
EXTRAIT DU BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE,
3^e série, t. II, p. 85, séance du 15 décembre 1873.

*Sur quelques points de la **Géologie** du département de **Tarn-et-Garonne**.*

Le permien, le lias inférieur et le séquanien; le gypse de Varen et les gisements de phosphate de chaux.

Par M. Alph. **Péron**.

Un certain nombre de faits géologiques intéressants ont été relevés dans le département de Tarn-et-Garonne et les départements voisins par une réunion de quelques géologues, chargés, sous le patronage du Conseil général, de dresser la Carte géologique de ce département.

Il a paru à cette commission, dont je fais partie, que quelques-uns de ces faits, bien établis dès maintenant, méritaient d'appeler l'attention de tous ceux qui s'occupent de ces questions. Sans attendre donc la fin de nos travaux, nous avons résolu de soumettre à la Société un résumé de ces quelques observations, nous réservant de les développer dans le volume explicatif de la Carte que nous avons entreprise.

Une circonstance bien fâcheuse, la mort récente de M. Magnan, nous met dans une certaine gêne pour accomplir cette tâche. Dans le cours de ce travail, en effet, nous allons nous trouver bien souvent en désaccord formel avec notre regretté confrère, sur des faits qu'il a décrits ou des idées qu'il a émises dans son Étude des formations secondaires des bords sud-ouest du plateau central. Redresser les erreurs de ceux qui nous ont devancés est toujours une tâche ingrate; mais cette tâche devient particulièrement délicate, quand celui dont on combat la manière de voir n'est plus là pour la défendre. La mort si prématurée et si regrettable de M. Magnan privera à coup sûr nos travaux d'une partie de leur intérêt: car cet infatigable chercheur n'eût certes pas abandonné ses idées sans discussion, et la Science n'eût pu que gagner à notre désaccord. Les travaux de ce géologue ont acquis une grande autorité dans ce pays: il a, pour ainsi dire, fait école, et notre œuvre de rectification n'en est que plus nécessaire, mais aussi plus difficile. Rendons-lui, du reste, cette justice qu'il a été l'un des premiers à porter la lumière sur les formations, jusque-là bien confuses, qui forment la partie nord-est du département de Tarn-et-Garonne.

Beaucoup de ses observations sont d'une exactitude que nous nous plaisons à signaler, et, si quelques autres donnent lieu à nos critiques, il est facile de l'expliquer par la nature même du travail d'ensemble qu'a produit M. Magnan, et par la rapidité avec laquelle il a été exécuté.

Les points sur lesquels nous voulons aujourd'hui appeler l'attention de la Société, se rattachent aux questions suivantes:

Successions des assises sédimentaires et coupe générale de la région.

Etage permien.

Etage du lias inférieur.

Etage séquanien.

Terrain à gypse de Varen.

Gisements de phosphate de chaux.

Chacune de ces questions fera l'objet d'un chapitre spécial.

Succession des assises.

Les couches stratifiées, qui, dans la partie méridionale du plateau central, viennent s'appuyer sur les roches granitiques et les schistes

cristallins, paraissent comprendre toute la série des terrains sédimentaires depuis le terrain houiller jusqu'aux étages jurassiques supérieurs.

La série de ces couches a été très-diversement interprétée. Contrairement à ce qui en a été dit par quelques géologues, nous ne l'avons trouvée nulle part continue ni complète. C'est en raccordant les unes aux autres les portions relevées sur différents points, que nous sommes parvenus à la reconstituer. Sans vouloir entrer dans aucun détail, il nous est nécessaire cependant d'indiquer, aussi succinctement que possible, comment cette série nous paraît se présenter dans sa succession normale.

Les couches que l'on rencontre en allant de l'ouest à l'est et en redescendant la série sont:

- | | | |
|------------------|---|---|
| Oolithe moyenne. | } | 1° Grande masse de calcaires blancs, gris, quelquefois lithographiques, souvent dolomitiques, et passant à des cargneules roses et grises, en bancs puissants, qui forment des abruptes dans les vallées du Lot et de l'Aveyron. Cette puissante assise paraît représenter la série des étages jurassiques, depuis le kimmeridgien inférieur jusqu'au bajocien. Plusieurs horizons peuvent y être remarqués. |
| Bajocien. | } | 2° Série de bancs minces, noduleux, gris foncé, de plus en plus espacés en descendant, alternant avec des marnes foncées schisteuses. — Zone de l' <i>Ostrea sublobata</i> . — Excellent horizon, toujours très-fossilifère et nettement reconnaissable. — Étage bajocien. |
| Toarcien. | } | 3° Marnes puissantes, d'un noir ardoisé, très-fissiles, avec petits bancs de lumachelles et fossiles du Toarcien. Niveau des <i>Leda rostralis</i> .
4° Marnes grises très-argileuses, riches en fossiles du Toarcien, en grande partie à l'état de fer pyriteux ou hydroxydé. Zone de l' <i>Ammonites bifrons</i> .
5° Calcaires marneux à ciment, gris cendré en bancs noduleux. — Zone de l' <i>Ammonites serpentinus</i> . |
| Liasien. | } | 6° Série de bancs calcaires bleuâtres, jaunes extérieurement, peu épais, très-durs, lumachelliques. Nombreux fossiles du lias moyen. — Zone à <i>Pecten aequalis</i> .
7° Marnes très-fissiles, d'un gris verdâtre, micacées fortement, fossilifères, surtout dans la partie supérieure. — Zone à <i>Ostrea cymbium</i> .
8° Bancs espacés de calcaires noduleux, gris cendré, analogues à ceux du n° 5. — Marnes grises. — Nombreux fossiles et surtout des <i>Belemnites</i> et des <i>Ammonites margaritatus</i> . — Zone du <i>Belemnites clavatus</i> .
9° Calcaires compactes, jaunâtres, sableux, en bancs peu épais. Ceux du haut ne renferment que de grands nautilus. Ceux de la base sont assez riches en fossiles du liasien. — Zone à <i>Terebratula resupinata</i> . |

Lias inférieur ou Sinémurien.	}	10° Calcaires rubanés, en plaquettes, schisteux, souvent feuilletés, sonores, rugueux, très-durs, gris cendré et gris pâle. — <i>Pentacrinus scalaris</i> ?
		11° Grande masse de calcaire lithographique, de nature variable, passant quelquefois latéralement à des cargneules dolomitiques ou à des schistes marneux. — Rares fossiles non déterminés.
		12° Cargneules, calcaires grossiers jaunâtres, cargneules dolomitiques puissantes. Sans fossiles.
Infra lias ?	}	13° Calcaires dolomitiques et marnes verdâtres, rognonneuses, grises, alternant avec des calcaires marneux ou schisteux. — Cargneules.
		14° Marnes argilo-sableuses, micacées, lie de vin, irisées par places, mais le plus souvent violettes. Petits lits de grès violacé.
Trias.	}	15° Grès blanc en bancs épais, à éléments quartzeux, quelquefois assez volumineux; exploité sur certains points. — Psammites.
		16° Nouvelles marnes gréseuses, multicolores, puissantes, avec bancs de grès et psammites, et quelquefois de petits lits de cargneules et calcaires dolomitiques.
Permien.	}	17° Grande masse de psammites micacées, monochromes, rouge lie de vin, souvent feuilletés, avec petits bancs de grès de même couleur.

Là se termine la série dans notre champ d'études; le terrain houiller ne nous a pas paru jusqu'ici y être représenté, mais nous faisons à ce sujet quelques réserves.

Toute la première partie de ces couches, comprenant du n° 4 au n° 13 inclusivement, nous paraît indiscutable. On la retrouve sur tant de points dans la vallée de l'Aveyron et les vallées latérales, toujours dans le même ordre et avec les mêmes relations, que la succession nous paraît bien prouvée.

Il n'en est pas de même de la deuxième partie qui comprend le trias et le permien. Il nous paraît évident qu'il y a discordance réelle et sans doute générale, quoique plus ou moins sensible, entre ces deux séries. Cette discordance n'est pas facile à constater sur toute la ligne de contact, qui est souvent masquée par des forêts; mais, sur certains points, notamment près de Puech-Mignon, on voit très-nettement la transgression des couches liasiques inférieures sur les grès blancs redressés du trias. Ailleurs, c'est sur des marnes et psammites violacés que s'appuient les couches du lias, comme à Peyralade et aux Albiols.

Sur cette question d'une solution de continuité entre le lias et les couches sous-jacentes, nous nous rapprochons donc de l'opinion émise récemment par M. Fabre (1) pour le trias de l'Aveyron, et nous nous

(1) Bull. Soc. géol. de France, 2^e sér., T. XXIX, p. 421.

éloignons de celle de MM. Magnan et Bleicher qui admettent dans le Lot, le Tarn et le Tarn-et-Garonne, la concordance et la continuité des différents termes de la série.

La succession que nous venons de donner, en dehors même de l'interruption que nous admettons, diffère sur bien des points de celle que M. Magnan admet pour la région même que nous étudions. Laissant de côté aujourd'hui toutes les différences de détail relatives aux subdivisions et aux zones fossilifères, nous insisterons seulement sur deux questions capitales qui concernent l'étage permien et le lias inférieur.

Étage permien.

L'étage permien des bords de l'Aveyron est un des terrains les plus controversés. Chacun des géologues qui ont écrit sur cette région a le sien. M. Coquand en a décrit un qui n'a aucun rapport avec celui de MM. Reynès et Fabre, M. Magnan en a découvert un troisième, et M. Bleicher enfin vient d'en faire connaître un qui ne ressemble en rien aux précédents.

Évidemment, tous ces désaccords ne se peuvent expliquer que par des confusions. Nous espérons, en ce qui concerne notre pays, en dissiper au moins une, et démontrer que l'étage permien nouveau, découvert par M. Magnan, doit être ramené purement et simplement au type qu'ont décrit les géologues aveyronnais, et qui se retrouve exactement dans l'Hérault.

Dans la succession qu'a indiquée M. Magnan des couches sédimentaires des bords de l'Aveyron, on voit figurer, entre le permien rouge et le trias, c'est-à-dire entre nos assises n°s 16 et 17, tout un étage d'une puissance de plus de 100 mètres, composé de cargneules, de dolomies et de calcaires en plaquettes, qui, pour ce géologue, représente l'étage permien supérieur ou zechstein des auteurs allemands.

Cet étage est teinté en vert et désigné par la lettre Z dans les coupes de Donnazac à Saint-Antonin et de Cordes à Galabert. Il est superposé aux argiles rouges qui, pour l'auteur, constituent le permien inférieur ou *rothe-todte-liegende*, et il est subordonné aux grès bigarrés du trias.

Il y a là à notre avis une grande confusion. Ce prétendu étage du zechstein n'est qu'un retour des couches du lias inférieur, qu'une faille très-évidente a ramenées au contact du trias inférieur.

Pour donner d'une façon compréhensible les preuves de cette assertion, il est indispensable de reproduire ici la coupe n° 4 de l'ouvrage sus-indiqué. Cette coupe, que l'auteur considère « comme la plus simple, » la plus complète, et montrant à la fois tous les terrains secondaires » dans leurs vrais rapports de positions, » est entachée de plusieurs

inexactitudes qui ont pour résultat de la fausser en grande partie. Ces inexactitudes proviennent de ce que deux grandes failles, qui ont disloqué les couches et dérangé la succession, sont restées inaperçues.

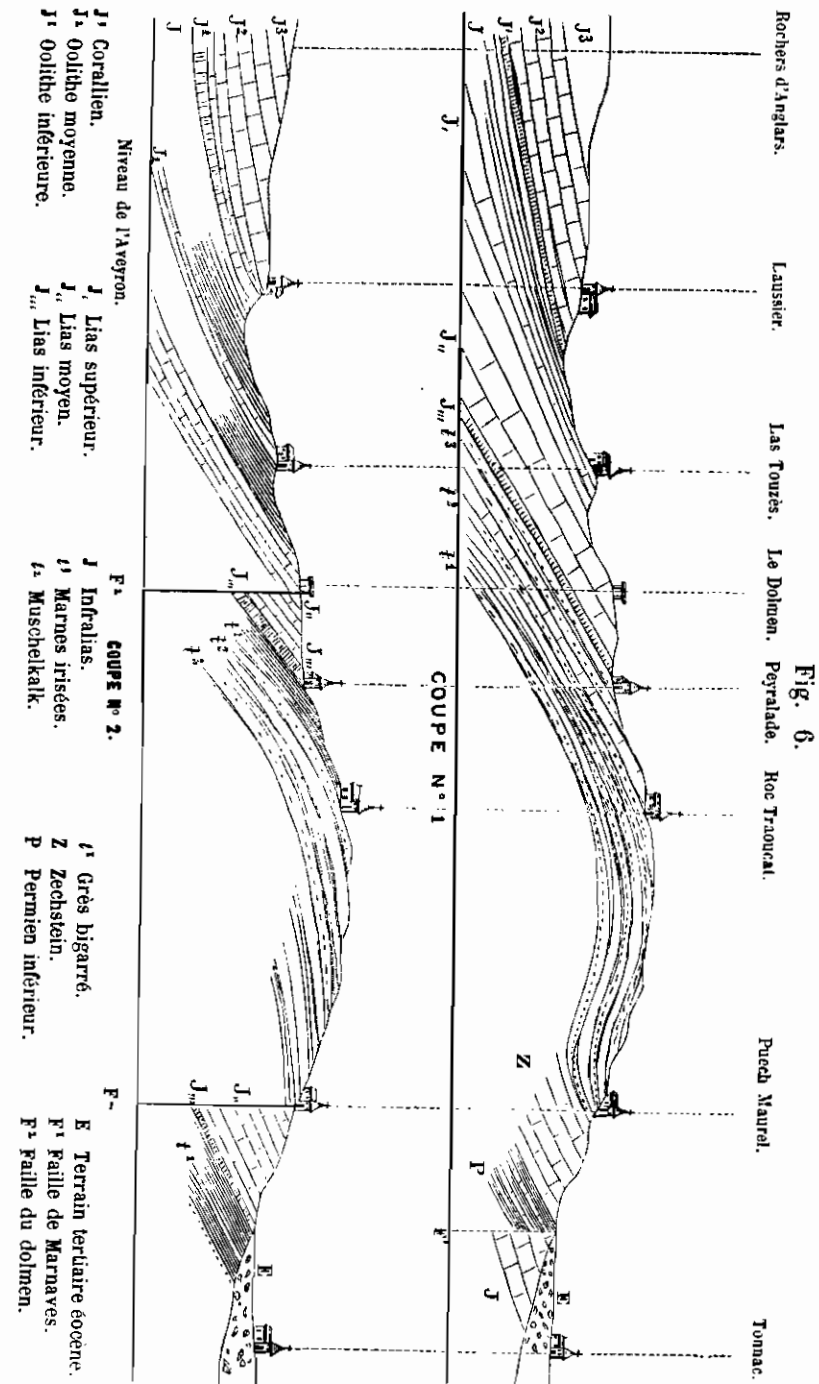
Nous donnons ci-contre (Fig. 6) en regard, sous le n° 1, un fac-similé de la coupe de M. Magnan, et, sous le n° 2, cette même coupe, telle que, selon nous, elle doit être rectifiée (1).

On voit que, dans notre coupe, nous introduisons aux lieux dits *le Dolmen-de-Peyralade et Puech-Maurel* deux failles qui ne figurent pas dans la coupe n° 1. De plus, à la place du permien inférieur de Roquevianne, nous mettons du trias (marnes irisées), et à la place du zechstein de Puech-Maurel, nous mettons du lias inférieur.

Dans le chapitre suivant, nous aurons à nous occuper de la première de ces failles, celle qui passe au dolmen; dans celui-ci, la deuxième seule doit nous occuper. Cette faille, qui se rattache évidemment à la grande dislocation de Villefranche, de Najac et de Marnaves, a eu pour effet de faire buter à Puech-Maurel, aussi bien qu'aux Pervendiers et dans la vallée du Cérou, un grand lambeau de lias inférieur contre les couches du grès bigarré. Les assises de ce lias, en raison de leur inclinaison, paraissent plonger sous le trias; mais cette illusion ne résiste pas à l'examen. Il ne nous est pas possible, dans ce rapide résumé, de développer complètement toutes les preuves à l'appui de notre manière de voir. Nous devons nous contenter d'énumérer les principales.

Tout d'abord, il suffit, quand on est au lieu appelé Puech-Maurel, sur la route départementale de Cordes à Saint-Antonin, de jeter un coup d'œil sur la ligne de séparation des couches du zechstein et du trias pour constater un véritable chaos et une évidente solution de continuité. Non-seulement on ne voit nulle trace de superposition, mais encore les directions respectives des couches des deux terrains ne sont pas parallèles. La portion de terrain qui sépare les strates visibles et en place est formée par une agglomération confuse de roches diverses, de blocs isolés de calcaires, de grès et de cargneules, noyés dans des marnes de toutes provenances, et cette masse chaotique, qui masque le contact des deux terrains et présente un contraste frappant avec les assises voisines si régulières, correspond évidemment à l'axe d'une faille et en remplit le joint.

Une preuve fort concluante, mais qui ne peut être saisie que par les géologues bien familiarisés avec le faciès des divers horizons de



(1) En reproduisant dans cette coupe la concordance entre les couches de l'infra-lias J₃ et le trias de Peyralade, nous croyons devoir faire des réserves au sujet de cette concordance dont nous ne sommes pas certains.

ce pays, est la similitude pétrologique absolue que présentent les couches de Puech-Maurel avec celles du sinémurien de toute la région. Ce n'est pas, bien entendu, sur le parcours de la coupe dont nous nous occupons qu'il faut chercher le point de comparaison. Nous verrons en effet que, dans cette coupe, le lias inférieur est fort peu représenté; mais, si l'on compare la série de cargneules roses et grises, de calcaires lithographiques et de calcaires en plaquettes et rubanés des vallées de la Vère et du Merdarié avec la série qui s'étend de Roquevianne à Puech-Maurel, on reconnaît immédiatement leur identité.

M. Magnan signale dans son étage du zechstein un certain nombre de fossiles. Aucun d'eux n'est déterminé spécifiquement. Ce sont seulement des :

« *Turbonilla*, *Natica*, *Turbo*, *Murchisonia*? *Capulus*? *Ostrea*,
 » *Rhynchonella*? *Pentacrinus*, radioles d'oursins et débris de poissons. »

Nous n'avons pas été assez heureux pour retrouver ces fossiles en place dans les couches en litige, mais nous avons pu, grâce à l'obligeance de M. Cartailhac, voir au musée de Toulouse ceux qu'a recueillis M. Magnan. Ce sont des fossiles de très-petite taille, indéterminables à notre avis, et engagés dans un calcaire lithographique noirâtre identique à celui du lias. Il n'y a, selon nous, qu'une déduction à tirer de leur examen, c'est que ce n'est pas là une faune permienne. Où sont, en effet, ces *Productus* si abondants, ces *Orthis* et ces *Orthoceras* qui caractérisent l'étage permien marin? Si de la liste ci-dessus nous retirons quelques fossiles incertains, notamment le *Murchisonia* qui, d'après l'auteur lui-même, ne peut être déterminé sûrement, même comme genre, parce qu'il est trop petit et trop engagé dans la roche, que reste-t-il, si ce n'est des documents négatifs ou même contraires aux conclusions de l'auteur?

Le genre *Ostrea*, complètement à sa naissance, est encore extrêmement rare à cette époque. Une seule espèce est connue, et ne se trouve que dans une seule localité de la Russie.

Les radioles d'oursins sont encore moins connus dans le terrain permien, et quant aux *Pentacrinus*, cette famille de crinoïdes n'avait même pas fait son apparition à cette époque, et ce n'est que plus tard, avec l'étage saliférien, et encore dans le seul gisement de Saint-Cassian, qu'elle commence à se montrer.

Si maintenant nous comparons cette faunule du zechstein de Puech-Maurel avec la faune de la deuxième partie du lias inférieur, telle que la donne M. Magnan à la page 67 de son *Etude*, nous ne pouvons qu'être frappés de leur analogie.

Nous y voyons, en effet, avec quelques débris de polypiers, des gastéropodes de petite taille indéterminés (*Turritella*, *Phasianella*,

Turbo, etc.), des Cardinies, une Huitre de petite taille, une Rhynchonelle, une Térébratule et des *Pentacrinus*. N'est-ce pas une quasi-identité? Remarquons ici que cette comparaison ne doit être faite qu'avec la deuxième liste de fossiles du lias inférieur, la première partie, comme nous le verrons dans le chapitre suivant, étant inexactement décrite.

Ajoutons enfin, en ce qui concerne les arguments paléontologiques, que jusqu'ici le terrain permien du bassin pyrénéen a toujours été considéré comme un dépôt exclusivement terrestre.

Les seuls restes organisés qu'on y ait rencontrés, aussi bien dans le Tarn et l'Aveyron que dans l'Hérault, sont des végétaux terrestres et des empreintes de pas d'animaux. Cet argument, nous le savons, n'est pas absolu : mais il doit être pris en sérieuse considération, et il vient puissamment corroborer les autres preuves.

Au point de vue stratigraphique, une preuve bien concluante de l'erreur dans laquelle est tombé M. Magnan se trouve dans une des observations faites par ce géologue lui-même.

Une autre coupe de la région, en effet, est donnée par lui, celle de La Borie à Bruniquel, prise à 6 ou 8 kilomètres seulement de la première et dans une direction parallèle. Or, dans cette coupe, que nous avons également vérifiée, et qui est beaucoup plus exacte que la première, l'auteur, sans avoir cependant remarqué aucune solution de continuité, constate que son étage du zechstein de Puech-Maurel a disparu. Là, dans la Grésigne, les argiles rouges et les grès du permien inférieur (Rothliegende) sont recouverts directement par les grès du trias. Cette disparition singulière frappe bien M. Magnan, mais il l'explique en supposant que les roches qui constituent cet étage doivent se terminer en lentille, et disparaître de la série avant la Grésigne, où nulle part il n'a pu les apercevoir.

Il est étonnant vraiment qu'un géologue, aussi bon observateur que M. Magnan, ait accueilli avec une semblable facilité cette explication si peu satisfaisante. Il ne trouve pas singulier que cet étage, d'origine marine et par conséquent plus constant dans son allure, auquel il attribue lui-même une puissance de plus de 100 mètres, et qui est composé, non de roches meubles et variables, mais de bancs puissants et bien réglés, s'évanouisse de telle sorte qu'à 10 kilomètres du point où il l'a observé, il n'en existe plus aucune trace dans la série.

Nous devons le dire maintenant du reste, ce n'est pas seulement dans la forêt de la Grésigne que ce prétendu zechstein fait défaut, c'est partout, excepté à Puech-Maurel et autres points voisins où la même bande liasique vient affleurer dans les mêmes conditions. Dans l'Aveyron, dans l'Hérault, dans le Tarn, jamais rien de semblable aux

couches de Puech-Maurel n'a été signalé dans le permien. Quels que soient les dissentiments des géologues qui ont étudié cet étage dans nos pays, ils sont du moins en parfait accord pour constater que nulle part il ne renferme ni cargneules, ni dolomies, ni calcaires en plaquettes, ni fossiles marins.

M. Coquand, qui en 1855 (1) a donné une étude détaillée du permien de l'Aveyron, y a reconnu trois parties qu'il rapproche des subdivisions allemandes, et dans cette description, qui semble avoir inspiré celle de M. Magnan, on devrait rencontrer une certaine analogie avec les caractères indiqués par ce dernier géologue. C'est ce qui n'a pas lieu cependant : car le zechstein de M. Coquand, qui n'a que 29 mètres d'épaisseur au lieu de 100, est uniquement composé de schistes et de calcaires noirs.

M. Reynès (2) s'éloigne encore plus de la description de M. Magnan, car il n'a jamais pu constater la moindre trace de calcaire dans toute l'énorme épaisseur de la série permienne. Pour ce géologue, de même que pour MM. Fabre, Boisse, de Rouville et la grande majorité des géologues de l'Aveyron et de l'Hérault, l'étage permien ne comprend absolument que des psammites rouges micacés, des schistes ardoisiers, et des alternances de grès et de marnes lie de vin. Cette succession d'assises d'une puissance de plus de 500 mètres présenterait un grand caractère d'uniformité, et il serait impossible d'y reconnaître aucune des subdivisions allemandes. Il y a loin de là, on le voit, au permien de Puech-Maurel.

M. Bleicher (3) enfin, qui a étudié aux environs de Figeac des couches très-voisines de notre champ d'études, n'y voit pour représenter le permien que des porphyres et des argilolithes bariolées sédimentaires, dont le faciès n'a aucun rapport avec celui des couches dont nous venons de parler.

Ainsi de quelque côté que nous cherchions, aucune observation ne vient appuyer celle de M. Magnan. Le fait isolé qu'il a relevé est en contradiction avec tous les résultats acquis à la Science, et même avec ses propres observations. Il semble bizarre, après cela, que ce géologue ait seulement mentionné, sans presque s'y arrêter, l'opinion de M. de Bouchepon, qui a placé avec raison dans le lias les couches dont il s'agit, et celle de M. Dufrenoy qui les a classées dans l'oolithe. Il est plus bizarre encore que lui-même indique ce fait important, que les cargneules et les calcaires fossilifères du zechstein de Puech-Maurel

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2^e sér., T. XII, p. 127.

(2) Reynès. — *Géologie et Paléontologie aveyronnaise*, p. 25.

(3) Bleicher. — *Essai de géologie comparée des Pyrénées, du plateau central et des Vosges*, 1870, pages 40 et suivantes.

sont, à moins d'un kilomètre de là, entre Peyrou et les Pervendiers, en contact avec les calcaires marneux de la base du liasien. Il y avait dans tout cela, cependant, de quoi le mettre en défiance.

Une des conséquences de cette première erreur de notre confrère a été d'en entraîner plusieurs autres. C'est ainsi que les marnes irisées de Roquevianne sont placées par lui dans le permien inférieur; c'est ainsi que le gypse de Succaillac, qu'il suppose être immédiatement superposé au permien, est forcément placé par lui dans l'étage des grès bigarrés, au lieu de l'être dans celui des marnes irisées comme il le fallait. Quant au gypse de Varen, que le même auteur place également dans le grès bigarré, nous verrons dans un prochain chapitre qu'il doit être reporté bien loin de là, dans le terrain tertiaire éocène.

Lias inférieur.

Si l'on jette un coup d'œil sur la composition du lias inférieur, telle qu'elle est donnée dans l'Étude des formations secondaires des bords du plateau central, et sur la liste des fossiles qui y sont signalés, on est frappé du mélange singulier de fossiles de tous les étages du lias que présente cette liste. A côté de quelques espèces fort rares, appartenant réellement au sinémurien, on voit figurer un bien plus grand nombre d'espèces spéciales au liasien, voire même au toarcien, et toutes les plus caractéristiques des divers horizons de la région. Tels sont les *Belemnites clavatus*, *niger*, etc.; les *Ammonites margaritatus*, *Bechei*, etc.; les *Pecten aequivalvis* et *disciformis*, l'*Ostrea cymbium*, les *Terebratula punctata*, *indentata*, *resupinata*, *subnumismalis*, etc., etc.; tels sont encore du lias supérieur les *Ammonites bifrons*, *Lima gigantea*, *Pecten acuticosta*, *Rhynchonella fida*.

Quelles que soient nos dispositions à admettre comme un fait très-fréquent le passage d'espèces d'un étage dans l'étage voisin, nous fûmes à priori grandement surpris de voir un lias inférieur si étrangement hospitalier, et cette surprise devint rapidement de la défiance quand après avoir longtemps exploré les couches qui, dans ce pays, paraissent représenter l'étage sinémurien, nous ne parvîmes à y recueillir, au lieu des nombreux fossiles signalés, que quelques articles de *Pentacrinus* et de rares *Rhynchonelles* peu déterminables. Nos études ultérieures nous ont permis de découvrir les causes présumées de ces associations anormales. Elles nous paraissent résulter de quelques erreurs, et, en les rectifiant, nous restituons à l'étage du lias inférieur sa véritable composition, et ce caractère général qu'il a d'être très-pauvre en fossiles dans toute la région qui nous occupe.

Une première cause, tout d'abord, nous paraît exister dans la mau-

vaise répartition des couches entre les deux étages du sinémurien et du liasien. M. Magnan paraît avoir compris dans le premier une partie au moins de cet ensemble de couches de calcaires gris-jaunâtres dont nous avons fait notre n° 9 et notre zone à *Terebratula resupinata*. Les fossiles assez nombreux de cette zone la rattachent incontestablement aux couches du liasien, et la position en dessous d'elle du plan de séparation des deux étages, a déjà pour résultat d'éliminer de la liste des fossiles du sinémurien un certain nombre d'espèces étrangères à cet étage.

En dehors de cette cause secondaire, la plus grande partie des associations anormales que nous venons de signaler nous paraissent s'expliquer par une confusion assez singulière dans laquelle serait tombé M. Magnan. Pour nous en rendre compte, il faut nous reporter à la grande coupe de Tonpac à Saint-Antonin que nous avons reproduite plus haut. Dans cette coupe, d'après l'auteur, les couches de l'infra-lias, du lias inférieur et du lias moyen se succèdent en concordance parfaite.

Nous reproduisons ci-dessous quelques extraits de sa description en ce qui concerne le lias inférieur et le lias moyen.

« En suivant la route, on observera, » dit-il, « 7^o des couches » magnésiennes et des calcaires variés qui sont sur l'horizon du lias inférieur, et dont l'épaisseur peut être évaluée à 200 mètres. Le dolmen » de Peyralade est situé sur la partie supérieure de cet étage, lequel est » constitué à sa base : par de puissantes cargneules jaunâtres, etc.... » Immédiatement au-dessus de ces assises on remarque des calcaires » gris-bleuâtres, jaunâtres extérieurement, plus ou moins marneux, qui » contiennent de nombreux fossiles, puis des calcaires en plaquettes, » des calcaires compactes, rugueux, surmontés d'autres calcaires gris » et jaunes.

» J'ai recueilli dans les calcaires marneux de ce groupe... *Belemnites clavatus*, *B. niger*... *Ammonites margaritatus*, *A. Bechei*, *A. bifrons*... *Lima gigantea*... *Pecten disciformis*, *P. æquivalvis*, *P. acuticosta*... *Ostrea cymbium*... *Terebratula punctata*, *subpunctata*, *subvoïdes*, *subnumismalis*... etc.

» 8^o Entre le dolmen de Peyralade et la métairie de las Touzès, des » calcaires gréseux marneux, des marnes et des calcaires lumachelles » dont l'épaisseur atteint environ 150 mètres. Ces couches représentent » l'étage liasien de D'Orbigny, c'est-à-dire le lias moyen..., etc. »

Ainsi donc, c'est dans les couches qu'il considère comme formant la partie supérieure du sinémurien, et près du dolmen de Peyralade, que notre confrère a recueilli tous ces fossiles dont nous venons de citer les plus caractéristiques. C'est là évidemment qu'il a observé ce mé-

lange dont la singularité nous a frappés. Nous avons nous-même étudié avec soin ces localités, et voici ce que nous y avons observé.

A partir de Laussier en se dirigeant vers le dolmen, et en redescendant par conséquent la série stratigraphique, on rencontre en succession très-régulière l'oolithe inférieure à *Ostrea sublobata*, le toarcien marneux à *Ammonites bifrons*, puis les calcaires du lias moyen à *Pecten æquivalvis* qui forment une longue arête sur laquelle est bâtie la métairie de Las Touzès. Au-dessous de ces calcaires apparaissent les marnes à *Ostrea cymbium*, les calcaires marneux à *Belemnites clavatus* et à *Ammonites margaritatus*, et enfin les calcaires à *Terebratula resupinata* qui forment une deuxième saillie, et qui suivent la route jusqu'en haut auprès du dolmen de Peyralade.

Jusque là tout est donc régulier, et nous sommes en accord avec la coupe n° 1. Mais immédiatement après le dolmen, cette régularité cesse tout-à-coup. Là où l'on croyait trouver les calcaires en plaquettes et les calcaires lithographiques du lias inférieur, on ne voit plus qu'une masse confuse de blocs isolés, déplacés et remaniés dans des marnes de teintes et de natures diverses, mélangées et ne présentant plus de traces de stratification.

C'est la répétition, avec des éléments différents et dans des conditions encore plus accentuées, du chaos de Puech-Maurel dont nous avons parlé précédemment.

Dans ces blocs isolés, on en voit qui proviennent de l'oolithe inférieure et sont pétris encore d'*Ostrea sublobata*; d'autres appartiennent au lias moyen et présentent en abondance les *Pecten æquivalvis* et les nombreux fossiles de cette zone. Les marnes de teintes diverses présentent les fossiles qui leur sont propres, et c'est ainsi que l'on trouve là l'*Ammonites bifrons* à côté de l'*Ostrea cymbium*, du *Belemnites clavatus* et de l'*Ammonites margaritatus*. Nous avons trouvé sur ce point, dans un espace de 30 mètres, presque tous les fossiles que M. Magnan a signalés dans le lias inférieur de Peyralade. C'est donc là que se trouve vraisemblablement la solution de la question qui nous occupe.

Pour tout observateur qui examinera avec attention les alentours du dolmen, il y a là les signes irrécusables d'un accident géologique. Cette portion de sol, bouleversée au milieu de ce haut plateau, est à peine étendue d'une trentaine de mètres. Il n'est pas possible de l'expliquer par des éboulements, ni par le travail de l'homme, ni par autre cause de ce genre; immédiatement après on tombe dans des cargneules, disloquées d'abord, mais qui reprennent bien vite leur allure régulière; puis viennent les marnes violacées et les grès du trias, sans qu'il soit possible de retrouver sur ce point la masse, épaisse de plus de 100 mètres, des calcaires en plaquettes et des calcaires lithographiques que l'on

observe partout dans le lias inférieur (1). Évidemment nous sommes là en présence d'une grande faille, qui a fait disparaître une partie des couches de cet étage en rapprochant les couches du trias de celles du lias moyen. C'est dans l'entrebâillement des lèvres de cette faille, et dans le sinus qu'elle a produit, que se sont amoncélés et conservés ces débris de toutes les assises autrefois superposées et maintenant disparues par suite des dénudations.

Remarquons maintenant que cette faille du dolmen de Peyralade, qui a échappé à M. Magnan dans sa coupe de Tonnac à Saint-Antonin, a été cependant signalée par lui dans cette autre coupe dont nous avons déjà parlé, la coupe de La Borie à Bruniquel. Dans cette deuxième, en effet, qui a été relevée à 7 ou 8 kilomètres seulement de la première, nous voyons près de Saint-Paul-de-Mamiac et de Pas de la ligne des fractures qui ont affecté les couches du lias, et qui sont le prolongement très-probable de celles du dolmen. Ajoutons que ces failles peuvent être suivies plus loin encore, et qu'on les retrouve très-accusées dans la vallée de la Vère.

TERRAIN JURASSIQUE SUPÉRIEUR.

Etage Séquanien.

Nous avons dit en commençant cette note que les grandes assises calcaires, qui dans le Lot et le Tarn-et-Garonne surmontent partout l'étage du lias, paraissent représenter toute la série oolithique depuis le kimméridgien jusqu'au bajocien. On n'a jamais pu en effet jusqu'ici y constater la moindre trace d'interruption sédimentaire ou de solution de continuité, et, les deux étages ci-dessus existant bien caractérisés en haut et en bas de la série, il est assez logique de supposer que les étages intermédiaires doivent y être représentés. En raison de la rareté des fossiles et de l'uniformité de la masse, les divisions à introduire pour retrouver ces divers horizons seront toujours fort arbitraires et sujettes à erreur.

M. Magnan a arrêté à l'étage corallien la série que l'on peut observer dans le Tarn-et-Garonne. Ce serait, d'après ce géologue, à la partie supérieure des rochers d'Anglars, près Saint-Antonin, que cet étage

(1) Cette rectification, nous devons le faire remarquer, a une certaine importance au point de vue industriel. Les calcaires lithographiques, en effet, sont actuellement exploités sur plusieurs points de la vallée de l'Aveyron, et le lias inférieur en fournit une bonne partie. Leur absence dans la série de Peyralade pourrait faire croire à une inconstance dans ce niveau, et il importe de démontrer qu'elle est accidentelle.

serait représenté. Nous n'avons, en principe, aucune objection à faire à cette assimilation et nous sommes jusqu'ici disposés à l'admettre. Mais il faut remarquer, toutefois, qu'elle n'est encore basée sur aucune donnée bien sérieuse. Les raisons stratigraphiques invoquées par notre devancier ne sont guère concluantes, puisque les étages subordonnés au corallien sont eux-mêmes très-mal définis, et quant aux preuves paléontologiques, elles sont complètement négatives. Nous voyons en effet, dans la description du corallien, que la seule espèce déterminée spécifiquement est la *Terebratula sella* (1), espèce des âges crétacés, que l'on est étonné de rencontrer là, et que le seul fossile caractéristique, un *Diceras*, y est indiqué avec un double point de doute.

D'une autre part, M. Bleicher (2), qui a étudié avec soin les parties inférieures de ce grand système calcaire et les horizons d'eau douce qu'il renferme, ne fait qu'indiquer l'étage corallien sur quelques points de sa grande coupe de Lapeyronie à Caussade. Dans ce travail non plus, malheureusement, nous ne trouvons sur cet étage que des indications insuffisantes. Les fossiles recueillis, assez mal conservés, n'ont pu être déterminés spécifiquement. Aucun détail n'est donné sur le faciès et sur les divers horizons que peut présenter ce terrain, actuellement si discuté et si démembré.

M. Bleicher, toutefois, précise assez nettement la limite supérieure de la série dans ce pays, et il n'a jamais reconnu la présence de l'oolithe supérieure dans cette étroite bande où M. Dufrenoy l'a fait figurer aux environs de Caussade sur la Carte géologique de France.

Tels sont les seuls renseignements que nous ayons sur les terrains jurassiques supérieurs de notre département. Nous sommes donc en droit de considérer la question même de leur présence comme peu éclairée jusqu'ici. Nos travaux ont déjà eu pour résultat de nous permettre de résoudre cette question, au moins en partie.

Toutes les couches oolithiques, on le sait, sont depuis l'Aveyron fortement inclinées vers l'ouest. En parcourant les causses ou hauts plateaux que forment ces calcaires, on voit, en s'avancant vers l'ouest, constamment affleurer de nouvelles assises, dont les tranches légèrement redressées font saillie sur tous les points où le terrain tertiaire n'est pas venu les masquer. C'est là évidemment qu'on peut espérer reconnaître et retrouver les différents termes de la série, et c'est là que nous avons porté nos efforts. En ce qui concerne l'étage corallien com-

(1) Cette espèce, que l'auteur indique également dans l'oxfordien, en ajoutant que c'est peut-être la *T. biphcata*, autre espèce crétacée, a été sans doute confondue avec la *T. subsella* de M. Leymerie.

(2) Bleicher. — *Essai de géologie comparée des Pyrénées, du Plateau central et des Vosges*. p. 60.

pacte proprement dit, ou calcaire à chailles, nous n'avons été guère plus heureux que nos devanciers. C'est à peine si quelques fossiles recueillis dans les calcaires blancs subcrayoux des environs de Servanac nous permettent d'admettre sa présence sur ce point. Il n'en est pas de même, toutefois, de l'horizon immédiatement supérieur, cet horizon que les géologues rattachaient autrefois au corallien, que d'autres ont compris dans le kimméridgien inférieur, et dont maintenant on s'accorde à faire, à l'exemple des géologues du Jura, un horizon distinct sous le nom d'étage séquanien. Cet étage séquanien est parfaitement développé et caractérisé vers l'extrémité ouest de la bande jurassique qui, depuis la rivière du Lot, forme un cap vers le sud. Un grand nombre de carrières ouvertes vers le hameau des Peyrières, sur la commune de Septfonds, permettent de l'étudier facilement, et les fossiles qu'on y peut recueillir ne laissent aucun doute sur l'âge des couches qui les renferment. Nous avons évidemment là l'horizon de la pointe du Ché et d'Angoulins, près La Rochelle, avec le même faciès paléontologique. La roche, toutefois, y est bien différente et beaucoup moins favorable à la collecte des fossiles. C'est un calcaire très-dur, compacte, cassant, esquilleux et sublithographique par places. Il faut beaucoup d'efforts pour en extraire les fossiles, et c'est seulement sur les parois exposées depuis longtemps à l'action des agents atmosphériques qu'on peut en recueillir de bien déterminables.

Nous avons pu ainsi reconnaître les suivants qui, presque tous, se retrouvent sur les falaises d'Angoulins.

Ceromya excentrica, d'Orb.

Ostrea solitaria, Sow.

O. Bruntrutana, d'Orb.

Pinnigena Saussurei, d'Orb.

Terebratula subsella, Leymerie.

Rynchonella inconstans, d'Orb.

Pseudocidaris mammosa, de Lor., (Ilc-

micidaris ovifera, Agassiz).

Cidaris cervicalis, Agassiz.

Rhabdocidaris Orbignyana, Desor.

Pseudodiadema mamillanum?, Desor.

Acrosalenia pisum?, Coltean.

Pygurus Blumenbachi, Agass.

Apiocrinus, etc.

De nombreux fossiles ont encore été recueillis des genres *Natica*, *Turritella*, *Alaria*, *Nerinea*, *Pholadomya*, *Astarte*, *Trigonia*, etc., etc. Mais ces fossiles sont en assez mauvais état ou seulement à l'état de moules, et il nous paraît impossible de les déterminer avec certitude.

Les espèces citées ci-dessus sont, du reste, bien suffisantes pour faire reconnaître nettement l'horizon de La Rochelle et de Tonnerre, c'est-à-dire l'étage séquanien.

En aucun endroit de la bande jurassique qui s'avance dans le Tarn-et-Garonne, nous n'avons, non plus que M. Bleicher, reconnu le kimméridgien marneux qu'on voit si développé, plus à l'ouest, aux environs de Cahors, de Condat et de Fumel. Ce kimméridgien, d'un faciès

tout différent, est, relativement aux couches de Septfonds, dans les mêmes rapports que les couches de Châtelailion relativement à celles d'Angoulins. Il paraît donc très-probable que cet étage existe dans l'ouest du département, au-dessus du séquanien, mais il est masqué par la mollasse tertiaire. Nous serions donc disposés à admettre, avec M. Bleicher, que la bande teintée comme oolithe supérieure sur la Carte de France aux environs de Caussade doit disparaître, si, à l'exemple des illustres auteurs de la Carte géologique de France, de d'Orbigny, de d'Archiac et autres maîtres de la science, nous limitons ce qu'on appelle l'oolithe supérieure aux deux étages du portlandien et du kimméridgien marneux.

Il faut remarquer toutefois que maintenant quelques géologues classent les couches d'Angoulins dans le kimméridgien inférieur; que d'autres, qui en ont fait un étage distinct sous le nom d'astartien ou de séquanien, les classent néanmoins encore dans l'oolithe supérieure, et que d'autres enfin, comme M. Marcou et M. Magnan lui-même, comprennent encore dans cette même oolithe supérieure l'étage corallien. En ce qui concerne l'étage séquanien, il ne faut pas oublier que cet étage paraît avoir autant d'affinité avec les couches supérieures de l'oolithe qu'avec les couches du Coral-rag. De nombreux fossiles, en effet, sont communs entre le kimméridgien et le séquanien, et quelques-uns mêmes persistent jusque dans le portlandien.

Il paraît donc urgent, avant de proscrire l'oolithe supérieure de notre Carte géologique de Tarn-et-Garonne, de décider dans quelle des grandes divisions de l'oolithe doit être placé cet horizon, démembré du corallien et du kimméridgien, qui a pris rang dans la nomenclature sous le nom d'étage séquanien.

Terrain à gypse de Varen.

Une des modifications les plus considérables, que nous nous proposons d'apporter à la Carte géologique des bords du Plateau central, concerne les terrains des environs du village de Varen, sur les bords de l'Aveyron. Ces terrains, dont l'étude est importante en raison des gisements de gypse qu'ils renferment, ont été placés par les auteurs de la Carte géologique de France dans les étages du trias; M. de Boucheporn, dans les coupes qui accompagnent sa Carte géologique du département du Tarn, en a fait du terrain jurassique, et M. Magnan enfin, qui a depuis étudié cette région, a placé les argiles gypsifères de Varen et les calcaires d'eau douce qui les surmontent dans l'étage des grès bigarrés ou trias inférieur.

Les observations que nous venons de faire à notre tour dans ce pays

nous ont amenés à des conclusions si absolument opposées à celles qui précèdent, que ce n'est qu'après avoir acquis une conviction profonde de leur exactitude que nous nous décidons à les formuler. Notre classement, en effet, ne tend à rien moins qu'à faire reporter à 22 étages plus haut les argiles gypsifères de Varen, pour les placer dans le terrain tertiaire éocène. La gravité et l'importance de cette rectification nous font un devoir d'entrer dans des détails suffisants pour justifier notre manière de voir.

Le village de Varen est situé sur les bords de l'Aveyron, et entouré d'une ceinture de hautes collines formées par l'oolithe, dont les couches, relevées tout autour, plongent vers le centre de ce petit bassin, de manière à dessiner un fond de bateau. Le milieu de ce bassin, que coupe l'Aveyron, est rempli par un dépôt tertiaire d'une évidente analogie avec les mêmes terrains de la vallée du Cérou et avec ceux des plateaux de Saint-Antonin et de Caylus. Ce ne peut être que par suite d'un examen très-superficiel, et en raison, sans doute, du voisinage des couches triasiques et de la présence dans ce terrain de marnes rouges et de gypse, ce qui lui donne une apparence d'analogie avec l'étage des marnes irisées, que nos devanciers ont pu être entraînés à placer ces environs de Varen dans le terrain triasique. Cette classification, en effet, ne résiste pas à un examen tant soit peu approfondi.

Le terrain tertiaire ne se trouve plus dans le bassin de Varen, comme dans toute cette région, qu'en ilots et en lambeaux disséminés autour de la ceinture. Le principal îlot est celui qui s'étend de la métairie de Sainte-Foy à celle de Laroque, et que coupe le chemin de fer à la sortie de la grande tranchée pratiquée pour franchir l'oolithe à quelques centaines de mètres de la station de Lexos. D'autres témoins se montrent encore à Solviel, près du village même de Varen, puis à l'entrée de la petite vallée d'Orlan, près la métairie de Sol de Rosier. Un dernier lambeau, enfin, se trouve plaqué sur le flanc des collines de la rive droite du ruisseau de Font-Négrette, près le hameau de Puech-Mignon.

Le premier de ces ilots est le plus important et le mieux conservé. Il appartient aux parties plus centrales du bassin, et ne présente pas au même degré que les autres le faciès littoral. C'est autour de cet îlot, et dans les couches qui en forment la base, que se trouvent les gisements de gypse. La falaise de l'Aveyron d'un côté, et la tranchée du chemin de fer de l'autre, en donnent d'excellentes coupes.

Les couches sont sur ce dernier point assez fortement inclinées vers la rivière; elles se redressent ensuite du côté de Sainte-Foy, suivant à peu près ainsi la courbure des couches jurassiques qui les supportent. On distingue dans ces coupes :

1° A la partie la plus inférieure qui soit visible, des argiles d'un jaune verdâtre, grasses, faisant pâte avec l'eau, contenant des pisolithes de fer hydroxidé.

2° Des argiles marbrées, panachées de jaune, blanc et gris, contenant par places des amas irréguliers d'un gypse terreux, lamellaire, blanchâtre et souvent rosé.

3° Un banc irrégulier de calcaire marneux, blanchâtre, panaché de rose, grumeleux et peu résistant.

4° Des assises épaisses d'argiles rouges, grasses, pétries de pisolithes de fer; au milieu de ces assises, on distingue encore quelques lits de calcaire marneux rosé et blanchâtre, grumeleux et d'aspect traversineux.

5° Au-dessus, enfin, règnent d'autres bancs assez puissants d'un calcaire blanc plus résistant, grumeleux encore par places, mais en général assez dur, et présentant une infinité de petites veinules et de cavités remplies de cristaux de chaux carbonatée.

Pour tout géologue qui a pu visiter les gisements tertiaires de La Salle, de Lavurette, de Servanac, etc., ceux de Vindrac et de Cordes, ceux des environs de Castelnaudary, la similitude est frappante. Pour notre compte, nous avouons que, dès le premier examen que nous avons pu faire de cette coupe, notre opinion était faite.

C'est qu'en effet, il y a entre cette composition et celle des assises du trias une différence telle que la confusion n'est possible qu'à la condition de ne voir les couches que superficiellement.

Les marnes irisées du trias des environs, aussi bien que les grès bigarrés, ont un faciès aussi complètement différent que possible. Ces assises en petits lits réguliers sont toujours schisteuses, très-micacées, sableuses, d'un rouge violacé ou lie de vin. On n'y rencontre jamais ni pisolithes de fer, ni bancs de calcaires lacustres. Au contraire, les bancs de grès quartzeux et de psammites blancs et rouges y abondent. Le gypse y est disséminé par petits filons et veinules dans une grande épaisseur, il est fibreux ou niviforme, en petits morceaux, et toujours plus pur que celui de Varen. Il est difficile, on le voit, de trouver terrains plus dissemblables.

La composition que nous venons de donner pour l'îlot de Sainte-Foy et de Laroque se retrouve dans les autres ilots, sauf quelques petites modifications qui résultent de leur situation dans le bassin lacustre. Ceux de Solviel et de Sol de Rosier ne sont pas complets, les calcaires supérieurs ayant été enlevés par les dénudations. Là aussi, du reste, on retrouve les argiles rouges à pisolithes et les premiers calcaires grumeleux.

Un autre lambeau bien intéressant est celui qui se trouve à 2 kilo-

mètres environ plus à l'est, auprès du hameau de Puech-Mignon. L'examen de ce gisement suffirait, à l'exclusion de toute autre preuve, pour justifier la classification que nous adoptons. Ce lambeau, en effet, est complètement et très-visiblement superposé aux calcaires du lias inférieur, et il confine par sa partie inférieure au trias qu'il a certainement dû recouvrir autrefois. C'est un spécimen parfait des dépôts littoraux des lacs tertiaires, et nous voyons là une répétition des dépôts de Tonnac, de Puycelly, etc. Les éléments propres du terrain sont bien les mêmes qu'au premier îlot que nous avons décrit, c'est-à-dire des argiles rouges ferrugineuses à pisolithes, des marnes panachées et des calcaires travertineux lacustres ; mais les éléments étrangers remaniés y abondent, et on y retrouve toutes les roches des terrains environnants : morceaux de grès du trias, cargneules siliceuses et dolomies du lias, et même des fossiles usés et roulés de ce dernier terrain. Remarquons, en outre, que dans le lambeau dont nous nous occupons, les couches du sommet sont plus complètes, et que les calcaires d'eau douce blancs, plus puissants, s'élèvent jusqu'à la cote de 270 mètres environ, qui est bien voisine de celle des plateaux tertiaires de Cordes, Albi, Montpezat, Puylaroque et Cieurac.

Les preuves paléontologiques que nous pouvons apporter à l'appui de notre manière de voir ne sont pas encore, nous devons le reconnaître, bien concluantes. Nous laissons de côté, naturellement, les fossiles remaniés que nous avons recueillis dans ces couches. Ces fossiles, excellents pour démontrer que les eaux qui les ont remaniés ne sont pas triasiques, sont impuissants à établir l'âge tertiaire de ces mêmes remaniements (1). Jusqu'ici nous n'avons pu rencontrer à Varen aucune de ces nombreuses coquilles terrestres ou d'eau douce que l'on trouve parfois abondamment dans les couches éocènes. Toutefois, nous ne sommes pas cependant complètement dépourvus de termes de comparaison. L'un de nous a recueilli, vers Sainte-Foy et près du chemin de fer, des corps cylindro-ovoïdes ayant toute l'apparence de corps organisés. Ces corps, que nous avons également rencontrés à la base de nos îlots tertiaires à Lavaurette et à Servanac, sont identiques absolument à ceux qu'on rencontre abondamment au Mas Saintes-Puelles, près Castelnaudary, et qui figurent au musée de Toulouse sous la dénomination d'œufs de tortue.

La pauvreté en fossiles des couches de Varen n'a, du reste, rien d'extraordinaire. La plupart de nos gisements des plateaux en sont

(1) La présence de fossiles jurassiques remaniés dans les terrains tertiaires n'est pas un fait rare. Nous avons trouvé notamment à Vindrac la *Terebratula cornuta* dans les argiles rouges à *Cyclostoma formosum* qui forment la base des coteaux tertiaires.

également dépourvus, et cependant ce caractère négatif n'a jamais fait mettre en doute leur origine tertiaire.

On pourrait faire à notre classification ces objections que les terrains tertiaires voisins, dans notre département, n'ont jamais leurs strates inclinées, et que jamais encore on n'y a rencontré de gypse.

Ces objections n'ont pas de portée sérieuse. De ce que les couches des lambeaux voisins de terrain tertiaire sont restées horizontales, il ne s'ensuit pas qu'aucun lambeau n'ait jamais pu être dérangé. Notre système de Varen appartient incontestablement à l'un des termes les plus anciens du terrain d'eau douce de l'Aquitaine, et sur de nombreux points les couches de ce niveau ont perdu leur horizontalité primitive. C'est ainsi que dans les collines d'Issel, dans les plateaux de Castres et de Labruguière, et surtout dans les environs de Castelnaudary, au Mas Saintes-Puelles et à Villeneuve-la-Comptal, les strates éocènes sont inclinées dans divers sens.

Nos terrains éocènes, il faut se le rappeler, ont participé dans une certaine mesure, au mouvement d'exhaussement des Pyrénées. Ce sont seulement les couches postérieures de l'étage miocène qui n'ont pu être disloquées par ce soulèvement, et si, dans les parties nord du bassin aquitain, les couches éocènes semblent se confondre et se lier dans les mêmes strates horizontales avec les roches susjacentes de l'époque miocène, il n'en est pas de même dans la partie sud de ce bassin, où la perturbation de l'époque éocène se fait de plus en plus sentir à mesure que l'on se rapproche des montagnes.

Quant à la présence du gypse dans les argiles panachées de Varen, si ce caractère manque aux dépôts des plateaux, il est au contraire assez général dans les dépôts du même âge de l'Aude et de l'Ariège, et notamment à Sauzens, à Caux, à Montréal, à Villeneuve et au Mas Saintes-Puelles, toutes localités où le gypse est exploité. Les terrains tertiaires anciens du nord de l'Aquitaine ne sont pas, du reste, complètement dépourvus de gypse, et le gisement bien connu de Sainte-Sabine, sur les confins du Lot et de la Dorgogne, appartient par ses fossiles et par sa position stratigraphique aux premiers dépôts de nos terrains d'eau douce.

Il nous reste maintenant, pour terminer cette question, à montrer comment M. Magnan justifie la classification des couches de Varen dans le trias, et à expliquer comment et en quoi pêche sa démonstration.

Nous avons dit que le terrain tertiaire de Varen reposait au fond d'une cuvette formée par les couches oolithiques redressées. Pour expliquer cette intercalation d'un lambeau triasique dans l'oolithe, notre confrère a fait intervenir une grande faille qui aurait produit, sur ce point, une dénivellation énorme.

Cette fracture, qu'il appelle *Faïlle de Varen*, et dont le tracé suit à peu près le cours de l'Aveyron, existe en effet dans une partie du tracé indiqué; mais pour la faire passer par Lexos et Varen, où l'on n'en voit nulle trace, il a fallu, à partir du hameau des *Landes*, la détourner de sa vraie direction et lui faire décrire deux énormes sinuosités en sens contraire, quelque chose comme un S gigantesque (1).

Grâce à cet expédient, l'auteur est parvenu à pouvoir attribuer à cette faille dévoyée une partie des accidents qu'il signale; mais le moyen encore est très-insuffisant, car même dans le tracé qui en est donné, la faille ne passe pas par les points où elle serait le plus nécessaire.

Il est facile de voir, du reste, dans cette grande arête qui s'étend en hémicycle, d'Arnac à Succaillac au sud de Varen, qu'aucune faille n'a troublé la continuité de ces horizons si bien alignés et si faciles à suivre. Quel que soit le circuit qu'on impose à cette faille, il faut qu'elle franchisse cette barrière, et, quel que soit son tracé, une seule faille ne peut suffire à expliquer l'isolement du lambeau triasique en question. Il faudrait en admettre quatre, ou donner à cette seule faille la forme d'une courbe complètement fermée.

Voici ci-contre comment, dans sa coupe de Lexos à Cambon, M. Magnan interprète les relations du trias avec l'oolithe.

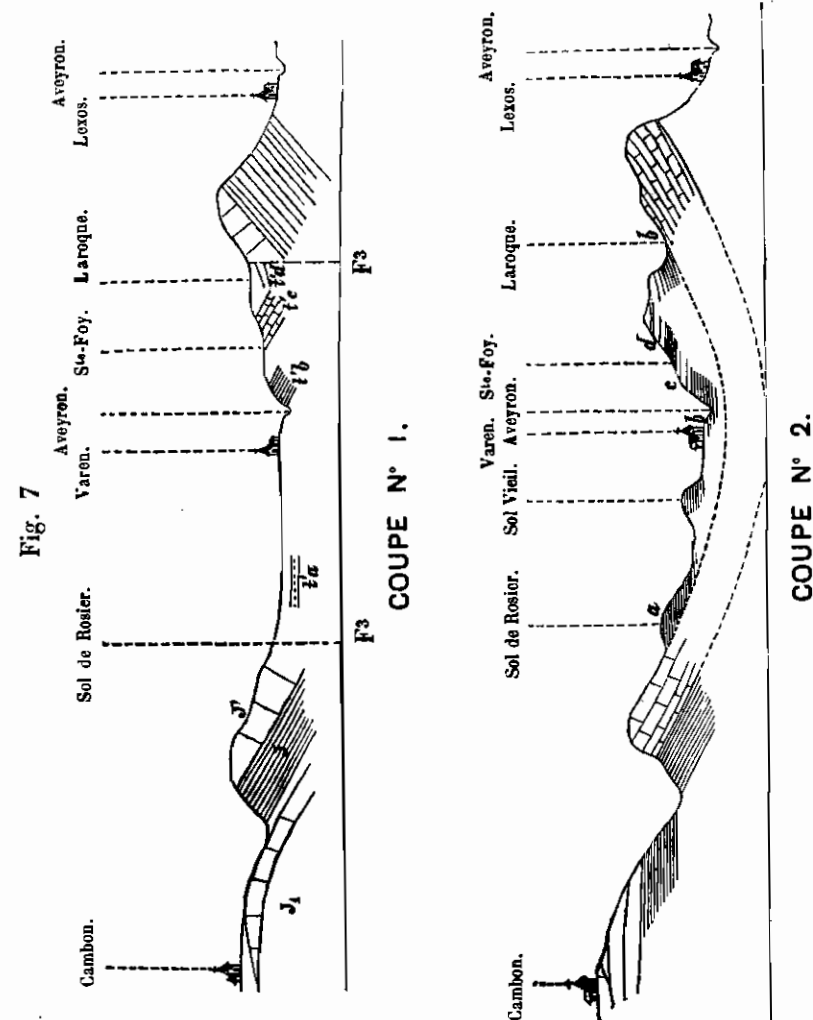
Et nous donnons en regard, sous le n° 2, la même coupe à la même échelle, telle que nous l'interprétons.

Dans ces coupes, les lettres J_1 , J , J' représentent le lias moyen, le lias supérieur et l'oolithe; $t'a$ sont, selon M. Magnan, des argiles grumeleuses jaunâtres, rosâtres, rougeâtres, çà et là avec calcaire grumelé du trias inférieur; $t'b$, gypse marneux; terreux, rosâtre, jaunâtre, activement exploité, alternant avec des marnes bigarrées du même horizon, $t'c$ des calcaires jaunâtres, rosâtres, caverneux, argileux, argiles rutilantes du Muschelkalk?? $t'd$, argiles avec calcaire subordonné jaune argileux, orangé à fentes spathiques; F^3 est la faille ou les failles de Varen.

Les lettres a , b , c , d représentent pour nous, dans la coupe n° 2, les argiles ferrugineuses tertiaires, les argiles panachées gypseuses et les calcaires lacustres blancs grumeleux.

Dans la coupe n° 1, l'un des points de contact du trias et de l'oolithe est à Sol de Rosier. « Sur ce point, » dit l'auteur, « l'oolithe, par suite d'un accident grandiose, est en contact avec le puissant dépôt argileux » et gypseux du trias de Varen. L'immense déchirure, qui a mis ces

(1) Cette faille de Varen qui, selon M. Magnan, aurait produit sur ce point une dénivellation de près de 800 mètres, a partout ailleurs simplement mis en contact deux étages voisins.



» deux terrains côte à côte, est remplie d'argile jaunâtre et rougeâtre » pisolithique. »

Pour nous, il n'y a là aucune trace de fracture; les argiles à pisolithes du terrain tertiaire reposent tout simplement sur les couches inclinées de l'oolithe, ainsi que cela a lieu sur mille points des plateaux voisins. Quant à l'autre point de contact, il est inexactement dessiné. Il existe là, vers le lieu dit Laroque, un vallon qui n'est pas indiqué, et grâce auquel les couches à gypse de la base de l'ilot tertiaire se trouvent à découvert. M. Magnan a méconnu cette disposition, et a été

ainsi amené à reconnaître un deuxième niveau de gypse dans les argiles supérieures.

La coupe n° 1, comme on le voit, est pleine d'incertitudes. On reconnaît qu'elle a été levée à la hâte, et établie après coup sur des inductions. Les marnes rutilantes à pisolithes, qui sont au-dessous des calcaires blanchâtres, et qui d'après l'auteur remplissent seulement le joint des failles, sont également placées avec un double point de doute dans le *Muschelkalk*, étage qui ne renferme dans la contrée que des cargneules et des dolomies. L'étage des grès bigarrés, composé partout ailleurs de grès blancs et de psammites violacés, est ici représenté par des argiles marbrées et des calcaires grumeleux, et celui des marnes irisées est représenté par un calcaire blanc. Cette faille de Varen dont nous avons parlé se dédouble ici pour les besoins de la démonstration. Les deux fractures qu'elle a produites sont telles, que les couches jurassiques, découpées comme par un emporte-pièce, n'ont été nullement dérangées par cette dénivellation de près de 800 mètres. Tout cela n'a pas besoin d'être commenté.

Si au contraire nous examinons maintenant la coupe n° 2, toutes les difficultés amoncelées disparaissent. Nous rentrons dans l'ordre naturel et régulier des faits, et nous voyons dès lors cesser ces désaccords et ces inconséquences qui ne sont jamais dans la nature.

Gisements de phosphates de chaux.

Il nous reste, avant de terminer ces observations, à dire quelques mots des riches gisements de phosphates de chaux que l'on trouve dans notre département, et sur lesquels l'attention est si fortement appelée depuis quelques années.

Il n'entre certes pas dans notre pensée de traiter ici *in extenso* cette importante question; nous voulons seulement faire connaître quelques faits nouveaux que l'extension des travaux d'exploitation a permis de découvrir, et émettre à ce sujet quelques idées qu'il nous paraît utile de porter à la connaissance du public.

De nombreuses discussions ont eu déjà lieu, tant sur l'origine de ce phosphate de chaux, sur son âge et la manière d'être de ses gisements, que sur les restes des animaux fossiles qui les accompagnent; des voix très-autorisées se sont fait entendre, et cependant une obscurité profonde règne encore sur ces questions.

Nous ne pouvons, dans un travail comme celui-ci, revenir sur les détails qui ont été donnés sur les caractères particuliers des phosphates de chaux du Quercy, sur le nombre, la richesse et l'étendue des gisements: nous nous bornerons à rappeler que ce précieux minéral se

trouve en amas concrétionnés, agglomérés des façons les plus diverses avec des marnes à pisolithes, des ossements et des débris de roches dans les poches, crevasses, boyaux sinueux et puits perdus, que l'on rencontre en grande quantité à la surface des plateaux calcaires jurassiques de la région du Quercy, comprise à peu près entre Figeac et Caussade.

M. le professeur Daubrée (1) admet deux manières d'être différentes dans les gisements. Les premiers sont en quelque sorte les gisements primitifs et naturels; la phosphorite s'y trouve en place, en veines allongées dans des crevasses naturelles qui se trouveraient orientées de diverses façons. Elle y aurait été déposée par des eaux qui seraient venues des profondeurs du globe chargées de ce minéral. Les autres gisements ne seraient au contraire que des produits de remaniements, des amas transportés pêle-mêle avec des débris caillouteux et des ossements, et enfouis dans les poches et crevasses ouvertes à la surface du sol.

Ces mouvements des eaux auraient eu lieu vers l'époque miocène, comme semblent l'indiquer les restes de *Rhinoceros* et autres fossiles qui accompagnent les phosphates.

M. Paul Gervais (2), qui a eu en communication les ossements recueillis, y a reconnu le *Palæotherium*, l'*Anoplotherium*, etc., associés avec d'autres animaux comme l'*Entelodon* et autres espèces de l'époque miocène ou même d'époques plus récentes.

M. Leymerie (3), dans un résumé fort clair et très-substantiel, fait l'historique de la question des phosphates, et, en ce qui concerne leur âge relatif, annonce que la découverte des *Palæotherium*, faite récemment par M. Trutat, tendrait à faire reculer le remplissage des cavernes au commencement de la période tertiaire. Le savant professeur ajoute que ces dépôts ne contiennent pas de coquilles fossiles, mais seulement des ossements de vertébrés, trop rares pour avoir pu contribuer en rien à la production de la matière phosphorique. On ne peut donc songer à trouver à ces dépôts une origine organique. M. Leymerie pense, comme le savant professeur du Muséum, que cette matière vient des profondeurs du globe, et que les eaux thermales chargées d'acide carbonique ont pu lui servir de véhicule. Il en voit les traces non-seulement dans

(1) Sur un gisement dans lequel la chaux phosphatée a été récemment découverte dans le département du Tarn-et-Garonne et du Lot. *Bull. Soc. d'encouragement de l'industrie*, t. XVIII, 2^e série, 1871.

(2) *Bull. Soc. géol. de France*, t. XXIX, p. 392. Id., *Journal de Zoologie*, 1872, t. 1, n° 3.

(3) Note sur la phosphorite du Quercy, Toulouse; 1872.

la structure des minéraux, mais encore dans l'état usé et corrodé des parois des cavités qui les renferment.

M. Trutat (1), qui a beaucoup observé sur place les exploitations de phosphates, a conclu qu'il existe des niveaux d'âges différents. Il pense que le mélange anormal d'espèces qui a été remarqué n'est qu'apparent, et qu'il provient de remaniements successifs.

M. Henri Filliol (2), qui a étudié d'une façon si remarquable les restes de carnassiers et de cheiroptères recueillis dans les phosphates, pense pouvoir conclure de leur étude que cette faune appartient à la partie supérieure du terrain éocène.

M. Combes (3) attribue la formation des phosphates de chaux du Quercy à des vapeurs phosphoriques venues des profondeurs du sol, à travers les fentes ou fissures traversant le calcaire jurassique inférieur, qu'aucune formation marine ni lacustre n'a jamais recouverts. Ces vapeurs auraient décomposé et phosphatisé les détritiques calcaires, et avec eux les débris animaux contenus dans les poches superficielles. Les animaux recueillis sont, suivant cet auteur, des différentes époques tertiaires et même de l'époque quaternaire. Il n'admet ni l'origine animale des phosphates, ni leur formation par d'anciennes eaux thermales, et il pense que le phénomène de phosphatisation se continue même de nos jours.

M. Malinowski (4), professeur à Cahors, a publié un important traité des phosphates de chaux natifs, où, à côté de détails spéciaux d'une utilité incontestable, il donne des aperçus théoriques bien plus discutables. Pour lui, la formation de ces dépôts doit être évidemment rapportée à la fin de la période tertiaire et au commencement de l'époque quaternaire. Il n'admet pas qu'on y ait trouvé de coquilles, et pense que les personnes qui soutiennent ce fait, ont pris des enroulements de coprolithes pour des spires de coquille. M. Malinowski combat la formation par voie d'eaux thermales, et fait remarquer que jamais dans les poches ou fissures qui ont été épuisées on n'a vu de traces de communication avec l'intérieur du globe. L'origine purement organique des phosphates du Quercy lui paraît plus admissible; mais il croit nécessaire de faire intervenir des phénomènes cosmiques et des éruptions des volcans d'Auvergne pour écraser les animaux de l'époque, et fournir par la matière phosphatée des produits volcaniques la phosphorite des gisements où l'on ne trouve pas d'ossements.

(1) *Comptes-rendus de l'Institut*, 11 déc. 1871.

(2) Recherches sur les mammifères fossiles des dépôts de phosphates de chaux. *Annales des Sciences géol.*, 1872.

(3) *Revue scientifique*, 1872, n° 12.

(4) Traité spécial des phosphates de chaux natifs. Cahors, 1873.

M. Malinowski paraît enfin placer les gisements de phosphorites dans les calcaires tertiaires eux-mêmes (1).

Cette notice était terminée quand nous avons eu connaissance d'un travail récent de M. Delfortrie, sur les questions mêmes que nous traitons. Le savant vice-président de la Société linnéenne de Bordeaux n'a pas vu les faits par lui-même, mais les détails très-approfondis qui lui ont été donnés et les ossements qu'il a pu étudier, le portent à conclure que les dépôts de phosphates de chaux datent de l'époque quaternaire et qu'ils ne sont que des dépôts de guano transformés (2).

Il nous faudrait encore, si nous avions la prétention de faire une revue complète, analyser bien d'autres publications sur les phosphates du Quercy, et notamment celle que l'un de nous, M. Milhès Lacroix, a fait paraître, puis celles de MM. Favre, Durand Claye, Rey, etc. Mais nous n'avons voulu que montrer, par ce rapide résumé, combien sont diverses les opinions et peu précises les théories qui ont été émises sur le mode de formation, l'âge et l'origine de nos dépôts de phosphates. Ajoutons que nulle part nous n'avons rencontré aucun détail précis sur l'extension géographique possible de ces gisements, sur le niveau qu'ils doivent occuper, non plus que sur leurs relations avec les terrains voisins. Il y a là pourtant une question de premier ordre, non-seulement parce que au point de vue spéculatif ces données peuvent aider grandement à la solution des questions controversées, mais surtout parce que l'industrie est intéressée à un haut degré à savoir où elle peut, sans risques de déboires, chercher le précieux minéral.

Les observations multipliées que nous avons pu faire nous ont amenés à reconnaître sur ces sujets un certain nombre de faits intéressants que nous allons formuler successivement.

Les gisements de phosphorites du Quercy sont une dépendance absolue des terrains tertiaires éocènes voisins. On ne les trouve que dans la région des hauts plateaux calcaires qui ont été parcourus par les eaux douces de cette époque géologique. Ils appartiennent à la base même de ces formations, et ne se rencontrent guère que dans le voisinage des îlots de terrain tertiaire qui restent, de place en place, comme les témoins de l'ancienne formation étendue autrefois sur une grande partie de ces plateaux.

L'espace où l'on a jusqu'ici rencontré le phosphate est à peu près limité par les vallées de la *Lère*, du *Celé* et de l'*Aveyron*; mais ces

(1) Traité des phosphates de chaux, page 120 et coupes.

(2) Delfortrie. Les gîtes de chaux phosphatée dans le département du Lot: leur faune, le mode et l'époque probable de leur formation. Bordeaux, 1873.

limites ne sauraient être absolues. La seule limite réelle est celle de l'extension des terrains éocènes lacustres, et cette limite, en raison des dénudations considérables qu'ont subies ces terrains, serait assez difficile à préciser, si nous n'avions la ressource des indications provenant de l'altitude. Comme les strates de ces terrains lacustres sont restées sur ces points à peu près horizontales, leur niveau supérieur général est facile à constater. Il suffit en effet de parcourir nos pays, la Carte de l'état-major à la main, pour reconnaître que, aussi bien du côté de Donnazac, de Cordes et de Bournazel, que du côté de Lavaurette, de Puy-la-Roque, de Montpezat et de Cieurac, le niveau supérieur moyen est très-voisin de la cote 300 mètres.

Quelques sommets parfois et quelques îlots sur les plateaux de Caylus atteignent une cote un peu plus élevée, qu'il est difficile à nous d'évaluer exactement, mais nous croyons être bien près de la vérité en formulant le principe suivant que nous n'appliquons naturellement qu'à la région qui nous occupe.

Tous les sommets, collines ou plateaux, quelle que soit leur composition pétrologique, dont l'altitude dépasse 550 mètres environ, n'ont pas été recouverts par les eaux tertiaires, et ne renferment par conséquent ni terrain tertiaire, ni argile à pisolithes de fer, ni ossements, ni coquilles lacustres, ni phosphates de chaux, et cela, quand même ils présenteraient les circonstances les plus favorables à la conservation de ces éléments.

C'est là certes une assertion dont la vérification est bien facile, et les occasions de la contrôler ne manquent pas dans les environs de Saint-Antonin, de Saint-Projet, de Saillac, de Varayre, Limogne, etc. (1).

Si maintenant nous remarquons que les dépôts de chaux phosphatée appartiennent à la base même des formations tertiaires des plateaux, il sera facile d'en déduire que le niveau auquel on peut les rencontrer est toujours inférieur de toute l'épaisseur de la formation à celui du sommet ou du plateau supérieur de cette formation.

Il résulterait de ce fait, que l'altitude maximum à laquelle on pourrait encore trouver les phosphates serait voisine de 300 mètres. Toutes nos observations dans les nombreux gisements du Tarn-et-Garonne

(1) Cette assertion, nous insistons sur ce point, ne s'applique qu'à la région que nous étudions. Les terrains tertiaires en effet se retrouvent à des niveaux de plus en plus élevés, à mesure que de la vallée de la Garonne on remonte vers le plateau central. C'est ainsi que dans l'Aveyron des sommets dépassant l'altitude de 400 mètres sont encore recouverts de minces lambeaux tertiaires.

Cette disposition sans doute, est due à la plus grande amplitude vers le nord du mouvement d'oscillation qui a surélevé tout le bassin aquitain vers la fin de la période tertiaire. L'inclinaison générale des couches vers le sud-ouest vient à l'appui de cette hypothèse.

ont justifié cette présomption, et les indices les plus positifs nous portent à croire qu'il en est de même dans ceux du Lot.

Les dépôts de phosphate ne se trouvent qu'à la surface des calcaires jurassiques, et dans les poches et crevasses de ces calcaires. Comme ils appartiennent, ainsi que nous venons de le dire, aux premiers dépôts des eaux tertiaires, ils ont été naturellement recouverts par toutes les autres couches de ce terrain. C'est donc seulement dans les espaces dénudés, dans les sinuosités que laissent entre eux les îlots tertiaires, et non dans ces îlots eux-mêmes, qu'il convient de diriger les recherches.

Ces diverses propositions que nous venons d'émettre se justifient par la détermination de l'époque à laquelle a eu lieu le remplissage des poches et cavités, et par la démonstration des relations intimes de ces dépôts avec les terrains tertiaires du Quercy.

Malgré les avis contradictoires qui ont été émis à ce sujet, nous pensons que l'âge des amas de phosphorites peut être assez rigoureusement déterminé. Chaque jour nous apporte de nouveaux documents sur cette question, et chaque nouvelle découverte vient justifier notre classification. Contrairement à ce qu'ont pensé quelques-uns de nos devanciers, les restes de vertébrés et de mollusques se trouvent souvent en quantité prodigieuse dans les poches à phosphates, et en relation intime avec ce minéral. Certains gîtes déjà ont été cités, celui de Crégols par M. Filhol, celui de Bédrier par M. Delfortrie, qui ne sont que des amoncellements de débris de cheiroptères; d'autres, comme ceux de Raynal, de Servanac et de Mouillac, ont offert des quantités considérables d'ossements de grands mammifères, parmi lesquels dominent l'*Anthracotherium*, le *Rhinoceros* sous plusieurs formes spécifiques, le *Palæotherium*, etc., etc. Un gisement des plus remarquables, sous ce rapport, a été récemment découvert près du hameau de Lamandine, dans le canton de Caylus. Là, les restes de *Palæotherium* (*P. medium*) sont tellement amoncelés, que dans des morceaux de marnes phosphatées d'un décimètre cube on a pu extraire quatre et cinq mâchoires et de nombreux ossements enchevêtrés. Les restes de carnassiers y sont également abondants (*Hyænodon*, *Cynodictis*, etc.), ainsi que les coquilles terrestres et d'eau douce et les débris de tortues.

Dans d'autres gisements, ce sont les *Cainotherium* qui dominent, l'*Amphotherium* et beaucoup d'autres espèces. La liste est déjà singulièrement longue des animaux vertébrés de cette riche faune des phosphates, et il est évident qu'elle s'augmentera considérablement encore. Tout ce que nous en savons jusqu'ici nous paraît justifier exactement le fait que nous avons énoncé, que cette faune appartient aux premiers temps de notre période tertiaire d'eau douce. Nous sommes persuadés que quand les paléontologistes auront scrupuleusement éliminé cer-

taïns ossements comme nous en avons vus, recueillis non en place, à la surface des exploitations, ou en général dans des conditions telles qu'il y ait à craindre une association accidentelle; quand ils auront procédé à des déterminations rigoureuses basées seulement sur des documents suffisants, ils arriveront à reconnaître l'exactitude de notre classification.

Il ne nous appartient pas de traiter ici de la question des vertébrés recueillis dans les phosphates. Des paléontologistes compétents ont entrepris ce difficile travail, et nous attendrons avec confiance leurs conclusions; mais, avant d'en finir avec les documents paléontologiques, nous devons dire quelques mots d'une importante découverte que nous avons faite.

Il s'agit d'un riche gisement de coquilles terrestres et d'eau douce dans une poche à phosphates.

Cet élément précieux de comparaison avait manqué jusqu'ici, et nous avons vu même que quelques spécialistes niaient l'existence de toute coquille dans ces dépôts. Le fait maintenant n'est plus niable; les marnes phosphatées à *Palætherium* des crevasses de Lamandine renferment en même temps une quantité considérable de coquilles (1).

Parmi ces fossiles, où dominent beaucoup les *Planorbis* et les *Linnæa*, ce qui accuse nettement l'origine lacustre de ces marnes phosphatées, nous avons pu déjà distinguer onze espèces. Sur ce nombre, il en est beaucoup dont la détermination n'a pu encore être précisée. M. Noulet, le savant spécialiste, qui veut bien accepter d'examiner cette faune intéressante, se chargera, nous l'espérons, de nous la faire connaître; mais il est cependant quelques espèces bien caractérisées que nous avons pu déterminer avec toute la certitude désirable. Tel est le *Cyclostoma formosum*, dont les échantillons assez nombreux sont parfaitement identiques à ceux du Mas Saintes-Puelles; tels sont la *Linnæa ore-longo*, le *Planorbis cornu*, etc.

Les déductions à tirer de la présence de ces nouveaux fossiles sont, on le voit, en concordance parfaite avec les données provenant de l'étude des vertébrés. Les unes et les autres nous amènent à reconnaître le synchronisme de nos phosphates avec les dépôts tertiaires inférieurs de l'Aude, du Tarn, etc.

Pour nous, le remplissage des poches des plateaux jurassiques a eu lieu par les premières eaux qui, à un certain moment de la période éocène, sont venues, violemment sans doute, recouvrir les plateaux jurassiques exondés jusqu'alors.

(1) Ce fait n'est plus isolé maintenant. M. Delfortrie, en effet, vient de nous faire connaître que des *Cyclostoma* et un *Planorbis* avaient été trouvés à Beduer

Il s'est produit probablement à ce moment, dans le Quercy, comme sur tant d'autres points où il a été constaté, une espèce de diluvium tertiaire. C'est l'époque des poudingues et des dépôts de transport de l'Aude et de l'Ariège; c'est l'époque du terrain sidérolithique.

Ces eaux ont englouti peut-être les immenses troupeaux de Pachydermes qui peuplaient les plateaux, ou en ont au moins recueilli les débris. Elles ont balayé les amas de guano et les ont accumulés dans les crevasses et cavités, en même temps que des cailloux quartzeux, des argiles à pisolithes de fer et des coquilles terrestres et d'eau douce. Grâce ensuite à l'action du temps, et au pouvoir dissolvant de l'eau quelque peu chargée d'acide carbonique, le phosphate de chaux a pu être en partie isolé, et s'est précipité sous les formes concrétionnées et même stalactitiques que nous lui voyons, au milieu des argiles ferrugineuses, des marnes phosphatées et des amas d'ossements.

Qu'il y ait eu plus tard en quelques endroits, des portions, peut-être superficielles, des dépôts, remaniées et dérangées, le fait ne paraît pas douteux.

On voit, en effet, sur certains points, de vrais cailloux de phosphorite évidemment usés et roulés; mais ce phénomène, dû peut-être aux eaux tertiaires postérieures elles-mêmes, ou aux agents qui ont plus tard dénudé si profondément les terrains des plateaux, ce phénomène, disons-nous, nous paraît tout-à-fait indépendant de la formation même des amas de chaux phosphatée et du remplissage des cavernes.

Si maintenant nous cherchons, pour corroborer nos preuves paléontologiques, à déterminer l'âge relatif de nos phosphates de chaux au moyen des indications de la stratigraphie, nous arriverons aux mêmes conclusions. Nos terrains tertiaires des plateaux du Quercy sont encore peu connus. Seul, M. Bleicher a donné de précieux renseignements sur la composition des collines de Puy-la-Roque; mais ce gisement est encore un peu en dehors de la haute région qui nous occupe.

Par leur position géographique, les lambeaux tertiaires de Caylus, Saint-Antonin, etc., etc., sont exactement intermédiaires entre des gisements bien connus, ceux de Cordes au sud-est et ceux de Cieurac à l'ouest. Ils forment, entre ces deux localités, une chaîne presque continue d'ilots, qui relie évidemment ces deux gisements reconnus contemporains par tous les géologues. Tout porte donc à croire qu'ils sont du même âge et qu'ils appartiennent à la même formation.

En ce qui concerne les calcaires supérieurs, cette présomption est déjà justifiée par la découverte que nous avons faite à Servanac, à Vezy, etc., de l'*Helix Raulini*, espèce commune aux calcaires de Cordes et à ceux de Cieurac, et par les fossiles suivants que M. Bleicher

signale à Puy-la-Roque et qui tous se retrouvent également en même temps à Cordes et à Cieurac.

Helix Raulini, *H. cadurcensis*, *Cyclostoma cadurcense*, *Linnæa orlongo*, *Linnæa cadurcensis*, *Planorbis cornu*. Nous avons également recueilli la plupart de ces fossiles au gisement indiqué par M. Bleicher.

Quant aux marnes panachées et aux argiles rouges de la base de nos ilots, leur caractère minéralogique, au moins autant que leur position stratigraphique au-dessous des calcaires lacustres, suffirait à les faire placer sur le niveau des marnes rouges de Vindrac et de Cordes, si nous n'avions encore la présence du *Cyclostoma formosum* qui, on le sait, se trouve dans ces mêmes marnes à Lamandine et à Vindrac.

Ainsi, toutes les indications stratigraphiques et paléontologiques nous portent à considérer nos calcaires supérieurs des plateaux du Quercy comme synchroniques des calcaires de Cordes et de Cieurac, et appartenant par conséquent au 2^e horizon éocène de M. Noulet, et les argiles rouges, les marnes à ossements et les phosphates comme contemporains des marnes de la vallée du Cérou et des calcaires à *Palæotherium* et à *Cyclostoma formosum* des environs de Castelnaudary, c'est-à-dire comme représentant les 4^e et 5^e horizons. Ajoutons que de l'autre côté du massif jurassique, c'est-à-dire dans le Lot, la Dordogne et la Gironde, ces mêmes horizons sont représentés par la mollasse du Fronsadais, celle de la Grave, le calcaire des Ondes, le gypse de Sainte-Sabine et les argiles ferrifères de la Lémance.

Ces points étant fixés, nous éprouvons quelques difficultés à préciser la place que ces divers dépôts doivent occuper dans la classification générale des terrains tertiaires en France. Quelques géologues, et en particulier M. Gosselet, (1) placent les mollasses du Fronsadais et les calcaires blancs du Périgord et de Cieurac dans le miocène inférieur. M. Tournouër (2), dans un excellent mémoire sur les terrains d'eau douce de l'Aquitaine, place également dans le miocène les calcaires de Cahors, de Cieurac et de Cordes, contrairement à l'avis des géologues de l'Aquitaine. De semblables désaccords existent en ce qui concerne les mollasses de Moissac, de Tournon, de Villebramar (3), qui ont plusieurs espèces communes avec la faune des phosphates. Que doivent prouver ces désaccords, sinon qu'il est très-difficile d'établir une ligne de séparation entre les terrains éocènes et les couches miocènes, au milieu de cet ensemble de dépôts si uniformes et si continus. Peut-être faudrait-il, comme l'ont fait les géologues allemands, réunir dans l'é-

tage *oligocène* les couches de l'éocène supérieur et celles du miocène inférieur qui ont tant de rapports paléontologiques. Nous espérons qu'une étude approfondie des gisements du Quercy aidera grandement à la solution de cette question.

En raison de tout ce que nous avons dit plus haut sur la manière d'être des gisements de chaux phosphatée, nous sommes portés à accepter comme la plus vraisemblable leur origine animale. Leur formation par des eaux thermales phosphatées venues de l'intérieur, hypothèse que MM. Daubrèe et Leymerie ont appuyée de l'autorité de leur nom, nous paraît beaucoup plus difficile à concilier avec les données de l'observation. M. Malinowski a déjà fait ressortir quelles difficultés cette explication rencontrait dans la forme même des poches et crevasses qui renferment le minéral. Ces cavités, en effet, sont toutes fermées, et n'ont en aucune façon l'apparence de fissures filoniennes. Elles existent dans les plateaux du Quercy, comme dans tous les calcaires durs exposés pendant l'immensité des périodes géologiques à l'action érosive et destructive des agents atmosphériques.

Remarquons-le en outre, ces cavités et ces crevasses sont toutes à peu près superficielles. Quelques-unes pourraient-elles traverser tout le massif oolithique, qu'elles rencontreraient la puissante série des argiles du système liasique, lesquelles se prêtent peu à la formation des fissures et au passage des eaux.

La forme des cavités et l'aspect corrodé de leurs parois peuvent-ils être des arguments en faveur de l'origine par les eaux thermales acidulées, ainsi que l'ont avancé quelques géologues? Nous ne le pensons pas : car il nous a paru que les poches, ravins ou boyaux creusés avec le temps par les eaux pluviales dans des calcaires très-compactes et résistants, affectaient toujours ces mêmes formes et ce même aspect.

Une objection, d'ailleurs toute puissante, se présente immédiatement contre l'hypothèse que nous combattons. Pourquoi, si le phosphate est dû à des causes éruptives, à des émanations de l'intérieur, le produit de ces émanations est-il strictement cantonné dans les limites qu'ont atteintes les eaux tertiaires? Pourquoi les causes de Laussier et d'Anglars par exemple, qui ne sont séparés de ceux de Saint-Antonin que par l'étroite coupure de l'Aveyron, qui sont composés des mêmes couches semblablement inclinées, et qui sont comme eux semés de poches et de crevasses, ne contiennent-ils pas des phosphorites, tandis que leurs voisins en sont si riches? Une différence d'une cinquantaine de mètres dans l'altitude suffirait-elle à expliquer cette exclusion, et quelle influence cette différence de niveau pourrait-elle avoir sur une cause productive venant des profondeurs du globe?

Si maintenant on veut supposer que les eaux phosphatées acides

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, t. XX, p. 191; 1863.

(2) *Bull. Soc. géol. de France*, t. XXVI, p. 193; 1868.

(3) M. Raulin place ces mollasses dans l'éocène, contrairement à l'opinion de MM. Leymerie, Tournouër, Noulet, etc.

sont venues de l'intérieur, non par les crevasses mêmes où gisent les minéraux, mais par les joints des failles et fractures qui accidentent la région, nous retrouvons toujours aussi puissantes les objections précédentes. Pourquoi alors les phosphates de chaux se seraient-ils déposés précisément sur les plateaux les moins enfaillés, et toujours dans le voisinage des terrains tertiaires et des amas d'ossements? Pourquoi n'en trouve-t-on pas dans les massifs gneissiques et serpentiniteux si tourmentés de Laguëpie, dans les régions enfaillées de Marnaves, de Puech-Mignon, de Figeac? Pourquoi les plateaux d'Anglars dont nous parlions plus haut, qui sont précisément coupés de tous côtés par des failles, n'en contiendraient-ils pas comme ceux de Caylus?

Il nous paraît plus rationnel de remarquer que ces causses, comme tous ceux dont l'altitude a dépassé le balancement des eaux éocènes, ne contiennent pas de phosphorites, ni d'argiles à pisolithes, ni ossements, ni coquilles, parce qu'ils n'ont pas reçu de dépôts tertiaires.

On s'effraie à la pensée des quantités énormes d'êtres organisés qu'il a fallu pour produire ces amas de matières phosphatées; mais la formation des guanos de nos jours n'est-elle pas aussi prodigieuse? Et est-il plus difficile d'admettre l'origine organique des dépôts du Quercy, que celle des nodules des Ardennes ou des nombreux autres gisements exploités? Est-il plus difficile enfin d'accepter cette origine, que d'admettre la formation, par des accumulations de simples végétaux herbacés, de ces immenses quantités de charbon que recèlent quelques-unes de nos formations géologiques?

Un des arguments les plus puissants que l'on puisse présenter en faveur de l'origine éruptive ou filonienne des phosphates de chaux est la présence constante autour d'eux de certains minéraux, comme l'iode, le manganèse et particulièrement le fer pisolithique. Sans nier l'importance de cet argument, nous croyons qu'il n'est pas irréfutable. La production du fer pisolithique est un phénomène général à un certain moment de la période éocène. C'est à cette formation particulière qu'on a donné le nom d'étage sidérolithique, et les travaux tout récents de MM. Levallois et Gruner viennent de jeter une vive lumière sur ce faciès remarquable de nos terrains tertiaires. En de nombreux endroits ce terrain sidérolithique renferme avec le fer pisiforme des ossements de *Palæotherium*, d'*Anoplotherium*, etc., et fréquemment aussi d'autres minéraux ou corps adventifs, comme du gypse dans l'Aude, la Dordogne et le Tarn-et-Garonne, de l'allophane, du jaspé et des minerais de manganèse dans la Dordogne et la Charente (1).

(1) Ces gisements de minerais de manganèse dans la Charente et la Dordogne paraissent présenter une bien grande analogie avec nos gîtes de phosphate de chaux.

M. Gruner a, il est vrai, soutenu avec une compétence indiscutable que ces minerais pisiformes avaient dû être amenés à la surface par des sources thermales; mais il faut remarquer, cependant, que ces dépôts sidérolithiques se trouvent tous, exclusivement et dans tous les pays, sur les roches calcaires, et principalement sur celles de l'époque jurassique. Ne semblerait-il pas, d'après cela, que les eaux ont pu se charger directement de ce fer que les calcaires jurassiques renferment presque toujours assez abondamment?

Quelle que soit d'ailleurs l'intimité des relations des minerais pisiformes et des phosphates, leur origine peut très-bien n'être pas commune. Le fer est très-répandu dans la nature; de nos jours encore un grand nombre de sources en produisent, et certains lacs, notamment ceux de la Suède, laissent même déposer des minerais de fer assez abondants pour qu'on les puisse draguer et exploiter. Le fer ne pouvait-il de même préexister dans les eaux tertiaires, ou y être arrivé tout-à-fait indépendamment du phosphate de chaux? La plupart de nos terrains d'eau douce sont très-chargés de fer, et il suffit de citer, pour ne pas sortir du bassin pyrénéen, nos étages rutilants du permien et du trias, les argiles rouges du garumnien lacustre de M. Leymerie, nos marnes tertiaires, et enfin même nos argiles diluviennes supérieures.

La présence du fer pisiforme à la base de nos terrains tertiaires n'est donc, en réalité, qu'un phénomène normal et régulier. La présence des phosphates de chaux, au contraire, est une exception. C'est un accident dans la véritable acception du mot, et il n'a fallu rien moins qu'un concours extraordinaire de circonstances pour le produire.

Nous aurions désiré, s'il n'y avait pour nous nécessité de restreindre cette note déjà bien développée, traiter encore ici quelques questions importantes, et en particulier la question du réseau des failles. Nous aurions à présenter de graves observations relativement à la faille de la Bonnette de M. Magnan, au sujet de laquelle nous sommes en désaccord avec ce géologue. Nous aurions encore à signaler dans le massif de Puy-la-Garde et de Parisot une grande fracture qui n'a pas encore été indiquée, et ces observations, rapprochées de celles que nous avons déjà faites relativement aux failles de Puech-Maurel, de Varen, de Peyralade, de la Vère, etc., nous amèneraient à cette conclusion, que le réseau des failles des bords de l'Aveyron est encore bien incomplet et bien peu connu.

Notre regretté confrère, qui pourtant observait avec soin ces fractures du sol, qui les recherchait même, et en avait fait la base d'un véritable système géologique, en a méconnu plusieurs des plus importantes, ou leur a imposé un itinéraire inexact.

On serait en droit, d'après ces observations, de se demander si les conclusions que notre confrère a si fréquemment tirées de l'étude des failles contre les théories des soulèvements de M. Élie de Beaumont (1), sont appuyées toujours sur des observations suffisamment précises. Nous pourrions, à ce sujet, entrer dans des détails qui présenteraient sans doute de l'intérêt ; mais il nous paraît suffisant pour aujourd'hui d'avoir pu démontrer combien peu est connue la géologie de la petite région dont nous nous sommes occupés, combien doivent être modifiées beaucoup d'idées acceptées jusqu'ici sur ce sujet, et combien enfin peut être utile l'étude que nous avons entreprise, et que le Conseil général du département veut bien favoriser.

En résumé, voici quelles sont les propositions les plus importantes que nous devons formuler comme conclusion de ce travail :

1° La série des couches sédimentaires au sud du plateau central n'est pas continue ni concordante.

2° L'étage permien a dans la vallée du Cérrou la composition que lui ont attribuée MM. Reynès, Fabre, etc., dans l'Aveyron ; le zechstein à faciès marin, que M. Magnan y avait introduit, doit disparaître de la Carte géologique et être remplacé par du lias inférieur.

3° Le lias inférieur, loin de présenter, comme il a été dit, dans le Tarn-et-Garonne le mélange de toutes les faunes liasiques, est, dans ce département comme dans l'Aveyron, presque dépourvu de corps organisés, et composé en grande partie de roches magnésiennes.

4° L'étage séquanien de La Rochelle et de Tonnerre est nettement représenté à la partie supérieure des couches oolithiques dans le département de Tarn-et-Garonne où il n'avait pas encore été signalé.

5° Toutes les couches gypsifères des environs de Varen, les marnes rouges et les calcaires d'eau douce qui les surmontent, doivent être transportés des étages du trias, où ils ont figuré jusqu'ici, dans l'étage tertiaire éocène.

6° Les phosphates de chaux du Quercy sont une dépendance absolue du terrain tertiaire lacustre, et une formation de la base de ce terrain. On ne les trouve que sur les plateaux de calcaires jurassiques qui ont été parcourus par les eaux tertiaires, et dans les espaces dénudés que laissent entre eux les îlots de terrain éocène.

L'altitude la plus élevée à laquelle on puisse espérer encore découvrir ce minéral dans le Quercy est voisine de 320 mètres. Toutes nos observations nous portent à lui reconnaître une origine animale.

(1) Notamment *Bull. Soc. géol. de France*, t. XXIV, p. 724 ; 1867. — *Ibid.*, t. XXV, p. 723 ; 1868.