



BRGM

BUREAU DE RECHERCHES  
GEOLOGIQUES ET MINIERES

74, Rue de la Fédération  
PARIS XV<sup>e</sup>

---

DIRECTION SCIENTIFIQUE  
DEPARTEMENT GEOLOGIE

---

---

LA QUESTION DES PHOSPHATES DU CRETACE SUPERIEUR  
DU BASSIN DE PARIS

par

C. CAVELIER

-----

DS. 63. A 34

-----

PARIS, le 18 Février 1963

# S O M M A I R E

<u>RESUME</u> .....	page	1
<u>INTRODUCTION</u> .....	"	3
<u>SITUATION GEOGRAPHIQUE DES GITES</u> .....		4
I/ Recensement des Gisements		
II/ Répartition Géographique des Gîtes		
<u>SITUATION GEOLOGIQUE DES GITES</u> .....	"	7
I/ Stratigraphie du Crétacé Supérieur du Bassin de Paris		
II/ Répartition des Gîtes dans la série Stratigraphique		
<u>DESCRIPTION GEOLOGIQUE DES GITES</u> .....	"	10
I/ Différents types de Gîtes		
II/ Exploitation des différents types de Gîtes		
III/ Conditions de formation des Gîtes		
IV/ Localisation des Gîtes		
<u>CARACTERISTIQUES DES PHOSPHATES</u> .....	"	15
I/ Pétrographie des Phosphates		
II/ Importance Economique des Gîtes		
III/ Tonnages extraits		
IV/ Utilisation des Phosphates du Bassin de Paris		
V/ Valorisation du Minerai		
<u>METHODES DE RECHERCHE</u> .....	"	22
I/ Historique de la Découverte des Phosphates du Bassin de Paris		
II/ Anciennes Méthodes de Recherche		
III/ Nouvelles Méthodes proposées		
IV/ Régions Favorables à la Recherche de Gîtes Nouveaux		
V/ Techniques de Recherches dans les Régions Favorables		
<u>CONCLUSIONS</u> .....	"	31

## A N N E X E S

I/ Répertoire des Gisements	
II/ Teneurs en $P_2 O_5$	
III/ Note Préliminaire sur l'Etude Tectonique du Crétacé Supérieur du Bassin de Paris	
IV/ Carte au 1/1.000.000	

## RESUME

Les recherches effectuées sur les gîtes phosphatés exploités dans le Bassin de Paris ont donné les résultats suivants :

- 1°/ Les gîtes de phosphates principaux sont localisés dans la craie, au sommet du Santonien et la base du Campanien.
- 2°/ Il existe trois types de gîtes souvent superposés. Ce sont de haut en bas : les poches de sables phosphatés, les couches de craie phosphatée et les phosphates sableux des chenaux.
- 3°/ Les phosphates du Bassin de Paris sont généralement à faible teneur (10 à 25 % de  $P_2 O_5$ ) mais ils n'ont jamais fait d'essais cohérents de valorisation. Les essais méritent d'être entrepris.
- 4°/ Les gîtes connus sont essentiellement localisés dans la bordure Nord du Bassin. Ils ont produit, entre 1886 et 1962, environ 16 millions de tonnes de produits variés.
- 5°/ La bordure Est et Sud Est du Bassin de Paris mérite de faire l'objet d'une recherche, l'absence de gîtes connus (à l'exception de celui de Sens qui a produit 600.000 tonnes) paraît due à une absence de prospection plutôt qu'à des conditions géologiques défavorables.

C. CAVELIER

NOTE DU DEPARTEMENT GEOLOGIE

Les conclusions de Mr. CAVELIER appellent les remarques suivantes, pour le programme futur des recherches :

- 1°/ Le Département Géologie estime qu'il a apporté des données suffisantes pour qu'un programme de recherches de gîtes phosphatés dans le Bassin de Paris puisse être établi, indépendamment de la poursuite de ses propres travaux.
- 2°/ Les travaux propres du Département Géologie consisteront dans l'étude de la stratigraphie détaillée du Crétacé Supérieur, ainsi que de sa tectonique et de sa paléogéographie, en vue de la recherche de gîtes phosphatés d'un type différent de celui des gîtes actuellement connus.

Dans un stade ultérieur les recherches seront poursuivies dans le Bassin d'Aquitaine.

Le Chef du Département Géologie

A. BLANCHOT

Vu et Approuvé, Le Directeur Scientifique

M. ROQUES

## INTRODUCTION

Le présent rapport ne prétend pas être exhaustif, il constitue une première synthèse des données connues sur les phosphates du Bassin de Paris, en vue d'orienter les recherches possibles.

Le détail des observations effectuées sur le terrain et les documents recueillis lors des recherches bibliographiques ou archivales seront rassemblés à posteriori en vue d'effectuer une synthèse pour chaque gisement (Documentation Substances Utiles).

Rappelons ici que cette première étude, inspirée et dirigée par Mrs. ROQUES et BLANCHOT, n'a été possible que grâce à un travail d'équipe; y ont participé ou y participent encore :

- Coordination générale :  
Mrs. CAVELIER, HORON, SLANSKY
- Documentation archives et bibliographie :  
Melle MERLET, Mrs. CAVELIER, VILLALARD
- Documentation terrain :  
Mrs. CAVELIER, FLORIN, VILLALARD
- Synthèse tectonique et paléogéographique :  
Mr. FLORIN
- Analyses chimiques :  
Laboratoire de chimie du B.R.G.M.
- Etudes micropaléontologiques :  
Mr. MARIE
- Etudes morphotectoniques :  
Mr. LUCAS
- Essais radon :  
Mrs. CAVELIER, DESFONTAINES, DUBREUIL, HORN
- Scintillométrie autoportée :  
Mrs. CAVELIER, LEVEQUE
- Scintillométrie héliportée :  
Mrs. CAVELIER, LORNE, VILLALARD.

## SITUATION GEOGRAPHIQUE DES GITES

### 1/ RECENSEMENT DES GISEMENTS

#### 1°/ Bibliographie et Archives

Aucune étude synthétique décrivant l'ensemble des gisements de craie phosphatée du Bassin de Paris n'a jamais été publiée, par contre, de très nombreuses notes d'intérêt variable, sont éparées dans des périodiques variés.

Le premier travail de documentation a donc consisté à recenser les publications relatives aux phosphates du Bassin de Paris (fiches bibliographiques) puis à les dépouiller (fiches substances utiles) et à localiser les données géographiques obtenues sur des cartes d'échelles variables.

A titre indicatif, signalons parmi les périodiques dépouillés les Compte-rendus de l'Académie des Sciences, le Bulletin de la Société Géologique de France, les Compte-rendus des Collaborateurs du Service de la Carte Géologique de la France, les Annales de la Société Géologique du Nord, les Annales des Mines, la Statistique de l'Industrie Minérale, le "Phosphate"...

La documentation recueillie à partir de la bibliographie a été complétée par un dépouillement (non achevé à ce jour) de Fichiers inédits et d'Archives; citons les Documentations spécialisées des Département "Information" et "Services Géologiques Régionaux" du B.R.G.M., de la Chambre de Commerce de Paris, les Archives de la Bibliothèque Nationale, de la Société Géologique de France et surtout du Service des Mines (Paris II, Douai, Béthune)...

A ce propos, restent spécialement à dépouiller : les Archives d'une partie des Subdivisions du Service des Mines et les Archives départementales.

Les résultats (actuels) de ce dépouillement se traduisent par :

- 312 fiches bibliographiques
- 138 fiches substances utiles
- 38 dossiers substances utiles

et portent sur 86 gisements de craie phosphatée dans le Bassin de Paris (11 d'âge Turonien et 75 d'âge Campanien).

#### 2°/ Etude des gisements sur le terrain

Pour compléter la documentation préalablement élaborée, un certain nombre de gisements, en particulier les plus importants, ont été visités. Très peu de carrières sont encore en activité : Hardivilliers (Oise), Beauval, Hallencourt, Nurlu, Templeux-le-Guérard, Ribemont sur l'Ancre, Pontru (Somme), Hargicourt (Aisne).

C'est à l'intérieur de ces exploitations, généralement importantes (mais souvent presque épuisées !) que les meilleures observations ont pu être effectuées. Par contre, les anciennes carrières à ciel ouvert sont généralement masquées par la végétation et les galeries des exploitations souterraines effondrées; cependant, quelques coupes ont pu être relevées : Dreuil-Hamel, Beauval, Terramesnil (Somme), Orville (Pas-de-Calais), Etaves et Bocquiaux, Landifay et Bertaignemont, Monceau-le-Neuf et Faucouzy (Aisne).

Ce travail qui n'est pas terminé a une grande importance pour guider la recherche future : il permet de récolter des échantillons pour la datation précise (micropaléontologie) et l'analyse (titres  $P_{205}$  minima). Par ailleurs, le recensement a permis de déterminer l'ampleur des anciens gisements (statistiques tonnages) la répartition géographique (influences de la tectonique, de la paléogéographie) et parfois le type de gîte.

## II/ REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES GITES

Les études précédentes ont permis de localiser les gisements dans l'espace. Dans l'optique d'une recherche future nous avons été amenés à reporter ces gîtes sur des cartes à différentes échelles :

1°/ Cartes de détail au 1/50.000 et parfois 1/20.000

2°/ Cartes d'ensemble au 1/500.000 et 1/1.000.000

Pour compléter ces cartes, nous avons porté les données géologiques connues d'après les cartes géologiques au 1/80.000 et 1/320.000 et des levés locaux parfois inédits.

Sur les cartes de détail, seule l'extension des terrains de même âge que les horizons phosphatés a été reportée de manière détaillée.

Sur les cartes d'ensemble le report a été synthétisé; on a différencié les terrains de même âge que les horizons phosphatés, les terrains antérieurs ("mur") et les terrains postérieurs ("Toit") (Voir Annexe IV carte au 1/1.000.000 ).

Les contours reportés sont limités à l'extension de la "Craie" (Crétacé supérieur) en ce qui concerne le mur et la base du Tertiaire en ce qui concerne le toit. A propos de ces derniers contours on notera que le critère géographique (et géologique) employé correspond pratiquement à la "Falaise de l'Île de France". Il est évident que les horizons crayeux contemporains du phosphate se poursuivent sous le Tertiaire, mais l'épaisseur de celui-ci (100 à 250 m) exclut à priori sinon les recherches, du moins une exploitation rentable; les nombreux forages de l'Île-de-France qui ont exploré la Craie n'ont d'ailleurs jamais fourni d'indices de phosphate.



En examinant l'Annexe 1 (Répertoire des gîtes) et l'Annexe IV (Carte au 1/1.000.000) on peut constater que des gîtes de phosphates de chaux d'âge Crétacé supérieur du Bassin de Paris se répartissent d'W en E dans les départements de l'Oise, de la Somme, du Pas-de-Calais, du Nord, de l'Aisne, des Ardennes et de l'Yonne.

La comparaison immédiate de la répartition géographique des gîtes connus avec les reports géologiques montrent que la totalité des gisements se répartit sur l'"auréole" du Crétacé supérieur qui ceinture l'Île-de-France tertiaire à laquelle on ajoutera le petit Bassin synclinal d'Orchies où les gîtes sont masqués par une couverture de terrains tertiaires.

SITUATION GEOLOGIQUE DES GITES

1/ STRATIGRAPHIE DU CRETACE SUPERIEUR DU BASSIN DE PARIS

Tous les gîtes de craie phosphatée du Bassin de Paris (de même que les gisements anglais et belges- Bassin anglo-belgo-parisien) sont d'âge Crétacé supérieur (et même post-Cénomaniens). Cependant, on peut noter immédiatement qu'ils ne se localisent pas tous au même niveau.

La succession stratigraphique du Crétacé supérieur du Bassin de Paris est la suivante, de haut en bas, sous le Montien (calcaire "pisolithique") et au dessus du Cénomaniens ("craie glauconieuse").

	ETAGES	FORMATIONS	Horizons Phosphatés
SENOMIEN	DANIEN	} Etages absents du Bassin de Paris	
	MAESTRICHTIEN		
	CAMPANIEN	Craie à <u>Belemnitella mucronata</u> Craie à "deux belemnites" Craie à <u>Actinocamax quadratus</u>	fin maximum
	SANTONIEN	Craie à <u>Marsupites</u> Craie à <u>Micraster coranguinum</u>	début
	CONIACIEN	Craie à <u>Micraster cortesdudinarium</u>	
TURONIEN	ANGOUMIEN	Craie à <u>Micraster breviporus</u>	
	SALMURIEN	Craie à <u>Inoceramus labiatus</u>	

## II/ REPARTITION DES GITES DANS LA SERIE STRATIGRAPHIQUE

### 1°/ Phosphates turoniens

L'ensemble des gîtes connus appartient à la partie supérieure de l'étage (Craie à Micraster breviporus).

On peut signaler à ce niveau :

- Craies phosphatées glauconieuses du Cambésis découvertes vers 1888-1889 et exploitées jusqu'en 1931 (Viesly, Prayelles) - L'épaisseur maximum de l'horizon phosphaté qui se situe à la partie terminale de la craie à Micraster breviporus paraît avoir été de 5 à 6 m avec une teneur généralement de l'ordre de 5 %  $P_2 O_5$ . A partir de cette craie, se sont développés par décalcification des sables phosphatés, activement exploités et dont le titre variait de 10 à 25 %  $P_2 O_5$ . Une particularité à noter à ce niveau : la richesse en glauconie.
- Tun des environs de Lille découvert en 1853 mais peu exploité (Lezennes) en raison de sa faible épaisseur (de 0,60 à 1,20 m) et d'une teneur peu importante (8 à 15 %  $P_2 O_5$ ). Cet horizon comme le précédent se situe à la partie terminale de la Craie à Micraster breviporus et est également très glauconieux.
- Chalk Rock d'Angleterre un horizon phosphaté situé sensiblement comme les précédents à la partie terminale de la Craie à Micraster breviporus, d'épaisseur faible (0,50 m) a été découvert en 1896 à Lewes (Southerham).
- Craie de Maisières (Belgique) des concentrations phosphatées sont connues dans ce niveau turonien du Bassin de Mons.

### 2°/ Phosphates sénoniens

#### - Craie phosphatée du Bassin de Paris

Traditionnellement on considère que la craie phosphatée du Bassin de Paris appartient en quasi totalité au niveau de la Craie à Actinocamax quadratus. Cependant, des études anciennes (A. de GROSSOUVRE) avaient montré, en particulier pour le gîte d'Hardivilliers (Oise), que la phosphatisation avait débuté avant et s'était poursuivie après ce niveau.

Les études micropaléontologiques (en cours) effectuées sur les matériaux prélevés lors de la visite des carrières en activité ou abandonnées ont confirmé cette observation: la phosphatisation a débuté parfois au Santonien (Craie à Marsupites), elle a été maximum (volume) dans la totalité des gîtes pendant le Campanien inférieur (Craie à Actinocamax quadratus et a persisté localement pendant le Campanien moyen (Craie à "deux bélemnites").

- Craie phosphatée du Bassin d'Orchies

Les indices de craie phosphatée découverts par les sondages et les puits dans ce bassin semblent appartenir en totalité au niveau de la Craie à Actinocamax quadratus.

- Craies phosphatées du Bassin de Mons (Belgique)

Le Bassin de Mons n'est en réalité que la prolongation du Bassin d'Orchies en Belgique. Comme en France, on y connaît des craies phosphatées au niveau de la Craie de Trivières, c'est-à-dire de l'assise à Actinocamax quadratus. Ces craies de titre peu élevé ne paraissent pas avoir été exploitées, les Belges ayant implanté leurs exploitations sur un niveau phosphaté, beaucoup plus important (Craie phosphatée de Cibly) appartenant à une série inconnue dans le Bassin de Paris (Maestrichtien).

Ce dernier niveau phosphaté, généralement glauconieux, découvert vers 1873 a été exploité dès 1874. En 1909 les gisements étaient quasi épuisés; actuellement il n'y a plus aucune exploitation. D'autres gisements moins importants et de même âge ont été exploités anciennement en Hesbaye et dans le Pays d'Herve. Le titre moyen de ces craies paraît avoir varié entre 5 et 15 %  $P_2 O_5$ .

- Craie phosphatée de Taplow (Angleterre)

Ce gisement a été découvert en 1891, il se présente sous forme de 2 horizons de craie phosphatée séparés par 5 m de craie blanche. L'horizon inférieur (épais de 1,20 m) est daté paléontologiquement du Santonien supérieur (Craie à Marsupites). L'horizon supérieur (épais de 2,40 m) appartient à la Craie à Actinocamax quadratus. Le titre de ces craies phosphatées paraît varier entre 10 et 15 %  $P_2 O_5$ .

3°/ Conclusions sur la répartition géologique des gîtes

L'ensemble des gîtes connus dans le Bassin Anglo-belgo-parisien se répartit dans trois séries bien distinctes :

a/ Turonien supérieur : sommet de la Craie à Micraster breviporus

b/ Santonien supérieur : Craie à Marsupites  
Campanien inférieur : Craie à Actinocamax quadratus  
Campanien moyen : Craie à "2 belemnites"

c/ Maestrichtien : Craie de Cibly  
(inconnue dans le Bassin de Paris)

Mais c'est surtout dans le Campanien inférieur que se situent les gisements les plus intéressants, signalés sur la carte (Annexe IV) où ils forment des témoins sur le Santonien.

## DESCRIPTION GEOLOGIQUE DES GITES

### I/ DIFFERENTS TYPES DE GITES

On peut classer les différents gisements de phosphates connus dans le Bassin de Paris dans trois types principaux :

#### 1°/ Les poches de sable phosphaté

D'une importance toujours limitée en raison de leur origine (décalcification des craies phosphatées sous l'action des eaux atmosphériques) ces poches contiennent aussi les phosphates les plus riches (20 à 39 %  $P_2O_5$ ); l'âge de la formation des poches est imprécis mais de toutes façons postérieur aux dépôts crétacés du Bassin de Paris.

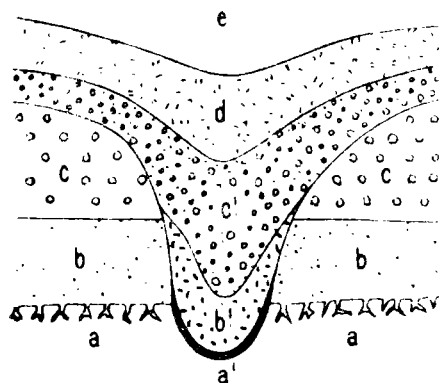


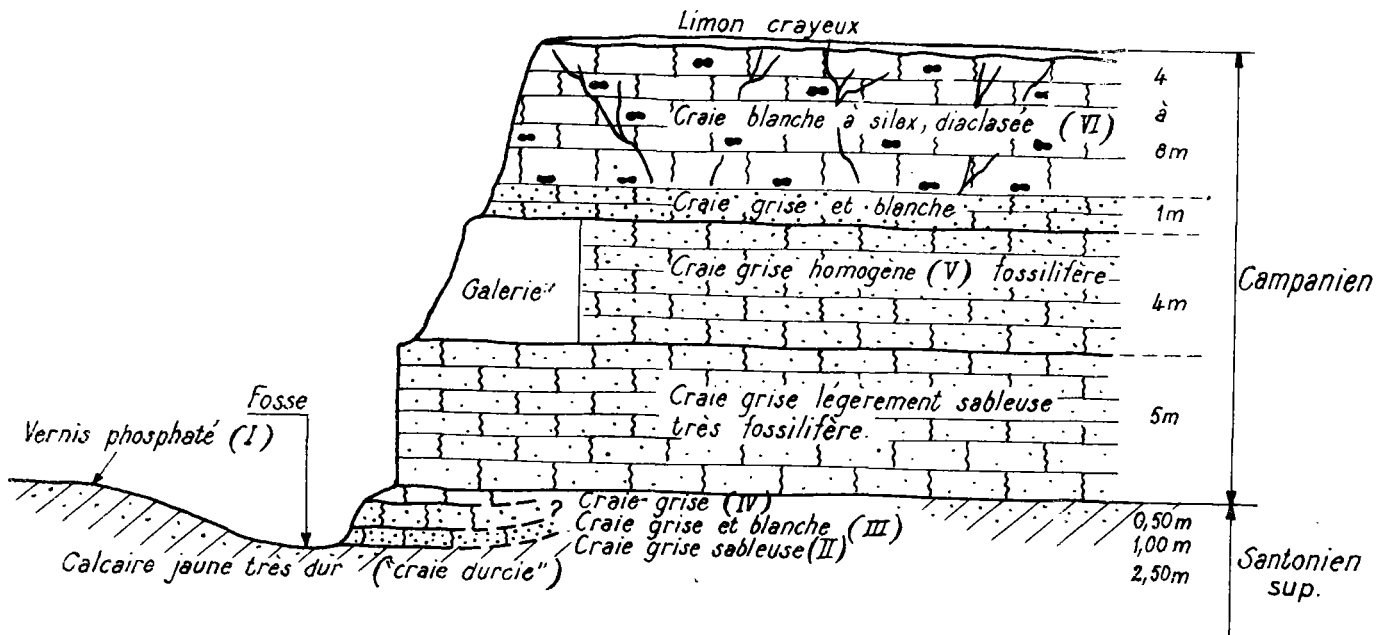
Fig. 9. Coupe schématique d'une poche de sable phosphate.

- a. Craie blanche à *Micraster coranquinum* perforée à sa partie terminale.
- a'. Enduit noirâtre d'argile chargée de bioxyde de manganèse, résultant de la dissolution d'une petite épaisseur de craie blanche au fond de la poche.
- b. Craie phosphatée.
- b'. Sable phosphate engendré par la décalcification de la craie phosphatée.
- c. Craie blanche à *Belemnites quadrata* contenant des silex.
- d. Argile à silex résultant de la décalcification de la craie c.
- e. Sable landénien.
- e. Quaternaire et dépôts superficiels.

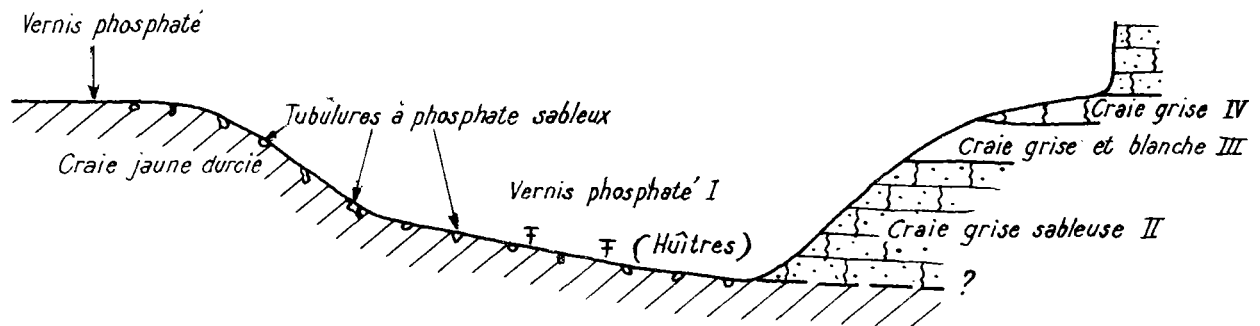
Coupe schématique d'une poche de sable phosphaté (in L. CAYEUX 1939)

2°/ Les couches de craie phosphatée

Les dépôts de ce type sont, lorsqu'ils existent, les plus importants quant au tonnage; généralement puissants de plusieurs mètres (2 à 15 mètres) et reposant sur des craies durcies par l'intermédiaire d'un vernis phosphaté, ils couvrent d'importantes surfaces; mais leur titre est généralement assez bas et variable (5 à 20 %  $P_2O_5$ ) avec décroissement du bas vers le haut. Actuellement, des craies de ce type sont encore exploitées pour la confection d'amendement calcaro-phosphaté à Hardivilliers (Oise), Beauval (Somme), Ribemont sur l'Ancre (Somme); les titres varient de 8 % (Hardivilliers) à 12 % (Beauval) et 15 %  $P_2O_5$  (Ribemont). Les dépôts de ce type paraissent tous débiter au Campanien inférieur (Craie à Actinocamax quadratus, ils persistent parfois au Campanien moyen (Craie à "2 belemnites").



Carrière du Bois Huché à Hardivilliers (Oise)

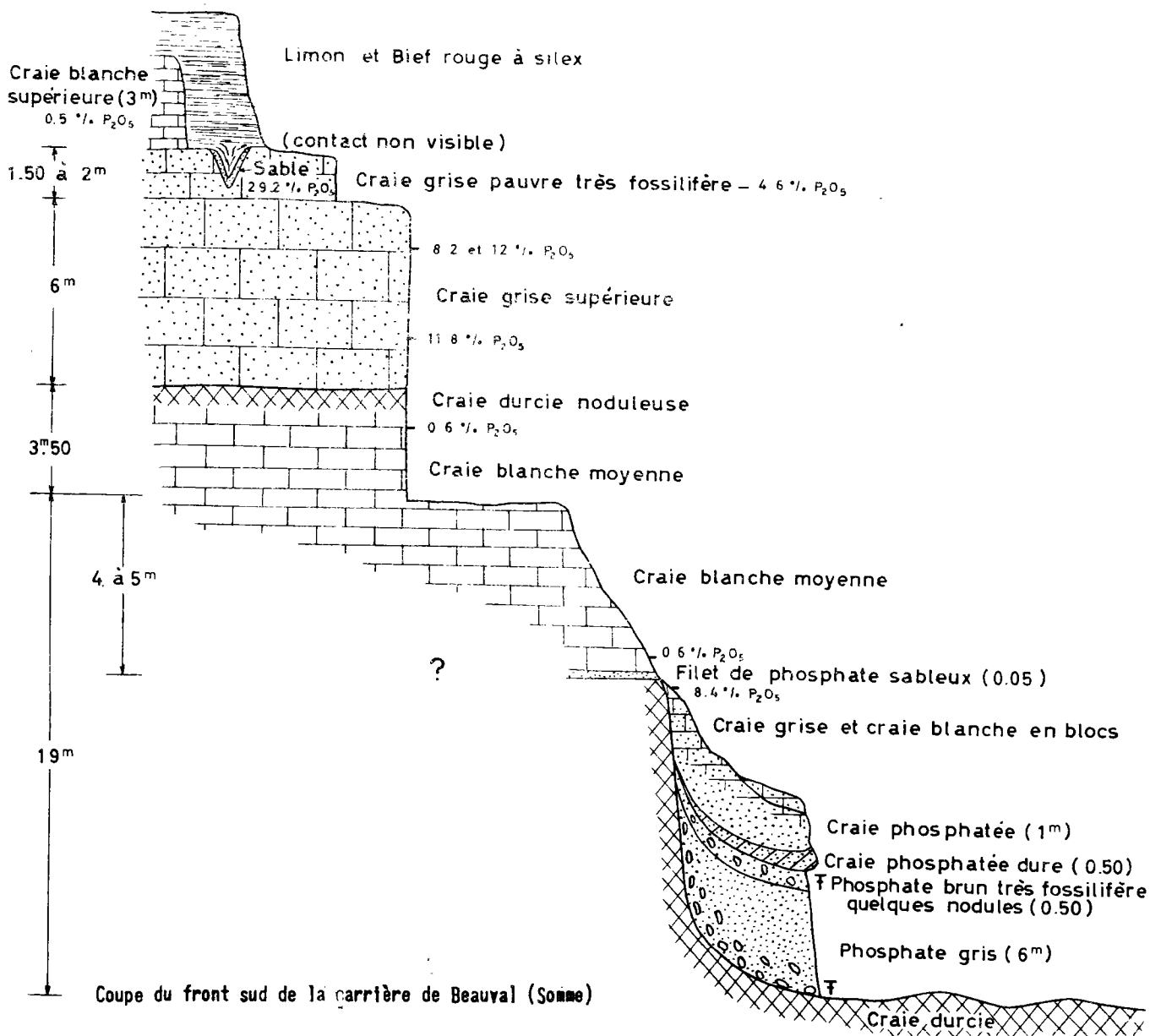


Coupe de la "fosse d'Hardivilliers" - Santonien supérieur.

### 3°/ Les chenaux et fosses à phosphates sableux

Les caractères des dépôts de ce type sont en tous points intermédiaires entre ceux des précédents. Encore mal connus, ils peuvent présenter une épaisseur importante (5 à 15 m) combinés à des dispositions très particulières, ils se présentent essentiellement comme le remplissage de fosses de formes variées aux parois de craie durcie avec vernis phosphaté, abruptes ou faiblement inclinées, et surtout de "chenaux" encaissés de largeur souvent réduite (5 à 20 m) mais de longueur très importante pouvant atteindre la dizaine de Km. (Songeons-Oise). Le titre des phosphates est moyen (12 à 30 %  $P_2O_5$ ) et décroît de bas en haut. Actuellement, des phosphates de ce type sont exploités à Hardivilliers (12 %  $P_2O_5$ ) et à Beauval (15 à 25 %  $P_2O_5$ ) (moyenne 18 %  $P_2O_5$ ).

L'élaboration des phosphates de ce type a commencé au Santonien supérieur (Craie à Marsupites) et s'est terminée vraisemblablement au Campanien inférieur (Craie à Actinocamax quadratus)



## II/ EXPLOITATION DES DIFFERENTS TYPES DE GITES

Les contre coups de la tectonique alpine joints à l'érosion qui a affecté le Bassin parisien pendant de longues périodes (fin du Crétacé, puis à partir de l'Oligocène jusqu'au Quaternaire) ont eu pour conséquence de faire affleurer (et plus fréquemment de détruire) un certain nombre de gîtes primaires (types 2 et 3).

L'action des agents atmosphériques sur les gîtes primaires a engendré des gîtes secondaires (type 1). Ces derniers, toujours superficiels et de teneur maximum, ont été, sinon les premiers découverts, du moins les premiers exploités (Beauval 1886). En raison du tonnage limité et d'un épuisement rapide des poches de sable phosphaté, l'exploitation s'est tournée rapidement (vers 1895-1900) vers les gisements primaires et plus particulièrement sur ceux des chenaux (type 3) de titre plus élevé, là encore l'importance limitée des gisements connus a entraîné un épuisement plus ou moins rapide et après la guerre de 1914-18 on a commencé à exploiter les craies phosphatées en couches (type 2)

L'exploitation de ce dernier type de gisements continue actuellement pour la fabrication d'amendement calcaro-phosphaté. Seules les craies titrant plus de 8 %  $P_2 O_5$  sont actuellement exploitées, mais entre 1943 et 1947, la pénurie d'amendements a fait reprendre des craies titrant moins de 6 %  $P_2 O_5$ .

Il est certain qu'anciennement (entre 1895 et 1914) une grosse partie des gisements de phosphate en couche (type 2) a été détruite et portée aux déblais, pour permettre l'exploitation des phosphates de chenaux (type 3) plus riches, généralement sous-jacents; aussi actuellement un certain nombre de déblais d'anciennes carrières sont exploités artisanalement et permettent de récupérer des craies titrant entre 12 et 20 %  $P_2 O_5$ .

Récemment, d'abord fortuitement, puis après des recherches systématiques, on a découvert dans 2 exploitations (Beauval et Hardivilliers) sous la craie phosphatée en couche (type 2) des phosphates du type 3 dont l'exploitation a été immédiatement entreprise. Ces phosphates de titres plus élevés que ceux des craies phosphatées sus-jacentes sont extraits séparément, puis mélangés en proportions variées, avec ceux extraits des craies, de manière à en élever le titre.

Ces découvertes entraînent deux constatations : d'une part il existe une superposition des gîtes du type 2 sur des gîtes du type 3, d'autre part, il n'est pas exclu que des recherches effectuées sous les gîtes épuisés du type 2 entraîne la découverte de gîtes du type 3.



### III/ CONDITIONS DE FORMATION DES GITES

Éliminons rapidement la question des poches de sable phosphaté d'origine secondaire en constatant que leur existence est liée obligatoirement à la présence de gîtes primaires sous-jacents ou voisins.

Constatons par ailleurs que l'origine primaire du phosphate est fortement controversée mais que la genèse des gisements paraît en relation avec les cycles qui font alterner les périodes de calme et d'activité orogénique; la phosphatisation apparaît au cours des phases préorogéniques, en particulier lorsque le relief moyen des terres et la profondeur moyenne des mers sont minimum (apports faibles, sédimentation lente); son développement semble favorisé par les oscillations de faible amplitude (ruptures d'équilibre des fonds marins), lorsqu'elles diminuent la profondeur de la mer.

Cependant, ces conditions générales sont insuffisantes, il importe en outre que le milieu soit agité (importance des courants marins) et que le PH des eaux soit alcalin.

D'autres conditions (température, présence d'organismes générateurs etc...) sont probablement nécessaires.

Dans le cas du Bassin de Paris, il est probable que les dépôts phosphatés se sont élaborés sur des surfaces structurales (dômes plateformes) déterminées par de faibles mouvements épirogéniques, que les phosphates ainsi édifiés ont été balayés par les courants et rassemblés dans les points bas morphotectoniques (chenaux et fosses du type 3), puis ces cavités préexistantes ou contemporaines remplies, que le phosphate s'est rassemblé dans des cuvettes synclinales à grand rayon de courbure ou la sédimentation devient beaucoup plus mêlée (carbonates et phosphates). A posteriori, la région étant émergée il est très vraisemblable que la base des dépôts a subi un enrichissement per descensum aux dépens des parties hautes.

### IV/ LOCALISATION DES GITES

Il ressort des données précédentes que :

- Les gîtes du type "chenal" ou "fosse" (type 3) sont les plus intéressants, en fonction des données économiques actuelles.
- L'étude tectonique et paléogéographique du Crétacé supérieur du Bassin de Paris permettrait en particulier de distinguer les zones d'élaboration des zones de conservation, ces dernières, en position synclinale, étant précisément celles qui ont eu le plus de chance d'avoir été respectées par l'érosion.
- Enfin, il ne serait peut être pas négligeable d'envisager la recherche des gîtes du type "chenal" ou "fosse" sous les anciens gisements du type "couche".

## CARACTERISTIQUES DES PHOSPHATES

Nous avons déjà décrit succinctement les phosphates turoniens qui ne diffèrent guère pétrographiquement des phosphates campaniens mais sont surtout de puissance moindre et de teneur plus basse.

### I/ PETROGRAPHIE DES PHOSPHATES

#### 1°/ Description des craies phosphatées

Une étude pétrographique et micrographique très détaillée des phosphates campaniens du Bassin de Paris a été effectuée par L. CAYEUX (1939) qui définit ainsi les craies phosphatées :

"On peut dire de toute craie phosphatée qu'elle dérive d'une vase crayeuse normale, additionnée de matériaux phosphatés. De cette addition résulte pour la craie un changement de coloration et de texture. Le plus souvent la roche est teintée en gris, ce qui la fait désigner couramment sous le nom de craie grise, mais elle est fréquemment brunâtre ou brune. C'est en même temps une craie grenue et parfois grossière, de consistance faible, avec une grande aptitude à se désagréger"

On distinguera donc les matériaux phosphatés et la gangue.

Les matériaux phosphatés sont constitués de grains de formes irrégulières, de couleur brune et dont le diamètre moyen est variable (0,15 mm à 1 mm et plus). Certains grains ont pour noyaux des Foraminifères, des Bryozoaires et autres organismes dont le test et le matériau crayeux qui remplissait les chambres ont subi une épigénie totale (ou partielle). Les autres grains sont dépourvus de "noyaux" organiques, les noyaux originels étant constitués de "grains" de craie blanche; d'autres éléments peuvent être notés "concrétions" microscopiques, débris de tissus osseux, fossiles nombreux... mais comme dans les craies typiques, les éléments détritiques étrangers au milieu restent très rares.

La gangue est constituée généralement par un fond cryptocristallin absolument identique (finesse, aspect etc...) à celui des craies blanches normales; cependant il peut arriver que cette gangue ait subi un début de minéralisation phosphatée.

#### 2°/ Composition chimique des craies phosphatées

Un certain nombre d'analyses de phosphates campaniens ont été effectuées au B.R.G.M., d'autres ont pu être relevées dans la littérature. (voir Annexe II - Teneurs en  $P_2O_5$ )

Toutes ces analyses montrent des caractéristiques communes, en particulier que le phosphore est représenté sous forme de fluophosphate de calcium. On note la présence constante du fer ( $Fe_2O_3$  1 à 3%) et du fluor (1 à 3 % F) le manganèse et le magnésium sont toujours très faiblement représentés, tandis que le chlore et l'aluminium ( $Al_2O_3$ )

rarement abondants, peuvent prendre parfois une certaine importance. L'uranium est très faiblement représenté (0,007 % de  $U_3 O_8$  dosé par 2 fois).

La recherche des éléments rares n'a jamais été effectuée pas plus que l'étude minéralogique détaillée. Ces deux études sont actuellement en cours au B.R.G.M.

## II/ IMPORTANCE ECONOMIQUE DES GITES

Rappelons qu'on peut classer les gisements campaniens dans trois types de gîtes :

### 1°/ Sables phosphatés des poches de décalcification

La possibilité de sable phosphaté dans une poche est liée à l'existence en profondeur ou dans le voisinage, d'un gisement de phosphate primaire.

Le titre du sable paraît varier en fonction de la teneur du gisement primaire et surtout en relation avec la proportion des autres éléments insolubles. Les gîtes de sable remanié par transport, souvent plus importants quantitativement, ont généralement un titre inférieur à ceux restés en place (en raison de l'introduction d'éléments étrangers). Peu d'analyses de sables phosphatés ont été publiées elles montrent toutes cependant une teneur supérieure à 25 %  $P_2 O_5$  et pouvant atteindre près de 40 %. Actuellement, les poches de sables connues sont très rares et toujours d'importance très limitée; à Beauval (Somme) un sable phosphaté recueilli dans une poche minuscule a titré : 29 %  $P_2 O_5$  tandis que la craie phosphatée à partir de laquelle il avait été élaboré ne dosait que 4,6 %  $P_2 O_5$ .

Par contre, un sable "remanié" recueilli dans la même localité n'a titré que 4 %  $P_2 O_5$ , un autre de Ribemoat sur l'Ancre 19 %  $P_2 O_5$ .

Le volume de sable contenu dans une poche est très variable, naturellement fonction de celui de la poche mais aussi de la puissance du gisement primaire attaqué et de sa nature; en effet il semble bien que seules des poches de petite ou moyenne importance aient pu se développer à l'intérieur des couches de craie phosphatée ou la teneur en  $Co_3Ca$  est toujours élevée; par contre des poches très importantes avec un tonnage non négligeable de sable très riche (titre ~ 35 %  $P_2 O_5$ ) se sont élaborées sur les gîtes de phosphate sableux (du type "chenal" ou "fosse"). On cite en particulier (H. LASNE) des poches de 27 et même 31 m à Orville (Pas-de-Calais). Ailleurs, (Glatigny - Oise) une poche de 15 m de profondeur a fourni 25 à 30.000 tonnes de sable phosphaté.

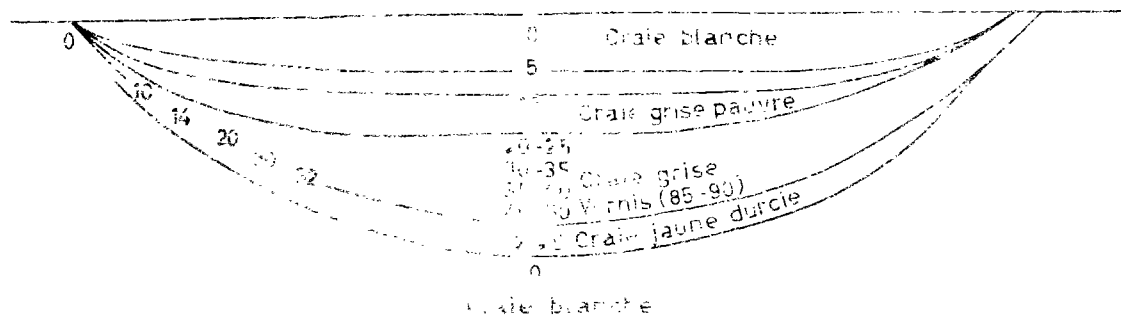
## 2°/ Craies phosphatées en couches (cuvettes synclinales)

Les gîtes de ce type possèdent fréquemment une superficie importante mais aussi des teneurs souvent faibles et irrégulières. Les plus gros gisements connus sont ceux de Hardivilliers (Oise), Beauval (Somme), Raucouzy-Louvaux (Aisne), St. Barthelemy (Yonne)...

La puissance des couches phosphatées est irrégulière, maximum au centre de la cuvette et diminuant jusqu'à pratiquement s'annuler vers les bords; aussi est-il difficile de citer des épaisseurs (2 à 30 m).

Dans un même gisement les teneurs varient assez régulièrement, elles sont maximum au fond et au centre de la cuvette et diminuent progressivement vers le haut et latéralement. Il est vraisemblable que ces variations se sont dues à une diminution progressive de la sédimentation phosphatée mais aussi à un enrichissement secondaire des couches inférieures à la suite du lessivage des couches supérieures par les eaux atmosphériques. Cet enrichissement se manifeste en particulier par la présence au mur des dépôts d'un vernis phosphaté (phosphorite) à très forte teneur, reposant sur des craies durcies dont le titre faible ( $P_2O_5$ ) va en s'amenuisant très rapidement vers le bas tandis que la craie retrouve ses caractéristiques normales.

Le schéma suivant dû à J. GOSSELET résume les variations de la teneur en phosphate tricalcique d'un gisement théorique.



Variation des teneurs en phosphate tricalcique d'un gisement théorique (d'après J. GOSSELET 1900)

Régionalement, il paraît exister aussi des variations de la teneur moyenne; par exemple les craies phosphatées de l'Oise semblent plus pauvres (Hardivilliers 5 à 12 %  $P_2O_5$ ) que celles de la Somme (Beauval, 9 à 15 %  $P_2O_5$ ).

Cependant, les données sont difficiles à utiliser en raison des variations latérales et verticales qui existent dans un même gisement et de leur épuisement.

Par ailleurs, il est difficile de définir le type du gîte pour un grand nombre d'anciennes exploitations sur lesquelles nous possédons aucun ou peu de détails bibliographiques et où l'observation directe est devenue impossible.

### 3°/ Phosphates sableux des chenaux et des fosses

De dimensions variables, les gîtes de ce type possèdent des formes variées allant du chenal rectiligne de largeur exigüe et de longueur très importante, aux parois abruptes, jusqu'à la fosse fermée de forme irrégulière, aux parois irrégulièrement pentées, en passant par le chenal à 'méandres' etc. .

Dans ces gisements, on remarque nettement des traces du remplissage originel; le classement granulométrique graduel (gros éléments à proximité des parois et éléments fins éloignés de ces dernières, avec décroissement progressif) montre bien que les matériaux phosphatés ont été élaborés en dehors du gîte actuel.

Par ailleurs, dans un cas (Beauval) nous avons pu observer en bordure d'un chenal la présence d'un filet de phosphate sableux intercalé entre 2 couches de craie blanche, en continuité avec le sommet de l'amas de phosphate sableux, la craie blanche supérieure au filet de phosphate se prolongeant sur l'amas de phosphate et en formant le toit.

Le titre des phosphates sableux est variable mais l'amplitude des variations dans un même gisement est infiniment moindre que pour les craies phosphatées, et distribué de manière irrégulière.

Cependant, la base est généralement un peu plus riche, ainsi à Beauval (Somme) où la moyenne est environ 18 %  $P_2 O_5$ , les teneurs relevées sur une coupe verticale ont été de bas en haut (5,50 m) : 22 - 17,5 - 19,5 - 17,5 %  $P_2 O_5$ , ce dernier échantillon prélevé à 0,10 m sous le toit de craie blanche. Latéralement on observe des variations le titre pouvant descendre à 10 %  $P_2 O_5$  mais aussi dépasser 30 %  $P_2 O_5$

On constate également des variations d'ordre régional, les gisements de l'Oise (Hardivilliers 12 %) étant apparemment moins riches que ceux de la Somme (Beauval 18 %) et du Pas-de-Calais (Orville 20 à 30 %  $P_2 O_5$ )

Enfin la proximité de la surface du sol a généralement eu des conséquences heureuses sur ce type de gisements, certains d'entre eux ayant subi une décalcification importante (Haravesnes, Pas-de-Calais 30 %  $P_2 O_5$ ) les rattachant aux sables phosphatés.

### III/ TONNAGES EXTRAITS

A partir des Statistiques de l'Industrie Minérale, malgré le manque de données correspondant aux années très importantes 1888, 1890 à 1893 et aussi à l'exploitation d'un certain nombre de gisements par les Allemands entre 1914 et 1918, on peut évaluer globalement la production française de phosphates campaniens (1886 - 1962) à plus de 16 millions de tonnes qui se répartissent géographiquement :

- Somme	9.000.000 t
- Pas-de-Calais	3.000.000 t
- Aisne	2.500.000 t
- Oise	1.000.000 t
- Yonne	600.000 t

Sur ces 16.000.000 t qui correspondent à des phosphates de titres variés, on peut évaluer très grossièrement, en se basant principalement sur l'évolution de l'exploitation à travers les années, les tonnages extraits des différents types de gîtes, en constatant l'impossibilité de différencier les sables phosphatés des poches, des phosphates sableux des chenaux (phosphates riches). Dans cette évaluation très approximative on séparera donc uniquement les phosphates riches, des craies phosphatées :

- phosphates riches	: 8 à 9 millions de t
- craies phosphatées	: 7 à 8 millions de t

On peut remarquer que le tonnage de "phosphates riches" extraits est supérieur à celui des craies phosphatées, cela tient essentiellement à la recherche intensive des gisements de phosphates riches avant 1914, à leur exploitation totale (réserves quasi inexistantes actuellement) qui se faisait généralement aux dépens des craies phosphatées jugées sans intérêt et portées aux déblais, et au type d'exploitation avant 1914, souvent artisanale, qui permettait d'exploiter la totalité des gîtes découverts quelque soit le volume de phosphate contenu (parfois moins d'1 m<sup>3</sup>).

Au contraire les craies phosphatées dont l'exploitation, restée localisée à un petit nombre de gros gisements, s'est surtout développée après 1910, sont encore loin d'être épuisées.

### IV/ UTILISATIONS DES PHOSPHATES DU BASSIN DE PARIS

Les phosphates actuellement extraits dans le Bassin de Paris sont tous vendus, quelque soit leur titre, après un traitement rapide comme amendements phosphatés ou calcaro-phosphatés et engrais phosphatés.

Le traitement est généralement très simple, à Hardivilliers (Usine des Ets LINET) la craie phosphatée extraite est broyée, concassée, en partie calcinée, pulvérisée, puis séchée et enfin mise en sac.

Divers produits sont ainsi fabriqués, par exemple :

- Chaux phosphatée Griphos : 89 % chaux éteinte très pure  
11 % phosphate de chaux assimilable
- Carbogriphos : 87 % carbonate de chaux tendre et friable  
13 % phosphate de chaux assimilable  
80 % finesse au tamis module 25
- Calcigriphos : 23 % chaux éteinte grasse  
64 % carbonate de chaux  
13 % phosphate de chaux assimilable
- Phoscalcine - phosphate de chaux agricole : 12 %  $P_2 O_5$  insoluble  
90 % finesse au tamis module 26
- Carbonate de chaux phosphaté : 40 à 45 % de CaO à l'état de carbonate  
6 %  $P_2 O_5$  insoluble à l'état de phosphate  
80 % finesse au tamis module 25

Cependant, de 1886 à 1900, une grande partie de la production tant exportée que traitée sur place, était convertie en superphosphates (60 usines françaises en 1898).

Notons à ce sujet que pour répondre à la concurrence étrangère les producteurs français eurent l'idée dès 1891 de soumettre les phosphates au lavage pour réduire la proportion élevée de "feral" qu'ils ramenèrent ainsi à moins de 3 %.

#### V/ VALORISATION DU MINERAL

En admettant la découverte d'un ou plusieurs gisements de phosphate dans le Bassin de Paris, il n'en reste pas moins vrai que les titres que l'on peut raisonnablement espérer resteront toujours inférieurs à ceux des phosphates économiquement rentables du marché mondial (au minimum 32 %  $P_2 O_5$ ) correspondant à 70 % phosphate tricalcique.

Il convient donc d'envisager sérieusement des méthodes rationnelles d'enrichissement; nous avons l'impression que cette question n'est pas étudiée actuellement et il paraît souhaitable qu'un effort sérieux soit fait dans ce domaine.

A titre indicatif on peut signaler que les Ets. LINET qui exploite le gisement d'Hallencourt (Somme), où la craie phosphatée titre en moyenne 16 %  $P_2 O_5$ , procède dans son usine de Pont Remy (Somme) à un enrichissement industriel qui permet de porter le titre des produits finis à 29 %  $P_2 O_5$ , en procédant à la suite des opérations suivantes :

- broyage sous l'eau
- deuxième broyage
- passage au trummel
- bac de lavage

Des essais de laboratoire ont été faits par les mêmes Ets. pour le triage par voie sèche :

- élutriation sur produits humides après concassage
- calcination
- ventilation

En outre, la découverte d'éléments rares en quantité suffisante dans les phosphates du Bassin de Paris pourrait donner un intérêt nouveau à la recherche, aussi, actuellement, des échantillons de provenances diverses et de titres variés sont soumis à une étude minéralogique systématique.



METHODES DE RECHERCHE

I/ HISTORIQUE DE LA DECOUVERTE DES PHOSPHATES DU BASSIN DE PARIS

Dès 1849, le géologue BUTEUX, à l'occasion de ses recherches pour l'établissement de la carte géologique départementale, signale la présence du phosphate de chaux à Beauval (Somme) sous forme de craie phosphatée. L'analyse qu'il en fait faire montre qu'elle contient 13,5 %  $P_2 O_5$ .

En 1863, le géologue de MERCEY, à l'occasion d'études stratigraphiques et tectoniques sur le Crétacé supérieur de Picardie, fait connaître l'identité de la craie phosphatée de Beauval avec celles de Dreuil-Hamel près Hallencourt (Somme) et d'Hardivilliers (Oise); en 1867, le même auteur précise que ces gisements sont susceptibles d'exploitation

Cependant, c'est seulement en Mai 1886 qu'un ingénieur, MERLE, spécialiste des phosphates, passant à Beauval reconnaît la nature d'un "sable" exploité dans une petite carrière pour la maçonnerie et surtout l'industrie briquetière locale. (le phosphate donnait une patine violette aux briques); l'analyse de ce sable révèle une teneur de 77,85 % phosphate de chaux. Immédiatement, une véritable "ruée" vers le phosphate s'abat sur la Somme, le Pas-de-Calais, l'Oise et l'Aisne.

Dès 1886, Beauval produit 5.000 tonnes de sable phosphaté et 200 ouvriers sont employés à l'extraction. En 1887, une quinzaine de chantiers, qui fourniront 80.000 tonnes cette année là, sont ouverts à Beauval où près de 500 ouvriers sont employés; deux autres gisements Orville (Pas-de-Calais) qui produira 63.000 tonnes en 1887 et Hardivilliers (Oise) sont mis en exploitation.

L'exploitation du phosphate est née en Picardie.

II/ ANCIENNES METHODES DE RECHERCHE

Une grande part de hasard intervient dans la découverte des phosphates du Bassin de Paris; les premiers gisements de craie phosphatée ont été découverts par des géologues à la suite de levés de carte ou d'études stratigraphiques et tectoniques, certains même ont été décrits soigneusement sans que leur véritable nature soit reconnue (gisements de l'Oise par GRAVES); les sables phosphatés, eux-mêmes étaient exploités depuis des années sans que leur véritable nature ait été décelée et c'est encore le hasard qui amena MERLE à Beauval.

Cependant, à partir de 1886, de véritables recherches sont entreprises, généralement aux abords immédiats des gîtes découverts; on procède alors par sondages, tranchées et même décapage systématique de la couverture de limon et de "bief à silex" jusqu'à la mise à nu de la craie; les poches ainsi découvertes sont sondées systématiquement et vidées, quelque soit leur importance, en cas de résultat positif, puis rebouchées.

Il est certain que ces méthodes de recherches étaient très couteuses et la profondeur d'investigation trop peu importante; aussi, rapidement les géologues se mirent à échafauder des théories sur l'origine du phosphate et la genèse des gîtes; certaines n'étaient pas constructives (sources thermales ou geysériennes, épanchements éruptifs" etc...), d'autres, par contre, liées à l'observation, montrèrent l'existence d'alignements locaux attribués à des "rivières" sous-marines, à des "thalwegs", idées très voisines de celles que nous avons maintenant, et qui appliquées sur l'heure, amenèrent la découverte de nombreux gisements.

Cependant, là aussi la recherche était limitée aux travaux de proche en proche et ce n'est que vers 1900 qu'on commença vraiment à avoir une bonne idée de la genèse des gîtes, mais à cette époque, la "fièvre" de la recherche était passée, les cours avaient très fortement baissé, les exploitants avaient quelques réserves devant eux, et aucune recherche vraiment sérieuse ne fut menée même dans la Somme. C'est encore au hasard qu'on doit la découverte des gisements importants du groupe d'Hanvoile-Songeon (Oise) vers 1904 et de St. Martin du Tertre (Yonne) en 1910.

Depuis 1918, les recherches se sont raréfiées et toujours limitées au voisinage des gisements exploités, la seule méthode appliquée paraît être le sondage carotté.

### III/ NOUVELLES METHODES PROPOSEES

Une recherche rationnelle de gîtes de phosphates exploitables dans le Crétacé supérieur du Bassin de Paris doit tenir compte de la totalité des données précédemment mises en évidence.

Deux problèmes se posent :

- Déterminer les régions susceptibles de renfermer des gîtes et de faire l'objet d'une prospection détaillée.
- A l'intérieur des régions ainsi définies, mettre au point des techniques de localisation des gîtes.

Nous étudierons successivement chacun de ces problèmes.

### IV/ REGIONS FAVORABLES A LA RECHERCHE DE GITES NOUVEAUX

Des pages précédentes on peut tirer un certain nombre de conclusions en ce qui concerne les régions favorables à une recherche de nouveaux gîtes de phosphates.

Plusieurs niveaux phosphatés sont connus dans le Crétacé supérieur des bassins anglo-belgo-parisien, dont 2 seulement existent dans le Bassin parisien ; l'inférieur (Turonien supérieur) n'est connu actuellement que dans le Nord de la France mais son importance (épaisseur faible, titres bas) paraît négligeable.

Il est certain que ces méthodes de recherches étaient très couteuses et la profondeur d'investigation trop peu importante; aussi, rapidement les géologues se mirent à échafauder des théories sur l'origine du phosphate et la genèse des gîtes; certaines n'étaient pas constructives (sources thermales ou geysériennes, épanchements éruptifs" etc...), d'autres, par contre, liées à l'observation, montrèrent l'existence d'alignements locaux attribués à des "rivières" sous-marines, à des "thalwegs", idées très voisines de celles que nous avons maintenant, et qui appliquées sur l'heure, amenèrent la découverte de nombreux gisements.

Cependant, là aussi la recherche était limitée aux travaux de proche en proche et ce n'est que vers 1900 qu'on commença vraiment à avoir une bonne idée de la genèse des gîtes, mais à cette époque, la "fièvre" de la recherche était passée, les cours avaient très fortement baissé, les exploitants avaient quelques réserves devant eux, et aucune recherche vraiment sérieuse ne fut menée même dans la Somme. C'est encore au hasard qu'on doit la découverte des gisements importants du groupe d'Hanvoile-Songeon (Oise) vers 1904 et de St. Martin du Tertre (Yonne) en 1910.

Depuis 1918, les recherches se sont raréfiées et toujours limitées au voisinage des gisements exploités, la seule méthode appliquée paraît être le sondage carotté.

### III/ NOUVELLES METHODES PROPOSEES

Une recherche rationnelle de gîtes de phosphates exploitables dans le Crétacé supérieur du Bassin de Paris doit tenir compte de la totalité des données précédemment mises en évidence.

Deux problèmes se posent :

- Déterminer les régions susceptibles de renfermer des gîtes et de faire l'objet d'une prospection détaillée.
- A l'intérieur des régions ainsi définies, mettre au point des techniques de localisation des gîtes.

Nous étudierons successivement chacun de ces problèmes.

### IV/ REGIONS FAVORABLES A LA RECHERCHE DE GITES NOUVEAUX

Des pages précédentes on peut tirer un certain nombre de conclusions en ce qui concerne les régions favorables à une recherche de nouveaux gîtes de phosphates.

Plusieurs niveaux phosphatés sont connus dans le Crétacé supérieur des bassins anglo-belgo-parisien, dont 2 seulement existent dans le Bassin parisien ; l'inférieur (Turonien supérieur) n'est connu actuellement que dans le Nord de la France mais son importance (épaisseur faible, titres bas) paraît négligeable.

Le niveau supérieur qui correspond généralement au Campanien inférieur, mais qui peut parfois avoir une extension verticale plus importante (du Santonien supérieur au Campanien moyen), est représenté par un certain nombre de gîtes pratiquement épuisés, dont la répartition géographique est vaste.

L'étude de la répartition des gîtes connus montre immédiatement que tous sont situés dans l'auréole du Crétacé supérieur qui ceinture l'Ile de France tertiaire (voir carte hors texte au 1/1.000.000) avec une certaine irrégularité de distribution : la quasi totalité des exploitations ont été ouvertes dans le sud du Pas-de-Calais, la Somme, l'Aisne et l'Oise; Cependant, deux exceptions : l'indice de Villers devant le Thour (Ardennes) qui ne paraît pas avoir été exploité et l'important gisement de St. Martin du Tertre, près de Sens dans l'Yonne.

Ce dernier gisement, dont 600.000 tonnes de craie phosphatée ont été extraites, doit particulièrement retenir l'attention ; absolument identique par ses caractéristiques (âge, caractères pétrographiques, teneurs) à ceux du nord du Bassin, il n'a été découvert que fortuitement en 1910, c'est-à-dire peu avant la guerre de 1914-18. (Le ralentissement de l'exploitation et l'arrêt des recherches à la fin de la guerre en 1918 ont amené la décadence de la production française de phosphate)

L'existence de ces gisements donne à priori un tour favorable à l'alternative qui ne manque pas de se poser devant l'absence presque complète de gîtes connus dans le Campanien inférieur de l'Ouest, du Sud et de l'Est du Bassin parisien.

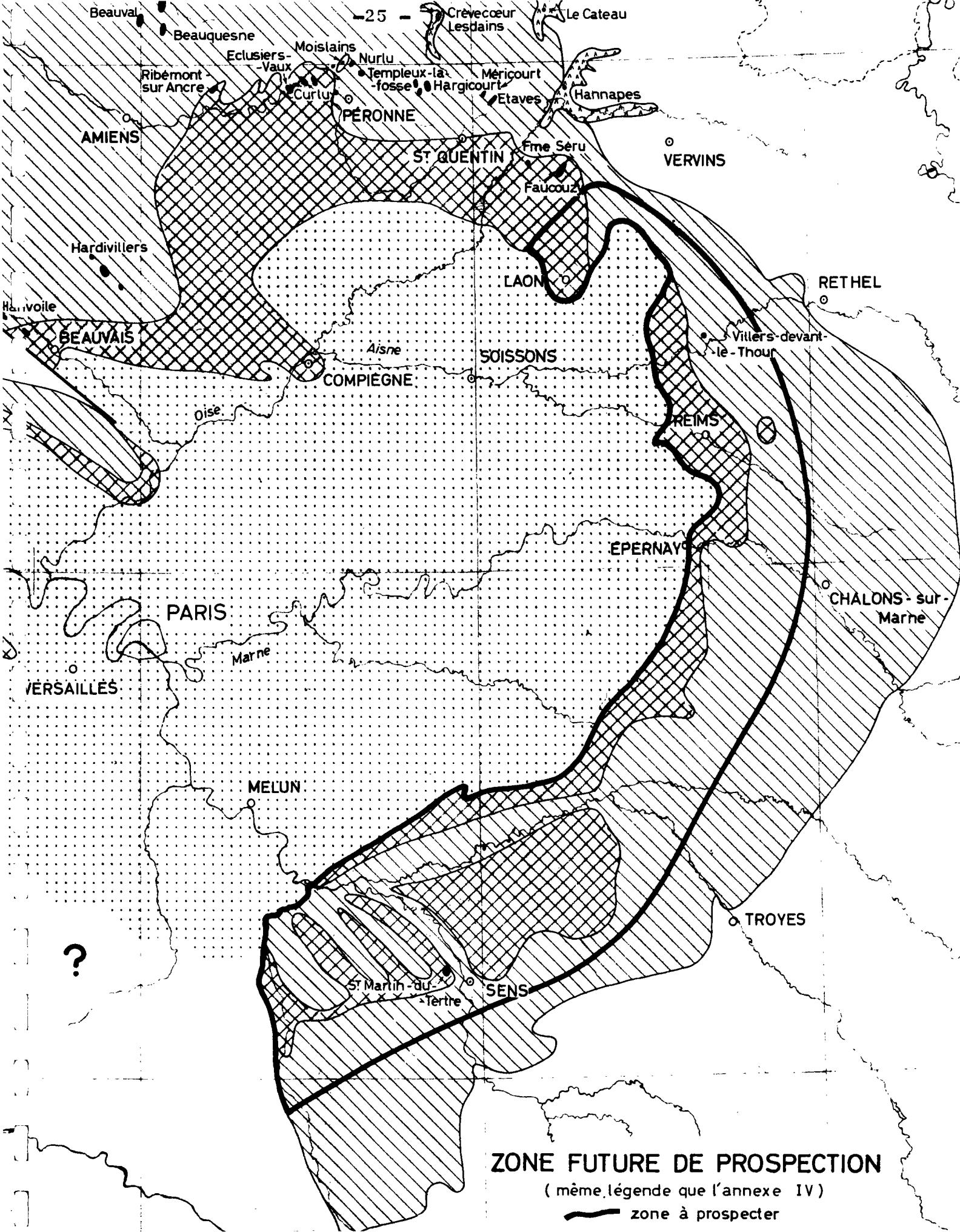
L'absence de gîtes connus est-elle due à :

- une absence de recherches ?
- des conditions de sédimentations différentes à celles du Nord du Bassin ?

Dans l'état actuel des connaissances, eu égard à l'existence des gîtes précités, et à l'absence complète d'archives (connues) de recherches dans ces régions, nous pensons qu'il existe de bonnes possibilités pour que la première hypothèse soit retenue et en conséquence que des recherches sont nécessaires dans ces régions quasi vierges et en particulier dans l'Est où le Campanien inférieur est bien représenté.

Cependant, il paraît souhaitable de confirmer cette hypothèse par une étude détaillée des conditions de sédimentation de la craie pour lesquelles la documentation actuelle est très limitée.

Un autre facteur découle des conditions de genèse et de conservation des gîtes. Nous avons vu précédemment que les phosphates, élaborés sur des "hauts fonds" morphotectoniques, avaient été rassemblés sous l'action de courants marins, d'abord dans des chenaux et des fosses morphotectoniques, puis dans de grandes cuvettes synclinales.



**ZONE FUTURE DE PROSPECTION**

(même légende que l'annexe IV)

— zone à prospecter

Par ailleurs, les gisements ainsi constitués ont pu être préservés de la "dénudation" après l'émersion des régions considérées, justement en raison de leur position synclinale.

Il est évident qu'une bonne connaissance de la paléogéographie et de la tectonique du Crétacé supérieur doit permettre de circonscrire rapidement les zones de recherche possible. Cette étude est actuellement en cours (voir Annexe III par J. FLORIN). Elle est rendue particulièrement difficile par l'homogénéité des faciès crayeux du Crétacé supérieur du Bassin de Paris et par le manque de recherches anciennes valables pouvant servir de bases, mais ces inconvénients sont en partie compensés par les nouvelles méthodes mises en oeuvre tant par les Compagnies pétrolières, en vue de la recherche des structures (sismique, gravimétrie, carottage électrique dans les forages) que par le B.R.G.M. (établissement de la carte gravimétrique, échantillonnage des puits et forages déclarés etc...)

En raison de ces difficultés, cette étude doit être considérée comme longue et les résultats (axes synclinaux) reportés sur la carte au millionième (Annexe IV) comme très provisoires.

#### V/ TECHNIQUES DE RECHERCHES DANS LES REGIONS FAVORABLES

Plusieurs méthodes nouvelles de recherches déjà appliquées ailleurs avec succès, pour la recherche des phosphates, ou même essayées pour la première fois dans ce but, ont fait l'objet d'essais récents.

Toutes ces méthodes ont des points communs, elles sont basées sur la radio-activité des phosphates, cette dernière vérifiée auparavant en laboratoire, et doivent être appliquées si possible par temps sec.

##### 1°/ Scintillométrie hélicoptérée

Cette méthode est destinée à effectuer un quadrillage rapide, plus ou moins serré, permettant la découverte d'anomalies radioactives dans une région de surface importante.

Un essai a été effectué par le C.G.G., sous notre contrôle, dans une région préalablement choisie (région de Beauval - Somme) pour sa richesse présumée; au préalable, les anciens gisements avaient été soigneusement repérés et portés sur une carte à grande échelle (1/20.000) et les lignes de vol (32) déterminées en conséquence (certains gisements ont été directement survolés, d'autres seulement approchés, la direction générale de 30 lignes (SW-NE) étant perpendiculaire aux alignements tectoniques orientés NW-SE, les 2 autres parallèles à ces derniers.

L'hélicoptère a été choisi de préférence à l'avion pour ses meilleures possibilités de vol à basse altitude; mais pour effectuer une comparaison avec l'"aéroportée", une ligne de vol, passant sur la plus grosse anomalie présumée a été volée à différentes altitudes.

L'hélicoptère utilisé était un "Bell 47 G", il était équipé d'un ensemble scintillométrique "Mesco SPA 3" composé de 2 détecteurs - l'un à cristal de Na I - l'autre plastique TPB, d'un intervallo-mètre, d'une radio sonde altimétrique et d'une caméra.

Les résultats obtenus ont fait l'objet d'un rapport C.G.G. accompagné de 2 cartes d'"isorades" dont une avec correction altimétrique qui a été remise au B.R.G.M. récemment (25 Janvier 1963) et qui est actuellement en cours d'étude et de vérification par le Département Géophysique.

Les anomalies découvertes n'ont pas encore été vérifiées sur le terrain, mais il est certain que malgré des conditions atmosphériques particulièrement défavorables, les gisements tests survolés ont été détectés.

### 2°/ Scintillométrie autoportée

Cette méthode qui a été essayée dans la région Hanvoile - Songeons (Oise) avec le matériel de la Direction Scientifique est moins rapide que la précédente mais aussi moins onéreuse, basée sur les mêmes principes, elle nécessite moins de matériel et a aussi l'avantage de permettre une vérification immédiate des anomalies détectées, lorsqu'on le désire.

Cependant nous avons constaté plusieurs inconvénients majeurs en particulier la vitesse du véhicule qui doit être très faible (10 Km/h maximum, 5 de préférence) et surtout la quasi impossibilité d'enregistrer des mesures significatives sur routes goudronnées ou macadamisées.

Au contraire, sur chemins de terre ou à travers champs, les résultats obtenus ont été nettement positifs.

### 3°/ Dosage du radon

Théoriquement l'application de cette méthode apparaît limitée aux études de détail ou elle devrait donner de bons résultats. Cependant, son faible prix de revient pourrait la faire utiliser en "systématique" dans des régions limitées.

La méthode est basée sur la propriété que possède l'uranium de donner naissance, par filiation radioactive, à un radioélément gazeux le radon qui constitue un "traceur" radioactif naturel facilement détectable.

On conçoit facilement l'avantage qu'il y a de doser un élément gazeux à la diffusion facile, plutôt que de mesurer directement les radiations des oxydes d'uranium (scintillométrie); en effet, ces derniers étant représentés par de très faibles quantités, les radiations émises ne traversent pratiquement pas une couverture non perturbée de plus de 0,10 - 0,20 m (en réalité les labours remuent jusqu'à 0,40 - 0,50 m et les régions à étudier ont été éventrées par les obus de 2 guerres) Au contraire, le radon diffuse largement et une couverture de 5 m n'apparaît pas comme un obstacle.

Par ailleurs, dans une région de relief accusé, on pourrait envisager d'utiliser cette méthode en "systématique" sur les éluvions de fond de thalweg; on obtiendrait peut être ainsi rapidement des renseignements sur la présence ou non de phosphates sur les flancs.

Cette méthode, non encore utilisée à notre connaissance, dans la prospection des phosphates, apparaît donc riche d'intérêt théorique.

En effet l'essai qui a été réalisé par le C.E.A. sur une zone préalablement déterminée par nous (gîte de Ribemont sur l'Ancre (Somme) avec un émanomètre portatif mis au point par le C.E.A. n'a pas été concluant. Les conditions atmosphériques très mauvaises jointes à une défaillance de l'appareillage (soudure) n'ont permis d'effectuer que quelques mesures; cependant, des variations nettes, difficilement interprétables en raison du faible nombre de mesures effectuées, ont été constatées; en outre quelques observations importantes ont été effectuées :

- la proximité des affleurements, même phosphatés, rend les mesures non significatives.
- les mesures effectuées dans un remblai, même ancien, sont également non significatives.
- les éluvions de fond de thalweg situés à proximité d'un gisement de phosphate paraissent donner des mesures positives, ce qui demanderait à être confirmé nettement par une prospection systématique d'essai .

#### 4°/ Conclusions sur les nouvelles méthodes par radioactivité

Les 3 méthodes essayées sont complémentaires et doivent permettre de "cerner" rapidement les gisements importants ou moyens. Cependant, les essais de 2 d'entre elles (scintillométrie hélicoptérée et dosage du radon) n'ont pas été concluants en raison de mauvaises conditions atmosphériques; ils devraient donc être complétés par d'autres essais effectués dans de meilleures conditions.

De toute manière, en cas de réussite (découverte d'un gisement) les méthodes envisagées devront être complétées par des sondages et des travaux de reconnaissance.

#### 5°/ Techniques rapides de mise en évidence du phosphate sur le terrain.

##### a/ Caractères visuels

D'assez bons caractères visuels permettent de différencier les différents types de phosphate du Crétacé supérieur du Bassin de Paris, entre eux et vis à vis des "craies normales"

Ces caractères sont rassemblés dans un tableau joint.



**CARACTERES "VISUELS" DES PHOSPHATES DU BASSIN DE PARIS**

---

<b>Roches Caractères</b>	<b>Craie blanche</b>	<b>Craie Phosphatée</b>	<b>Phosphate sableux</b>	<b>Sable phosphaté</b>	<b>Vernis phosphaté</b>	<b>Craie durcie</b>
<b>Couleur</b>	blanche, gris pale	blanche, gris jaunâtre; ton de + en + soutenu en fonction de l'aug- mentation de teneur	grise, jaunâtre brune → } idem	jaunâtre, brune → } idem	brun foncé	blanche, jaunâtre
<b>Cohésion</b>	bonne à l'échelle du bloc	assez bonne, dé- croit lorsque la teneur augmente	mauvaise	très mauvaise	bonne	excellente
<b>Débit</b>	anguleux	faiblement angu- leux à sableux	sableux	sableux	lamellaire	anguleux à conchoïde
<b>Résistance</b>	assez tendre	assez tendre	très tendre	très tendre	assez dure	très dure
<b>Aspect</b>	grain fin	granuleux	granuleux	granuleux	vernissé luisant	grain très fin (pâte)
<b>Macrofossiles</b>	rares	abondants	très abondants	très abondants	abondants	très rares ou absents
<b>Silex</b>	rogons abon- dants en lits, plaques rares	absents	absents	rogons rema- niés; plaques assez abondantes	absents	absents
<b>Dépôt</b>	couche	couche	chenal, fosse	poche	dépôt pelliculaire	couche; paroi de chenal ou fosse
<b>Teneur en P<sub>2</sub> O<sub>5</sub></b>	très faible	faible à moyenne	moyenne à forte	faible à très forte	très forte	faible

b/ Réactifs chimiques

Une méthode qualitative rapide, couramment utilisée, consiste à verser en même temps, sur l'échantillon à tester, quelques gouttes d'une solution au 1/5 de  $\text{NO}_3\text{H}$  et d'une solution de molybdate d'ammoniaque à 15 %. La présence d'un précipité jaune canari indique la présence de phosphate.

Cette méthode est directement utilisable sur les roches cohérentes et de faible porosité (craie phosphatée, vernis, nodule, craie durcie) mais nécessite l'emploi d'un récipient pour les phosphates sableux et les sables phosphatés; dans ce cas, on peut utiliser comme récipient, par exemple, une boîte Cambère "Cristal 221" ou un petit sac en plastique. Le meilleur procédé semble alors de déposer quelques gouttes des 2 réactifs dans le récipient, puis d'y ajouter quelques grains de la roche à tester, la présence du phosphate est indiquée par le précipité jaune.

## CONCLUSIONS

Les recherches détaillées que nous avons menées sur les anciens gîtes de phosphates de chaux du Crétacé supérieur du Bassin de Paris montrent que seuls les phosphates d'âge campanien inférieur (Craie à Actinocamax quadratus) sous forme de phosphates sableux conservés dans les chenaux ou les fosses paraissent digne d'intérêt, dans les conditions économiques actuelles.

Les anciens gisements sont essentiellement concentrés dans le Nord du Bassin de Paris mais des indices permettent de penser que des recherches effectuées à l'Est ou au Sud ne seraient peut-être pas négatives.

La région à prospector est celle des affleurements de la Craie à Actinocamax quadratus dans l'Est et le Sud-Est du Bassin de Paris (Yonne - Marne - Ardennes).

Les gîtes ayant été conservés à la faveur de structures synclinales les études en cours sur la tectonique et la paléogéographie du Crétacé supérieur, doivent permettre de circonscrire régionalement les recherches.

De nouvelles méthodes de prospection, basées sur la radioactivité des phosphates ont été expérimentées, malheureusement dans de mauvaises conditions atmosphériques. Les excellents résultats obtenus ailleurs et les premières indications tirées de nos essais laissent penser que ces méthodes pourront être utilisées avantageusement dans le Bassin de Paris; cependant de nouveaux essais effectués en période sèche sont nécessaires avant de conclure.

L'étude nécessaire de la valorisation des phosphates n'est pas encore commencée mais des recherches sur les éléments rares, éventuellement contenus en quantités suffisantes, sont en cours.

En bref, nous espérons qu'une recherche ordonnée, basée tant sur l'ensemble des données géologiques que sur de nouvelles méthodes de prospection, a de bonnes chances d'être couronnée de succès.

I/ REPERTOIRE DES GITES DE PHOSPHATES DE CHAUX DU CRETACE SUPERIEUR  
DU BASSIN DE PARIS -

/ Phosphates du Turonien /

1°/ Région de Lille

Haubourdin	}	1/80.000 N° 5 Lille
Lezennes		1/50.000 " 14 "

2°/ Cambrésis

a/ Groupe du Cateau

Le Cateau	)	1/80.000 N° 13 Cambrai
Montay		
Neuvilly	)	1/50.000 N° 37 Le Cateau
Quiévy		
Viesly	)	
Briastre		

b/ Groupe de Cambrai

Crèvecoeur	}	idem
Lesdain		
Masnières		

/ Phosphates du Sénonien /

1°/ Bassin d'Orchies (Nord)

\* Références forages feuille de Douai N° 8 au 1/80.000

Oignies	}	1/50.000 Carvin N° 20
Raismes		1/50.000 St. Amand N° 21
St. Aybert		1/50.000 Crespin N° 22

2°/ Groupe d'Auxi-le-Chateau (Pas-de-Calais)

Noeux-les-Auxi	)	1/80.000 Arras N° 7
Buire-aux-Bois (Buire, Bachimont, (Fme de Mamur)		
Haravesnes	)	1/50.000 { Hesdin St Pol
Haut-Maînil		
Fillièvres (Haravesnes)	(	

3°/ Groupe de Crécy-en-Ponthieu (Somme)

Crécy-en-Ponthieu	}	1/80.000 N° 7 Arras
(Le Bois Guerard)		
Marcheville	}	1/50.000 { Hesdin Abbeville
Domwast		

4°/ Groupe d'Hallencourt (Somme)

Hallencourt	)	1/80.000	Amiens
Wanel	)	1/50.000	Hallencourt
Dreuil-Hamel	)		

5°/ Groupe de Beauval (Somme et d'Orville (Pas-de-Calais))

Beauval	)		
Terramesnil	(	1/80.000	Amiens
Beauquesne	)		
Puchevillers	(		
Raincheval	)	1/50.000	Doullens
Toutencourt	(		
Orville	)		

6°/ Groupe de Ribemont-sur-Ancre (Somme)

Ribemont-sur-Ancre	)	1/80.000	Amiens
Heilly	)	1/50.000	Albert
Mericourt l'Abbé	)		

7°/ Groupe de Peronne (Somme)

a/ Curlu	)		
Hem-Monacu	(	1/80.000	Cambrai
Eclusiers -Vaux	)		
Hardécourt-aux-Bois	(	1/50.000	Albert
Frise	)		
Cappy	(		
b/ Mont-St-Quentin	)		
Bouchavesnes-Bergen	(		
Cléry-sur-Somme	)	1/80.000	Cambrai
Villers-Carbonnel	(		
Driencourt	)		
Barleux	(		
Bussu	)	1/50.000	Péronne N° 48
Doingt	(		
Marquaix	)		
Tincourt-Boucly	(		
Nurlu	)		
Templeux-la-Fosse	(		

8°/ Groupe d'Hargicourt (Aisne)

Hargicourt	)		
- "La Bouchère"	(	1/80.000	Cambrai
- "Cologne"	)		
- "Les anciennes carrières"	(	1/50.000	Péronne
Templeux-le-Guérard	)		
Villeret	(		
Pontru	)		
Ronssoy	(		
Longavesnes	)		

9°/ Groupe de Fresnoy-le-Grand (Aisne)

Fresnoy-le-Grand	)	
Croix Font sommes	(	1/80.000 Cambrai
- Méricourt	)	
Etaves et Bocquiaux	(	1/50.000 Bohain
Aisonville	)	
Montbrehain	(	

10°/ Groupe de Ribemont (Aisne)

a/ Ribemont	)	
-Fme de Séru	(	1/80.000 Laon
-Fme de Carenton	)	
Sery-les-Mezières	(	1/50.000 St. Quentin
-Fme de Senercy	)	
b/ Montceau-le-Neuf et Faucouzy	)	1/80.000 Laon
Landifay et Bertaignemont	)	1/50.000 Vervins

11°/ Groupe de Rethel (Ardennes)

Villers-Devant-le-Thour	)	1/80.000 Rethel
	)	1/50.000 Asfeld-la-Ville

12°/ Groupe d'Ardivilliers (Oise)

Hardivilliers	)	
Villers-Vicomte	(	1/80.000 Montdidier
Cormeilles	)	
St-André-Farivillers	(	1/50.000 St-Just-en-Chaussée
Troussencourt	)	
Paillart	(	

13°/ Groupe d'Hanvoile (Oise)

Gerberoy	)	
Hanvoile	(	1/80.000 Neufchatel
Glatigny	)	Montdidier
La Neuville-Vault	(	Beauvais
Pierrefitte-en-Beauvaisis	)	1/50.000 Beauvais
- Le Détroit	(	Crévecoeur-le-Gd.
Haucourt	)	

14°/ Groupe de Sens (Yonne)

St-Martin-du-Tertre	)	1/80.000 Sens
	)	1/50.000 Sens

LOCALITES	O i s e													S o m m e		
	Hardivilliers	Le Déroit	Hanvoile	Marcheville	Crécy-en-Ponthieu	Beauval (litter)	Beauval ancien	Beauval actuel	Terramesnil	Curly	Hem-Monacu	Ribemont s/ Ancre	Hallencourt	Templeux-le-Guérard	Eclusiers Vaux	Bouchavesnes
SABLES PHOSPHATES	<u>24,2</u> <u>29</u>		8,1	0,6		<u>37</u> 38,76		4,04 29,2				19,06	<u>29</u>			
CRAIE BLANCHE	0,15							0,6 0,6 0,5				0,3				
CRAIE BLANCHE ET GRISE	1,5	2,65						1							2,1	1,8
CRAIE PHOSPHATEE	6,35 8,53 <u>10,95</u>	7,7	8,6 9,6	7,9	6,9	<u>12,10</u>	13,92 19,59	4,6 13,93 12 8,2 11,8 8,4	9,2 11,4	9,02 9,01 12,67	9,87 12,38	8 14,2	<u>16</u>	5,7 11,1 12,3 9,8 7,9	14,3 20,6	
PHOSPHATE SABLEUX DES CHENAUX ET DES FOSSES	9,55							9,26 à 30,7 (18,26 moyen) (42 analyses)								
VERNIS PHOSPHATE (+ craie durcie)	12,20											14,8				

- NOTA : 1/ Toutes les analyses provenant de gîtes dont le type est inconnu (phosphate sableux des chenaux ou craie phosphatée des cuvettes synclinales) ont été incorporés dans la rubrique "Craie phosphatée".
- 2/ Les résultats d'analyses provenant de sources bibliographiques ou archivales sont soulignés.

	A i s n e						Pas-de-Calais	Ardennes	Yonne			
<u>LOCALITES</u>	Etaves et Bocquiaux	Faucouzy - Monceau	Hargicourt La Bouchère	Hargicourt	Mericourt	Pontru	Haravesnes	Orville	Villers devant le Thour	St Martin du Tertre		
SABLES PHOSPHATES							<u>31,02</u>	<u>20 à 37</u> <u>38,25</u>				
CRAIE BLANCHE		0,8 0,3										
CRAIE BLANCHE ET GRISE		1,3 2,7 3 0,9	1,5 2,8 3,5	1,4	3,7 2,3 1,8	4,7 4,9 1,8		0,7				
CRAIE PHOSPHATEE	<u>21,20</u> <u>21,52</u> <u>26,20</u> 9,3 9,9 9,8 8,0	16,6 14,9 10,4 15,3 9,8 5,4 7,8 10,5	6,10 11,7 10,7 10,7 18,6 14,2 16,7	17,5 13,5 14,5 21,2 18,6 14,2 16,7	7,7 6,9 4,8 10,7 7,9 10,7 9,5	18,4 11,2 5,9	8,7 12,3 7,5 8,8	9,1 5,1 6,0 7,3 8,5 9,8	9,97	24,43 <u>31,33</u> <u>33,01</u>	5,2	19,5 19,4 <u>16,63</u> 9,22 4,97 8,45
PHOSPHATES SABLEUX DES CHENAUX ET DES FOSSES												
VERNIS PHOSPHATE (+ craie durcie)		17,6 21,9						<u>33,77</u> <u>37,21</u>				

NOTA : 1/ Toutes les analyses provenant de gîtes dont le type est inconnu (phosphate sableux des chenaux ou craie phosphatée des cuvettes synclinales) ont été incorporés dans la rubrique "Craie phosphatée".  
2/ Les résultats d'analyses provenant de sources bibliographiques ou archivales sont soulignés.



III/ NOTE PRELIMINAIRE SUR L'ETUDE TECTONIQUE DU CRETACE SUPERIEUR  
DU BASSIN DE PARIS par J. FLORIN

---

Les éléments tectoniques actuels concernant la région du Nord du Bassin de Paris font ressortir des alignements de gisements de phosphate suivant les axes synclinaux.

Actuellement, nous sommes à même de penser à des dépôts en mer épicontinentale et à des concentrations au long de rides synclinales, occasionnellement parcourues par des chenaux (gisement de Beauval).

Nous avons été amenés à préciser la tectonique de la zone phosphatée, craie campanienne à Actinocamax quadratus, et à envisager le tracé d'une carte structurale en isobathes et d'une carte en isopaques de cette zone.

Stratigraphie de la craie

Parmi les anciens auteurs, nous pouvons signaler les études de MERCEY et de GOSSELET pour la région du Nord de la France, celles de PERRON et de LAMBERT pour le Sud-Est et l'Est du Bassin de Paris, enfin celles de GROSSOUVRE pour l'ensemble du Crétacé supérieur du Bassin de Paris.

Leur stratigraphie était uniquement basée sur la macrofaune. La rareté de celle-ci ne permet pas son application à la tectonique.

Depuis de nombreuses années, Mr. P. MARIE au B.R.G.M. et un certain nombre de micropaléontologistes pétroliers, parmi lesquels on peut citer Mr. J. SIGAL, ont cherché à établir une échelle micropaléontologique de la craie.

L'évolution des espèces étant très progressive, il paraît bien difficile de suivre des repères avec la précision nécessaire pour une étude tectonique.

Par contre, la publication récente de Mrs. A. DARDENNE et J. SIGAL, intitulée "Corrélations dans la craie du Bassin de Paris - Permien de Dammartin en Goële" (1), apporte des éléments nouveaux s'appuyant sur les corrélations électriques étalonnées par la microfaune.

Nous avons donc envisagé de vérifier ces corrélations puis à les étendre à tous les forages, du Bassin de Paris, carottés électriquement.

(1) Annales Soc. Géol. du Nord, 1960, T. LXXX, p 219 - 223

### Combinaison des résultats géologiques et sismiques

Si le permis de Dammartin-en-Goële est bien couvert par les forages, il n'en est pas de même pour les autres régions. D'autre part, les sociétés pétrolières ont reconnu plus particulièrement les structures positives, il est donc de ce fait difficile de suivre les zones synclinales à l'aide des forages.

Les études géophysiques par sismique réflexion ont été à la base des recherches pétrolières. La comparaison entre les données sismiques et les résultats des forages, si celle-ci s'avérait positive, devrait nous permettre d'utiliser les cartes d'isochrones.

Le permis de Dammartin-en-Goële a été tout naturellement choisi pour effectuer ce test pour plusieurs raisons différentes :

- 1°/ La densité des forages y est la plus importante.
- 2°/ Les études sismiques ont été effectuées avec les enregistreurs magnétiques.
- 3°/ Les difficultés de correction de vitesse sont maximum du fait de la couverture tertiaire.
- 4°/ Les logs électriques des forages ont été obtenus dans leur quasi totalité du fait de contacts directs avec la Société PETROREP.

L'objectif pétrolier étant principalement le Dogger, les horizons sismiques suivis sont donc les plus voisins de celui-ci et toujours situés dans le Jurassique.

Ils se répartissent généralement comme suit :

- Horizon A au toit de Portlandien
- " B dans le Kimméridgien
- " C au Dogger
- " D au Lias (fréquemment absent)

Seul l'horizon B au Kimméridgien est commun à toutes les études du Bassin de Paris.

Malheureusement, il n'est pas possible de dresser une carte en isochrones de cet horizon pour l'ensemble du bassin, le "datum plane" de chaque étude étant fréquemment différent et le pointé du train d'onde caractéristique variable suivant les entreprises. La plus grande partie des études ont été effectuées par la C.G.G. et élimine pour toutes les études récentes les erreurs de pointé. Il n'en reste pas moins vrai qu'il serait trop long d'envisager une correction systématique de "D P" afin d'obtenir une homogénéisation des études faites par la C.G.G.

### Résultats sur le permis de Dammartin

En forage les corrélations électriques sont bonnes dans l'ensemble depuis le Kimméridgien jusqu'au sommet de la Craie grise du Turonien moyen, (exclusion faite du Crétacé inférieur) les faciès étant suffisamment différenciés.

Dans la craie blanche, un niveau repère, voisin du toit du Turonien supérieur peut être suivi d'une façon plus discontinue mais les corrélations de Mr. DARDENNE ne se vérifient pas dans leur ensemble pour les niveaux supérieurs. Tout au plus retrouve-t-on localement certains repères.

D'après Mr. DARDENNE le toit de la craie reflète encore la tectonique du Jurassique d'une manière très atténuée, nous ne possédons pas encore tous les éléments pour vérifier cette idée qui néanmoins nous fait bien augurer pour la suite de l'étude.

D'une manière générale la tectonique s'atténue progressivement à mesure que l'on remonte dans la série depuis le Jurassique jusqu'au sommet du Crétacé et la sismique reflète correctement l'allure structurale du Jurassique. Le Crétacé inférieur s'amincit vers le Nord jusqu'à disparaître dans le département de l'Aisne où les Sables verts sont transgressif sur un Portlandien très réduit.

### Programme ultérieur

D'après les forages, nous envisageons d'établir pour tout le bassin et par coupure à l'échelle du 1/200.000 une carte en isobathes du toit du Kimméridgien marneux que nous compléterons à l'aide des isochrones.

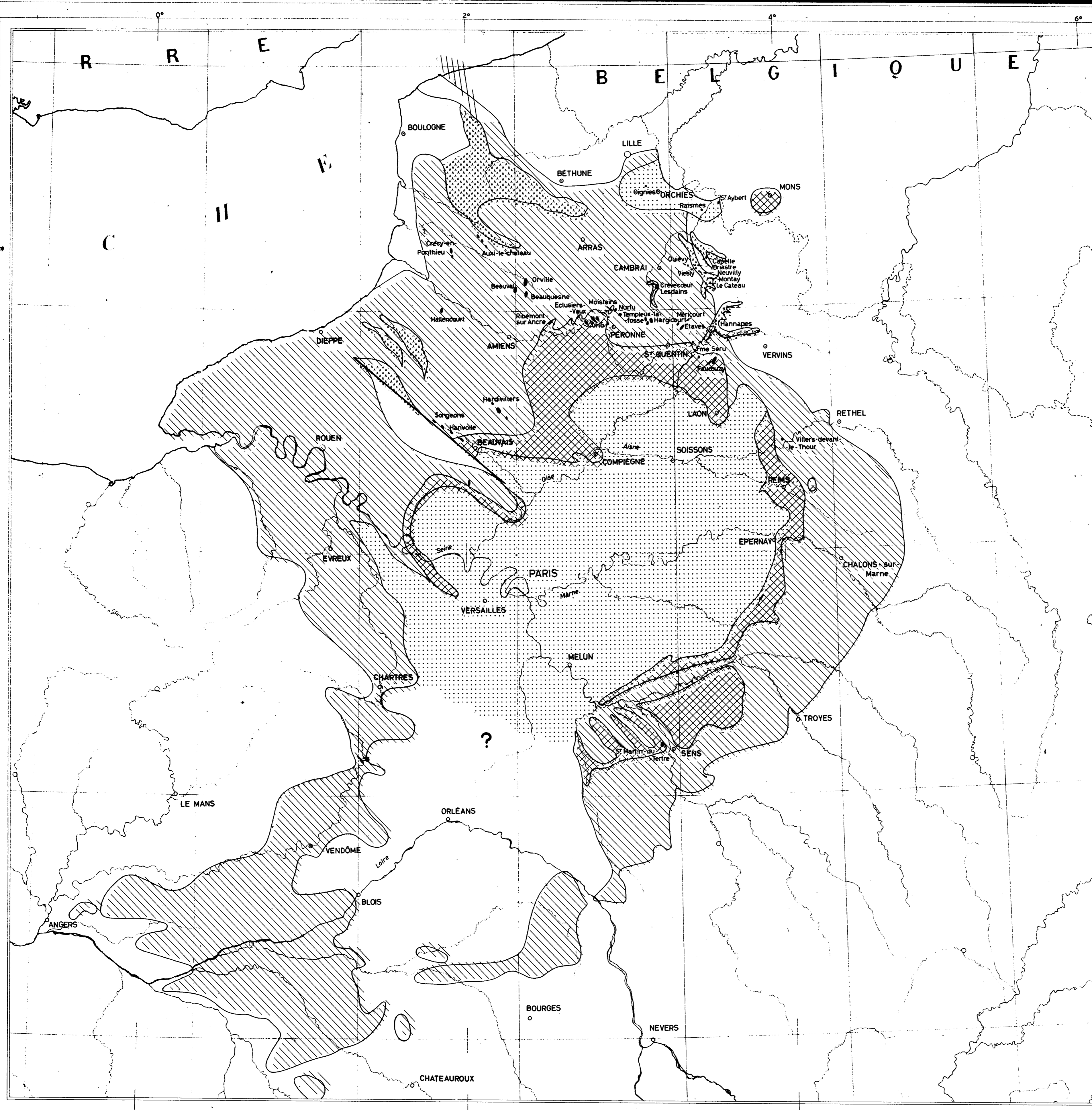
Une carte identique pourra être envisagée pour les divers niveaux repères bien marqués jusqu'au sommet de la Craie grise du Turonien moyen.

Les core-drills pétroliers et les forages d'eau apporteront des éléments nombreux pour l'établissement de la carte du toit de la craie qui, si l'érosion ne s'est pas trop fait sentir, aura la valeur d'une carte structurale.

Nous pourrions alors envisager une carte en isopaques de la craie blanche (Senonien + Turonien supérieur) afin de situer les zones de réduction des dépôts de cette formation.

### Conclusion



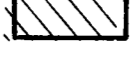
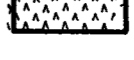

Au terme de ce travail, qui demandera vraisemblablement une année de géologue, nous n'aurons fait qu'approcher le but poursuivi. Il ne fait aucun doute que des enseignements importants s'en dégageront. Ceux-ci permettront d'orienter les recherches de détail vers les zones qui apparaîtront comme les plus favorables à la sédimentation phosphatée.



Annexe IV

PHOSPHATES DU CRÉTACÉ  
DU BASSIN DE PARIS

Légende

-  CAMPANIEN
-  CAMPANIEN SOUS COUVERTURE TERTIAIRE
-  CONIACIEN - SANTONIEN
-  TURONIEN
-  GISEMENTS DE CRAIE PHOSPHATÉE :
  - Campanien inférieur
  - Turonien supérieur

