

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL ET SCIENTIFIQUE

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
B.P. 6009 – 45018 Orléans Cédex – Tél.: (38) 66.06.60

**ÉTUDE DOCUMENTAIRE SUR LES GISEMENTS
DE GYPSE FRANÇAIS**

par

M. DELFAU



SECRETARIAT DES CARRIÈRES

Département banque des données du sous-sol
B.P. 6009 – 45018 Orléans Cédex – Tél.: (38) 66.06.60

74 SGN 071 BSS

Février 1974

R E S U M E

Cette étude a été effectuée à la demande de la Direction de la technologie, de l'environnement industriel et des mines, dans le cadre de l'activité du Secrétariat des carrières du B.R.G.M.

Elle a pour but de présenter les modes d'occurrence du gypse exploitable, de passer en revue, par région, les différents gisements français et leurs caractéristiques en énumérant les principaux points d'extraction.

L'ordre de grandeur de la production française était de 6 millions de tonnes en 1971. Quant aux ressources françaises en gypse, elles sont certainement très importantes ; toutefois, même leur ordre de grandeur est difficile à évaluer avec les seules indications tirées de la bibliographie.

°
° °

I - INTRODUCTION

L'étude documentaire sur les gisements de gypse français a été effectuée à la demande de la Direction de la technologie, de l'environnement industriel et des mines. Elle a pour but de passer en revue, brièvement, les connaissances actuelles sur la géologie des gisements de gypse en France : localisation, types de gisement, qualités des matériaux, exploitations.

L'étude vise également à donner des informations sur l'importance des ressources françaises.

Les ouvrages consultés fournissent une documentation abondante sur les conditions de gisement et l'origine du gypse, cependant il est difficile d'en extraire des données permettant une évaluation régionale des ressources utilisables.

II - NATURE ET ORIGINE DU GYPSE

Le gypse, $\text{SO}_4 \text{Ca}, 2\text{H}_2\text{O}$, est le sulfate le plus commun.

Il peut se former :

- par précipitation des solutions salines.
- par précipitation de solutions sulfuriques sur les roches calcaires.
- par hydratation superficielle de l'anhydrite ($\text{SO}_4 \text{Ca}$) ; ce phénomène s'accompagne d'une augmentation de volume.

- par cristallisation diagénétique de sels contenus dans l'eau d'imbibition de certaines boues enfouies sous de fortes épaisseurs.
- par oxydation secondaire des sulfures provenant de la réduction d'origine bactérienne des sulfates contenus dans l'eau de mer.

Les hypothèses anciennes relatives à la genèse des niveaux salifères faisaient appel à une concentration de sels dans des lagunes en communication avec la mer (Ochsénus 1877). Puis J. WALTHER et M. GIGNOUX ont défendu la thèse de dépôts dans des bassins continentaux par concentration d'eaux faiblement salées pendant de longues périodes, et sous climat désertique.

Actuellement, à la suite de M. DALLONI (1950), J. BOURCART, J. RICOUR (1952, 1962), P. LEVEQUE (1958) et d'auteurs étrangers, on admet que les couches salifères ont pu se former selon trois processus qui sont, par ordre d'importance croissante :

- oxydation des sulfures contenus dans les vases marines; ce processus ne donne pas lieu à la formation de gisements exploitables.
- cristallisation diagénétique des sels contenus dans l'eau d'imbibition des vases ; dans ce cas, les couches formées sont irrégulières (J. BOURCART, J. RICOUR 1952)
- précipitations directes, sous une certaine épaisseur d'eau, des saumures concentrées par évaporation, dans des bassins séparés de l'océan libre par des seuils émergés ou non. Ceux-ci empêchent les saumures concentrées, rassemblées sur le fond par suite de leur densité, de regagner le large. Ce processus qui fait appel à une alimentation continue en sels par les eaux océaniques est susceptible de donner lieu à la formation de couches très épaisses. Selon le degré de concentration obtenu, le dépôt de différents sels peut se produire, les sulfates (anhydrite, gypse) précipitant les premiers.

La composition chimique du gypse, en moyenne, est la suivante, pour les divers gisements français :

SiO ₂	:	2,12%
Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	:	0,20%
MgO	:	2,11%
CaO	:	36,76%
SO ₃	:	36,11%
CO ₂	:	6,43%
H ₂ O	:	16,27%

III - MODES DE GISEMENTS

Le gypse peut se présenter :

- en couches régulières de plusieurs mètres d'épaisseur lorsque les gisements n'ont subi aucune déformation tectonique (cas du gypse du Bassin de Paris, de l'Est de la France et du Jura)

- sous forme de masses diapiriques plus ou moins importantes dont l'origine est liée à la tectonique. Les phénomènes orogéniques tertiaires, ajoutés à la nature plastique du gypse, ont souvent fait "gicler" celui-ci hors de son gisement primitif dans les couches géologiques supérieures, sous forme de diapirs, mais aussi en minces filons s'insinuant partout où les contraintes étaient moindres (bourrage tectonique).

IV - DISTRIBUTIONS GÉOLOGIQUE ET GÉOGRAPHIQUE DU GYPSE EN FRANCE

Le gypse peut être disséminé dans différentes formations. Il est observé d'une manière générale dans les formations triasiques (Anhydritgruppe du Muschelkalk et, surtout, Keuper inférieur et supérieur) et dans les formations tertiaires (Eocène : en particulier Ludien du Bassin de Paris ; Eocène et Oligocène dans les Bouches-du-Rhône et le Vaucluse). Dans l'Ouest de la France, on connaît du gypse dans le Jurassique supérieur (Fig. 1).

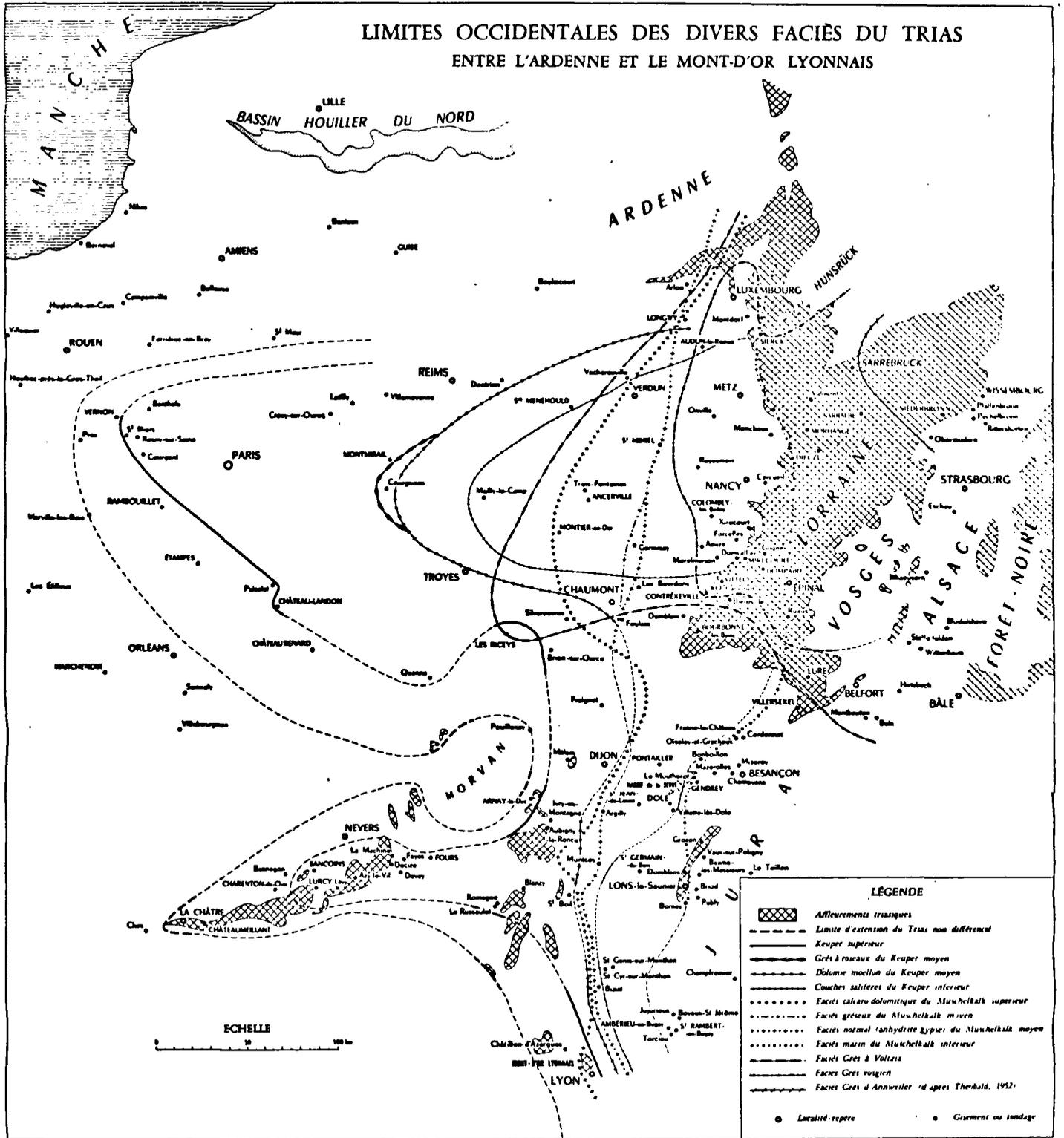
4.1 - Gypse triasique

Le gypse triasique s'est déposé en milieu marin ou lagunaire sursalé. Les gisements observés en Alsace, en Lorraine, autour du Massif central (au Nord, au Nord-Est, au Sud-Est), en Provence, dans les Pyrénées, en Aquitaine, doivent leur origine à la mer épicontinentale germanique qui s'est avancée progressivement, au Muschelkalk et au Keuper, sur toutes ces régions.

Fig.2

Jean RICOIR

LIMITES OCCIDENTALES DES DIVERS FACIÉS DU TRIAS
ENTRE L'ARDENNE ET LE MONT-D'OR LYONNAIS



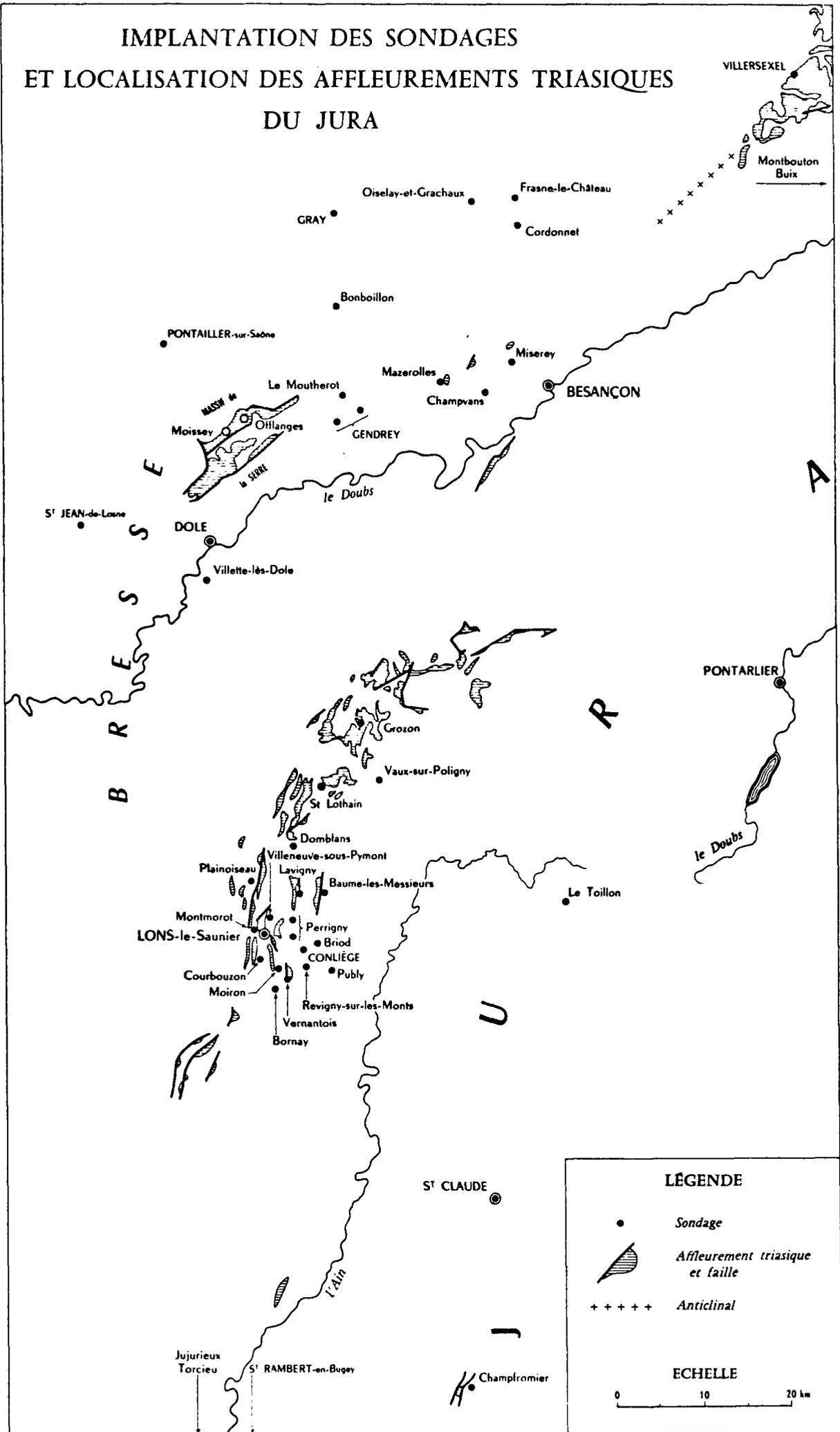
A la faveur de la subsidence qui a affecté progressivement d'Est en Ouest l'actuel bassin de Paris, la mer s'est avancée vers l'Ouest entre le massif des Ardennes et le Morvan et a déposé dans cette cuvette des séries salifères que nous n'étudierons pas car elles se trouvent à de très grandes profondeurs (mises en évidence par des sondages de recherche de pétrole) et ne sont donc pas exploitables. Quant aux gisements alpins, ils ont pris naissance au Werfénien et au Carnien dans la mer alpine. Donc les principaux niveaux triasiques renfermant des formations salifères en couches continues sont, de bas en haut : le Werfénien, le Muschelkalk (Anhydritgruppe) et le Keuper (inférieur et supérieur) ; en dehors de ces niveaux, en profondeur, l'anhydrite se présente en nodules, en mouches ou sous forme de ciment dans tous les horizons du Trias.

Pour ce qui est de l'origine de ces formations triasiques, on a signalé plus haut les différents processus possibles de formation. On ne peut admettre que les sels du Muschelkalk et encore moins ceux du Keuper se soient déposés à la suite d'une régression marine. En effet, il est prouvé que le Keuper était largement transgressif sur le Muschelkalk qui, lui aussi, était un épisode marin. Chaque horizon triasique contient des sels que l'on rencontre bien au-delà des limites continentales de l'horizon précédent. Ceci prouve donc des phénomènes transgressifs successifs tout au long du Trias. Aussi faut-il admettre une origine marine à ces faciès à "évaporites".

4.1.1. - Alsace et Lorraine

C'est dans ces régions que l'on peut observer les plus vastes étendues de terrains triasiques (fig. 2). L'anhydrite s'y rencontre en couches épaisses dans l'Anhydritgruppe (Muschelkalk moyen) et dans le Keuper inférieur et supérieur. Ces niveaux fournissent en surface, par hydratation, des gisements de gypse exploitables. Dans les autres horizons triasiques, l'anhydrite se présente en profondeur sous forme de taches à contours diffus, de ciment (en particulier dans les niveaux gréseux) ou en minces filets anastomosés résultant d'un remplissage de fissures.

IMPLANTATION DES SONDAGES ET LOCALISATION DES AFFLEUREMENTS TRIASIQUES DU JURA



En Moselle, le gypse du Keuper supérieur est assez important pour être exploité en carrières. En allant vers le Sud, le Keuper supérieur s'amincit : de 60 m d'épaisseur à Varangéville (Meurthe-et-Moselle) il passe à 15 m à Mirecourt (Vosges). Cette dernière épaisseur doit être considérée comme un minimum.

Dans certaines buttes témoins, lorsque les terrains de recouvrement au-dessus des évaporites sont épais, on constate que les couches situées vers le coeur de la butte sont constituées d'anhydrite et que le gypse ne forme qu'un anneau externe près de la surface d'affleurement.

Principaux lieux d'exploitation :

Moselle	: Kédange, Aboncourt, Helling, Ameloncourt
Bas-Rhin	: Flexbourg, Willgotheim, Wintzenheim
Meurthe-et-Moselle	: Bayon, Guebling
Haute-Saône	: région de Lure

4.1.2. - Jura

Comme en Alsace et en Lorraine, le gypse se situe dans le Muschelkalk (où il n'est pas exploité) et dans les marnes du Keuper inférieur et supérieur. Il se présente en gisements discontinus de Lons-le-Saunier jusqu'à Salins. Comme en Alsace et en Lorraine, il est associé en profondeur à l'anhydrite. Dans la région de Lons-le-Saunier, le seuil entre gypse et anhydrite se situe à environ 70 m de profondeur. Au-dessous, on ne trouve plus que de l'anhydrite.

Autrefois, le gypse était activement exploité en de nombreux points. Actuellement, il ne l'est plus que dans la région de Poligny (à Buvilly en carrière souterraine) et à Grozon. (fig.3).

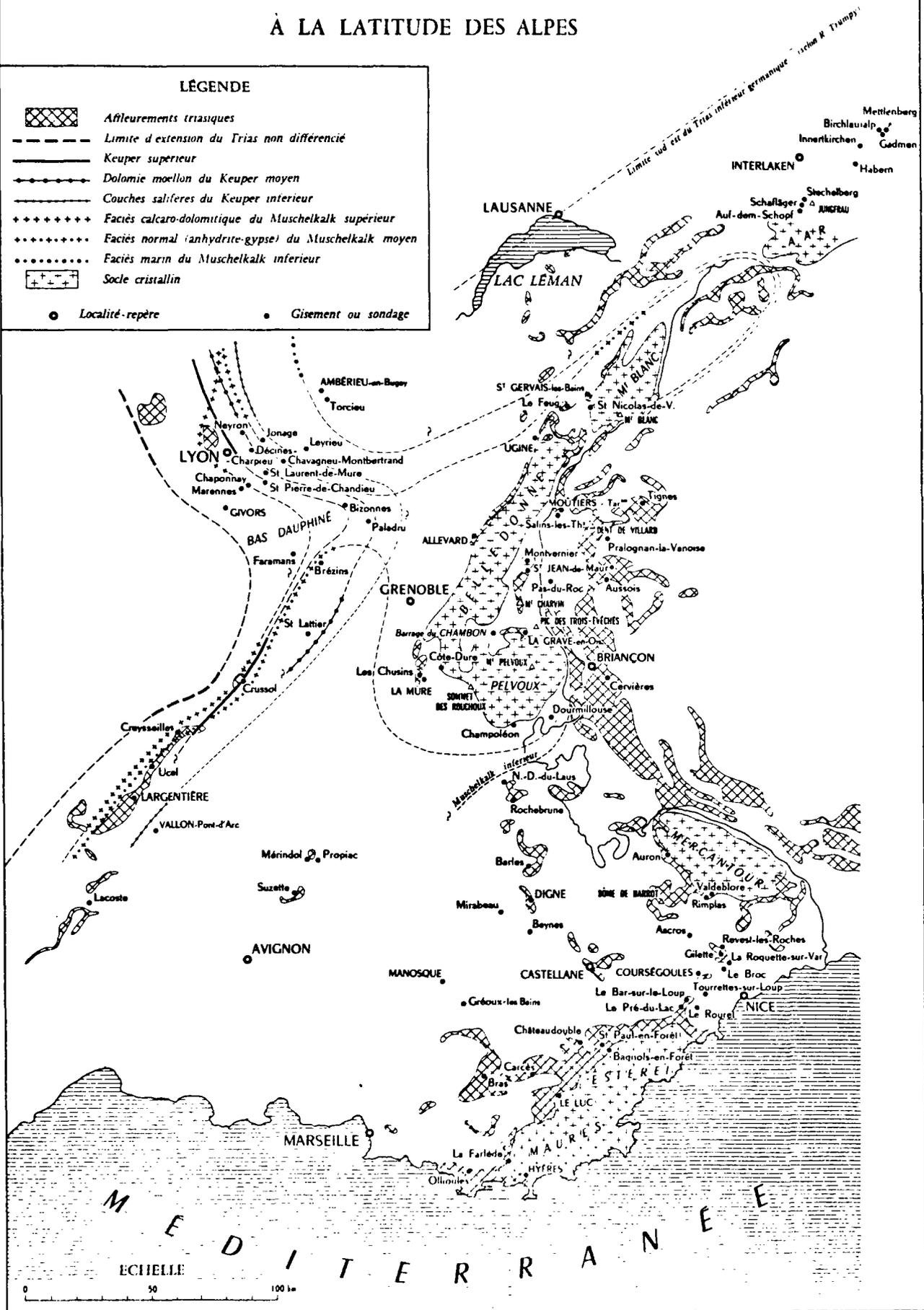
4.1.3. - Bordures N, NE, S, SE du Massif central

La transgression triasique n'ayant pas submergé le Massif central, même au Keuper où la mer présentait le maximum d'extension, les affleurements du Trias gypseux ne sont observables que sur le pourtour du massif. Là aussi, ce sont des niveaux marneux qui renferment le gypse. (fig. 2).

LIMITES OCCIDENTALES DES DIVERS FACIÈS DU TRIAS À LA LATITUDE DES ALPES

LÉGENDE

-  Affleurements triasiques
-  Limite d'extension du Trias non différencié
-  Keuper supérieur
-  Dolomie moëllon du Keuper moyen
-  Couches salifères du Keuper inférieur
-  Faciès calcaro-dolomitique du Muschelkalk supérieur
-  Faciès normal (anhydrite-gypse) du Muschelkalk moyen
-  Faciès marin du Muschelkalk inférieur
-  Socle cristallin
-  Localité-repère
-  Gisement ou sondage



Exploitations :

Côte-d'Or : Ivry-en-Montagne (carrières souterraines)
Saône-et-Loire : St-Sernin-du-Plain, Culles-les-Roches, Fley.

4.1.4. - Provence

Dans cette région, le Trias ne présente pas la régularité qu'il présentait dans les autres régions. Il a été très tourmenté, remanié par les mouvements alpins. (fig. 4).

En Provence occidentale, le Trias affleure largement, de façon continue, de la région de Callas (Var) jusqu'aux environs de Toulon, pour former les plateaux de Draguignan, Lorgues, Flassans (Var).

Au Nord et à l'Ouest, il s'ennoie pour ne plus apparaître que dans les charnières des plis érodés. Le gypse, daté avec quelques difficultés, serait du Muschelkalk et du Keuper inférieur et supérieur, atteignant, près de Toulon, 25 à 30 m de puissance.

En Provence orientale, on peut observer le gypse à la faveur des vallées de la Roya, de la Vésubie, de la Tinée, du Var. Il constitue la couche de base de diverses écaillés qui se sont mises en place au Tertiaire. Si la puissance est souvent voisine de 20 m, l'extension des gisements est très variable et, comme dans tout le Trias, le gypse passe à l'anhydrite en profondeur.

M. RICOUR a montré que les affleurements triasiques de Provence présentent les caractères du Trias germanique et en a conclu que, de la Lorraine à la Provence, s'étendait, dès le Muschelkalk supérieur, une vaste zone de sédimentation limitée à l'Ouest par le Massif central.

Exploitations :

Alpes-Maritimes : Lantosque, Sospel, Gillette
Var : région de Montferrat
Alpes-de-Haute-Provence : Castellane, Tanaron, St-Etienne-le-Laus
Bouches-du-Rhône : Roquevaire, Auriol, St-Pierre-Les-Martigues

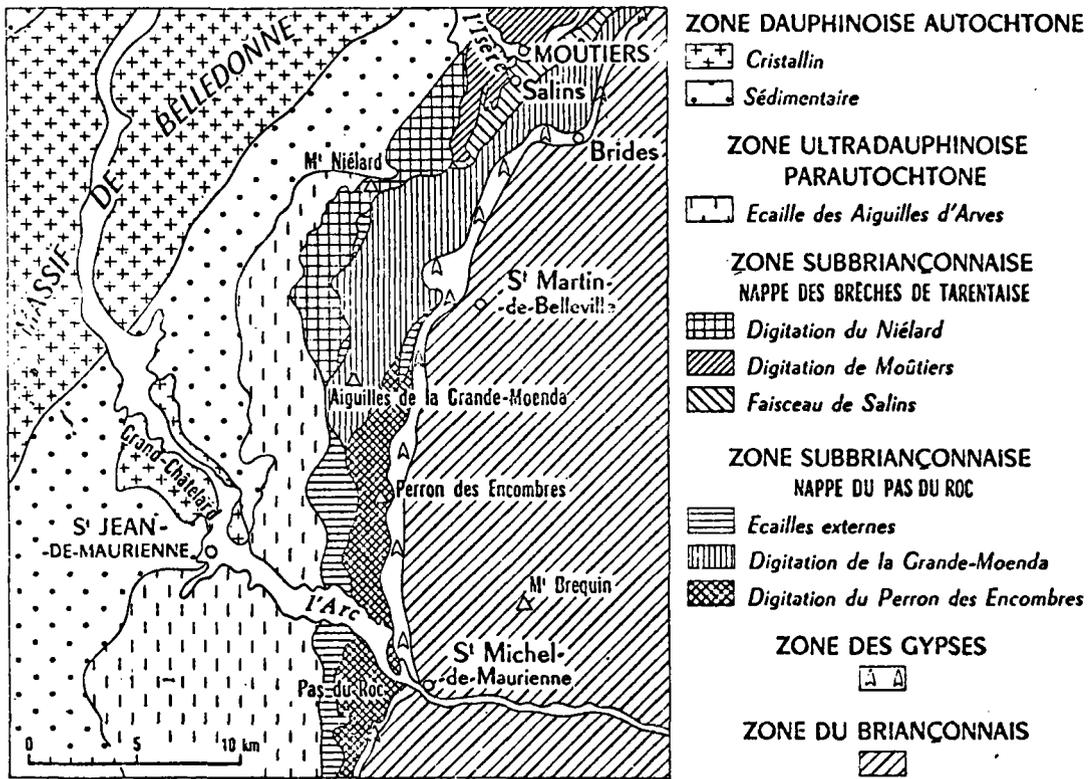


FIG. 5 — Schéma structural des diverses zones des Alpes internes (selon R. BARBIER).

4.1.5. - Alpes

Faisons un rapide survol du Trias des diverses zones des Alpes (fig. 4).

4.1.5.1. - zones externes

Dans les massifs cristallins externes, de nombreuses observations ont permis d'identifier du Muschelkalk supérieur marin fossilifère (gisement de Champoléon, région de la Mure...) et de combattre l'hypothèse ancienne d'une zone émergée au Trias, à l'emplacement actuel de ces massifs. Toutefois, si les observations montrent des différences notables dans les séries triasiques, il faut plutôt penser à des accidents tectoniques qu'à des accidents stratigraphiques, le Trias ayant été une période de sédimentation très calme.

4.1.5.2. - zones internes (fig. 5)

- zone ultradauphinoise.

Cette zone a été peu charriée vers l'Ouest au moment des grands mouvements orogéniques et le Trias y est parautochtone. Le Trias supérieur présente de bons affleurements (exemple : Le Mont Charvin constitué par une immense masse de gypse renfermant des lentilles de schistes et grès à végétaux du Keuper moyen) ; par contre, le Trias inférieur est mal représenté et nulle part dans la zone ultradauphinoise on ne peut observer de série triasique complète.

- zone des brèches de Tarentaise

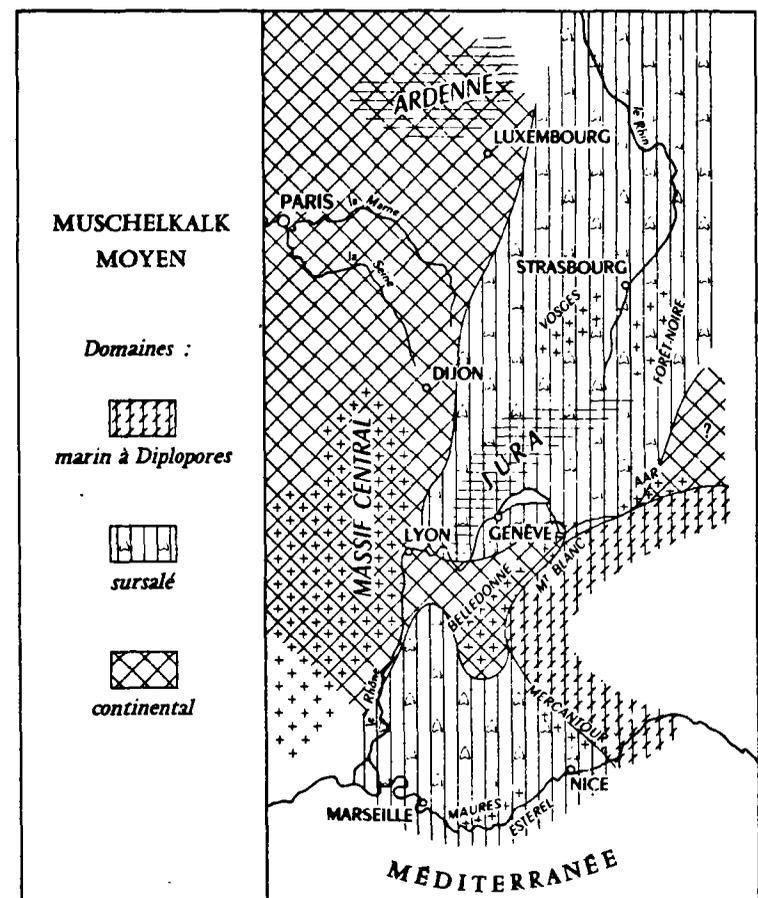
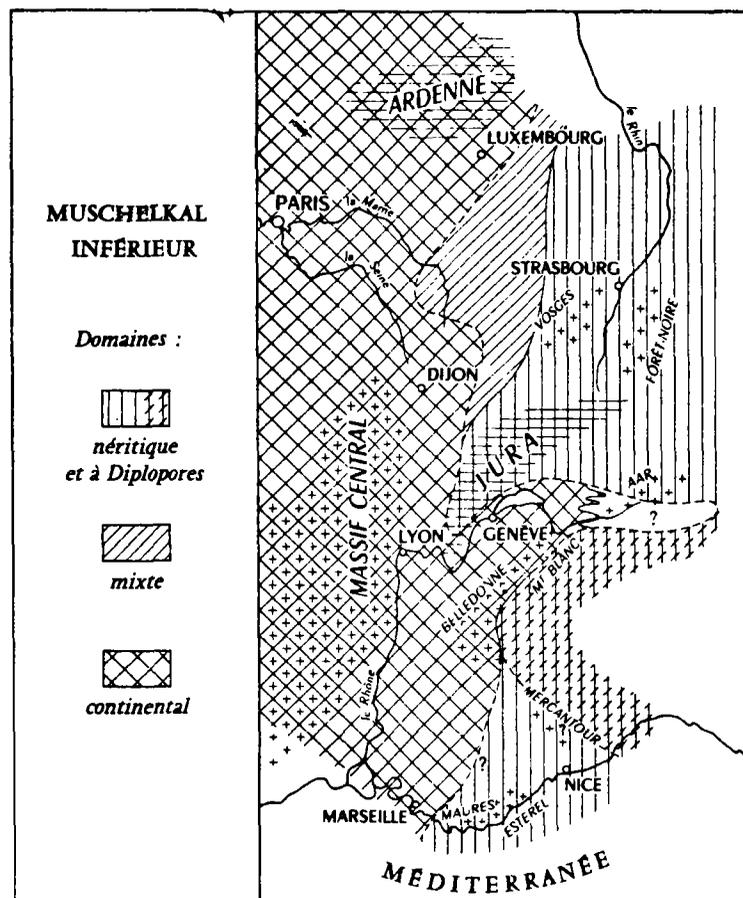
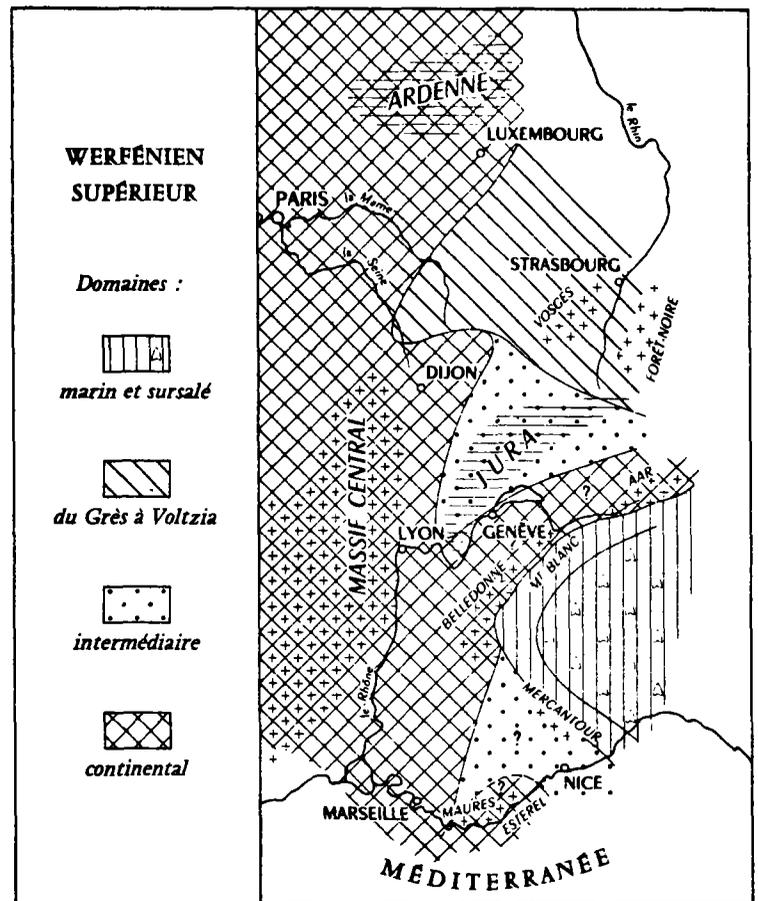
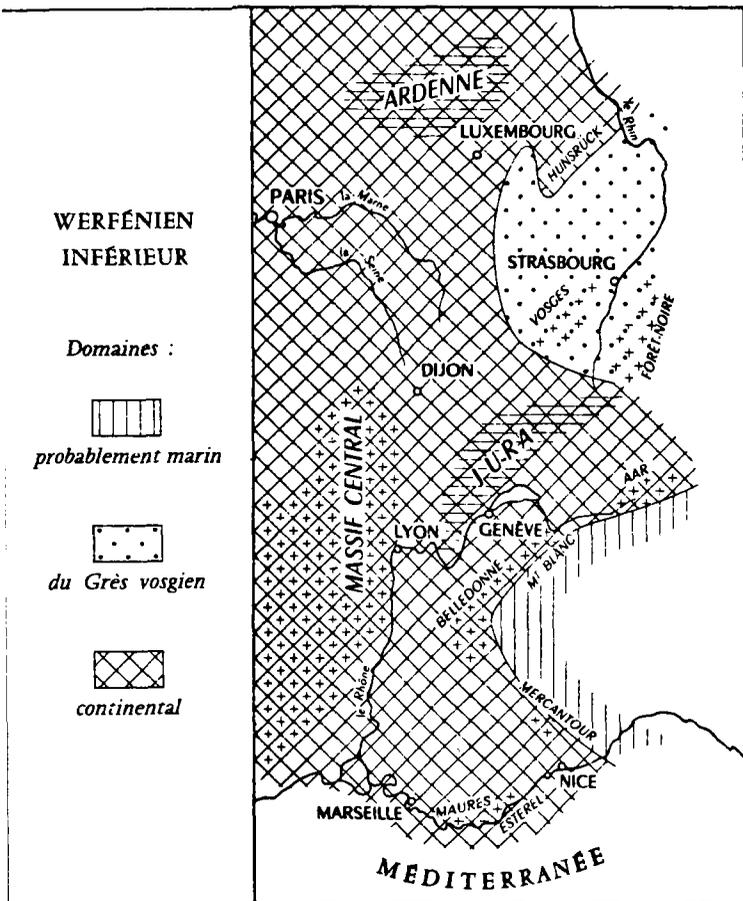
Le Trias supérieur présente des faciès voisins du faciès germanique, à savoir : gypse à la base, dolomie et argilite au sommet.

- zone subbriançonnaise

Les faciès du Trias inférieur et moyen sont inconnus dans cette zone. Le gypse et la cargneule sont au contraire très développés et, malgré les bouleversements tectoniques, semblent toujours être localisés dans le Trias supérieur ou en provenir. Le Trias supérieur se termine par une alternance de dolomie et d'argilite. Donc, là aussi, on constate des faciès voisins de ceux de Lorraine pour le Trias supérieur.

Fig.6 - Paléogéographie du Trias de l'est de la France

Jean RICOUR



- zone des gypses

Il s'agit de gypse extravasé et aucune série stratigraphique ne peut être établie.

- zone briançonnaise

M. ELLENBERGER y distingue deux types de Trias :

- . un Trias "local" autochtone comportant du gypse du Werfénien supérieur (d'épaisseur inconnue)
- . un Trias "exotique" formé de gypse et de cargneule, allochtone (masses de gypses de la Dent de Villalard, du lac de Tignes, Petit Mont-Blanc de Pralognan) contenant des lentilles de schistes et de grès, et dont les faciès ressemblent fort à ceux du Keuper lorrain.

M. ELLENBERGER pense que ces gypses exotiques proviennent de l'Est ; M. RICOUR penche plutôt pour une origine locale ; il n'est pas impossible que ces gypses représentent l'étage Carnien de cette région où, précisément, il est inconnu.

Du point de vue paléogéographique on peut conclure que, dès le Muschelkalk, il y avait un passage ininterrompu entre les mers germanique, alpine et provençale. Il faut abandonner la vieille hypothèse d'un seuil émergé vindélicien, à l'emplacement des massifs cristallins externes (fig. 6 et 7)

Exploitations :

Isère : Allevard, Vizille, Champ-sur-Drac, Venosc

Savoie : St-Jean-de-Maurienne, St-Avre-la-Chambre, Albertville.

Hautes-Alpes : Laragne.

4.1.6. - Languedoc-Roussillon

Dans le Lodévois et la région de Bédarieux, le Keuper argileux à lentilles de gypse affleure en de nombreux endroits.

Dans l'Hérault il était exploité à Creissan et Hérépian, dans l'Aude à Ornaisons. Dans les Corbières, le gypse est rencontré à : Thézan, Villesèque, Durban, Feuilla, Fitou, mais les amas les plus intéressants ont été exploités. Dans les Pyrénées orientales, il est exploité à Lesquerde ; dans le Gard, à Paillès (commune de Monoblet).

Fig.7 - Paléogéographie du Trias de l'est de la France

MUSCHELKALK SUPÉRIEUR

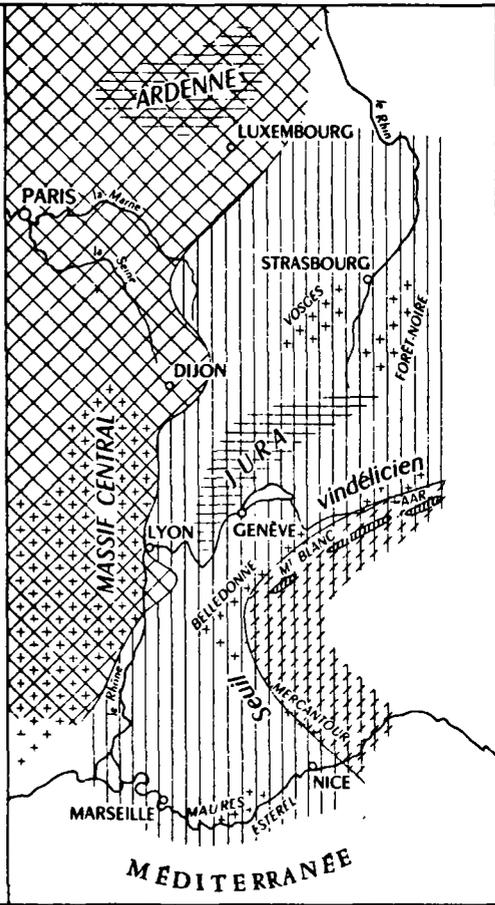
Domaines :

 marin à Diplopores

 de hauts fonds

 marin germanique

 continental



KEUPER INFÉRIEUR

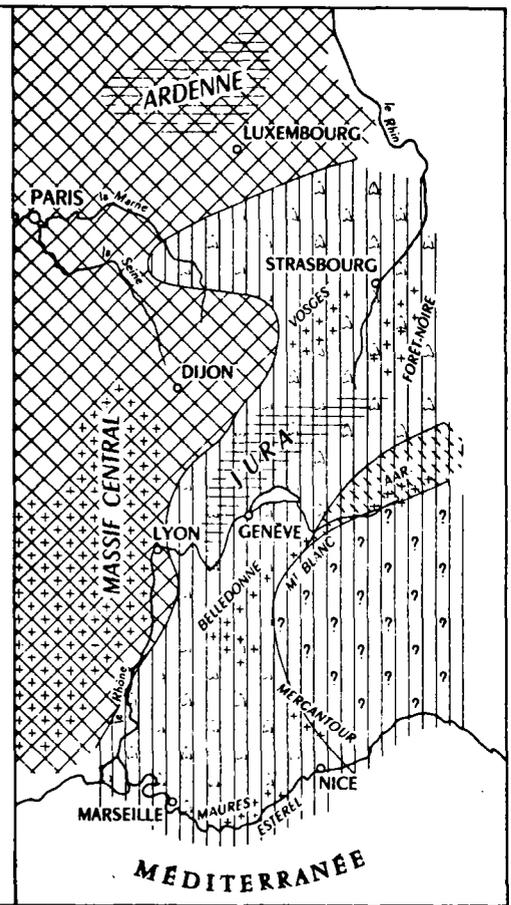
Domaines :

 sursalé ou marin

 sursalé

 sédimentation schisto-gréseuse

 continental



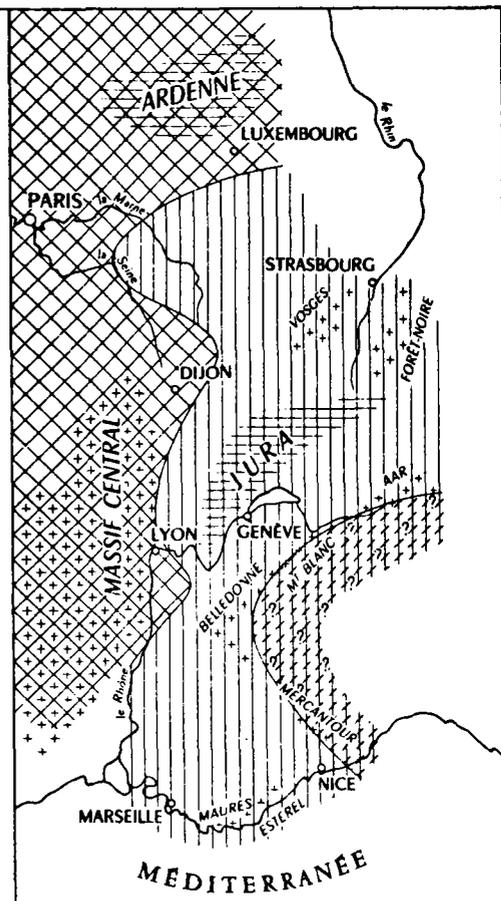
KEUPER MOYEN

Domaines

 alpin interne

 germanique

 continental



KEUPER SUPÉRIEUR

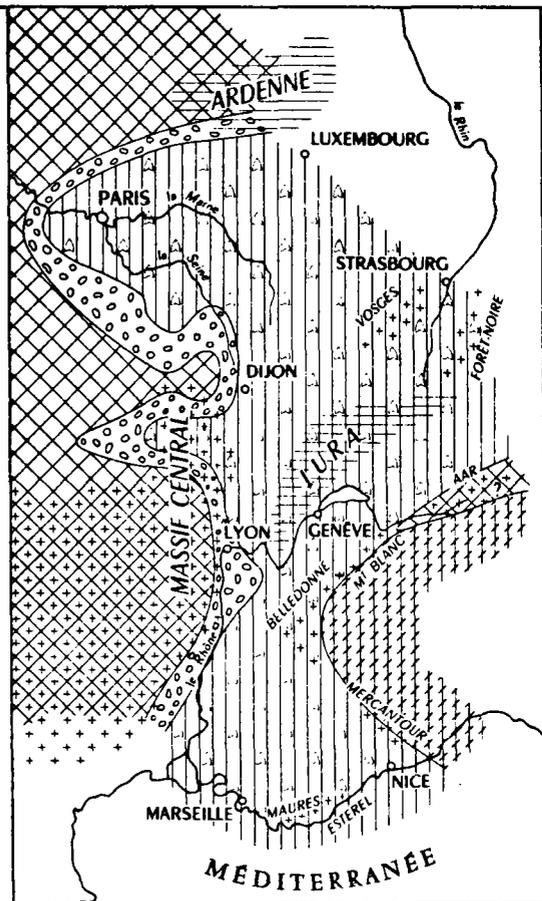
Domaines :

 norien

 keupérien salifère

 de sédimentation continentale

 continental



4.1.7. - Aquitaine

La transgression du Keuper s'est avancée jusque dans le Lot-et-Garonne, en déposant des argiles du type de Lodève avec passées de gypse. Mais c'est surtout la zone nord-pyrénéenne qui présente les gisements de gypse les plus intéressants. Les amas gypseux correspondent souvent à des injections dans des failles ou à des phénomènes de diapirisme accompagnant les mouvements tectoniques. En profondeur, il y a passage du gypse à de l'anhydrite.

Exploitations :

- | | |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Landes | : Ste-Marie-de-Gosse, Benesse, Mimbaste, Bastennes, Gaujacq... |
| Pyrénées-Atlantiques | : Urrugne, Salies-de-Béarn, Oraas, Léréen, Caresse, région S.E. de Larrau, Pontacq, Le Boudigau (mine ouverte pour la potasse) |
| Ariège | : région de St-Girons à Lacourt (exploitations souterraines)
région de Massat, Boussenac
région de Tarascon à Surba, Bédeilhac, Arnave. |

4.1.8. - Conditions d'exploitabilité du gypse triasique

Comme on l'a vu, tous les gisements de gypse du Trias passent à l'anhydrite en profondeur et ceci pour plusieurs raisons. P. LAFITTE (1952) a montré que, à pression normale et en présence d'eau, le gypse est stable à une température inférieure à 40° C (l'anhydrite étant stable pour une température supérieure à 40° C). Une augmentation de la pression - ce qui se produit en profondeur - avec possibilité de départ pour l'eau, entraîne un déplacement de l'équilibre vers les basses températures (3 à 5° C par 100 kg/cm²). La présence de divers ions en solution dans l'eau fait fortement baisser la température d'équilibre.

En fait, dans la plupart des cas, l'anhydrite est stable dans son gisement géologique, tant que l'homme (ou une érosion rapide) n'a pas perturbé les conditions de pression et de température.

Les gisements exploitables sont donc situés au-dessus d'une profondeur limite correspondant à la pression qui s'oppose à la transformation anhydrite-gypse. Il s'ensuit que la recherche du gypse ne doit pas se faire dans les zones où l'épaisseur des morts-terrains dépasse la profondeur limite. Celle-ci est variable, d'une région à une autre, avec la rapidité de l'érosion. Aussi les recherches doivent-elles se poursuivre suivant la verticale jusqu'à la première couche d'anhydrite non transformée.

A cette notion de profondeur-limite maximale, il faut ajouter celle de profondeur-limite minimale au-dessus de laquelle le gisement de gypse est détruit (dissolution avec formation possible de cargneules). Dans les Alpes, la tectonique est responsable de la complexité des gisements et, contrairement aux autres régions (Lorraine, Jura), on ne peut effectuer de reconnaissance du gypse uniquement à travers le toit. D'autres critères doivent être considérés, tel que celui de continuité directionnelle.

4.2. - Gypse jurassique

En Charente et Charente-Maritime, les seuls gisements de gypse exploitable proviennent des terrains à caractère lagunaire sursalé du Jurassique supérieur (faciès purbeckien du Portlandien). Ces terrains affleurent dans la boutonnière de l'anticlinal de Gemozac : île d'Oléron, Saint-Froult, Moëze (carte à 1/80.000 de La Rochelle) et dans la région de Saint-Hilaire - Matha Moulidars (carte à 1/80.000 d'Angoulême).

Le gypse saccharoïde, parfois fibreux, forme des bancs lenticulaires de 0,40 m à 2,50 m de puissance. Les formations gypseuses sont intercalées dans des marnes et argiles gris-noir renfermant quelques niveaux décimétriques de calcaires argileux.

Le gypse qui était autrefois exploité dans de nombreuses mais petites carrières est actuellement extrait de deux carrières situées en Charente :

- . Carrière des Clavauds sur la commune de Moulidars où le gypse est principalement représenté par deux niveaux : 1 banc de 1,20 m à la base et un autre, épais de 0,70 m à 1 m, situé à 2,30 m au-dessus du précédent.
- . Carrière de Champblanc sur la commune de Cherves-de-Cognac dans laquelle trois bancs de gypse de 0,70 m à 2,50 m d'épaisseur sont exploités.

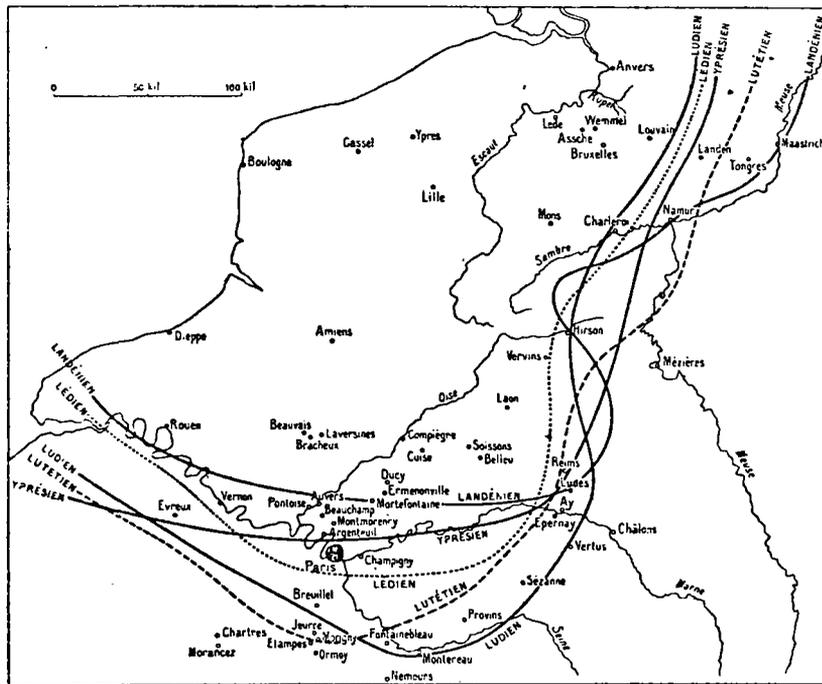


FIG. 8. — Carte indiquant les limites des transgressions marines dans le Bassin franco-belge pendant l'Eocène (d'après M. LERICHE; le Lutétien, d'après A. ABRARD).

Les limites indiquées correspondent au maximum de la transgression pour chaque étage; elles sont naturellement hypothétiques en partie, surtout pour l'E et pour l'W.

4.3. - Gypse tertiaire

4.3.1. - Bassin de Paris

4.3.1.1. - Origine

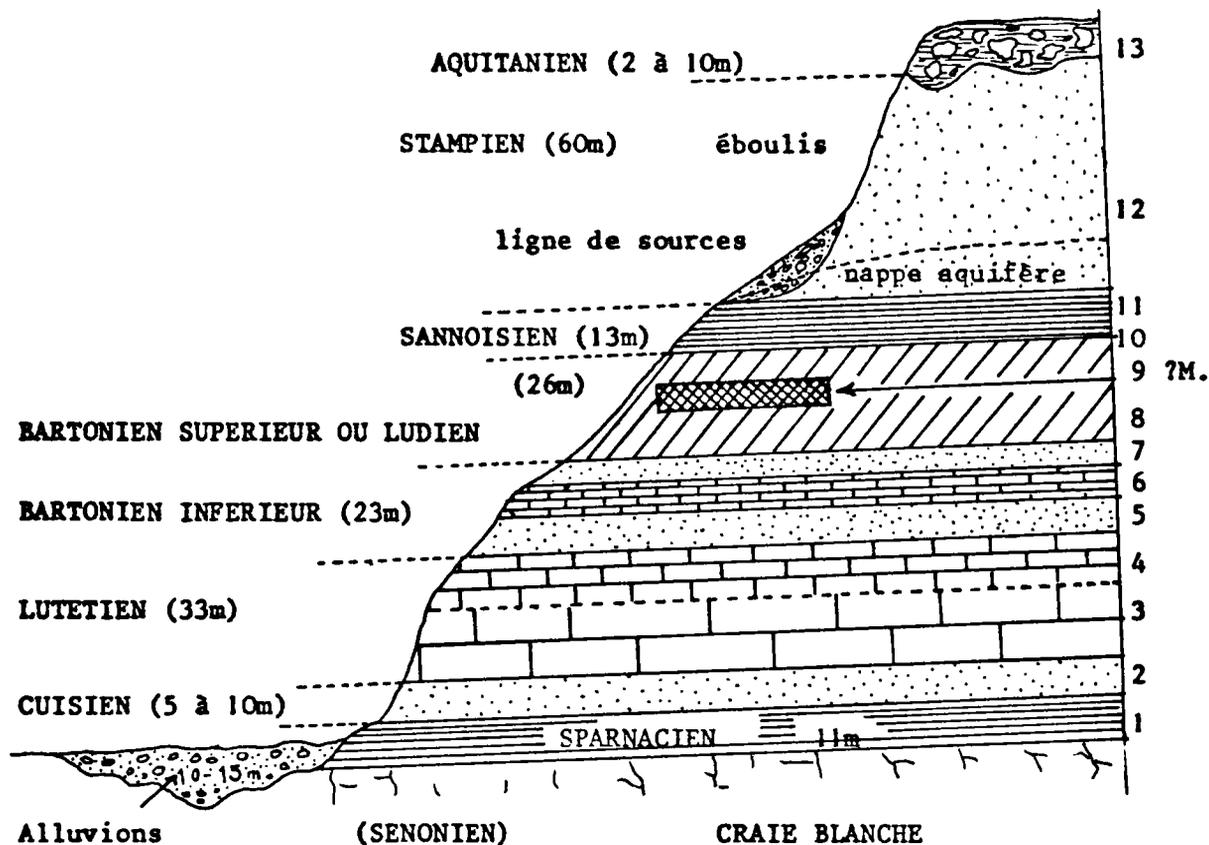
Le gypse exploité dans le Bassin de Paris est d'âge Ludien (Eocène supérieur). Cet épisode commence par une transgression marine à l'origine du dépôt des marnes à *Pholadomya ludensis* qui s'étendent vers l'Est jusqu'aux environs de Reims. Puis, au centre du bassin subsident, s'établit un régime lagunaire où alternent les couches de gypse et les couches de marnes qui passent latéralement, vers l'Est et vers le Sud, respectivement au calcaire de Champigny et au calcaire de Château-Landon (fig. 8).

Depuis la fin du 18^e siècle, de nombreuses hypothèses ont été formulées quant à l'origine du gypse du Bassin de Paris (hypothèses marine, geysérienne, lacustre, biologique). Actuellement plusieurs hypothèses sont encore proposées :

M. FONTES admet une origine marine aux marnes à *Pholadomya ludensis*, mais les faciès ludiens sus-jacents sont présentés comme essentiellement continentaux avec des rares incursions marines. Divers résultats isotopiques ($^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$, $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$), minéralogiques (nature de la phase argileuse), géochimiques (teneur en bore), convergent pour indiquer une sédimentation chimique placée sous la dépendance des apports continentaux dans une ambiance dépourvue des marques de sursalure que révèle ordinairement le bore. L'examen des isotopes du soufre dans les gypses ($^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$), l'étude des minéraux lourds contenus dans le gypse et dans les marnes intercalées, corroborent les résultats précédents et plaident pour un dépôt consécutif à la mobilisation d'un gisement évaporitique préexistant, en l'occurrence le Trias lorrain. En résumé, le gypse du Bassin de Paris proviendrait d'un lessivage par les eaux douces du gypse triasique de Lorraine, suivi d'une nouvelle précipitation.

Cette dernière hypothèse sur une origine continentale peut être rapprochée de celle formulée par M. TRAUTH ; celui-ci pense que le gypse ludien proviendrait plutôt d'un lessivage du gypse antéludien du Bassin de Paris avec, ensuite, dépôt sur place. Donc il n'y aurait pas eu transport, contrairement à l'hypothèse de M. FONTES. Cette origine antéludienne présente l'avantage d'expliquer l'absence de matériaux détritiques dans le gypse ludien.

Fig. 9 - Coupe géologique schématique de la Butte de l'Hautil



LEGENDE

- 1- argiles
- 2- Sables de Cuisse
- 3- Calcaire massif
- 4- Calcaire en bancs
- 5- Sables de Beauchamp et d'Auvers
- 6- Calcaire de St Ouen
- 7- Sables de Monceau
- 8- Marnes infragypseuses
- 9- Gypse
- 10- Marnes supragypseuses
- 11- Argiles & marnes
- 12- Sables de Fontainebleau
- 13- Meulière de Beauce.

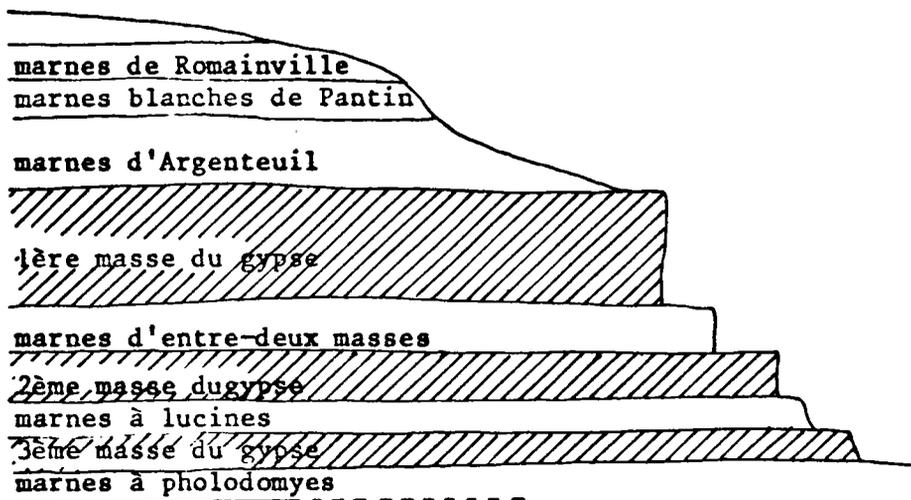


Fig. 10 - Coupe des 3 masses de gypse

Mme SABOURAUD a montré, dans les cristaux de la 2ème masse du gypse parisien, la présence d'inclusions de chlorure de sodium et de brome. Aussi penche-t-elle pour un milieu générateur salin marin, sans toutefois exclure la possibilité d'apports continentaux.

4.3.1.2. - Description des gisements

Les meilleurs gisements de gypse se localisent au centre du bassin où ils se présentent en trois couches superposées ou masses, entre lesquelles s'intercalent des marnes. C'est au centre également que la qualité et l'épaisseur des masses sont les meilleures ; de plus, on y rencontre une 4ème masse de gypse sous les marnes à *Pholadomya ludensis*. En fait, les 3ème et 4ème masses ne sont que très rarement exploitées pour des raisons de qualité, d'épaisseur et d'inondations saisonnières.

Les principales carrières sont ouvertes dans les fameuses buttes témoins de l'Hautil, de Cormeilles, de Montmorency, de l'Isle-Adam, de Carnelle, de Belleville, Vaujours, Crégy-les-Meaux...

On y observe la coupe suivante : Fig.9

Fig.10

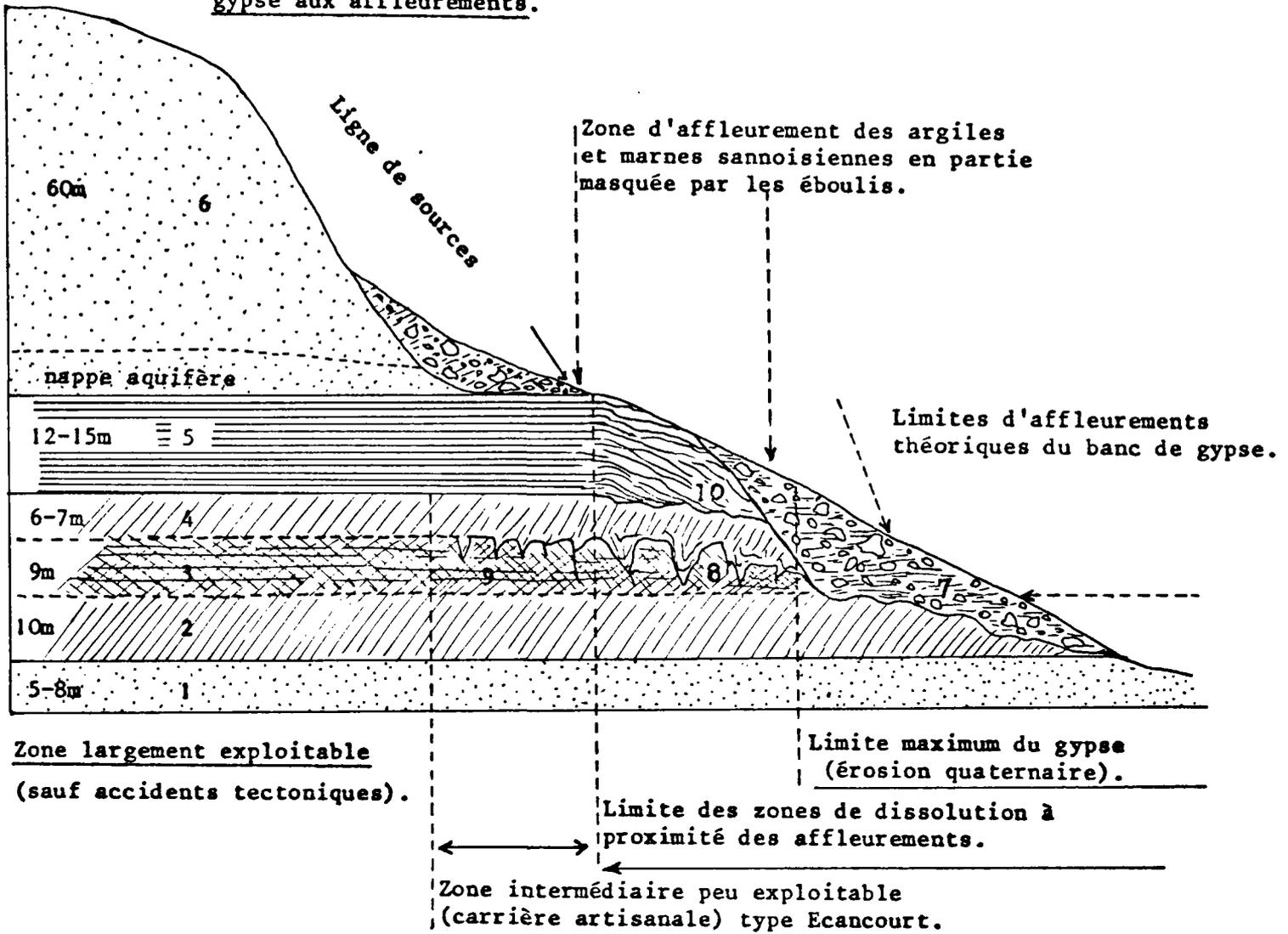
La première masse ou haute masse est la plus importante tant en qualité qu'en épaisseur : 15 m en moyenne d'un gypse saccharoïde compact et homogène.

Épaisseurs de la haute masse du gypse en divers endroits :

. massif de Taverny	: 8 à 12 m
. massif de Montmorency	: 15 - 18 m
. butte de Nerville	: 5 m
. " d'Ecouen	: 12 m
. " de Montmagny	: 11 - 12 m
. " de Montigny	: 15 - 18 m
. " de Cormeilles	: 17 m
. " de Sannois	: 16 m
. " d'Argenteuil	: 15 - 19 m
. " de Vaujours	: 15 - 20 m

On peut évaluer à 23.000 ha la superficie techniquement exploitable de la première masse en considérant l'extension des marnes vertes de Romainville, écran imperméable assurant la protection du gypse contre les effets de dissolution par les eaux d'infiltration. Sauf accidents locaux, imprévisibles sans étude détaillée de chaque gisement, on peut penser qu'à l'intérieur de

Fig.11 - Coupe schématique du Ludien, montrant la disparition du gypse aux affleurements.



LEGENDE

- 10) Zone fissurée (marnes supragypseuses) avec éboulements d'argile sannoisienne favorisant la pénétration des eaux.
- 9) Zone de gypse fissuré avec faible tassement plus ou moins ouvert avec remplissage d'argile supragypseuse.
- 8) Effondrement du toit par dissolution du gypse.
- 7) Eboulis et Limons quaternaires.
- 6) Sables de Fontainebleau.
- 5) Marnes et argiles sannoisiennes.
- 4) Marnes bleues supragypseuses.
- 3) Banc de gypse.
- 2) Marnes infragypseuses.
- 1) Sables verts de Monceau.

la zone ainsi définie par les limites d'affleurements des marnes vertes les trois masses de gypse sont homogènes, régulières et non altérées (Fig.11)

Divers sondages confirment la disparition du gypse près de la surface ; aussi est-il prudent de limiter l'extension du gypse exploitable non seulement aux marnes vertes mais, mieux, au talus que forment les sables de Fontainebleau dans la topographie.

Sur les 23.000 ha de gypse susceptible d'être exploité, 2.300 ha sont déjà exploités en carrières à ciel ouvert ou souterraines. La première masse, comme nous l'avons signalé, est la plus favorable à l'exploitation car épaisse, régulière, homogène. La seconde masse l'est beaucoup moins car elle comporte de nombreuses intercalations de gypse pied d'alouette et de lits marneux. La 3ème masse, moins épaisse, a été rarement exploitée et ne l'est plus actuellement.

4.3.1.3. - Conditions d'exploitation

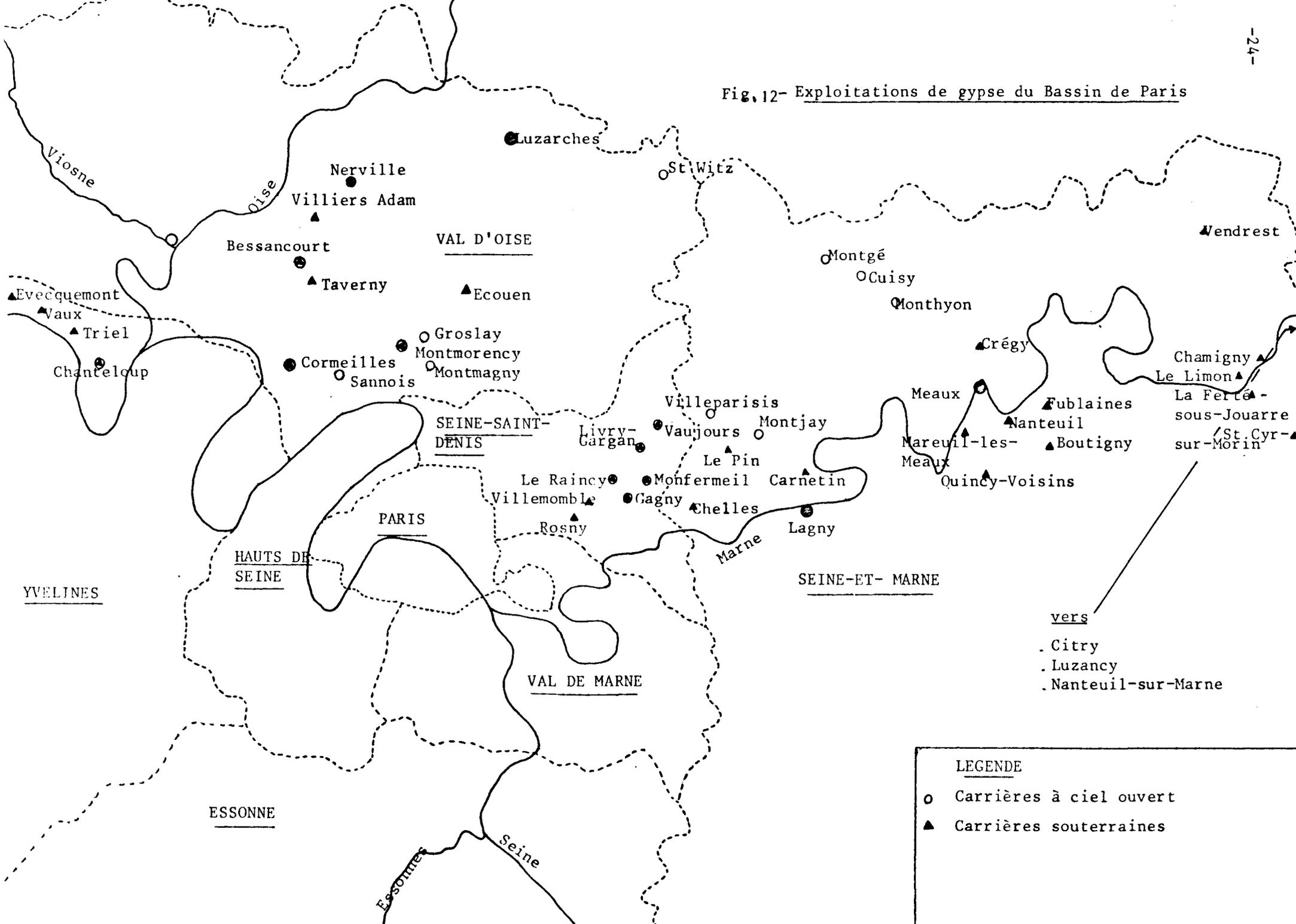
La protection des forêts en tant qu'espaces verts publics, proposée au Plan d'aménagement de la région parisienne, risquait de stériliser d'importantes réserves de gypse ; aussi, une réglementation particulière a été élaborée pour ne pas entraver l'exploitation. Elle fait l'objet de l'annexe M (gisements naturels) au Plan d'aménagement et d'organisation générale de la région parisienne (PADOG).

Le contrat de concession impose (cas de la commune de Port-Marion) :

- . la remise en place immédiate de l'assiette du boisement après extraction.
- . une garantie quant à la pérennité du peuplement forestier.
- . le maintien ultérieur de la stabilité de la surface.

La méthode d'exploitation qui semble s'adapter le mieux à ces contraintes est celle du foudroyage dirigé, méthode pratiquée à Port-Marion.

Fig. 12- Exploitations de gypse du Bassin de Paris



LEGENDE

- o Carrières à ciel ouvert
- ▲ Carrières souterraines

Cette méthode consiste à "provoquer l'éboulement des vides de l'exploitation suivant une ligne imposée par l'exploitant et à l'instant choisi par lui". Son but, outre la conservation de la surface des terrains, est d'assurer la sécurité en évitant les effondrements localisés qui peuvent entraîner la formation de vastes cratères jusqu'à la surface (fontis) ou une invasion de la carrière par les marnes supragypseuses, les sables de Fontainebleau et l'eau de la nappe de l'Oligocène.

Remarque : Attention aux répercussions possibles de cette méthode de foudroyage sur les sources voisines.

En dehors de ces obligations visant à protéger l'environnement, l'exploitation ne peut être envisagée que si l'épaisseur de la masse est supérieure à 5 m, surtout si les autres masses sont sans intérêt économique. En surface, il faut compter sur un gisement au moins égal à 15 km², en défalquant les zones déjà exploitées et les zones d'habitation. Dans le cas d'une carrière à ciel ouvert, la découverte non utilisable doit être minimale et toujours inférieure à l'épaisseur de la masse à exploiter.

Dans le cas d'une carrière souterraine, la présence de morts-terrains marneux nécessite de garder le toit dans le gypse lui-même ; aussi faut-il que la masse présente une bonne régularité.

Enfin, au point de vue chimique, le gypse doit présenter des teneurs faibles en CO₃Ca, SiO₂ et Al₂O₃ et ne pas contenir d'impuretés (Fe₂O₃, Na Cl, anhydrite, bitume).

Principales exploitations du gypse du Bassin de Paris (Fig.12)

carrières souterraines

carrières à ciel ouvert

SEINE-et-MARNE (77)

Crégy-les-Meaux
Chelles
Le Pin
Montjay-la-Tour
Carnetin
Mareuil-les-Meaux
Nanteuil-les-Meaux
Fublaines
Quincy-Voisins
Boutigny

Montgé
Cuisy
Monthyon
Villeparisis
Montjay-la-Tour
Citry

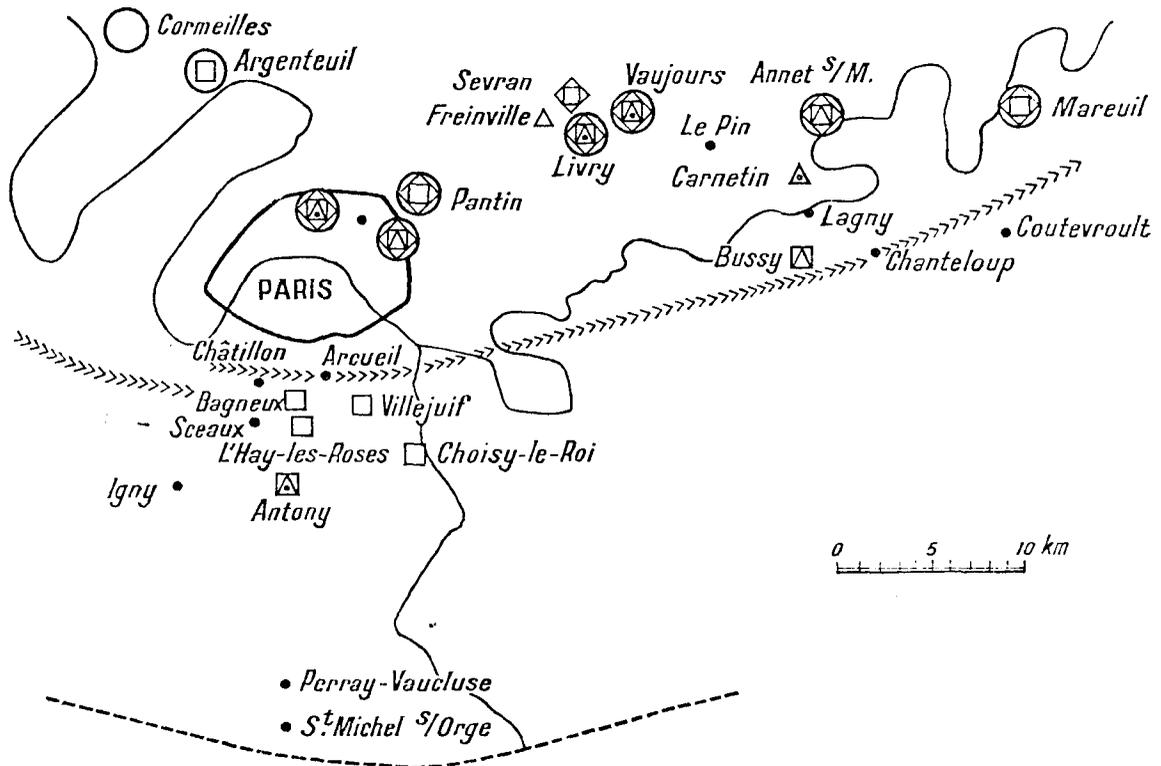


FIG. 13 -- Carte montrant la conservation du gypse.

● : dans le Lutétien ; Δ : dans les Sables de Beauchamp ; □ : dans le calcaire de Saint-Ouen ; ◇ : dans les Sables de Monceau ; ○ : dans la 4^e masse. >>> : anticlinal de Meudon ; - - - : synclinal de l'Eure.

carrières souterraines

carrières à ciel ouvert

SEINE-et-MARNE (suite)

Vendrest
Nanteuil-sur-Marne
Le Limon
Luzanay
Chamigny
La Ferté-sous-Jouarre
St-Cyr-sur-Morin
Citry

YVELINES (78)

Evecquemont
Vaux-sur-Seine
Triel-sur-Seine
Chanteloup-les-Vignes
Villennes-sur-Seine

Chanteloup-les-Vignes

SEINE-ST-DENIS (93)

Rosny-sous-Bois
Villemomble
Montfermeil
Le Raincy
Livry-Gargan
Vaujours

Gagny
Montfermeil
Le Raincy
Livry-Gargan
Vaujours

VAL D'OISE (95)

Nerville-la-Forêt
Villiers-Adam
Bessancourt
Taverny
Montmorency
Ecouen
Villiers-le-Bel

Nerville-la-Forêt
Bessancourt
Montmorency
Sannois
Cormeilles-en-Parisis
Groslay
Montmagny

4.3.1.4. - Autres formations gypseuses du Bassin de Paris

Outre le gypse ludien, le Bassin de Paris recèle d'autres formations gypseuses éocènes, antéludiennes, dans plusieurs horizons allant des marnes et caillasses du Lutétien jusqu'à la 4ème masse de gypse. On a pu observer ce gypse antéludien en de nombreux endroits, grâce à des sondages. Il se présente en bancs nombreux, peu épais et irréguliers. Il n'est pas exploitable. (Fig.13).

Sondage de Mareuil-les-Meaux effectué en 1934 dans une plâtrière à partir de la 2ème masse :

Sol vers + 95,00 m

- Ludien inférieur : 9,20 m (95,00 à 85,80 m) :

21. Base de la 2ème masse du gypse -----	0,90 m
20. Marnes à <i>Lucina inornata</i> -----	2,25
19. 3ème masse du gypse -----	2,90
18. Marnes à <i>Pholadomya ludensis</i> , à inclusions gypseuses -----	2,35
17. 4ème masse du gypse -----	0,80

- Sables de Monceau : 1,30 m (85,80 à 84,50 m) :

16. Marne grise -----	0,15
15. Gypse saccharoïde -----	0,60
14. Marne dure, magnésienne -----	0,20
13. Marne verdâtre -----	0,35

- Calcaire de Saint-Ouen : 13,00 m (84,50 à 71,50 m) :

12. Marne jaune à rognons de silex -----	3,50
11. Marnes blanches avec quelques petits bancs de silex -----	3,90
10. Marne et gypse -----	0,15
9. Gypse saccharoïde -----	0,55
8. Marnes blanches et brunes -----	0,15
7. Gypse saccharoïde -----	0,60
6. Silex -----	0,10
5. Gypse saccharoïde -----	0,35
4. Marne brune -----	0,10
3. Marne blanche -----	0,45
2. Marnes dures magnésiennes -----	0,55
1. Gypse saccharoïde avec filets marneux ----	1,60

On remarque, dans ce sondage, la présence de la 4ème masse d'un banc de gypse dans les Sables de Monceau ; le Calcaire de Saint-Ouen dont la base n'a pas été atteinte comporte 5 niveaux gypseux d'une épaisseur totale de 3,25 m intercalés dans la moitié inférieure de l'assise.

4.3.2. - Vaucluse - Aude

Dans le Vaucluse, on peut attribuer certaines lentilles de gypse exploitées (Mormoiron, Mazan) à l'Eocène. Ce sont des gypses feuilletés, contenant dans leur masse de rares silex en lits ainsi que de petits bancs d'argile smectique. Leur épaisseur est variable, 50 m environ à Mormoiron, 80 m plus au Sud. Ces lentilles sont discontinues du fait de l'existence de failles.

Dans la région de l'Isle-sur-la-Sorgue, d'autres lentilles sont exploitées et dateraient de l'Oligocène. Elles présentent un caractère constant : leur toit est constitué par un banc de calcaire de 30 cm environ compris entre des lits d'argiles smectiques. Ces lentilles sont quelquefois interrompues par des failles. Dans l'Aude le gypse exploité à Portel est également attribué à l'Oligocène.

V - EVALUATION DES RESSOURCES FRANCAISES DE GYPSE - CONCLUSION

Cette étude documentaire a permis de signaler les différents gisements de gypse exploités en France et de préciser, plus ou moins bien selon les secteurs, leurs caractéristiques.

On notera que le gypse est un matériau soluble à l'affleurement sous notre climat actuel ; les couches gypseuses sont donc rarement bien visibles en surface ; l'extension réelle des gisements affleurant est donc difficile à déterminer. A fortiori, l'indétermination est encore plus grande (sauf étude particulière) lorsque les gisements sont entièrement masqués par un recouvrement.

Pour des couches assez régulières telles celles rencontrées dans le Tertiaire du Bassin de Paris, et en raison du nombre important d'ouvrages ayant recoupé le gypse, il est possible d'avoir une idée de l'ordre de grandeur des ressources. En estimant à 5 m en moyenne l'épaisseur totale des différentes masses de gypse (et ce chiffre est très probablement inférieur à la réalité), le volume des ressources en place atteindrait 1 milliard de mètres cubes ; pour passer au volume réellement exploitable, il faudrait encore tenir compte des contraintes d'ordre technique d'une part, des contraintes d'occupation des sols et d'environnement, d'autre part.

En Alsace, en Lorraine, dans le Jura, sur les bordures du Massif central et dans les Charentes, les couches de gypse sont encore relativement régulières mais leur extension n'est pas assez bien connue pour que l'on puisse avancer un ordre de grandeur des ressources. Dans ces régions s'ajoute d'ailleurs une autre incertitude sur la qualité du matériau, le gypse pouvant passer à de l'anhydrite, notamment en Lorraine et dans le Jura.

Enfin, les gisements de gypse de Provence, des Alpes et de la bordure nord-pyrénéenne sont le plus souvent tectonisés, donc irréguliers ; leur extension est souvent mal connue ; les épaisseurs peuvent être très irrégulières et le gypse passe à de l'anhydrite à une profondeur qu'il est difficile de prévoir ; toutes raisons qui rendent impossible une évaluation même très grossière de l'ordre de grandeur des ressources.

Au total, les ressources en gypse exploitable de la France sont certainement très importantes. Un dépouillement complet des sondages et la visite des exploitations permettraient de préciser l'importance des ressources dans les secteurs où les couches sont régulières et puissantes. Par contre, pour les gisements lenticulaires et les gisements liés à la tectonique, l'évaluation de leurs réserves est pratiquement impossible sans travaux de reconnaissance.

BIBLIOGRAPHIE

- ARNOULD (M.) et LE GUILLOU (P.), 1967. - Sur les cavités souterraines de dissolution dans les marnes et caillasses du Lutétien supérieur de la région parisienne. *C.R. Ac. Sc.*, t. CCLXV, n°D.25, p. 1864 - 1866.
- BARFETY (J.C.), 1971. - Etude géologique du gisement de gypse de St-Martin-de-la-Porte (Savoie). *Rapport B.R.G.M.*, 71 SGN 109 JAL.
- BERTON (Y.) et RAMPON (G.), 1969. - Répercussions possibles de l'exploitation du gypse des plâtrières de Taverny et Bessancourt sur la source Méry à St-Leu-la-Forêt (Val d'Oise). Note préliminaire. *Rapport B.R.G.M.*, 69 SGL 180 BDP.
- BERTON (Y.) et TOUTIN (N.), 1966. - L'anhydrite en France. Ses utilisations. *Rapport B.R.G.M.*, DS 66 B5.
- BONTE (A.), 1963. - Conditions d'exploitabilité des gypses du Keuper. *Mém. B.R.G.M.*, Fr., n°15, p.661 - 665.
- BOURCART (J.) et RICOUR (J.), 1952. - Une hypothèse sur les conditions de sédimentation des niveaux salifères du Trias. *C.R.somm. S.G.F.*, n°3, p.37-38.
- BOURCART (J.) et RICOUR (J.), 1954. - Essai sur les conditions de sédimentation des niveaux salifères du Trias. *19e Congr. géol. intern.*, Alger 1952, C.R. section XIII, p. 35-47.
- BRICON (C.) et DAMIANI (L.), 1963. - Nomenclature des gisements de gypse du Trias français. *Mém. B.R.G.M.*, Fr., n°15, p.655-660.
- BRICON (C.) et DESTOMBES (J.P.), 1959. - Etude de géologie détaillée des gisements de gypse de la S.A. des Plâtrières du Vaucluse à l'Isle-sur-la-Sorgue (Vaucluse). *Rapport B.R.G.M.*, A 1423.
- BRICON (C.) et DESTOMBES (J.P.), 1964. - Les "Calottes" : gisements de gypse oligocène du Vaucluse. *Mém. B.R.G.M.*, n°28, p.515-516.
- BRICON (C.), DESTOMBES (J.P.) et RICOUR (J.), 1961. - Etude du gisement de gypse de Champ-sur-Drac (Isère) et de ses prolongements. Rapport complémentaire. *Rapport B.R.G.M.*, A 1886.
- BRICON (C.) et DREAN (Ph.), 1965. - Réserves de pierres à plâtre du bassin de Paris. *Rapport B.R.G.M.*, DS 65 A 51.
- BRICON (C.) et TOUTIN (N.), 1966. - Le gypse et le plâtre. *Rapport B.R.G.M.*, DS 66 B 38.
- BULARD (P.F.). - Origine des gypses ; leur rôle dans les Alpes. *Dipl. étud. sup.*, S.L., (s.d.), non pag. (19 p.).
- BUROLLET (P.), 1963. - Présentation de quelques documents d'interprétation du Trias d'Aquitaine. *Mém. B.R.G.M.*, n°15, p.309-319.
- CAVELIER (C.), 1963. - Le gypse du massif de Taverny (Seine-et-Oise). Etude géologique préliminaire. *Rapport B.R.G.M.*, DS 63 A 122.

- CORROY (G.), 1963. - Trias de Provence orientale. *Mém. B.R.G.M.*, n°15, p.177-186.
- DAMIANI (L.), 1962. - Reconnaissance préliminaire des gisements de gypse de Gillette et de Lantosque (Alpes-Maritimes). *Rapport B.R.G.M.*, DS 62 A 58.
- DEBELMAS (J.) et LEMOINE (M.), 1963. - Etat actuel de nos connaissances sur la stratigraphie du Trias dans le Briançonnais sensu-stricto. *Mém. B.R.G.M.*, n°15, p. 232-242.
- DESTOMBES (J.P.), 1958. - Gypses de la Sté des Plâtrières du Vaucluse à l'Isle-sur-la-Sorgue (Vaucluse). *Rapport B.R.G.M.*, A 1379.
- DESTOMBES (J.P.), 1960. - Inventaire sommaire des ressources en gypse de la région nord-pyrénéenne. *Rapport B.R.G.M.*, GEO 63.
- DESTOMBES (J.P.), 1962. - Description géologique du bassin oligocène de Manosque-Forcalquier, Luberon oriental. *B.S.G.F.*, t. LVIII, n°266, 107 p.
- DESTOMBES (J.P.), 1963. - Trias cévenol aux environs d'Alès. *Mém. B.R.G.M.*, n°15, p.187-193.
- DESTOMBES (J.P.) et RICOUR (J.), 1959. - Recherche de gypse au nord du Massif central. *Rapport B.R.G.M.*, A 1541.
- DESTOMBES (J.P.) et RICOUR (J.), 1960. - Etude du gisement de gypse de Champ-sur-Drac (Isère). Rapport préliminaire. *Rapport B.R.G.M.*, A 1730.
- ELLENBERGER (F.), 1950. - Sur les gypses de la Vanoise. *C.R. somm. S.G.F.*, n°15, p.265-267.
- ELLENBERGER (F.), 1963. - Trias à faciès briançonnais de la Vanoise et des Alpes occidentales. *Mém. B.R.G.M.*, n°15, p.215 - 231.
- FEUGUEUR (L.), 1957. - Recherche sur l'extension du gypse dans la butte de l'Hautil (Seine-et-Oise). *Rapport B.R.G.M.*, A 1131.
- FEUGUEUR (L.), 1961. - Etude de l'extension du gypse exploitable dans la butte de l'Hautil (Seine-et-Oise). Résultats d'une campagne de sondages mécaniques de reconnaissance exécutée par la C.G.G. en 1960. *Rapport B.R.G.M.*, A 1754.
- FEUGUEUR (L.), 1962. - Etude de l'extension du gypse dans la zone sud-est de la butte de l'Hautil (Seine-et-Oise). *Rapport B.R.G.M.*, DS 62 A 76.
- FONTES (J.Ch.), 1968. - Le gypse du bassin de Paris. Historique et données récentes. *Mém. B.R.G.M.*, n°58, p.359-386.
- GIGNOUX (M.), 1960. - Géologie stratigraphique, 5e éd. Paris, Masson.
- GOGUEL (J.), 1950. - Géologie de la France. Paris, Presses Univ. Fr. ("Que sais-je?").
- GOUVERNET (Cl.), 1963. - Trias de Provence occidentale. *Mém. B.R.G.M.*, n°15, p.165-176.
-

- LABOURGUIGNE (J.), MEGNIEN (Cl.) et RAMPON (G.), 1972. - Etude de la répartition géographique du gypse antéludien et des risques engendrés par sa dissolution dans le nord-est de la région parisienne (résumé). *Rapport B.R.G.M., 72 SGN 078 BDP.*
- LAFITTE (P.), 1952. - Limites de stabilité de l'anhydrite. *Ann. Ponts et Chaussées, n°6, p. 709-716.*
- LAUGIER (R.), 1963. - Trias de faciès germanique en Lorraine. *Mém. B.R.G.M., n°15, p. 39-65.*
- MAUBEUGE (P.L.), 1962. - Les données actuelles sur l'extension du bassin salifère lorrain. *Bull. Soc. Lorraine Sci., t.II, n°1, p. 62-102.*
- MORET (L.), 1955. - Précis de géologie. *Paris, Masson.*
- POMEROL (Ch.) et FEUGUEUR (L.), 1968. - Bassin de Paris, Ile-de-France. *Guides Géologiques régionaux, Paris, Masson.*
- RICOUR (J.) , 1952. - A propos de la "chaîne vindélicienne". *C.R.S.G.F., n°12, p.242-244.*
- RICOUR (J.) , 1953. - Note préliminaire sur le Trias de la région de Lons-le-Saunier (Jura). *C.R. somm. S.G.F., n°15-16, p.339.*
- RICOUR (J.) , 1959. - Enseignements tirés de l'étude stratigraphique et paléogéographique du bassin de Paris à l'époque triasique. *Ann. Soc. géol. Nord, Fr., t. LXXIX, 1er livr., p.18-23.*
- RICOUR (J.) , 1960. - La genèse des niveaux salifères ; cas du Trias français. *Rev. Géogr. phys. Géol. dynam., Fr., t.III, n°3, p. 139-148.*
- RICOUR (J.), 1962. - Contribution à une révision du Trias français. *Mém. Carte Géol. Fr. (Thèse). p. 471*
- RICOUR (J.), BOURCART (J.) et LEVEQUE (P.), 1958. - Répartition et origine des sulfates du Trias rencontré par les sondages profonds du bassin de Paris. *C.R.Ac.Sc., t. CCXLVII, n°21, p. 1882-1885.*
- RICOUR (J.), et LIENHARDT (G.), 1954. - Les zones ultrahelvétiques du pourtour de la nappe de la Brèche (feuille d'Annecy au 80 000e). *Bull. Serv. Carte Géol. Fr., t.LII, n°241, (C.R. Collab. 1953), p.213-223.*
- SARROT-REYNAULD (J.), 1963. - Trias des zones externes des Alpes françaises. *Mém. B.R.G.M., n°15, p.205-213.*
- SERVAT (E.), 1963. - Observations sur le Trias de la bordure méridionale du Massif central. *Mém. B.R.G.M., n°15, p.275-291.*
- SOYER (R.), 1960. - Les zones gypseuses antéludiennes préservées de l'Ile-de-France. *B.S.G.F., t.II, n°2, p.145-151.*
- SOYER (R.), 1962.- Les dissolutions de gypses antéludiens dans le centre de l'Ile-de-France et leurs dangers pour les constructions . *B.S.G.F., t.III, n°5, (1961), p.432-436.*

- THEOBALD (N.) et LAUGIER (R.), 1963. - Trias des abords sud du Massif vosgien, du Jura, de la Bresse et de la périphérie du Massif central. *Mém. B.R.G.M.*, n° 15, p. 66-72.
- VERNET (J.), 1963. - Trias de la zone alpine externe des Alpes maritimes. *Mém. B.R.G.M.*, n°15, p. 194 - 201.
- VIDAL (V.), 1964. - Foudroyage dans l'exploitation de gypse de Port-Maron. *Ann. Mines, Fr.*, p. 823-846.
- Annuaire officiel U.N.I.C.E.M., 1971-1972. - *Edit. U.F.A.P., Paris.*
- Répertoire général de la production française, 1971-1972. "*Kompass-France*", 38e édit., *S.N.E.I., Paris.*
- Renseignements écrits de M. BOURGUEIL, consultant-carrière à l'annexe de Poitiers du Service géologique régional "Aquitaine".
- Renseignements oraux de M. CAVELIER, B.R.G.M. Orléans.

ANNEXE /PRODUCTION DES CARRIERES DE GYPSE EN 1971*(d'après les statistiques de l'Industrie minière)*

<u>BASSIN DE PARIS</u> -----		4 192 630 t
Seine-et-Marne ----- :	1 275 170 t	
Yvelines ----- :	1 118 560 t	
Seine-St-Denis ----- :	924 000 t	
Val-d'Oise ----- :	874 900 t	
 <u>EST</u> -----		164 914 t
Moselle ----- :	69 219 t	
Jura ----- :	80 445 t	
Haute-Saône ----- :	15 250 t	
 <u>ALPES</u> -----		112 500 t
Savoie ----- :	112 500 t	
 <u>PROVENCE</u> -----		860 508 t
Alpes-Maritimes ----- :	116 340 t	
Bouches-du-Rhône ----- :	234 750 t	
Vaucluse ----- :	509 418 t	
 <u>PYRENEES</u> -----		457 682 t
Pyrénées-Orientales -- :	10 000 t	
Aude ----- :	69 589 t	
Ariège ----- :	194 100 t	
Pyrénées-Atlantiques - :	98 300 t	
Landes ----- :	85 693 t	
 <u>OUEST</u> -----		138 360 t
Charente ----- :	138 360 t	
	<u>TOTAL</u>	5 926 600 t