'a pas eu de craie jaune à traverser, excepté les n<sup>os</sup> 2 et 3, qui en sont probablement la partie inférieure, parce qu'elle se relève un peu en cet endroit ; les n<sup>os</sup> 4, 5 et 6 appartiennent à la craie micacée, et les 115 mètres restant comprennent les couches à ostracées et toute la série des alternances du grès vert (1).

En reprenant l'examen des assises crayeuses sur la rive gauche du Cher au S. de Tours, nous rappellerons d'abord que, de Montbazou à la descente de Grammont, on marche constamment sur le calcaire lacustre recouvert d'un dépôt de transport mal caractérisé, sableux, grisâtre ou jaunâtre. Dans la tranchée de la nouvelle rampe de Grammont, on observe, sous ce même calcaire, des marnes blanches, grises ou vertes, empâtant des silex de la craie. Leur épaisseur est d'environ 5 mètres, puis viennent, au-dessous, un banc de craie avec silex et une craie jaune, tendre, remplie de fossiles, particulièrement des genres Spondyle et Peigne, associés à de nombreux polyptiers. Cette assise se continue à l'E. le long du chemin de Saint-Avertin, où elle forme, sur une hauteur de 9 à 10 mètres, la partie inférieure de l'escarpement. Si l'on compare maintenant cette coupe à celle de la tranchée de Tours, située précisément en face sur la rive droite de la Loire, on remarquera la correspondance exacte des couches des deux côtés de la vallée, telle qu'elle est indiquée pl. III, fig. 5.

Les coteaux qui longent à l'O. la rive gauche du Cher, séparé seulement de la

(1) Nous avons choisi comme exemples les deux forages précédents, parce qu'ils étaient les plus profonds et nous permettaient par conséquent les déductions les plus complètes ; mais pour mieux faire connaître les variations que présentent les principaux étages, même à de très petites distances, nous réunirons ici les coupes obtenues dans les autres sondages, exécutés soit dans la ville même, soit aux environs. Pour les uns nous donnerons tous les détails indiqués dans le recueil de M. Degoussé, pour les autres un simple résumé disposé suivant les divisions que nous avons établies.

#### I. FORAGE DE LA PLAGE SAINT-GRATIEN, A TOURS.

		1. Remblais et cailloux roulés de la vallée. . . . .	10 <sup>m</sup> ,37
		— Étiage de la Loire 10m. . . . .	
2 <sup>e</sup> GROUPE. Craie tufau, 76 <sup>m</sup> ,80.	1 <sup>er</sup> ÉTAGE. Craie jaune de Touraine, 5 <sup>m</sup> ,63. 2 <sup>e</sup> ÉTAGE. Craie micacée, 66 <sup>m</sup> ,93. 3 <sup>e</sup> ÉTAGE. Bancs à ostra- cées, 4 <sup>m</sup> ,20.	2. Craie semblable à celle des coteaux. . . . .	3,25
		3. Marne calcaire jaunâtre. . . . .	1,00
		4. Craie compacte, dure, avec débris de coquilles. . . . .	1,40
		5. Grand banc de craie avec rognons de silex, mica, quelques polyptiers. Partie supérieure jaunâtre, pyrites dans la partie moyenne, craie blanchâtre vers le bas. . . . .	66,95
		6. Craie à grains verts avec débris de coquilles, Exogyres, Huitres, etc. . . . .	4,20

Loire par des prairies basses et souvent inondées dans les grandes crues, montrent à Pont-Cher la craie jaune, qui descend jusqu'à leur pied. Au-delà du village, elle ne tarde pas à être recouverte, comme précédemment, par le poudingue incohérent, puis par des marnes et des calcaires lacustres qui occupent ensuite toute la hauteur de la colline. Sous le château des Touches, la craie jaune reparait et constitue, à partir de ce point jusqu'au-delà de Villandry, la partie moyenne et inférieure des talus. C'est toujours un calcaire blanc-jaunâtre, friable, avec parties endurcies, cristallines, grises ou jaunes, rempli de polypiers, d'*Exogyra columba*, de *Trigo-*

	7. Grès calcaire siliceux. . . . .	0 ,33
	8. Sable calcaire mêlé de grains verts et de grains de quartz. . . . .	0 ,65
	9. Grès calcaire très dur. . . . .	0 ,65
	10. Sable vert. . . . .	0 ,66
	11. Marnes grises avec débris de polypiers. . . . .	3 ,25
	12. Grès calcaire. . . . .	0 ,32
	13. Marne argileuse . . . . .	0 ,33
	14. Grès calcaire. . . . .	0 ,40
	15. Marne argileuse. . . . .	2 ,76
	16. Grès calcaire (1 <sup>re</sup> nappe ascendante). . . . .	0 ,33
	17. Sable siliceux. . . . .	3 ,25
	18. Grès calcaire. . . . .	0 ,33
	19. Sable vert. . . . .	0 ,97
	20. Grès. . . . .	0 ,08
	21. Sable argileux compacte. . . . .	1 ,22
	22. Grès calcaire à grains verts. . . . .	0 ,40
	23. Sable argileux micacé. . . . .	0 ,89
	24. Marnes grises avec polypiers. . . . .	1 ,66
	25. Grès calcaire coquillier. . . . .	0 ,66
	26. Sable argileux micacé. . . . .	1 ,33
	27. Marne coquillière et gros sable. . . . .	1 ,30
	28. Grès calcaire à grains verts. . . . .	2 ,66
	29. Sable grossier. . . . .	2 ,70
	2 <sup>e</sup> Nappe ascendante.	
	30. Argile noirâtre mêlée de grains de quartz et de coquilles. . . . .	7 ,50
	31. Grès vert. . . . .	3 ,33
	32. Sable vert. . . . .	1 ,60
	3 <sup>e</sup> Nappe ascendante et jaillissante.	
	33. Grès vert très dur. . . . .	1 ,00
	Total. . . . .	127 <sup>m</sup> ,37

3<sup>e</sup> GROUPE.Grès vert, 40<sup>m</sup>,20.2<sup>e</sup> GROUPE.  
Craie tufau,  
80<sup>m</sup>,28.

{	4 <sup>e</sup> ÉTAGE. Craie jaune, 3 <sup>m</sup> ,30.
	2 <sup>e</sup> ÉTAGE. Craie micacée, 74 <sup>m</sup> ,23.
	5 <sup>e</sup> ÉTAGE. Bancs à ostracées, 2 <sup>m</sup> ,75.

1. Remblais et alluvions de la Loire. . . . .	11 <sup>m</sup> ,63
2. Tufau semblable à celui des bords de la Loire. . . . .	3 ,30
3. Craie marneuse blanche et bleue, avec silex en rognons ou en plaques, et plaquettes de calcaire marneux compacte. . . . .	62 ,28
4. Craie marneuse grise. . . . .	41 ,97
5. Marne verte sableuse, coquillière . . . . .	2 ,73

## II. FORAGE DE LA TOUR CHARLEMAGNE.

*nia scabra*, d'*Ammonites rhotomagensis*, et ressemblant souvent à la pierre de Sainte-Maure, de Chinon, d'Amboise, etc.

Dans les *caves-gouttières* de Savonnière, remarquables par les stalactites qui s'y forment journellement, la couche la plus basse, de même que tout le long du parc, est une craie blanc-jaunâtre, tendre, assez homogène, sans fossiles, de 2 mètres d'épaisseur, et dans laquelle ont été creusées de temps immémorial de

3 <sup>e</sup> GROUPE. Grès vert, 69 <sup>m</sup> ,75.	6. Grès vert. . . . .	0 ,48
	7. Argile verte compacte. . . . .	4 ,74
	8. Sable et grès vert alternant ( <i>eau ascendante</i> ). . . . .	8 ,92
	9. Argile verte. . . . .	4 ,58
	10. Sable vert aquifère et grès vert alternant. . . . .	2 ,55
	11. Sable argileux. . . . .	4 ,82
	12. Sable jaune. . . . .	1 ,33
	13. Sable gris. . . . .	1 ,11
	14. Sable gris et plaquettes de grès. . . . .	3 ,89
	15. Grès calcaire. . . . .	0 ,89
	16. Sable gris mêlé de plaquettes. . . . .	3 ,44
	17. Sables verts, grès verts et argiles alternant ( <i>eau jaillissante</i> dans les sables). . . . .	33 ,00
	Total. . . . .	161 <sup>m</sup> ,66

### III. FORAGE DU FAUBOURG LARICHE.

2 <sup>e</sup> GROUPE, 90 <sup>m</sup> ,55.	2 <sup>e</sup> ÉTAGE. Craie micacée, 88 <sup>m</sup> ,49.	1. Remblais, alluvions et cailloux roulés (l'étiage à 5 <sup>m</sup> ). . . . .	9 <sup>m</sup> ,74
		2. Marne calcaire blanche, et bancs calcaires de différentes épaisseurs. Silex disséminés, ou réunis par lits . . . . .	17 ,67
	3 <sup>e</sup> ÉTAGE. Bancs à ostracées.	3. Marnes bleues avec rognons de silex. . . . .	11 ,56
		4. Marnes et bancs calcaires. Lits de silex en rognons. . . . .	38 ,97
		5. Marnes avec silex en rognons et pyrites. . . . .	20 ,29
		6. Trois petits bancs de grès verts avec coquilles et deux couches de marnes vertes. . . . .	2 ,06
		7. Argile compacte verte. . . . .	4 ,50
		8. Grès verts assez tendres et alternant avec des argiles et des sables verts ( <i>eau jaillissante</i> ). . . . .	15 ,58
		9. Argile bleue. . . . .	2 ,00
		10. Grès vert dur. . . . .	1 ,30
		11. Sables verts et plaquettes de grès verts ( <i>eau jaillissante</i> ). . . . .	5 ,36
		12. Grès vert. . . . .	0 ,64
		13. Sable vert d'où s'élève la principale <i>source jaillissante</i> . . . . .	0 ,82
Total. . . . .	130 <sup>m</sup> ,49		

### IV. FORAGE DE LA CASERNE DE CAVALERIE.

2 <sup>e</sup> GROUPE, 75 <sup>m</sup> ,33.	Remblais et alluvions de la Loire. . . . .	6 <sup>m</sup> ,82
	{ Assises diverses de craie avec silex alternant onze fois, et formant le 2 <sup>e</sup> étage. . . . .	66 ,62
3 <sup>e</sup> GROUPE, 46 <sup>m</sup> ,27.	{ Craie marneuse à grains verts (bancs des ostracées, 3 <sup>e</sup> étage). . . . .	8 ,61
	23 alternances d'argiles sableuses vertes, de sable vert et de grès vert. . . . .	46 ,27
Total. . . . .		128 <sup>m</sup> ,32
1 <sup>re</sup> <i>nappe ascendante</i> à 83 <sup>m</sup> ,46; 2 <sup>e</sup> <i>nappe ascendante et jaillissante</i> à 108 <sup>m</sup> ,85; 3 <sup>e</sup> <i>nappe jaillissante</i> à 128 mètres.		

nombreux souterrains. Ceux-ci paraissent s'étendre sous tout ce côté de la colline, mais la plupart d'entre eux ont été bouchés ou interceptés par des éboulements. Dans quelques parties des anciennes carrières de Savonnière où se forment les stalactites, des effondrements de ce genre ont produit de véritables cavernes qui permettent de reconnaître, au-dessus de la couche exploitée, une craie glauconieuse, tendre, avec de très grandes Trigonies, puis une craie jaunâtre, avec Peignes, Inocérames et Térébratules, et enfin, formant la voûte de l'excavation, la couche à *Spondylus truncatus* et *S. Duplicatus*, *Pecten quinquecostatus*, *Lima Dujardini*, *Ammonites polyopsis*, etc., fossiles que nous avons signalés toujours au

## V. FORAGE DE LA CASERNE D'INFANTERIE.

	Remblais et alluvions de la Loire. . . . .	8 <sup>m</sup> ,77
2 <sup>e</sup> GROUPE, 84 <sup>m</sup> ,54.	{ Craie jaune (1 <sup>er</sup> étage). . . . .	12 ,94
	{ Craie micacée (2 <sup>e</sup> étage). . . . .	68 ,95
3 <sup>e</sup> GROUPE, 54 <sup>m</sup> ,18.	{ Marnes argileuses vertes, niveau des ostracées (3 <sup>e</sup> étage). . . . .	2 ,65
	Alternances de grès et de sables verts, d'argiles noires ou verdâtres; <i>eau jaillissante</i> . . . . .	54 ,18
	Total. . . . .	147 <sup>m</sup> ,39

## VI. FORAGE DE L'ABATTOIR.

	Remblais et alluvions. . . . .	11 <sup>m</sup> ,66
2 <sup>e</sup> GROUPE, 101 <sup>m</sup> ,33.	{ Craie micacée purement calcaire vers le haut, puis marneuse, et gris-bleuâtre ou verdâtre; silex et fossiles disséminés (2 <sup>e</sup> étage). . . . .	99 ,66
	{ Craie glauconieuse et fossiles, banc des ostracées (3 <sup>e</sup> étage). . . . .	1 ,67
3 <sup>e</sup> GROUPE, 31 <sup>m</sup> ,67.	Argiles, sables et grès verts; <i>eau jaillissante</i> . . . . .	31 ,67
	Total. . . . .	144 <sup>m</sup> ,66

## VII. FORAGE DE LA BRASSERIE, CHEZ M. TESSIER.

	Alluvions. . . . .	6 ,66
2 <sup>e</sup> GROUPE, 84 <sup>m</sup> ,33.	{ Craie marneuse et marnes diverses micacées (2 <sup>e</sup> étage). . . . .	82 ,00
	{ Glauconie crayeuse. Niveau des ostracées (3 <sup>e</sup> étage). . . . .	2 ,33
3 <sup>e</sup> GROUPE, 44 <sup>m</sup> ,70.	Argiles, grès et sables. ( <i>Eau jaillissante</i> à trois niveaux, le plus bas à 133 <sup>m</sup> ). . . . .	44 ,70
	Total. . . . .	135 <sup>m</sup> ,69

VIII. 2<sup>e</sup> FORAGE DE LA BRASSERIE.

Coupe semblable à la précédente jusqu'à 131<sup>m</sup>,33; cinq nappes jaillissantes ont été rencontrées, la dernière à 130 mètres.

## IX. FORAGE DU PRIEURÉ DE SAINT-ÉLOI.

	Remblais et cailloux roulés. . . . .	7 <sup>m</sup> ,63
2 <sup>e</sup> GROUPE, 88 <sup>m</sup> ,11.	{ Craie micacée (2 <sup>e</sup> étage) et peut-être quelques bancs de craie jaune. . . . .	84 ,22
	{ Banc des ostracées (3 <sup>e</sup> étage). . . . .	3 ,89
3 <sup>e</sup> GROUPE, 72 <sup>m</sup> ,06.	Argiles, sables et grès verts alternant. . . . .	72 ,06
	Total. . . . .	167 <sup>m</sup> ,80

Plusieurs nappes jaillissantes ont été rencontrées de 100 à 115 mètres. Le forage a été suspendu par suite d'accident.



même niveau à la descente de Grammont et dans la tranchée de Tours. On voit d'ailleurs cette couche affleurer à l'entrée d'une carrière située à 400 ou 500 mètres plus loin, sous les murs du parc de Villandry. Nous donnons ici la liste des

## X. FORAGE DE SAINT-PIERRE DES CORPS, PRÈS TOURS.

Par M. Mulot, pour M. le comte de Richemont.

		Terre végétale et gravier. . . . .	4 <sup>m</sup> ,22
2 <sup>e</sup> GROUPE, 50 <sup>m</sup> ,38.	2 <sup>e</sup> ÉTAGE. 47 <sup>m</sup> ,19.	Craie sableuse avec nodules calcaires et grès. . . . .	4,88
		Craie blanche avec coquilles et grès calcaireux. . . . .	3,90
		Craie grise micacée. . . . .	14,60
		Craie blanchâtre micacée avec silex. . . . .	26,04
		Craie grise avec traces de lignite. . . . .	7,80
3 <sup>e</sup> GROUPE, 64 <sup>m</sup> ,71.	3 <sup>e</sup> ÉTAGE. 5 <sup>m</sup> ,19.	Craie verte et grès vert alternant (banc des ostracées). . . . .	3,19
		Argile micacée, verte, sableuse, et grès vert. . . . .	0,93
		Sable et grès vert alternant. . . . .	6,90
		Argile sableuse. . . . .	3,90
		Grès et sable verts. . . . .	22,44
		Argile brune micacée. . . . .	14,30
		Calcaire siliceux, sable vert, grès et argile. . . . .	8,77
		Sables et grès vert. . . . .	6,17
		Grès calcaire ( <i>eau jaillissante</i> ). . . . .	1,30
			Total. . . . .

## XI. FORAGE DE LA VILLE AUX DAMES,

A huit kilomètres à l'E. de Tours, chez M. Lecompte.

		Alluvions et cailloux roulés. . . . .	5 <sup>m</sup> ,50
2 <sup>e</sup> GROUPE, 52 <sup>m</sup> ,97.	2 <sup>e</sup> ÉTAGE. 51 <sup>m</sup> ,02.	Craie grise, marneuse, avec calcaire compacte et silex en rognons. . . . .	25,68
		Craie blanchâtre avec silex. . . . .	16,24
		Craie blanchâtre sans silex. . . . .	3,90
		Craie avec plaquettes calcaires. . . . .	5,20
3 <sup>e</sup> GROUPE, 10 <sup>m</sup> ,26.	3 <sup>e</sup> ÉTAGE. 4 <sup>m</sup> ,93.	Couches à ostracées. . . . .	1,95
		Sable et grès vert ( <i>cinq nappes jaillissantes</i> , la dernière à 67 <sup>m</sup> ,16). . . . .	10,26
	Total. . . . .	68 <sup>m</sup> ,73	

## XII. FORAGE DE SAINT-CYR PRÈS TOURS, CHEZ M. BRETONNEAU.

		Terres rapportées et alluvions. . . . .	9 <sup>m</sup> ,74
2 <sup>e</sup> GROUPE, 84 <sup>m</sup> ,13.	1 <sup>er</sup> ÉTAGE. 8 <sup>m</sup> ,45.	Craie jaune. . . . .	8,45
		<i>Étiage de la Loire à 18<sup>m</sup>,19.</i>	
3 <sup>e</sup> GROUPE, 33 <sup>m</sup> ,56.	2 <sup>e</sup> ÉTAGE. 75 <sup>m</sup> ,68.	Craie micacée. . . . .	75,68
		Argile, sable et grès vert alternant. . . . .	33,56
	Total. . . . .	127 <sup>m</sup> ,43	

2 nappes ascendantes et 3 jaillissantes, dont la dernière à 115<sup>m</sup>,79, ont été rencontrées; travaux suspendus.

XIII. FORAGE DE ROCHECOTTE (COMMUNE DE SAINT-PATRICE) CHEZ M<sup>me</sup> LA DUCHESSE DE DINO.

2 <sup>e</sup> GROUPE, 76 <sup>m</sup> ,33.	2 <sup>e</sup> ÉTAGE.	Craie micacée. . . . .	60 <sup>m</sup> ,00
		3 <sup>e</sup> ÉTAGE.	Argile vert foncé, micacée, coquillière et sableuse. . . . .
3 <sup>e</sup> GROUPE, 52 <sup>m</sup> ,67.			Sables, grès verts et argiles vertes sableuses alternant. . . . .
	Total. . . . .	129 <sup>m</sup> ,96	

*Nappes jaillissantes.*

On voit, en résumé, que les forages exécutés dans la vallée de la Loire, aux environs de Tours, ou

principaux fossiles que nous avons recueillis dans la couche à Spondyles, tant au N. qu'au S. de Tours.

*Syphonia*, plusieurs espèces ;

*Tragos* ;

*Coscinopora infundibuliformis*, Gold.

*Millepora*, plusieurs espèces ;

*Cerriopora milleporacea*, Gold.

———— *pustulosa*, id.

———— (nov. sp.),

*Retepora* ;

*Cellepora echinata*, Gold.

———— (nov. sp.).

*Discopora*, plusieurs espèces ;

*Heteropora mirabilis*, Nob.

*Eschara*, plusieurs espèces ;

*Flustra*, plusieurs espèces ;

*Defrancia complanata*, Roem. (an *Tubulipora*

*Brongniarti*, Mich?) ;

*Lunulites cretacea*, DeFr. (ce n'est point une Lunulite, mais un spongiaire).

*Nucleolites depressus*, Gold. (*Catopygus*, id., Ag.)

*Salenia geometrica*, Ag.

———— nov. sp.

*Cidarites vesiculosus*, Gold.

———— (indét.).

*Pyrina ovulum*, Ag.

*Asterias* (osselets détachés) ;

*Apiocrinites ellipticus*, Mill.

*Serpula filosa*, Duj.

*Panopæa plicata*, d'Orb.

*Psammobia circinalis*, Duj., an *Arcopagia radiata*, d'Orb.?

*Corbis rotundata*, d'Orb.

*Mytilus solutus*, Duj.

dans la ville même, confirment pleinement la succession et les caractères des principales assises que nous avons établies. La craie jaune qui forme les coteaux devait être traversée sur une très faible partie de sa base seulement, et souvent même manquer tout-à-fait, se trouvant supérieure à l'orifice des puits.

Quant aux résultats économiques, on peut remarquer qu'ils ont été obtenus à des profondeurs très différentes, depuis 60 mètres environ dans le puits de la Ville-aux-Dames, jusqu'à 212 mètres dans celui de Cangé, et dans des couches placées à des niveaux très distincts, quoique toujours compris dans l'épaisseur du troisième groupe. Le nombre des nappes d'eau jaillissante ou seulement ascendante est très variable à de fort petites distances ; ce qui résulte des nombreuses alternances de roches qu'on observe dans la composition du groupe, et des variations que ces alternances subissent dans des espaces très restreints. Les forages entrepris dans de pareilles conditions sont donc soumis à beaucoup d'éventualités locales, qui, loin d'affaiblir les chances générales de succès, les rendent au contraire plus probables en les multipliant.

M. Dujardin (*Ann. de chimie et de physique*, t. LVI, p. 245, 1835) avait remarqué que l'eau des fontaines des environs de Tours, qui ont toutes leurs sources dans la craie ou dans les calcaires lacustres, ne donne, dans la pellicule qui se forme par l'évaporation, que des cristaux rhomboédriques de carbonate de chaux ; celle des puits ordinaires, qui contient du nitrate de potasse, du carbonate de chaux, etc., donne des cristaux rhomboédriques de carbonate de chaux et des cristaux de sulfate de chaux. Les eaux de la Loire ne présentent jamais de pellicules pulvérulentes à la surface du liquide qui s'évapore ; enfin celles des puits artésiens offrent seules le carbonate de chaux cristallisé en prismes comme l'aragonite ; circonstance que M. Dujardin attribuait aux traces de carbonate de strontiane qu'il avait constatées dans ces eaux. Mais on sait aujourd'hui que cette forme de la chaux carbonatée est tout-à-fait indépendante de la présence du carbonate de strontiane, puisque des cristaux soit naturels soit artificiels n'en contiennent pas un atome, tandis qu'elle paraît due à des circonstances de température plus élevée. Ce fait s'accorderait encore avec l'observation de M. Dujardin, puisque les eaux des puits artésiens ont une température supérieure à celle de la Loire, des puits ordinaires et des sources des environs de Tours. M. Viollet a fait voir en outre (séance de l'Académie des Sciences, 15 juin 1840) que les perturbations dans la quantité et dans les caractères des eaux artésiennes de Tours étaient indépendantes de l'état et du niveau des rivières environnantes, ce qui résultait sans doute du grand éloignement des sources d'alimentation.

<i>Trigonia spinosa</i> , Sow. (an <i>tenuistriata</i> , Duj. ?)	----- <i>plicatilis</i> , id.
----- <i>scabra</i> , Lam.	----- <i>alata</i> , Lam.
<i>Arca Mailleana</i> , d'Orb.	----- <i>vespertilio</i> Broc. (var. de la précédente, et une troisième variété).
<i>Lima semisulcata</i> . Desh.	----- <i>albensis</i> , Leym.
----- <i>Dujardini</i> , id.	----- <i>ovoides</i> , Sow.
<i>Spondylus truncatus</i> , id.	<i>Acteonella crassa</i> , d'Orb. ( <i>Volvaria</i> , id. Duj.).
----- <i>duplicatus</i> , Gold.	<i>Pleurotomaria perspectiva</i> , Sow.
----- (nov. sp.).	<i>Trochus ornatus</i> , Duj.
<i>Pecten quinquecostatus</i> , Sow.	<i>Ammonites polyopsis</i> , Duj.
<i>Ostrea vesicularis</i> , Al. Brong.	----- <i>Requienianus</i> , d'Orb.
<i>Exogyra auricularis</i> (G. id. Al. Brong.)	----- <i>rhotomagensis</i> , Al. Brong.
----- <i>columba</i> , Gold.	----- (indét.).
----- <i>turonensis</i> , Nob.	
<i>Terebratula octoplicata</i> , Sow.	

Enfin, d'après M. Dujardin, des débris de crustacés seraient encore très nombreux aux environs de Ballan, des Touches, de Savonnière, ainsi qu'à Rochecorbon.

Avant de nous éloigner de cette partie de la vallée de la Loire, nous dirons quelques mots de celle de la Brenne, petite rivière qui se jette dans la Loire au dessous de Vouvray, après s'être réunie à la Cisse. Jusqu'à Villedômer, on voit les couches de la craie de Touraine déjà signalées dans la vallée de la Remberge. A la maison de l'Arche, hameau que traverse la route, de Tours à Château-Regnault (1), on trouve vers le bas un calcaire sableux, glauconieux, avec de nombreux Cériopores, et au-dessus, le calcaire jaune arénacé, avec le banc des fossiles de Tours (Vénus ou Cyprines : *Trigonia scabra*, *Arca Mailleana* ou *ligériensis*, *Exogyra turonensis*, de petites Huitres, etc.). Cette roche est massive, son épaisseur est de 11 à 12 mètres, et elle renferme des veinules et des nids de sable vert. Ces couches se voient encore au S., dans le vallon de La Noue.

Si, quittant la grande route, on suit le chemin de Villedômer, on trouve la partie inférieure du premier étage exploitée et donnant une sorte de grès calcarifère gris, très sableux, avec points verts et paillettes de mica, annonçant ici le voisinage de la craie micacée, comme au bas du château de Chinon. La dureté de la roche est très inégale, et on y rencontre, de même que partout à ce niveau, beaucoup d'*Exogyra turonensis* et la *Pholadomya Marrotiana*, d'Orb. Plus loin, au-dessus du calcaire indiqué précédemment, se montrent le sable vert micacé, qui forme la base du dépôt de silex, et des marnes lacustres tertiaires, très développées sur le côté droit de cette petite vallée. Parmi les fossiles qui caractérisent ici les couches moyennes de la craie jaune, nous signalerons particulièrement l'*Exogyra columba*, qui acquiert des dimensions tout-à-fait exceptionnelles. Des amas de sable glauconieux et argileux, semblables à ceux de la tranchée de Tours, sont assez fréquents et résultent de filtrations des premiers sédiments tertiaires dans les fentes et les cavités de la roche crayeuse sur laquelle ceux-ci se déposaient. Des rognons endurcis de même teinte y sont aussi très abondants.

(1) Ce hameau porte aussi dans le pays le nom des *Vallées*.

Avant de descendre à Villedômer, le chemin coupe les dépôts de marnes et de silex tertiaires qui ont été traversés dans le puits de la marnière située au-dessus du village et en face du château. Les couches atteintes au fond de ce puits sont celles que nous venons de signaler à la base du coteau de la maison de l'Arche. On y trouve les mêmes fossiles et l'*Ammonites Woolgari* ou peut-être une variété de l'*A. rhotomagensis*. La colline à laquelle est adossé le village même, et qui se prolonge jusqu'à la descente de la route au hameau des Roches, est composée de craie jaune. La craie sableuse exploitée pour l'amendement des terres sur les territoires de Nouzilly et de Monnoye, par des puits de 40 à 60 mètres de profondeur, correspond encore à celle de la maison de l'Arche et repose sur la craie micacée proprement dite.

Les environs de Château-Regnault sont particulièrement occupés par des poulingues, des marnes sableuses, des sables ferrugineux, des cailloux roulés de diverses sortes, des glaises, des meulières et des grès lustrés dont la position relative n'est pas toujours facile à saisir. On peut étudier ces dépôts, d'abord dans un grand ravin à gauche de la route de Tours, avant d'entrer dans le faubourg; puis à l'E. sur le chemin d'Autrèche et dans le vallon de Jaunay; au N. sur les côtés de la route de Vendôme, sur le chemin de Neuville et autour de ce village. Partout ils recouvrent et masquent les affleurements de la craie. A l'E. de Neuville, cependant, cette dernière est exploitée dans une carrière assez profonde. Vers la partie inférieure, la roche employée comme pierre d'appareil est jaunâtre, dure et à cassure conchoïde. Plus à l'O., près du village du Sentier, on extrait un calcaire arénacé, grisâtre, micacé, avec points verts, semblable à celui du hameau de l'Arche. Il paraît y occuper le même niveau, et il renferme, outre les petites Huîtres, de nombreuses pattes de crustacés identiques avec celles que nous avons signalées aux environs de Gourdon (Lot). Ces dernières se trouvent encore dans une roche minéralogiquement semblable à celle-ci, et que nous regardons comme du même âge. Les bancs exploités à Saint-Marc-la-Pile, sur la rive droite de la Loire, paraissent aussi correspondre à la partie inférieure de la craie de Touraine, tandis que ceux de Saint-Paterne annonceraient un affleurement de la craie micacée.

Le second étage que nous avons vu former la base des collines qui longent la Vienne aux environs de Chinon, et qui se prolonge à l'E. par l'Île-Bouchard jusqu'au midi de Sainte-Maure, où nous l'avons décrit, se relève en s'avancant à l'O., et cesse bientôt d'être recouvert par la craie jaune (1). On le suit constamment dans les coteaux de Candes, de Montsoreau, de Parnay, de Dampierre et de Saumur. Les *Inoceramus*, le *Pleurotomaria perspectiva*, l'*Ammonites peramplus*, l'*A. Mantelli*, la *Trigonia scabra*, la *Cyprina ligeriensis*, etc., s'y montrent çà et là. La roche est

(1) Il resterait à déterminer les limites de cette dernière, n'ayant point examiné la partie supérieure des collines entre Candes et Parnay.

toujours tendre, micacée, d'un gris plus ou moins verdâtre. Son grain est fin, uniforme, et sa structure souvent massive. Avant le village de Candès, la pierre est un peu plus blanche, plus sèche, moins sableuse, et se fendille comme la craie du Nord. Les carrières de Montsoreau et celles de Saint-Cyr-en-Bourg fournissent les pierres les plus estimées.

Entre Dampierre et l'extrémité du faubourg de Saumur, on voit paraître sous la craie micacée les couches à ostracées. Derrière l'auberge de Gondouin, la superposition des deux étages est mise bien à découvert, et l'inclinaison des couches au S. y est parfaitement indiquée ainsi que dans une petite carrière située à côté. La coupe de l'escarpement donne du haut en bas :

1° Craie micacée ( <i>Ammonites peramplus</i> , <i>Cyprina ligériensis</i> ). Des habitations y sont creusées vers la partie supérieure . . . . .	35 <sup>m</sup> ,00
2° Sable glauconieux, argilo-calcaire, passant à une marne sableuse, grise plus ou moins foncée, avec <i>Ostrea biauriculata</i> , <i>Exogyra flabellata</i> , <i>E. columba</i> , <i>Strombus inornatus</i> , <i>Téribratules</i> , etc. . . . .	5,00
3° Lit de sable. <i>Exogyra columba</i> , variété <i>minima</i> . . . . .	0,50
4° Grès vert argileux. . . . .	3,00
5° Grès vert en rognons endurcis, jusqu'au niveau de la route.	

Le relèvement indiqué pl. II, fig. 8, continue jusque sous le château. La coupe du grand escarpement qui se voit sur le bord de la Loire, près de l'hospice de la Providence, n'est que la continuation de celle-ci. Elle a été signalée lors de la réunion de la Société géologique en 1841 (1); mais il ne paraît pas que ce relèvement, ni les accidents plus remarquables encore qui se trouvent entre ce point et Saint-Maur-sur-Loire, aient attiré l'attention des personnes qui s'y trouvaient.

Cette disposition particulière des couches crétacées explique, en outre, de la manière la plus simple, les résultats peu satisfaisants du forage artésien entrepris sur la place Saint-Pierre, et poussé jusqu'à 130 mètres. L'eau de la plus profonde des trois nappes que l'on a atteintes ne s'est élevée qu'à 6<sup>m</sup>,60 au-dessus de l'étiage de la Loire, ou à 3 mètres au-dessous du pavé, et ne s'y est point maintenue; ce qui tient sans doute à l'imparfaite conductibilité des strates interrompus par la faille. On avait traversé 12<sup>m</sup>,40 de remblais et de sable d'alluvion, 41 mètres de craie micacée et marneuse appartenant au 2<sup>e</sup> étage, puis 42 mètres de sable vert, de grès vert, de grès coquilliers, d'argiles marneuses vertes ou bleuâtres, alternant, et qui comprennent, outre le groupe du grès vert, les couches à ostracées. Au-dessous de quelques bancs dépendant encore du grès vert, on a fait pénétrer la sonde jusqu'à 24 mètres dans des marnes très crayeuses, où l'on s'est arrêté sans obtenir d'eau jaillissante, comme on aurait pu le prévoir, si les personnes consultées par M. Degousée s'étaient rendu compte de la position des couches (2).

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XII, p. 482.

(2) Ces détails, donnés dans le *Bull. de la Soc. géol.*, t. XII, p. 463, diffèrent un peu de ceux rap-

En comparant ce forage à la coupe du grand escarpement du quai, il semble naturel de chercher pourquoi les premières couches du grès vert qui, au bas de cette coupe, se montrent à 5 ou 6 mètres au-dessus de la rivière, n'ont été atteintes dans le forage qu'après avoir traversé 41 mètres de craie micacée : or, cette circonstance provient de ce qu'indépendamment du pendage des couches au S., elles paraissent arquées, de manière à incliner aussi très sensiblement à l'O., comme nous le ferons voir tout-à-l'heure. Les différences que présente ce sondage comparé avec ceux de Tours portent particulièrement sur la diminution du grès vert, qui, de 102 et 115 mètres d'épaisseur, se trouve réduit ici à 42 mètres ; car les 24 mètres de marnes crayeuses traversées au fond du puits appartiennent à la formation oolitique, comme à Tours et à Cangé.

Les fossiles que nous avons trouvés dans le banc des ostracées, derrière l'auberge de Gondouin et dans les premiers lits du grès vert de cette localité, ainsi qu'au pied du grand escarpement du quai, sont :

*Spatangus acutus*, Desh.

*Arcopagia numismalis*, d'Orb.

*Cardium hillanum*, Sow.

*Mytilus ligeriensis*, d'Orb.

*Exogyra recurvata*, Sow. (*E. columba*, var. *minima*, Gold.).

----- *columba*, var. *minor*,

----- id., type.

----- *flabellata*, Gold.

*Ostrea biauriculata*, Lam.

*Terebratula, biplicata*, Sow.

----- *depressa*, id.

----- *lata*, id. (var. passant à la *T. depressa*).

----- *lentoidea*, Leym.

*Strombus inornatus*, d'Orb.

*Ammonites Mantelli*, Sow.

----- figurée dans la *Paléontologie française*, pl. 108, f. 1, 2, sous le nom d'*A. Woolgari*, Mant. et à laquelle nous conservons celui de *Cenomansensis*, qu'elle porte dans la collection du Mans.

En montant sur le plateau de Champigny-le-Sec à l'E. de la ville, on atteint des sables jaunes tertiaires avec des grès quarzeux, subordonnés, qui recouvrent les calcaires lacustres siliceux, soit compactes, soit cellulés et meulièrement formes. Le sol est formé par un terrain de transport composé de fragments de roches arénacées ferrugineuses. En redescendant par la route de Loudun, on marche constamment sur les sables tertiaires, qui s'abaissent beaucoup plus ici que de l'autre côté, et dont une exploitation se voit à mi-côte au-dessous des moulins, et à un niveau qui correspondrait à la partie moyenne de l'escarpement crayeux du N. (pl. II, fig. 8). Ce relèvement serait ainsi postérieur au dépôt tertiaire et daterait de l'époque de la formation de la vallée. L'inclinaison au S., fort exagérée dans la coupe, paraît être d'environ 4°, et la Loire coule en cet endroit dans une ancienne fracture.

Si de Saumur on continue à s'avancer vers l'O., on voit la craie micacée s'abaisser aussi dans cette direction ; l'abaissement est bien marqué par les ouver-

portés par M. Lechâtelier (*Statist. du départ. de Maine-et Loire*, p. 187), et nous les avons préférés comme nous paraissant plus précis. Le registre de M. Degoussée indique 136 mètres de profondeur, dont tufau ou craie micacée, 66<sup>m</sup>,66 ; grès vert, 45 mètres ; l'eau s'est arrêtée à 1<sup>m</sup>,50 en contre-bas du sol de la place, qui serait à 14<sup>m</sup>,50 au-dessus de l'étiage.

tures des carrières, toutes pratiquées dans le même banc qui représente ici la *bille* de Loches et la *pierre de Bouré* des bords du Cher. A Saint-Hilaire, elles sont à près de 20 mètres au-dessus du chemin qui suit la rivière, elles s'abaissent successivement à Chenehutte, Treve, Cuneault, et finissent à Gennes par se trouver au niveau même du chemin. Vers Bessé, un peu avant Le Thoureil, on voit affleurer sur le bord de l'eau de nouvelles couches qui, se relevant insensiblement, forment la berge de la Loire jusqu'à Saint-Maur. Ce sont des calcaires jaunes, en masses bréchoïdes ou en bancs épais. La roche est dure, et renferme de nombreux rognons de silex ramifiés et disposés en lits assez rapprochés. Ces silex sont gris ou bruns et semblables à ceux de la craie blanche. Ces couches, d'après tous leurs caractères, assez voisins de ceux que nous avons signalés dans les escarpements de Poitiers, et d'après quelques fossiles qu'on y trouve, appartiennent probablement au groupe inférieur de la formation oolitique.

Au four à chaux de Saint-Maur, la coupe de la carrière et celle de l'escarpement naturel qui borde la rivière montrent la série suivante de haut en bas.

1° Sables et grès ferrugineux tertiaires . . . . .	16 <sup>m</sup> ,00
2° Lit de marnes blanchâtres avec points verts ( <i>Spatangus acutus</i> , Desh. <i>S. truncatus</i> , Gold. <i>S. voisin</i> , mais distinct des <i>S. prumella</i> et <i>bufo</i> , Lam. <i>Arbacia</i> (nov. sp.), <i>Mytilus ligeriensis</i> , d'Orb.? <i>Ostrea bivariculata</i> , Lam. <i>Exogyra columba</i> , Gold. <i>E. flabellata</i> , id. <i>Terebratula biplicata</i> , Sow. <i>T. depressa</i> , id. an. <i>T. acuta</i> , id. Pl. 502). . . . .	4,00
3° Sable vert sans fossiles. . . . .	8,00
4° Poudingue à noyaux de quartz et sable très ferrugineux. . . . .	4,00
5° Poudingue et marne blanche, sableuse, micacée, empâtant de nombreux silex gris-brun, brisés, mais non roulés. . . . .	4,00
6° Calcaire jaune, dur, avec silex et appartenant à la formation oolitique. . . . .	8,00

Les trois premières assises se voient particulièrement en montant la colline par le chemin qui tourne derrière le château.

Il y aurait ainsi dans cet espace de 3 kilomètres qui sépare Gennes de Bessé un des accidents les plus remarquables que puisse offrir la formation crétacée de ce pays, et dont nous regrettons seulement que le temps ne nous ait pas permis de faire une étude plus complète. La craie, qui à Saumur atteignait 50 mètres au-dessus de la rivière, disparaît tout-à-fait à l'O., et elle est remplacée par des couches oolitiques qui s'élèvent de 8 à 10 mètres au-dessus du même niveau. Celles-ci supportent le groupe du grès vert, réduit à une épaisseur de 15 à 16 mètres, puis les bancs à ostracées, et enfin les couches tertiaires qui couronnent des collines à peu près de même hauteur depuis Saumur. On doit donc supposer qu'une faille très considérable a relevé les couches oolitiques et crétacées à l'O. de Bessé, avant le dépôt du terrain tertiaire. Le sondage du puits de Beaufort ayant rencontré le calcaire oolitique à une très faible profondeur, peut faire penser aussi que la fracture était dirigée N.-N.-E. S.-S.-O., et qu'elle aura été coupée presque

à angle droit, lors du creusement de la vallée de la Loire, peut-être par une seconde fracture (1).

La disposition de la craie micacée, depuis Saint-Hilaire, serait favorable à cette hypothèse, puisque cet étage serait plus bas du côté vers lequel la faille doit incliner; mais nous n'avons pas encore la certitude que le pendage des couches oolitiques soit conforme à cette supposition. Quoi qu'il en soit, il faut aussi admettre que la craie micacée qui a dû surmonter les bancs à ostracées a été enlevée avant le dépôt des sables et grès tertiaires, comme nous l'avons supposé pour la craie jaune à l'O. d'Amboise.

Cette coupe de la colline de Saint-Maur démontre en outre de combien la formation crétacée s'est amincie en se relevant graduellement depuis Tours. Le groupe du grès vert, entre autres, qui, dans les puits forés de Tours et de Cangé, atteignait d'abord une épaisseur de 102 et 115 mètres, et qui descendait à 192 mètres environ au-dessous de l'étiage de la Loire (2), dans le puits de Saumur n'avait plus qu'une puissance de 42 mètres et une profondeur de 100 mètres au-dessous du même point; et enfin à Saint-Maur, où sa couche la plus basse est à 10 mètres au-dessus du fleuve, il est réduit à une épaisseur de 16 mètres. Ces dernières considérations prouvent un relèvement beaucoup plus rapide entre Saumur et Saint-Maur qu'entre Tours et Saumur; car il serait de 110 mètres dans le premier cas sur une distance de 5 lieues, et seulement de 92 dans le second sur la distance de 15 lieues et demie qui sépare Tours de Saumur. En outre, il faut tenir compte de la pente de la rivière, dont nous avons pris sur ces divers points le niveau le plus bas pour terme de comparaison. Cette pente peut être estimée à 10 ou 11 mètres entre Tours et Saint-Maur, quantité qui doit être ajoutée au chiffre du relèvement à l'O. On aurait donc une probabilité de plus pour admettre l'existence de la faille dont nous avons parlé, et il semble même que cette proba-

(1)

## FORAGE DE BEAUFORT.

1. Remblais de terre végétale. . . . .	6 <sup>m</sup> ,66
2. Marnes terreuses. . . . .	5 ,00
3. Lignites et pyrites . . . . .	4 ,00
4. Argile schisteuse micacée. . . . .	15 ,00
5. Sable quarzeux, argile brune, silex et argile. . . . .	6 ,65
6. Calcaire siliceux, argiles schisteuses, Bélemnites et Ammonites au-dessous.	74 ,84
7. Calcaire-marbre . . . . .	2 ,00
8. Schistes micacés et quartz. . . . .	27 ,17

141 ,32

Eau ascendante à 2<sup>m</sup>,95 en contre-bas du sol de la place.

(2) Nous devons dire que ces chiffres manquent d'une précision rigoureuse, parce que nous ne connaissons pas exactement la hauteur de l'orifice de tous les puits, par rapport à l'étiage de la Loire, qui nous sert de point de comparaison, et que ce point lui-même n'est pas bien déterminé, étant à Tours coté tantôt à 50 tantôt à 53 mètres d'altitude. Quoi qu'il en soit, la limite extrême de l'erreur ne doit pas dépasser 4 mètres, ce qui a peu d'importance dans des considérations de ce genre.



bilité doit se changer en certitude, si l'on remarque que de Saint-Hilaire, et même de Saumur à Gennes, les couches crayeuses plongent en sens inverse de leur relèvement naturel dans cette direction (1), et qu'à l'O. de Gennes, les calcaires lacustres cessent de recouvrir les grès.

Sur la rive droite de la Loire, la craie micacée se voit dans les collines qui longent la route de Saumur à Longué, et peut-être y existerait-il aussi quelques lambeaux de craie jaune. Les sables d'alluvion s'étendent jusqu'à Cuon, où la craie affleure au milieu du village. Elle forme ensuite plusieurs monticules que traverse la route jusqu'à la descente de Beaugé, entièrement coupée dans le terrain tertiaire. Des grès sont subordonnés aux sables jaunes et gris et recouverts d'un dépôt de transport diluvien composé de fragments calcaires enveloppés dans du sable. De Beaugé à Clefs, sur la route de La Flèche, on ne voit également qu'une masse de sable tertiaire jaune, gris ou verdâtre, occupant tout le plateau et surmontée d'un calcaire lacustre siliceux peu épais.

## § II. Vallée du Loir.

En descendant cette vallée comme nous l'avons fait pour les précédentes, nous trouvons les escarpements qui la bordent au N. de Châteaudun, et sous la ville même, montrant l'étage de la craie jaune parfaitement développé et sa stratification bien caractérisée. Les silex bruns y sont très nombreux, très gros, et la teinte jaune de la roche est constante dans tous les bancs. Les fossiles, généralement brisés, sont les mêmes que ceux des bords de la Loire.

Si l'on suit la rue de la Foulerie jusqu'au moulin de Laboissière et au-delà, la puissance de cet étage et ses caractères rappellent parfaitement les coteaux pittoresques de Sainte-Radegonde, de Rochecorbon et de Vouvray, et la ressemblance est rendue plus frappante encore par les caves et les nombreuses habitations qu'on y a aussi pratiquées à diverses hauteurs. Dans une de ces caves située près du moulin, et dont la profondeur est d'environ 50 mètres, le plafond naturel est formé par un banc dont la surface inférieure, parfaitement dressée, plonge sensiblement à l'E. sous le plateau. Cette circonstance confirmerait l'origine que nous attribuons à ces affleurements de craie jaune, que nous regardons comme résultant d'une fracture et d'un relèvement de l'E. à l'O. sur ce côté de la rivière, laquelle coulerait ainsi dans une vallée de déchirement.

Ces couches sont recouvertes par un dépôt puissant de poudingue incohérent, formé aux dépens d'une assise de craie différente de celle-ci et sans doute plus récente. Les silex de ce conglomérat se distinguent de ceux de la craie sous-

(1) La faille de Saint-Maur avait fait croire à M. Desvaux (*Statistique de Maine-et-Loire*, 1<sup>re</sup> partie) que la craie micacée passait sous le calcaire oolitique : aussi remarque-t-il que dans le forage de Saumur on a traversé tout le tufau (craie micacée) sans avoir d'abord percé le calcaire zoonique dur (calcaire oolitique) qu'il suppose supérieur à la craie et manquer sur ce point.

jacente par leurs formes et leur teinte, qui les feraient rapporter à la craie de Blois et de la partie supérieure des escarpements de Vendôme. La pâte marneuse qui les entoure est aussi d'un blanc grisâtre, semblable à la teinte de ce troisième étage du groupe de la craie blanche. La fracture de la vallée du Loir serait ainsi postérieure au dépôt du poudingue tertiaire et du calcaire lacustre des environs.

Nous signalerons de plus dans les roches de cette localité un caractère assez singulier que nous n'avons pas encore observé ailleurs, peut-être parce qu'étant moins prononcé qu'ici, il ne nous aura point frappé. Dans la partie de l'escarpement mise depuis peu à découvert par un éboulement qui a eu lieu au bout de la rue de la Foulerie, avant la barrière, de même que dans les rochers qui forment des saillies au-dessus des caves ou celliers dépendant du moulin de Laboissière, on remarque des tubulures nombreuses, de 4 à 5 centimètres de diamètre et de 0<sup>m</sup>,30 à 0<sup>m</sup>,60 et plus de longueur, droites, verticales, quelquefois obliques, mais très rarement horizontales. Ces trous sont entourés de deux ou plusieurs zones concentriques et subconoides. Leur coupe transverse rappelle grossièrement celle d'un moule de Cône gigantesque, dont la columelle aurait été creuse, et la coupe oblique celle d'un Nautilé; mais en réalité il n'y a jamais eu ni spire ni columelle: ce sont des cylindres irréguliers ou plutôt des cônes très allongés, s'emboîtant les uns dans les autres.

Les corps qui résultent de cette disposition, et que nous nommons provisoirement *Amphorites castellodunensis*, se détachent facilement de la roche environnante, mais toujours brisés. Leur forme est généralement conoïde, cylindroïde ou ellipsoïdale et à contours largement arrondis, ressemblant à certaines amphores romaines. Leur diamètre est de 20 à 30 centimètres, et leur longueur de 60 à 70. La matière qui les compose est la même que celle de la roche environnante, qui a évidemment servi à leur moulage. Ces corps très nombreux, souvent déformés par leur compression mutuelle, semblent quelquefois se prolonger en s'évasant vers la partie que nous appellerons supérieure, et y former des expansions tuberculeuses arrondies, comme dans certains spongiaires, et qui sont aussi perforées par un trou communiquant avec le canal central. Nous n'avons d'ailleurs aperçu aucune trace d'organisation à la surface des Amphorites ni des parties qui s'en détachent sous le marteau, et que l'on peut comparer aux fragments d'une poterie grossière très épaisse. La roche qui les constitue, comme celle qui les entoure, est un calcaire jaunâtre, terreux, rempli de fragments de coquilles et de polypiers. On y trouve même des silex semblables à ceux de la masse environnante. Si ces corps doivent leur origine à quelque être organisé, dépourvu de test calcaire, car on n'aperçoit pas de vide entre les diverses parties enveloppantes, ce ne pourrait être qu'à des animaux voisins des Holothuries ou des Actinies coriaces; encore le moulage de pareils animaux, par les sédiments qui se déposaient alentour, serait-il assez difficile à concevoir, à moins qu'on ne leur supposât des téguments cornés d'une certaine persistance.

Au S. de Châteaudun, les collines qui entourent le bourg de Cloye sont encore formées par les mêmes couches. Celles-ci, masquées ensuite par des dépôts plus récents, reparaissent au pied des coteaux de Fretteval pour se continuer le long de la rivière, jusqu'à Saint-Ouen. Les plateaux à l'O., et particulièrement celui contre lequel ce dernier village est adossé, sont recouverts de poudingues et de calcaires lacustres. Ceux-ci forment une colline basse qui limite au N. et au N.-O. la vallée de Vendôme, dont le fond est occupé par un dépôt diluvien de cailloux à moitié roulés, alternant avec des veines irrégulières de sable ferrugineux plus ou moins mélangé d'argile limoneuse brune.

La base des collines de la rive gauche du Loir, au-dessus de Vendôme, est aussi formée par la craie jaune. Entre la maison Laborde et la ferme de Chappe, le pied de l'escarpement qui borde le chemin montre la craie blanc-jaunâtre, tendre, avec *Terebratula octoplicata*, *Pecten quinquecostatus*, de nombreux polypiers, des fragments d'Astéries, des baguettes de Cidarites, etc., semblables à ceux de Tours. En se rapprochant de la haute Chappe, la craie se trouve accidentellement remplacée par un calcaire lacustre blanc, marneux, celluleux, peu dur, formant un coteau un peu moins élevé; et à environ 250 mètres plus loin, on atteint, contre les premières maisons du faubourg, un escarpement de 18 à 20 mètres de hauteur entièrement coupé dans la craie jaune qu'on exploite, et dans laquelle des caves sont creusées. Les divers bancs offrent des différences semblables à celles qu'on observe dans les carrières de Lussault. Ils s'abaissent en s'avancant dans le faubourg; et sous le château, où ils ne se montrent plus, on trouve une craie d'un blanc gris, avec des silex noirs ou gris très nombreux, affectant une disposition horizontale en grand. La roche est massive, friable, homogène, peu tachante, et les fossiles y sont rares. Cette assise, de 20 à 25 mètres d'épaisseur, nous paraît représenter la craie de Blois et de Chaumont.

En continuant à suivre la rivière, on remarque à la sortie de la ville, sur le bord de l'eau, une pierre grise avec points verts, exploitée à diverses reprises, et qui au premier abord ressemble à la craie micacée; mais son grain beaucoup plus gros et la présence d'une grande quantité de petites Exogyres (*E. turonensis*) prouvent qu'elle appartient à la variété glauconieuse de la craie de Touraine.

La disposition que présente ainsi la craie à l'E. de Vendôme nous paraît encore être le résultat d'une dislocation qui a relevé et amené au jour des têtes de couches qui, dans leur position normale, devaient se trouver à une certaine profondeur au-dessous de leur affleurement actuel.

Le faubourg de Vendôme qui longe à l'O. la rive gauche du Loir, au pied de la longue falaise que couronne le château, est adossé à un escarpement de craie. A l'extrémité de ce faubourg, sur la route de Montoire, la craie de Touraine est d'un gris blanchâtre, avec quelques points verts, et ressemble à la craie micacée, sauf sa texture plus grossière. Elle s'élève d'environ 8 mètres au-dessus de la rivière, et est recouverte par la craie à silex. On y trouve les fossiles sui-

vants : *Tragos pisiformis* Gold. ; *Serpula filosa* Duj. ; *Cidarites variolaris* Al. Brong. ; *C. vesiculosus* Gold. ; *Fistulana*, *Terebratula octoplicata* Sow. ; *T. Gibbsiana* Sow. ? *T. alata* Lam. ; *Exogyra auricularis* Al. Brong. ; pattes de Crabes semblables à celles du Sentier et des bords de la Loire ; une petite espèce de Spondyle et un grand nombre de polypiers. Au-delà de ce point, les collines s'abaissent et s'éloignent de la route en passant derrière Villaria.

A Varennes, la même craie, avec des fossiles aussi abondants, est recouverte par un puissant dépôt de silex empâtés dans une marne grisâtre ou verdâtre, et en tout semblable à celui que nous avons signalé près de Villefranche, sur la route de Romorantin à Selles. Au Gué-Berger, la route coupe, à partir du pied de la colline, un calcaire blanc, marneux, grumeleux et d'origine lacustre, de 7 à 8 mètres d'épaisseur, puis au-dessus, des calcaires marneux, rouge-brique plus ou moins foncé, d'un aspect cuit ou fortement chauffé, panachés de blanc et de jaune, avec des veinules lie de vin ou gris-verdâtre. Cette roche singulière enveloppe des fragments calcaires, anguleux, de diverses teintes, quelquefois des oolites, et présente des cavités tapissées de cristaux de chaux carbonatée. Son épaisseur est de 5 mètres à 5 mètres 50, et elle semble se relever de manière à venir s'appuyer contre une masse subverticale de 2 mètres, qui traverse la route un peu obliquement. Cette masse est formée de craie sableuse grisâtre, glauconieuse, endurcie par place et remplie de *Terebratula octoplicata* et *T. alata* et de petits polypiers. Elle se désagrège ou se divise en rognons diversiformes, et s'élève ainsi comme une sorte de dyke recouvert bientôt par le poudingue siliceux ordinaire. En continuant à monter, on trouve une grande quantité de spongiaires et d'autres polypiers libres ou entourés de terre rouge. Ces fossiles proviennent d'une autre assise de craie que les silex du poudingue et sont probablement dus à un phénomène plus récent. Les silex, en effet, semblent résulter de la destruction de la craie de Blois ; et les polypiers, au contraire, de la destruction de la craie jaune placée dessous, et qui n'a pu être ravinée qu'après. Le dyke crayeux dont nous venons de parler n'est autre chose qu'un *témoin* occasionné par une dénudation semblable, et dont nous présenterons tout-à-l'heure des exemples plus précis et plus faciles à saisir.

Sur le plateau, les poudingues deviennent de plus en plus épais et constituent des bancs solides, comme ceux du ravin qui borde le chemin du Moulin-Blanc ou de la Fontaine, et où des bancs très durs alternent avec des bancs incohérents. Les champs environnants sont parsemés de gros blocs, enveloppés çà et là dans une argile grise et jaunâtre.

En descendant vers Saint-Rime, village situé au fond d'un vallon à gauche de la route, on ne tarde pas à voir sortir de dessous cette assise tertiaire la craie de Touraine et peut être quelques bancs de la craie micacée, constituant les escarpements contre lesquels sont adossées les maisons. A la descente de la grande route, une carrière est ouverte vers le haut de la colline, dans un calcaire blanc, cristallin, un peu cellulaire, à cassure sèche, raboteuse et légèrement conchoïde.

C'est une modification remarquable des bancs supérieurs de la craie jaune ou du premier étage, et qui se continue sur une partie des coteaux de la rive gauche du Loir jusqu'au château de Lavardin, où elle est très recherchée pour les constructions.

Au-dessous, la craie avec *Spatangus cortestudinarium* var. *lata* Gold. (non Lam.), une autre variété voisine du *S. gibbus* Gold. et de nombreux polypiers, se montre par masses isolées, subverticales, comme si elles avaient été redressées puis séparées les unes des autres par un remplissage de poudingue incohérent (pl. I, fig. 5). La superposition de la craie de Touraine à la craie micacée se voit en outre dans cette coupe d'une manière très nette. La craie micacée forme le bas de la rampe, et elle est, comme partout, caractérisée par son grain uniforme et très fin, sa teinte gris-blanc ou légèrement bleuâtre, les paillettes de mica blanc, les grains verts et les silex gris-blanc. Le vallon de Saint-Rime et cette coupe sont les premiers points où le deuxième étage vient affleurer sous le premier, pour continuer à se relever de plus en plus au S.-O. En général, on voit que les silex gris, blancs ou noirs, plus ou moins volumineux et en rognons, caractérisent assez bien la partie moyenne et supérieure du deuxième étage ou de la craie micacée, tandis que les silex jaunâtres, brunâtres, souvent en plaques ou en gros nodules déprimés, appartiennent surtout au premier ou à la craie de Touraine.

Le village des Roches est appuyé contre un escarpement vertical de 50 à 55 mètres, qui borde la rive droite du Loir. La base de l'escarpement, jusqu'à la hauteur de 10 à 12 mètres, est de craie micacée avec silex gris en rognons; au-dessus, vient la craie jaune peu développée, et qui ne s'en distingue que par sa texture plus grossière et ses silex brunâtres, en plaques et peu nombreux. Le tiers ou le quart de la hauteur de l'escarpement, suivant les points, est formé par le dépôt incohérent de silex, de sable ferrugineux et argileux ou glauconieux et de grès remplissant des cavités de la craie qui ont jusqu'à 15 et 18 mètres de profondeur sur 5 ou 6 de largeur. On distingue très bien le fond de la plupart de ces cavités, et aucune ne paraît descendre plus bas que le pied de l'escarpement. C'est, en plus grand, le phénomène que nous avons signalé en commençant près de la ville de Gien, sur le bord de la Loire, puis au Gué-Berger, à la descente de la route en face, et sur beaucoup d'autres points. Il nous paraît évident, et la rampe de la route au Gué-Berger le démontre complètement, que ces cavités ne sont point des trous cylindriques irréguliers ou en cônes renversés, mais bien des sillons dirigés en général des plateaux, perpendiculairement à l'axe des vallées, et coupés ensuite transversalement par les escarpements qui bordent ces dernières. Quelquefois la direction des sillons semble être plus ou moins oblique à celle de la vallée principale, comme à la descente de Saint-Rime et au Gué-Berger; mais en les suivant sur une certaine étendue, on reconnaît bientôt que cette apparence résulte seulement des sinuosités accidentelles de la vallée.

Le château de Montoire est bâti sur la craie jaune, et la base du monticule qu'il couronne est de craie micacée. Une excavation pratiquée à quelques pas dans la partie supérieure de cet étage, à gauche de la route de Château-Regnault, nous a présenté deux espèces nouvelles de Térébratules, l'une lisse, l'autre très finement striée qui rappelle les *Terebratula rigida*, Sow., *T. pectiniformis*, Fauj. et *T. santonensis* Nob., mais qui s'en distingue très nettement.

Le fond de la vallée, entre Montoire et Troo, est occupé par un dépôt diluvien puissant, semblable à ceux de Vendôme au N.-E. et de La Flèche au S.-O. La craie micacée paraît former presque toute la hauteur de l'escarpement sur lequel est bâti le village de Troo. Elle est très tendre à la partie supérieure, friable, glauconieuse, et renferme de petits polypiers et les Térébratules striées que nous venons de signaler; la craie jaune est très réduite en cet endroit, si même elle y existe. Le dépôt tertiaire, assez épais, est composé de sable glauconieux et ferrugineux avec silex, et constitue tout le plateau qui sépare le Loir de la Braye.

Quoique la Braye et l'Anille soient deux petites rivières qui se jettent dans le Loir, nous remettons à parler de leur vallée lorsque nous décrirons la coupe de Saint-Calais à Mortagne, et nous continuerons, à partir des environs de Château-du-Loir, l'examen de la vallée qui nous occupe.

Excepté dans le vallon de la Membrotte, où la craie jaune vient affleurer, la route de Tours à Château-du-Loir parcourt un plateau formé constamment de marnes lacustres et de calcaires siliceux ou de meulières. La craie de Touraine reparait à la descente de Dissay, et constitue les collines de la rive gauche comme celles de la rive droite jusqu'à Château-du-Loir. Le plateau que l'on traverse en allant de cette ville à Vouvray, village situé à l'E., présente sur ses pentes supérieures une terre jaune de 4 mètres d'épaisseur, recouvrant un dépôt de sable rougeâtre bariolé, qui passe vers le bas à une marne jaune et rouge de 5 à 6 mètres de hauteur. Celle-ci repose sur le poudingue, qui occupe cependant aussi la partie culminante du plateau, parce que les dépôts précédents lui ont été seulement adossés sur les pentes. Le poudingue est exploité près de la ferme de Boutelau, où il forme des blocs volumineux disséminés dans une argile sableuse grise. Les silex gris, jaunes ou rouges, reliés par un ciment siliceux, sont très roulés, et leur grosseur varie depuis le volume du poing jusqu'à celui d'une noisette. En descendant à Vouvray, on trouve un sable bigarré, plus ou moins argileux, avec des graviers disséminés, un sable rouge assez marneux et le poudingue incohérent, séparé de la craie par un lit de sable glauconieux d'épaisseur variable. Comme partout, le plan de jonction des deux terrains est extrêmement irrégulier, et prouve qu'une dénudation considérable de la craie a précédé les premiers sédiments tertiaires. Au-dessous du sable, viennent les assises suivantes :

1° Craie glauconieuse avec *Exogyra columba*, *E. turonensis*, *Trigonia scabra*, Cucullées, polypiers, etc., et semblable au banc à *Exogyra columba* de Villedômer.

- 2° Craie jaunâtre avec lits minces, espacés de 0,25 à 1 mètre, formés de petits polypiers et de valves séparées d'*Exogyra turonensis*. L'épaisseur de ces deux assises est d'environ 11 mètres.
- 3° Craie grise, friable, sableuse, micacée, remplie d'une prodigieuse quantité de nodules tuberculeux, digités ou palmés de la même substance que la roche. Celle-ci est plus ou moins durcie par une infiltration siliceuse, comme sous le château d'Amboise et dans les carrières de Lussault. Les fossiles y sont rares, et il paraît en être de même dans toutes les couches où il y a beaucoup de ces tubercules.
- 4° Roche semblable dans laquelle la silice tend à prédominer vers le bas. Les rognons deviennent des silex gris, blanchâtres, impurs, remplaçant les tubercules précédents et se fondant également dans la masse. L'épaisseur de ces deux assises à rognons durcis ou siliceux et de 22 à 25 mètres. La seconde se voit jusqu'au niveau de l'église de Vouvray.
- 5° En suivant à l'O. la route de Courtamont, les silex prennent une teinte grise plus prononcée; la roche reste la même ou devient plus dure par place. Elle est massive, et son épaisseur est de près de 30 mètres. Elle est remplie de *demi-silex* ou de silex imparfaits se fondant avec la roche sans limites précises. Le même système de couches se prolonge dans les collines de Gaulard jusqu'à Château-du-Loir. Les serpules, les polypiers, la *Pinna Renauxiana*, d'Orb., s'y montrent çà et là.

Dans la coupe précédente, les caractères des deux premiers étages du groupe de la craie tufau tendent à s'effacer vers leur jonction; mais nous sommes conduit par diverses analogies à placer les assises 1, 2 et 3, dans la craie jaune et à reporter les assises 4 et 5 à l'étage de la craie micacée.

A la sortie de la ville par la route du Lude, on trouve d'abord le conglomérat ou poudingue très épais, et à deux kilomètres plus loin, des plaques tuberculeuses et des rognons irréguliers de grès silicéo-calcaires, très durs, gris-jaunes, avec beaucoup de petites *Exogyres*, et entourés d'une terre argilo-sableuse, micacée, brun-jaunâtre. Les plaques et les nodules sont brisés, mais non roulés, et il serait possible que le tout appartînt au dépôt caillouteux, incohérent, plus ou moins sableux ou argileux, qui occupe les plateaux environnants.

A deux kilomètres de Vaas, on remarque, à droite de la route, des collines basses composées de craie jaunâtre ou blanchâtre, très friable, avec silex gris. Au bas de la côte de Morié, on exploite une craie d'un blanc gris, avec quelques silex gris, appartenant à la craie micacée qui vient affleurer sous la craie jaune. Cette dernière s'amincit d'ailleurs beaucoup, à mesure qu'on s'avance vers l'O. Les collines boisées qui bornent l'horizon au N. de Vaas font encore probablement partie de cet étage.

Après avoir passé la rivière, si l'on prend le chemin de la Chapelle, on trouve les couches suivantes en montant la colline près de la ferme de la Titonnière :

- 1° Calcaire sableux, friable, gris-jaune, avec points verts, *Exogyra recurvata*, *Terebratula Menardii*, *Nerita*, etc.
- 2° Marnes glauconieuses.
- 3° Marnes blanchâtres remplies d'*Exogyra columba* et d'*Ostrea biauriculata*.
- 4° Lits de rognons glauconieux, durcis et marnes glauconieuses avec *Inoceramus Cripsii*, Gold.
- 5° Marnes blanches.
- 6° Sable rouge et cailloux roulés.

Les couches 1 et 2 appartiennent au grès vert ; 3 et 4 au troisième étage du second groupe, et le n° 5 représente la craie micacée ; la craie jaune manque sur ce point comme sur presque tout le reste de la rive gauche du Loir à l'O. Le plateau qui s'abaisse ensuite vers la vallée de la Fare est recouvert d'un terrain de transport composé de sable rouge, de gravier plus ou moins fin et de silex roulés. En descendant vers le pont, près du moulin de la Roche, on voit dans la nouvelle tranchée du chemin, sous le dépôt précédent, le poudingue siliceux avec de la terre jaune, et une couche de sable glauconieux au contact de la craie micacée, laquelle renferme des silex gris, ramifiés, un peu au-dessus du niveau de la rivière.

Si l'on remonte ensuite vers Croy, on trouve à mi-côte de nombreux blocs de grès quarzeux, très gros. Ils sont parfaitement homogènes, gris, lustrés, et paraissent être en place, ou descendus très peu au-dessous de leur gisement, car plus haut et sur le plateau, il n'y en a plus de traces. Ces grès appartiennent à l'étage du poudingue, et à peu de distance on les voit en effet passer à de véritables conglomérats par la présence de cailloux au milieu de la pâte du grès ; ils forment aussi par place des bancs régulièrement stratifiés. Ces bancs, avec les graviers et les sables ferrugineux sans doute diluviens qui les surmontent, recouvrent les collines environnantes sur une grande épaisseur, et masquent partout les couches secondaires. La craie micacée paraît être exploitée sur le territoire de Broc. De La Chapelle au Lude, sur la rive droite du Loir, on voit toujours le même poudingue incohérent extrêmement développé, les mêmes couches sableuses, blanches, jaunâtres, avec silex de la craie, puis des sables glauco-ferrugineux bien stratifiés et sans fossiles appartenant au grès vert

Au N. de La Flèche, en montant le coteau de Saint-Germain, on trouve, à 5 ou 6 mètres au-dessus du niveau de la vallée, le banc d'*Exogyra columba* et d'*Ostrea bauriculata*, composé de calcaire sableux gris-jaune et friable ; au-dessus sont des sables et des grès ferrugineux calcarifères, renfermant des veines minces d'argile schisteuse, puis des nodules et des veinules d'argile non effervescente d'un blanc pur. Dans la partie du dépôt arénacé où les lignes de fausse stratification sont obliques, les petits bancs de grès qui alternent avec le sable sont également obliques (pl. III, fig. 10). Ces plaques de grès avec *Exogyres* sont à grain très fin, vers le centre, et passent au compacte ; elles sont zonées de gris et de vert par le plus ou moins d'abondance du silicate de fer. En continuant à monter, on voit des marnes blanches glauconieuses, avec des rognons durcis qui passent plus haut à des silex gris ; puis la marne devient blanc-jaunâtre, plus sableuse, avec quelques *Exogyra columba*.

Cette dernière couche est en partie recouverte par une masse considérable de sable glauconieux micacé de 6 mètres d'épaisseur, dans laquelle on trouve disséminés des fragments anguleux de craie, des rognons durcis de la même roche, des silex blanchâtres qui en proviennent également, et quelques *Exogyra*



*columba*, Huîtres et autres coquilles brisées ; sur le plateau, ce sable devient tout-à-fait rouge. A l'Armuisière, la craie micacée, avec rognons de silex blanchâtres et *Exogyra columba* reparaît sous cette même masse après s'être prolongée à mi-côte depuis Saint-Germain. Plus bas, se montrent des sables glauconieux avec *Exogyra columba*, des veines minces d'argile, des veinules d'argile d'un blanc pur, comme dans la carrière de Saint-Germain, aux couches de laquelle celles-ci correspondent exactement; puis de petits bancs de grès qui alternent avec des sables glauconieux, le tout reposant aussi sur le banc inférieur à *Exogyra columba* et *Ostrea biauriculata*. Cette dernière coquille ne paraît pas se trouver dans le banc supérieur.

A l'E. du vieux château, les sables glauconieux sont très développés, les veinules d'argile blanche très régulières, et le sable est zoné de brun et de vert. A la partie inférieure, les grès sont d'un gris vert, micacés, à grain fin et uniforme, tendres et à cassure terreuse. Ils sont composés de sable quarzeux très fin, de mica blanc et de grains verts cimentés par un peu d'argile, et ils constituent un psammite assez semblable à certaines variétés du *millstone grit*. Nous n'y avons trouvé que des traces imparfaites et très rares de coquilles et des végétaux charbonnés. Dans la cassure, ils offrent souvent des zones rouges, sinueuses et ondulées.

La rampe de l'ancienne route à Clermont montre aussi très bien, au-dessus des sables glauconieux, la craie avec *Exogyra columba*, *Ostrea conirostris* Gold., *Pecten tumidus* Duj. (1), *P. multicosatus* Gold., *Lima*, *Arca fibrosa* Sow., *Cyprina intermedia*, d'Orb., *Ammonites Mantelli* Sow. var., etc.. Le banc des fossiles repose immédiatement sur le sable vert, qui paraît s'élever plus haut que dans la coupe précédente, et nous n'avons pas trouvé à sa base le banc des ostracées, probablement masqué par des éboulements. La craie semble avoir au contraire une moindre épaisseur en cet endroit; peut-être se trouve-t-elle en partie cachée sur les pentes de la colline par le dépôt de transport qui en occupe le sommet. Dans la tranchée de la nouvelle route, on reconnaît encore que la craie, réduite à une épaisseur de 6 à 7 mètres, a été profondément ravinée avant le dépôt argileux rouge; ce dernier renferme beaucoup de silex brisés, gris, tuberculeux, ramifiés, provenant évidemment de la destruction sur place de la craie sous-jacente.

On peut résumer de la manière suivante la composition des collines au N. de La Flèche.

2° GROUPE.	1er et 2 <sup>e</sup> ÉTAGES.	1. Sable très ferrugineux, rouge, avec gravier et glaise. . . . .	4 <sup>m</sup> ,00
		2. Sables glauco-ferrugineux avec silex et fragments de craie. . . . .	6 ,00
	3 <sup>e</sup> ÉTAGE.	3. Craie sableuse, avec rognons endurcis. . . . .	4 ,00
		4. Craie semblable à la précédente, avec rognons siliceux blanchâtres, fossiles nombreux, particulièrement l' <i>Exogyra columba</i> . . . . .	6 ,00
		5. Sable gris-vertâtre, rubané et grès micacé ou psammite verdâtre, avec veinules d'argile schisteuse et d'argile blanche. . . . .	6 ,50
		6. Lit d'argile grise, feuilletée. . . . .	0 ,60
		7. Banc d' <i>Exogyra columba</i> et d' <i>Ostrea biauriculata</i> . . . . .	1 ,00

(1) Nous employons à regret cette dénomination donnée par M. Dujardin, parce que bien avant  
SOC. GÉOL. — 2<sup>e</sup> SÉRIE. T. II. MÉM. n. 1. 10

3<sup>e</sup> GROUPE. Grès vert. . . 8. Sables et grès ferrugineux et glauconieux formant la base de la colline.

La craie jaune de Touraine n'est donc plus représentée ici que par ses couches avec *Exogyra columba*, qui se confondent avec la craie micacée, très réduite elle-même, et à peine reconnaissable. En suivant la route de Sablé au N.-O. ou bien les collines qui longent celle de Durtal à l'O., nous retrouverons bientôt de nouvelles preuves de la superposition des couches que nous venons d'indiquer.

Au S. de La Flèche, à la descente de la route de Beaugé, des sables et des glaises grises, qui formaient le sol depuis Clefs, paraissent se lier à des sables très ferrugineux. Ces glaises et ces sables sans fossiles sont identiques avec les couches que nous avons vues recouvrir la craie au S.-E. de Château-Regnault, sur le chemin d'Autrèche. L'absence, sur ce point, du banc à ostracées serait un motif de plus pour les regarder comme tertiaires, ce qui n'empêcherait pas les sables ferrugineux des environs d'appartenir réellement au grès vert. Les uns et les autres sont d'ailleurs parfaitement distincts du diluvium qui occupe le fond de la vallée, où il est exploité pour l'entretien des chemins, et où il forme quelquefois des bombements assez prononcés, comme à un kilomètre sur la route de Sablé, (pl. II, fig. 9). Il est composé en cet endroit de sable ferrugineux, rougeâtre, enveloppant une grande quantité de cailloux roulés de silex de diverses couleurs, avec des lits subordonnés de sable pur.

Après le village de Vernon, on voit se relever sur les côtés de la route, d'abord les sables du grès vert, puis le banc d'*Ostrea biauriculata*, et d'*Exogyra columba*, de 2 mètres d'épaisseur, auquel succède le sable gris-verdâtre, avec de petits bancs de grès, comme dans le coteau de Saint-Germain. Le plateau est recouvert par un dépôt de cailloux roulés. A la descente de Cromer (pl. II, fig. 9), les mêmes couches se représentent. Au-delà du village, le banc d'ostracées se voit encore, mais plus loin; les sables sous-jacents, ou du troisième groupe, constituent seuls la base du grand plateau que parcourt la route jusqu'à la tuilerie du Point-du-Jour. On exploite, pour alimenter cette fabrique, des glaises grises et jaunâtres sans fossiles, qui sortent de dessous les sables précédents, et qui reposent sur des calcaires marneux et argileux ou marnes sableuses grises, appartenant au groupe moyen de la formation oolitique. A une profondeur d'environ 10 mètres, des calcaires gris-bleuâtre de la même formation ont été atteints. Cette assise oolitique nous a présenté les fossiles suivants : *Pecten demissus* Phil., une Térébratule qui paraît être une petite variété de la *T. concinna*, Sow. *T. obtusa*, id. *T. impressa* Bronn., un *Turbo* et le *Dysaster analis* Ag.

La colline allongée de l'E. à l'O., qui sépare la route qu'on vient de suivre de celle de Durtal, appartient encore à la formation crétacée, et montre sur sa pente

lui, MM. Hartmann et Zieten l'avaient consacrée à une espèce du lias (*Petrif. du Wurt.*, pl. 52, f. 1).

méridionale, derrière le village de Marigné, la série suivante de couches en allant de haut en bas.

1° Diluvium composé de cailloux roulés de calcaire provenant de la formation oolitique, de sable, de grès dur et lustré à gros grains, de rognons de grès vert, léger, poreux et blanchâtre. . . . .	5 <sup>m</sup> ,00
2° Calcaire gris, blanc ou jaune, scoriacé, passant à un conglomérat coquillier d' <i>Exogyra columba</i> et plus ou moins endurci par place. Nous y avons aussi trouvé une petite <i>Trigonia quadrata</i> , Sow. . . . .	0 ,50
3° Sable vert et ferrugineux, plus ou moins argileux. . . . .	4 ,00
4° Grès lustré gris avec points verts, zoné de gris foncé, très dur et en plaques . . . . .	0 ,40
5° Marne schisteuse et sableuse, jaune ou grise, avec des lits subordonnés de grès glauconieux . . . . .	4 ,00
6° Sable jaune . . . . .	3 ,00
7° Argile schisteuse grise . . . . .	2 ,00
8° Sable jaune . . . . .	1 ,00
9° Argile schisteuse passant accidentellement à un psammite schisteux gris. . . . .	3 ,00
10° Sable à gros grains avec fragments d'ostracées très atténués. . . . .	1 ,00
11° Banc d' <i>Ostrea bauriculata</i> et d' <i>Exogyra columba</i> . . . . .	1 ,50
12° Calcaire marneux jaunâtre, puis dur, bréchoïde avec les mêmes ostracées et l' <i>Exogyra flabellata</i> . . . . .	7 ,00
13° Sable gris, glauconieux jusqu'au niveau de la vallée. Vers le fond de cette dernière se trouvent probablement les glaises que nous venons de signaler à la tuilerie du Point-du-Jour, recouvrant les calcaires oolitiques. Ce sable se voit sur une hauteur de. . . . .	6 ,00

En comparant cette coupe à celle des collines de Saint-Germain et de Clermont, situées à 6 et 7 kilomètres à l'E., on voit : 1° que la craie micacée et même la craie jaune ne sont plus représentées ici que par un lit de 0<sup>m</sup>,50 d'épaisseur (n°2); 2° que l'étage inférieur du groupe de la craie tufau, comprenant les couches 3 à 12, est infiniment plus développé et plus varié non seulement que dans les coteaux au N. de La Flèche, mais encore que sur aucun autre point que nous ayons observé; 3° que le grès vert proprement dit, étant au contraire ici à très peu près au même niveau que précédemment, nous dérobe encore toute sa partie moyenne et inférieure, sans doute peu épaisse, puisque les calcaires oolitiques viennent affleurer avant d'arriver à Durtal.

Les couches à ostracées se retrouvent également bien caractérisées au S., entre la vallée du Loir et celle de la Loire, aux environs de Pellouailles, de Chéviré, de Corzé, de Mazé, etc.

Nous avons dit précédemment qu'au lieu de suivre les vallées de la Sarthe, de l'Huisne, etc., il nous paraissait préférable, à partir de la vallée du Loir, d'étudier le grand versant qui s'étend au N. jusqu'à la ligne de partage du Mellerault, en suivant deux séries de coupes qui se réuniraient à Mortagne, l'une, occidentale, passant par le Mans et Alençon, l'autre, orientale, remontant de Saint-Calais à Bellesme; c'est aussi la marche que nous allons suivre en commençant par l'examen de la première.

§ III. *Coupe occidentale.*

Le promontoire dont la ville du Mans occupe l'extrémité S.-O. (pl. III, fig. 1), resserré entre les vallées de l'Huisne et de la Sarthe, est recouvert par un dépôt de transport assez épais, sableux et avec nodules de quartz. Au N.-É. de la ville, on trouve au-dessous une marne crayeuse, blanche, micacée, friable, employée pour marnier les terres, et renfermant des polypiers, des osselets d'Astéries, des baguettes de *Cidarites vesiculosus*, de petites Huîtres, le *Pecten quinquecostatus*, des fragments de Nautilé, mais point de silex. Cette couche, qui paraît représenter ici la craie micacée, dont nous avons suivi les traces jusqu' autour de La Flèche, renferme cependant quelques fossiles plus particuliers à la craie jaune.

Plus bas, on voit un lit de glaise formant probablement le niveau d'eau qui alimente les puits d'une partie de la ville; puis viennent ensuite, un banc de sable glauconieux tantôt friable; tantôt agglutiné et passant à un grès peu épais, un banc de sable ferrugineux, et en descendant au S., le banc des ostracées. La carrière ouverte sur le bord de la route au-dessus d'Ivré paraît en être le prolongement, et celle du Luart, au sommet occidental de la colline, présente du haut en bas:

1° Sable ferrugineux. . . . .	0 <sup>m</sup> ,50
2° Grès argileux, calcarifère, micacé, avec points verts et grains de quartz, gris-jaune, peu dur, avec <i>Mytilus ligeriensis</i> , <i>Lima</i> , <i>Pecten tumidus</i> , etc. . . . .	0 ,50
3° Banc semblable au précédent avec <i>Ostrea biauriculata</i> , <i>Exogyra columba</i> , <i>E. flabellata</i> , etc. . . . .	1 ,00
4° Grès argilo-calcaire gris, passant à une espèce de conglomérat avec de petits cailloux, et renfermant des Peignes, des Limes, etc. . . . .	0 ,50
5° Sable verdâtre coquillier. . . . .	2 ,00
6° Grès argileux, tendre, micacé . . . . .	0 ,50
7° Sable et grès argileux, verdâtre . . . . .	4 ,00
8° Grès plus ferrugineux, en rognons aplatis, subordonnés dans un sable de même nature. . . . .	2 ,00

Toutes ces couches sont d'une dureté très variable; elles sont plus ou moins grises, ferrugineuses ou verdâtres, mais en général très micacées, mélangées de points verts et de grains de quartz. Au-dessus des bancs à ostracées, on trouve souvent des rognons gris, roses, blancs ou jaunes, formés d'un grès argileux, tendre et léger. Jusqu'à présent nous avons regardé les bancs à *Exogyra columba* et *flabellata* et à *Ostrea biauriculata* comme la limite inférieure du groupe de la craie tufau; mais dans la coupe précédente, il nous paraît difficile d'en séparer les assises 4 à 8, qui s'y lient d'une manière intime, et nous sommes porté à abaisser ici la limite du second groupe jusqu'à la jonction des sables ferrugineux exploités au-dessous, dans la même colline, et qui sont associés aux couches à Trigonies. Les assises 2, 3 et 4 de la carrière du Luart nous ont offert les fossiles suivants :

*Tragos.* .  
*Certiopora.*

*Echinoneus* (*Carathomus*, *Gehrdensis*, *Rœm?*).  
*Photadomya ligeriensis*, d'Orb.

*Cardium Guerangeri*, d'Orb.  
*Cyprina ligeriensis*, id.  
*Mytilus ligeriensis*, id.  
*Pecten tumidus*, Duj.  
 ——— *laminosus*, Mant.  
 ——— (indét.).  
*Lima*, nov. sp.  
*Exogyra flabellata*, Gold.  
 ——— *columba*, id.

*Ostrea carinata*, Lam.  
 ——— *biauriculata*, id.  
*Terebratula* nov. sp. du groupe des *Alatæ*.  
 ——— *Menardii*, Lam.  
 ——— *biplicata*, var. Sow.  
 ——— *depressa*, Sow. an *triangularis* Nils.?  
*Pterodonta inflata*, d'Orb.  
*Globiconcha rotundata*, id.

L'ensemble de ces fossiles nous représente ainsi les caractères généraux de l'organisme des couches correspondantes aux environs de La Flèche, de Saint-Maur-sur-Loire, de Doué, etc.

Sous l'assise n° 8 de la coupe précédente, une sablière est ouverte dans le groupe du grès vert. A la partie supérieure, est une couche de sable de 2 mètres d'épaisseur, dont le délit, d'abord oblique, redevient horizontal après s'être successivement relevé comme l'indique la fig. 8, pl. III. Des rognons de grès très durs et ferrugineux sont enveloppés dans les bancs de sable inférieurs. Cette assise sableuse, d'environ 10 mètres, paraît reposer sur une espèce de poudingue à très petits noyaux de quartz cimentés par de l'hydrate de fer et un peu de marne, et qui est rempli de *Trigonia sulcataria*. Cette même couche a été exploitée aussi sous une carrière située plus à l'O. du côté de Sainte-Croix, et où l'on extrait actuellement (1840) un grès gris, glauconieux, calcarifère, semblable à celui de la première carrière d'Ivré, quoiqu'à un niveau plus bas.

La carrière de Saint-Blaise, sur la commune de Sainte-Croix, offre la disposition indiquée pl. III, fig. 9. Les fossiles sont très nombreux dans le banc inférieur, mais presque toujours à l'état de moules ou d'empreintes. C'est le niveau des Trigones et des nombreux fossiles que l'on trouve avec leur test bien conservé, quoiqu'à l'état spathique, dans les carrières de la *butte*, sur le versant méridional de la colline, le long et au-dessus de la route de Paris. La roche sur ce dernier point est un grès grossier, jaunâtre, micacé, calcarifère avec grains de quartz et grains verts, puis une grande quantité de débris de coquilles et de polypiers faiblement agrégés par un ciment argileux. L'aspect particulier de cette roche, qui peut être regardée comme un macigno, et les fossiles surtout du genre Trigone qu'on y trouve à profusion, la rendent très facile à reconnaître à la première vue. Dans ces bancs, l'*Exogyra columba* se montre encore, mais ses dimensions sont moindres que dans les couches à ostracées. La variété *minor* de la *Gryphæa secunda* Lam., et que nous regardons comme une variété *minima* de l'*Exogyra columba*, est au contraire très répandue dans les sables ferrugineux de cette localité et des environs.

Nous signalerons les espèces suivantes dans les couches à Trigones.

*Anthophyllum patellatum*, Mich.  
 ——— *pateriforme*, id.  
 ——— *sulcatum*, id.

*Astrea agaricites*, id. (Il nous paraît peu probable que cette Astrée soit la même que celle qu'a figurée M. Goldfuss.)

- Chaëtites ramulosus*, Mich.  
*Pelagia Eudesii*, id.  
*Cerriopora gracilis*, Gold.  
 ----- *verticillata*, id.  
 ----- *truncata*, Mich.  
*Pustulopora gracilis*, Mich. (non *Cerriopora*, id., Gold.).  
*Eschara dichotoma*, Gold.  
*Lymnorea sphaerica*, Mich.  
*Nullipora lycoperdioides*, id.  
 Fragment de criuoïde.  
*Nucleolites lacunosus*, Gold.  
*Arcopagia numismatis*, d'Orb.  
*Cyprina ligériensis*, id.  
 ----- *oblonga*, id.  
*Corbis rotundata*, id.  
*Cardium*.  
*Pectunculus subconcentricus*, Lam.  
*Trigonia sulcataria*, id.  
 ----- *dedalæa*, Sow.  
 ----- *crenulata*, Lam.  
 ----- *spinosa*, Sow.  
 ----- *sinuosa*, Park.  
 ----- *pennata*, Sow.
- Avicula anomala*, Sow. in Fit.  
*Pecten serratus*, Nils.  
 ----- *Nilsoni*, Gold. (*orbicularis*, Nils.).  
 ----- *quinquecostatus*, Sow.  
 ----- (Indét.).  
*Lima texta*, Gold., var.  
 ----- *aspera*, Mant.  
 ----- *undata*, Desh. (*apud Leym.*).  
*Ecogyra columba*, Gold.  
 ----- id. var., *minor* et *minima*.  
 ----- *auricularis*, Al. Brong.  
*Ostrea lateralis*, Nils.  
 ----- *carinata*, Lam.  
 ----- (indét.).  
*Anomia*.  
*Terebratula Menardii*, Lam.  
 ----- *lentoïdea*, Leym. (*an T. plebeia*, His.)?  
 ----- *prælonga*, Sow. in Fit.  
*Rotella Archiaciana*, d'Orb.  
*Turbo Goupilianus*, id.  
*Strombus inornatus*, id.  
*Ammonites rhotomagensis*, Al. Brong.  
 ----- *cenomanensis* (Musée du Mans).  
 Dents de *Lamna*.

Sous ces couches, vient une assise puissante de grès et de sable ferrugineux à gros grains, laquelle forme la base du promontoire qui porte la ville, et qui peut être observée, particulièrement dans une carrière ouverte à droite de la route avant d'entrer dans le faubourg.

Si, du Mans, on prolonge la coupe vers l'E. jusqu'à Montfort (pl. III. fig. 1), on voit les sables ferrugineux entre la ville et Connéré, puis, dans les monticules qui bordent la route, les bancs représentant le niveau des Trigones de Sainte-Croix. De Connéré à la Chapelle-Saint-Remy et autour de ce village, des carrières y sont ouvertes; mais les Trigones paraissent manquer, tandis que l'*Ecogyra columba* var. *minima* y est très répandue, surtout dans les excavations faites devant le château. Les collines qu'on traverse ensuite en se dirigeant vers Montfort appartiennent à cet étage. Elles en présentent les diverses couches suivant leur élévation, et celle du bourg, étant la plus haute, est aussi la plus complète.

A l'O. du Mans, les sables et grès ferrugineux sont encore plus développés, quoique nous n'ayons pas aperçu les bancs coquilliers vers le haut. Du faubourg à Saint-Aubin, l'assise inférieure des sables et des grès précédents devient argileuse et bariolée de rouge lie de vin. Les grès ferrugineux sont exploités à la partie supérieure, et le sommet de la colline qui domine le village est formé par des grès quarzeux tertiaires qui semblent être superposés immédiatement aux grès secondaires. Ces grès, de l'étage supérieur des environs de Paris, sont gris-blanc, très durs, et constituent un banc de 1<sup>m</sup>,50 d'épaisseur assez régulièrement stratifié mais fendillé. Ce banc est subordonné à une masse de sable blanc, plus ou moins

souillé d'oxyde de fer, et est exploité sur plusieurs points au N.-O. de Saint-Aubin. Nous n'y avons trouvé aucune trace de coquille, mais les empreintes de feuilles dicotylédonées y sont assez communes.

En descendant vers Saint-Saturnin, toutes les buttes sont formées de sable et de grès ferrugineux (*roussart* des ouvriers). Les grès sont composés de grains de quartz, blanc laiteux ou hyalins, plus ou moins gros, colorés à la surface et faiblement agglutinés par de l'hydrate de peroxyde de fer. Ils sont disséminés dans les sables comme à l'entrée de Sainte-Croix. Nous y avons observé des fragments d'ossements qui paraissent être assez fréquents dans cet étage supérieur du grès vert, d'après les nombreux échantillons que nous avons vus dans le musée de la ville, et qui ont fait donner à ces grès le nom de *grès zootiques*. Il en est de même de Saint-Aubin à Milesse; mais un niveau d'eau qu'on aperçoit vers le pied des collines annonce la présence des glaises grises, un peu glauconieuses, placées sous les sables précédents. Ces dernières, exploitées pour la fabrication de carreaux qui est au N.-O. de Saint-Aubin, et les glaises sableuses panachées de jaune et de rouge lie de vin que l'on voit souvent au-dessus, ont une certaine analogie avec celles du département du Cher.

Dans la tranchée de la nouvelle route de Lavardin, à moitié chemin de ce village à Saint-Aubin, on trouve des sables argileux, glauconieux et ferrugineux, avec des plaquettes de grès ferrugineux, puis au-dessous, des glaises grises et jaunes quelquefois feuilletées, reposant sur un calcaire marneux et sableux, jaunâtre, en rognons très durs et très tenaces vers le centre, et appartenant au groupe moyen de la formation oolitique (pl. III, fig. 1). A partir de ce point et en se dirigeant vers l'O., ces calcaires se voient constamment vers le fond des vallées. Ils sont exploités à la ferme de Lantonnrière sur la commune de Dégré, et servent à l'empierrement des chemins. On ne les voit que sur une épaisseur de 3 à 4 mètres. Les espèces fossiles que nous y avons recueillies sont les suivantes :

*Berenicea diluviana*, Lamour.  
*Cidarites subangularis*, Gold.  
*Spatangus anatis*, id. (*Dysaster*, id. Ag.).  
*Serpula tetragona*, Sow.  
 ——— *conformis*, Gold.  
*Lutraria jurassi*, id.  
 ——— *Alduini*, id.  
*Unio abductus*, Phil.  
*Isocardia excentrica*, Voltz.  
*Sanguinolaria undulata*, Sow.  
 Moule voisin de la *Mya rugosa*, Roem.  
*Trigonia costata*, Sow., var. *elongatissima*.  
 ——— *cuspidata*, id.  
*Pholadomya carinata*, Gold.  
 ——— (indét.).  
*Lima duplicata*, Sow.  
 ——— *semicircularis*, Gold.  
*Avicula inaequalis*, Sow.

*Modiola cuneata*, Sow.  
*Venus tenuis*, Kock.  
*Pecten demissus*, Phil.  
 ——— *fibrosus*, Sow.  
*Ostrea duriuscula*, Phil. (*O. menoides* de Munst., Gold.).  
*Gryphæa* (nov. sp.).  
*Terebratula coarctata*, Sow.  
 ——— *socialis*, Phil.  
 ——— *emarginata*, Sow.  
 ——— (deux espèces indéterminées).  
*Melania striata*, Sow.  
*Pleurotomaria* ou *Trochus*.  
*Ammonites macrocephalus*, Schlot. (aff. *A. Herveyi*, Sow?).  
 ——— *fonticola*, de Buch.  
 ——— *decepiens*, Sow.

Avant de continuer vers le N. l'examen de cette coupe occidentale, nous donnerons quelques détails sur le sondage exécuté au Mans de 1831 à 1834, et dans lequel on a traversé les couches suivantes (l'orifice du trou était à 18 mètres au-dessus du niveau de la Sarthe) :

Remblais et terre végétale. . . . .	2 <sup>m</sup> ,66
Sable glauconieux et argile sableuse. . . . .	5 ,59
Argile et fer hydroxydé géodique. . . . .	0 ,15
Sable, grès vert et argile panachée. . . . .	6 ,84
Argile grise micacée. . . . .	1 ,33
Sable, argile coquillière et sableuse, grès vert. . . . .	5 ,33
Sable quarzeux gris. . . . .	12 ,41
Argile sableuse bleuâtre. . . . .	4 ,00
Sable gris. . . . .	1 ,33
Sable quarzeux gris. . . . .	3 ,00
Argile bleue, sable vert et grès vert alternant. . . . .	2 ,50
Argile bleue compacte. . . . .	3 ,33
Argile sableuse bleuâtre. . . . .	2 ,66
Sable vert. . . . .	4 ,50
Argile sableuse bleuâtre. . . . .	3 ,50
Grès vert, argile noire et verte alternant. . . . .	3 ,33
Argile sableuse verte. . . . .	6 ,50
Argile noire compacte. . . . .	6 ,84
Argile bleue et sable vert . . . . .	9 ,30
Grès vert, argile bleue et calcaire siliceux alternant. . . . .	6 ,45
Alternances de sables verts, de grès verts, d'argiles tantôt presque pures, tantôt sableuses, et de calcaires siliceux semblables en général aux assises précédentes; l'argile tend à prédominer, et devient très compacte dans les 50 à 60 derniers mètres. . . . .	115 ,41
Total. . . . .	206 <sup>m</sup> ,66

(Eau ascendante à 11 mètres en contre-bas du sol.)

M. Degouée rapporte cette longue série d'alternances argileuses et arénacées à la formation crétacée inférieure, et il est probable qu'il en est ainsi, malgré tout ce que ce développement exceptionnel peut avoir d'extraordinaire, comparé aux affleurements connus des deux étages inférieurs. En ajoutant encore 20 mètres pour l'épaisseur des calcaires et sables à Trigonies, le groupe entier, en supposant que le forage ait atteint sa base, n'aurait pas moins de 226 mètres d'épaisseur totale, et cela à quelques lieues seulement de l'ancien rivage crétacé, tandis qu'il en a à peine 115 au-dessous de la vallée de la Loire, éloignée de 15 lieues de ce même rivage au S.

On pourrait s'étonner peut-être qu'un forage exécuté à travers une telle épaisseur de couches argileuses et sableuses, comparables à celles de la vallée de la Loire, où la plupart des puits ont réussi, n'ait point amené d'eau jaillissante; mais la cause de ce résultat négatif doit être attribuée, suivant nous, au peu d'étendue



du bassin, comparée à sa profondeur. Ce n'est en réalité qu'une poche ou un vase profond rempli par une succession de couches courtes, plus ou moins horizontales et contiguës chacune, ou au moins le plus grand nombre, aux parois du vase. Or, ces couches ne se relevant pas assez haut le long de ces mêmes parois, ou ne les atteignant pas du tout, il en résulte que les nappes d'eau qu'elles peuvent contenir ne sont pas soumises à une pression hydrostatique suffisante pour remonter à la surface, comme dans un bassin ordinaire, où les couches continues s'emboîtent les unes dans les autres, et sont d'autant plus relevées sur leurs bords qu'elles sont plus anciennes.

La route du Mans à Alençon (pl. II, fig. 10) traverse, à la sortie du faubourg, une butte de sable ferrugineux à gros grains de quartz, recouverte par le diluvium, et peut-être par quelques grès tertiaires semblables à ceux de Saint-Aubin, et dont on voit des blocs dans les chemins qui se dirigent vers la rivière. En redescendant le tertre, on trouve un dépôt de marne et de calcaire lacustre dont l'épaisseur paraît être assez considérable, et qui s'est formé dans une dépression des sables ou des grès. Ce dépôt, sans doute postérieur aux grès tertiaires des environs, serait de l'âge du calcaire lacustre supérieur. Il est exploité sur plusieurs points et s'étend à peu près l'espace de 2 kilomètres; nous n'y avons point trouvé de fossiles, mais il est probable qu'il se rattache à celui dont nous avons observé des fragments plus à l'O. dans la direction de Saint-Aubin, et dans lesquels nous avons reconnu une *Lymnée* voisine de la *L. longiscata*, des *Planorbes* et des *Paludines*.

Un peu avant de passer le ruisseau, la route traverse un autre monticule composé de craie micacée avec *Exogyra columba*. Cette couche est peu épaisse, et paraît reposer directement sur le sable ferrugineux qui forme au-delà toute la montée et le plateau de Maule, et où se trouvent quelques grès friables subordonnés, des glaises ferrugineuses un peu feuilletées, et des rognons de fer hydroxydé. Le contact de la craie micacée et des sables ferrugineux, sans l'intermédiaire des couches à ostracées et des bancs à *Trigones* si développés, une lieue et demie au S., serait, si nous ne nous sommes point trompé, un fait assez remarquable en ce qu'il prouverait l'existence d'un hiatus résultant d'un changement considérable dans le régime des eaux de cette période.

Les sables ferrugineux se prolongent ensuite sous la Bazoge et jusqu'à la descente de la Vequerie, où l'on voit sortir de dessous, des glaises grises, bleuâtres ou jaunes sans fossiles, exploitées pour les tuileries et les briqueteries des environs. Ces glaises impures, plus ou moins sableuses et de 7 à 8 mètres d'épaisseur, reposent, dans le vallon de Saint-Jean-d'Assé, sur des calcaires noduleux et marneux, gris-jaune, entourés de marne jaune, terreuse ou grisâtre, et dans lesquels plusieurs carrières sont ouvertes en descendant vers Saint-Marceau. On trouve dans ces couches, analogues à celles de Lantonnière, la *Serpula tetragona*, la *Trigonia costata* Var. *elongatissima*, le *Pecten fibrosus*, des *Ammonites*, des *Térébratules*, des *Polypiers*, etc.

Ainsi, au N. et à l'O. du Mans, comme à l'O. de La Flèche, les sables et les grès ferrugineux reposent sur des glaises sableuses, grises, jaunes ou bleuâtres sans fossiles qui constituent la base de la formation crétacée, et qui recouvrent à leur tour des calcaires marneux et sableux, gris ou jaunes, appartenant au groupe moyen de la formation oolitique.

Les sables ferrugineux cessent de se montrer au N. de Saint-Marceau, et le groupe du grès vert, le seul qui subsiste de toute la formation, n'est plus représenté lui-même que par des lambeaux isolés et peu épais de sables argileux ou d'argiles vertes, épars, soit à la surface des couches oolitiques, comme au village du Buisson sur le bord de la forêt de Perseigne, à Cuissey, au N.-O. d'Alençon, soit même sur le terrain de transition, comme sur l'ancienne route d'Alençon à Argentan, etc.

D'Alençon à Mortagne, des sables ferrugineux, dont l'âge nous paraît douteux, recouvrent le plateau entre Lanchal et le Guet, les calcaires oolitiques constituant toujours le sol fondamental jusqu'au Ménéil. Les sables verts commencent après ce village. Ils se prolongent sous la forêt de Bourse, puis occupent la surface du plateau de Bois-Soyer jusqu'à la descente de la Barre un peu avant Mesle, où les bancs oolitiques occupent le fond de la vallée et une partie des pentes. De ce point à Boèce et jusqu'au hameau des Mares, les sables verts et les argiles forment la partie supérieure des collines, l'oolite les talus inférieurs et le fond des vallées. La rampe de la route, depuis Launai jusqu'à Galions, est entièrement coupée dans les couches oolitiques, qui constituent aussi seules le plateau jusqu'à Mortagne.

Ainsi, jusqu'à Saint-Jean-d'Assé, toute la ceinture occidentale du bassin ne nous avait offert, à la jonction des formations oolitique et crétacée, que des sables ferrugineux reposant sur des argiles sableuses, grises, jaunes ou quelquefois bariolées de rouge et sans fossiles; mais depuis les environs d'Alençon, commencent des dépôts d'un autre caractère, et peut-être un peu plus anciens: ce sont des glaises et des sables verts, plus ou moins foncés, qui recouvrent les groupes oolitiques, et dont l'âge nous sera révélé par l'examen de la coupe suivante.

#### § IV. Coupe orientale de Saint-Calais à Mortagne.

A un kilomètre à l'E. de Bessé, village situé dans la vallée de la Braye, à deux lieues et demie au S. de Saint-Calais, on exploite la craie micacée dans un vallon qui se prolonge au-dessus de la Godelinière. La craie se montre sur une hauteur de 12 à 15 mètres. Elle est d'un gris blanc, tendre, tachante, bréchoïde, sans stratification bien distincte, et remplie d'*Inoceramus mytiloides* et de silex gris-blanc. La craie jaune manque tout à-fait, ainsi que la partie supérieure de la craie micacée avec ses Trigonies, ses Polypiers et ses petites Térébratules striées, si abondantes à Troo et à Montoire; on ne trouve plus que les parties moyenne

et inférieure, caractérisées comme partout par *Inoceramus mytiloides*. Les silex sont aussi moins nombreux que vers le haut de l'étage dans la vallée du Loir.

En descendant le vallon, on atteint le grès vert près de la maison Laubras. C'est un grès grossier, jaunâtre, calcarifère, avec points verts, en rognons disséminés dans un sable de même nature, avec Huîtres, Exogyres, Trigonies, etc. Le contact immédiat des deux groupes peut se voir contre le jardin de la première maison, que l'on trouve sur la droite en descendant, et à la naissance d'un fossé de clôture ouvert à 20 mètres à l'E. de cette maison.

En suivant plus bas le chemin de Bessé jusqu'à la rivière, on longe des escarpements de 12 à 15 mètres de hauteur. C'est toujours un grès calcarifère jaunâtre, plus ou moins dur, en rognons, avec empreintes de Cyprine, de *Trigonia sinuata*, de *Pecten quinquecostatus*, d'*Exogyra columba minor*, d'*Ammonites cenomanensis*, etc. Ainsi, dans cette coupe non plus que dans toutes les vallées en remontant l'Anille et la Braye, on n'aperçoit point encore de traces de l'étage inférieur du second groupe. Ce n'est que plus à l'O. que nous avons vu les dépôts de cet ancien rivage bien caractérisés par l'association de l'*Ostrea biauriculata* aux *Exogyra columba* et *flabellata*.

Le poudingue incohérent marno-siliceux est toujours très épais sur ces collines et sur leurs pentes. En descendant à Saint-Gervais, les sables ferrugineux sortent de dessous ce poudingue. De l'autre côté de la rivière, derrière les maisons, sur le chemin de Marolles, les sables et grès ferrugineux forment des lits minces alternant; au-dessus, viennent les grès calcarifères en rognons dans un sable glauco ferrugineux de même nature, puis un banc de grès calcarifère gris, dur, compacte, avec points verts et *Trigonia sinuata*, des Peignes, des Limes, des Cyprines semblables aux espèces du Mans, un *Myoconcha*, le *Strombus inornatus*, etc. Dans le chemin même, on voit ces bancs du grès vert surmontés immédiatement par la craie marneuse et glauconieuse qui forme le reste de la colline.

De ce point jusqu'à Saint-Calais, le grès vert borde constamment la route. La partie moyenne des collines est formée par la craie micacée, le sommet par le poudingue tertiaire. A l'E. et à l'O. de Saint-Calais (pl. I, fig. 6), les pentes inférieures sont aussi de sable et de grès ferrugineux, recouverts de craie marneuse, micacée, glauconieuse, sans silex, puis de craie avec silex blancs, panachés de gris et de noir, semblables à ceux de la craie de Blois. Au-dessus, viennent successivement un premier banc de silex avec argile sableuse rouge, une couche d'argile impure, brun-rouge panachée de vert, et une seconde couche de silex et d'argile sableuse rouge, avec des fragments de grès vert. Au sommet de la colline, sur l'ancienne route de Montdoubleau, on remarque, sur le dépôt précédent, une couche de cailloux roulés et arrondis tout-à-fait distincts des autres, dont les angles sont toujours à arêtes vives.

Entre Saint-Calais et Montdoubleau, la craie micacée se montre presque partout à mi-côte, et au-dessus, reposent l'argile brune panachée de vert, des silex et des

argiles rouges. Le grès vert affleure sur les pentes inférieures de la vallée de la Braye. Aux environs de Sergé, on a exploité anciennement des grès bruns presque noirs, à gros grains, très ferrugineux, exportés assez loin pour les constructions, pour la confection de bornes et celle des pavés. Ces grès, semblables à ceux de la base de la colline du Mans, ont été particulièrement employés dans la construction de l'ancien château de Montdoubleau, dont la tour penchée repose sur les silex, puis sur la craie micacée

De Vendôme à Savigny, la craie est recouverte par un puissant dépôt de cailloux semblable à celui que nous avons signalé sur les plateaux environnants. En descendant vers Savigny, la craie repose sur une masse puissante de sable brun-vert avec des grès subordonnés, et après le village, on retrouve une craie avec silex, analogue à celle de Vendôme, et qui surmonte sans doute la craie micacée plus à l'O. De ce point à Saint-Calais, la craie est partout masquée par le dépôt de cailloux et de sable argileux et ferrugineux. Ainsi la craie jaune de Touraine, qui se continue au N. jusqu'au-delà de Châteaudun avec une grande épaisseur, ne se serait point étendue jusqu'à la vallée de la Braye, au moins dans cette direction, tandis que nous verrons la craie micacée se prolonger encore en nous avançant vers le nord.

A la sortie de Saint-Calais par la route de Vibraye, on trouve (pl. III, fig. 6) des sables ferrugineux, puis glauconieux, enveloppant de gros rognons de grès, au centre desquels se trouve souvent l'*Ammonites cenomanensis*. Plus haut, vient un grès jaune ou rose, calcarifère, d'une structure bréchoïde et irrégulière, recouvert à stratification discontinue par une couche de craie micacée, friable, avec points verts et qui passe à une craie marneuse avec quelques silex gris. Le tout est surmonté de dépôts de silex avec glaise et sable rougeâtre. Les grès calcarifères jaunes avec points verts renferment de petits polypiers, des baguettes d'échinides, des Limes, des Peignes, les *Trigonia sinuata*, *sulcataria* et *spinosa*, les *Ostrea semiplana*, Sow., et *hippodium*, Nils., l'*Exogyra columba minor* et *minima*, etc., fossiles qui, joints aux autres caractères de ces bancs, établissent d'une manière certaine leur parallélisme avec les couches à Trigonies du Mans.

Plus loin, en montant la nouvelle rampe de la route de Berfay, les grès glauco-ferrugineux se montrent au pied de la colline, recouverts par une couche mince de craie glauconieuse à laquelle succède un énorme développement de silex, d'abord enveloppés dans un sable jaune-brun, ce qui a toujours lieu près des affleurements de sables ferrugineux, puis dans des marnes sableuses, blanches ou jaunes (pl. III, fig. 5 et 6); enfin, vers le haut des talus, sont des glaises panachées avec de grandes masses de silex molaire ou des grès poudingiformes, siliceux, quelquefois lustrés et à gros grains. Ces glaises forment un niveau d'eau sur le plateau, où l'on trouve aussi beaucoup de fragments un peu roulés de calcaire lacustre blanc.

Sous le plateau de la Rousselière, on exploite, par des puits de 27 à 28 mètres de

profondeur, le banc de craie marneuse avec Térébratules et Inocérames qui repose sur les sables ferrugineux, et dont l'épaisseur est de 5 mètres au plus. Ces puits traversent ainsi, sur une hauteur de 25 mètres, les dépôts tertiaires dont nous venons de parler. Avant d'arriver à Vibraye, la route coupe un petit mamelon formé de poudingue incohérent et de sable ferrugineux enveloppant des silex; puis en remontant, on voit les silex disséminés dans la marne sableuse. Celle-ci passe à un poudingue assez solide par place, et dont les nodules paraissent avoir été roulés.

Vibraye est bâtie sur les sables ferrugineux, qui, au N., sont aussi recouverts par les silex, mais moins développés qu'au S. Ces derniers diminuent même de manière à manquer tout-à-fait à 2 kilomètres de la ville. A la Charbonnière, ferme que l'on rencontre avant Laménay, on trouve encore, sous la terre végétale, une petite couche de craie glauconieuse, puis on descend sur des grès ferrugineux calcarifères et blanchâtres, et enfin sur les sables eux-mêmes qui portent les maisons de Laménay.

A la sortie du village, au N., commence à se montrer (pl. III, fig. 2 et 5) un ensemble de couches parfaitement distinctes des précédentes. C'est d'abord une argile sableuse, vert foncé, avec une grande quantité d'*Exogyra columba minima*, puis, au niveau de la route, quelques lits minces, peu solides et sub-schistoïdes de grès calcarifères glauconieux. Au-delà du ruisseau, on trouve un sable très chargé de points verts avec *Pecten asper* et Spondyle, puis un grès micacé, gris-vert ou blanchâtre, glauconieux, tantôt dur, bréchoïde, sec, à cassure anguleuse, tantôt argileux, tendre, à cassure terreuse et renfermant les fossiles suivants : *Cardium Hillanum*, Sow., souvent très déformé; *Cardium*, deux espèces nouvelles; *Arca carinata*, Sow.; *Pecten asper*, Lam.; *P. quinquecostatus*, Sow.; *P.* (espèce lisse avec des stries circulaires), *Spondylus*, *Trigonia dedalæa*, Sow.; *Gryphæa vesiculosa*, Sow.; *Exogyra haliotoidea*, Gold.; *Ammonites*, voisine de certaines variétés de l'*A. Mantelli*, Sow.

En continuant à s'avancer vers les Maisons-Rouges, les côtés de la route montent, sur une épaisseur de 16 à 18 mètres, des marnes sableuses gris-cendré avec points verts et mica et renfermant des lits minces, subordonnés, très réguliers, de grès gris, secs, assez durs, plus ou moins rapprochés les uns des autres et quelquefois prenant la forme de rognons très aplatis. Ces couches se prolongent au N. avec les mêmes caractères jusqu'à environ 50 ou 60 mètres seulement des carrières de Cherré (pl. III, fig. 2 et 5), ouvertes dans les calcaires oolitiques, contre lesquels elles viennent buter ou se terminer en biseau.

Telles sont les couches les plus inférieures de la formation crétacée dans cette partie du bassin, et qui se séparent nettement par leurs caractères minéralogiques, par quelques uns de leurs fossiles et par la discontinuité de leur stratification des grès ferrugineux qui les recouvrent. Cette séparation tranchée du premier étage du groupe des grès verts d'avec le second, séparation que nous verrons d'ailleurs se

maintenir constamment jusqu'à Mortagne, est un des faits les plus importants sur lesquels nous nous appuyerons pour établir la théorie de la formation de ces dépôts.

Les carrières de Cherré montrent à la partie supérieure un calcaire marneux, grisâtre, subcompacte, de 1 mètre d'épaisseur et très recherché pour la fabrication de la chaux. Au-dessous, est un lit de glaise, puis vient le banc exploité, dont l'épaisseur est aussi de 1 mètre. C'est un calcaire gris, marneux, empâtant de petites oolites brunes ou jaunes, et une grande quantité de moules et d'empreintes de petites coquilles assez semblables à l'*Astarte minima*, Phil. (1).

La Ferté-Bernard paraît être bâtie sur le prolongement des bancs oolitiques de Cherré. A environ 500 mètres de la ville, sur la route de Nogent-le-Rotrou, on voit successivement, à la seconde montée (pl. III, fig. 3), une marne gris cendré avec grains de quartz, puis un sable ferrugineux, des marnes rouges et panachées, enfin une terre jaunâtre enveloppant des fragments de silex, et dont l'épaisseur

(1) Coupe d'un forage exécuté au Luart, chez M. le marquis de Luart, à trois lieues au S. de La Ferté-Bernard, entre Vibraye et Connéré.

3 <sup>e</sup> GROUPE, 42 <sup>m</sup> ,44.	}	1. Terre végétale et sable tourbeux. . . . .	5 <sup>m</sup> ,00
		2. Sable jaune coquillier avec rognons de calcaire coquillier . . .	1 ,66
		3. Sable argileux avec pyrites et marnes alternant. . . . .	17 ,00
		4. Sable argileux jaune et rognons ferrugineux. . . . .	4 ,50
		5. Marnes sableuses avec plaquettes. . . . .	4 ,94
		6. Argiles sableuses et marnes. . . . .	12 ,20
		7. Sable quarzeux. . . . .	2 ,14
FORMATION OOLITIQUE, 54 <sup>m</sup> ,56.	}	8. Calcaire coquillier et marnes alternant . . . . .	7 ,12
		9. Sable quarzeux avec pyrites et rognons de calcaire coquillier . .	5 ,84
		10. Calcaire coquillier . . . . .	10 ,20
		11. Sable argileux avec rognons de calcaire coquillier . . . . .	1 ,30
		12. Argiles noirâtres. . . . .	0 ,95
		13. Marne grise et blanche. . . . .	4 ,15
		14. Argile noirâtre. . . . .	1 ,15
		15. Calcaire gris-blanc. . . . .	1 ,85
		16. Argile sableuse. . . . .	6 ,40
		17. Marne grise et blanche. . . . .	3 ,70
		18. Marne sableuse, calcaire coquillier et sable . . . . .	12 ,90
Total. . . . .			103 <sup>m</sup> ,00

(Point d'eau jaillissante.)

M. Degoussée regarde toute cette coupe comme faisant partie de la formation crétacée: mais bien que nous n'ayons point été sur les lieux, nous pensons que le troisième groupe, qui forme dans cette zone occidentale la base de la formation, s'arrête au n° 7; tout le reste appartiendrait, suivant nous, à la formation oolitique. Les couches 2 à 7 s'accordent très bien en effet avec ce que nous avons vu à la partie inférieure du troisième groupe au N. et au N.-O. du Mans, et elles confirmeraient en même temps la supposition que le forage de cette ville s'était trouvé dans des conditions tout-à-fait exceptionnelles et locales. Les couches 8 à 18 comprendraient les assises oolitiques supérieures de Cherré, et descendraient probablement jusqu'à celles de Lantonnière et de Saint-Jean-d'Assé, ou peut-être plus bas encore. Enfin ce que nous connaissons de ces étages oolitiques dans le pays environnant rendrait compte du peu de succès des recherches d'eau jaillissante.

est de 4 à 5 mètres. En descendant, on retrouve les marnes grises, sableuses, avec les mêmes caractères qu'au S. de Cherré. Il est probable que les sables ferrugineux et les marnes rouges ou panachées, malgré leur superposition immédiate aux marnes grises à points verts, sont de l'époque tertiaire; cependant nous n'émettons cette opinion qu'avec doute, puisque ce pourrait être aussi bien un lambeau du premier étage. Au-delà, se succèdent des couches glauconieuses et argileuses semblables à celles de Laménay à Cherré, et constituant les divers mouvements du sol jusqu'à quelques centaines de mètres avant d'atteindre la côte de Queux.

Cette colline, comme l'indique la coupe, fig. 3, pl. III, est entièrement formée par l'étage des sables ferrugineux qui recouvre le précédent, et qui n'a pas moins de 80 à 85 mètres d'épaisseur. A diverses hauteurs, on y trouve subordonnés, en lits plus ou moins minces ou en rognons, des grès calcarifères, jaunes, endurcis, et de petits nodules spongiformes de marne blanche ou grise. Vers la base, on remarque beaucoup d'*Exogyra columba minima* changées en orbicules siliceux. Des zones brunes plus ou moins foncées se voient aussi à divers niveaux dans la masse de sable. Les bancs de calcaire sableux renferment une très grande quantité de moules et d'empreintes de *Trigonia sulcataria*, *crenulata* et *spinosa*, de Cyprines, etc. Ces traces de corps organisés se voient surtout dans le banc supérieur, dont l'épaisseur est de 3 mètres, et qui correspond à celui de Saint-Calais et des environs du Mans.

Le sol du plateau est formé par un dépôt assez épais de silex brisés, empâtés dans une glaise rouge, et qui se prolonge jusqu'à la descente vers Nogent-le-Rotrou. Le sous-sol continue à être composé de sables ferrugineux que l'on trouve encore bien développés vers le bas de cette descente, à droite de la route, avant les premières maisons du faubourg. Sur le versant oriental de cette même colline, une craie dure, sèche, blanc-gris ou jaune, semble lui être adossée. Dans le coteau opposé, la craie est tendre, grise ou blanche, marneuse, avec des silex noirs ou gris, et recouverte par des calcaires siliceux lacustres très développés. Il en est de même de la colline qui porte le château, et dont la base crayeuse ressemble à la craie à silex de Blois et de Vendôme. Ainsi sur ce point, comme à Savigny, il n'y aurait aucun intermédiaire entre cette craie et les sables ferrugineux, et le groupe de la craie tuffeau tout entier, tel que nous l'avons limité et caractérisé, manquerait complètement.

Au-delà de l'Huisne, sur la route de Bellesme, la craie ne tarde pas à être remplacée à la surface du sol par le groupe du grès vert, dont les étages inférieurs, glauconieux, argileux et arénacés, sont particulièrement développés à la grande côte de Saint-Aubin(1). Le faubourg de Bellesme est sur des cal-

(1) M. Alc. d'Orbigny (*Bull. de la Soc. géol.*, t. XIII, p. 356) a signalé entre Saint-Côme et La Ferté-Bernard la craie micacée avec *Ammonites rhotomagensis*, recouvrant les sables ferrugineux, mais cet étage remonte-t-il réellement aussi loin vers le nord?

caires oolitiques dont on voit la coupe suivante dans la carrière située à l'entrée de la ville.

1° Marnes grises avec de petites Huîtres et quelques bancs oolitiques subordonnés. . . . .	1 <sup>m</sup> ,50
2° Calcaire gris. . . . .	0 ,30
3° Calcaire marneux avec quelques bancs plus solides. . . . .	1 ,50
4° Calcaire jaunâtre subcompacte . . . . .	0 ,30
5° Calcaire marneux gris avec de petites Huîtres, <i>Mytilus sublævis</i> , Sow., et divers moules d'autres fossiles. . . . .	1 ,00
6° Bancs exploités et bien stratifiés de calcaire blanc, un peu jaunâtre, complètement oolitique, et dont les oolites, creuses ou remplies de calcaire blanc pulvérulent, sont de grosseur très variable et reliées par un ciment spathique.	

La ville est bâtie sur un lambeau de l'étage moyen du grès vert, que l'on suit jusqu'au bas de la descente de la route de Mortagne, où se montrent les calcaires jaunes oolitiques avec *Diceras moritaniensis nov. sp.* (pl. III, fig. 4 et 5). A l'entrée de la forêt, ces calcaires sont recouverts par un sable vert un peu argileux, rudiment de l'étage inférieur que nous verrons mieux caractérisé vers le N., et auquel succèdent des argiles grises à points verts, et des lits minces subordonnés de grès grisâtres. Au-dessus, viennent les sables ferrugineux qui occupent toute la forêt, et qui sont surmontés d'un dépôt de transport composé de sable argileux rouge ou jaune, avec de nombreux fragments de silex et de calcaire.

En descendant de la forêt, on retrouve les couches argilo-sableuses grises avec points verts, et des grès subordonnés qui se prolongent jusqu'à vers le Pin. Ce village est bâti sur un grès marneux, jaunâtre, tacheté de gris verdâtre, blanchâtre, endurci par place, et prenant alors une teinte gris-bleu. La roche est micacée, à cassure terreuse, à grain très fin, généralement bréchoïde, fort légère, et sans stratification distincte. A la partie supérieure, règnent un ou deux cordons de silex bruns ou gris, se fondant avec la roche, qui en cet endroit est un peu celluleuse et paraît renfermer des traces d'empreintes végétales. Cette espèce de psammite, qui se voit à droite en descendant contre les premières maisons du village, est exploitée, en outre, au niveau de la rivière, le long d'un chemin qui s'écarte à gauche de la route. Les fossiles y sont rares et peu déterminables.

La continuation de la coupe vers Mortagne fait voir que ces couches, dont l'épaisseur est de 12 à 15 mètres, ne sont réellement qu'une modification de la partie moyenne de cet étage du grès vert. A la hauteur de la Briqueterie, la partie inférieure est exploitée par des puits pour l'amendement des terres; c'est un calcaire sableux marneux, blanc-grisâtre, micacé, friable, à points verts, avec *Inoceramus*, *Trigonia crenulata*, *Pecten quinquecostatus*, *Lima Hoperi* Sow., et *Hamites armatus* Sow. Les caractères minéralogiques de cette roche, si l'on n'avait pas des superpositions aussi précises que celles que nous avons indiquées, la feraient certainement placer dans le groupe de la craie tufau. Les psammites jaunes du Pin sont traversés pour l'atteindre, et on les voit affleurer vers Saint-Denis dans les



fossés qui bordent la route. Au-delà du pont, le calcaire glauconieux et sableux inférieur se montre un instant pour être bientôt recouvert par les psammites ou grès marneux, micacés, jaunes, très développés sur ce point. Des puits ouverts dans les champs de distance en distance, pour l'extraction de la craie marneuse et glauconieuse, permettent de la suivre constamment, quoique masquée à la surface par les roches silicéo-alumineuses, qui s'amincissent à mesure qu'on s'avance vers le pied de la colline de Mortagne, où l'on n'en voit plus de traces.

Les couches inférieures seules s'y montrent et se relèvent un peu en approchant des calcaires oolitiques, sur lesquels elles reposent, à 300 mètres environ des premières maisons du faubourg. Ces calcaires tendres, glauconieux et sableux, forment encore un mamelon allongé qui borde la route à l'O., et l'on peut en voir une coupe naturelle dans le vallon des Loges; ils se continuent à l'E. de la ville en tournant autour de la butte des Capucins, pour se terminer avant le chemin qui descend à Loisé. La butte des Capucins est une masse de sable ferrugineux de 20 à 25 mètres d'épaisseur, située à l'E. de la ville, et qui repose sur les calcaires glauconieux, représentant ainsi un lambeau des sables de la forêt de Bellesme. Ces sables sont jaunes ou blancs, avec des plaques de grès ferrugineux; ils renferment des veines et des zones horizontales plus ou moins brunes ou d'un jaune vif. et sont recouverts par un dépôt de transport de 5 mètres d'épaisseur, avec des silex brisés non roulés. Ainsi les sables verts, et les glaises inférieures, puis le calcaire marneux blanc à points verts, se sont déposés contre une falaise oolitique au S. et au S.-E. de Mortagne, et les sables jaunes, blancs et ferrugineux qui ont recouvert le calcaire au S.-E., se présentent aujourd'hui comme une dune isolée, par suite sans doute d'une dénudation plus générale et d'autant plus facile que ces sables étaient plus meubles. Les principaux fossiles des calcaires glauconieux, gris-blanc, tendres et exploités pour le marnage aux environs de la ville, sont les suivants :

*Chenendopora*, plusieurs espèces.

*Spatangus truncatus*, Gold. (*Holaster*, id., Ag.)

————— *acutus*, Desh. (*Micraster*, id., Ag.)

*Panopæa mandibula*, d'Orb.

*Corbis cordiformis*, d'Orb.

*Cyprina cordiformis*, id.

*Cardium hillanum*, Sow.

*Trigonia crenulata*, Lam.

————— *spinosa*, Sow.

————— (indét., peut-être *T. Archiaci*, d'Orb.).

*Pecten quinquecostatus*, Sow., très grand.

*Lima Hoperi*, Sow.

*Inoceramus*.

*Spondylus*.

*Diceras Lonsdalii*, Sow. in Fit.

*Trochus* ou *Pleurotomaria*.

*Ammonites Mantelli*, Sow., plusieurs variétés.

*Nautilus Dionisius*, Les.

Au N.-E. de la ville, sur la route de Paris, les couches oolitiques offrent la série suivante de haut en bas.

1° Calcaire blanc compacte, irrégulièrement fissile et en plaquettes. . . . .	3 <sup>m</sup> ,00
2° Glaise sableuse. . . . .	0 ,25
3° Calcaire gris compacte. . . . .	2 ,00

4° Glaise grisâtre. . . . .	1 ,00
5° Calcaire blanc compacte. . . . .	1 ,00
6° Glaise grisâtre. . . . .	0 ,40
7° Calcaire blanc. . . . .	0 ,25
8° Sable jaune. . . . .	0 ,60
9° Calcaire compacte gris-blanc. . . . .	1 ,00
10° Grès calcarifère jaune-brun. . . . .	0 ,50
11° Calcaire compacte, oolitique, blanc-grisâtre. . . . .	2 ,00
12° Calcaire à oolité cannabine. . . . .	2 ,00
13° Calcaire avec <i>Diceras moritaniensis</i> , et autres fossiles à l'état de moules . . . . .	0 ,50
14° Calcaire blanc-jaunâtre, avec oolites milliaires, cannabines, pisaires, avellanaires et moules de coquilles. . . . .	6 ,00

Ici se termine la partie de la coupe donnée par la tranchée de la route; le reste jusqu'au fond de la vallée, sur une hauteur de 20 à 22 mètres, se voit en remontant par un chemin un peu plus au N. Ce sont des calcaires oolitiques marneux, blanchâtres, peu solides, avec des oolites irrégulières et de toutes les grosseurs. Ces oolites sont formées de calcaire compacte jaunâtre, et montrent quelquefois des zones concentriques; elles se détachent très facilement de la pâte enveloppante qui renferme aussi beaucoup de moules de fossiles semblables à ceux de la couche n° 14, dont ces bancs ne sont que la continuation vers le bas. Ainsi ces calcaires et les oolites qu'ils renferment diffèrent essentiellement de ceux de Bellesme.

Nous y avons trouvé les fossiles suivants: *Pholadomya ovalis*, Sow. *Lucina Elsgaudixæ* Thurm. (*L. substriata* Roem.), *Corbis*, Vénus ou Cyprine, *Cardium?* *Cardium nov. sp.*, ayant quelques rapports avec le *C. pesbovis* Nob., *Diceras moritaniensis* Nob. *Modiola inclusa* Phil.? *Terebratulula obtusa* Sow. *Natica adducta* Phil., *Turritella muricata* Sow.

Les désignations minéralogiques de craie marneuse, de craie tufau et de craie glauconieuse, employées par M. Blavier (1) pour les couches crétacées que nous venons de décrire aux environs de Mortagne et de Bellesme, nous font craindre que ce géologue ne se soit peut-être pas bien rendu compte de la position de ces couches dans l'ensemble de la formation, et qu'il ne les ait confondues avec les roches du véritable groupe de la craie tufau, dont elles sont si éloignées géologiquement; nous regrettons aussi de n'avoir pu reconnaître sous ces assises crétacées des représentants réels de l'étage de Kimmeridge.

Au-delà de Mortagne, le groupe du grès vert, réduit aux couches sableuses et argileuses vertes, et à quelques calcaires glauconieux ou grès subordonnés qui en constituent les étages inférieurs, forme une bande étroite ou des lambeaux isolés reposant sur l'*Oxford clay* d'après M. Blavier et dirigés du S. E. au N.-O., de Moutiers-au-Perche, par Longny et Moulins-la-Marche jusqu'à Montabart, sur la limite du département du Calvados. Ce groupe atteint presque ainsi

(1) *Loc. cit.*

le point le plus élevé de cette partie de l'axe du Mellerault, dont l'altitude à Champhaut est de 321 mètres. A partir du bord méridional de la forêt de Saint-Evrout, où M. Boblaye l'a signalé à une altitude de 311 mètres, le grès vert s'abaisse vers la mer.

Mais à 9 lieues au N.-O. de Montabart, on trouve, exactement sur le prolongement de cette ligne, un petit lambeau crétaqué, perdu pour ainsi dire au milieu des schistes et des quartzites de transition, à une hauteur au moins égale, si ce n'est même plus considérable, qu'au bord de la forêt de Saint-Evrout, puisque la butte de grès du Mont-Pinçon, contre laquelle il est adossé, atteint 363 mètres d'altitude (1). M. de Caumont (2), convaincu de l'importance géologique de ce point, y fit faire en 1825 et les années suivantes des fouilles qui lui permirent de reconnaître que ce lambeau du Plessis Grimoult était ainsi composé de haut en bas :

1° Glaise noire. . . . .	4 <sup>m</sup> , 60
2° Calcaire jaunâtre, avec quelques fossiles. . . . .	1, 00
3° Calcaire blanc taché de jaune, avec fossiles. . . . .	0, 20
4° Calcaire dur, avec points verts abondants et quelques fossiles. . . . .	0, 30
5° Marnes sableuses gris-bleu, reposant probablement sur le terrain de transition.	

Les fossiles cités dans ces divers bancs à partir du n° 2 sont des dents de squales, des fragments de crustacés brachyures, l'*Exogyra columba minima* à l'état siliceux, ainsi que plusieurs espèces de Trigonies, le *Pecten quinquecostatus* et un grand nombre de coquilles à l'état de moule ou d'empreinte qui n'ont pas été déterminées, entre autres des fragments de deux espèces d'Ammonites.

Ce dépôt de 600 à 700 mètres au plus de longueur sur une largeur de 300 à 400 mètres et une épaisseur d'environ 7 mètres, repose, d'après M. de Caumont, sur les grès à l'extrémité de la bruyère du Plessis, et sur les schistes dans le vallon voisin situé sur la commune de Campandré. Par ses caractères comme par la position qu'il occupe, ce lambeau nous semble un témoin isolé de l'ancien prolongement de la bande de Nonant à Montabart, et appartenant aux étages inférieurs du grès vert.

Dans la direction de l'Aiglé et de cette ville à Glos-Laferrière (3), Montreuil-

(1) Quoique nous connussions l'existence et la place de ce lambeau, sa position, si remarquable par rapport à l'axe du Mellerault, nous avait complètement échappé, et c'est à la sagacité, si ingénieuse et si profonde à la fois, de M. Elie de Beaumont, que nous devons cette indication précieuse qui nous a mis aussi sur la voie de quelques considérations théoriques dont nous parlerons plus loin.

(2) *Essai sur la topographie géognostique du Calvados*, p. 275.

(3) Un forage entrepris par M. Flachat à Glos-Laferrière a été poussé jusqu'à 121<sup>m</sup>,49. D'après les détails donnés des 44 couches traversées, il semblerait que cet ingénieur les rapporte à la formation crétaquée. Cette commune se trouve cependant située sur un plateau de calcaire lacustre et de poudingue; et quoique le terrain tertiaire doive y être très puissant, la légende, jointe à la coupe,

Largillé et au-delà, la formation crétacée est recouverte d'un épais manteau de dépôt tertiaire sableux, marneux, caillouteux ou argileux qui sur certains points atteint une épaisseur de 40 mètres.

Le versant N. de la vallée de la Loire est limité, comme nous l'avons dit, par l'axe même du Mellerault; nous passerons actuellement sur le plan situé au N. de cet axe pour étudier les couches qui, s'étendant de là jusqu'à la mer et vers la Seine, sont coupées par les vallées de la Charentonne, de la Rille, de la Touques et de la Dive. Cette partie de notre travail sera beaucoup moins étendue que les précédentes, d'abord parce que la surface qu'elle comprend est moindre, et ensuite parce que les assises crétacées ont des caractères plus uniformes, et qu'elles ont été décrites avec assez d'exactitude pour que souvent nous n'ayons plus qu'à les caractériser d'une manière générale.

### CHAPITRE III.

#### Versant nord de l'axe du Mellerault.

Si de Nonant on se dirige vers Gacé on marche, en arrivant près de ce dernier bourg, sur des sables ferrugineux renfermant des couches subordonnées de grès brun, avec beaucoup de coquilles brisées, et dont les mieux conservées paraissent se rapporter à une *Avicule* voisine de l'*A. Bramburiensis* Phill.; puis viennent des grès tendres, extrêmement chargés d'oxyde de fer, et plus haut, des rognons polymorphes, spongiformes, en couches subordonnées, et enfin un lit d'argile gris-bleuâtre. La position et les caractères de ces couches arénacées ferrugineuses au S. de Gacé font d'abord naître quelques doutes sur leur âge véritable; mais l'examen des collines situées au N.-O. du bourg permet de préciser leur niveau géologique de la manière la plus exacte.

En sortant de Gacé par la route de Bernay, on trouve la coupe suivante de bas en haut à partir du four à chaux :

- 1° Calcaire marneux blanc-jaunâtre, brêchoïde, plus ou moins compacte ou oolitique, avec  
*Pholadomya carinata* Gold. *P. nov. sp.*; *Terebratula perovalis*, Sow. *T. bucculenta*  
 Sow. ? *Pecten vagans* Gold. Bronn (non Sow.); *Lutraria*, *Galerites depressus*, Lam. 10<sup>m</sup>,00

n'en fait aucune mention. L'altitude de ce plateau est probablement de 140 à 150 mètres. Il y a donc pour nous une grande incertitude sur les assises supérieures de cette coupe. Mais quoi qu'il en soit, le second groupe paraît descendre au-delà de 91<sup>m</sup>,68. Quant au troisième, il se trouverait très réduit, car il est douteux que le calcaire marneux gris, et les marnes qui règnent de 109 à 121<sup>m</sup>,49 dépendent du grès vert; elles sembleraient plutôt appartenir à la formation oolitique, ce qui expliquerait le peu de succès du forage et s'accorderait avec la proximité où ce point se trouve de l'axe du Mellerault.

2°	Sable très argileux, vert-noirâtre, sans fossiles, reposant immédiatement sur le calcaire oolitique, et formant le ciel de la carrière. . . . .	4 ,00
3°	Alternances de sable vert et de grès gris ou jaunâtre en lits minces. . . . .	6 ,00
4°	Grès calcarifère glauconieux, friable ou durci par place, <i>Nautilus Dionisius</i> , Les. ( <i>elegantoides</i> d'Orb.). . . . .	5 ,00
5°	Calcaire sableux, glauconieux, avec des rognons de grès grisâtre calcarifère. . . . .	6 ,00
6°	Sable glauconieux, calcarifère, faiblement agrégé par place. Fossiles nombreux. . . . .	7 ,00
7°	Sable calcarifère, glauconieux, grisâtre, durci, et donnant lieu à de petits rognons irréguliers et contigus. Fossiles nombreux. . . . .	3 ,00
8°	Sable rouge et silex recouvrant le plateau. . . . .	4 <sup>m</sup> ,00

La même superposition directe du grès vert au calcaire oolitique se voit encore dans la carrière de la Fangée, à une demi-lieue sur le prolongement S.-E. du même coteau.

Nous avons recueilli les fossiles suivants dans les assises 4, 5, 6 et 7, qui sont intimement liées et passent les unes aux autres.

*Fragos.*

*Cellepora.*

*Eschara.*

*Flustra.*

*Cerriopora mamillosa*, Roem.

*Lunulites cretacea*, Defr. (Spongiaire).

*Spatangus acutus*, Desh. (*Micraster*, id., Ag.).

----- id. var., *truncata*.

----- *bufo*, Al. Brong. (*Micraster*, id., Ag.).

----- *truncatus*, Gold. (*Holaster*, id., Ag.).

----- *nodulosus*, Gold. var. *minor*. (*Holaster*, id. Ag.).

*Nucleolites carinatus*, Gold. (*N. columbaria*, Lam.; *Catopygus*, id., Ag.).

*Galerites subuculus*, Lin. (*G. rotularis*, Lam.; *Discoidea*, Lesk.).

*Cidarites variolaris*, Al. Brong. (*Tetragramma*, id., Ag.).

*Echinus radiatus* Gold. (*Arbacia*, id. Ag.)

*Serpula gordialis*, Gold.

*Cyprina cordiformis*, d'Orb.

----- *intermedia*, id. ?

----- *rostrata*, Sow. in Fit.

----- *oblonga* d'Orb. ?

----- (indét.).

*Isocardia* (indét.).

*Corbis cordiformis*, d'Orb.

*Trigonia crenulata*, Lam.

*Arca ligeriensis*, d'Orb.

*Mytilus* ou *Lithodomus* (nov. sp.) ?

*Avicula*, voisine de l'*A. anomala*, Sow. in Fit.

*Inoceramus striatus*, Sow.

----- (indét.).

*Lima Dujardini*, Desh.

----- *Hoperi*, Sow.

----- *subovalis*, Sow. in Fit.

----- (indét.).

*Pecten æquicostatus*, Lam. (var. intermédiaire entre les *P. quinquecostatus*, Sow. et *tumidus*, Duj.

----- *asper*, Sow.

*Spondylus fimbriatus*, Gold.

----- *striatus*, Al. Brong.

*Ecogyra decussata* ? Gold.

----- *gaceensis*, Nob.

*Ostrea carinata*, Lam.

*Terébratula buplicata*, Sow.

----- id. var. in Fit.

----- — *Gibbsiana*, id.

----- *plicatilis*, id.

----- *prælonga*, id. in Fit.

----- (nov. sp.).

*Ammonites furcatus*, id. an *varians*, Sow. ?

*Turrilites tuberculatus*, id.

*Nautilus Dionisius*, Les.

Crustacés voisins du genre *Corystus*.

Si de Gacé on prend la route de Vimoutiers, on retrouve les mêmes sables et grès ferrugineux qu'au S. du bourg, et à un kilomètre environ, on les voit recouverts par un petit lambeau de calcaire oolitique. En montant ensuite le chemin de Grand-Val, à gauche de la route, on trouve successivement les grès ferrugineux avec luma-

chelle, jusqu'au quart de la hauteur, puis les calcaires marneux oolitiques du four à chaux de Gacé ayant à peu près la même épaisseur (14 à 15 mètres). Les Pholadomyes y sont assez rares, à la vérité, mais tous les autres caractères de la roche sont identiques. Ces assises sont recouvertes de sables argileux vert foncé, auxquels succèdent toutes les assises de grès glauconieux calcarifères, de sables, etc., que nous venons de décrire à la sortie de Gacé sur la route de Bernay. Cette coupe complète, que l'on peut vérifier encore dans d'autres chemins, dirigés comme celui-ci à l'O. de la route, établit d'une manière incontestable la position des grès ferrugineux, qu'au premier abord on aurait pu confondre avec ceux de la formation crétacée qui viennent finir au pied S. de l'axe anticlinal du Mellerault. Ces grès nous paraissent occuper le niveau du *calcareous grit*, et les calcaires oolitiques qui les recouvrent celui du *coral rag*. Les uns et les autres s'abaissent au N. ; car à la côte du Mesnil-Gatel, ce sont les sables et les argiles vertes qui forment le pied de la rampe; au-dessus, vient un grand développement des couches calcaréo-sableuses et glauconieuses de Gacé, surmontées de roches jaunâtres, glauconieuses et de sables ferrugineux peu épais, appartenant probablement à la base du grand dépôt de silex et d'argile sableuse rouge qui recouvre tout le plateau que parcourt la route.

Les étages moyen et inférieur du grès vert pris ensemble n'ont pas moins de 70 mètres d'épaisseur dans cette colline. C'est la plus grande que nous leur connaissions et qu'ils atteignent probablement; car au S., dans les diverses coupes que nous en avons données, cette épaisseur ne dépassait pas 18 à 20 mètres. A la descente vers Vimoutiers, la rampe de la route présente d'abord, au-dessous du dépôt de silex et d'argile rouge sableuse, la contre-partie de celle du Mesnil-Gatel, c'est-à-dire toutes les couches calcaréo-sableuses et glauconieuses, mais déjà moins épaisses, puis les sables et les argiles vertes du troisième étage, les calcaires oolitiques à Pholadomyes, et enfin les grès ferrugineux, parfaitement caractérisés et exploités au bas de la côte, derrière les premières maisons du bourg.

Dans le département du Calvados, M. de Caumont a depuis longtemps reconnu l'impossibilité d'établir des divisions tranchées parmi les couches crayeuses, et de distinguer ce qu'il appelle la craie supérieure de la craie marneuse, et celle-ci de la craie chloritée (1). C'est, en effet, un des caractères les plus frappants de ce plan Nord, que la continuité et l'uniformité des sédiments crétacés depuis le deuxième étage du grès vert jusqu'à la craie blanche, lorsqu'on le compare aux variations si nombreuses que vient de nous présenter le plan Sud.

D'après M. Castel (2), le grès vert du canton de Livarot se compose de sable fin variant du vert au blanc et renfermant une masse calcaréo-sableuse dont la base, qui constitue notre troisième étage du grès vert, est composée d'argile plus

(1) *Topographie géognostique du Calvados*, p. 99.

(2) *Mém. de la Soc. Lin. de Normandie*, t. VI, p. 290.

ou moins sableuse, chloriteuse et vert-bleuâtre. Ces assises très puissantes reposent sur les couches de la formation oolitique, et sont recouvertes par une craie glauconieuse et marneuse avec silex occupant le sommet des collines du pays d'Auge.

A l'O. de Lisieux, le nouveau chemin de Manerbe montre vers le bas des calcaires très durs, compactes, gris-jaunâtre, d'un aspect magnésien, et plus haut, des calcaires jaunes, fragmentaires, surmontés par les argiles sableuses vertes de la base du grès vert. Un dépôt sablonneux jaune masque d'ailleurs presque toujours la succession des couches dans cette tranchée très oblique.

En suivant la route de Pont-l'Évêque, on trouve dans un chemin qui monte à droite et avant le village d'Oulbine-le-Vicomte, l'étage moyen du grès vert bien caractérisé. Il forme une masse de calcaire sableux et glauconieux de 14 à 15 mètres d'épaisseur. On n'y voit plus, comme aux environs de Gacé, des alternances de marnes sableuses et de lits de grès en rognons; ici toute la masse est continue, agrégée quoique peu dure, et solidifiée par une grande quantité de silex gris en rognons, souvent réunis et formant des cordons plus ou moins considérables. Ces silex se fondent dans la masse calcaire sableuse. Les fossiles ne sont pas rares, mais en mauvais état et très empâtés dans la roche. Au-delà, la route continue à être tracée sur les glaises sableuses vertes de l'étage inférieur.

A une demi-lieue de Pont-l'Évêque, affleurent d'autres glaises tenaces, grisâtres, très différentes des précédentes et remplies d'*Ostrea palmetta*, de Térébra-tules, de *Gryphæa gigantea* (*Ostrea eduliformis* Schlot., non Lam.), de Bélemnites, de *Serpula conformis*, Gold., etc. Ces glaises, qui paraissent appartenir à l'argile d'Oxford, s'élèvent beaucoup plus, au S. de la ville sur la route de Caen. Elles semblent avoir été confondues quelquefois, soit avec les argiles d'Honfleur; soit avec le troisième étage du grès vert. Ce dernier se voit dans la même coupe, mais au-dessus d'un calcaire qui représenterait le coral rag. Des calcaires sableux et glauconieux, recouverts de silex et d'argile rouge, occupent les hauteurs de Reux. L'absence de bonne coupe dans ce pays très couvert rend souvent la superposition douteuse, et l'on conçoit que M. de Caumont ait pu hésiter quelquefois à se prononcer sur la position réelle de certaines assises.

La craie chloritée, qui serait le prolongement de notre second étage des environs de Mortagne, de Gacé et de Vimoutiers, se voit particulièrement, dit M. de Caumont, aux environs de Dozulé, de Clermont, de Quevrus, du Mont-Pinçon, etc. Les marnes crayeuses qui représenteraient la craie micacée se trouvent plus à l'E., et le sable vert foncé, qu'il nomme *banc de terre verte*, et qui constitue notre troisième étage, existe, sur une épaisseur presque constante de 12 à 14 mètres, à Canapeville, Authieux, Saint-Julien-le-Faucon, puis au-dessus de l'argile d'Honfleur et des sables de Glos, le long des rives de la Touques et de la Calonne, et dans presque toutes les vallées des arrondissements de Lisieux et de Pont-l'Évêque. La formation crétacée s'arrête à la rive droite de la Dive, abstraction faite du lam-

beau tout-à-fait isolé du Plessis, situé à 11 lieues à l'O. Sur cette limite occidentale, l'épaisseur totale de la formation ne dépasse pas 30 à 35 mètres. M. de Caumont pense que, sur les points du département où elle est la plus grande, elle atteint à peine 100 mètres.

Dans la falaise d'Hennequeville, le même géologue signale 33 mètres de craie glauconieuse, avec silex gris et Alcyons, appartenant au grès vert, et reposant sur 13 mètres de *terre verte* ou troisième étage du groupe; au-dessous, vient l'argile d'Honfleur. Dans la colline de Glos, l'étage inférieur du grès vert a la même épaisseur. Dans celle de Saint-Julien-sur-Calonne, près de Pont-l'Évêque, le grès glauconieux calcarifère, de 20 mètres de puissance, recouvre 12 à 14 mètres d'argile sableuse vert foncé, et dans la falaise d'Honfleur on voit également la craie glauconieuse et sableuse reposer sur les glaises vertes et sableuses inférieures, (pl. III, fig. 5).

Dans le département de l'Eure, nous avons déjà dit que des dépôts tertiaires recouvraient tout le pays entre l'Aigle et Montreuil-Largillé. De ce bourg à Broglie, le sol est aussi recouvert par le dépôt de silex surmonté d'une couche puissante d'alluvion ancienne. Au-dessous, on exploite par des puits de 10 à 15 mètres de profondeur une craie marneuse avec quelques points verts, de nombreux *Inoceramus mytiloides* et quelques Térébratules plissées. Si l'on remarque que, dans cette partie, toute la formation incline au N.-E. vers la vallée de la Seine, qu'il y a des différences notables dans les caractères des couches comparées à celles que nous venons d'indiquer à l'O., et qu'enfin l'*Inoceramus mytiloides*, propre à la base du deuxième groupe, est ici très répandu, on sera porté à admettre que cette craie des environs de Broglie, de Montreuil, et que nous retrouvons encore à la descente de Bernay, est supérieure aux assises calcaréo-arenacées et glauconieuses que nous avons rapportées au grès vert dans les départements de l'Orne et du Calvados.

La craie forme les pentes inférieures de la vallée de la Charentonne, autour de Bernay. Entre Menneval et Canfleur, des coupes faites le long de la route, l'ont mise parfaitement à découvert. Ses caractères sont encore les mêmes. Le dépôt de silex est extrêmement épais sur ces collines. Il a rempli et nivelé les profondes anfractuosités de la surface de la craie, dont le ravinement est ici très remarquable. Sur ces divers points, la roche présente une grande analogie avec la craie micacée de Touraine, dont elle nous paraît être le représentant. Elle est aussi caractérisée par l'*Inoceramus mytiloides* si fréquent dans cet étage, de Buzançois à Châtillon, puis à Mirebeau et Loudun, comme dans la craie marneuse du Nord au cap Blanc-Nez, et sur les côtes opposées du Kent et du Sussex. Cependant les Céphalopodes, qui accompagnent souvent cette coquille dans ces diverses localités, nous ont paru manquer dans cette partie de la vallée de la Rille; peut-être forment-ils, comme à Rouen, un lit particulier qui se trouverait plus bas que le fond de la vallée à Serquigny.



Jusqu'à Brionne, la craie conserve des caractères peu différents de ceux que nous venons de signaler. Quelquefois elle est plus sableuse et avec des points verts, comme à la Rivière-Thibouville, où M. A. Passy lui a donné le nom de craie glauconieuse (1). Autour de Brionne, on remarque surtout l'épaisseur considérable des dépôts de silex, de sable rougeâtre ou d'argile sableuse blanchâtre qui la recouvrent. A Pont-Authou, un affleurement de grès vert paraît être le résultat d'une dislocation. D'après M. Passy, d'autres affleurements anormaux se montreraient encore sur divers points de cette vallée. L'inclinaison générale que nous avons mentionnée vers le N.-E. semblerait d'ailleurs coïncider avec un relèvement au N.-O., car les couches du grès vert ont été atteintes, au-dessous des dépôts modernes, dans le puits foré à Pont-Audemer. A 35 mètres, on a rencontré les marnes glauconieuses ou vertes de la base du grès vert, et au-delà, jusqu'à 66 mètres environ, on a traversé des argiles bleues très compactes avec pyrites, et des veines de sable.

Les distinctions faites par M. Passy, dans la note précitée, de craie blanche supérieure, de craie dure à concrétions, de craie blanche compacte, de craie marneuse, de craie glauconieuse, de glauconie sableuse et de marnes glauconieuses, ne nous semblent pas toutes établies sur des superpositions réelles. Quelques unes de ces roches nous paraissent être des passages latéraux sans importance géologique; les autres, quoique superposées, ne sont que les parties liées d'un même tout, dans lequel les modifications du dépôt ont été graduelles depuis le bas jusqu'en haut. Cette opinion a d'ailleurs été émise par M. Passy lui-même, sur les assises correspondantes du département de la Seine-Inférieure. Quoi qu'il en soit, l'inclinaison au N.-E. fait qu'entre la vallée de la Rille et celle de la Seine, des couches très puissantes se sont superposées aux précédentes. La série de ces couches mises à découvert dans la grande côte à l'O. d'Elbeuf, et que parcourt la route de Bourg-Theroulde, nous paraît avoir été avec raison rapportée au groupe de la craie blanche. On y observe de haut en bas, sur une hauteur d'environ 80 mètres :

- 1° Craie blanche, tendre, avec silex noirs. Cette assise se trouve ensuite masquée, dans la coupe de la route, par une masse d'alluvion ancienne assez considérable, recouvrant un dépôt de silex de 6 mètres d'épaisseur. Ces silex sont enveloppés dans une terre argileuse rougeâtre. — La même craie reparaît au-dessous.
- 2° Craie durcie avec silex gris-brun. La roche est caverneuse, sa cassure est compacte et esquilleuse à la fois.
- 3° Craie blanche avec lits de silex gris.
- 4° Craie blanche avec lits de silex noirs et gris de 0<sup>m</sup>,25 d'épaisseur, et espacés de 1<sup>m</sup>, à 1<sup>m</sup>,50 dans les carrières à ciel ouvert et dans les galeries situées au-dessus du four à chaux. Les silex, plus ou moins noirs au centre, sont enveloppés d'une zone grise d'épaisseur variable.
- 5° Craie blanche durcie, dans la carrière même du four à chaux; silex gris-blanc et blanchâtres, zonés et caverneux. Ils forment souvent de gros rognons aplatis de 0<sup>m</sup>,40 à 0<sup>m</sup>,60 de côté. La structure de la roche est bréchoïde.

(1) *Notice géologique sur le département de l'Eure*, p. 29.

- 6° Craie blanche endurcie passant au compacte, avec silex gris.
- 7° Craie blanche tendre, avec silex noirs en rognons.
- 8° Craie endurcie caverneuse, avec silex noirs très nombreux en rognons alignés.

Les maisons masquent en cet endroit les couches inférieures, mais on peut les observer dans une grande carrière ouverte au bout du faubourg, sur la route de Rouen. Vers le haut d'un escarpement vertical, qui a près de 25 mètres, se montre un banc de craie dure et caverneuse, prolongement de l'assise n° 8 de la coupe précédente; tout le reste, jusqu'au pied de l'escarpement qui se trouve presque au niveau de la rivière, est formé par une craie marneuse, un peu grise, quelquefois endurcie et renfermant des silex noirs. Cette craie paraît correspondre à la partie supérieure de celle des bords de la Rille. Ce serait alors une portion de la craie micacée, et le groupe de la craie blanche commencerait avec les bancs durs et caverneux. Toute la partie supérieure des collines qui longent ici la Seine pourrait donc représenter l'étage de la craie de Blois et de Vendôme, tandis qu'en marchant à l'E., vers Louviers, ou en remontant dans les couches, nous trouvons la véritable craie blanche dans les escarpements qui entourent cette dernière ville. A un kilomètre au N., sur la route d'Elbeuf, des carrières y sont ouvertes. Les silex noirs s'y montrent en cordons souvent assez rapprochés, et la roche est bien caractérisée par la présence des *Ananchites ovata* et *striata*, des *Galerites vulgaris* et *subrotunda*, du *Spatangus punctatus*, du *Spondylus spinosus*, de la *Terebratula carnea*, et de Spongiaires que nous n'avons point trouvés dans les couches d'Elbeuf, probablement plus basses dans la série.

Les données fournies par les puits artésiens confirment l'inclinaison supposée des couches au N.-E. et à l'E. sur cette rive gauche de la Seine; en effet, nous avons vu à Honfleur les argiles vertes du 3<sup>e</sup> étage ou de la base du grès vert s'élever de quelques mètres au-dessus de la mer. Dans le puits de Pont-Audemer, elles sont à 25 mètres environ au-dessous du même niveau; dans ceux d'Elbeuf qui ont réussi, et dont la profondeur varie de 149 à 155 mètres, suivant sans doute le niveau de l'orifice, elles s'abaissent à environ 100 mètres au-dessous de leur affleurement sur la côte. Pour atteindre ces argiles sableuses vertes, que l'on peut appeler la couche aquifère par excellence, on a traversé 25 mètres de craie avec silex noirs; 49<sup>m</sup>,30 de craie grise ou micacée représentant le groupe de la craie tufau; 37<sup>m</sup>,45 de craie verte ou chloritée, appartenant au grès vert, et l'on a pénétré jusqu'à 14 mètres dans les argiles sableuses vertes, dont la partie supérieure renfermait beaucoup de pyrites et de coquilles brisées.

Dans le puits de Saint-André, situé à quatorze lieues au S. des précédents, et dont M. Walferdin a donné la coupe (1), on a traversé 13<sup>m</sup>,52 de dépôts tertiaires; 122<sup>m</sup>,46 de craie blanche; 29<sup>m</sup>,24 de craie marneuse; 13<sup>m</sup>,64 de glauconie; 84<sup>m</sup>,36 de sables verts, et l'on s'est arrêté à 263<sup>m</sup>,22 sans les avoir traversés entière-

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, t. IX, p. 255.

rement et sans avoir obtenu d'eau jaillissante. Il est donc assez probable, comme le fait observer M. Walferdin, que la nappe cherchée était à une faible profondeur au-dessous du point où l'on était arrivé. Cependant nous ferons remarquer que le plateau de Saint-André, étant à 143 mètres d'altitude, on n'est ainsi descendu qu'à 120 mètres au-dessous du niveau de la mer, c'est-à-dire à peine à 20 mètres plus bas qu'à Elbeuf, et bien que le grès vert soit ici beaucoup plus épais, on voit que si la pente à l'E. est régulière, la couche aquifère d'Elbeuf doit être encore à une certaine profondeur. D'un autre côté, le développement du grès vert pouvait faire espérer de l'eau jaillissante avant d'atteindre la grande nappe aquifère de la base du groupe, dont l'inclinaison est d'ailleurs plus faible dans cette direction que de Pont-Audemer à Elbeuf.

Le plan Nord qui descend de la ligne de partage du Mellerault se termine à la rive gauche de la Seine; mais nous croyons devoir indiquer encore rapidement, pour compléter notre sujet, quelques uns des résultats principaux qu'offre l'examen de la rive droite relativement aux diverses assises dont nous venons de parler.

Si de Pont-de-l'Arche on descend la Seine jusqu'au Havre, et qu'on suive la côte jusqu'au cap d'Antifer et au-delà, on remarquera d'abord que, jusqu'à Rouen, on ne voit que des falaises continues de craie à silex sans divisions réelles possibles; puis qu'à partir des argiles bleues qui affleurent au pied de la colline au faubourg de Saint-Paul, et qui sont les couches les plus basses qui se montrent sur cette rive de la Seine, on trouve, d'après M. Passy (1), sur une hauteur de 145 mètres, 10 mètres de marne glauconieuse; 15 de craie dure; 20 de craie glauconieuse à silex; 0<sup>m</sup>,03 lit de Scaphites, Turrilites, etc.; 5 mètres de craie marneuse; 25 de craie sans silex; 60 de craie blanche, et enfin 10 mètres de dépôt superficiel. A Duclair, à quatre lieues et demie au-dessous de Rouen, l'escarpement étant entièrement formé par la craie blanche, M. Passy en conclut avec raison que toute la formation a dû être soulevée dans les collines de Rouen, et les sondages, comme nous le verrons, conduisent au même résultat. De plus, la craie blanche atteint 143 mètres d'altitude à la montagne Sainte-Catherine, tandis qu'à Duclair elle est seulement à 66<sup>m</sup>,27; ainsi, les couches se relèvent de Pont-de-l'Arche à Rouen, et s'abaissent de Rouen à Duclair.

En continuant à descendre la Seine, les couches se relèvent de nouveau et d'une manière beaucoup plus prononcée, puisqu'au cap la Hève, au N.-O. du Havre, l'étage de Kimmeridge s'élève de 15 mètres au-dessus de la mer. Il est recouvert par des sables micacés, fins, roux, blancs ou ferrugineux, d'environ 8 mètres d'épaisseur et renfermant des rognons subcylindriques formés de sable grossier et de fer oolitique, agglutinés par un ciment argilo-ferrugineux brunâtre. On y trouve accidentellement des débris de crustacés macroures (*Astacus?*).

(1) Description géol. du département de la Seine-Inférieure.

D'après les observations faites par M. Lesueur en 1845, dans un endroit de la falaise situé au-dessous des signaux, et qu'un éboulement récent avait mis bien à découvert, observations que ce savant nous a communiquées avec son obligeance ordinaire, on trouve sur l'assise précédente : 1° un lit de grès ferrugineux en plaquettes, puis des marnes sableuses, vert foncé, noirâtres, efflorescentes, de 4 mètres d'épaisseur, renfermant des coquilles bivalves indéterminables; 2° un banc de rognons ferrugineux de 0<sup>m</sup>,15; 3° un lit de sable fin de 0<sup>m</sup>,65; 4° un sable grossier ferrugineux, avec grains de quartz agglutinés par place, et passant vers le bas à un poudingue également ferrugineux qui forme un banc continu. Cette assise arénacée, de 2<sup>m</sup>,50 à 3 mètres d'épaisseur, contient des rognons recouverts d'une croûte formée par les éléments mêmes du sable et du gravier environnant, mais qui, à l'intérieur, sont composés d'une substance argileuse gris-noirâtre, compacte, très dure, mêlée de sable, de grains verts et d'une certaine quantité de fer hydraté. Ces rognons, qui font quelquefois effervescence avec les acides, ont la plus grande analogie avec ceux que l'on trouve si répandus dans le grès vert des Ardennes et de la Champagne. Ils offrent de même une grande quantité de moules et d'empreintes de coquilles parmi lesquels nous avons cru reconnaître, d'après les dessins de M. Lesueur et les échantillons qu'il a bien voulu mettre à notre disposition, un Nautilé voisin des *N. Bouchardianus* et *pseudo-elegans*, d'Orb., l'*Ammonites Milletianus*, id.? Une Turritelle distincte quoique voisine de la *T. Rauliniana*, id.; une grande Arche, les *Trigonia Fittoni*, Desh.; *Pachymya gigas*, Sow.? *Exogyra sinuata*, id., une autre petite espèce d'Exogyre et probablement l'*Ostrea lateralis*, Nils., *Modiola lineata*, Sow. in Fit.? *Thetis* ou *Cardium*, etc. Malgré les doutes qui nous restent sur la détermination de la plupart de ces coquilles, nous serions disposé à y reconnaître plutôt les caractères du gault que ceux du *lower green sand*, à l'exception de l'*Exogyra sinuata*, qui paraît y être d'ailleurs fort rare et très roulée. Ces diverses couches, depuis le n° 1 jusqu'aux marnes sableuses, vert-noirâtre, efflorescentes, qui les recouvrent, puis les marnes grises, les marnes glauconieuses avec fossiles calcédonieux, et enfin le banc de sable vert qui est au-dessus, appartiendraient au 3<sup>e</sup> groupe. Les sables micacés fins, roux, blancs ou ferrugineux qui sont dessous et reposent sur l'étage de Kimmeridge, seraient un rudiment du *lower green sand* ou du 4<sup>e</sup> groupe; mais rien ne nous autorise encore à y voir un représentant du groupe wealdien.

Les assises argileuses et sableuses, vert-noirâtre, efflorescentes, dont nous venons de parler, et placées au-dessus des sables à rognons coquilliers, correspondraient aux argiles de Saint-Paul et à l'étage inférieur du Calvados. Tout le reste de la falaise est une alternance de craies plus ou moins sableuses, plus ou moins glauconieuses, avec des lits de silex en rognons, et parfaitement liées entre elles. La ressemblance de ces couches avec celles de Gacé à Vimoutiers nous porterait à les regarder comme appartenant presque entièrement au groupe du grès vert; mais, d'après ce que nous avons vu lorsque l'élément

calcaire tend à y prédominer, sa séparation d'avec le groupe précédent ou de la craie tufau devient tout-à-fait arbitraire.

Dans les falaises au-delà des phares, il y a un nouvel abaissement de tout le système, et les couches de Kimmeridge passent au-dessous du niveau de la mer. Les sables ferrugineux sont alors beaucoup plus développés, et le reste de la coupe concorde sensiblement avec la précédente. En continuant à s'avancer vers le cap d'Antifer, le plongement au N. continue; des sables micacés et ferrugineux semblent représenter encore le groupe inférieur sur une hauteur de 10 à 12 mètres, puis viennent des sables vert foncé de 14 à 15 mètres, appartenant à la base du 3<sup>e</sup> groupe, et au-dessus, des craies glauconieuses qui en font également partie, mais qui passent à la craie tufau ou craie marneuse, et enfin à la craie blanche, laquelle compose seule les falaises situées plus au N.

L'examen des sondages, dans cette partie occidentale du bassin crayeux, va nous faire connaître la marche des couches au-dessous du sol aussi bien qu'au-dessous du niveau de la mer. Le puits de la rue Martainville, à Rouen, poussé à 67<sup>m</sup>,3, a traversé, après 19 mètres de terrain moderne, 39 mètres de glauconie sableuse, de sable vert et de marnes bleues avec coquilles et fer sulfuré appartenant au troisième groupe, puis on a atteint des calcaires marneux de l'étage de Kimmeridge. Ces mêmes calcaires, d'après M. Passy, auraient été rencontrés à une profondeur de 12 à 14 mètres seulement dans le puits de la Monnaie, ce qui lui fait penser qu'il existe sous la ville de Rouen un soulèvement en miniature comparable à celui du pays de Bray.

Dans le faubourg de Saint-Sever, sur la rive gauche de la Seine, on a obtenu une eau jaillissante à 59<sup>m</sup>,25 de profondeur. Trois autres puits forés à une petite distance du précédent, et poussés à 66 mètres plus bas, n'ont donné aucun résultat; un quatrième descendu à 53 mètres près de la côte de Deville, dans des argiles noires avec fer sulfuré, n'a point donné non plus de résultat, tandis qu'un puits ordinaire de 30 mètres de profondeur fournit une eau très abondante. Ainsi, dit M. Dubuc, à qui nous empruntons ces détails (1), dans un espace d'un kilomètre carré, dont la surface est horizontale et dont il suppose, à tort suivant nous, que les couches sous-jacentes le sont également, on a obtenu une fois une eau jaillissante à 59<sup>m</sup>,25, trois fois les résultats ont été nuls non seulement à cette profondeur, mais encore à 66 mètres plus bas, et enfin une eau de source très abondante a été rencontrée une fois à 30 mètres (2). M. Girardin a fait connaître qu'en 1836, les eaux du premier puits avaient sensiblement diminué, et bien que les détails qu'il donne sur les couches traversées soient peu propres à leur classement géologique, il n'en résulte pas moins que les nappes aquifères sont plus basses sur la rive gauche que sur la rive droite, que l'extrême irrégularité du régime des eaux s'accorde avec l'hypothèse d'une dis-

(1) Notice historique sur quatre puits artésiens; Précis an. des trav. de l'acad. royale de Rouen, 1836.

(2) Premier mém. sur les puits artésiens, *ibid.*, 1838, p. 93.

location que nous avons déjà admise d'après l'examen de cette même rive droite, et que, suivant toute probabilité, la Seine coule dans une fracture par suite de laquelle les assises ont été relevées de ce côté.

L'inclinaison des couches au N.-O. vers Duclair, et leur relèvement au-delà dans la même direction, permettait de prévoir qu'un forage entrepris au Havre n'avait aucune chance de succès, une fois la sonde engagée dans le terrain secondaire. Sur ce point, l'inclinaison étant à l'E. et au S.-E., c'est-à-dire vers l'intérieur du continent, on a dû traverser sans résultat les dépôts modernes jusqu'à 18 mètres; le groupe du grès vert et peut être quelques faibles rudiments du 4<sup>e</sup> groupe jusqu'à 51<sup>m</sup>.33; des calcaires marneux de l'étage de Kimmeridge jusqu'à 76<sup>m</sup>.66 et des calcaires oolitiques jusqu'à 208 mètres. Cette inclinaison résulte encore évidemment de la comparaison avec la falaise de la Hève, du puits de Meulers ou de Saint-Nicolas d'Aliermont au S. de Dieppe, dont l'orifice est à 50 mètres au-dessus de la mer. Les couches crétacées se composent, d'après la coupe donnée par M. Passy (1), de 110 mètres de craie blanche, marneuse et glauconieuse; de 60 mètres de marnes bleues avec fossiles irisés et représentant le troisième groupe, et de 40 mètres de grès calcarifères compactes, probablement du groupe inférieur, qui descend ainsi à 210 mètres au-dessous du sol ou à 160 mètres au-dessous du niveau de la mer, et par conséquent à 175 mètres plus bas que sur la côte au cap la Hève. Le reste du puits jusqu'à 333 mètres étant percé dans les bancs à *Exogyra virgula*, on voit que ceux-ci s'abaissent à 283 mètres au-dessous de la mer ou à 298 mètres plus bas que leur affleurement le plus élevé sur la côte.

Nous pensons que sur ce dernier point, comme à Rouen, dans le puits de Meulers et dans le pays de Bray, les marnes bleues et les sables verts argileux placés sous la glauconie sableuse représentent notre étage inférieur du grès vert des départements de l'Orne et du Calvados, et qu'ils sont probablement parallèles à l'étage du gault, d'où il résulterait que le premier et le second étage de notre grès vert de l'O. représenteraient seulement le grès vert supérieur (*upper green sand*), si développé dans le Dorsetshire et le Wiltshire, aux dépens du *lower green sand* et du *gault*. Quant à ce qui vient immédiatement au-dessous, c'est-à-dire les sables ferrugineux et les grès du Havre et du pays de Bray, on peut les regarder comme appartenant au *lower green sand* du Kent, du Sussex et du Hampshire, que nous plaçons dans notre quatrième groupe de l'E. ou groupe néocomien. Enfin les argiles bigarrées, les argiles à creusets et les grès calcaires coquilliers aussi du pays de Bray peuvent représenter le groupe wealdien.

Quelques personnes, trop préoccupées peut-être du parallélisme de détail et de l'importance exclusive des corps organisés, ont cru retrouver l'étage du gault d'An-

(1) *Loc. cit.*, pl. III, fig. 1. Les chiffres donnés dans le cours de l'ouvrage ne s'accordent pas exactement avec ceux de cette planche que nous avons préférés.

gleterre partout où en France on en a rencontré les principaux fossiles ; et de ce que dans l'O. jusqu'à la rive gauche de la Seine, on ne voit ni les argiles du gault ni ses fossiles, tandis que certaines espèces du groupe de la craie tufau se montrent dans la plupart des étages sous-jacents, on en a conclu, d'une manière en apparence assez spécieuse, que ce que nous appelons *le groupe du grès vert* n'y existait pas, et que tous les étages que nous venons de décrire comme tels appartenaient à celui de la craie tufau. Mais nous pensons que les détails dans lesquels nous sommes entré, et la comparaison que nous ferons plus loin des diverses parties du bassin crétaé du N. de la France, suffiront pour démontrer le peu de fondement de ces conclusions. Le groupe de la craie tufau, tel que nous l'avons limité à l'O., est, dans le bassin de la Loire, plus développé qu'en aucun point du N. et de l'E. de la France, puisqu'il atteint jusqu'à 150 mètres d'épaisseur. Ses caractères stratigraphiques et minéralogiques, comme la plupart de ses fossiles, le séparent nettement au S. de l'axe du Mellerault du groupe du grès vert qui est dessous, tandis qu'au N. de cet axe, toute la partie moyenne et supérieure de ce même grès vert, que nous sommes porté à mettre en parallèle avec le grès vert supérieur du S. de l'Angleterre, passe par des nuances insensibles au groupe de la craie tufau.

---

## CHAPITRE IV.

### § I<sup>er</sup>. *Résumé des trois chapitres précédents.*

Pour grouper actuellement d'une manière plus méthodique les observations que nous venons de faire depuis le département de la Nièvre jusqu'à l'embouchure de la Seine, nous rappellerons d'abord que dans la série de couches crétaées dont nous nous sommes occupé, nous avons établi huit étages distincts et répartis dans quatre groupes.

Le premier, ou groupe néocomien, et le quatrième, ou celui de la craie blanche, n'occupent qu'une très faible étendue de la surface que nous avons étudiée ; le second et le troisième, ou ceux de la craie tufau et du grès vert, subdivisés chacun en trois étages, y sont au contraire bien développés, et ce sont les seuls dont nous parlerons dans ce résumé. Nous commencerons par le plus ancien, celui du grès vert.

#### Groupe du grès vert.

Sur tout le versant qui est au midi de la Loire, le peu de constance dans les caractères, la position relative et la puissance des sables verts ou ferrugineux, des grès et des argiles qui composent ce groupe, ne nous a point permis d'y distinguer les trois étages que nous avons établis pour le versant N.-O. Nous rappellerons donc

brièvement que vers l'E., sur les bords de la Loire, ce groupe est formé, à partir des calcaires jaunes néocomiens, de sables ferrugineux, puis gris-verdâtre, surmontés de glaises bleuâtres plus ou moins foncées et dont l'épaisseur totale varie de 15 à 25 mètres. En se dirigeant au S.-O., on trouve, à la Motte d'Humbligny, au-dessus de l'étage de Kimmeridge et à un niveau dont l'anomalie résulte d'un soulèvement bien caractérisé, des grès grossiers, très ferrugineux, brun-jaune et des argiles sableuses, blanches, jaunées, grises ou rouges, puis des marnes grises et des sables glauconieux qui s'abaissent bientôt vers l'O. Sur les bords du Cher, des grès gris ou jaunes se développent dans ce groupe, et la coupe de Massay à Vierzon nous a montré, depuis les calcaires oolitiques de la plaine de Vatan jusqu'à la marne glauconieuse de la rive droite du Cher, une succession régulière de sable et de grès ferrugineux, d'argiles sableuses panachées, de glaises grises avec Plicatules, de grès feldspathiques, jaunâtres, piquetés, de grès gris divers et de sable vert, avec quelques lits minces d'argile subordonnés, atteignant ensemble une épaisseur de 35 à 40 mètres.

En descendant la vallée du Cher, tout ce système argilo-sableux s'abaisse de plus en plus, pour disparaître à peu près à la hauteur de Selles, sous des assises plus récentes. Dans la vallée de l'Indre, nous l'avons vu, entre Buzançois et Clion, représenté par des grès ferrugineux et des sables argileux, verdâtres, d'une très faible épaisseur qui n'affleurent sous la craie micacée que dans un petit nombre de localités où ils recouvrent les couches oolitiques supérieures. Les plateaux découpés qui séparent la vallée de l'Indre de celle de la Creuse, offrent aussi çà et là des sables quarzeux à gros grains avec *Exogyres*. Dans la vallée de la Vienne à Châtellerault, des grès très ferrugineux, schistoïdes, de 4 à 5 mètres de puissance, surmontés de marnes argileuses à points verts, reposent sur les calcaires oolitiques; et, au S. de la ville, le troisième groupe est encore représenté par des glaises, des sables et des grès ferrugineux ou verdâtres, avec *Exogyra columba minima*.

Les roches arénacées de ce groupe se continuent dans le département de la Vienne, par la Roche-Pozay, Prinçay, Dissais, Vandœuvre, Varennes, et longent ensuite au S.-O. le pied des collines de craie micacée, pour atteindre le département des Deux-Sèvres. Elles se montrent également au N. de Mirebeau, à Saint-Jean-de-Sauve et Dandésigny, se prolongent, vers Richelieu, dans la vallée de la Veude, et reviennent à l'O. passer sous les collines de Loudun, pour reparaitre, toujours sur une faible épaisseur, dans la vallée de la Dive, autour de Saint-Jouin-des-Marnes, d'Oiron, etc. Ces roches sont des grès verts ou ferrugineux, plus ou moins grossiers, des sables verdâtres, des grès calcarifères, glauconieux et coquilliers, des glaises vertes ou gris-bleu. Aux environs de Doué, sur les bords du Thouet et du Layon, les affleurements des dépôts qui appartiennent à ce groupe sont encore moins nombreux, et ne présentent, sous les couches à ostracées, que des grès peu épais et quelques bancs de sables ferrugineux et glauconieux avec des glaises à la base. Dans cette partie du département de Maine-et-Loire, les



couches crétacées reposent quelquefois sur les strates inclinés du terrain de transition, mais plus ordinairement sur le groupe inférieur de la formation oolitique; dans celui de la Vienne, elles recouvrent le groupe moyen de la même formation; dans ceux de l'Indre et du Cher, presque constamment le groupe supérieur.

Toutes ces couches plongent très faiblement au N. et au N.-E. sous la vallée de la Loire. Les puits artésiens forés à Tours et aux environs, puis à Saumur et à Beaufort, nous ont permis d'apprécier avec un certain degré de précision la proportion de cet abaissement, la puissance des diverses assises, laquelle est beaucoup plus considérable au N. que sur les bords S. du bassin, et enfin leur amincissement et leur relèvement vers l'O. Ainsi le groupe du grès vert, qui, dans les puits forés de Tours et de Cangé, atteint une épaisseur de 102 à 115 mètres, et descend à environ 192 mètres au-dessous de l'étiage de la Loire, dans celui de Saumur, n'a plus qu'une puissance de 42 mètres et une profondeur de 100 mètres au-dessous du même point, et enfin à Saint-Maur-sur-Loire, où la couche la plus basse est à 10 mètres au-dessus du fleuve, son épaisseur est réduite à 15 ou 16 mètres.

Pour cette partie de la vallée de la Loire, nous avons particulièrement insisté sur l'utilité pratique résultant de la comparaison de l'allure des couches à la surface du sol, avec celle de leur prolongement souterrain, car nous avons trouvé une relation exacte entre les données géologiques et les résultats positifs ou négatifs des sondages artésiens. C'est ainsi que les puits forés à Tours et aux environs devaient réussir, puisque les couches traversées étaient dans des conditions normales, tandis que ceux de Saumur et de Beaufort, placés au contraire sur le bord de deux failles presque perpendiculaires l'une à l'autre, n'avaient que peu de chances de succès.

A partir de la vallée de la Loire et en remontant vers le N, les subdivisions que nous avons établies dans le grès vert deviennent de plus en plus précises. Les sables et les grès verts ou ferrugineux occupent le fond de la vallée du Loir, depuis Vaas jusqu'à Durtal. Au pied des collines de La Flèche, nous les avons vus recouverts par les bancs à ostracées, comme au S. près des Ormes, sur les bords de la Creuse, puis aux environs de Doué, de Saint-Maur-sur-Loire, de Saumur, etc. Sur la route de La Flèche à Sablé, ils sont séparés du calcaire oolitique moyen, par des glaises grises quelquefois sableuses, que nous avons hésité longtemps à séparer de la couche oolitique; mais la continuité parfaite de ces glaises avec les assises crétacées, la permanence de leurs caractères et l'absence de fossiles nous les fait regarder comme représentant le deuxième étage du groupe qui nous occupe.

Vers la partie centrale et orientale du département de la Sarthe, l'étage supérieur du grès vert se montre avec les caractères les plus prononcés. Les collines du Mans, celles des environs de Saint-Calais, la montagne de Queux, entre La Ferté-Bernard

et Nogent-le-Rotrou, en sont les types les plus complets. Composé vers le haut de calcaire sableux ou de macigno coquillier que caractérise particulièrement le genre Trigonie, ses parties moyenne et inférieure sont formées de sables et de grès très ferrugineux, à grains plus ou moins gros, et dans lesquels abondent sur certains points de petites Exogyres. Ces sables, qui occupent une partie considérable du département de la Sarthe, sont, au N. et au N.-O. du Mans, séparés des couches oolitiques moyennes par des argiles grises, sableuses, glauconieuses ou panachées, rapportées au deuxième étage du grès vert comme au N.-O. de La Flèche.

Celui-ci sort de dessous les sables et grès ferrugineux, au N. du village de Laménay, entre Vibraye et La Ferté-Bernard; il s'en distingue au premier abord par ses caractères pétrographiques bien tranchés et par sa stratification discontinue. Il se compose d'argile sableuse verte, de marnes gris cendré, glauconieuses et de psammites gris plus ou moins durs, en lits minces, nombreux et subordonnés aux marnes. Il acquiert une épaisseur de 20 à 25 mètres avant de venir s'appuyer en biseau contre les calcaires oolitiques supérieurs de Cherré. De La Ferté-Bernard à la côte de Queux, on observe la contre-partie de cette coupe, de même que vers la base des collines, en se dirigeant vers Bellesme. De cette dernière ville à Mortagne, on voit se développer, un peu avant le village du Pin, entre les sables ferrugineux qui forment le plateau de la forêt de Bellesme et les glaises sableuses vertes du troisième étage qui reposent sur les calcaires oolitiques, des psammites micacés, jaunâtres, non effervescents, très fins, très légers; puis, au-dessous, une craie glauconieuse, micacée, remplie de fossiles, et dont l'épaisseur augmente en s'approchant de Mortagne. Ce second étage du groupe est surmonté, au S.-E. de la ville, par un dernier lambeau de sables ferrugineux sans fossiles, témoin isolé de l'ancienne extension du premier étage. Plus à l'O., dans la direction d'Alençon et autour de cette ville, nous ne trouvons plus que des plaques ou lambeaux peu épais, de glaise sableuse verte, de sable vert, et quelquefois de marnes glauconieuses recouvrant çà et là, tantôt les groupes supérieur, moyen ou inférieur de la formation oolitique, tantôt même le terrain de transition.

Au N. de Mortagne, le groupe tout entier, réduit aux quelques couches que nous venons de signaler, forme une bande étroite, quelquefois interrompue, dirigée comme l'axe du Mellerault, qu'elle accompagne. Elle s'élève à l'altitude de 311 mètres au bord méridional de la forêt de St-Evroult, point culminant de la formation crétacée dans l'O. de la France (1) et d'où les couches s'abaissent ensuite régulièrement vers les côtes de la Manche.

C'est de ce point élevé que feu notre savant confrère M. Boblaye (2), embrassant par la pensée toutes les couches secondaires comprises entre la Manche et la vallée de la Loire, et comparant leurs principales altitudes, en avait conclu l'existence

(1) Il serait possible que le lambeau du Plessis-Grimoult, dont nous avons parlé, fût un peu plus élevé; mais nous ne connaissons que la hauteur des quartzites sur la pente desquels il est adossé.

(2) *Bull. de la soc. géol.*, t. VIII, p. 352.

d'un ploiement ou d'un axe anticlinal dont la véritable direction nous paraît être O. 31° N. à E. 31° S., faisant ainsi avec le méridien de Paris un angle à l'O. de 59°. La coupe S.-N. (pl. III, fig. 5) qui se développe sur une longueur de 82 lieues de Châtellerault à Honfleur, croise cet axe sous un angle de 54°. Elle est particulièrement destinée à compléter l'idée de M. Boblaye, et à faire ressortir le caractère le plus remarquable du relief de cette partie de la France. Nous y voyons qu'à Châtellerault, le grès vert au contact des couches oolitiques est à environ 82 mètres au-dessus de la mer. A partir de Draché, les cotes deviennent probablement négatives, et à Tours nous savons que le contact des deux formations est à très peu près à 141 mètres au-dessous de la mer. Les cotes redeviennent positives un peu avant la parallèle de Château-Regnauld. Les sables ferrugineux affleurent dans la vallée du Loir, dans celles de la Braye et de l'Anille. Le second étage atteint 135<sup>m</sup>,71 aux Maisons-Rouges entre Laménay et La Ferté-Bernard, puis 213<sup>m</sup>,79 à Bellesme, et enfin 311 mètres au-dessus d'Echauffour. A partir de ce point, l'abaissement au N. est très régulier, et le contact des glaises vertes de la base du groupe, soit avec les argiles de Kimmeridge, suivant la plupart des géologues, soit avec quelques couches arénacées du groupe inférieur ou du *lower green sand* selon d'autres, a lieu près de Honfleur à quelques mètres seulement au-dessous du niveau moyen de la Manche : ainsi la plus grande différence entre les altitudes que présente dans cette coupe la base du grès vert est de 441 mètres, en estimant à 11 mètres l'épaisseur du groupe au bord de la forêt de Saint-Evroult et à 141 mètres au-dessous de la mer le contact des deux formations à Tours.

Malgré l'intérêt de ce genre de recherches, le fait le plus digne de remarque que nous offre l'axe du Mellerault n'est pas encore son relief; et ce qui le rend bien plus important pour nous, c'est qu'il forme un axe géologique, des deux côtés duquel la plupart des couches crétacées présentent des différences très prononcées. Ainsi nous avons déjà vu que le calcaire néocomien ou groupe inférieur de la formation se termine autour de Sancerre, précisément à l'extrémité de son prolongement S.-E., et que, dans le groupe du grès vert, les sables ferrugineux, si développés dans le Maine et une partie du Perche, viennent finir à Mortagne au pied S. de ce même axe anticlinal. Nous reconnaitrons bientôt avec quelle constance singulière l'influence de cet axe s'est manifestée, non seulement pendant toute la période crayeuse, mais encore jusque vers le milieu de la période tertiaire.

En descendant au N. du Mellerault, les sables et les argiles vertes de la base du groupe continuent à recouvrir les couches oolitiques supérieures, se prolongeant, avec une épaisseur assez constante de 13 à 14 mètres, sur les pentes ou au pied des coteaux qui bordent la Dive et la Touques jusqu'aux falaises d'Hennequeville et de Honfleur. Les calcaires sableux et glauconieux du second étage acquièrent un développement très considérable entre Gacé et Vimoutiers, où ils n'ont pas moins de 60 mètres de puissance. A partir de la rive droite de la Dive, ils se continuent dans tous les plateaux des arrondissements de Lisieux et de Pont-

l'Évêque, pour venir comme l'étage précédent, se terminer dans les escarpements de la côte. L'absence des sables ferrugineux sur ce versant et celle du banc à ostracées au-dessus rendent ici la limite entre le grès vert et le groupe de la craie tufau tout-à-fait arbitraire. C'est, comme nous l'avons déjà fait remarquer, un des caractères les plus frappants des assises de ce plan N., que leur continuité et leur liaison depuis le deuxième étage du grès vert jusqu'à la craie blanche, lorsqu'on vient à les comparer aux variations nombreuses que présentent celles du plan S.

L'inclinaison des couches du grès vert au N.-E. et à l'E. est beaucoup plus rapide qu'au N., et le détail des couches traversées dans les puits forés à Pont-Audemer, à Elbeuf et à St-André nous a permis d'apprécier cette inclinaison ainsi que l'augmentation de l'épaisseur du groupe.

Nous avons poursuivi notre examen sur la rive droite de la Seine; de Pont-de-l'Arche au Havre et jusqu'au cap d'Antifer; et en combinant les données obtenues par l'observation directe avec celles que les sondages artésiens nous ont fournies, nous sommes arrivé à des résultats semblables à ceux que l'étude de la vallée de la Loire nous avait offerts. Ainsi nous avons démontré qu'une dislocation très prononcée, ayant relevé les couches crétacées des collines de Rouen, avait fait affleurer les argiles du grès vert au pied de ces mêmes collines et occasionné sans doute les anomalies observées dans les forages du faubourg de Saint-Sever. De ce point à Duclair, les couches inclinent à l'O. pour se relever ensuite jusqu'au cap de la Hève et s'infléchir de nouveau vers le N.-E. Ces flexions des couches secondaires, car on peut constater également celles de l'étage de Kimmeridge dans le même espace, nous ont expliqué le non-succès des sondages du Havre, d'Ivetot, etc., puisque l'inclinaison générale est à l'E. et au N.-E., c'est-à-dire vers l'intérieur du continent. Cette conclusion est en outre parfaitement d'accord avec les détails connus sur le puits de Meulers, dans lequel les couches crétacées inférieures descendent à 160 mètres au-dessous de la mer ou à 175 mètres plus bas que sur la côte au N. du Havre.

Enfin nous avons dit en terminant qu'à partir de la rive droite de la Seine, les marnes bleues et les sables verts argileux, placés sous la glauconie sableuse, représentaient notre troisième étage ou partie inférieure du grès vert dans les départements de l'Orne et du Calvados; que les sables ferrugineux et les grès qui viennent au-dessous, dans le pays de Bray et au cap la Hève, appartenaient au *lower green sand* du Kent, du Sussex et du Hampshire; et en dernier lieu, que les argiles bigarrées, les argiles à fougères et à creusets du pays de Bray, et les couches arénacées qui leur succèdent jusqu'aux bancs à *Exogyra virgula*, pouvaient être les équivalents d'une partie du groupe wealdien.

## Groupe de la craie tufau.

Nous avons divisé ce second groupe, comme le précédent, en trois étages qui sont, de bas en haut : 1° *marnes blanches ou grises et glauconieuses avec ostracées, grès grossiers et psammites* ; 2° *craie micacée* ; 3° *craie jaune de Touraine*.

En suivant les modifications et le développement de ces sous-divisions, d'abord de l'E. à l'O., puis du S. au N., nous avons vu sur les bords de la Loire, à la hauteur de Bonny, de Neuvy et de Sancerre, le second groupe composé de calcaires blanc-grisâtre, micacés, avec points verts, et renfermant les fossiles qui caractérisent la craie marneuse ou glauconieuse à l'E. dans les départements de l'Yonne et de l'Aube, et au N. à Rouen, à Wissant, etc. Nous avons retrouvé ces mêmes caractères zoologiques dans les buttes soulevées d'Humbligny à Ménétou, mais au-delà ils cessent d'avoir cette précision remarquable. Ces espèces, au lieu de se présenter réunies et abondantes à un niveau déterminé, deviennent alors plus ou moins rares. Elles sont disséminées dans une énorme épaisseur de couches et associées à une organisation tout-à-fait étrangère à celle des dépôts contemporains de l'E. et du N. de la France.

Autour de Vierzon, on voit, au-dessus des sables verts et des marnes grises, des calcaires marneux, sableux, micacés, à points verts, avec silex gris, se fondant dans la pâte et qui appartiennent au second étage, celui de la craie micacée. A l'O., sur les bords du Cher, cette même craie se montre à la base des collines et renferme des silex noirs ou gris. Autour de Saint-Aignan, elle est déjà recouverte par une grande épaisseur de craie jaune, tantôt sableuse et friable, tantôt glauconieuse, subcristalline ou blanchâtre, et qui, malgré les variations de ses caractères minéralogiques, est cependant toujours distincte des couches qui la recouvrent comme de celles qui la supportent. A Bouré et à Montrichard, la craie micacée la mieux caractérisée est exploitée vers le pied des collines, puis elle est surmontée à peu de distance par la craie de Touraine, qui, à quelques exceptions près, que nous avons signalées, forme tous les escarpements jusqu'à la vallée de la Loire.

La vallée de l'Indre, de Buzançois à Châtillon et Loches, nous a présenté d'une manière plus claire le développement successif de la craie micacée reposant sur le grès vert et au-dessus les diverses variétés de la craie jaune de Touraine. Nous n'y avons point encore trouvé cependant l'étage inférieur du groupe, qui n'est caractérisé par ses fossiles que plus à l'O., entre la vallée de l'Indre et celle de la Creuse. La superposition de la craie micacée à ce troisième étage se fait sur une pente si faible, et l'épaisseur de ce dernier est encore si peu considérable, que leur séparation sur les plateaux ou dans les vallées ne peut être que très difficilement tracée. Nous pensons cependant que les couches marneuses ou argileuses dans lesquelles on trouve l'*Exogyra columba* appartiennent à cet étage inférieur que l'on voit bien caractérisé au Port-la-Pile sur les bords de la Creuse, et où abondent l'*Exogyra columba* et l'*Ostrea biauriculata*.

Dans cette partie du département de la Vienne et dans celles des départements d'Indre-et-Loire et de Maine-et-Loire qui y sont contiguës, le troisième étage, composé de marnes sableuses et glauconieuses, de grès grossiers calcarifères à grains verts, se reconnaît toujours à la présence de l'*Ostrea biauvariculata*, des *Exogyra columba* et *flabellata*, du *Mytilus ligeriensis*, de la *Terebratula depressa*, du *Strombus inornatus* et de nombreux Echinides. L'étage moyen ou craie micacée forme des chaînes de collines dont le relief est nettement tranché au-dessus des plaines environnantes, soit des deux côtés des vallées de la Vienne et de la Creuse, soit plus à l'O., dans les petits chaînons qui, se dirigeant par Mirebeau ou par Loudun, suivent la rive gauche de la Vienne jusqu'à sa jonction avec la Loire. Les environs de Chinon offrent la superposition la plus précise du troisième étage au deuxième, ou de la craie jaune de Touraine à la craie micacée. Il en est encore de même autour de Sainte-Maure. Des moules d'*Ammonites peramplus*, de *Cyprina ligeriensis*, de *Cardium alternatum*, d'*Arca ligeriensis*, s'observent particulièrement dans la craie micacée, dont nous avons signalé les dislocations sur divers points. Toutes ces couches plongent généralement au N. et au N.-E.

La vallée de la Loire, depuis Mosne et Cangey à l'E. d'Amboise, jusqu'aux environs de Candes, c'est-à-dire dans tout son trajet à travers le département d'Indre-et-Loire, sur une longueur de 24 à 25 lieues, est presque entièrement ouverte dans la craie jaune de Touraine. A l'E., celle-ci est recouverte par la craie à silex de Chaumont et de Blois, et nous avons montré qu'à l'O. et au S. elle reposait sur la craie micacée. Nous avons particulièrement insisté sur les caractères bien prononcés de cet étage, qui n'a pas moins de 50 mètres d'épaisseur dans les escarpements abruptes et si pittoresques des environs d'Amboise, dans les immenses carrières de Lussault, dans les coteaux si variés et si heureusement accidentés de Vouvray, de Rochecorbon et de Sainte-Radegonde. Partout on y voit creusés de nombreuses galeries, des caves, des celliers, des habitations à plusieurs étages, et entourées de jardins en terrasses suspendus gracieusement au-dessus du fleuve, qui roule ainsi ses eaux comme entre deux guirlandes de feuillage, de fleurs et de riants *cottages*.

La comparaison des deux rives à la hauteur de Tours nous a permis d'y apprécier la correspondance exacte des couches, par opposition aux fractures que nous avons signalées à l'E. et l'O. de ce point. Parmi les nombreux fossiles que renferment ces assises, nous avons indiqué beaucoup de polypiers, dont plusieurs ont leur analogue dans des étages plus récents, puis le *Cidarites vesiculosus*, l'*Apiocrinites ellipticus*, la *Serpula filosa*, la *Trigonia scabra*, la *Lima Dujardini*, les *Spondylus truncatus* et *duplicatus*, les *Terebratula alata* et *albensis* et l'*Ammonites polyopsis*. L'absence de Nautilés dans cet étage et dans celui de la craie micacée de ce pays est une circonstance digne de remarque. Une petite Exogyre, que nous avons nommée *E. turonensis*, est très caractéristique de la craie jaune au N. et au S. de la Loire. L'*Exogyra columba* y est également assez répandue. Cette dernière coquille

constituant d'abord une variété très petite, abondait, comme on l'a vu, dans les grès verts ou ferrugineux, puis, acquérant un certain développement dans les couches à Trigonies qui les recouvrent, on pouvait croire que les couches à ostracées placées encore plus haut, à la base du second groupe, nous en présentaient les dernières générations et le dernier accroissement; mais il n'en est pas ainsi: après avoir été très rare dans la craie micacée, nous voyons cette espèce reparaitre vers la partie médio-inférieure de la craie jaune, où elle atteint, surtout aux environs de Villedômer, des dimensions encore plus considérables que dans les couches antérieures. La présence de cette coquille, et en grande quantité, à plusieurs niveaux très distincts, pouvait être une cause d'erreur utile à signaler.

La pente générale au N. et au N.-E. de toutes les assises crétacées situées au S. de la Loire et l'inclinaison à l'E et au S.-E. de leurs prolongements dans les plateaux situés au N. de la même rivière, c'est-à-dire inverse de la direction des cours d'eau de ce dernier versant, nous ont fait décrire, comme très dignes d'attention, les escarpements de craie jaune identique avec celle de la Touraine, qui se voient autour de Châteaudun, à 16 ou 17 lieues au N. du point le plus oriental, où ces mêmes couches sortent au jour sur les bords de la Loire. Nous avons pensé que cette disposition, qui se prolonge d'ailleurs jusqu'au-dessous de Vendôme, était le résultat d'une fracture par suite de laquelle ces couches auraient été amenées au jour, et dans laquelle coule actuellement le Loir entre ces deux villes. Nous sommes aussi entré dans quelques détails sur des moules cylindroïdes ou conoïdes trouvés en grand quantité dans les couches de Châteaudun, et auxquels nous avons provisoirement donné le nom d'*Amphorites*, à cause de leurs dimensions et de leur forme.

En descendant la vallée que parcourt le Loir, on la trouve presque constamment bordée par diverses modifications de la craie de Touraine, beaucoup plus sableuse vers sa base et passant à la craie micacée vers le pied des collines. Ces deux étages s'amincissent sensiblement à mesure qu'on s'avance vers l'O., où bientôt le grès vert forme le fond de la vallée. Les environs de La Flèche sont remarquables par le développement et les caractères particuliers de l'étage inférieur. A sa base est le banc à ostracées, puis au-dessus, viennent des glaises, des sables et des psammites gris-verdâtre que recouvrent le deuxième et le troisième étage, réduits tous deux à quelques mètres d'épaisseur et presque confondus. On peut voir dans ces mêmes collines, à une distance seulement de 8 mètres l'un au-dessus de l'autre, les deux bancs d'*Exogyra columba* qui, dans la vallée de la Loire, sont séparés par un ensemble de couches dont l'épaisseur est d'environ 100 mètres. Ici, comme partout ailleurs, l'*Ostrea biauriculata* et l'*Exogyra flabellata* semblent appartenir exclusivement au banc inférieur.

Au-delà de la ligne de partage des eaux du Loir et de la Sarthe, dans le département de ce nom, la craie de Touraine a disparu, la craie micacée présente çà et là quelques lambeaux, l'étage inférieur est encore bien caractérisé dans la

colline du Mans, mais nous n'en avons plus trouvé de traces au N. vers Alençon ni sur la rive droite de la Sarthe. Les coupes des environs de Saint-Calais, de La-Ferté-Bernard, etc., nous ont montré la craie micacée reposant sans intermédiaire sur les grès ferrugineux ou sur les calcaires sableux qui en dépendent. Des trois étages que nous avons établis dans ce deuxième groupe, il ne reste donc que la craie micacée, marneuse et glauconieuse, qui se trouve encore avec une certaine épaisseur sur quelques points isolés du département de la Sarthe et qui cesse dans celui de l'Orne, où le groupe du grès vert atteint seul l'axe du Mellerault.

Nous avons déjà dit que, sur le versant N. de cet axe, la séparation du deuxième et du troisième groupe était très difficile à fixer lorsqu'on plaçait dans le grès vert, comme la coupe au S. de l'axe nous y obligeait, des couches qui sur ce même côté S. sont recouvertes par tout l'étage des sables et grès ferrugineux; tandis qu'au N., où ces sables et les couches à ostracées manquent, elles sont immédiatement surmontées par cette craie sableuse, glauconieuse, micacée, puis marneuse, qui s'y lie d'une manière intime. Les fossiles de cette dernière sont d'ailleurs peu caractérisés dans les vallées de la Rille et de la Charentonne, où l'*Inoceramus mytiloides* supplée seul aux Ammonites, aux Turrilites, aux Scaphites, etc., propres à ce niveau sur tant d'autres points. En s'avancant au N. vers les bords de la Seine, la liaison et le passage de cette craie glauconieuse et micacée, à la craie blanche, se remarquent également; et sans le petit lit de Scaphites, de Turrilites, d'Ammonites, etc., de la montagne Sainte-Catherine, peut-être n'eût-on pas songé à établir ces distinctions. Cette difficulté à préciser les limites de ces modifications de la craie se reproduit partout dans les escarpements qui bordent la Seine jusqu'à son embouchure, et dans les falaises qui remontent au N. du Havre.

Les considérations théoriques par lesquelles nous terminerons ce mémoire ont pour but d'expliquer les différences que nous offrent les couches crétacées des deux versants de l'axe du Mellerault, de même que celles qui résulteront de la comparaison que nous allons faire des assises que nous venons d'étudier, avec celles qui leur correspondent à l'E. et au N. du même bassin, puis dans la Belgique et de l'autre côté de la Manche.

## § II. Comparaison des diverses parties du bassin crétacé du N. de la France et des pays voisins.

Dans cette comparaison des rivages opposés du grand golfe qui s'ouvrait au N.-O. par un large canal s'étendant de Dives à Tournay, nous nous occuperons peu des étages ou des subdivisions de chaque groupe; car si dans la moitié occidentale que nous venons d'étudier, déjà plusieurs de ces étages, bien caractérisés sur certains points, se sont amoindris, puis ont disparu tout-à-fait sur d'autres, à plus forte raison, en nous éloignant davantage, ne devons-nous pas nous attendre à les retrouver ni plus constants ni plus distincts. Nous considérerons donc particuliè-



rement les groupes qui, par cela même qu'ils représentent une plus longue période, ont dû être marqués par des phénomènes plus généraux, dont les effets se sont propagés plus loin.

Le groupe néocomien ou groupe inférieur de la formation constitue, comme nous l'avons vu, depuis le parallèle de Bar-le-Duc jusque autour de Sancerre, une zone étroite, continue, dirigée du N.-E. au S.-O., et qui marque le rivage S.-E. du golfe crétacé sur une longueur d'environ 52 lieues (pl. I, fig. 1). Au N., au S. et à l'O. du bassin, on ne voit aucune trace de ce groupe. Ce n'est qu'au-delà du détroit, dans le Surrey, le Kent et l'île de Wight, que MM. R. A. C. Austen (1) et Murchison (2) d'abord, ensuite MM. Fitton (3), Ibbestson et Forbes (4) et Simms (5) ont signalé récemment, dans les deux premières assises du grès vert inférieur (*lower green sand*), un certain nombre d'espèces fossiles qui caractérisent le groupe néocomien de l'E. Il est résulté de ces recherches et de celles de M. Alcide d'Orbigny que la plus grande partie du grès vert inférieur du S. de l'Angleterre, ou au moins ses deux assises inférieures (A et B de la dernière notice de M. Fitton, *Proceed.*, vol. IV, p. 409) doivent être regardées comme appartenant au quatrième groupe ou groupe inférieur de la formation (6). Ce dernier se trouve alors caractérisé par un grand développement d'ostracées, comme le troisième par celui des céphalopodes.

Mais entre les représentants de la faune néocomienne en Angleterre et les couches les plus récentes de la formation oolitique, nous trouvons, au-delà du détroit et dans le N. de l'Ecosse, un grand ensemble de dépôts fluviatiles, lacustres ou torrentiels, qui n'ont d'analogues bien reconnus en deçà sur le continent que quelques traces indiquées dans le Bas-Boulonnais sur le prolongement de la vallée de Weald, dans le pays de Bray et plus particulièrement dans le Hanovre. Nous dirons tout-à-l'heure quels pourraient être les dépôts synchroniques marins du rivage oriental.

(1) *Proceed. of the Geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 167 et 196 — 1843.

(2) *Ibid.*, p. 174.

(3) *Ibid.*, p. 206, 1843, et p. 396, 1844. *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> sér., t. I, p. 438, 1844.

(4) *Ibid.*, p. 407, et *Report of the 14<sup>th</sup> meet. Brit. Assoc.*, p. 45, at York 1844, London, 1845.

(5) *Proceed. of the Geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 406.

(6) La présence constante à un certain niveau de l'*Exogyra sinuata*. Sow., invoquée contre cette assimilation, est précisément ce qui la confirmerait, si comme nous le pensons, cette coquille, dont la variété type marquerait la limite supérieure du groupe néocomien, n'est qu'une modification et le dernier développement des variétés *subsINUATA*, *DORSATA*, etc. Leym. (*Couloni* auct.), propres aux calcaires et aux marnes sous-jacentes. En ne considérant qu'une province, cette limite pourra paraître mal placée et arbitraire; mais il n'en sera pas de même lorsqu'on embrassera un horizon plus étendu. Nous n'avons point d'ailleurs à nous occuper ici du parallélisme de détail que l'on a voulu établir entre les argiles à *Plicatules* de la Champagne et de la Bourgogne avec les argiles d'Apt; c'est un sujet que nous traiterons ailleurs.

Le parallélisme du grès vert de l'E. de la France avec le troisième groupe d'Angleterre, comprenant le grès vert supérieur, le gault, et peut-être la première assise du grès vert inférieur, a été suffisamment établi; mais toute analogie cesse dès que l'on passe au N. de la ligne de partage dirigée N.-O. S.-E., ou plus exactement O. 34° N. à E. 34° S., de la pointe orientale du Bas-Bouloonnais au Catelet, et qui remonte ensuite au N.-E., vers Bavay, en séparant l'Escaut de la Sambre (pl. I, fig. 1 (1)). D'un côté de cette ligne, les eaux coulent vers la mer du Nord par la Lys et l'Escaut; de l'autre, elles se rendent directement dans la Manche ou se dirigent vers la Seine. Ainsi, en Belgique et jusque sur les bords du Rhin, rien ne représente géologiquement ni stratigraphiquement le troisième groupe, assertion que nous nous sommes attaché à démontrer dans un mémoire précédent (2); et que les considérations suivantes nous paraissent justifier encore.

En nous reportant au S., nous remarquerons une seconde ligne de partage presque parallèle à la première et qui s'étend depuis le Mellerault (Orne), ou mieux depuis le village de Champhaut, jusqu'à celui de Saint-Puits, sur la limite des départements de l'Yonne et de la Nièvre (pl. I, fig. 1). Cette ligne n'est que le prolongement de l'axe anticlinal du Mellerault, dont nous avons encore indiqué des traces au N.-O., entre Harcourt et Aulnay (Calvados). Au S., au S.-O. et à l'O. de cet axe, nous trouvons, à la vérité, l'équivalent du troisième groupe que nous n'avons pas reconnu dans la Belgique ni aux environs d'Aix-la-Chapelle; mais en comparant les assises qui le composent aux couches contemporaines de l'E. en France, et du N.-O. en Angleterre, des différences essentielles vont à l'instant nous frapper. Ces différences au S.-E., ou vers l'extrémité de la ligne de partage, ne sont point brusques ni tranchées, comme si un isthme eût séparé en cet endroit les deux parties du bassin; elles sont au contraire graduelles de l'E. à l'O.; comme on pourrait l'attendre de l'existence d'un détroit ou d'une communication d'une certaine largeur: aussi ces différences ne sont-elles complètes que lorsqu'on vient à comparer les rivages opposés du Perche, du Maine et de l'Anjou à ceux des Ardennes, de la Champagne et de la Bourgogne.

Ainsi, à l'O., dominant des calcaires sableux, des *macigno*, des sables et des grès ferrugineux. Les argiles sont sableuses, grises ou bleuâtres, mais peu développées. Plus bas, sont des calcaires glauconieux, sableux, blanchâtres, et quelques psammites; les sables verts proprement dits n'ont qu'une très faible épaisseur.

(1) Cette ligne de l'Artois est, en outre, bien caractérisée par des accidents particuliers signalés depuis longtemps par Monnet, mais dont M. Élie de Beaumont a récemment fait sentir toute l'importance (*Explic. de la carte géolog. de France*, t. I, p. 775). Ce sont des affleurements de roches sédimentaires anciennes, au fond de plusieurs petites vallées, sur le revers N. de l'axe, et qui sont alignés entre le point où ces couches disparaissent au S. d'Etrœung (Nord) et celui où elles se montrent, aux environs d'Hardinghen, dans le Bas-Bouloonnais.

(2) *Mém. de la Soc. géol. de France*, 1<sup>re</sup> série, t. III, p. 273 et 280; — 1839.

A l'E. du bassin, au contraire, et à partir de l'Yonne, les argiles foncées, les sables et les grès verts constituent presque à eux seuls tout le groupe. A l'O., les coquilles de céphalopodes sont peu nombreuses en espèces, et les individus sont comparativement rares, tandis que certaines variétés d'Exogyres et les Trigonies y abondent. Remarquons encore que quelques espèces remontent dans le groupe suivant, ce qui a engagé M. Alcide d'Orbigny à réunir nos deux groupes en un seul, réunion à laquelle s'opposent tous les caractères stratigraphiques et minéralogiques. Sur l'ancien rivage oriental, comme en Angleterre, les céphalopodes prennent un grand accroissement pendant cette période, et nous les trouvons accumulés avec profusion dans les couches argilo-sableuses de la Bourgogne, de la Champagne et des Ardennes, comme dans celles du Kent, du Sussex, du Hampshire, d'une partie du Wiltshire et plus au N. dans le Cambridgeshire, etc.

Si nous n'avons pas adopté tout-à-fait le classement proposé par M. Alcide d'Orbigny pour les couches de l'O., parce que, comme nous l'avons démontré, il y avait continuité entre les couches du grès vert de l'E. et celles du S. et de l'O. du bassin, recouvertes sur tous ces points par le deuxième groupe, nous partageons complètement son opinion sur les différences remarquables que présente l'organisme de ces deux rivages opposés, de même que sur l'analogie entre les fossiles de la partie occidentale de notre bassin et ceux de la zone crayeuse du S.-O. qui a fait l'objet de la première partie de ces Études (1). M. d'Orbigny avait d'ailleurs très bien senti la nécessité d'admettre une séparation entre ce qu'il a appelé, à l'époque de la craie tufau, le *bassin de la Seine* et le *bassin de la Loire*; et, sous ce rapport, on peut reconnaître que nous sommes arrivés tous deux à des résultats identiques par des voies très différentes (2).

Quant à l'épaisseur totale du groupe, nous la trouvons la plus grande dans le département de l'Aube, où M. Leymerie lui assigne 150 mètres (3). Elle diminue ensuite dans les départements de la Haute-Marne, de la Meuse, des Ardennes, de l'Aisne et du Nord; elle diminue également à travers les départements de l'Yonne, de la Nièvre, du Cher et de l'Indre, pour s'accroître de nouveau sous

(1) Nous avons déjà fait voir qu'il était possible d'établir une relation assez exacte entre les assises du grès vert de l'O. du bassin en France et celles de la partie occidentale de son prolongement en Angleterre. En effet, le *lower green sand*, ou groupe inférieur, à l'état rudimentaire dans le Wiltshire, manque dans le Dorsetshire et le Devonshire. Le gault, dans le premier de ces comtés, est déjà caractérisé par plusieurs espèces étrangères aux couches parallèles du Kent, du Sussex et du Hampshire, et plus à l'O., il manque tout-à-fait. Enfin le *upper green sand*, peu développé dans les comtés du S.-E., prend au contraire une épaisseur et des caractères particuliers dans le S. du Wiltshire, puis, dans le Dorsetshire et le Devonshire, il paraît représenter seul le 3<sup>e</sup> groupe. Des fossiles, jusque là propres à ces divers étages à l'E., s'y trouvent alors réunis dans les mêmes couches.

(2) *Bull. de la Soc. géol.*, t. XIII, p. 360, —1842; et t. XIV, p. 481, —1843.

(3) Le niveau de l'*Exogyra sinuata* se trouvant à la base du grès vert tel que ce groupe avait été limité d'abord, la différence de l'épaisseur sera sans importance en comprenant ce niveau dans le groupe inférieur.

celui d'Indre-et-Loire, où les puits forés nous ont fait connaître une épaisseur de 115 mètres. Dans le département de la Sarthe, abstraction faite des résultats donnés par le sondage du Mans, le troisième groupe atteint, particulièrement entre Nogent-le-Rotrou et La Ferté-Bernard, une épaisseur presque comparable à celle qu'on observe sur le rivage opposé de la Champagne.

Si nous prolongeons au N.-O. la ligne de partage des eaux de l'Artois et celle du Mellerault, nous trouverons que la première, en s'infléchissant à l'O., suit l'axe de la vallée de Weald, dont la continuation sépare le bassin tertiaire de Londres de celui du Hampshire; son passage à travers le détroit est marqué par un relèvement très sensible du fond de la mer. La sonde la plus faible de tout l'axe du canal se trouve précisément entre l'embouchure de la Liane et la pointe de Denge-Ness, où elle n'est que de 2 mètres (pl. I, fig. 1). Au S.-O., la profondeur augmente assez vite; au N.-O., elle ne dépasse pas 3 mètres sur une longueur de 14 kilomètres qui correspond à l'ouverture de la vallée du Bas-Bouloonnais; au-delà, les sondes augmentent pour ne plus se relever.

La seconde ligne coïncide à peu près avec le rivage crétacé le plus occidental du Devonshire, dont on trouve des traces au N. de Newton Bushel. Au S.-E., nous apercevons une coïncidence plus remarquable encore, car la zone du groupe inférieur ou néocomien est sensiblement comprise entre les extrémités un peu infléchies au S.-O. de ces deux mêmes lignes prolongées, comme en Angleterre le *lower green sand* et les couches wealdiennes placées dessous sont compris entre leurs prolongements directs au N.-O. Cependant on peut voir qu'ils n'occupent pas en réalité toute cette largeur, ne dépassant pas au S. une ligne tirée de l'île de Purbeck à l'embouchure de la Seine et parallèle à l'axe du Mellerault.

Une autre disposition non moins digne d'attention, lorsqu'on suit le développement des deux groupes inférieurs du S.-E. au N.-O., ou des collines de la Champagne et de la Bourgogne à celles des comtés du S.-E. de l'Angleterre, c'est que ces deux groupes, très puissants aux extrémités opposées de ce golfe, sont réduits à peine reconnaissables vers son milieu, là précisément où l'on aurait dû s'attendre à les trouver le plus épais. Le *lower green sand* ou groupe néocomien, qui atteint plus de 200 mètres d'épaisseur dans les falaises d'Atherfield et en a encore près de 120 dans celles du Kent, est réduit à 15 mètres au cap de la Hève, où le gault et le grès vert supérieur sont aussi à peine représentés, malgré leur grand développement au S.-E. comme au N.-O. du bassin. On est ainsi conduit à penser qu'il existait à l'endroit du détroit actuel un bombement sous-marin presque perpendiculaire aux axes précédents (pl. I, fig. 1). Ce bombement, en se prolongeant au N.-E. dans la mer du Nord jusqu'à une certaine distance, a permis la continuation de dépôts semblables sur toute la côte orientale d'Angleterre jusque dans le Yorkshire, et leur relation avec ceux qui se formaient dans le Hanovre, tandis qu'il empêchait l'envahissement par les eaux, des Flandres, de la Belgique

et des provinces Rhénanes, sans doute alors émergées comme pendant la période oolitique.

La ligne de la Manche est encore aujourd'hui marquée par une série de sondes qui se relèvent dans sa direction depuis les rochers du Calvados, à peu près à l'embouchure de la Seule, jusqu'à l'endroit où elle coupe le prolongement de la ligne de l'Artois, sur le banc de Colbart, point qui, comme on vient de le voir, est le moins profond de tout l'axe du canal. De chaque côté de cette ligne, les sondes s'abaissent pour se relever ensuite en s'approchant des côtes. Ainsi ces points de moindre profondeur représenteraient l'ancienne banquette sous-marine, dont l'existence doit remonter au-delà de la formation wealdienne, puisque sur les côtes de Normandie manquent le *Portland stone*, les couches de Purbeck, d'Hastings et le *Weald clay*.

En poursuivant notre comparaison pour le groupe de la craie tufau, nous voyons celui-ci se diviser à l'O. en trois étages, distincts par leurs caractères pétrographiques, stratigraphiques et par la prédominance constante de certaines espèces à des niveaux déterminés. A l'E., nous ne trouvons rien de semblable; on n'aperçoit aucune trace du premier ni du troisième étage; le second seul y est représenté par des calcaires blanc-grisâtre, plus ou moins marneux, avec points verts, silex gris se fondant dans la pâte, ou bien encore par quelques grès psammites à grain très fin, qui ne s'y montrent pas d'ailleurs exclusivement. Cet ensemble de couches réunies sous le nom de craie tufau est caractérisé par les mêmes fossiles que la craie glauconieuse de Rouen, qu'il représente, que la craie marneuse de Wissant, que le *chalk marl* enfin, qui lui correspond dans les comtés du S. et du S.-E. de l'Angleterre. Cette craie marneuse et souvent un peu glauconieuse a été confondue à tort par quelques géologues français avec le grès vert supérieur (*upper green sand*, *fire stone* du Surrey) placé dessous de l'autre côté du détroit, et qui manque au S.-E. sur le continent, de la même manière que nous venons de voir deux de nos étages du deuxième groupe de l'O. manquer à l'E.

Les fossiles dont nous venons de parler sont particulièrement les *Ammonites Mantelli*, *varians*, *rhotomagensis* et *falcatus*, les *Turrilites costatus* et *tuberculatus*, le *Scaphites æqualis*, le *Hamites attenuatus*, le *Nautilus elegans* et l'*Inoceramus mytiloides*, qui, à l'exception de cette dernière coquille, deviennent d'autant plus rares qu'on s'avance davantage vers l'O. où d'autres corps organisés caractérisent les couches du même âge. On doit remarquer encore que c'est entre Sancerre et Vierzon, c'est-à-dire quelques lieues plus à l'O. que les dernières traces du groupe néocomien, que cessent les caractères zoologiques les plus tranchés de la craie tufau de l'E. et du N. (1).

(1) La rareté comparative des Ammonites dans le bassin occidental se lie à une circonstance particulière qui n'a pas encore été remarquée: c'est la taille énorme que les individus y ont atteints. Ainsi, nous avons vu dans la magnifique collection de M. Alc. d'Orbigny des individus de l'*A. lewesiensis*, provenant de la partie supérieure de la craie micacée de Touraine, qui avaient plus de 1 mètre de diamètre; un autre de l'*A. perampus* était également colossal; l'Ammonite à laquelle nous avons conservé provisoirement le nom de *cenomanensis* est toujours aussi très grande.

Dans un mémoire déjà indiqué, nous avons rapporté à ce second groupe les couches crayeuses et sableuses de la Belgique et des provinces Rhénanes, qui sont inférieures à la craie blanche. Le rivage méridional du bassin dans lequel elles se sont déposées est bien marqué par la présence du poudingue appelé *tourtia* qui constitue un banc de 0,50 à 5 mètres d'épaisseur, d'une constance remarquable et reposant sur les terrains anciens dans les départements du Pas-de-Calais, du Nord et dans la partie de la Belgique qui y est contiguë. Ce poudingue s'appuie sur le versant N. de la ligne de partage de l'Artois, et les travaux de recherches ou d'exploitation de houille le traversent constamment. Nous donnons ci-dessous le détail des principaux sondages exécutés depuis peu dans ces deux départements, et qui indiquent d'une manière précise la position de ce poudingue relativement au terrain ancien sous-jacent et relativement aux marnes crayeuses (*dièves*) du second groupe qui le recouvrent (1). Le poudingue ne

(1) M. Lévillé, dans une note géologique sur les frontières de France et de Belgique (*Mém. de la Soc. géol.*, t. II, p. 29-1835), a donné plusieurs coupes naturelles de ces couches, depuis Tournay jusqu'aux environs de Bavay, et on y voit le poudingue reposer tantôt sur le terrain houiller, tantôt sur le calcaire carbonifère, tantôt sur les grès rouges placés dessous. Il est constamment recouvert par des marnes (*dièves*). M. Poirier de Saint-Brice (*Ann. des mines*, 1<sup>re</sup> série, t. XIII, 1826) le constate également. Les détails suivants des sondages sont disposés de manière à faire connaître les couches traversées en allant du N.-E. au S.-O., perpendiculairement à la direction de la ligne de l'Artois; ainsi le plus éloigné de cette ligne est le forage de Thivencelles près Condé, sur la frontière même; il a donné :

242 <sup>m</sup> ,95.	{	1. Sable tertiaire. . . . .	24 <sup>m</sup> ,33
		2. Craie blanche et craie marneuse bleuâtre avec silex à 69 mètres.	87 ,67
		3. Craie marneuse à points verts, calcaire gris et jaune avec silex, marnes grises, jaunes, bleues, vertes, etc. ( <i>dièves</i> ). . . . .	126 ,00
		4. Marnes glauconieuses et glauconie sableuse. . . . .	4 ,88
		5. Roches argileuses et arénacées. . . . .	24 ,40
Total. . . . .			267 <sup>m</sup> ,28

Dans la note jointe à cette coupe, M. Degousée fait remarquer le grand développement du grès vert; mais nous pensons que ces couches appartiennent toutes (du n° 3 au n° 5) au second groupe, et que le *tourtia* n'a point été atteint. Ce forage a traversé la dépression crayeuse que l'on sait exister entre Calonne et Montignies-sur-Roc, et où les sédiments crétacés ont une épaisseur locale qu'on ne retrouve plus dans les autres directions. Ainsi la coupe de la fosse Saint-Louis à Anzin, à trois lieues au S.-O., ne montre qu'une épaisseur d'environ 70 mètres de dépôts tertiaires et crétacés au-dessus du *tourtia* que recouvre la diève (*Bull. de la Soc. géol.*, t. VIII, p. 171-1837). Pour les autres sondages du département du Nord, nous suivrons une direction du S.-E. au N.-O., parallèle à celle de la ligne de l'Artois.

FORAGE D'ABESCON (canton de Bouchain), pour la compagnie CARETTE et MINGUET.

152 <sup>m</sup> ,54.	{	1. Glauconie sableuse (tertiaire). . . . .	4 <sup>m</sup> ,88
		2. Craie blanche. . . . .	43 ,41
		3. Craie marneuse à silex. . . . .	15 ,00
		4. Dièves. . . . .	75 ,33
		5. Poudingue ( <i>tourtia</i> ). . . . .	5 ,16
		6. Schistes et grès houillers. . . . .	13 ,94
Total. . . . .			157 <sup>m</sup> ,42

dépasse pas non plus la ligne de partage de la Sambre et de l'Escaut, à l'E. de laquelle le grès vert commence à se montrer dans la forêt de Mormale pour continuer ensuite vers les Ardennes.

La limite occidentale du *tourtia* paraît coïncider avec la vallée de la Lys ou

FORAGE D'ÉMERCHICOURT (canton de Bouchain), pour la même compagnie.

122 <sup>m</sup> ,03.	{	1. Glauconie tertiaire. . . . .	6 <sup>m</sup> ,88
		2. Craie blanche. . . . .	45 ,44
		3. Dièves. . . . .	71 ,74
		4. Poudingue ( <i>tourtia</i> ). . . . .	4 ,85
		5. Calcaire marbré. . . . .	5 ,79
Total. . . . .			134 <sup>m</sup> ,70

FORAGE D'AUBERCHICOURT (canton de Douay), pour la même compagnie.

126 <sup>m</sup> ,66.	{	1. Sable tertiaire. . . . .	6 <sup>m</sup> ,00
		2. Craies diverses. . . . .	61 ,33
		3. Dièves (marnes argileuses grises, bleues et vertes). . . . .	62 ,00
		4. Poudingue ( <i>tourtia</i> ) et marne glauconieuse. . . . .	3 ,33
		5. Argiles schisteuses et grès anciens. . . . .	73 ,84
Total. . . . .			206 <sup>m</sup> ,50

FORAGE DE VRED (canton de Marchiennes), pour M. LAURENT.

111 <sup>m</sup> ,17.	{	Sables et argiles tertiaires. . . . .	23 <sup>m</sup> ,32
		Craie blanche avec ou sans silex. . . . .	63 ,87
		Dièves. . . . .	45 ,80
		Poudingue et calcaire glauconieux. . . . .	1 ,50
		Schistes et argiles schisteuses, lits minces de phthanite et quartz grenu redressé. . . . .	52 ,49
Total. . . . .			186 <sup>m</sup> ,68

FORAGE DE MARCHIENNES, pour M. BERNARD.

103 <sup>m</sup> ,00.	{	Sable bleuâtre, sable vert argileux, argile grise compacte (tertiaire). . . . .	25 <sup>m</sup> ,66
		Craie blanche sans silex. . . . .	31 ,66
		Craie marneuse avec ou sans silex. . . . .	16 ,17
		Dièves. . . . .	54 ,51
		Poudingue ( <i>tourtia</i> ). . . . .	0 ,66
Argiles schisteuses et grès houillers. . . . .			38 ,00
Total. . . . .			166 <sup>m</sup> ,66

FORAGE DE FLINES (canton de Marchiennes), pour le même.

120 <sup>m</sup> ,17.	{	Sables verts et jaunes, sables verts argileux, sable noir et argile sableuse (terrain tertiaire). . . . .	43 <sup>m</sup> ,49
		Craie blanche avec silex noirs. . . . .	44 ,78
		Craie marneuse à silex. . . . .	16 ,66
		Marnes argileuses grises, blanches, verdâtres, brunâtres (dièves). . . . .	57 ,73
		Poudingue ( <i>tourtia</i> ). . . . .	1 ,00
Calcaire ancien. . . . .			2 ,45
Total. . . . .			166 <sup>m</sup> ,14

mieux avec la ligne de partage des eaux qui s'y rendent et de celles qui se jettent dans l'Yser. Le forage exécuté à Bailleul ne semble pas l'avoir atteint comme aux environs de Lille, et il aurait pénétré seulement dans des argiles et des sables

## FORAGE DE L'ESPLANADE, A LILLE.

	Sables et argiles tertiaires. . . . .	16 <sup>m</sup> ,90
68 <sup>m</sup> ,55.	Craie blanche avec silex à la base. . . . .	32 ,50
	Nappe d'eau à 48 <sup>m</sup> ,30.	
	Craie marneuse grise avec plaques de calcaires marneux compactes et silex vers le haut. . . . .	24 ,20
	Marnes argileuses grises avec points verts . . . . .	11 ,20
	Poudingue (tourtia). . . . .	0 ,65
	Calcaire carbonifère plus ou moins cohérent. . . . .	36 ,05
	Total. . . . .	121 <sup>m</sup> ,50

## FORAGE DE L'HÔPITAL MILITAIRE, A LILLE.

Même coupe que le précédent. . . . .	120 <sup>m</sup> ,00
Le poudingue (tourtia) a été rencontré à 69 <sup>m</sup> ,75, la nappe d'eau jaillissante à 107 <sup>m</sup> ,00.	

## FORAGE DE L'HÔPITAL GÉNÉRAL A LILLE.

Même coupe. . . . .	180 <sup>m</sup> ,60
Le poudingue (tourtia) a été rencontré à 89 <sup>m</sup> ,00.	

M. Bailly a constaté que les variations observées dans la quantité d'eau fournie par ces puits étaient en rapport avec les marées. (*Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, t. XIV, p. 310—1842.)

## FORAGE DE BAILLEUL (arrondissement d'Hazebrouck), exécuté par MM. FLACHAT.

Ce forage poussé à 108<sup>m</sup>,33, après avoir traversé des argiles blanches, jaunes, grises et quelques lits de sables et de coquilles, a été abandonné dans des sables verts; nous n'avons pu rien conclure à cause du manque de précision dans la légende.

Les détails donnés par M. Turbert (*Ann. des mines*, 4<sup>e</sup> série, vol. III, p. 73) sur la traversée des *morts terrains* dans le N. de la France, confirment pleinement les résultats que nous avons donnés pour le département du Nord.

Dans celui du Pas-de-Calais, nous avons déjà rappelé les sondages exécutés à Tilloy et à Monchy-le-Preux au S.-E. d'Arras, où le poudingue (tourtia) a été rencontré à 147, 180 et 200 mètres au-dessous de la surface du sol, et reposant sur une couche de terre noire pyriteuse, qui résulte de la décomposition des schistes anciens sous-jacents; mais c'est à tort que, dans notre précédent mémoire (*loc. cit.*, p. 281), nous avons regardé cette couche comme un rudiment du grès vert qui n'existe pas sur tout ce versant. Ce que l'on a traversé appartient à diverses variétés de craie.

## FORAGE DE BEURAINS (canton d'Arras), pour la société départementale.

151 <sup>m</sup> ,32.	{ Craie à silex, craie marneuse grise, bleue, etc. . . . .	142 <sup>m</sup> ,66
	{ Craie glauconieuse . . . . .	1 ,33
	{ Dièves. . . . .	7 ,00
	{ Poudingue (tourtia). . . . .	0 ,33
	{ Psammites anciens. . . . .	8 ,66
	Total. . . . .	159 <sup>m</sup> ,98



qui peuvent encore appartenir aux *dièves*. Quant au grès vert, on doit penser qu'après avoir longé au S. l'axe de l'Artois jusqu'à Fruges, il tourne vers le N. et s'abaisse dans cette direction; ainsi que le prouve la coupe du puits foré à

FORAGE DE MERCATEL (à 2 kilomètres au S. du précédent), pour la même société.

135 <sup>m</sup> ,33.	{	Terre végétale et argile jaune sableuse. . . . .	6 <sup>m</sup> ,00
		Craie blanche avec silex noirs. . . . .	34 ,33
		Craie marneuse grise avec silex cornés. . . . .	8 ,00
		Craie marneuse grise avec pyrites et plaquettes de calcaires marneux durs. . . . .	93 ,00
		(Le tourtia est sans doute compris dans cette troisième assise.)	
		Couches non déterminées, mais probablement du terrain ancien.	15 ,00
		Total. . . . .	156 <sup>m</sup> ,33

FORAGE DE DINVILLE (situé à peu de distance à l'O. du précédent), pour la même société.

Le poudingue (tourtia) a été rencontré à 131<sup>m</sup>,33 de profondeur, et reposant sur le grès rouge ancien comme le précédent.

FORAGE DE GOUY (à l'O. du précédent), pour la compagnie de BOUQUEMAISON.

141 <sup>m</sup> ,65.	{	Calcaire marneux bleuâtre, verdâtre, grisâtre, blanchâtre, plus ou moins compacte. . . . .	132 <sup>m</sup> ,66
		Grès verts, marnes argileuses grises, grès vert et argile sableuse. . . . .	4 ,99
		Poudingue (tourtia). . . . .	4 ,00
		Schistes et grès. . . . .	53 ,99
		Psammites bleuâtres. . . . .	16 ,02
		Total. . . . .	211 <sup>m</sup> ,66

Ce dernier forage est situé sur la ligne de partage des eaux de l'Artois et à 18 lieues de Chercq près Tournay, où le tourtia existe aussi à la surface des calcaires carbonifères. La ligne qui joint ces deux points est presque perpendiculaire à l'axe de l'Artois; et comme nous avons constaté d'un autre côté la présence du même poudingue de Saint-Waast près Bavay jusqu'aux environs de Bailleul, suivant une ligne de 24 lieues de long et parallèle à l'axe, il s'ensuit que cette couche, dont l'épaisseur moyenne n'atteint pas 3 mètres, se prolonge avec des caractères identiques sur une surface d'au moins 432 lieues carrées. On conçoit que les irrégularités du sol ancien sur lequel elle repose l'a fait atteindre à des profondeurs assez différentes, lesquelles dépendent également de l'altitude de l'orifice des puits. Il serait donc facile, en combinant celle-ci avec les profondeurs, de déterminer les ondulations du plan souterrain formé par le poudingue.

Les puits artésiens, si nombreux dans le canton de Lillers (Pas-de-Calais), et dont le plus ancien paraît remonter à l'année 1126, sans que le volume de ses eaux ait varié depuis, n'atteignent probablement pas le poudingue (tourtia) et s'arrêtent dans les argiles sableuses des *dièves*.

Enfin deux forages ont été exécutés pour la même compagnie dans le département de la Somme, au S. des précédents et très près de la ligne de partage. L'un, à Hem, a traversé la formation crétacée sur 90<sup>m</sup>,66 d'épaisseur, au-dessous de 20 mètres formés par le dépôt argilo-caillouteux des plateaux. Ces 90<sup>m</sup>,66 étaient des alternances de marne et de calcaire, et vers le fond, on a rencontré une marne argileuse gris-blanchâtre.

Le second forage exécuté à Luchaux a été poussé jusqu'à 172<sup>m</sup>,17, dont 147<sup>m</sup>,64 dans les couches marneuses précédentes, au-dessous desquelles on aurait trouvé un calcaire oolitique gris-jaunâtre de 9<sup>m</sup>,66, un conglomérat à ciment argilo-calcaire assimilé au tourtia, 2<sup>m</sup>,82, et un second calcaire ooli-

Calais. Ce sondage, exécuté par M. Mulot, était arrivé, le 2 septembre 1844, à la profondeur de 320<sup>m</sup>,20, et avait traversé (*Rapp. de M. Legros Devot, Calais, 1845*) :

1° Terrain superficiel, remblais, cailloux roulés et sables coquilliers modernes. . . . .	23 <sup>m</sup> ,83
2° 17 alternances de sables verts ou gris avec pyrites, d'argiles sableuses vertes ou brunes, d'argiles compactes avec pyrites et d'un lit de cailloux, le tout représentant la <i>plastic clay</i> . . . . .	49 12
3° Craie blanche friable et craie à silex. . . . .	91 50
4° 16 alternances de craie grise, de craie argileuse, de craie dure, de craie siliceuse, souvent avec pyrites. . . . .	140 74
5° Craie siliceuse très dure à grains verts. . . . .	0 90
6° Argile brune micacée. . . . .	1 50
7° <i>Id.</i> avec pyrites. . . . .	3 65
8° <i>Id.</i> avec sable, grains verts et pyrites. . . . .	1 15
9° <i>Id.</i> avec gros grains de quartz et pyrites. . . . .	1 70
10° Grès à grains verts, très durs. . . . .	5 31

TOTAL. . . . . 320 20

Point d'eau jaillissante.

Nous ferons remarquer que les grès verts, durs, succèdent ici aux argiles à grains verts et pyrites, exactement comme nous les avons indiqués au-dessous de la falaise de Saint-Pot (*Mém. de la Soc. géol.*, t. III, pag. 264).

La limite N. du *tourtia* est moins bien connue au-delà d'une ligne tirée de Frameries et Wasmes près Mons, vers Courtray; car dans cette partie, les couches plongent fortement au N., et c'est de ce côté que le bassin, circonscrit comme il vient d'être indiqué, communiquait avec la haute mer. C'est aussi dans cette espèce de quadrilatère que s'est développée, au commencement de la période de la craie tufau, cette faune remarquable que nous avons signalée récemment (*Bull. de la Soc. géol.*, t. III, séance du 2 mars 1846), et qui était venue peupler une surface où aucun sédiment ne s'était déposé depuis l'époque carbonifère.

La puissance totale des trois étages de l'O. correspond à celle des diverses assises de la craie tufau de l'E. et du N.; elle la dépasse même sur plusieurs points, particulièrement dans la région qu'occupe aujourd'hui la vallée de la Loire. Mais au N., dans les départements de la Sarthe et de l'Orne, le groupe de la craie tufau est très réduit, et finit par manquer tout-à-fait; circonstance en rapport avec le

tique de 12<sup>m</sup>,75. M. du Souich (*Essai sur les recherches de houille dans le N. de la France*, p. 32, 1839) paraîtrait porté à regarder ces dernières assises comme appartenant au groupe inférieur ou néocomien. Cette assertion, qui ne repose que sur des données minéralogiques peu certaines, et qui est contraire à l'allure souterraine connue des groupes inférieures de la formation, ne ferait que confirmer d'ailleurs ce que nous avons dit, que le groupe du grès vert est limité nettement au N.-E. par la ligne de partage de l'Artois. Quant aux calcaires atteints sur cette ligne même, il faudrait des détails plus nombreux et plus précis pour prononcer s'ils sont néocomiens, wealdiens, ou même de l'étage de Portland.

relief que nous supposons au sol à cette époque, à partir de l'axe du Mellerault, et qu'indique la coupe fig. 5, pl. III.

Quant à la largeur de la zone formée à l'E. par le second et le troisième groupe réunis, elle est beaucoup moindre qu'à l'O. Dans les départements de l'E., cette largeur ne dépasse pas 5 à 6 lieues, tandis que dans ceux de l'O. elle est de plus de 12 lieues, et en atteint même au S. de 15 à 18 : différences qui résultent de la plus grande inclinaison de ces couches à l'E. et au N. qu'à l'O. et au S. Les premières, en effet, ont dû se déposer sur les pentes assez inclinées de la Côte-d'Or, dont le soulèvement n'a point influencé les couches oolitiques de l'O., et de plus, elles ont été soulevées elles-mêmes plus tard, au lieu que les secondes, ou celles de l'O., sont restées dans leur position originaire.

Nous avons séparé de notre second groupe la craie de Blois et de Chaumont-sur-Loire, qui se prolonge au N. pour former la partie moyenne et supérieure des escarpements de Vendôme, et nous l'avons réunie au premier groupe, dont elle constitue ainsi la base ou l'étage inférieur, la craie blanche occupant l'étage moyen et la craie de Maëstricht le supérieur. Mais nous devons dire que l'absence de bonnes coupes ne nous a pas encore permis de préciser la relation exacte de la craie de Blois et de Vendôme avec la craie blanche, et il serait peut-être plus rationnel de la laisser encore dans le second groupe, si l'on considère, non seulement sa position au-delà de l'axe du Mellerault, mais encore ses fossiles et ses caractères minéralogiques. Les Bélemnites entre autres, si répandues dans la craie blanche et jusqu'aux dernières couches de Cibly et de Maëstricht, n'ont encore présenté qu'un seul échantillon au-delà de la ligne du Mellerault, coïncidence singulière avec l'absence ou l'extrême rareté des Nautilus dans le second groupe de l'O.

Pour la craie blanche, nous adoptons complètement l'opinion de MM. Dufrénoy et Elie de Beaumont, et nous ne l'avons vue dépasser un peu l'axe du Mellerault qu'à la hauteur de Gien et de Briare ; car à Bonny elle n'existe déjà plus, de même que sur la rive gauche de la Loire. La craie blanche s'étend au N., jusqu'à Maëstricht, où elle est recouverte par l'étage supérieur, et à l'O., dans toute la partie orientale de l'Angleterre. Son épaisseur est beaucoup moindre au N. de l'axe de l'Artois, le long de l'ancien rivage du second groupe, qu'au S., où elle atteint son maximum au-dessous de la vallée de la Seine. L'étage supérieur de Belgique se trouve relégué pour ainsi dire au N. de la ligne de partage de l'Artois, et même de l'ancien rivage du deuxième groupe. Si quelques traces existent au S., c'est vers le milieu du bassin qu'occupe la craie blanche qu'il faut les chercher, et où elles nous présentent des caractères si différents de ceux des couches du N. qu'on a pu hésiter longtemps à les regarder comme contemporaines.

Nous avons déjà fait pressentir que ces limites des anciens bassins crétacés ne cessèrent point avec les dépôts de cette formation. En effet, le terrain tertiaire inférieur du N. de la France, dont les groupes s'échelonnent du N. au S. suivant

leur ancienneté relative, vient s'appuyer au pied du versant N. de l'axe du Mellerault, qu'il ne dépasse pas. La ligne de partage des eaux de l'Artois et de la Flandre sépare de même le bassin tertiaire de la Belgique de celui de la Seine, comme on a vu le prolongement de l'axe de la vallée de Weald séparer le bassin de Londres de celui du Hampshire.

Ainsi la glauconie inférieure, qui repose au N. sur la craie de Ciply et de Maëstricht ou sur des terrains plus anciens, est la seule couche qui se montre identique des deux côtés de l'axe de l'Artois. L'étage des lignites n'est que rudimentaire au N., si même il y existe. Les groupes si distincts et si nettement tranchés des sables inférieurs et du calcaire grossier s'arrêtent à la chaîne de collines qui s'étend de Noyon à Villequier-au-Mont (Aisne). Plus au N., les caractères de ces deux groupes se confondent; les calcaires et les sables, de même que les fossiles, ne présentent plus dans leur distribution cette précision si remarquable au S., et les divisions établies dans la Belgique ne leur correspondent que très imparfaitement. Le groupe des sables moyens, bien défini au S. jusqu'à ces mêmes collines d'Ugny-le-Gay, au N., depuis Cassel jusqu'au-delà de Tongres, en diffère sensiblement sous le rapport des fossiles comme sous celui des roches. Enfin les analogies sont encore plus incertaines pour toutes les couches postérieures (1).

Quoique l'ouverture du canal de la Manche soit probablement très récente, comme nous l'avons dit ailleurs (2), le relèvement des couches de chaque côté du détroit vers les côtes actuelles nous fait croire qu'à partir de l'époque des lignites, car ces premiers sédiments sont identiques depuis la Champagne jusque dans le Berkshire, il existait aussi pendant la période tertiaire, comme pendant la formation des deux groupes crétacés inférieurs, un bombement sous-marin dirigé N.-E., S.-O., qui donna lieu aux différences que nous présentent les couches tertiaires de l'Angleterre avec celles du N. de la France d'une part, et avec celles de la Belgique de l'autre. Ce bombement était parallèle au rivage S.-E. du golfe crétacé, et par conséquent au soulèvement de la Côte-d'Or; mais on doit penser qu'il s'étendait peu au N. de Calais, puisque des dépôts analogues au *London clay* s'observent dans la province d'Anvers. Quoique le relief actuel du sol des Flandres et l'hydrographie du pays ne nous fournissent point de données satisfaisantes à cet égard, la nature des couches nous fait regarder comme très probable que la séparation des bassins de Londres et de Bruxelles avait lieu suivant une ligne faiblement sinueuse, prenant à environ une lieue et demie au S. de Calais, et se dirigeant vers Malines, en passant un peu au N. de Gand. A l'E. de Malines, suivant une observation fort judicieuse que nous a communiquée M. d'Omalius d'Halloy, elle paraîtrait encore être indiquée par le thalweg de la vallée du Demer, des deux côtés duquel l'aspect du pays est très différent, et se trouve

(1) Voyez *Bull. de la Soc. géol.*, t. X, p. 193—195 et 200—1839.

(2) *Ibid.*, p. 221.

sans doute en relation avec la nature du sol sous-jacent (1). Si l'on cherche au S.-O. quelques caractères orographiques en rapport avec cette dernière direction, on les trouvera fortement indiqués encore par la grande fosse centrale de la Manche, si bien déterminée sur la carte hydrographique dressée par M. Le Saulnier de Vauhello, et que nous avons reproduite dans notre Esquisse (pl. I, f. 1).

Pendant l'époque tertiaire, non plus que pendant la période crayeuse, ces diverses parties du grand bassin n'étaient pas toutes complètement isolées les unes des autres, et ces lignes de partage, sans être tout-à-fait émergées, pouvaient se trouver cependant sous une si faible profondeur d'eau, que les animaux qui vivaient et les sédiments qui se déposaient fussent, de part et d'autre de ces digues ou banquettes sous-marines, dans des conditions physiques assez variées pour nous expliquer les différences que présentent aujourd'hui les fossiles et les roches du même âge.

Lorsque le terrain tertiaire moyen commença à se déposer, la ligne du Mellerault, cessant de manifester son influence, permit aux poudingues, aux sables et aux grès marins supérieurs, ainsi qu'aux marnes et aux calcaires lacustres qui leur ont succédé, de s'étendre librement depuis le N. de la France jusqu'au pied du plateau central, et des plaines de la Champagne jusqu'aux terrains anciens de la Bretagne. Mais il semble qu'ensuite cette même ligne ait reconquis une partie de son influence; car les observations récentes de M. Lyell, d'accord avec l'opinion émise antérieurement par M. Desnoyers, tendent à établir le parallélisme du crag d'Angleterre et de Belgique avec les sables de la Sologne, les faluns coquilliers du Blaisois, de la Touraine, de l'Anjou et de la Bretagne. Or, les différences si tranchées que l'on observe entre les fossiles du crag et ceux des faluns, différences qui nous avaient porté nous-même à les regarder comme appartenant à des époques distinctes, se coordonnent encore à la ligne du Mellerault, dont le prolongement atteint la côte un peu au N. de Barneville (Manche), et se trouve indiqué par une ligne de partage qui s'étend de Saint-Patrice-le-Clay à Saint-Pierre-des-Moitiers.

On peut reconnaître, en effet, que la direction des quarzites dans ce dernier espace a été influencée par ce ploiement. La crête rocheuse de Lithaire, les massifs de grès de Doville, de Besneville, etc., que nous avons étudiés avec M. de Ver-

(1) Le rapprochement des argiles de Boom avec le banc coquillier du Limbourg ne nous a jamais paru fondé. Non seulement il n'est appuyé sur aucune superposition précise, mais les caractères minéralogiques et zoologiques s'y opposent également. Quant aux espèces fossiles communes que les beaux travaux de M. Nyst ont fait connaître dans ces deux dépôts, elles établiraient seulement entre eux un rapport semblable à celui qui existe entre les fossiles du calcaire grossier, et ceux des sables moyens ou de Bagshot, que les couches de Kleyn-Spauwen, de Tongres, etc., nous paraissent représenter. De cette manière, le parallélisme établi depuis longtemps entre le calcaire grossier et le système bruxellien, avec les argiles de Boom identiques au *London clay* de l'autre côté du détroit, subsisterait toujours, et la cause des différences qui les distinguent devra être attribuée à des circonstances physiques qui restent encore à étudier.

neuil, sont plutôt alignés sur le prolongement de l'axe du Mellerault que suivant la direction normale du système silurien dont ils forment la base.

Les coquilles trouvées dans le Cotentin et si parfaitement identiques avec celles du crag rouge du Suffolk, se rencontrent précisément dans des couches adossées au pied N.-E. de cette ancienne barrière. Elles ont pu être ainsi en relation directe avec la mer du crag, et être séparées au contraire de celle des faluns, qui ne dépassait pas non plus le prolongement S.-E. de cette ligne. Ces coquilles du crag du Cotentin se trouvent, en outre, placées au-delà du bombement que nous avons supposé exister pendant la période tertiaire à la place du canal de la Manche, et en deçà duquel, en France comme en Belgique, il n'y a point de trace du crag ni d'autres dépôts de cet âge. Le crag d'Anvers est aussi placé au N. de la ligne que nous avons indiquée comme séparant le *London clay* du système bruxellien, et il représente aujourd'hui, de ce côté du canal, le dépôt contemporain du crag du Suffolk, comme les argiles de Rupelmonde ou de Boom représentent le *London clay* du même comté et celui de l'Essex. Ainsi, au N. de Calais et de Douvres, l'axe actuel du détroit ne coïnciderait pas comme au S. avec l'ancienne séparation des bassins.

D'après ce qui précède, on peut donc voir que nous sommes arrivé à reconnaître une certaine corrélation entre les caractères orographiques et hydrographiques du sol actuel, et les différences organiques et inorganiques des dépôts qui se sont succédé, depuis la fin de la période oolitique jusqu'à l'époque des grès de Fontainebleau et même au-delà. Cette coordination à deux lignes parallèles, ou dont les directions ne diffèrent que de 3°, et à une troisième ligne presque perpendiculaire aux deux autres, de la plupart des changements qui se sont produits dans ce grand bassin, ne peut être le résultat du hasard ou de causes fortuites qui n'influent jamais avec cette permanence ni avec cette espèce de symétrie : aussi ces lignes doivent-elles traduire encore pour nous l'orographie du sol immergé pendant ce laps de temps. Mais ce qui n'est pas moins digne de remarque, c'est que cette disposition du sol sous-marin n'ait pas été plus influencée elle-même dans ses effets immédiats par les grands bouleversements que nous savons être survenus pendant cette longue période dans une partie peu éloignée de l'Europe occidentale, dont ils ont si puissamment modifié le relief. Ces bouleversements ont sans doute occasionné des changements généraux dans les sédiments et les êtres organisés des formations et de quelques uns des principaux groupes ; mais les modifications locales des étages sont restées subordonnées aux lignes que nous avons indiquées.

### § III. *Considérations théoriques.*

Jusqu'à présent nous n'avons eu qu'à constater, puis à grouper des faits ; il nous reste actuellement à chercher la raison de ces faits. Nous ne nous dissimulons pas les difficultés de cette recherche : aussi n'est-ce qu'avec une extrême réserve que nous nous hasardons à présenter les hypothèses que leur examen nous a suggérées.

Après le soulèvement de la Côte-d'Or, le bassin dans lequel les couches crétaées devaient se déposer était circonscrit à l'E. par une ligne de côtes un peu sinueuse, dirigée, comme le soulèvement N.-E. S.-O., depuis les environs de Vassy jusqu'à l'E. de Poitiers (pl. I, fig. 1). Longeant ensuite au N. la crête de l'Argonne et celle de Poix, la ligne prenait une direction N.-O. jusqu'aux environs de Bavay, formait plus haut un golfe étroit, au fond duquel se trouve aujourd'hui la ville de Mons, puis revenait à l'O. en passant à la hauteur de Tournay, pour remonter enfin au N.-E. vers Aix-la-Chapelle et au-delà, suivant la direction des terrains anciens. Nous avons vu dans ce qui précède les limites S. et O. de ce bassin, dont les contours étaient à peine esquissés et dont les formes n'ont achevé de se modeler que plus tard à l'époque du grès vert. Dans le Wiltshire, l'Oxfordshire et le Cambridgeshire, le rivage de ce dernier groupe était aussi dirigé parallèlement à celui de la Bourgogne et de la Champagne.

Nous pensons qu'après la grande dénudation qui paraît avoir immédiatement suivi le soulèvement de la Côte-d'Or, et sans doute celui d'une portion considérable de l'Europe occidentale dont les sédiments oolitiques ont été amenés au-dessus des eaux, il se sera produit un affaissement perpendiculaire à la direction du soulèvement, et qui aura donné lieu à une large vallée émergée au S.-E. Au N.-O., une dépression plus profonde, mais point assez cependant pour recevoir directement les eaux salées, commença à se remplir de sédiments argileux et arénacés d'origine lacustre ou torrentielle. Dans ces eaux douces ou saumâtres, s'accumulaient avec les débris de *Cypris*, de Cyclades, de Paludines et d'*Unio*, annonçant des eaux douces, les nombreux ossements d'*Emys*, de Trionyx, de Crocodiles, de *Plesiosaurus*, de *Phytosaurus*, de *Mégalosaurus* d'*Hyléosaurus* et d'*Iguanodon*, qui indiquent le voisinage des terres, comme la présence de quelques coquilles marines prouve le peu d'élévation de ces dépôts au-dessus du niveau de la mer. Pendant cette première époque, les trois quarts du bassin compris entre les deux lignes dont nous avons parlé étaient aussi émergés, puisque les dépôts fluviatiles ou d'eau saumâtre s'étendaient de Hythe à Tisbury et Purbeck. De Hythe, le rivage lacustre se dirigeait vers le Bas-Bouloonnais, et de Purbeck vers l'embouchure actuelle de la Seine, se prolongeant ensuite de part et d'autre vers le centre du golfe, de manière à comprendre la surface qu'occupe le pays de Bray, et peut-être plus loin encore. Par la substitution pour ainsi dire immédiate des eaux saumâtres du lac wealdien (1) à la mer jurassique, on comprend pourquoi les êtres organisés, et surtout les poissons qui vivaient dans ce lac, présentent une certaine analogie avec ceux de la formation qui venait de finir, tandis qu'ailleurs, l'hiatus organique est plus tranché, parce que la succession des couches n'a pas été immédiate.

(1) On conçoit que de petits accidents, comme le *dirt bed*, sont des faits locaux sans aucune importance, relativement au phénomène général de l'abaissement, et qu'il a pu rester çà et là, sur les bords du lac, des points momentanément émergés où la végétation se sera développée, pour être ensevelis peu après sous les eaux comme tout le reste.

Si l'on admet maintenant que le fond du lac wealdien s'abaissait lentement pendant qu'il continuait à se remplir, et que cet abaissement s'étendait à toute la grande dépression S.-E. N.-O. dont nous avons parlé, la surface du lac a pu être envahie par les eaux de la mer au N.-O., pendant que les premiers dépôts néocomiens se formaient au S.-E. Par suite de ces changements, les espèces marines de cette période se sont emparées du nouveau domaine qui leur était ouvert, et ainsi s'explique la présence de ces mêmes animaux au-dessus des dernières couches wealdiennes ou dans les deux premières assises du *lower green sand* du Kent, du Surrey et de l'île de Wight.

Nous avons supposé, pour plus de simplicité, un abaissement graduel très lent et uniforme du N.-O. au S.-E.; mais il a pu arriver aussi que lorsque le dernier étage du groupe wealdien (*Weald clay*) se déposait, déjà quelques points du rivage oriental étaient submergés, et que, dans ces eaux peu profondes, se précipitaient ces calcaires dont les caractères zoologiques sont peu précis, et que nous avons vus, dans les départements de la Haute-Marne, de l'Aube et de l'Yonne, interposés souvent entre les derniers sédiments oolitiques bien caractérisés et les couches crétacées inférieures proprement dites. L'abaissement général continuant, la mer néocomienne envahit tout-à-fait le lac wealdien, et vint alors battre les côtes du Hampshire, du Sussex, du Surrey et du Kent au N.-O., comme celles de la Champagne et de la Bourgogne au S.-E.

A mesure que l'abaissement continuait et s'étendait à d'autres parties du bassin, les eaux devenaient plus profondes, les conditions d'existence changeaient, et à l'organisme du *lower green sand*, d'une part, et du calcaire et des marnes néocomiennes de l'autre, caractérisé par un grand développement d'ostracés, succédèrent peu à peu, avec les nouveaux sédiments arénacés-argileux, ces nombreuses générations de céphalopodes à coquilles cloisonnées, qui avaient dès lors tout l'espace et toute la profondeur d'eau nécessaire pour se multiplier. Leurs débris marquent en effet, aux extrémités opposées du bassin, de même que sur une partie de son rivage N.-E., le milieu, et sur quelques points la fin de la période du grès vert.

Mais dès le commencement de cette période, il se produisit un ploiement O., 31° N., E. 31° S., correspondant à peu près à l'ancien rivage S.-O. de la dépression wealdienne et néocomienne, et il y eut alors, au S. et à l'O. de ce ploiement, un bassin triangulaire qui ne se trouvait en relation avec le golfe central que par un détroit situé entre Sancerre et Vierzon. Pendant que les céphalopodes qui pouvaient communiquer librement avec la haute mer accumulaient leurs dépouilles sur les plages argileuses de l'E., les sables ferrugineux et les calcaires à Trigonies se déposaient à l'O. dans des circonstances physiques tout-à-fait différentes, puisqu'au N., l'axe de soulèvement interrompait la communication directe avec la haute mer. La profondeur des eaux y était moindre, et la nature du fond et des sédiments, de même que l'exposition, différait également de ce



qui avait lieu à l'E. La prédominance ; à cette époque, des argiles sur tel ou tel point du bassin, paraît coïncider aussi avec la présence du lias ou des étages argileux de la formation oolitique, sur son pourtour ou non loin de la côte. Ainsi, à l'O., où ces assises argileuses jurassiques sont représentées par des calcaires souvent sableux, les sédiments crétacés sont particulièrement arénacés et calcarifères.

Le soulèvement dont nous venons de parler ayant eu lieu pendant que se déposait la craie glauconieuse, inférieure aux sables du Perche, explique l'identité des premières assises du grès vert des deux côtés de l'axe du Mellerault, ainsi que la continuité de sa formation au N. de ce même axe, tandis qu'au S., il se produisit, à partir de cette époque, des couches toutes différentes (1). Aucun dépôt correspondant ne se formait encore en Belgique, le sol étant émergé au N.-E. de la ligne de l'Artois.

Bientôt après, un abaissement plus prononcé met fin à la période du grès vert ; la Belgique et tout le pays au N.-E., jusqu'au-delà du Rhin, sont envahis par les eaux, et alors commence la formation du second groupe, dont les caractères dans le Kent, le Sussex, le Hampshire et le Wiltshire sont parfaitement comparables à ceux de la partie du continent qui s'étend depuis les côtes actuelles de la Normandie, de la Picardie, de l'Artois et de la Flandre, jusqu'aux anciens rivages des Ardennes, de la Champagne et de la Bourgogne. Mais au N. de l'axe de l'Artois, dans la Belgique et les provinces rhénanes, ces caractères

(1) Si l'on remarque la position singulière du lambeau crétacé du Plessis-Grimoult (Calvados), on sera naturellement conduit à penser que ce soulèvement a agi non seulement sur les couches secondaires, mais encore qu'il s'est propagé à travers les roches de transition qu'il a rencontrées sur son prolongement N.-O., lequel croise en cet endroit la direction des roches siluriennes sous un angle de 16°. Il aura compliqué ainsi la relation déjà si embrouillée des terrains anciens du Calvados et du Cotentin. Il est probable que plusieurs des anomalies que nous avons remarquées, M. de Verneuil et nous, dans l'étude de ces terrains anciens de l'O., étude qui sera l'objet d'une publication prochaine, viendront se rattacher à la formation de ce même axe dirigé O. 31° N. à E. 31° S.

La direction de ce soulèvement diffère donc de 8 à 9° de celle du système du Thuringerwald (O. 40° N., E. 40° S.), que M. Élie de Beaumont place entre le trias et la formation oolitique. Mais nous croyons en outre que, même avant l'époque du trias, il y avait déjà, suivant cette ligne du Mellerault, un bombement dont les effets se sont manifestés pendant toute la période secondaire, puisqu'au N., dans le Calvados et le Cotentin, il existe des couches de grès bigarré de *red marl*, et peut-être de calcaire magnésien, puis des calcaires inférieurs au lias (a), et le lias lui-même, dont, à l'exception de quelques traces de ce dernier étage, on ne retrouve les équivalents au S. que bien au-delà de la Loire. Si, de plus, on compare attentivement les groupes inférieur, moyen et supérieur de la formation oolitique des deux côtés de ce bombement, les différences qu'ils présenteront ne seront ni moins tranchées ni moins étendues que celles de la formation crétacée. On voit en résumé que cet axe du Mellerault, dont le relief est à peine sensible, et où l'on n'observe aucune dislocation de couches, offre cependant, sur ses deux versants, des différences bien plus prononcées que les versants opposés de véritables chaînes de montagnes, telles que les Vosges et les Pyrénées.

(a) On peut remarquer que ces calcaires et toutes les couches rapportées au trias se trouvent aussi en dehors de l'axe de la Manche, tel que nous l'avons supposé exister lors des premiers groupes crétacés.

sont différents, comme on a vu qu'ils l'étaient au S. et à l'O. de l'axe du Mellerault, dans le Perche, le Maine, l'Anjou et la Touraine; et ce n'est encore qu'à l'extrémité S.-E. de cette dernière ligne, vers le détroit dont nous avons parlé, là où les eaux communiquaient directement avec la partie centrale du bassin, que nous trouvons les mêmes sédiments et les mêmes fossiles (1).

La continuation et la répétition de phénomènes du même ordre, jusqu'à la fin de la période crayeuse, nous semblent pouvoir expliquer, d'une part les passages insensibles que l'on observe dans les couches du centre du bassin comme au N. de l'axe du Mellerault, depuis le commencement de la craie micacée glauconieuse, où même avant, jusqu'aux derniers dépôts crétacés, et de l'autre, les différences frappantes qu'on remarque au-delà des deux lignes de partage que nous avons mentionnées.

Après l'époque de la craie blanche, une nouvelle modification du sol sous-marin a produit encore un changement assez prononcé au N. de la ligne de l'Artois et à la suite duquel se sont formés les dépôts circonscrits de Cibly, de Folx-les-Caves, de Maëstricht, etc., qui, s'ils ont quelques représentants au S., en sont cependant assez distincts pour que leur parallélisme ait longtemps paru douteux. Le lambeau crétacé du Cotentin, placé un peu en avant de l'axe du Mellerault, doit d'après ses fossiles dater d'une époque postérieure au soulèvement de cet axe. Malgré le peu de profondeur de ce petit bassin isolé, si parfaitement décrit par M. J. Desnoyers il y a plus de vingt ans (2), on y trouve, avec un grand nombre d'espèces particulières qu'explique sa position même, la plupart de celles qui caractérisent le premier et le second groupe, tels que nous les avons limités.

La fin de la période crayeuse a été signalée par le soulèvement de la chaîne des Pyrénées et d'une partie de celle des Apennins. Des brisures ont dû se manifester dans des directions parallèles à ces chaînes, et M. Élie de Beaumont cite la dénudation du pays de Bray comme ayant eu lieu sur des protubérances produites à cette époque. Quant à la relation générale de nos deux lignes de partage, leur direction serait comprise entre celle du système du Thuringerwald, 0.40° N., E. 40° S. et celle du système des Pyrénées, E. 18° S., O. 18° N. (3).

(1) Nous supposons qu'en général le remplissage des bassins a été proportionnellement plus rapide que l'abaissement du fond, sans quoi les dernières couches, en recouvrant les plus anciennes, les auraient dépassées, ce qui n'a pas eu lieu. On pourrait encore induire de ce fait l'extrême lenteur de l'abaissement, si l'on admettait qu'il a été seulement continu; mais il est probable qu'il y aura eu à certaines époques des mouvements plus rapides, indiqués par les changements brusques que nous observons dans la nature des dépôts et dans les corps organisés qu'ils renferment.

(2) *Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Paris*, t. II, p. 176; 1825.

(3) On doit remarquer que cette direction est dominante dans la plupart des accidents orographiques, hydrographiques et géologiques de toute la moitié occidentale de la France. Ainsi la Garonne coule dans ce sens depuis Toulouse jusqu'à l'embouchure de la Gironde; la bande crayeuse du S.-O.

Si maintenant nous jetons un coup d'œil sur la profondeur probable du bassin dans lequel se sont successivement déposées les couches crétacées, nous y trouverons peut-être de nouvelles preuves à l'appui de l'hypothèse des oscillations successives et inégales du fond de ce bassin. En faisant abstraction des parties évidemment soulevées, telles que l'axe du Mellerault, celui du Sancerrois et les accidents partiels que nous avons signalés, on reconnaît que, sur l'ancien rivage N.-E. du golfe, depuis les environs de Rumigny jusqu'à ceux de Clermont-en-Argonne, les couches du deuxième ou du troisième groupe atteignent 235, 296, 300 et même 342 mètres d'altitude d'après M. Buvignier (1). Dans le département de l'Aube, M. Leymerie donne à la craie blanche une cote de 295 mètres (2). Les altitudes normales diminuent un peu dans le département de l'Yonne, car il ne nous paraît pas certain que la crête dirigée S.-O., N.-E. d'Alligny (Nièvre) à Saint-

se prolonge de même de Cahors à l'île d'Aix, de telle sorte que le rivage des dépôts tertiaires inférieurs lui est aussi parallèle. La Charente coule dans ce sens d'Angoulême à son embouchure, et la ligne de partage de ses eaux d'avec les affluents de la Dordogne à l'E., se trouve dans la direction du système de la Côte-d'Or, et sur le prolongement exact du rivage oriental du bassin crétacé du N. La ligne de partage granitique que suit la Sèvre nantaise au S. de la Loire, comme la vallée de l'Oust au N., semble être le résultat d'une fracture dirigée dans le même sens et recoupée elle-même plus tard par la vallée de la Loire. La Vienne, depuis l'île-Bouchard, se trouve sur le prolongement du coude que forme la Loire entre Candès et Saint-Mathurin, et il ne serait pas impossible que cette ouverture du sol ne coïncidât avec une fracture dans la même direction, et dont le relèvement de Saumur serait encore un des résultats. De Cosne à Orléans, la même rivière se dirige aussi à l'O. 30° N., et de cette dernière ville à Candès, elle prend une direction presque à angle droit et parallèle à la Côte-d'Or.

Les roches ignées du département de Maine-et-Loire, comme le terrain anthraxifère et la zone des roches plus anciennes auxquelles elles sont intimement liées, sont alignées O. 30° N. à E. 30° S. Les terrains anciens des départements de l'Orne et de la Mayenne présentent un grand nombre d'accidents dans cette direction, tels que l'axe porphyritique des Couévrans. L'axe véritable de la vallée de la Seine en remontant l'Yonne et l'Armençon jusqu'à Somberton, est encore très sensiblement parallèle à nos deux lignes, de même que les petites vallées de la Canche, de l'Authie, de la Somme inférieure, de la Bresle, de la Béthune et du Terrein.

Quant à la direction de la Côte-d'Or et du rivage S.-E. du bassin, nous la retrouvons dans la direction de la vallée de l'Oise, depuis Guise jusqu'à sa jonction avec la Seine, et au N. dans les vallées de la Sambre et de la Meuse, qui semblent en être le prolongement, et aussi dans la ligne de partage de l'Escaut et de la Sambre, entre Saint-Quentin et Bavay. Plus à l'O., la ligne de la Manche et le rivage N.-O. du bassin en Angleterre sont encore parallèles à la Côte-d'Or et au rivage S.-E.

Ces mouvements du sol, qui ne seront bien appréciés, suivant nous, que lorsqu'on se servira des méthodes géodésiques pour constater les divers niveaux que présente un système de couches étudié sur une vaste étendue, à peu près comme l'a fait M. Bravais pour les terrasses du littoral de la Norvège, sont de la nature de ceux qui ont produit les déformations du globe, dont M. Rozet s'est occupé récemment. Ce géologue nous paraît avoir fort bien démontré que ces bombements ne devaient pas être confondus avec les chaînes de montagnes. (*Mém. de la Soc. géol. de France*, 2<sup>e</sup> série, t. I<sup>er</sup>, 1844).

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2<sup>e</sup> série, t. I<sup>er</sup>, p. 399.

(2) *Mém. de la Soc. géol.*, t. IV, p. 305.

Puits et au-delà (Yonne), ne soit pas le résultat d'un soulèvement, quoique beaucoup moins prononcé que celui du Sancerrois, les grès ferrugineux s'élevant à 355 mètres au village de Bouy. Dans le département du Cher, sur les plateaux qui bordent la rivière autour de Vierzon, l'altitude de la craie tufau ne dépasse pas 170 mètres, et celle des grès et sables verts est encore moindre dans le département de l'Indre. A Saint-Pierre-de-Tournon, sur la limite de celui de la Vienne, les affleurements du grès vert ne sont qu'à 90 mètres. Plus à l'O., autour de Mirebeau et de Loudun, ils sont encore plus bas, et la coupe fig. 5, pl. III, nous montre à Tours ces couches descendant bien au-dessous du niveau de la mer. La courbe que nous avons tracée, depuis cette vallée jusqu'à la Manche, fait voir que, sans le relèvement du Mellerault, les couches du deuxième et du troisième groupe n'atteindraient nulle part une altitude de 200 mètres dans cette partie occidentale du bassin.

Si nous suivons ces mêmes couches sous la vallée de la Seine, depuis Troyes jusqu'au Havre, nous verrons qu'elles décrivent une courbe assez prononcée dont le point le plus bas que nous connaissons est au-dessous de Paris même, c'est-à-dire vers le milieu de l'ancien golfe que nous avons supposé exister au commencement de la période crétacée. A Troyes, la craie descend jusqu'à 57 mètres au-dessous du sol, dont l'altitude est de 110 mètres; des marnes foncées du troisième groupe ont été traversées au-delà, sur une épaisseur de 78 mètres ou jusqu'à 25 mètres au-dessous du niveau de la mer. Dans le puits de Grenelle, poussé à 548 mètres, la craie et ses diverses variétés, appartenant au premier et au deuxième groupé, a été traversée sur une épaisseur de 475 mètres; les 73 mètres restants sont des argiles sableuses et des sables verts du troisième groupe, qui descendent ainsi à 509 mètres au-dessous de la mer. L'épaisseur traversée de ce dernier groupe étant à peu près la même dans les deux forages, on voit qu'il y a 484 mètres de différence entre le niveau des mêmes couches sur ces deux points, distants de 39 lieues. Après ce maximum d'abaissement, les couches se relèvent à l'O. d'une manière continue, sauf quelques accidents particuliers, et les détails que nous ont fournis les forages de Saint-André, d'Elbeuf, de Rouen, de Saint-Sever, de Pont-Audemer, du Havre, d'Yvetot, de Dieppe et l'ancien puits de Meulers, nous ont permis d'apprécier, indépendamment des affleurements naturels des couches, la marche souterraine des dépôts dans cette direction.

Nous avons déjà donné dans un mémoire précédent quelques cotes de hauteur pour le troisième groupe dans la Flandre, la Picardie et l'Artois: ainsi nous avons vu qu'à Rumigny (Ardennes) le grès vert atteignait 257 mètres d'altitude, s'abaissait ensuite au N.-O. à 220 et 200 mètres, puis à 140 mètres à Marbais et Sassegnies (Nord) pour disparaître peu après sous la grande masse de craie. Tous les travaux des mines exécutés au N.-O. de la forêt de Mormal nous font penser que la limite du grès vert, au lieu de se prolonger dans cette direction, redescend au S. le long de la ligne de partage des eaux de l'Escaut et de la Sambre, pour suivre plus loin la pente S.-O. de l'axe de l'Artois, remonter un peu au N. en

s'approchant du Bas-Bouloonnais, et venir affleurer dans la falaise de Wissant à 10 ou 12 mètres au-dessus du niveau de la mer. Ainsi la coupe de Rumigny à Wissant, quoique plus sinueuse, nous présente pour le grès vert une disposition en bassin semblable à celle de Troyes au Havre.

Il résulte de toutes ces données que si les couches dont nous avons indiqué les plus grandes altitudes n'avaient éprouvé aucun dérangement depuis leur formation, les sables verts et les argiles d'où nous arrivent les eaux du puits de Grenelle se seraient déposés sous une nappe d'eau d'au moins 869 mètres d'épaisseur, et la craie seule, ou mieux le second et le premier groupe, sous une nappe de 731 mètres. Une pareille cavité dans un bassin aussi resserré, loin de toutes les grandes chaînes, et dont les couches immédiatement sous-jacentes n'offrent sans doute pas de dislocations considérables, doit nous faire penser que ces groupes ont été relevés en masse avec toute cette partie du continent à l'E., au N. et au N.-O. du bassin, tandis qu'au S. et à l'O., ils ont pu rester à très peu près dans leur position première. S'il en avait été autrement, non seulement le grès vert, mais encore une grande partie de la craie tufau et de la craie blanche, auraient recouvert une portion considérable des terrains anciens de la Bretagne, de la Vendée, et se seraient étendus jusqu'aux pentes granitiques du centre de la France. Ce relèvement n'a pas été de moins de 120 à 130 mètres, comme on peut en juger en ramenant les couches les plus élevées de l'E. et du N.-E. au niveau de celles de l'O., que nous pouvons croire encore dans leur position première.

Ce soulèvement paraît avoir eu lieu, du moins en partie, à la fin de la période crayeuse, circonstance qui concourrait avec le peu de profondeur des eaux dans ces mêmes directions, au commencement de la période tertiaire ou à l'époque des lignites. Cette hypothèse n'exclut point celle que nous avons déjà émise ailleurs (1), que des soulèvements subséquents ont porté les dépôts tertiaires anciens (sables inférieurs, calcaire grossier, sables moyens et calcaire lacustre moyen), au-dessus de leur premier niveau, sans quoi un plan horizontal passant par leurs points les plus élevés, tels que la montagne de Reims et la forêt de Villers-Cotterets, viendrait toucher les couches oolitiques au S. et à l'O. de la Loire, tandis que nous avons vu ces dépôts tertiaires s'arrêter sur le versant N. de l'axe du Melleraut (2).

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, t. X, p. 170-1829.

(2) Quelques personnes qui révoquent encore en doute ou qui n'adoptent qu'avec une extrême réserve les oscillations du sol, trouveront certainement que nous avons abusé de ce moyen pour expliquer beaucoup de circonstances dont les causes sont encore mal connues. En effet, la mobilité des eaux est au premier abord plus facile à comprendre, et leur élévation ou leur abaissement répugne moins à l'esprit que les oscillations du sol sur lequel nous marchons et qui paraît si stable; mais outre que cette dernière hypothèse s'accorde avec l'origine généralement admise de notre planète, et avec un certain nombre de faits observés directement de nos jours, on doit remarquer que le plus petit-changement de niveau de la mer signalé sur un point quelconque entraîne un changement général-

L'un des soulèvements généraux qui ont le plus modifié le relief sous-marin du bassin tertiaire, est celui du système de la Corse et de la Sardaigne, placé par M. Élie de Beaumont entre les derniers dépôts du calcaire lacustre moyen et les premiers sédiments marins des grès supérieurs ou de Fontainebleau. En effet, jusqu'à ce moment l'axe du Mellerault et son prolongement au S.-E. avaient toujours marqué la limite S. des couches tertiaires; mais à partir de cette nouvelle invasion de la mer, l'influence de cet axe cesse tout-à-fait, ainsi que nous l'avons dit, et les eaux de cette mer, de même que celles des lacs qui lui ont succédé, sans doute par suite d'un nouveau soulèvement du sol, purent s'étendre sans interruption depuis la Champagne et la Picardie jusque contre les terrains anciens de l'O. et du centre de la France (1).

Nous avons souvent fait remarquer, dans la partie descriptive de notre travail, que l'on avait aussi rapporté à cette époque l'action d'un phénomène qui a laissé dans l'O. des traces de son passage bien autrement évidentes que dans les autres directions : nous voulons parler de ces dénudations de la craie qui ont abandonné derrière elles, comme des témoins irrécusables de leur puissance et de leur énergie, ces sillons plus ou moins larges et profonds qui ont découpé la surface crayeuse,

correspondant dans toutes les mers du globe, et il est difficile de croire que des perturbations aussi faibles que celles dont nous avons étudié les résultats s'étendissent à toute la terre. Nous avons même des preuves du contraire dans le peu de persistance des étages et des groupes, tandis que les oscillations locales, sans-rien changer à l'ordre général de la nature, rendent parfaitement compte de ces mêmes résultats.

(1) Nous avons donné dans le cours de ce mémoire les détails de 59 forages, et si nous y ajoutons 21 autres puits artésiens dont nous connaissons également les coupes, nous aurons un total de 80 sondages exécutés à travers la formation crétacée, depuis Châtellerault jusqu'à la frontière de Belgique d'une part, et depuis Troyes et Vassy jusqu'au Mans de l'autre. Sur ce nombre, 2 seulement ont offert des résultats que l'étude de la surface du sol ne nous avait pas laissé soupçonner : ce sont ceux du Mans et d'Esves, et 78 sont venus confirmer nos observations et les conclusions que nous en avons déduites.

La disposition des lignes de partage du Mellerault, de l'Artois et de la Sambre; celle des lignes du pays de Bray, et l'axe de la Manche, puis la marche souterraine des couches crétacées que nous avons fait connaître dans la vallée de la Loire, dans celle de la Seine et sur la frontière du Nord, de même que la coupe N.-S. de la partie occidentale du bassin, et les dérangements partiels des assises devront toujours être pris en considération lorsqu'on entreprendra des sondages artésiens. Sous les lignes de partage, il peut y avoir discontinuité des couches, et celles-ci fussent-elles même continues, leur position seule suffirait pour rendre les chances plus que douteuses. On a vu, en outre, quelle était l'influence des dislocations locales, et l'on ne peut mettre trop de soins à constater leur non-existence aux environs du point où l'on veut forer un puits.

Le principe que M. l'abbé Paramelle a déduit de sa seule pratique dans la recherche des sources, savoir : *que les cours d'eau souterrains suivent la même loi que ceux qui circulent à la surface du sol* (Huot, Notice sur la théorie de l'abbé Paramelle, p. 4) n'est que la conséquence immédiate de la loi plus générale que nous nous sommes aussi attaché à démontrer. Cette concordance des résultats obtenus par des modes d'observations si différents nous semble devoir leur donner beaucoup de poids dans la recherche des eaux jaillissantes ou seulement ascendantes.

et ces amas de silex, le plus ordinairement brisés, mais non roulés, empâtés dans des argiles sableuses, grises, blanches ou rougeâtres, et qui nous représentent les éléments insolubles de la masse de craie dont ils faisaient autrefois partie intégrante.

Pour avoir une idée approximative de l'immense volume de calcaire ainsi emporté, on peut évaluer au tiers la proportion de ces éléments insolubles dans la masse crayeuse, et c'est à peu près la moyenne de ce que nous avons souvent observé, puis supposer que la dénudation s'est exercée, dans la zone que nous avons décrite, sur une surface de craie représentée par un carré de 50 lieues de côté, et attribuer enfin une épaisseur moyenne de 10 mètres au dépôt de silex, de sable et d'argile, recouvrant aujourd'hui les plateaux du même pays (cette épaisseur atteint de 30 à 40 mètres dans le département de l'Eure), et l'on trouvera que la masse de craie dissoute et entraînée par ce phénomène s'élevait à 800 milliards de mètres cubes représentés aujourd'hui par 400 milliards de mètres cubes de silex, de sable et d'argile (1).

On a vu qu'ensuite une invasion des eaux de la mer, due sans doute à une dépression du sol, limitée de nouveau par la ligne du Mellerault, avait laissé çà et là des dépôts coquilliers et des sables à l'O. de cette même ligne. Mais cette révolution n'est point encore la dernière qui ait affecté les couches crétacées ou tertiaires de l'O.; car la formation des vallées, dont un grand nombre sont dues originairement à des fractures et à des failles, puis les soulèvements partiels, et d'autres accidents qu'une étude plus détaillée fera sans doute connaître, enfin le grand phénomène diluvien qui sur tant de points est venu remanier d'anciens débris, pour les mêler avec ceux qu'il arrachait lui-même au sol, ont imprimé à la surface du pays les formes et les caractères qu'elle nous présente aujourd'hui.

Tous ces faits semblent donc prouver avec évidence, que la partie de la France

(1) M. Damour, minéralogiste très distingué, connu surtout par la précision et la délicatesse de ses analyses chimiques, a bien voulu, à notre demande, rechercher quelle serait la quantité d'acide nécessaire pour dissoudre une pareille masse de calcaire, et il est arrivé à ce résultat, que 1 mètre cube de craie pure exigerait pour se dissoudre 4<sup>m</sup>,229 centim. cubes d'acide hydrochlorique liquide à 1,19 de densité. Cet acide, affaibli par une quantité d'eau égale à 50 fois son volume, conserverait encore une action décomposante sensible sur la craie. Ainsi, pour dissoudre le parallépipède dont nous venons de parler, il aurait fallu plus de quatre fois son volume d'acide hydrochlorique, en supposant que cet acide ait été le dissolvant.

D'un autre côté l'état des silex et de leur gangue, la masse énorme qu'ils constituent, et sa disposition même, ainsi que celle des sillons que l'on observe si fréquemment, ne nous permettent pas de penser que ces accumulations soient seulement le résultat d'une action mécanique, quelque énergique qu'on la suppose. La force même et la rapidité qu'il faudrait attribuer dans ce cas à l'agent de dénudation ne pourraient se concilier avec les arêtes presque toujours vives des silex. Dans ce dépôt, l'état roulé des silex est exceptionnel; il indique les parties où il y a eu transport des matériaux, et sans doute aussi la direction principale des courants. Il ne faut point confondre d'ailleurs avec ces silex, ceux du véritable dépôt de transport diluvien qu'on retrouve non seulement vers le fond des vallées, mais encore sur les plateaux de la Touraine, du Maine, du Perche, etc.

dont nous nous sommes occupé dans ce Mémoire, sans présenter de ces immenses rides ou chaînes de montagnes qui attirent le regard et frappent l'imagination, n'en a pas moins été soumise à des mouvements fréquents dont nous pouvons retrouver les traces et les effets dans l'hydrographie superficielle et souterraine, et dans l'orographie du sol, aussi bien que dans les caractères stratigraphiques, pétrographiques et zoologiques des formations sédimentaires. Nous voyons enfin que, si l'étude de la direction et de la composition des grandes chaînes qui sillonnent la surface du globe a conduit M. Élie de Beaumont à la connaissance des phénomènes généraux qui les ont produites, l'examen comparatif et détaillé des petits accidents du sol pourra peut-être nous expliquer les anomalies apparentes que l'on rencontre à chaque pas dans le domaine de la géologie descriptive.

## APPENDICE.

### § 1<sup>er</sup>. Parallèle des zones crétacées du Sud-Ouest et du Nord-Ouest.

Dans une note placée à la fin de la première partie de ces Études, nous indiquions déjà quelques rapprochements entre les couches crayeuses des deux versants S.-O. et N.-O. du plateau central; nous compléterons aujourd'hui ces indications en comparant les divers étages de bas en haut, de la manière suivante.

1° Il ne paraît pas y avoir, ni d'un côté ni de l'autre, de dépôts représentant le quatrième groupe de la formation ou groupe néocomien, et à plus forte raison le groupe wealdien.

2° Le quatrième étage du S.-O., comprenant des argiles, des sables verts, ferrugineux, des grès et des calcaires à Ichthyosarcolites (troisième niveau des rudistes), correspondrait au troisième groupe du N.-O., c'est-à-dire au groupe du grès vert. Quoique les fossiles communs ne soient pas très nombreux, on peut citer l'*Exogyra columba minima*, non moins abondante au N. qu'au S., la *Trigonia sinuosa*, et quelques autres espèces. Des fragments d'Ichthyosarcolites ont été signalés à Saumur et à Tourtenay par M. Al. d'Orbigny (1) et à La Bastie près de Loudun par M. de la Tourrette (2). Enfin de part et d'autre, les couches reposent sur la formation oolitique et sont surmontées par les bancs à ostracées.

3° Le troisième étage du S.-O., composé de calcaires marneux gris et jaunâtres et de calcaires blancs (deuxième niveau des rudistes), correspond à l'étage inférieur du second groupe du N.-O. Ce rapprochement repose principalement sur la présence au N. comme au S. d'un banc continu placé à la base de chaque étage et composé presque exclusivement d'*Ostrea biauriculata*, d'*Exogyra columba* et

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, t. XIII, p. 360.

(2) *Ibid.*, 2<sup>e</sup> sér., t. II, p. 53. 1844.



*flabellata*. Le *Cardium productum*, l'*Arca tailburgensis*, sont communes aux deux pays. Ce parallélisme serait en outre confirmé par la découverte de l'*Hippurites cornupastoris*, si caractéristique des calcaires blancs du S.-O., dans les collines de Saint-Germain et de Sainte-Cérotte (Sarthe) (1), et dans des couches supérieures à celles des ostracées voisines de la craie micacée.

4° Le second étage du S.-O., composé de craie marneuse, de craie tufau grise, glauconieuse et micacée, est celui dont les caractères minéralogiques et les fossiles ont le plus d'analogie avec la craie micacée du N.-O., et même avec le groupe de la craie tufau dans l'E. et le N. de la France. Cette analogie est si remarquable, qu'elle avait depuis longtemps frappé M. Al. Brongniart, bien que ce savant n'ait examiné le pays que très rapidement.

5° Enfin le quatrième étage du S.-O., composé des calcaires jaunes supérieurs (premier niveau de rudistes) correspondrait à la craie jaune de Touraine au lieu d'être parallèle à la craie blanche, comme nous l'avions d'abord pensé. Les roches ont, minéralogiquement, beaucoup d'analogie, comme dans l'étage précédent. Les polypiers, les radiaires et les coquilles bivalves ont un certain nombre d'espèces communes. Mais nous ne trouvons au N. aucune trace de ce grand développement de rudistes qui caractérise le premier étage du S., quoique M. Dujardin ait signalé un fragment de Sphérolites aux environs de Tours, ni cette prodigieuse accumulation d'Hutres (*Ostrea vesicularis*, var. *a.*) que l'on suit depuis l'embouchure de la Gironde jusqu'au centre du département de la Dordogne. D'un autre côté, ce parallélisme se trouve appuyé par la découverte que nous avons faite récemment, de l'*Ammonites lewesiensis* au milieu du banc de Spéculites, dans les falaises de Saint-Georges-de-Didône (Char.-Infér.). Cette espèce paraît être la dernière du genre qui ait vécu au S.-O. comme au N.-O.

Ainsi, dans ces deux parties de la France, la formation crétacée ne serait représentée que par les deux groupes du milieu, le deuxième et le troisième, puisque le groupe néocomien ou inférieur manque sur l'un et l'autre versant, et que le groupe supérieur, qui n'existe point au S., ne présente au N. que la craie de Blois, de Chaumont et de Vendôme, que nous ne plaçons même qu'avec doute à la base du premier groupe. Nos conclusions se trouvent donc parfaitement d'accord avec celles de MM. Dufrenoy et Élie de Beaumont, qui, dans la carte géologique de France, n'admettent point de craie blanche dans la zone du S.-O. ni dans celle du N.-O.

#### § II. Observations sur quelques points de la partie occidentale du département de la Vendée.

Nous avons peu de chose à ajouter à ce que MM. Bertrand Geslin et Rivière ont écrit sur les couches crétacées de la Vendée et de l'île de Noirmoutier, et ce que nous en dirons, d'après nos propres observations, a seulement pour but

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, t. XIII, p. 360.

de lier les détails de la zone S.-O. à ceux de la zone N.-O. et de laisser le moins de lacune possible dans notre travail ; nous y joindrons d'ailleurs quelques considérations sur les dépôts tertiaires qui les recouvrent.

En sortant de la ville de Noirmoutier par son extrémité S. et longeant la côte basse des salines de Ribandon, on voit le sol constamment formé de sable moderne jusqu'au Sablau et au corps-de-garde de ce nom. Ce n'est que vers le fort Saint-Pierre que des roches plus anciennes se montrent dans les escarpements. Ce sont des grès quarzeux et des poudingues siliceux avec empreintes végétales, reposant sur des sables ferrugineux. Les grès très durs, à gros grains de quartz hyalin, passent à un poudingue également siliceux et à petits noyaux de quartz, de schiste, de phyllades, etc. Leur épaisseur, qui sur ce point est de 7 à 8 mètres au plus, paraît plus considérable qu'elle ne l'est réellement à cause des nombreux blocs éboulés qui couvrent la côte. Ces grès supportent le fort Saint-Pierre, et ont une grande analogie avec ceux de la forêt de Tilgate (Sussex), et les sables qui sont dessous ressemblent à ceux de la côte d'Hastings.

Le petit promontoire qui s'avance sous le bois de la Chaise est aussi formé par ces mêmes grès éboulés. Ils affectent une disposition un peu schisteuse en grand. Les bancs sont mal suivis, et on y remarque une tendance au délit oblique. En continuant à suivre la plage, on voit sous le corps-de-garde du Tambourin les grès blancs et le poudingue à petits éléments reposer sur les sables ferrugineux. Au corps-de-garde de la Lande ou du Cobe, la falaise montre les sables ferrugineux, avec grains de quartz plus ou moins gros, sur une hauteur de 10 mètres. Les lignes de stratification oblique y sont fréquentes, et vers le haut, se voient quelques gros rognons aplatis de grès ferrugineux. Ces sables, dans lesquels nous n'avons trouvé que de rares échantillons d'*Exogyra columba minima* à l'état sili-~~ceux~~ et roulés, sont également recouverts par les poudingues et les grès blancs avec empreintes végétales charbonnées, et peut-être des traces de coquilles bivalves, mais tout-à-fait indéterminables.

L'îlot du Cobe est formé de grès et de poudingue identiques avec les précédents, quoiqu'à un niveau plus bas, et leur disposition, comme leur isolement de la côte, ainsi que l'a dit M. Bertrand Geslin, semble due à l'enlèvement par les vagues d'une partie des sables ferrugineux sous-jacents.

On remarque sous les blocs de grès de la côte, et ordinairement entre eux et le sable ferrugineux, des cailloux roulés assez volumineux, qu'au premier abord on pourrait regarder comme d'une époque réellement intermédiaire ; mais il est facile de s'assurer qu'ils ont été déposés sur le sable ferrugineux dénudé, avant que les blocs de grès aient glissé d'en haut pour occuper la place où on les voit actuellement. Dans les endroits où les grès n'ont pas été dérangés, ils recouvrent immédiatement le sable ferrugineux, et il n'y a point de galets à la jonction.

Les bois de la Chaise et de la Lande qui couronnent ces falaises et qui s'étendent à une demi-lieue au S.-O. dans l'intérieur de l'île, formant un arc dont la

conde est représentée par la côte, offrent çà et là des monticules de grès semblables à ceux dont nous venons de parler. Quoique vus dans leur ensemble, ces bancs arénacés plongent au S.-O. sous les dépôts modernes; on remarque cependant des inclinaisons de 8 à 10 degrés, tantôt au N.-O., tantôt au S.-E. ou dans d'autres directions. Ces plongements variés, autant que nous avons pu en juger par le peu d'étendue sur laquelle on les observe, ne nous ont point paru résulter seulement d'un faux délit, mais pouvoir être attribués, au contraire, à des dislocations locales. M. Bertrand Geslin a signalé à l'O. de l'île, près de la pointe de Luzeronde, un petit lambeau de sable ferrugineux et bleu-verdâtre reposant sur le micaschiste avec une forte inclinaison au S. C'est sans doute, comme il le dit lui-même, un prolongement de ceux de l'E.

L'analogie de ces derniers avec les sables que nous trouverons sur le continent autour de Challans nous paraît suffisamment démontrée, et les uns et les autres appartiennent suivant toute probabilité au groupe du grès vert; mais leur relation avec les grès et poudingues quarzeux qui les surmontent ne nous semble pas aussi positive; car dans tout l'O. de la France, de Saint-Jean-de-Luz jusqu'à Calais, nous ne connaissons point de roches semblables dans la formation crétacée. Nous pensons que les Nummulites trouvées par M. Bertrand Geslin dans les falaises de l'E., et qu'il a eu la bonté de nous faire voir dans sa belle collection, ne provenaient pas des sables ferrugineux, mais avaient été rejetées sur la côte par les vagues. Nous en avons, en effet, trouvé de semblables dans les couches tertiaires de Machecoul.

Les dunes de sable qui forment un rempart élevé et continu sur la côte occidentale de l'île, les vases et les dépôts récents argilo-sableux des marais salants qui occupent presque à eux seuls la totalité de sa surface, reposent sur des couches tertiaires que l'on voit affleurer à la basse mer le long des côtes à l'E. et à l'O. M. Bertrand Geslin les a seulement indiquées sur ce dernier côté, de la pointe de Luzerondé jusqu'au-delà de Barbatre. Elles sont exploitées lors des basses marées, à la Guérinière et au moulin de la Loire, et nous nous sommes assuré qu'elles existaient également à l'E., au Rocher en face de la Maison-Rouge, où l'on en extrait pour les constructions ainsi que sur d'autres points.

Ces calcaires tertiaires, schistoïdes en grand, sableux, d'un blanc jaunâtre ou grisâtre, ont fourni tous les matériaux employés pour la digue qui borde la côte orientale, et qui empêche la mer d'envahir les parties basses du sol cultivé et les salines. Ils ont servi et servent encore de pierres de construction pour les maisons de Barbatre, de la Guérinière, de la Rétrogé, etc. Partout, ils sont utilisés pour les murs de clôture en pierres sèches, et souvent sous forme de dalles de 5 à 6 centimètres d'épaisseur sur 2 mètres de haut et 1 mètre de large, placées debout à côté les unes des autres comme une palissade.

Ces couches se relèvent de 4 à 5 mètres environ, à l'E., autour de l'île de Bouin, qui tient au continent, et dont elles forment le sous-sol. Au S. et au

N.-E. du village de ce nom, on exploite un calcaire d'un aspect très particulier. Il est gris de lin ou blanc-grisâtre, à grain très fin, cristallin lorsqu'on l'examine à la loupe, poreux, peu dur, friable même par place, assez pesant, rude et âpre au toucher. Les grains de sable ou de quartz hyalin y sont plus ou moins abondants. Ces caractères nous avaient fait d'abord regarder la roche comme très magnésienne; mais l'analyse qui en a été faite au laboratoire de l'École des mines, par les soins de M. Dufrenoy, a montré qu'elle se composait de carbonate de chaux 0,777, carbonate de magnésie 0,020, sable et oxide de fer 0,203.

Les bancs ne se suivent pas régulièrement: quelquefois la roche devient massive. d'autres fois un peu schistoïde, comme à Noirmoutier. On les voit sur une épaisseur de 3 à 4 mètres; ils sont à très peu près de niveau avec les salines environnantes, et par conséquent de quelques mètres seulement au-dessus de la mer. Ils sont caractérisés, comme à l'île de Noirmoutier, par une espèce de petite Scutelle (*Scutella incisa* Defr., *Echinarachinus*, id. Ag.)? qui y est très répandue, et par un Échinocyame très voisin de l'*E. pyriformis*, Ag. Ainsi ces couches, qui plongent sous la mer à l'O. de Noirmoutier, passent sous l'île, reparaissent à l'E. au même niveau, et constituent le fond du détroit qui la sépare du continent, pour venir former encore, en se relevant un peu, le sol de l'île de Bouin. Nous ne doutons pas que, se prolongeant ensuite à l'E., elles ne se rattachent aux dépôts tertiaires des environs de Machecoul, dont nous allons parler.

A un kilomètre au N. de ce bourg, en venant par la route de Nantes, on descend dans une vallée large et très peu profonde, dirigée, comme les schistes cristallins qui la bordent, de l'O.-N.-O. à l'E.-S.-E., et traversée obliquement par une série de monticules dirigés N.-E. S.-O. Ces monticules sont formés d'une roche peu solide, grisâtre, composée principalement de sable ou de grains de quartz plus ou moins gros, de fragments de coquilles très atténués, de petits polypiers, de coquilles foraminées et de calcaires concrétionnés, le tout faiblement agglutiné par un ciment calcaire peu abondant. La roche, souvent friable, se réduit en sable, et l'on y trouve alors de petits cailloux de quartz hyalin, de quartz laiteux, de phyllades ou de talcschiste, puis de calcaire crayeux, mais beaucoup plus rares.

Cette pierre ne forme pas de bancs suivis, mais une masse un peu schistoïde, et dans les anciennes carrières, elle montre des séries de plans obliques à la stratification, comme dans le *grison* de Doué, avec laquelle elle a d'ailleurs la plus grande ressemblance. Nous avons reconnu parmi les coquilles déterminables de ces couches une Huître plissée très voisine de l'O. *flabellula*, et une autre identique avec une très petite espèce non décrite des faluns de la Touraine; puis une Modiole ou Mytilus, un Peigne assez grand, qui paraît être le *P. benedictus* des faluns; un autre plus petit, très voisin aussi d'une coquille des faluns; des moules de *Cardium*, de Vénéricarde; des Nummulites rares et roulées ressemblant à la *N. lævigata*; un *Cassidulus*; la Scutelle de Noirmoutier et de Bouin,

enfin, une grande quantité de coquilles foraminées, et en particulier des milliolites.

Lorsque la roche est pénétrée d'un ciment spathique abondant, elle devient assez solide, et la grande quantité de Milliolites qu'elle renferme lui donne beaucoup d'analogie avec certains bancs du calcaire grossier. Cette variété nous a paru occuper un niveau inférieur à la précédente. Nous ignorons si elle repose sans autre intermédiaire sur le micaschiste; mais les roches cristallines venant affleurer à la sortie de Machecoul, sur la route de Challans, l'épaisseur des couches tertiaires est sans doute très peu considérable. Cette bande, que nous avons suivie depuis l'O. de Noirmoutier, et qui paraît se prolonger à l'E. jusque sur les bords du lac de Grandlieu, était bornée au N. et au S. par des rivages de micaschistes. Ceux-ci faisaient à l'O. une pointe qui se continuait jusque près de Beauvoir, et au S. de ce village, se trouvait une seconde dépression réunie à la précédente vers la côte actuelle, et qui remontait au S.-E. vers Sallairtaine et Challans, où existent des dépôts du même âge que ceux de Machecoul.

Le village de Sallairtaine est bâti sur un monticule de calcaire sableux à grains de quartz plus ou moins gros, friable, ou faiblement agrégé par un ciment spathique. Vers la partie inférieure, la roche est plus dure et offre des empreintes voisines de la *Corbis lamellosa*, d'un *Mytilus* très abondant, le même qu'à Machecoul, de Lucine, de Vénus, puis des traces de Cidarites, et une grande quantité de Milliolites. La roche est d'un blanc grisâtre ou jaunâtre; les bancs sont peu distincts, et la stratification est presque massive. On trouve par place de petits cailloux de quartz blanc et même de micaschiste.

De nombreuses exploitations sont ouvertes dans ces couches autour du village. La hauteur du monticule qu'elles constituent est d'environ 15 mètres au-dessus du fond de la vallée, et elles reposent sur des glaises grises, bleuâtres, qui affleurent le long du chemin qui joint la grande route; comme dans les prairies à l'E. et à l'O. Les calcaires de Sallairtaine se montrent encore autour des métairies de Grouas et de Fay-Villate. Près de cette dernière, on les voit bien en place dans un fossé qui borde la métairie à l'O.; mais à 200 mètres du fossé, dans un champ contigu à l'habitation, on exploite, à un niveau un peu plus élevé, un calcaire dur, compacte ou subcristallin, jaunâtre, mal stratifié, se divisant en rognons irréguliers, glauconieux, à cassure esquilleuse, ou bien formés en partie de chaux carbonatée fibreuse et rayonnée. Ces calcaires, rapportés à la formation crétacée par M. Rivière, ne nous ont point présenté de fossiles, non plus que leurs analogues aux environs. On doit supposer qu'ils forment une butte contre laquelle les couches tertiaires sont venues s'adosser.

En sortant de Challans par la route des Sables, on retrouve dans les fossés, la partie supérieure des couches de Sallairtaine, et, plus loin, elle est surmontée par un poudingue formé de gros cailloux de quartz blanc, reliés par une pâte de calcaire jaune assez dure. C'est probablement une modification lo-

cale du calcaire précédent qui forme le sous-sol environnant, car on peut l'observer encore avant d'atteindre Grand-Voye. Au-dessus, est un diluvium sableux avec galets de quartz. Quoique plus à l'O., en sortant de Challans, nous n'ayons pas retrouvé sur la route du Perier ces dépôts tertiaires, on peut admettre que les calcaires de Sallairtaine s'allongent du N.-O. au S.-E., et qu'ils sont compris dans une dépression occupée par les sables ferrugineux, dépression très étroite, puisque les micaschistes viennent affleurer sur les bords de la route après le Grand-Ponthabert. Il est probable aussi que les glaises bleues des environs de Sallairtaine marquent la séparation des couches secondaires et tertiaires. Bien que nous ne les ayons pas retrouvées sur la route de Beauvoir, elles recouvrent au N. de Challans les sables ferrugineux, à la descente de la route de Nantes.

Aux schistes cristallins succèdent, sur ce dernier point, des sables jaunes ferrugineux, des grès en plaques également ferrugineux, et un grand nombre de tubercules ramifiés ou digitiformes, légers, poreux, probablement dus à des spongiaires, puis les glaises grises déjà signalées. Challans paraît être bâti sur ces couches, que l'on voit affleurer dans diverses directions. Ainsi au S., au-delà du dépôt tertiaire que nous avons indiqué sur la route des Sables, se montrent à la côte de Grand-Voye les sables ferrugineux précédents, surmontés aussi d'une petite couche meuble jaunâtre, avec des spongiaires roulés. Il en est de même plus loin jusqu'à la descente du Guéroux vers Lignerou. Les spongiaires accumulés au-dessus des sables paraissent avoir été roulés et séparés de leur gangue première. A l'O. de Challans sur la route de Beauvoir, on trouve les sables ferrugineux recouverts encore par les rognons spongiformes. L'épaisseur de ces couches est d'ailleurs très faible, et on a vu que les micaschistes reparaissent après le Grand-Ponthabert.

Au-delà, tout le sol est recouvert par un dépôt de transport caillouteux et sableux, blanchâtre ou jaunâtre. La plupart des cailloux sont de quartz, quelques uns de roches amphiboliques, d'autres, plus rares, d'une sorte de calcaire crayeux. Près de Saint-Gervais, à la hauteur de l'avenue de la Bonnetière, on voit dans les fossés de la route un calcaire jaunâtre à points verts, assez dur, sableux, subcristallin, souvent en rognons, et qui paraît appartenir à la formation créta-cée. Les traces de fossiles que nous y avons observées étaient tout-à-fait indéterminables, et sans doute ces calcaires sont les mêmes que ceux de Fay-Villate, que ceux qu'on emploie à Challans, au four à chaux de la route du Périer, etc.

Le pays, presque sans relief et très couvert, est, comme l'a remarqué M. Rivière, on ne peut plus défavorable à la détermination exacte de ces couches. En outre, les exploitations sont momentanées, toujours peu étendues, et faites tantôt sur un point, tantôt sur l'autre. Le peu d'épaisseur des strates et la rareté des fossiles ne nous permettent pas de conclure rien de plus précis que ce qu'a dit le géologue que nous venons de citer, et qui a d'ailleurs étendu ses observations sur beaucoup de localités que nous n'avons point visitées. Nous ferons remar-

quer cependant que, dans le bassin de Machecoul, nous n'avons point trouvé, sous les couches tertiaires, les calcaires jaunes ni les sables ferrugineux des environs de Challans; que ces sables ferrugineux offrent une certaine analogie avec ceux de l'île de Noirmoutier, où on ne trouve pas les calcaires jaunes ni les couches à spongiaires, tandis que sur le continent il n'y a point de trace des grès quarzeux blancs lustrés du bois de la Chaise.

Outre que nous pensons avec M. Rivière qu'il n'y a pas dans la Vendée de dépôt représentant la craie blanche, nous croyons encore qu'il n'y a point d'équivalent du groupe de la craie tuffueuse, pas plus que du groupe inférieur ou néocomien. Ainsi la formation crétacée, que nous avons vue dans les zones S.-O. et N.-O., réduite au second et au troisième groupe, très développés et très variés à la vérité, ne nous présente plus sur cette côte occidentale, située entre ces deux zones, que des lambeaux très minces et à peine assez caractérisés pour être rapportés au grès vert. On peut donc penser que la partie des départements de la Vendée et de la Loire-Inférieure où se trouvent ces dépôts crétacés était émergée pendant tout le temps que se sont déposés au N. le premier et le deuxième groupe, ainsi que pendant le quatrième. Ce ne fut que lors de la période tertiaire, et même peut-être assez tard, que quelques dépressions, en forme de golfes et d'anses étroites, se trouvèrent de nouveau sous les eaux, et que se déposèrent en même temps les couches de Noirmoutier, de Bouin, de Machecoul, de Sallairtaine et de Challans. Plusieurs géologues ne paraissent pas douter qu'elles n'appartiennent à l'époque tertiaire inférieure; mais nous n'avons pas encore à cet égard de motifs assez précis pour nous prononcer.

### § III. Notes relatives à la première partie.

Nous réunissons ici quelques détails que nous avons omis dans la première partie de ces Études, et que de nouvelles observations dans le département de la Charente-Inférieure nous ont permis de compléter.

Dans le canton de Coze, les villages de Grezac et de Semussac sont, comme nous l'avons dit, bâtis sur le deuxième étage (1), dont les parties moyenne et inférieure y présentent leurs caractères habituels. A une demi-lieue de Saint-Georges-de-Didone commencent les couches supérieures, avec silex blanchâtres ou grisâtres se fondant dans la masse, puis des calcaires marneux sans stratification distincte, se délitant en petits fragments et renfermant des Térébratules lisses, des Pleurotomaires et la *Modiola Dufrenoyi*. Ces couches se continuent jusqu'à Saint-Georges, où la côte est formée par des dunes. Un peu au-delà, près du hameau bâti sur la côte même, un petit promontoire dans lequel des anses nombreuses sont entaillées et qui sépare la baie de Saint-Georges de celle de

(1) *Études sur la formation crétacée*, etc., 1<sup>re</sup> partie, page 34.

Royan, est bordé de falaises où les couches du premier étage sont bien caractérisées. Les fossiles y sont nombreux, et on y trouve comme à Royan deux bancs d'Huitres distincts. La *Modiola Dufrenoyi*, la *Cucullæa tumida*, s'y rencontrent çà et là; le *Chlypeaster Leskii* y est très commun, et nous y avons recueilli, pour la première fois dans cet étage, l'*Ammonites lewesiensis* Mant.

Dans la partie orientale de l'anse où l'on construit en ce moment un petit port, les couches moyennes ont pris plus d'homogénéité et de solidité. Les bancs sont plus réguliers et ont été exploités dans la falaise même pour pierres d'appareil. Au-delà, et sur tout le pourtour du promontoire qui borde à l'E. la baie de Royan, cet étage n'est pas moins développé. Constamment battues par les vagues que poussent les vents d'O., les falaises sont profondément entaillées et découpées, de manière à présenter dans toute cette partie une disposition ruiniforme très remarquable, sur une hauteur de 14 à 15 mètres. La stratification est toujours fort régulière en grand, et les caractères particuliers de chaque banc sont d'une constance parfaite.

Les couches crayeuses sont ici surmontées par un dépôt de sable ferrugineux avec cailloux roulés de silex et de roches arénacées. On y observe également des grès durs, siliceux, grisâtres, en rognons très aplatis, dont le gisement paraît être à la base de cette couche de sable, et qui appartiendraient à l'époque tertiaire.

Au N.-O. de Royan, les nombreuses découpures de la côte mettent partout à découvert les assises de l'étage supérieur (1). Dans la plupart des petites carrières où elles sont exploitées comme moellons, la pierre tend à prendre ce caractère de dureté, de cristallinité, et la structure bréchoïde ou caverneuse que nous avons signalés dans les couches correspondantes de Montendre et de Montlieu. La stratification n'y est pas moins régulière qu'à l'E. de la baie; mais les coupes naturelles perpendiculaires à la direction sont trop peu étendues pour bien apprécier l'inclinaison générale au S.-O., laquelle serait d'ailleurs très faible. Peut-être en existe-t-il une non moins faible à l'O., et qui serait plus appréciable à cause de l'étendue de la ligne de côte sur laquelle on pourrait la constater.

Les roches de la grande côte jusqu'à Saint-Palais montrent de nombreux puits naturels, résultant de l'action désagrégante des vagues comme toutes les anfractuosités de ces falaises. On trouve, vers le fond, du sable et des cailloux très arrondis qui ont sans doute contribué au creusement de ces cavités par le mouvement giratoire que les vagues leur impriment. Rien ne donne lieu de penser que ces puits aient été ouverts par la base, et encore moins qu'ils aient servi de passage à des matières rejetées de l'intérieur.

Au lieu dit les Perrières, à 400 mètres à l'O. de la maison appelée le Bureau, sur la commune de Saint-Palais, la côte présente, au-dessus des couches de la craie

(1) Voyez, pour plus de détails, *Mém. de la Soc. géol.*, t. II, p. 165; — 1837.



jaune, un dépôt tertiaire que M. Alc. d'Orbigny a signalé le premier à la Société géologique en 1843 (1), et dont nous avons donné une esquisse pl. III, fig. 11. Ce dépôt, de 300 à 325 mètres de longueur, est surmonté d'une masse puissante de sable meuble formant des dunes. La coupe de la falaise présente de haut en bas (2):

1° Sable moderne, recouvert d'une épaisse végétation de pins et de chênes verts. Dans la falaise même, son épaisseur n'est que de 10 mètres, mais à une petite distance en arrière elle devient beaucoup plus considérable, et cette dune forme un tertre boisé qui se distingue de fort loin. Vers le bas, on y trouve des fragments nombreux et un peu roulés de calcaire siliceux brunâtre ou rougeâtre, très dur et celluleux. Ce sont sans doute des débris d'une ancienne formation lacustre assez étendue et qui se rattachait à des couches de même nature dont on retrouve des fragments aux environs de Saint-Georges et sur divers points des communes de Vaux et de Saint-Palais-sur-Mer.

2° Dans la partie gauche ou occidentale de la coupe, et sous le lit de cailloux, vient une alternance de marnes sableuses, grises, blanchâtres ou tout-à-fait blanches, disposées par bandes et remplies d'Huîtres, de Peignes et d'autres coquilles brisées indéterminables, puis d'échinides, etc. Ces marnes, dont l'épaisseur est de 3<sup>m</sup>,50 à 4 mètres, paraissent avoir subi quelques dislocations ou de simples affaissements par suite de l'action des vagues, et, au premier aspect, leur relation avec les couches sous-jacentes ne paraît pas très nette; mais on ne tarde pas à reconnaître que ces dernières s'amincissent brusquement à l'E. et s'abaissent à l'O., d'où il est résulté une dépression remplie d'abord en partie par un banc de sable ferrugineux, puis comblée à la fin par ces mêmes marnes.

3° Sable ferrugineux brunâtre, de 0,50 à 0,60 d'épaisseur à l'E. et augmentant à l'O. où il atteint 3 mètres; point de fossiles.

4° Grès grossier calcarifère, gris-jaunâtre, à grains de quartz plus ou moins gros et ressemblant à la glauconie grossière du N. de la France, sauf l'absence des grains verts. Il passe à un calcaire sableux, friable, blanc-jaunâtre, formé presque exclusivement de débris de coquilles, d'échinides et de milliolites. Cette roche arénacée, la plus importante de ce lambeau tertiaire, renferme les mêmes Peignes que les marnes sableuses précédentes et sa plus grande épaisseur est d'environ 6 mètres. Sa structure générale tend à devenir schisteuse, mais ordinairement c'est par suite d'un faux délit très prononcé, oblique à la stratification et affectant souvent des inclinaisons très variées, comme l'indique le dessin. Ces grès calcarifères s'amincissent à l'O. et inclinent de ce côté comme la

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XIV, p. 487.

(2) Ces détails paraîtront peu d'accord avec ceux qu'a donnés M. Alc. d'Orbigny, mais cette différence provient des éboulements survenus entre sa visite et la nôtre, et qui ont changé l'aspect de la falaise.

craie sous-jacente. Ils y sont remplacés en partie par les sables ferrugineux plus épais et les marnes sableuses qui s'élèvent presque à la même hauteur.

La coupe que présente cette falaise étant parallèle à la direction de l'affleurement, il est difficile de dire s'il y a discordance entre les couches précédentes, que nous regardons comme tertiaires, et le banc de craie immédiatement sous-jacent; mais en réalité cela semble peu probable. La séparation des deux terrains est parfaitement nette, le contact est immédiat, les roches comme les fossiles sont très distincts. On remarque seulement quelques cailloux et des grains de quartz dans la partie la plus élevée de l'assise crayeuse, sans doute encore peu solide lors du dépôt des premiers sédiments tertiaires, et à la jonction, un lit de quelques centimètres d'épaisseur d'une marne jaune ou blanc-jaunâtre, très fine, douce et onctueuse au toucher, et ressemblant à une argile smectique. Dans l'étendue de cette coupe, l'abaissement à l'O. des couches tertiaires et crétacées est de 2<sup>m</sup>,50.

Quant à la discordance qu'offrent entre eux les grès calcarifères grossiers, le sable ferrugineux et les marnes sableuses, nous n'y voyons que le résultat d'un phénomène local et contemporain, soit que les éléments de la roche friable arénacée se soient seulement accumulés sur un point particulier du rivage tertiaire, dont nous ne voyons qu'un lambeau qui se prolonge sans doute sous les dunes et au-delà, soit qu'une cause particulière ait fait changer la direction d'un courant, ou bien encore ait déplacé et enlevé une partie du dépôt meuble déjà formé.

M. Alc. d'Orbigny a rapporté le lambeau qui nous occupe à l'étage tertiaire le plus inférieur du S.-O., et la présence d'un *Spatangue* confondu avec le *S. ornatus* semblait confirmer cette idée; mais nous ferons remarquer que ce fossile, qui n'est pas l'espèce de Biaritz, a été signalé par M. Desmoulin dans le calcaire grossier de Bordeaux, ainsi que deux autres échinides, que nous avons trouvés dans ce lambeau (*Scutella* et *Cassidulus*). Les Huîtres, les Peignes et les *Milliolites* nous paraissent aussi appartenir à ce niveau des terrains tertiaires du S.-O. Les couches que nous venons de décrire représenteraient ainsi, sur la rive droite de la Gironde, celles que M. Dufrénoy a signalées sur la rive gauche dans le Médoc, entre Pauillac et Lesparre. Les assises de Biaritz, près de Bayonne, quoique reposant aussi sur la craie, sont probablement plus anciennes et peut-être parallèles aux sables inférieurs du N. de la France, comme nous avons essayé de le démontrer ailleurs (1).

Au N. de Royan, sur la route de Saujon, les couches du deuxième étage, ou de la craie tuffueuse, forment la première montée au moulin de Belmont, au lieu dit la Petite Grange. Si l'on remarque maintenant, combien à Meschers, à Saint-Georges et ici, le premier étage succède brusquement au deuxième, et acquiert de suite une puissance telle, quoique à un niveau plus bas, qu'on croirait ses couches

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XIV, p. 487-91. 1843.

inférieures à la craie tufau, laquelle se prolonge jusqu'à 500 ou 600 mètres de la côte, on sera porté à penser qu'entre Talmont et la pointe d'Arvert, une dépression, ou peut-être un ravinement local, a fait que la craie jaune s'est déposée dans une cavité assez profonde de la craie tufau, cavité que ses couches sont loin d'avoir remplie, puisqu'elles sont dominées à une très petite distance par cette même craie tufau. Il y aurait ainsi une sorte de discordance dans cette partie du bassin, où d'ailleurs nous n'avons pas encore pu observer la superposition des deux étages aussi directement que dans les départements de la Charente et de la Dordogne.

De Belmont à Saujon, le deuxième étage présente ses caractères ordinaires. Les moulins situés au S. de ce dernier bourg sont sur les couches inférieures en dalles, comme à Cognac, etc., et dans les carrières qui bordent la route elles plongent sensiblement au S. Le troisième étage se montre sans doute près de là, sur le bord de la rivière. Jusqu'à Coze et plus loin, on marche toujours sur le second étage.

Dans la coupe de Saint-Hilaire à Soulac, pl. XI, fig. 4 de la première partie de ces Études, nous ferons remarquer qu'entre Thains et Saintes, les calcaires à Ichthyosarcolithes occupent une surface beaucoup plus grande que nous ne l'avons indiqué, tandis que ceux du deuxième ou de la craie tufau en présentent une beaucoup plus restreinte. De Thains à Rétaux, il y a peut-être quelques alternances des deuxième et troisième étages, mais le second ne s'y montre certainement pas. Avant Rétaux, on trouve des grès tertiaires, peu épais, gris, à grain fin, extrêmement durs, employés pour la route. Le village est bâti sur des calcaires blancs, caverneux, concrétionnés, avec Ichthyosarcolithes, qui se prolongent à 4 ou 500 mètres au N., où paraît exister le banc à *Ostrea biarviculata* et *Exogyra columba*. Les calcaires du troisième étage viennent ensuite, et ils sont bientôt recouverts de sables ferrugineux enveloppant des grès, qui sont la continuation des précédents.

Sans préjuger en rien la relation que des recherches ultérieures pourront faire connaître entre ces sables et ces grès, et ceux des environs de Saint-Georges et de Royan, avec le lambeau de Saint-Palais, il devient évident que des dépôts tertiaires ont recouvert çà et là, quoique sur une faible épaisseur, la partie S.-O. du département de la Charente-Inférieure.

Ce n'est qu'au second village au N. de Rétaux, que les couches inférieures de la craie tufau commencent à occuper le sol; puis ce second étage se développe de plus en plus vers la butte des moulins, à un kilomètre au S. de Saintes. Au N. de la ville, sur le chemin qui de la nouvelle église de Saint-Vivien tourne dans les champs pour joindre la route de Saint-Porchaire, on remarque un long escarpement de calcaire, probablement fait de main d'homme, et qui se prolonge vers le N. jusque près de la rivière en suivant le mur d'une maison de campagne. Cette espèce de muraille, entièrement formée des couches moyennes de la craie

tufau, renferme des fossiles très nombreux, et plonge sensiblement à l'E. ou à l'E.-N.-E., comme les couches de Bussac, de l'autre côté de la rivière. Cette disposition confirme ainsi celle que nous avons indiquée pl. XII, fig. 8, de la première partie.

Des carrières en galeries sont creusées à la base de l'escarpement, et il est probable que la grande excavation, d'une forme assez régulière, qui suit cet escarpement, résulte de l'extraction des matériaux employés pour les anciennes constructions de la ville. D'autres carrières et des galeries se voient encore au midi de Saintes, au-dessous de Saint-Eutrope et sur divers points aux environs (1).

Enfin, d'après les fossiles que M. Moreau, bibliothécaire de la ville de Saintes, a bien voulu nous montrer dans son intéressante collection, il paraît certain que les calcaires blancs n'affleurent point à la Charloterie entre Saintes, et Bruneau, comme nous l'avons indiqué page 37, et pl. XI, fig. 4.

(1) Voyez, pour plus de détails, *Mém. de la Soc. géol.*, t. II, p. 161, 162, — 1837.

---

### ERRATA.

Page 45, ligne 8, au lieu de *Cidarites?* lisez *Discoidea depressa* Ag.

— 63, — 18, — *Arbacia* nov. sp., lisez *Echinopsis elegans* id.

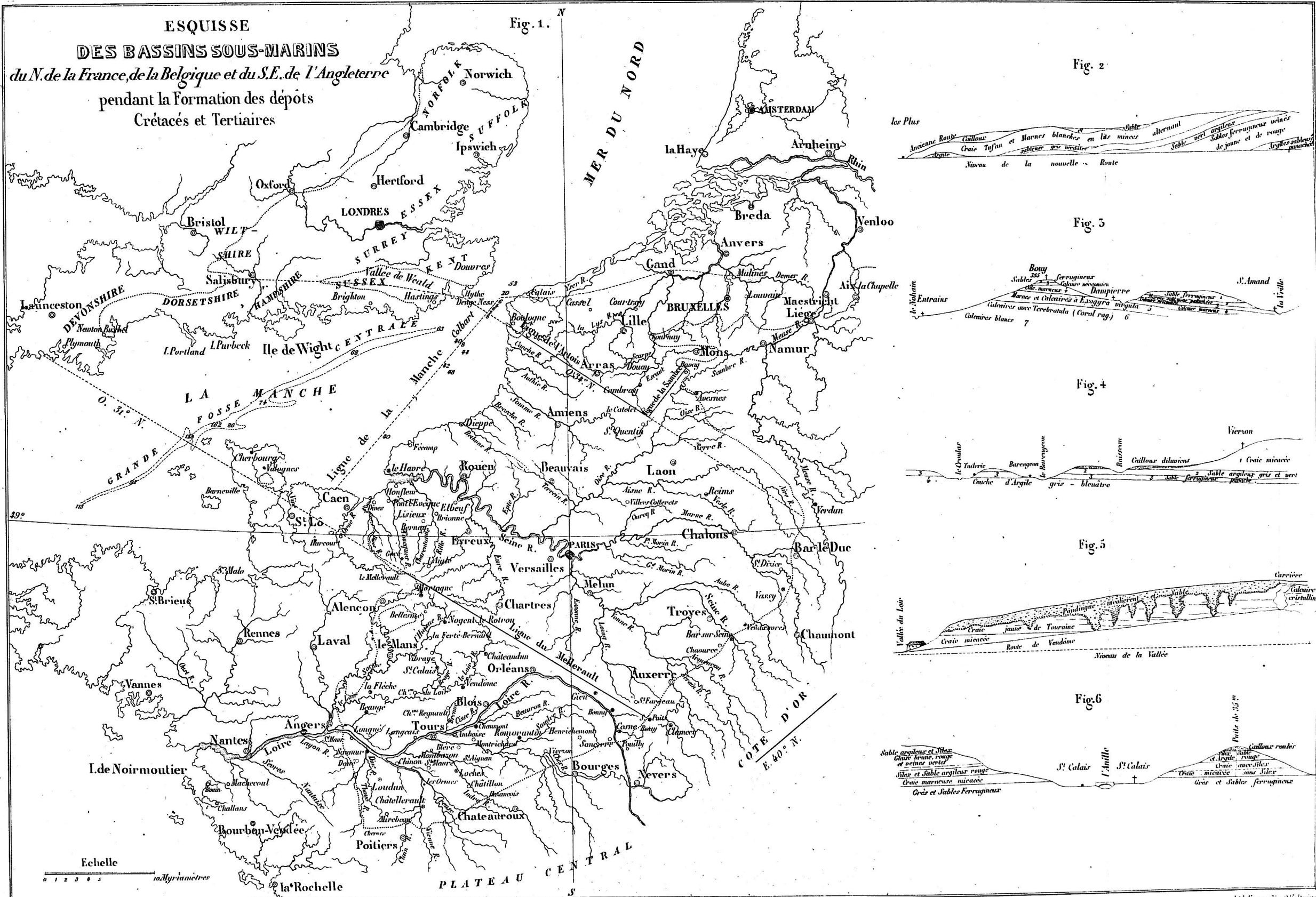
— 74, — 37, — *Dysaster analis*, lisez *Dysaster ellipticus* id.

— 79, — 30, — *id.* *id.*

— 93, — 29, supprimez *N. columbaria* Lam.

— 121, — 32, d'après des observations très précises faites sur les lieux, et que M. du Souich a bien voulu nous communiquer, les puits artésiens de Lillers et des environs de Bethuna s'arrêtent à la partie supérieure de la craie. — Le même ingénieur nous a également fait connaître que les calcaires atteints dans le forage de Luchaux n'appartenaient point au groupe néocomien, mais à la formation oolitique.

---



Gravé sur pierre par les frères Avril rue des Noyers 33 Paris.

Lith. Kappelin & Coiteure

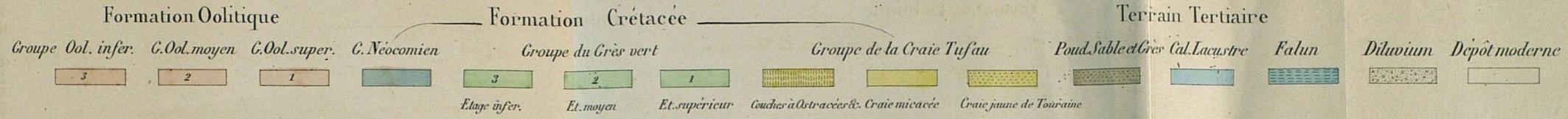


Fig. 1 Coupe N. S.

Fig. 2 Coupe E. O.

Fig. 3 Calcaire lacustre de M<sup>on</sup> Boulay.

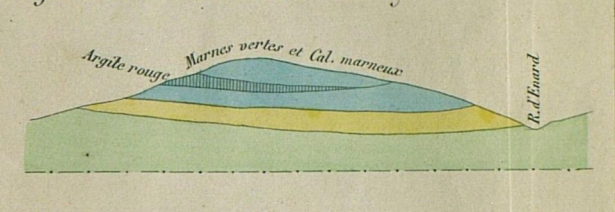
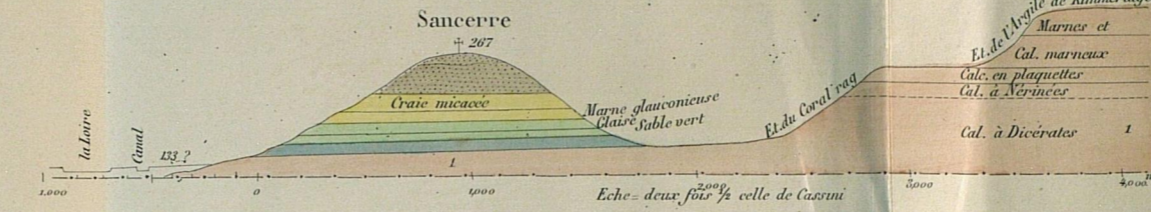
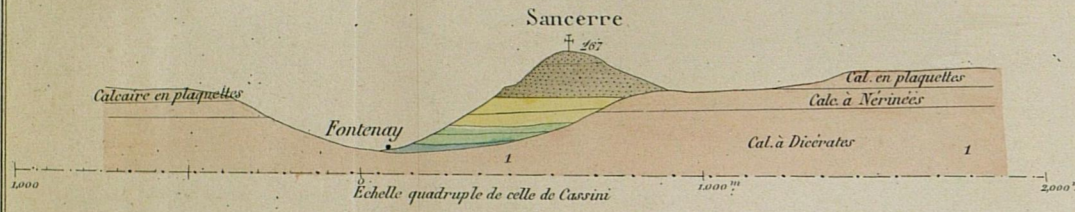


Fig. 4 Coupe de Vierzon à Massay.

Fig. 5 Coupe de Buzançois à Châtillon-sur-Indre.

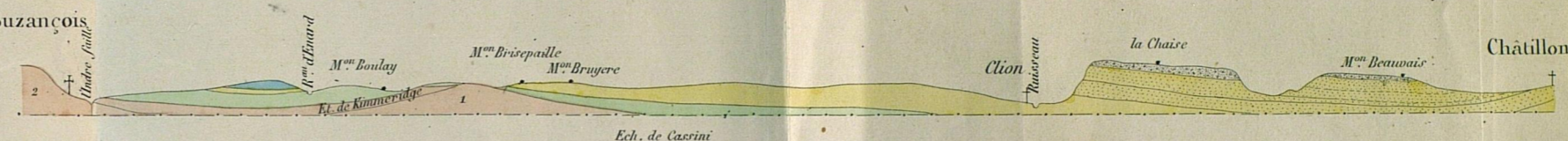
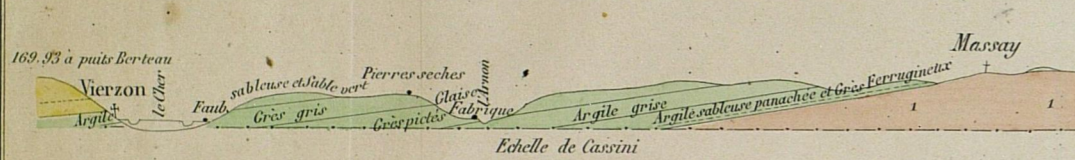
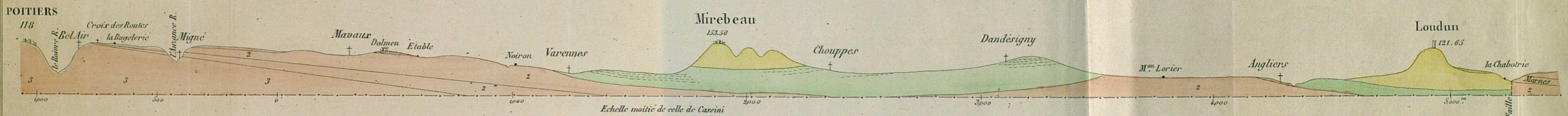


Fig. 6 Coupe de Poitiers à Mirebeau, Loudun et Chinon.



Suite de la Fig. 6

Fig. 7 Coupe de Noyant à Mesmé.

Fig. 8 Coupe à l'E. de Saumur.

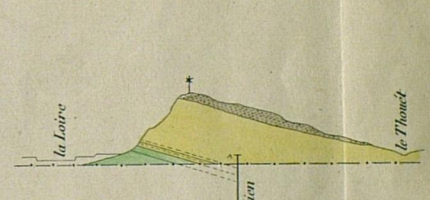
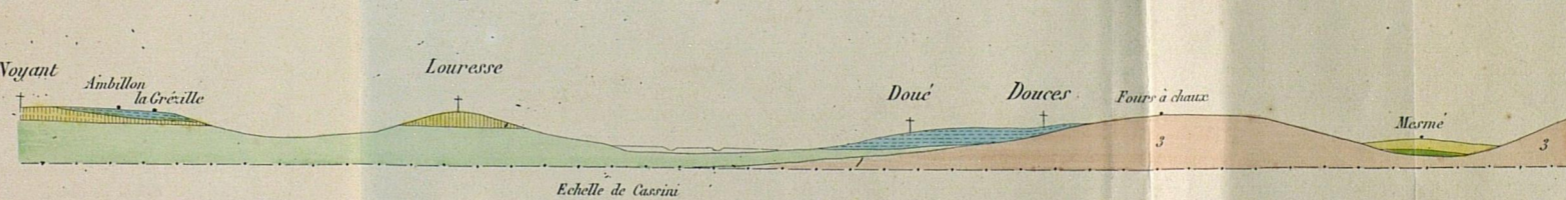
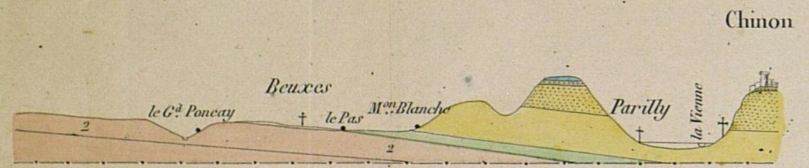
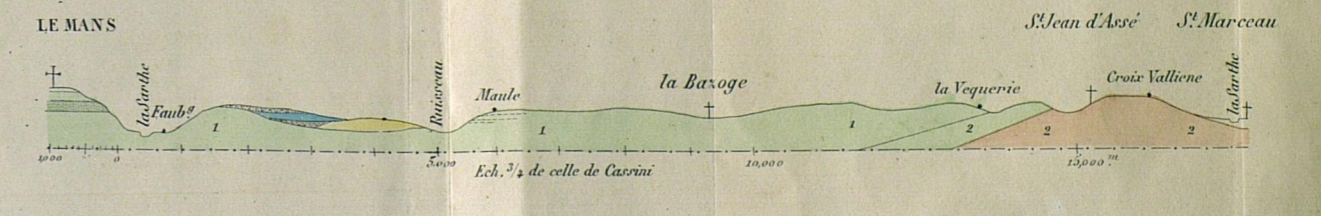
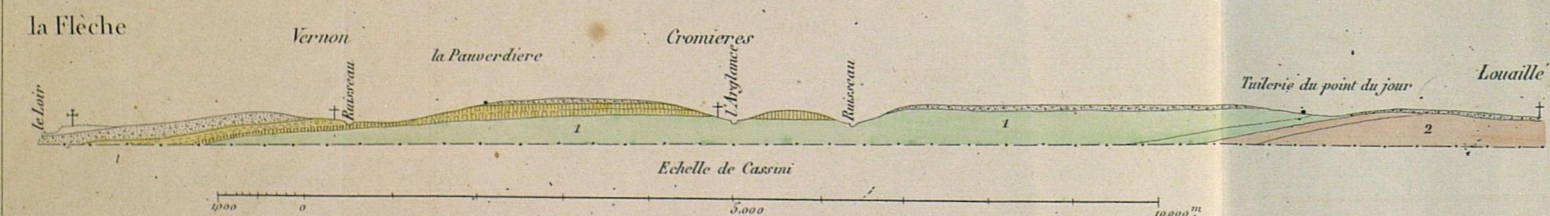


Fig. 9 Coupe de la Flèche à Louaillé.

Fig. 10 Coupe du Mans à St. Marceau.



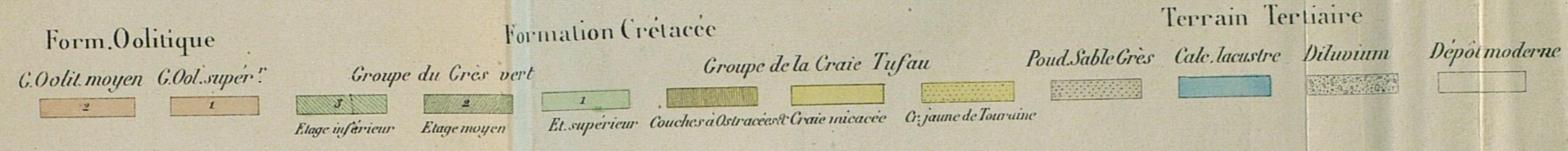


Fig. 1 Coupe de Montfort à la Ferme de Lantonnière.

Fig. 2 Coupe de Cherré à Lamenay.

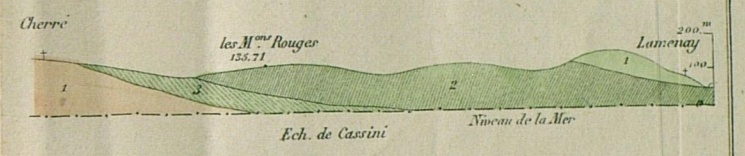
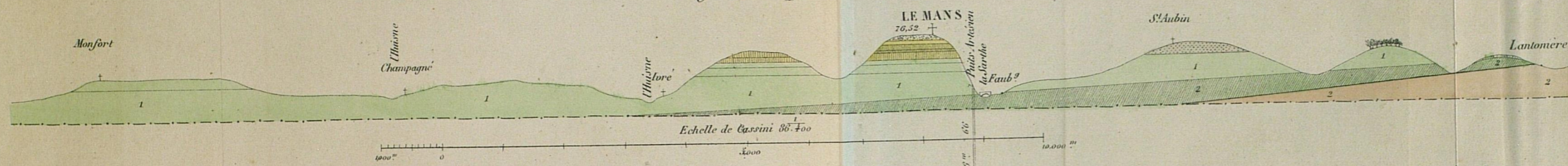


Fig. 3 Coupe de la Ferté-Bernard à Queux.

Fig. 4 Coupe de Bellesme à Mortagne.

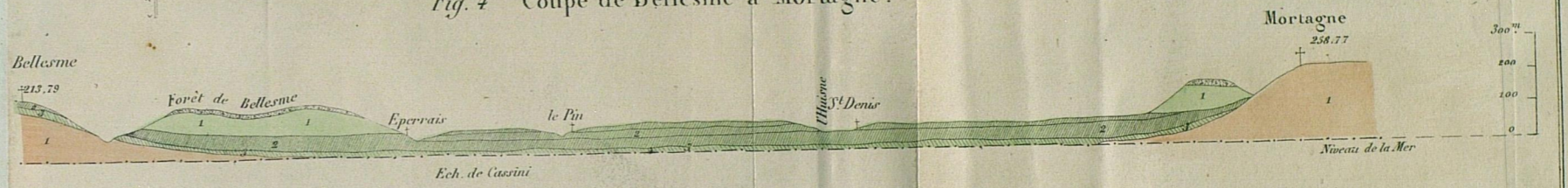
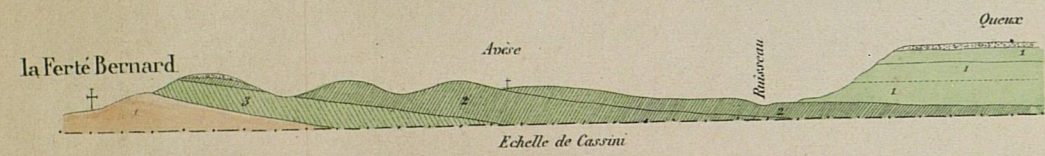


Fig. 5 Coupe de Châtelleraut à Honfleur (l'Echelle des Longueurs est 1/2 de celle de Cassini, l'Echelle des Hauteurs 1/20.000)

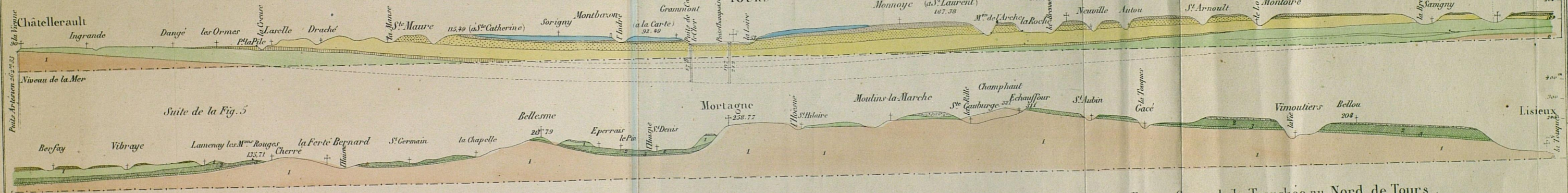
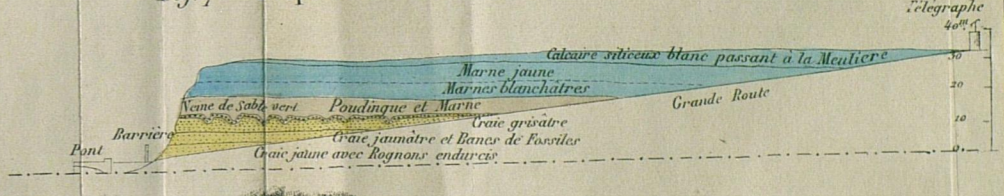
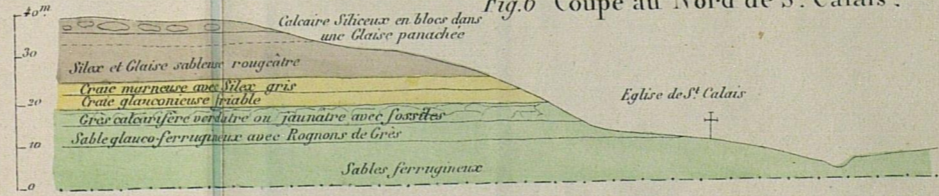


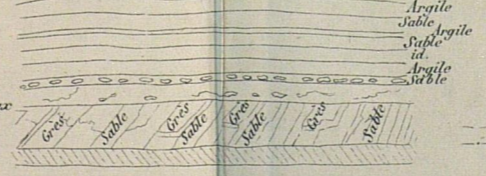
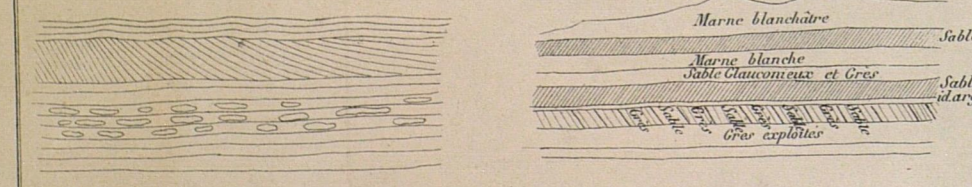
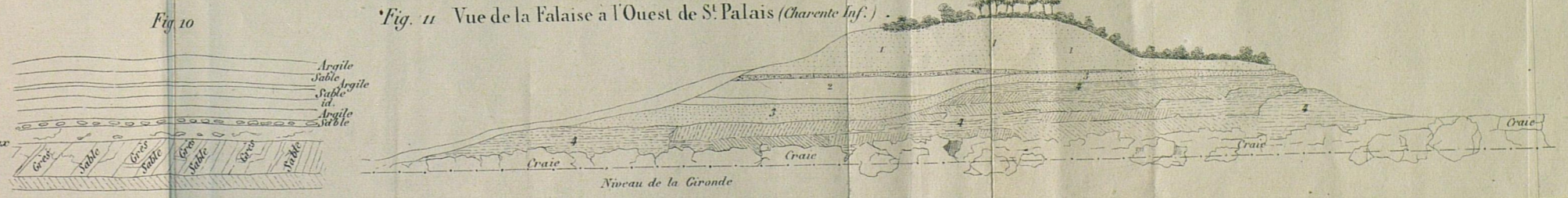
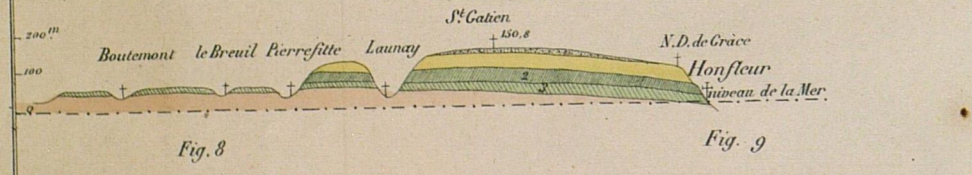
Fig. 6 Coupe au Nord de S<sup>t</sup> Calais.

Fig. 7 Coupe de la Tranchée au Nord de Tours.



Suite de la Fig. 5.

Fig. 11 Vue de la Falaise à l'Ouest de S<sup>t</sup> Palais (Charente Inf.).



Gravé par les frères Avril

Lith. Kaepelin