

LA RÉGION DES PHOSPHORITES DU QUERCY

par

A. CAVAILLÉ*

L'exploitation des phosphates s'est produite surtout de 1890 à 1914 de Saint-Antonin à Cajarc, sur le Causse de Limogne, dont l'histoire géologique et morphologique peut expliquer les conditions de gisement du minerai, et aussi la découverte des nombreux, variés et beaux fossiles qu'on a extrait des poches en même temps que la phosphorite.

Le Causse de Limogne est le nom donné par les géographes au plateau calcaire, faisant partie des Causses du Quercy, et compris entre la vallée du Lot au Nord et celle de l'Aveyron au Sud. En fait, le nom de « cause » désigne localement un terroir, un paysage, à sous-sol de calcaire, à sol peu épais, qui s'oppose aux sols argileux des « terreforts » et aux sols légers et profonds des « boulbènes ». Chaque communauté agricole distinguait ainsi son cause, par exemple le cause de Caylus, le cause de Limogne ou le cause de Cajarc... C'est par extension que l'appellation Causse de Limogne désigne tout un petit pays.

La présence des poches à phosphate déborde un peu vers le Nord la vallée du Lot, et vers l'Est le Causse de Limogne proprement dit (Causse de Villeneuve).

I. — STRATIGRAPHIE

Le Causse de Limogne fait partie de la bordure Sud-Ouest du Massif Central, où, après la surrection de la Chaîne hercynienne et son érosion au Carbonifère et au Permien, la mer a déposé successivement :

— Le conglomérat de base, daté du Trias, mais qui peut marquer ici le début de la transgression au Rhétien.

* Adresse de l'auteur : A. CAVAILLÉ, Musée d'Histoire naturelle, 82 Montauban.

— L'Infralias calcaire, avec les dolomies et les marnes de l'Hettangien, puis les calcaires en gros bancs du Sinémurien.

— Le Lias marneux, composé de deux séquences sédimentaires remarquables, avec les marnes du Pleinsbachien et les marnes du Toarcien séparées par le calcaire du Domérien, qui montre, avec ses indices siliceux, sableux ou ferrugineux, une régression marine.

— Les calcaires du Jurassique moyen reposent sur un Aalénien très fossilifère, parfois gypsifère, parfois ferrugineux qui marque la fin du cycle sédimentaire toarcien. Sur ce calcaire très marneux (5 à 10 m de puissance) viennent les calcaires dolomitiques massifs, parfois cristallins et en gros bancs, sans fossiles, du Bajocien, sur 80 m de puissance. Le Bathonien est composé de roches présentant trois faciès : un calcaire en dalles, assez marneux ; un calcaire en gros bancs séparés par des lits marneux devenant parfois épais et ligniteux, contenant une faune saumâtre très disséminée ; enfin, à nouveau des gros bancs sans lits marneux, sans fossiles. Le tout a une épaisseur de 150 à 180 mètres.

— Le Jurassique supérieur est entièrement calcaire. Le Callovien et l'Oxfordien paraissent groupés en un calcaire massif, très compact, sublithographiques, sur 30 à 40 m de puissance. L'Argovien est également massif, mais contient des passées irrégulières d'un calcaire plus tendre, détritique, presque oolithique parfois, avec de petites faunes de mollusques et de puissants massifs coralligènes. Il peut avoir 150 à 200 m de puissance. Le Rauracien est encore récifal, mais plus massif, à cassure esquilleuse, sur 50 m de puissance. Le Séquanien est un calcaire en dalles gaufrées, parfois cristallin, sur 20 m d'épaisseur. Le Kimméridgien, avec *Exogyra virgula* est un calcaire marneux, en bancs séparés par des minces lits de marnes feuilletées ; il termine la série sur le Causse de Limogne ; encore n'y est-il pas souvent présent, mais il forme le Causse de Cahors, avec ses 250 à 300 m de puissance, avant d'être recouvert à son tour par le calcaire en dalles du Portlandien, qui peut être lacustre. Les fossiles caractéristiques n'ont pas été trouvés dans la série et l'attribution des étages, basée sur les faciès, même étendus sur toute la bordure, n'est qu'une nomenclature commode sans correspondance précise avec les autres régions (1).

— Tout le Crétacé manque sur le Causse de Limogne ; ce n'est que vers le Nord-Ouest du Quercy que la transgression du Crétacé supérieur dépose sur le Kimméridgien ou le Purbéckien les calcaires détritiques du Turonien et du Sénonien. Cette grande lacune, pendant laquelle le Quercy était émergé, se poursuit ici pendant le Nummulitique. Les dépôts supérieurs transgressifs sont les calcaires lacustres oligocènes, passant vers le Centre du Bassin Aquitain aux marnes et molasses de l'Agenais. Pendant la période d'émersion, des formations détritiques continentales, discontinues, s'établissaient sur le substrat jurassique ; on les désigne souvent par le nom de « sidérolithique ». Cette tranche de l'histoire géologique du Causse de Limogne est celle qui doit être mieux étudiée pour comprendre la genèse des Phosphorites du Quercy ; faute de relations stratigraphiques, c'est aussi la plus obscure.

(1) Nous avons gardé ici la nomenclature des étages adoptée par la carte géologique au 1/80 000^e, feuilles de Gourdon, Figeac, Cahors, Rodez, Montauban.

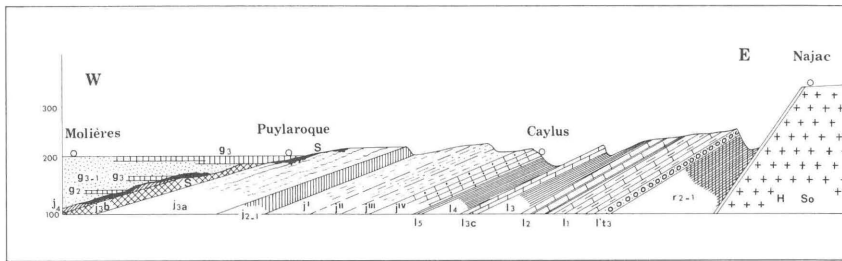


FIG. 1. — Schéma stratigraphique.

H, Terrains antéhercyniens. r 2-1, permien (et houiller). l't3, rhéto-trias. l₁, hettangien. l₂, sinémurien. l₃, marnes du charmouthien. l_{3c}, calcaires domériens. l₄, toarcien. l₅, aalénien. J_{VI}, bajocien. J_{I-11-111-}, bathonien. j₂₋₁, callovo-oxfordien. J_{3a}, argovien. J_{3b}, rauracien. J₄, séquanien. g₃₋₁, molasse de l'Agenais. g₂, Calcaires stampiens. g₃, calcaire aquitainien. S, sidérolithique en place ou remanié.

II. — TECTONIQUE

Toutes les couches triasiques et jurassiques plongent vers l'Ouest-Sud-Ouest, d'une manière générale, en avant de la faille de Villefranche qui limite le Massif Central. Il y a cependant deux types d'accidents tectoniques, comme sur toute cette bordure sud-ouest :

1) UNE SÉRIE DE DÔMES.

Souvent accolés à la faille et comme rabotés par elle. Ce sont, du Nord au Sud : le dôme de Saint-Igest, le dôme de Castanet, le dôme de Marnaves, le dôme de Vaour, et tout à fait au Sud-Ouest, comme isolé du Massif Central proprement dit, mais encore en relation avec la faille qui se poursuit en profondeur, le dôme de la Grésigne.

Ces anticlinaux montrent un noyau houiller ou permien : leur formation est liée aux grandes épaisseurs de sédiments détritiques formés dans une zone basse après la surrection de la chaîne hercynienne et son usure qui a accumulé, du Houiller au Trias, de fortes épaisseurs de sédiments terrigènes, parfois continentaux, dans de vastes deltas.

Plus en avant, vers l'Ouest, existent d'autres dômes : le dôme de la Madeleine, crevé par la vallée du Lot, le dôme de Puylagarde, le dôme de Saillac, et d'autres marqués par les pendages des couches calcaires, mais moins visibles, parce qu'ils n'ont pas eu beaucoup d'importance dans la création de la topographie. Ces dômes sont séparés par des synclinaux ou même par des cuvettes parfois très nettes, comme celle de Carème (Ouest de Cazals) où s'est conservé le seul affleurement kimméridgien du Causse de Limogne.

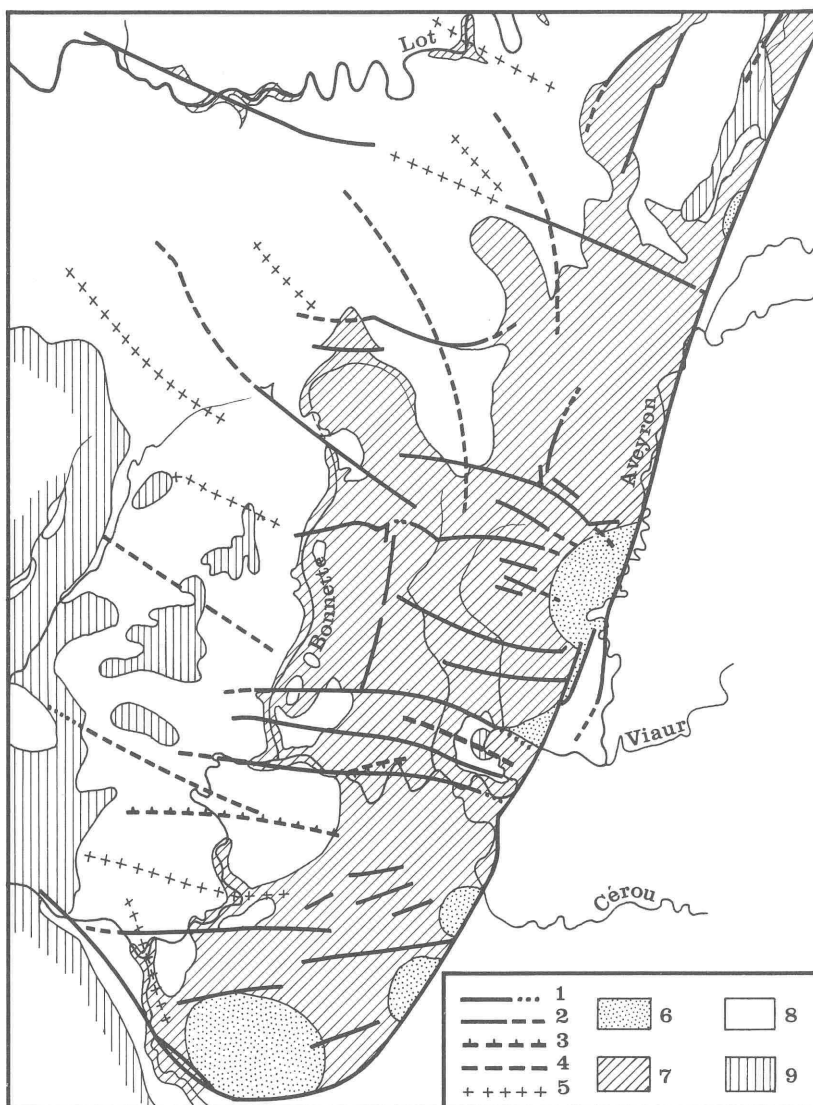


FIG. 2. — Schéma tectonique.

1, faille et faille cachée. 2, faille et faille probable. 3, flexure. 4, synclinal. 5, anticlinal. 6, terrains antétriasiques. 7, trias et lias. 8, jurassique. 9, tertiaire.

2) UNE SÉRIE DE FAILLES.

Les couches liasiques et jurassiques du Causse de Limogne sont affectées, entre le Lot et l'Aveyron d'une dizaine de failles grossièrement Est-Ouest, avec tendance à se recourber vers le Nord-Ouest vers la bordure interne du Causse.

Ces failles sont le plus souvent des accidents de petite amplitude, mais parfois d'un rejet assez fort contre le miroir où les strates sont souvent très relevées et pincées, sans qu'on puisse observer un sens général : le long de la même cassure, c'est tantôt la lèvre sud, tantôt la lèvre nord qui est relevée.

Nous avons donc ici une tectonique de serrage plus qu'un basculement de blocs.

Quand on veut préciser l'âge de cette tectonique, on se trouve en présence de beaucoup d'incertitudes. Il s'agit d'une tectonique d'âge tertiaire, puisque ces accidents affectent, en Périgord, les dernières couches du Crétacé, comme en donne l'exemple l'accident de Saint-Cyprien. Mais, comme il n'y a aucun sédiment nummulitique daté sur la bordure sud-ouest du Massif Central, on est conduit à admettre que la tectonique est d'âge pyrénéen : il est probable donc que pendant la phase principale, au Lutétien, du soulèvement des Pyrénées, le Massif Central et ses bordures ont subi des poussées tangentielles qui ont provoqué à la fois des décrochements horizontaux, et cela a fait rejouer le vieil accident hercynien qu'est la faille de Villefranche ; des serrages qui ont provoqué la formation des brachyanticlinaux le long de la faille et des plis serrés et petits, avec failles et cassures nombreuses sur la masse des terrains secondaires de couverture.

Cette datation peut être précisée vers sa limite finale. En effet, nous connaissons, à Asprières et à Varen, de petits affleurements calcaires du début de l'Oligocène, qu'on datait du Sannoisien. Ce sont des calcaires lacustres blancs ou rosés, très terrigènes, reposant sur d'épaisses argiles à graviers et qui sont dans les deux cas, légèrement plissés. Nous avons donc, à proximité de la faille de Villefranche, des zones synclinales, intercalées entre les dômes dont nous avons parlé, où se sont déposées des argiles à graviers, puis des calcaires. Si ces cuvettes se sont formées au Lutétien, elles se sont comblées, à la fin de l'Eocène, de dépôts d'argiles et de graviers, puis sur ce territoire se sont installés des lacs sannoisiens. Les calcaires lacustres plissés indiquent que les mouvements tectoniques se sont poursuivis après le Sannoisien.

Les calcaires plus récents, que l'on connaît plus à l'Ouest, dans le Bassin Aquitain, sont également affectés de rares accidents de petite ampleur, mais parfois assez brusques. On peut donc dire que la tectonique qui a affecté le Quercy a connu une phase paroxystique au Lutétien moyen, mais que les mouvements se sont poursuivis en s'atténuant de plus en plus, au moins jusqu'à la fin de l'Oligocène (CAVAILLÉ, 1953).

III. — LES FORMATIONS SUPERFICIELLES ET LES SURFACES D'ÉROSION

La construction du relief s'est faite en même temps que les couches se plissaient, pendant la phase d'émersion qui, en Quercy, dure depuis la fin du Jurassique. Dans le détail des plissements, on constate fréquemment cette concordance ; les efforts tectoniques se sont exercés avec une surface topographique de plateau.

C'est que, au Lutétien, la surface topographique était déjà organisée en fonction d'un soulèvement épérogénique qui durait depuis au moins le début du Crétacé.

Sur cette surface en érosion s'étaient déposées les formations sidérolithiques. Ce sont des dépôts mal connus, peu étudiés, qu'on a trop souvent confondus, même dans les quelques études classiques (SCHOELLER, 1941), avec d'autres dépôts plus récents, ou avec leurs remaniements ; en tout cas, ils n'existent guère sur le Causse de Limogne, sauf dans quelques fonds de poche, ou dans les bassins plus amples du Massif de Berganty, immédiatement au Nord-Ouest de notre région.

La longue période depuis la fin du Jurassique peut donc se décomposer en plusieurs phases :

1) Au Crétacé, le Quercy était déjà émergé. Aucune formation superficielle attribuable à cette période n'a été déterminée. En Périgord, le Crétacé supérieur est transgressif sur une surface d'érosion qui tranche très peu obliquement les couches du Jurassique supérieur. Au contact, on n'observe pas de façon certaine de formation superficielle intercalée, ni de zone rubéfiée ou altérée. Peut-être cependant, au Nord de Gourdon, le Crétacé supérieur repose sur une poche remplie de sable très rubéfié et de kaolin : mais ce n'est pas démontré exactement.

Les dépôts du Crétacé supérieur, par contre, sont très détritiques, et les divers étages (Coniacien, Santonien, Campanien) sont très fréquemment sableux ou contiennent des bancs de silex. Un banc de sable pur, parfois rubéfié et ferrugineux, est même interstrafé dans les calcaires du Sarladais : c'est une preuve que le continent était tout proche, avec un relief plat, et qu'il pouvait être recouvert de sables, que l'érosion ultérieure a complètement enlevés.

2) Pendant le Nummulitique, jusqu'au Lutétien, même absence d'indices. La formation dite sidérolithique occupe des fonds de poches, de ravins ou de dépressions formés indifféremment dans les calcaires jurassiques et dans les calcaires crétacés. En Quercy notamment, et sur le Causse de Limogne, on connaît quelques-uns de ces affleurements, qui peuvent donc avoir deux âges :

soit Crétacé, soit Nummulitique, comme l'est le sable du Périgord qui repose sur les calcaires sénoniens.

Mais l'histoire du Sidérolithique reste encore plus obscure que celle des bauxites, et s'il y a beaucoup de faciès dans ces formations superficielles, leur répartition possible par âge n'a pas été tentée, pas plus que leur évolution ou leur remaniement n'ont été déterminés.

Le véritable faciès sidérolithique, c'est-à-dire le conglomérat de pisolithes de fer plus ou moins silicifié, qu'on a extrait comme minerai dans la Garrigue, au Sud du Causse de Limogne, et aux environs de Fumel, semble provenir toujours de poches ouvertes dans le Jurassique : sa formation serait donc à placer au cours du Crétacé, et il se serait étendu sur toute la surface du Quercy, comme le prouvent les innombrables pisolithes conservées après de nombreux remaniements, dans tous les affleurements de « terre du Causse ». En Périgord, il y a aussi des dépôts de limonite, mais en croûte, et ce sont alors des alios formés par évolution pédologique, peut être au quaternaire, à l'intérieur des dépôts de sable ; mais il n'y a pas de pisolithes. Le minerai de fer pisolithique caractériserait donc l'extension de la surface d'érosion crétacée ; les sables, kaolins et argiles versicolores pourraient alors être d'âge nummulitique ; le premier dépôt est le sidérolithique vrai ; le second, les sables du Périgord.

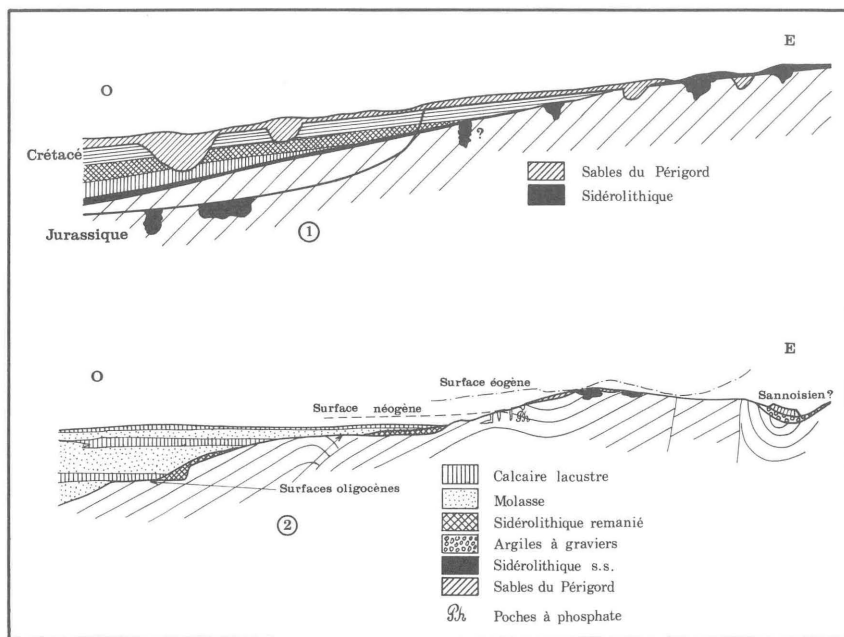


FIG. 3. — Formations continentales en Quercy et en Périgord 1 et schéma morphologique 2 .

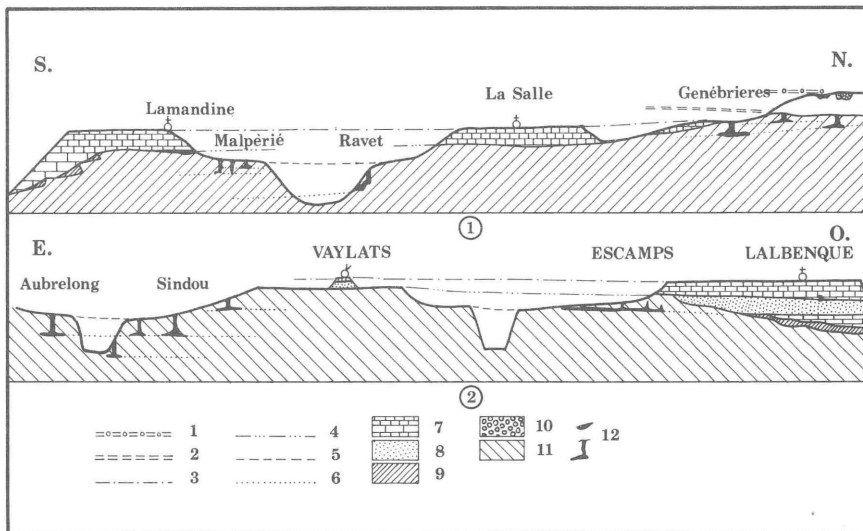


FIG. 4. — Coupe Nord-Sud par la Salle 1 et coupe Est-Ouest par Vaylats 2. Légende : 1, surface éogène. 2, surface néogène. 3, surface mio-pliocène. 4, plateformes littorales des lacs tertiaires. 5, surface villafranchienne. 6, circulations karstiques probables. 7, calcaire lacustre. 8, molasse. 9, sidérolithique remanié. 10, sidérolithique en place. 11, jurassique. 12, poches à phosphorites.

3) Quoiqu'il en soit de cette distinction, la surface éogène, supportant les deux types de dépôts a été déformée et cassée au Lutétien.

Une nouvelle érosion a commencé ; les sommets se sont arrasés et les bas fonds se sont comblés. Au pied des dômes bien dénivelés comme la Grésigne, des conglomérats se sont déposés en cône de débris, eux-mêmes peu à peu recouverts de dépôts successifs molassiques.

A l'Ouest du Causse de Limogne, ce sont des dépôts rouges et rutilants, assez uniformes, contenant de nombreux pisolithes irrégulièrement dispersés dans la masse, intercalés de couches marneuses ou calcaires en bancs, qui se sont formés : ils proviennent essentiellement du lavage de la couverture détritique du Causse (par exemple, sous le calcaire de Cieurac).

A l'Est du Causse, dans le fossé d'Asprières, autour de Villeneuve, à Varen, et plus au Sud-Est en bordure de l'Albigeois ce sont les argiles à graviers, argiles rouges prismatiques à nombreux galets et graviers de quartz.

Toutes ces formations seront recouvertes à leur tour par des dépôts d'âge variable, également continentaux, dont la série débute, en Quercy au Sannoisien, mais rien ne prouve que plus à l'Ouest sous la molasse de l'Agenais du Bassin Aquitain, et sur les argiles à graviers que les sondages y ont reconnues, n'existent pas toute la série postlutétienne, comme cela se produit dans l'Albigeois ou dans le Castrais.

Nous avons donc, depuis le retrait définitif de la mer au Crétacé, le schéma probable suivant pour l'histoire du Causse de Limogne :

— Au Crétacé, émergence avec formation en poches ou en placages du Sidérolithique (*s. str*) ;

— A l'Eocène inférieur, dépôt des sables du Périgord ;

— Au Lutétien, plissements ;

— A l'Eocène supérieur et à l'Oligocène, poursuite des plissements et de l'érosion aérienne ; dépôts des argiles à graviers et du sidérolithique remanié.

Ces phénomènes continentaux de zones basses se poursuivent avec beaucoup plus d'ampleur dans le Bassin Aquitain, où les dépôts s'accumulent, arrachés aux reliefs qui viennent de se soulever, Pyrénées surtout, mais aussi Montagne Noire et Grésigne. Après une période d'érosion rapide, les phénomènes de dépôts sont tels que les sédiments enfouissent sous eux les bordures qui s'usent peu. Il ne s'agit pas d'une transgression, mais d'une accumulation de sédiments fluviaux, ce qui a un double résultat : d'abord une subsidence importante, le fond du bassin fléchissant sous la masse, ce qui donne 2 500 m de molasse au point maximum ; et ensuite un recouvrement progressif, non violent, des reliefs voisins : la molasse grimpe peu à peu sur ce qui reste des massifs surgis au Lutétien, et les recouvre sans les user vraiment.

Cependant, en plusieurs endroits, il y a quelques traces d'usure violente : par exemple, les conglomérats de Grésigne, comme les poudingues de Palasou au Nord des Prépyrénées. En plusieurs endroits aussi, il y a des phénomènes transgressifs : il s'agit de l'avancée progressive des « lacs » où se déposent les calcaires blancs, lacs provenant de l'accumulation des eaux venues du Massif Central et retenues par des atterrissements en forme de cordons de galets, que l'on retrouve à la limite Sud-Ouest des affleurements calcaires.

C'est ainsi que plusieurs niveaux de calcaire se sont déposés sur la surface en cours d'érosion du plateau à l'Ouest du Causse de Limogne. Chaque fois qu'un lac se formait sur cette bordure, une plateforme littorale se dégageait, sur laquelle se déposait le calcaire lacustre. De telles plateformes supportent le calcaire de Vaylats ou celui de Lavaurette et de La Salle, et une autre est très largement développée autour de Lalbenque.

Après les derniers dépôts lacustres de l'Aquitainien, un mouvement positif du sol s'est amorcé, ce qui a arrêté les dépôts, puis provoqué l'érosion ; en particulier, à la fin du Pliocène, une surface tranche à la fois le Jurassique et les calcaires lacustres, et elle peut se confondre facilement avec des aplanissements plus anciens.

La morphologie du Causse de Limogne est donc caractérisée par les éléments suivants :

— une surface éogène, polygénique, et prélutétienne ;

— une surface néogène supportant les argiles à graviers ;

— des surfaces localement bien marquées, « oligocènes » ;

— des surfaces mio-pliocènes difficiles à déterminer précisément ;

— un aplanissement villafranchien.

IV. — LES PHOSPHORITES

Comment, dans cet ensemble, se placent les poches à phosphate ?

Elles se rencontrent sur une bande assez étroite, allant du Sud, aux environs de Saint-Antonin, au Nord, jusqu'au Lot et au delà, puisque deux grandes poches sont situées sur le Causse de Saint-Chels entre le Célé et le Lot.

Géologiquement, elles sont bien entendues sur les calcaires jurassiques, notamment sur le Jurassique supérieur au Sud, sur le Bathonien au Nord.

Leur position morphologique est plus difficile à définir, mais elles ne paraissent pas être en relation obligatoire avec la surface éogène. Le bassin de Berganty, avec du Sidérolithique et du sable du Périgord en place, ni la dorsale du Causse, par Limogne et Bach, n'en présentent aucune. Par contre, elles occupent une place culminante à Prajous et à Saint-Jean de Laurs.

D'autre part, l'érosion miopliocène et surtout quaternaire, en démantelant la surface néogène, les a décapitées et dénivelées. A Pech-Daural (Bach) et dans d'autres cas, cette érosion, en rabotant la surface du Causse, a transformé une galerie sur une partie de sa longueur en une gorge à versants surplombants. A Mémerlin, une énorme galerie horizontale est coupée en biais, sur 7 ou 800 m, par l'érosion du Quaternaire inférieur.

Nous savons par les fossiles que leur remplissage date de l'Éocène supérieur à la fin de l'Oligocène moyen. Nous savons aussi, depuis les fouilles récentes, que les poches sont en quelque sorte spécialisées ; par exemple, les unes se sont remplies au Ludien, d'autres au Stampien, avant ou après la « grande coupure » oligocène. Il n'y a aucune probabilité pour que ces galeries, grottes ou gouffres karstiques aient été longtemps vides : on peut donc penser que le creusement karstique des poches, leur remplissage et leur

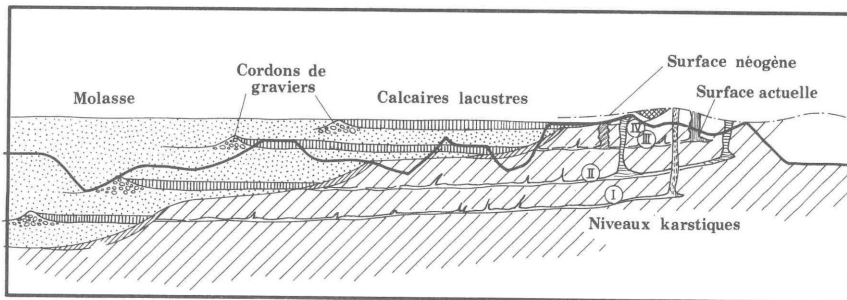


FIG. 5. — Schéma du karst tertiaire.

I à IV, Divers systèmes karstiques du plus ancien (éocène supérieur) au plus récent (aquitainien ?).

fossilisation (2) ont pour chacune d'elles duré peu de temps, relativement. On peut conclure que de l'Eocène supérieur à la fin du Stampien, un régime d'activité karstique permanent ou fréquemment renouvelé s'est installé dans certaines zones du Causse de Limogne.

La première question à se poser est l'explication de cette localisation sur la bordure Sud-Ouest du Massif Central. Il n'y a en effet des poches que sur le Causse de Limogne. C'est que seul ce plateau calcaire était en contact direct avec l'avant pays où se déposait la molasse et où s'élaborait le calcaire lacustre. Seul, le Causse de Limogne pouvait établir avec le bas-pays une circulation karstique assez directe, et non le Causse de Gramat par exemple qui en est séparé par l'épais calcaire kimméridgien non karstique.

C'est donc après la phase principale du plissement lutétien, à l'Eocène supérieur que se produit la karstification, à partir du plateau calcaire jusqu'à une zone basse située au Sud-Ouest, actuellement sous la molasse de l'Agenais. A la fin de la période des phosphorites, c'est-à-dire au Stampien supérieur, le plateau était au niveau de la molasse en train de se déposer, soit que l'érosion karstique l'ait abaissé, soit que le mouvement de subsidence l'ait affecté, au moins sur sa bordure Ouest, soit que le dépôt molassique et calcaire l'ait presque submergé. Les dernières phases lacustres, au Stampien supérieur et à l'Aquitainien l'ont même recouvert, après l'avoir entamé sur ses bordures par des plateformes littorales, et l'ont finalement fossilisé. Des poches, comme celle de Ravet, au Sud de la Salle, étaient enfouies sous le dépôt de calcaire aquitainien avant d'être remises à jour par l'érosion miocène et quaternaire.

Nous avons donc une longue période de karstification, homogène, toujours semblable à elle-même ; seules évoluent les espèces animales, mais toujours semble-t-il adaptées au même milieu physique, de relief et de climat analogue. La même observation peut être faite vers l'Aquitaine ; les calcaires lacustres éocènes, sannoisiens, stampiens, aquitainiens et, plus loin, ceux du Miocène, se ressemblent jusque dans les détails de la sédimentation ; la molasse de Castelnaudary bartonienne, celle de Lautrec sannoisienne, celle de l'Agenais stampienne, celle de l'Armagnac burdigalienne et helvétienne, se ressemblent aussi, malgré leurs faunes aux espèces changeantes. Une longue stabilité générale, tectonique avec de faibles rejeux d'accidents anciens, topographiques avec des zones basses où les courants pyrénéens se décantaient, et aussi, sans doute, climatique, caractérise les 10 à 15 millions d'années de périodes du Tertiaire, quoique les variations de détail soient nombreuses, serrées et parfois amples, dans le temps et dans l'espace.

Nous pouvons nous représenter le Causse des phosphorites comme un plateau, très disséqué par la karstification, à surface lapiazée crevée de gouffres en rapide évolution interne, couverte d'un sol assez épais fait à la fois d'argile de décalcification et des formations antérieures, sidérolithiques et sables de Périgord et de leurs remaniements perpétuels. Dans ce sol acide,

(2) Une cavité karstique fossile est une galerie totalement remplie de matériaux divers et qui ne joue plus aucun rôle hydrologique.

sous le climat souvent humide et chaud, les phosphates essentiellement venus de la roche encaissante se transforment en formes solubles, migratrices. Entraînés dans les cavités par les eaux, ils s'y concrétionnent à nouveau au contact des parois calcaires, tandis que les argiles et les sables, encore lavés achèvent le comblement, avec les animaux qui entrent vivants dans les grottes, où dont les cadavres y sont entraînés par les eaux courantes et les prédateurs (B. Gèze, 1938).

Pourrait-on discerner des détails dans cette évolution du plateau à phosphorites ? Y a-t-il une progression de la karstification de l'Ouest vers l'Est ? Y a-t-il des déplacements d'une zone à l'autre au cours des périodes géologiques ? Seule une étude statistique de la faune des poches pourrait permettre de répondre à ces questions. Y a-t-il eu concentration privilégiée dans le Causse pour la vie animale ? Dans l'état actuel des trouvailles paléontologiques, il semble que la région de Bach à Caylus par Mouillac soit la plus riche en ossements ; c'est la région la plus proche des marécages et des lacs du bas-pays. C'est aussi la zone la plus basse, celle peut-être, où la végétation était la plus dense. Les poches plus hautes, comme Saint-Jean de Laurs ou Prajous paraissent bien plus pauvres en ossements fossiles.

Il serait intéressant de vérifier plusieurs hypothèses de la karstification tertiaire. On sait maintenant que le karst se construit en fonction d'un niveau de base karstique que les gouffres rejoignent par des cheminées verticales. Or le niveau de base karstique s'est élevé au fur et à mesure du comblement molassique et lacustre du Bassin Aquitain ; en tout cas, on observe ce mouvement positif de la molasse et des calcaires par rapport au plateau jurassique.

Sur la bordure du plateau, les gouffres qui ont le fond le plus bas en altitude absolue doivent donc être les plus anciens et contenir une faune bartonienne ; les gouffres dont le fond est le moins profond doivent être plus récents et donc contenir une faune du Stampien supérieur.

Ou encore, en supposant que le plateau n'évolue pas, les gouffres les plus profonds sont anciens, les gouffres les plus courts doivent être stampiens. Il s'agirait donc, pour les paléontologues, de vérifier deux hypothèses : l'une, que les gouffres soient ouverts et bouchés par le remplissage durant un laps de temps court, en admettant qu'ils n'aient pas rejoué, du point de vue de la circulation karstique, à diverses reprises ; l'autre, que les gouffres les plus bas en altitude absolue contiennent la faune la plus ancienne, et ceux qui ont le plancher le plus haut, la faune la plus récente, en admettant aussi que la poursuite des mouvements tectoniques n'ait pas bouleversé ces altitudes. Une statistique des trouvailles dans les déblais des anciennes exploitations pourrait dans ce but déjà être tentée dans l'état actuel des recherches, corrélativement avec la mesure altimétrique du fond des poches.

Pendant ce temps, plus à l'Est, c'était la région liasique où se déposait, dans des synclinaux se mettant en place peu à peu, l'argile à graviers, et encore plus à l'Est, à peine plus élevé, c'était le Plateau Central où de puissantes assises d'argiles à graviers se formaient à chaque inondation successive.

Sédimentation torrentielle sur le Plateau Central, karstification du Causse de Limogne, calcification des lacs au pied des plateaux calcaires, molasse

dans le centre du Bassin Aquitain en subsidence sont donc des phénomènes concomittants et qui ont duré, semblables à eux-mêmes, pendant presque tout le Tertiaire.

Ils ont pris fin avec le Pliocène en Aquitaine, quoique rien ne se passe, sans doute, sur les plateaux du Quercy au miopliocène. Il faut attendre la fin du Pliocène pour que, avec un soulèvement lent et général du Bassin et de ses abords, puisse reprendre l'érosion qui a très largement entamé cette longue construction.

BIBLIOGRAPHIE

- ASTRE G., 1959. — Les terrains stampiens du Lauragais et du Tolosan. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, **94** (1-2) : 168 p., 41 fig., 3 tab.
- BAULIG H., 1928. — Le plateau central de la France et sa bordure méditerranéenne. Colin, Paris.
- BERGOUGNOUX F.-M., 1945. — Sur quelques faciès sidérolithiques dans le Haut-Quercy. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, **80**.
- BERGOUGNOUX F.-M., 1947. — Les terrains sidérolithiques du nord du Bassin de l'Aquitaine. *Houille, Minerais, Pétrole*, **2**.
- BLAYAC J., 1930. — Aperçu de la répartition des faciès et du synchronisme des terrains tertiaires du Bassin de l'Aquitaine. Livre jubilaire, centenaire Soc. géol. France : 151-170, pl. 25 et 26.
- CAVAILLÉ A., 1950. — Le bassin karstique de la Lère. *Annales spéléo.*, **5** (2-3) :
- CAVAILLÉ A., 1953. — Plissements dans l'Aquitainien du Bas-Quercy. *C. R. somm. Soc. géol. France* : 143-145.
- CAVAILLÉ A., 1961. — Morphologie et karst des Causses du Quercy. *Annales spéléo.*, **16**.
- CAVAILLÉ A., 1964. — Observations sur l'évolution des grottes. *Int. Jour. speleology*, **1**.
- CAVAILLÉ A., 1970. — L'évolution des grottes du Quaternaire dans la France méridionale. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, **106** (1-2).
- CLOZIER R., 1932. — Sidérolithique et latérite. *Annales de géographie*, **16**.
- CLOZIER R., 1940. — Les Causses du Quercy. *Thèse*, Baillière, Paris : 183 p., 67 fig.
- COQUAND H., 1849. — Note sur les minerais de fer des départements de l'Aveyron, du Lot, du Lot-et-Garonne, du Tarn, du Tarn-et-Garonne et de la Charente inférieure. *Bull. Soc. géol. France*, **2** (6) : 328-371, 4 fig., 1 pl.
- CROUZEL F., 1957. — Le Miocène continental du bassin d'Aquitaine. *Bull. Serv. Carte géol. France*, **44** (248) : 61 p., 1 fig.
- DIEULAFAIT, 1885. — Origine et mode de formation des phosphates de chaux en amas dans les terrains sédimentaires. Leur liaison avec les minerais de fer et les argiles des terrains sidérolithiques. *Annales de chimie et de Physique*, **6** (5).
- EHRlich A., 1970. — Etude sédimentologique des formations oligocènes du Bas-Quercy. *Thèse*, Faculté des Sciences, Paris.

- ELLENBERGER F., 1937. — Recherches tectoniques sur le massif de la Grésigne. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, **71**.
- ENJALBERT H., 1960. — Les pays aquitains. *Thèse*. Brière, Bordeaux.
- FENELON P., 1951. — Le Périgord, étude morphologique. *Thèse*. Lahure, Paris.
- FOURNIER E., 1896. — Le Permien, le Trias et le Jurassique de la feuille de Cahors. *Bull. Serv. Carte géol. France*, **8** (51) : 263-278, 1 fig.
- FOURNIER E., 1898. — Le dôme de la Grésigne. *Bull. serv. Carte géol. France*, **10** (66) : 9 p., 1 fig.
- FOURNIER E., 1900. — Etude sur le régime des eaux dans le Quercy depuis l'Eocène supérieur jusqu'à l'époque actuelle. *Bull. Serv. Carte géol. France*, **11** (78) : 13 p., 2 fig.
- GÈZE B., 1937. — Etude hydrogéologique et morphologique de la bordure Sud-Ouest du Massif Central. *Ann. Inst. Nat. Agronomique*, **29** : 83 p., 20 fig., 4 pl.
- GÈZE B., 1938 a. — Les gouffres à phosphate du Quercy : histoire de leur exploitation. *La Nature*, n° 3017 : 42-45, 10 fig.
- GÈZE B., 1938 b. — Contribution à la connaissance des Phosphorites du Quercy. *Bull. géol. France*, **5** (8) : 123-146, 4 fig.
- GÈZE B., 1944. — Observations sur la tectonique de la bordure orientale de l'Aquitaine. *C. R. somm. Som. géol. France* : 11-13.
- GLANGEAUD Ph., 1827. — Le Jurassique à l'Ouest du Plateau Central. *Bull. Serv. Carte géol. France*, **8** (50) : 1-255, 45 fig., 1 pl.
- GROSSOUVRE A. DE, 1888. — Observations sur l'origine du terrain sidérolithique. *Bull. Soc. géol. France*, **3** (16) : 287-298.
- KULBICKI G., 1945. — Constitution et genèse des sédiments argileux sidérolithiques et lacustres du Nord et du Nord-Est de l'Aquitaine. *Sciences de la Terre*, **4** (1-2).
- NÈGRE G., 1908. — Contribution à l'étude de la formation des Phosphorites du Midi de la France. *Bull. Soc. géol. France*, **4** (8) : 490-505.
- PERON A., 1873. — Sur quelques points de la géologie du Tarn-et-Garonne. *Bull. Soc. géol. France*, **3** (2) : 85-120.
- RENAULT P., 1960. — Rôle de l'érosion et de la corrosion dans le creusement d'un réseau karstique. *Revue géomorph. dyn. France*, **11** (1) : 1-4.
- RENAULT P., 1968. — Contribution à l'étude des actions mécaniques et sédimentologiques dans la spéléogénèse. *Ann. Spéléologie*, **22** : 5-21, 209-307 ; **23** : 529-593.
- REPÉLIN J., 1911. — Les limites de l'étage Aquitainien; la question du calcaire blanc de l'Agenais. *Bull. Soc. géol. France*, **4** (15).
- RICHARD M., 1946. — Contribution à l'étude du Bassin d'Aquitaine. Les gisements de Mammifères tertiaires. *Mém. Soc. géol. France*, n. sér., **24** (52) : 380 p.
- SCHOELLER H., 1941. — Etude sur le Sidérolithique du Lot et du Lot-et-Garonne. *Bull. Serv. Carte géol. France*, **43** (206).
- SERMET J., 1929. — Les phénomènes karstiques du Causse de Limagne. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, **2** (2) : 48 p., 4 fig., 3 pl.
- SERMET J., 1933. — Les phosphorites du Quercy et leur signification morphologique. *Rev. géog. Pyrénées et Sud-Ouest* : 200-215.
- THÉVENIN A., 1903. — Etude géologique de la bordure Sud-Ouest du Massif Central. *Bull. Serv. Carte géol. France*, **14** (95) : 203 p., 51 fig., 5 pl., 1 carte.

- VASSEUR G., 1891. — Contribution à l'étude des terrains tertiaires du Sud-Ouest de la France. *Bull. Serv. Carte géol. France*, **11** (19) : 16 p., 10 fig.
- VATAN A., 1948. — Rythmes de sédimentation en Aquitaine au Crétacé et au tertiaire. *XVIII^e Cong. géol. inter.* (Londres), 4^e partie.
- VIRE A., 1905. — Le régime hydrologique du Causse de Gramat (Lot) depuis son émerision jusqu'à l'époque actuelle. *C. R. Cong. Soc. Sav.* : 65-72.

