

SUR LA
DÉCOUVERTE DE RESTES DE LOPHIODON
DANS LES SABLES SILICEUX DES ÉCHELLES (SAVOIE)

Par M. W. KILIAN,

Professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble.

(Avec une planche en phototypie.)

J'ai fait connaître le 24 janvier 1898, à la Société géologique de France, la présence de débris de *Lophiodon* dans les sables bigarrés des Echelles (Savoie), non loin de Saint-Laurent-du-Pont (Isère) : le but de cette note est de donner quelques détails sur les conditions dans lesquelles se sont rencontrés ces restes et de montrer l'intérêt qui s'attache à leur découverte.

M. Allard, ingénieur des arts et manufactures à Voreppe, m'ayant aimablement signalé l'hiver dernier l'existence d'ossements de vertébrés rencontrés par M. Cochet dans les sables réfractaires exploités aux Echelles, je le pressai vivement d'obtenir communication de ces pièces et je fis ressortir à ses yeux toute l'importance qu'il y avait, au point de vue de l'âge des sables bigarrés de la région, à en déterminer exactement la nature.

Peu de temps après, M. Allard me remit les fragments en question dans l'un desquels il avait déjà reconnu un reste de Tapiridé. Je pus

alors m'assurer qu'il s'agissait d'une portion de maxillaire supérieur droit de *Lophiodon* et d'un débris d'os long (probablement radius) provenant vraisemblablement du même animal. C'est alors que je communiquai cette découverte à la Société géologique de France dans sa séance du 24 janvier, après m'être rendu aux Échelles avec MM. Cochet et Allard¹ qui me montrèrent le point exact où avaient été rencontrés les ossements auxquels étaient, du reste, encore attachées des particules de sable caractéristiques.

L'étude détaillée des débris de *Lophiodon*² fut confiée par moi à M. Paquier qui, après un examen minutieux, dont les résultats sont consignés dans un travail spécial, les assimila à *Lophiodon Larteti* Filhol, détermination qui fut du reste confirmée ultérieurement par MM. Déperet et Munier-Chalmas.

Voici quelques indications sur le gisement de ces intéressants débris.

Le village des Échelles (Savoie) est adossé à une colline formée de calcaires blancs urgoniens représentant une portion de la retombee occidentale de l'anticlinal jurassien Mont-du-Chat-Mont-Grelle qui vient ici disparaître en s'atténuant, sous les dépôts mollassiques du synclinal de Voreppe³. Si l'on gravit ce coteau, qui supporte les ruines d'un ancien château, on arrive sur une croupe pierreuse, constituée par les calcaires urgoniens; des galets siliceux provenant du démantèlement des conglomérats miocènes qui recouvraient jadis ces calcaires sont épars sur le sol. C'est sur cette croupe, non loin d'une croix de pierre et à quelques centaines de mètres des ruines, que se trouve la poche dans laquelle ont été rencontrés les restes de *Lophiodon* découverts par M. Cochet.

¹ Nos confrères MM. G. Sayn et P. Lory nous accompagnaient dans cette excursion.

² Je suis heureux de pouvoir remercier ici publiquement M. Cochet qui a bien voulu faire don à la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble de ces pièces intéressantes.

³ L'extrémité sud de ce pli est accidentée de deux cassures locales, dirigées S.-S.-O. qui ont abaissé la Mollasse au niveau de l'Urgonien (La Grotte), mais qui n'ont pas le moindre rapport avec le pli-faille de Voreppe situé plus à l'Est, et dont on a voulu récemment en faire la continuation.

Cette cavité, creusée dans l'Urgonien (v. fig. 1) est de dimensions relativement faibles : le diamètre de son orifice ne dépasse pas une dizaine de mètres. Comme à Voreppe, les parois en sont irrégulières, mais à saillies émoussées et comme usées par l'eau. Les sables quartzeux, grossiers, qui la remplissent encore en partie, contiennent des rognons de silex identiques à ceux que renferment les calcaires sénoniens de la région.

Ces silex sont disposés sans ordre dans la masse des sables qui *ne sont pas stratifiés*. Les grains de quartz translucides, généralement grisâtres, mais dont beaucoup ont une teinte rosée, portent tous les caractères de débris *charriés* ; ils sont reliés entre eux par une argile grise. Certains d'entre eux atteignent presque la grosseur d'une noisette et se montrent alors arrondis et *roulés*.

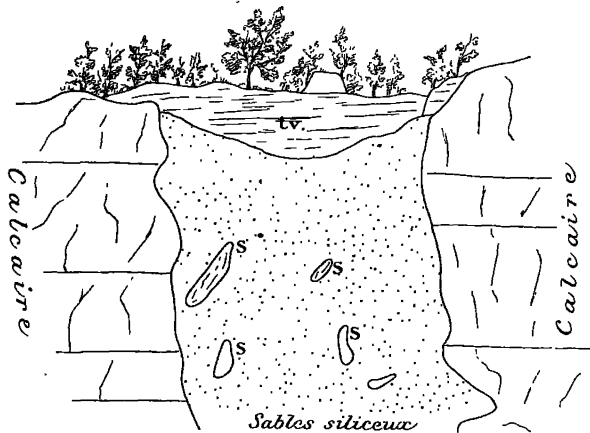


Fig. 1. — Coupe de la poche de sables éocènes des Échelles (Savoie).

Le fond de la poche, n'étant pas complètement déblayé, était, au moment de notre visite, occupé par l'eau qui en empêchait l'exploration.

Une étude de cette formation argilo-sableuse aux teintes vives, plus détaillée que ne peut l'être la présente notice, pourra, je l'espère, un jour être faite, non seulement aux Échelles, mais dans les nom-

breuses localités de la région où se rencontrent les sables bigarrés (Voreppe, La Malossane, Montaud, Proveysieux, Girieux, route de la Charmette, Saint-Christophe entre-Deux-Guiers, Saint-Jean-de-Couz, etc., etc.); une telle monographie nous éclairera définitivement, par une série d'analyses chimiques et micrographiques, sur la nature des éléments qui composent ces dépôts, ainsi que sur les variations qu'ils offrent en ces différents points.

La planche ci-jointe donnera une idée de la façon dont se présentent le plus souvent les sables et argiles bigarrés du massif de la Chartreuse. Ils remplissent, en effet, fréquemment des cavités creusées dans les calcaires urgoniens, comme c'est le cas aux environs de Voreppe et notamment au quartier dit la Malossane (route du Col de la Placette) dont notre photographie représente une poche en exploitation. Les parois parfois recouvertes d'une *patine ferrugineuse*, et la forme de ces poches sont semblables à celles des grottes et cavités que présentent fréquemment — comme tous les calcaires d'origine récifale — les calcaires urgoniens; elles ne possèdent aucun caractère spécial qui permette de leur attribuer une origine différente de celle qu'ont les grottes et « *avens* » des plateaux urgoniens des Monts de Vaucluse par exemple et leur remplissage local par les sables ne semble nullement en rapport de causalité avec leur formation. La Mollasse marine miocène recouvre, ainsi que l'a déjà observé Ch. Lory, les poches des environs de Voreppe.

Les sables et argiles bigarrés ne sont du reste pas limités à ces remplissages; ils reposent parfois sur les bancs du Crétacé supérieur qu'ils *ravinent profondément* (La Charmette, Arpizon, etc.), et forment entre ces derniers et les dépôts oligocènes (Aquitaniens) de véritables couches, du reste *mal stratifiées* (carrière Millioz, près Saint-Jean-de-Couz¹); au lieu dit « en Glaise », près des Déserts (Savoie), ils séparent les calcaires urgoniens des dépôts nummulitiques². Il est à remarquer cependant que leur présence

¹ Voir W. Kilian, Compte-Rendu des Collaborateurs pour 1894, *Bull. Serv. Carte géol. de Fr.*, n° 44-185, p. 129. Cette coupe, donnée à une excursion publique, a été reproduite par M. Hollande (*Bull. Carte géol.*, n° 41, p. 2, 1895). — En 1896, M. Douxami l'a publiée à nouveau dans sa thèse, mais avec des détails intéressants, une figure et de nouvelles interprétations pour la partie supérieure aux sables bigarrés.

² Voir les travaux de MM. Révil, Douxami et Hollande.

coïncide généralement, soit avec l'absence complète, soit avec une notable réduction des assises sénoniennes en grande partie enlevées par l'érosion.

Partout ces dépôts sont essentiellement formés par une association plus ou moins grossière de grains de quartz et d'argile. Une analyse des sables argileux de Proveysieux, faite par Ch. Lory (*in Coll. Université de Grenoble*), accuse : 63 % de sable et 37 % d'argile, contenant 53,8 % de silice, 33,4 % d'alumine, 1,4 % de carbonate de chaux, 11,5 % d'eau et de l'oxyde de fer.

La coloration varie du blanc au rouge sang, avec, parfois, des teintes grises, vertes, jaunes et violacées dues à des sels de fer. Parfois les teintes sont très irrégulièrement disposées et l'ensemble a un aspect panaché; cependant ce sont les tons roses et rouges qui dominent généralement. En certains points les grains quartzeux sont cimentés en grès et même en véritables quartzites, comme l'atteste un échantillon recueilli à Voreppe par Ch. Lory et déposé dans les collections de la Faculté des Sciences de Grenoble¹.

Des silex bruns, blonds et zonés sont disséminés dans la masse des sables, souvent (Saint-Jean-de-Couz) en quantité très considérable; ils se montrent rarement poreux et nectiques (échantillon recueilli par Ch. Lory à Voreppe. *Coll. Université de Grenoble*), et sont souvent brisés; leur aspect ne dénote aucune trace de charriage. Ces silex ont tous les caractères de ceux que renferment, dans la région, les calcaires sénoniens, là où ils ont été épargnés par l'érosion. Un examen attentif permet d'y reconnaître parfois des traces d'organismes et des débris de fossiles crétacés. C'est ainsi que j'ai recueilli à Saint-Jean-de-Couz, dans ces silex, des fossiles sénoniens, tels que *Belemnitella mucronata*, *Hemiaster* cf. *Gauthieri*, Peron et quelques petits Brachiopodes. D'autre part, M. Munier-Chalmas a bien voulu me dire qu'il a, de son côté, rencontré jadis dans les poches des environs de Voreppe, en brisant les rognons de silex, des fragments de *Micraster*, des *Rhynchonelles*, le *Parasmilia (Cyclosmilia) centralis* d'Orb. sp. et le *Porosphacra globularis* Phil., tous

¹ L'examen de cet échantillon, du reste unique, rappelle les quartzites triasiques alpins, malgré son origine plus récente.

fossiles sénouiens. M. Douxami¹ y cite : *Cidaris*, *Echinoconus*, *Ananchytes*.

Il paraît hors de doute, d'après ce qu'on vient de lire, qu'ainsi que le pressentait très justement Charles Lory dans ses dernières publications, les silex de sables réfractaires proviennent du remaniement et de la décalcification des assises albiennes et sénoniennes qui formaient, au-dessus de l'Urgonien, un manteau continu, aujourd'hui démantelé par l'érosion.

C'est également dans la destruction et dans la décalcification des couches du Gault et du Crétacé supérieur qu'il convient de chercher l'origine des *grains* et *petits galets* (La Charmette) *de quartz* et de la glauconie contenus dans les sables bigarrés et même celle de l'argile qui les cimente.

On sait en effet depuis longtemps, et il est facile de le constater dans les belles carrières de Fontaine et de Sassenage, que les lauzes sénoniennes, inférieures aux calcaires à silex, ont un caractère détritique très prononcé et contiennent en grande abondance des *grains* et même de *petits galets de quartz* et de la glauconie; leur teneur en *argile* est en même temps assez grande pour que ces couches puissent être employées à la fabrication de la chaux hydraulique (Sassenage).

Un simple coup d'œil sur les feuilles Vizille et Grenoble de la Carte géologique détaillée, suffit pour se rendre compte de l'énorme quantité de couches crétacées que l'érosion a fait disparaître au-dessus de l'Urgonien² et pour rendre dès lors explicable l'accumulation, au premier abord un peu surprenante, des grains de quartz provenant de leur destruction, accumulation qui n'est, en somme, *pas en disproportion* avec le cube de matériaux décalcifiés dont elle est le résidu.

Cette décalcification suffit à elle seule pour expliquer toutes les particularités des sables et argiles bigarrés.

L'aspect roulé et charrié du quartz³ n'implique en effet en aucune

¹ Douxami, *Études sur les terrains tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse occidentale*. Paris, Masson, 1896.

² Il existe, près de l'église de Voreppe, un petit lambeau de Sénonien à silex qui témoigne de l'ancienne extension des assises crétacées supérieures au-dessus de l'Urgonien de cette région. Ch. Lory a signalé en 1864 un autre témoin de ce genre près de la Malossane.

³ M. Douxami signale dans les dépôts réfractaires de Voreppe, de Saint Jean-de-

façon, pour les sables, une origine lointaine, cette usure pouvant provenir du transport qu'ont subi ces éléments *avant* d'être englobés dans les dépôts crétacés d'où la décalcification les a plus tard dégagés sans leur faire perdre pour cela leurs formes arrondies et sans effacer les traces de leur premier remaniement. *La présence de nombreux silex crétacés non roulés, d'aspect très frais, et souvent branchus suffit pour affirmer que le dépôt est de formation locale et pour écarter l'hypothèse d'un charriage lointain.*

Les colorations vives des dépôts argilo-sableux dont il est question, attestent d'autre part un degré d'oxydation qu'on est habitué à ne rencontrer que dans les produits de décalcification et de ruissellement.

Il me semble donc impossible de voir dans les sables et argiles réfractaires des environs de Grenoble, autre chose que le produit de la *décalcification d'une partie des sédiments crétacés* de la région, exposés pendant une longue émigration aux actions météoriques.

Ajoutons que rien n'autorise jusqu'à présent à considérer ces curieux dépôts comme autre chose que des formations d'origine externe ; la silice n'y affecte, à notre connaissance, en aucun point les formes concrétionnées qui pourraient suggérer l'hypothèse d'un produit hydrothermal et seule la présence, tout exceptionnelle, d'un ciment siliceux unissant *en quartzites* les grains de quartz *nettement détritiques* de Voreppe dénoterait une remise en mouvement des molécules de silice.

Il s'agit ici d'une formation du même ordre que l'*argile à silex* du Nord de la France ; sa composition lithologique très différente par la prédominance de l'élément sableux vient uniquement de ce que la nature de la roche décalcifiée n'était pas la même : dans le Nord c'était uniquement une craie fine et tendre à silex ; ici ce sont des lauzes sableuses grossières, à nombreux grains de quartz et des calcaires à silex ; il n'est pas étonnant que les résidus soient, de part et d'autre, assez différents. L'*argile à silex* du bassin de Paris a été

Couz et du Plateau des Déserts (Savoie), deux catégories de silex : l'une comprendrait des silex *non roulés*, identiques à ceux du Sénonien et en contenant les fossiles ; l'autre des silex plus blancs ou colorés en rouge et *manifestement roulés*. — Ces derniers tireraient, à mon avis, leur usure d'un premier charriage antécétacé.

du reste suivie vers le Sud dans le Maconnais et le Chalonnais ¹ où elle se présente avec des allures stratigraphiques qui rappellent celles de nos sables bigarrés ².

Si l'existence de nombreux affleurements de ces sables en dehors des poches analogues à celles des Échelles et de Voreppe, entre les calcaires mésozoïques et les couches du Nummulitique, de l'Oligocène ou de la Mollasse miocène (entrée du Désert de la Chartreuse, Saint-Jean-de-Couz, En Glaise, etc.), prouve qu'ils formaient un revêtement assez étendu dont les amas contenus dans les cavités et fissures ne sont que des *témoins* respectés par l'érosion, leur origine continentale et la nature *essentiellement locale* de leurs éléments empêchent d'y voir les produits d'un long charriage et d'une véritable sédimentation. Ils ont dû se former presque sur place et il me semble téméraire de songer à établir, ainsi que M. Depéret a tenté de le faire récemment ³, un parallélisme *de détail* avec des régions éloignées, telles que le Var et la Haute-Provence où se présentent des formations analogues.

L'âge des argiles et sables bigarrés a été — en l'absence des fossiles qui auraient pu dater l'époque de leur dépôt — diversement fixé.

Sans reproduire ici en détails tout ce qui a été dit sur ces formations, il est utile de montrer en reproduisant les interprétations les plus récentes auxquelles elles ont donné lieu, combien l'opinion des géologues était peu établie sur leur attribution à tel ou tel étage de l'Éocène.

— C'est dans la classique « Description géologique du Dauphiné ⁴ »

¹ Ch. Depéret, *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 1894, p. 708; Douxami, *loc. cit.*, p. 28.

² M. Glangeaud a récemment signalé sur la bordure occidentale du Plateau central des argiles à silex provenant de la décalcification d'assises jurassiques dont elles contiennent des fossiles. Ces formations seraient également éocènes.

³ Depéret. *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 3^e série, t. XXII.

⁴ Grenoble-Paris (Lory) 1860-1864, §§ 195 à 204; 223, 296. On voit que Lory réunit dans le même groupe les dépôts bigarrés lignites et calcaires lacustres de la Drôme et ceux des Chaines subalpines de l'Isère et de la Savoie; les observations postérieures ont montré qu'une *partie* seulement des assises ainsi groupées correspond d'une façon certaine aux sables réfractaires dont il est question dans le présent travail.

de *Ch. Lory*, qu'il faut chercher la première description un peu complète de ces singuliers dépôts déjà en partie étudiés dans la Drôme par *Sc. Gras*. *Lory* donne une foule de précieux renseignements sur ce « groupe des sables bigarrés et argiles plastiques de formation lacustre » aux environs de Lus-la-Croix-Haute, Dieulefit, Saou, Nyons, Saint-Paul-Trois-Châteaux, dans le Royans (Saint-Nazaire, Oriol, Pont-en-Royans, Hostun, etc.), près du Villard-de Lans, à Voreppe, Montaud, la Charmette, Arpizon, les Échelles, Saint-Christophe, Saint-Jean-de-Couz, etc. Le célèbre géologue rapproche alors ces sables bigarrés des dépôts de minerai de fer sidérolithique qui semblent les remplacer en divers points (Barbières, Hostun, etc.) (sans toutefois se confondre avec eux) et attribue leur origine à des phénomènes hydrothermaux (eaux ferrugineuses et siliceuses). Les grains de quartz et même les *silex* lui paraissent dus à ces émissions ; cependant il admet que certains de ces sables, ceux de Saint-Paul-Trois-Châteaux et de Dieulefit, par exemple, peuvent provenir de débris remaniés et charriés par les eaux courantes. Il considère ce groupe comme d'âge *éocène* (§ 296).

— Sur les feuilles Grenoble et Vizille de la carte géologique détaillée, parues en 1884, les sables et argiles bigarrés des chaînes subalpines du Dauphiné portent la notation *e*³, et *Ch. Lory* fait remarquer, dans les notices explicatives de ces cartes que ces sables et argiles réfractaires paraissent provenir principalement de la dissolution des calcaires sableux à rognons de silex *C*⁸ (du crétacé). « *Aucun Fossile ne permet de préciser leur âge, qui pourrait être plus ancien que ne l'indique le signe e*³ ».

« Au Villard-de-Lans, ils semblent se lier étroitement avec les dernières couches sénoniennes formées de calcaires très sableux, avec rognons de silex ; ils proviennent probablement en grande partie d'un remaniement de ces dépôts crétacés. »

— Cependant, en 1885, dans un de ses derniers ouvrages, l'« aperçu sommaire de la structure géologique des Alpes occidentales » (p. 40), *Ch. Lory* dit encore qu'« il y a des motifs de penser que les nombreux gisements de sables et argiles réfractaires exploités dans l'Isère et la Drôme *se rattachent encore aux derniers dépôts crétacés*, sauf les remaniements que la plupart d'entre eux ont subis, dans le cours des périodes tertiaires, *antérieurement au dépôt de la Mollasse* ».

— *Fontannes* et *M. Fallot* ont de leur côté publié quelques indica-

tions sur les sables bigarrés du Midi et donné diverses appréciations sur leur âge (danien, bartonien, etc.).

— M. Depéret a consacré en 1895¹ un mémoire du plus haut intérêt aux groupes Éocène inférieur et moyen de la vallée du Rhône et s'est occupé à cette occasion des sables et argiles réfractaires du massif de la Chartreuse. Ayant mis en évidence, *pour la première fois*, la remarquable constance, dans tout le Sud-Est de la France et dans la vallée de la Saône, des sables et argiles bigarrés à la base de l'Éocène, notre savant confrère arrive à la conclusion que les lambeaux de ces formations contenus dans des poches creusées dans les calcaires mésozoïques des chaînes subalpines du Dauphiné septentrional et de la Savoie ne sont que des témoins, respectés par l'érosion, d'une couverture *autrefois continue* de dépôts détritiques.

Se basant ensuite sur la présence de *Limnaea obliqua* Math., espèce sparnacienne, découverte par M. Zürcher dans les quartzites lustrés de Sainte-Pétronille (Var)², M. Depéret attribue les sables bigarrés inférieurs à l'étage *thanétien* et, avec plus de réserves, les argiles réfractaires à l'Yprésien (p. 711). Il considère les sables bigarrés du Dauphiné « aux deux points de vue pétrographique et stratigraphique

¹ Ch. Depéret, Note sur les Groupes Éocène inférieur et moyen de la vallée du Rhône, *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 3^e série, t. XXII, p. 683, 1894 (1895).

² Cette localité de Sainte-Pétronille mériterait une nouvelle étude; M. le docteur Guébbard m'a transmis en effet des silex contenant des échantillons bien reconnaissables de *Planorbis pseudoammonius* et dont l'un provient de la chapelle de Sainte-Pétronille (point au N.-E. de la Chapelle marqué comme gisement de fossiles éocènes inférieurs sur la feuille de Castellane), l'autre du Moulinon. Sur la feuille de Castellane de la Carte géologique détaillée, levée par M. Zürcher, ces deux localités sont situées sur la même bande d'Éocène inférieur (e III-V). L'existence certaine de *Planorbis pseudoammonius* en ces points, suffit à démontrer qu'une partie au moins de ces dépôts à silex sont *Lutéliens* (e II)! De plus, il est curieux de voir signaler les couches de Sainte-Pétronille tantôt sous le nom de « *Quartzites lustrés* » (M. Depéret), tantôt comme « *silex* » (M. Zürcher, Notice Feuille Castellane), tantôt par le terme de « *Conglomérats à silex* » (M. Guébbard, *in. litt.*). — On conçoit aussi qu'il serait dès lors nécessaire de fixer exactement le niveau que *Limnaea obliqua* occupe dans cette localité par rapport à *Planorbis pseudoammonius* ou de savoir s'il ne s'agit pas, comme le croit M. Guébbard, d'un conglomérat renfermant des galets de quartzites et de silex d'âges divers. — En tout cas, il importe de ne tirer de ce fait que sous les plus sérieuses réserves des conclusions relatives aux sables et argiles bigarrés du bassin du Rhône

comme le prolongement évident des sables bigarrés de l'Éocène inférieur du Midi » (p. 707).

L'âge de ces sables serait donc également *thanétien*.

— Après M. Depéret, M. Douxami a repris la même question dans sa thèse de doctorat sur les terrains tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse occidentale¹. On trouve dans cet ouvrage de nouveaux détails sur les argiles et sables réfractaires des Déserts, de Saint-Jean-de-Couz, de Gerbaix, Proveysieux, la Charmette, les environs d'Arpizon et Voreppe (la Malossane), etc., mais l'auteur ne se prononce pas sur le sous-étage de l'Éocène inférieur auquel il convient de les rapporter.

Il constate entre autres que dans la vallée de Proveysieux et près de Voreppe, la succession montre à la base des sables quartzeux plus ou moins purs, rougeâtres et, au-dessus, des argiles rouges réfractaires.

— J'ai eu moi-même l'occasion d'étudier ces dépôts à Saint-Jean-de-Couz, en 1894, avec M. Revil, et j'ai exprimé à ce moment² l'opinion que, dans la plupart des cas, ces sables résultent du démantèlement et du lavage des dépôts sénoniens. Je rapportai alors ces formations à l'Éocène, sans préciser davantage.

La découverte de *Lophiodon Larteti* Filh. dans les sables réfractaires des Échelles rend désormais incontestable l'âge éocène de cette formation, déjà stratigraphiquement démontré par M. Depéret; elle permet en outre d'affirmer que *ces sables ne sont pas*, dans le massif de la Chartreuse, *d'un âge plus ancien que le Sparnacien*, et ne peuvent être attribués au Thanétien, ainsi que l'avait proposé notre savant confrère.

Le genre *Lophiodon* n'a en effet jamais été signalé dans l'étage thanétien; ses représentants les plus anciens, et en particulier l'espèce à laquelle M. Paquier rattache le maxillaire des Échelles, apparaissent dans le Sparnacien supérieur (Lignites du Saisonnas)³.

¹ *Loc. cit.*

² W. Kilian, *loc. cit.* et Douxami, *loc. cit.*, p. 22. V. aussi Hollande, *loc. cit.*

³ Filhol, Étude sur les Vertébrés fossiles d'Issel (Aude), *Mém. Soc. Géol. de France*, 3^e série, t. V, p. 179, 1888.

C'est donc à cet étage et non au Thanétien qu'il convient de rattacher les sables réfractaires des Échelles, ainsi que les formations identiques qui remplissent les poches de Voreppe, Montaud, Proveyzieux, Saint-Jean-de-Couz, Girieux et autres localités du massif de la Chartreuse.

Il est juste de remarquer que, vu le caractère *local* de cette formation et l'impossibilité de la paralléliser d'une façon précise avec les dépôts analogues des autres parties du bassin du Rhône, je ne crois pas pouvoir étendre cette conclusion aux sables et argiles bigarrés de la Drôme méridionale et de la Provence, dont la formation peut dater d'un autre moment de la période éocène inférieure ou même s'être prolongée pendant tout l'espace de temps compris entre le Danien et le Lutétien.

Voici, en résumé, la succession des phénomènes auxquels il convient d'attribuer l'origine des sables et argiles éocènes du massif de la Grande-Chartreuse :

1. Émersion de la région subalpine du Dauphiné après l'époque maestrichtienne, probablement au début des temps tertiaires.

2. Décalcification partielle ou totale des sédiments crétacés supérieurs qui constituaient la surface continentale et dont les produits se seraient accumulés en certains points par suite du ruissellement. Ces résidus auraient, notamment à l'époque *sparnacienne*, rempli les cavités, fissures et poches du substratum.

3. L'irrégularité de marche de cette décalcification qui, dans quelques parties de la région (surtout dans les chaînes externes) a fait disparaître complètement toute l'épaisseur des calcaires sénoniens (la Malossanne, les Échelles), tandis que, dans d'autres, ces derniers (Saint-Jean-de-Couz, la Charmette) n'ont été que faiblement entamés et subsistent en partie, soulève un nouveau problème que je tenterai d'élucider dans un travail ultérieur. Je me bornerai ici à faire remarquer que ces différences pourraient s'expliquer en supposant que, dès la phase d'émission poitsénonienne, *des mouvements orogéniques*¹ peu accentués avaient déterminé des irrégularités de la sur-

¹ Ces mouvements auraient dessiné une première et bien vague ébauche des chaînes subalpines.

face continentale et, par suite, des *dépressions* suivant lesquelles l'action érosive des cours d'eau se serait ainsi ajoutée à la décalcification générale due aux influences météoriques. Il faut, du reste, avouer que, comme pour l'argile à silex du Nord et du Centre de la France, les détails de ce *processus* de lévigation et de décalcification d'allure si uniforme, si intense, mais parfois si inégalement réparti, nous échappent encore ¹.

¹ V. les travaux de MM. Van den Broeck, Gowelet, Glangeaud, etc.

