



HAL
open science

Historique de l'étude des Tufs de France (du XVIIIème à nos jours, 1982)

Philippe Blot

► **To cite this version:**

Philippe Blot. Historique de l'étude des Tufs de France (du XVIIIème à nos jours, 1982). Travaux du Comité français d'Histoire de la Géologie, 1983, 2ème série (tome 1), pp.71-91. hal-00950467

HAL Id: hal-00950467

<https://hal.science/hal-00950467>

Submitted on 21 Feb 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

TRAVAUX

du comite français d'histoire de la géologie

- Deuxième série -

T.1 (1983)

Philippe BLOT

Historique de l'étude des Tufs de France (du XVIIIème à nos jours, 1982)

TRAVAUX

DU COMITÉ FRANÇAIS D'HISTOIRE DE LA GÉOLOGIE (COFRHIGEO) (Séance du 18 mai 1983)

INTRODUCTION

Si les calcaires, qu'ils soient marins ou lacustres ont attiré très précocement l'attention de plusieurs générations de chercheurs, dans bien des domaines, entraînant d'importantes publications, les tufs et les travertins ont et par contre longtemps délaissés. Mais heureusement que de naturalistes, déjà au XVIIIème siècle et surtout au XIXème se sont posés de nombreuses questions à leur sujet ; car sans eux, à l'heure actuelle, nos connaissances auraient de très grandes lacunes.

Ainsi ne nous serait-il jamais parvenu toutes les anecdotes pittoresques, les récits de voyages, les rencontres lors d'assemblées et même les discussions amicales certes mais quelquefois âpres entre naturalistes de bords différents, si des personnalités comme [Marcel de Serres](#), G. Planchon, De [Saporta](#), V. Lemoine, R. Tournouër, Watelet, Maurice Langeron, [Munier-Chalmas](#), et bien d'autres, n'avaient pas été aussi captivés par l'étude de leur faune, et leur flore, du problème que posait leur genèse, leur structure si particulière et surtout les corrélations stratigraphiques et biostratigraphiques entre les tufs et les formations encaissantes.

Aussi m'a-t-il paru intéressant d'en résumer l'histoire tout en évoquant le contexte historique dans lequel se déroulèrent les études.

A - AU XVIIIème SIECLE

La géologie française débute au XVIIIème siècle précisément en 1707, avec [Jean Astruc](#), illustre médecin de Montpellier. Son mémoire inaugure une longue série d'études, restées malheureusement inédites pour la plupart, par les naturalistes de Montpellier ; groupées à cette époque au sein de la Société Royale. Les études de ces naturalistes portent notamment sur les couches fossilifères des environs de cette ville. Ces couches qu'ils décrivent, pour nous, vont de l'Aquitainien au Pliocène, et sont surmontées d'une formation d'eau douce à végétaux, surtout développée à Castelnau-le-Lez. Mais, dans son mémoire, Astruc ne parle pas de cette dernière.

Puis De Joubert, en 1777-1778 décrit brièvement cette formation à plantes de Castelnau-le-Lez : "et cette couche contient des morceaux de bois, des troncs d'arbres, des feuilles de joncs encroûtés de limon, qui quelquefois en sont assez pénétrés pour leur donner une consistance pierreuse et en former au moins un tuf solide quoique assez léger". Mais s'il emploie en passant le terme tuf, c'est uniquement dans le sens employé par les carriers de l'époque et désignant une roche légère et facile à tailler.

Le véritable initiateur de l'étude des tufs en France est Jean-Etienne [Guettard](#) (1754).

Bien que [Guettard](#) utilise dans son mémoire sur les Stalactites (calcaires), le terme "stalactite" pour décrire la formation du site de Cregy près de Meaux ; les termes tufs et travertins n'en apparaissent pas moins en filigrane derrière la présentation des cascades et des formations diverses qu'il a vu dans ce petit village.

Après en avoir mesuré l'importance, "elle peut avoir environ cinquante à soixante pieds en hauteur, sur plus de cent cinquante ou cent soixante en longueur, et plus de dix ou douze d'épaisseur" ; il décrit d'autres sites non moins célèbres comme Villecroze et Barjols (Var). Puis il passe à la description des constituants de la roche formée à Cregy ; "Les mousses et les autres plantes qui sont attachées à cette voûte (celle de la grotte d'où sort le ruisseau) sont incrustées de la matière poreuse que les pleurs de la montagne détachent en les traversant et qu'elles déposent sur ces plantes", ainsi que sur leur position ; "Ces rochers sont inclinés à l'horizon ; ils représentent, depuis le haut jusqu'en bas des espèces de cascades, qui semblent n'être dû qu'à un dépôt successif".

Il remarque aussi la présence d'autres plantes comme le Cresson, le Chiendent, etc., montre la structure de la "masse" qui s'élève grâce à l'incrustation de celles-ci, "une masse, au milieu de laquelle il se trouve des milliers de petites ramifications, dont les branches sont ordinairement creuses, et qui ne le sont que parce que les plantes se sont, à la longue, pourries et entièrement

détruites", et même indique un certain agencement des restes végétaux, un "petit modèle d'architecture rustique".

Mais son observation va jusqu'à définir des "espèces de placages de lames perpendiculaires ou horizontales" (description qui ressemble à celle faite au sujet des structures stromatolitiques, étudiées bien plus tard.

Il ne s'arrête pas là et va jusqu'à comparer le site de Cregy avec celui de St Allyre près de Clermont-Ferrand, terminant son mémoire par de nombreuses planches lithographiques .

Par contre, le terme de tuf au sens actuel, c'est-à-dire formation d'eau douce apparaît dans le Dictionnaire des fossiles d'[Elie Bertrand](#) (1763) et dans celui de [Valmont de Bomare](#) (1765), intitulé : Dictionnaire raisonné universel d'histoire naturelle.

Si le XVIIIème siècle peut être considéré comme le début de l'étude de ces formations, en particulier celles de l'Hérault, le XIXème siècle va être la période pendant laquelle vont se développer de nombreuses investigations dans ce domaine.

B - AU XIXÈME SIÈCLE

a) Les découvertes

Après la Révolution et les guerres de l'Empire, ce n'est qu'en 1818 que [Marcel de Serres](#) en reprend l'étude. Il l'axe plus particulièrement sur la faune malacologique des tufs, par exemple ceux de Castelnau-le-Lez, y reconnaît des Helix, Clausilia , Cyclostomes, et va jusqu'à établir des comparaisons entre les formes anciennes et modernes, préoccupation alors tout à fait à l'ordre du jour, dans le sillon de la pensée de [Lamarck](#).

Bien des années passent et c'est en 1834 que Lecoq signale en Auvergne des tufs hydrothermaux. Il les étudie plutôt sous l'angle minéralogique que paléontologique, pour mieux comprendre d'abord le mécanisme de leur précipitation. Ainsi conclut-il, que l'ordre dans lequel cristallisent les minéraux est le suivant : en premier c'est la silice, puis vient l'aragonite, et enfin de l'oxyde de fer.

Mais ces découvertes sont plus ou moins disparates et leurs résultats souvent dispersés dans un travail d'ordre général.

Les recherches se seraient peut-être arrêtées là pour un temps, si il n'y avait eu la découverte des travertins de Sézanne par de [Wegmann](#) en 1842, découverte qui du même coup relance les études dans ce domaine.

Ainsi l'on voit apparaître non seulement les premiers résultats sur le plan stratigraphique, grâce aux travaux de Meillet et Duval, et ce dès le 5 décembre de la même année. Mais aussi sur le plan faunistique (paleontologique), grâce aux découvertes de Wyld, le tout sous l'égide de [Charles d'Orbigny](#).

Cet intérêt subit pour ce gisement va attirer bien d'autres naturalistes, comme Mullet et Pomel, qui vont eux aussi étudier ce site si particulier.

Mais en marge de cet élan scientifique se développent les premières querelles.

C'est ainsi que dès 1849 vont s'opposer sur le plan stratigraphique [Hébert](#) et l'anglais Prestwich. Cette vive discussion ne se termina qu'en 1853.

Ce fait n'empêcha nullement G. Planchon, pendant ce temps, d'étudier scrupuleusement l'ensemble des tufs présents dans la région de Montpellier, et de découvrir en 1863, le genre Rhyacophila lors de ses recherches et de le baptiser du nom de Rhyacophila toficola , et ce à cause de la position occupée par cette Phryganide.

L'année 1866 voit apparaître un vaste travail de synthèse paléobotanique sur les végétaux fossiles du Bassin de Paris, résultats d'études entreprises par Watelet. Celui-ci aidé de Eugénie Watelet, qui réalisa les planches de l'atlas, nous présente une partie de la paléoflore de Sézanne, ainsi que celle d'autres sites.

L'étude de ces formations étant désormais au goût du jour, l'on voit apparaître l'un des premiers travaux de De [Saporta](#), qui porte sur l'étude des tufs de Provence, notamment ceux des Ayalades près de Marseille, de Meyrargues, les Arcs... Celui-ci sera suivi d'un des plus importants travaux réalisés sur les tufs, en 1868.

C'est le fameux Prodrôme sur la flore fossile des travertins de Sézanne, il apporte une foule de renseignements à propos de la découverte du site, des paléoflores que l'on y trouve ; feuilles , fleurs...

Ce travail de synthèse paléophytogéographique et paléoclimatique est remarquable, et les nombreux dessins, souvent de grandeur naturelle, l'illustrent parfaitement bien .

Si les restes végétaux (feuilles, fleurs...) ont tendance à s'accumuler dans les collections paléobotaniques, pour la plus grande joie des naturalistes de l'époque, il est un côté de l'étude des tufs qui reste malgré tout assez obscur, ce sont les raisons de la mise en place des tufs et des éléments qui participent à son établissement.

b) Hypothèses concernant la formation des tufs formulées au XIXème

Elles sont au nombre de deux :

1 - l'hypothèse lacustre

2 - l'hypothèse fluviatile

(régime torrentiel, cascades)

1 - L'hypothèse lacustre :

Elle apparaît vers 1851, dans la thèse de Taupenot, présentée à Dijon, où celui-ci pense que les tufs se sont formés dans un lac contenu par un barrage à l'aval, ce dernier aurait disparu au cours du temps.

La genèse lacustre des tufs est rejetée entièrement par G. Planchon qui lui, y voit plutôt l'action incrustante des eaux, le tuf naissant grâce à la présence de cascades, où le calcaire incrustait les végétaux des sylves environnantes et les animaux qui y vivaient.

2 - L'hypothèse fluviatile (régime de cascades) :

Cette hypothèse eut de nombreux adeptes, notamment G. Planchon et de Saporta (et elle en a encore de nombreux aujourd'hui). C'est une vue réaliste des choses et qui fut confirmée grâce à la comparaison entre formations actuelles et anciennes.

En marge de ces deux hypothèses, une troisième théorie se fit jour, en rapport avec les travaux de Murchison .

3 - L'hypothèse volcanique :

Elle tient compte d'un fait curieux : l'association d'événements volcaniques d'une part, d'autre part d'événements lacustres. Sans rentrer trop dans les détails, elle conduit à penser que l'activité volcanique, dégageant une quantité non négligeable d'éléments acides, a provoqué une dissolution accélérée des roches calcaires environnantes, les solutions ainsi formées se seraient déposées dans un lac. C'est ainsi que l'on expliquait la genèse des travertins si abondants autour de Rome.

Parmi les naturalistes de l'Hérault, [Paul Gervais](#) de Rouville fut un des rares adeptes de cette hypothèse, et ce à cause du caractère volcanique de l'Hérault et de la présence de tufs non loin des anciens volcans.

c) Faune et Flore des tufs

Mais si les théories concernant la tufogenèse fleurissent de ci de là, il restait un domaine encore peu exploré, à savoir, la paléontologie de ces formations. Ce domaine relativement neuf va être approfondi.

Ainsi, c'est à Meunier-Chalmas que nous devons la découverte dans les travertins de Sézanne, du genre *Heterosphaeroma* (Arthropode) , et c'est à partir d'un spécimen complet qu'il révisa ce genre établi auparavant par A. Milne-Edwards. Mais cette découverte ne fut pas la seule, il trouva une empreinte de vigne (*Vitis*), mais il n'eut pas le temps de l'étudier et c'est à V. Lemoine que nous devons le nom de cet échantillon :

Vitis sezannensis (eocenica)

Cette période des années 1860 est si riche en découvertes faites dans les travertins de Sézanne, qu'elle pourrait être à juste titre dénommée "période sézannienne", tant les travaux sur ce site sont nombreux et divers.

Nous allons retrouver un cas semblable un peu plus tard, celui de la Celle-s-Moret.

C'est en 1873 que de Mortillet fait les premières observations sur la Celle-s-Moret . Puis c'est au tour de de Saporta, aidé de Chouquet, surnommé "l'infatigable chercheur", de découvrir dans ces tufs le genre *Ficus* (sorte de figuier qui poussait dans cette région). Par la suite vont se succéder les travaux sur la malacofaune des tufs de la Celle-s-Moret par R. Tournouër (Les nombreux Gastéropodes prélevés sur ce site sont encore visibles dans la galerie de Paléontologie du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris ; la coupe géologique de ce site est visible au Musée de Préhistoire de Nemours).

Les recherches paléontologiques étant de plus en plus minutieuses, il fallait un jour ou l'autre permettre à un large public de suivre les études en cours ; c'est vraisemblablement pour cela que des ouvrages condensant plusieurs années de recherches commencent à apparaître et présentent les points qui restent à éclaircir. Ainsi l'oeuvre de [d'Archiac](#).

C'est ainsi dans cette optique que [Stanislas Meunier](#) publia en 1875 un volume sur la géologie du Bassin de Paris. Dans cet ouvrage, Stanislas Meunier définit et présente plusieurs types de terrains et les baptise "tufs" et "travertins", bien souvent sans aucun rapport avec la description qu'il en donne dans la suite du texte. On peut lui attribuer une part de responsabilité dans la déformation des termes tufs et travertins. Cette déformation se retrouvera, plus accentuée encore, dans l'édition de 1912, présentée comme entièrement refondue.

Mais si ces accidents sur le plan conceptuel n'entravèrent guère le déroulement des recherches dans les tufs et les travertins, un tout autre danger risqua d'anéantir toutes études des paléoflores de ces formations.

Ce danger est représenté par le fait que les tufs étaient à cette époque activement exploités. Mais ces exploitations présentèrent malgré tout, la possibilité d'obtenir bon nombre de résultats scientifiques, créant de nouvelles collections, celles-ci s'ajoutant aux anciennes et ce grâce à l'activité fébrile de nombreux chercheurs. La rapidité des recherches fut dû, bien souvent à la crainte de voir disparaître à jamais, les témoins d'évolutions végétales qui se sont développées sur les lieux où se formaient les tufs. Ce fut notamment le cas de Meximieux et de Resson, entre autres.

Mais malgré l'exploitation intensive des tufs, les découvertes furent nombreuses. Il ne faut pas oublier que c'est grâce à un ouvrier, travaillant dans la carrière des travertins de Sézanne, que l'on découvrit un animal rare dans ce type de terrains, un reptile, le fameux Simaedosaurus : *Simaedosaurus peroni*, conservé dans les collections du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris.

Mais la découverte la plus surprenante, restée alors ignorée est celle que fit [Munier-Chalmas](#) en 1897 : il découvrit le pouvoir incrustant des algues (Rivulaires) et ce, bien avant tous les autres auteurs. La découverte de Munier-Chalmas ayant été passée sous silence, c'est en 1926, que l'Abbé P. Frémy redécouvrit le pouvoir incrustant des algues, apporta des précisions sur celles-ci et décrivit les genres *Schizotrix*, *Phormidium*, *Rivularia*, et de ce fait amorça l'étude de structures qui seront ensuite dénommées Stromatolites.

Notons qu'en marge de ces multiples découvertes tant en paléobotanique, que sur le plan tufogénétique, un événement catastrophique mais exceptionnel survint en 1897 dans le Tarn-et-Garonne.

Ce fut E.A. Martel, célèbre spéléologue français qui le signala dans une note publiée en 1898. Cette catastrophe fut l'effondrement de la falaise de tuf de St-Pierre-de-Livron, qui risqua d'emporter une partie du village.

Cet événement attesta à quel point ces formations, si imposantes d'aspect, sont en fait fragiles.

Il est un aspect de l'étude des tufs sur lequel il faut donner quelques détails, ce sont les différentes méthodes pour mouler les creux dans les tufs.

d) Techniques de moulages employées au XIXème siècle

Ces techniques fournissent de précieuses informations paléobotaniques et paléontologiques, elles impliquent l'emploi du (1) Plomb, (2) du Plâtre, (3) de la Stéarine.

C'est en 1864 que G. Planchon utilisa du plomb fondu qu'il coula dans les creux, et obtint de beaux moulages externes de fruits de figuiers. (Voir les planches sur l'ouvrage).

Par contre, Munier-Chalmas utilisa les méthodes (2) et (3). La première (2) lui permit d'obtenir des moulages de Crustacés, des fleurs, des tiges, etc. Enfin il obtint avec la seconde, après l'attaque à l'acide du calcaire, des moulages d'une extrême finesse (la stéarine flottant après l'attaque sur le bain d'acide).

C - Au XXème siècle

Si le XIXème siècle en quelque sorte vu l'apogée de l'étude des tufs français, les progrès considérables réalisés dans les techniques d'observation, microscopiques et autres, notamment l'apparition du microscope électronique à balayage, vont permettre d'affiner encore plus les études dans ce domaine.

En 1932, Y. Millon fait paraître une note sur le rôle des algues dans la formation des granules (sortes de petits oncolites) dans la vallée de la Somme. Ce travail sera suivi par une importante note de [Maurice Gignoux](#), qui décrit les différents aspects des architectures édifiées par les sources tufeuses, notamment dans les Alpes mais aussi dans le Var.

En 1966, J. Bertrand-Sarfati, P. Freytet et J.C. Plaziat, décrivent minutieusement les tufs à Phryganides dans la Limagne, près de St-Pourçain-s-Sioule. Ils offrent une coupe très détaillée de la carrière et des faciès qui s'y présentent.

Un an après F. Ellenberger et M. Gottis, à l'occasion d'une note sur les jeux des failles Pliocènes et Quaternaires dans l'arrière pays Narbonnais, y décrivent brièvement le travertin de Fabrezan et M. Gottis précise la faune malacologique, qui serait du Riss.

Mais les tufs français, étudiés depuis fort longtemps dans des domaines très variés, sont des formations qui n'avaient pas encore reçu de définitions endostructurales précises, bien que les algues soient désormais considérées comme intervenant dans la tufogénèse, on savait mal classer les divers types de tufs. Cette lacune fut notamment comblée en 1970 par une note de G. Lucas, qui définit trois concepts génériques, dont deux seuls concernent à vrai dire les tufs :

Squelettogène, Allochimogène, Allosorogène.

Ainsi, G. Lucas considère comme Allochimogène des formations comme les Stromatolites, les travertins divers, et comme Allosorogène, des assemblages faunistiques et floristiques comme les Phryganides, le feutrage d'algues jouant le rôle de piège à sédiments.

Trois ans plus tard, les tufs de Bernouville, près de Gisors, sont étudiés par J.J. Puisségur sur le plan malacologique. Il présente les différentes formes et les milieux qu'occupaient celles-ci dans les tufs.

Lors du Congrès de Sédimentologie à Nice, 1975, Martin don Simoni, Denis Giot, Jacques Lang et Gabriel Lucas présentèrent dans une note sur les rôles des organismes dans la genèse des calcaires concrétionnés de Limagne, les notions de "haute" et "basse" énergie, ainsi que les différentes productions calcaires qui en découlent, comme les oolites, les pisolites, les oncolites, etc. (Termes antérieurement réservés aux sédiments marins).

De 1980 à 1981 J. Casanova s'intéresse aux Stromatolites du Var et tente d'établir une classification litho-stratigraphique des travertins de ce département.

Il précise l'endostructure et la nanostructure des formations algaires actuelles et anciennes, grâce à de très nombreuses et très précises observations au M.E.B.

Mais l'événement marquant a été en 1982 le premier colloque sur les Tufts et Travertins présents en France, ainsi que certaines notes portant sur d'autres tufts présents dans le monde , exemple : Yougoslavie, Grèce, Himalaya, Népal,etc.).

D - CONCLUSION

Cette brève note n'est qu'une esquisse d'une véritable histoire de la découverte et de l'étude des tufts en France. Cette étude est rendue difficile par la dispersion des documents et souvent leur imprécision, outre la perte de nombreuses informations (cf. Munier-Chalmas, disparu sans avoir presque rien publié).

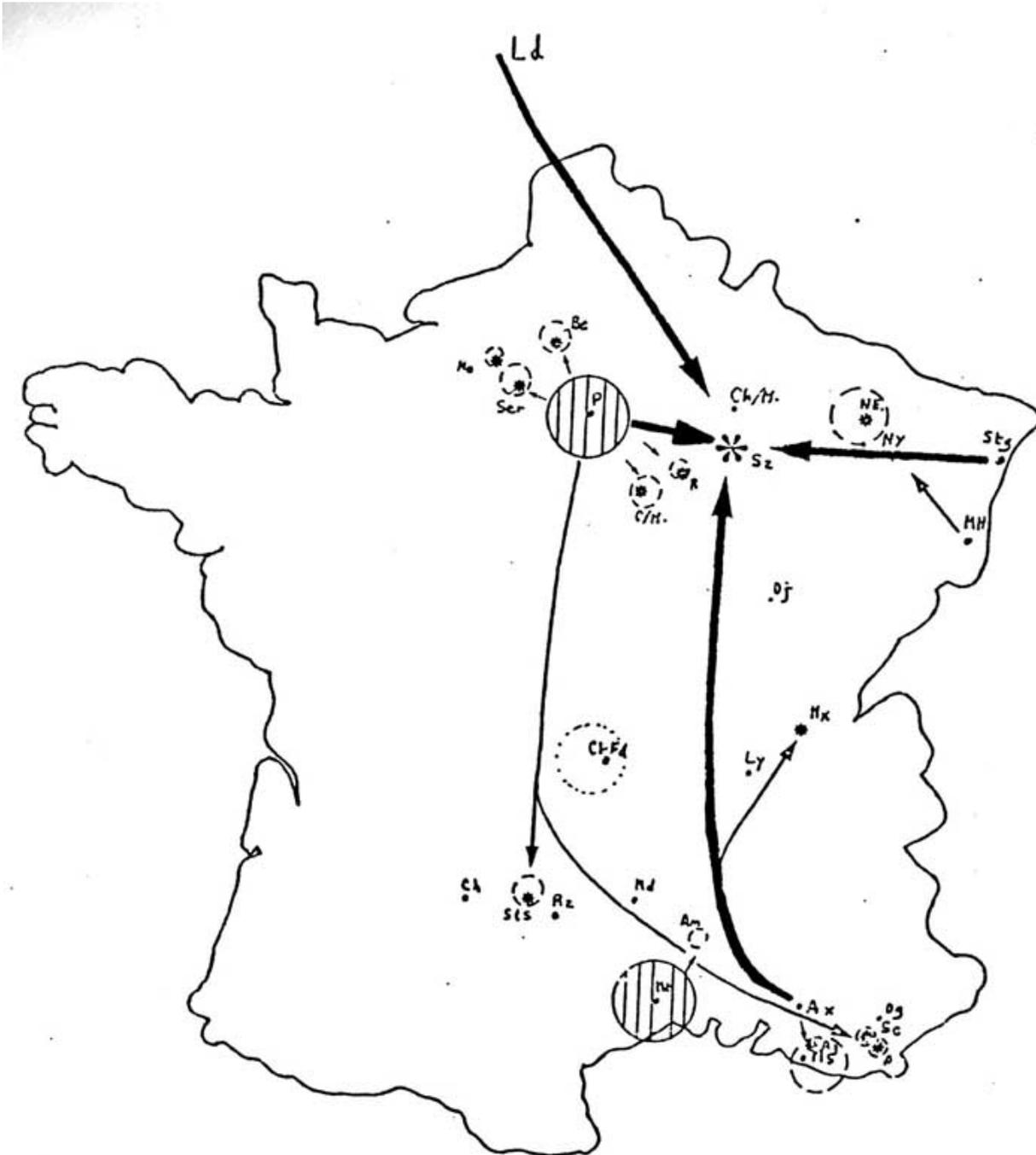
Ce n'est que tout récemment que ce domaine pourtant si intéressant est l'objet d'études approfondies et concertées, après avoir été trop longtemps traité de façon marginale et anecdotique.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

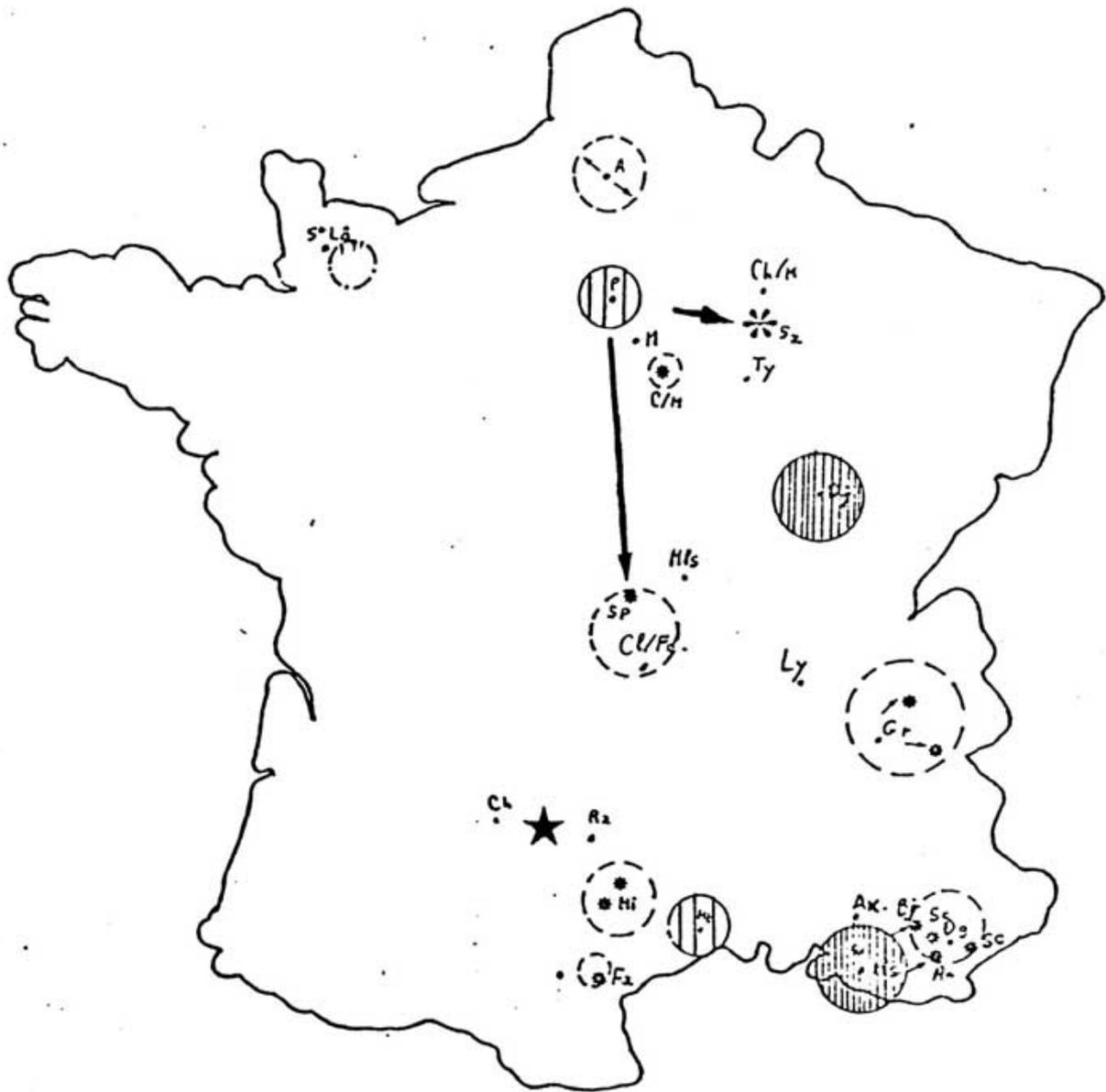
1. ALIMEN H. (1964), La Celle-sur-Moret . Bull, de l'A.F.E.Q. n° 1, pp. 53-58
2. ARCHIAC A. d' (1868). Recueil de rapports sur les progrès des lettres et des sciences en France.
3. BRONGNIART Ch. (1880). Note sur les tufts quaternaires de Bernouville près de Gisors (Eure). Bull. De la S.G.F. du 21 juin 1880.
4. CASANOVA J. (1981). Etude d'un milieu stromatolitique continental; les travertins plio-pleistocènes du Var (France), Thèse 111° cycle, Marseille 1981.
5. FREYTET P., BERTRAND-SARFATI J., PLAZIAT J.C. (1966). Les calcaires concretionnés de la limite oligocène-miocène des environs de St-Pourçain-s-Sioule (Li-magne d'Ailliers) ; Rôle des algues dans leur édification ; analogie avec les stromatolites et rapports avec la sédimentation. Bull. De la S.G.F., 7° série, T. VIII, p. 652.
6. GUETTARD (1754). Mémoire sur les Stalactites, Mémoires de l'Académie des Sciences, Paris 1754, in 4°, 8 pi, 3 parties, p. 57 p.68
7. LEMOINE V. (1886). Sur la présence du Simaedosaura dans les couches éocènes inférieures de Sézanne. Bull. S.G.F., 3e série, T. XIV, p. 21, séance du 9 novembre 1885.
8. LUCAS G., DON SIMONI M., GIOT D., LANG J. (1975). Rôle des organismes et des réactions physico-chimiques dans la genèse des calcaires concretionnés de Limagne. Note du 9ème Congrès International de Sédimentation, Nice 1975.
9. MARCEL DE SERRES (1818). Mémoire sur le terrain d'eau douce ainsi que sur les animaux et les plantes qui vivent alternativement dans les eaux douces et dans les eaux salées. Journal de Physique et de Chimie et de Sciences Naturelles, Vol. 87, p. 31, 118,161.
10. MARTEL E.A. (1894). Les Abîmes. 1 vol., p. 419 - p. 422.
11. MARTEL E.A. (1898). Sur l'éboulement de St-Pierre-de-Livron et les infiltrations des plateaux de tufts. Note dans le C.R. de l'Ac. des Sciences, p. 1371-1373.
12. MEUNIER S. (1875). Géologie des environs de Paris ou description des terrains et enumeration des fossiles qui s'y rencontrent, suivie d'un index géographique des localités fossilifères. Paris, p. 127, p. 132, p. 288, 1ère édition.
13. MORTILLET G. de (1873). Observations sur les tufts de la Celle-s-Moret. Bull, de la S.G.F. (3), T. 1, p.452.
14. MUNIER-CHALMAS (1873). Sur la découverte de la Vigne à Sezanne. Bull, de la S.G.F., 3° série, T. 1, p.176.
15. PERRAULT P. (1674). De l'origine des Fontaines, Paris 1674, n° 8, p. 353.
16. PLANCHON G. (1864). Etude sur les tufts de Montpellier, Paris et Montpellier, p. 63.
17. SAPORTA G. de (1867). La flore des tufts quaternaires en Provence. Extrait des C.R. de la 33° session du C. Sc. de

France. Aix.

18. SAPORTA G. de (1868). Prodrôme ; la flore fossile des travertins anciens de Sézanne. Mémoire de la S.G.F.
19. SAPORTA G. de (1874). Sur l'existence constatée du figuier aux environs de Paris à l'époque quaternaire. Note dans le Bull. S.G.F., p. 438- p. 453.
20. TOURNOUER R. (1874, 1877). Note complémentaire sur les tufs quaternaires de la Celle, près de Moret, (Seine et Marne). Bull. S.G.F., p. 646-671.
21. VALMONT DE BOMARE (1765). Dictionnaire raisonné universel d'histoire naturelle, contenant l'histoire des animaux, des végétaux et des minéraux et celle des corps célestes, des phénomènes de la nature. Paris, 1775, 9 vol., rel. , demi veau-brun, tr. marb. , frontispice gravé, 135 fig.
22. WATELET (1866). Fossiles végétaux du Bassin de Paris. Texte + Atlas.



Situation des pôles scientifiques de 1707 à 1898



Situation des pôles scientifiques de 1898 à 1982