

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

B.P. 6009 - 45060 Orléans Cedex - Tél.: (38) 63.80.01

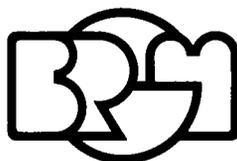
INVENTAIRE DU TERRITOIRE MÉTROPOLITAIN

**RECHERCHE DE GISEMENTS D'ATTAPULGITE
DANS LE BASSIN DE SAFFRE**

par

P. LE BERRE

avec la collaboration de M. GRES



Département des gîtes minéraux

B.P. 6009 - 45060 Orléans Cedex - Tél.: (38) 63.80.01

Rapport du B.R.G.M.

83 SGN 821 GMX

Décembre 1983

R E S U M E

Une prospection préliminaire des bassins tertiaires du Massif Armoricaïn avait été réalisée en 1981 dans le cadre de l'inventaire du territoire métropolitain, en vue de rechercher des gisements de bentonite et attapulgite. Cette prospection avait permis de mettre en évidence un indice prometteur au voisinage de Puceul dans le bassin de Saffré, situé à 40 km au Nord de Nantes.

La maille adoptée pour les travaux de sondages n'avait pas permis de définir un ordre de grandeur du volume exploitable. Il a été décidé en 1983 de poursuivre la prospection de cet indice afin d'étudier la géométrie et les extensions possibles du dépôt d'argile à attapulgite de Puceul et d'en définir le contexte géologique.

Cette prospection est essentiellement motivée par le déficit de notre balance commerciale engendré par les importations de ce type d'argile (90 millions de francs en 1982). En effet, la production nationale d'argile fibreuse est très faible (1 kt/an) et les gisements actuellement connus ou exploités ne permettent pas d'envisager une augmentation de cette production dans des conditions rentables.

En plus de la campagne de reconnaissance de 1981 (24 sondages à la tarière sur camion), nous avons réalisé dans la partie Nord du bassin de Saffré, 17 sondages à la tarière sur camion (160 m forés) et 69 sondages à la tarière à main. Onze sondages carottés ont également été réalisés dans ce secteur par la société TOLSA (200 m forés), le plus gros producteur européen de ce type d'argile. Les travaux ont permis de distinguer trois faciès dans la masse des argiles du Bartonien-Stampien (en partant de la base) :

- argiles inférieures bariolées, plastiques
- argiles sableuses vertes
- argiles supérieures vert-clair, grumeleuses.

La répartition de ces trois faciès semble guidée par le jeu de failles Nord-Sud. Ainsi les argiles supérieures vert-clair semblent localisées dans de petits grabens séparés par des horsts où affleurent les argiles sableuses vertes et les argiles inférieures bariolées. Les niveaux d'argiles à attapulgite les plus purs et les plus épais semblent localisés au voisinage du contact entre argiles sableuses et argiles supérieures vertes. Ainsi, un gisement possible de superficie 30 ha environ a été repéré au Sud de la ferme de la Hubertière à l'Est de Puceul. Les niveaux à attapulgite (teneur de l'ordre de 70 %) ont une épaisseur variant entre 2 et 5 m. Des sondages complémentaires seront nécessaires pour savoir s'ils constituent ou non une couche continue (l'épaisseur de la découverte serait comprise entre 0 et 8 m). Plus au Sud, l'attapulgite disparaît et fait place à une sédimentation essentiellement illitique. D'autres indices d'attapulgite ont été repérés à l'Est (Le Souchais) et à l'Ouest (le Landreau) et seuls des sondages profonds permettront de savoir s'il existe dans ces secteurs des matériaux exploitables en quantité suffisante. Ces argiles à attapulgite sont susceptibles de trouver un débouché pour la fabrication de granulés absorbants (90 % de la consommation) malgré des caractéristiques légèrement inférieures aux produits espagnols. Elles pourraient également être utilisées pour la confection de boues de forage en milieu salin.

En dehors de ces argiles à attapulgite, les argiles à illite peuvent aussi permettre de produire des granulés absorbants de qualité moyenne. Un gisement de 45 ha environ situé au Sud du gisement de la Hubertière a pu être ainsi repéré (épaisseur du niveau argileux comprise entre 5 et 10 m).

Ces gisements et indices sont situés sur le territoire des communes de Puceul et Saffré où les contraintes à l'exploitation de carrières sont relativement faibles (pas de plan d'occupation des sols).

S O M M A I R E

INTRODUCTION	1
1 - RAPPEL DES MOTIVATIONS DE CETTE PROSPECTION UN MARCHE FRANCAIS ESSENTIELLEMENT IMPORTATEUR	2
2 - RESUME DES CONNAISSANCES GEOLOGIQUES CONCERNANT LE BASSIN DE SAFFRE	4
2.1. Description du contexte géologique	4
2.2. Etude minéralogique des argiles	4
3 - RECHERCHE D'INDICES D'ATTAPULGITE SUR L'ENSEMBLE DU BASSIN CAMPAGNE DE PROSPECTION B.R.G.M. DE 1981	8
4 - ETUDE DETAILLEE DE L'INDICE D'ATTAPULGITE DE PUCEUL ET DE SES EXTENSIONS	9
4.1. Description des campagnes de prospection	9
4.2. Interprétation	9
5 - MINERALOGIE ET GENESE DES ARGILES	11
5.1. Description des méthodes d'analyses	11
5.2. Localisation des argiles à attapulgite	11
5.3. Description des argiles à attapulgite	13
5.4. Genèse des argiles à attapulgite	13
6 - ETUDE DES POSSIBILITES D'UTILISATION DES ARGILES DE SAFFRE COMME GRANULES ABSORBANTS	15
6.1. Description des essais de laboratoire	15
6.2. Caractéristiques des granulés à base d'argile à attapulgite	16
6.3. Caractéristiques des granulés à base d'argile à illite	16
7 - ESSAIS D'UTILISATION DES ATTAPULGITES DE SAFFRE POUR LE FORAGE EN MILIEU SALIN	20
8 - ENQUETE PRELIMINAIRE CONCERNANT LES CONTRAINTES A L'EXPLOITATION DE CARRIERES	23
9 - CONCLUSION - PERSPECTIVES	24

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 - Sondage IV de Saffré - nature des minéraux argileux (d'après J. ESTEOULE-CHOUX - 1967)	6
Tableau 2 - Etude sédimentologique du sondage Montavon (d'après V. BORNE - 1978)	7
Tableau 3 - Composition minéralogique des niveaux à attapulgite reconnus dans le bassin de Saffré	12
Tableau 4 - Caractéristiques des granulés absorbants fabriqués à partir des niveaux d'argile à attapulgite mis en évidence dans le bassin de Saffré	17
Tableau 5 - Comparaison des caractéristiques des granulés absorbants à base d'attapulgite de Saffré, de Mormoiron, des USA et de sépiolite espagnole	18
Tableau 6 - Caractéristiques moyennes des granulés réalisés à partir des argiles supérieures vert-clair riches en illite	19
Tableau 7 - Rendement OCMA d'échantillons d'argile à attapulgite de Saffré prélevés au sondage S 72	21
Tableau 8 - Viscosité apparente de boues à base d'attapulgite de Saffré mesurée à la concentration de 8,25 g/100 ml	22

LISTE DES CARTES ET FIGURES

Carte 1 - Esquisse géologique du bassin de Saffré

Carte 2 - Carte géologique interprétative de la partie Nord du bassin de Saffré

Figure 1 - Bassin de Saffré - Coupe géologique longitudinale

Figure 2 - Bassin de Saffré - Coupes géologiques transversales

INTRODUCTION

Dans le cadre de l'inventaire du territoire métropolitain, le département Gîtes Minéraux du B.R.G.M. a réalisé en 1981 une prospection des bassins tertiaires de la bordure Est du Massif Armoricaïn en vue de la recherche de gisements de bentonite et attapulgite * (programme pluriannuel débuté en 1979).

Cette étude avait permis, entre autres, la mise en évidence d'un indice prometteur d'attapulgite au Sud-Est de Puceul dans le bassin de Saffré situé dans le département de la Loire-Atlantique à 40 km au Nord de Nantes. Mais, étant donné la maille des travaux de reconnaissance adoptée pour cette étude (prospection de 12 bassins), elle n'avait pas permis de conclure à l'existence d'un gisement exploitable. Il a été, par conséquent, décidé de poursuivre la prospection de ce bassin à partir de l'indice d'attapulgite de Puceul dans le but de :

- définir la gîtologie des argiles à attapulgite du bassin de Saffré et de mettre en évidence des guides de prospection utilisables dans d'autres bassins
- de savoir s'il existe un gisement présentant des caractéristiques quantitatives et qualitatives suffisantes en vue d'une éventuelle exploitation en carrière de ces matériaux.

Cette prospection complémentaire entre dans le cadre des travaux menés pour le Comité de l'inventaire du territoire métropolitain.

* Recherche de gisements d'attapulgite et de bentonite dans le Massif Armoricaïn.
Rapport B.R.G.M. n° 82 SGN 175 GMX par P. LE BERRE en collaboration avec
R. GOUSTARD et M. GRES.

1. - RAPPEL DES MOTIVATIONS DE CETTE PROSPECTION

UN MARCHÉ FRANÇAIS ESSENTIELLEMENT IMPORTATEUR

Les attapulgites et sépiolites sont des argiles fibreuses, principalement utilisées comme granulés absorbants (litières animales - absorbants de sols industriels), supports de pesticides et pour le forage en milieu salin.

La production mondiale de ces argiles est essentiellement assurée par deux pays, l'Espagne (350 kt en 1979) et les Etats-Unis (780 kt en 1976).

La production française est très faible (de l'ordre de 1 kt/an) si bien que notre consommation est actuellement satisfaite par des importations en provenance d'Espagne (150 kt/an) mais aussi des Etats-Unis et du Sénégal (de l'ordre de 20 kt/an). Ces importations qui entraînent un déficit annuel de la balance commerciale de l'ordre de 90 millions de francs (1982), se décomposent de la façon suivante en fonction des utilisations :

- litières animales : 65-70 %
- absorbants de sols industriels : 15-20 %
- divers (boues de forage, supports de pesticides, etc...) : 10-20 %

La faible production nationale est assurée par deux gisements :

- le gisement d'attapulgite de Mormoiron
- le gisement de sépiolite de Salinelles

Le gisement d'attapulgite de Mormoiron est situé dans le département du Vaucluse, à 15 km à l'Est de Carpentras. Le matériau est observable dans de petites carrières (Le Roussan - La Jouvette) situées à 1 km au Sud-Est de Mormoiron. L'argile à attapulgite pure constitue un niveau de l'ordre de 2,0 m d'épaisseur reposant sur une couche de l'ordre de 12 m de puissance d'argile essentiellement composée de smectite mais contenant localement de l'attapulgite. Ce niveau supérieur à attapulgite est surmonté par le banc du calcaire de Jocas de 4 m de puissance. L'ensemble, qui présente un assez fort pendage vers l'Ouest, affleure de façon lenticulaire sur une faible superficie de l'ordre de 20 ha et n'a jamais été retrouvé dans le reste du bassin de Mormoiron. Des sondages réalisés sur ce gisement ont montré que les réserves exploitables sont faibles :

- de l'ordre de 100 000 t d'attapulgite pure
- de l'ordre de 1 000 000 t d'argile mixte à smectite à attapulgite.

Les carrières sont exploitées de façon intermittente par la société Marius-Lamy (extraction de l'ordre de 1 000 t/an d'argile à smectite) en vue de la fabrication par la société Expansia de produits pharmaceutiques.

Des essais de commercialisation de granulés absorbants ont été réalisés par Expansia (à partir de l'argile mixte) mais ont été abandonnés compte tenu de la qualité moyenne des matériaux produits et des réserves insuffisantes.

Nous avons également effectué des tests de laboratoire sur l'attapulgite pure de Mormoiron. Les granulés produits, calcinés à 450° C pendant 20 mn, présentent les principales caractéristiques suivantes à comparer à celles des produits commercialisés.

	attapulgite de Mormoiron	attapulgite U. S.	sépiolite espagnole
Coloration	blanc-verdâtre	beige	beige-clair
Densité	0,75	0,44	0,54
Absorption d'eau %	61	104	98

Compte tenu de ces résultats et de la faiblesse des réserves, il semble donc difficile d'envisager la production de granulés absorbants à partir des attapulgites de Mormoiron.

Le gisement de sépiolite de Salinelles est situé dans le bassin de Sommières à l'Ouest de Nîmes (département du Gard).

Les couches de sépiolite se rencontrent dans le calcaire de Salinelles : 4 à 6 couches de quelques cm à 50 cm d'épaisseur (puissance cumulée de 1 à 1,5 m) ont été exploitées en galerie souterraine entre 20 et 25 m de profondeur (argiles destinées au forage en milieu salin). Mais, étant donné le mode d'exploitation et la faible épaisseur des couches, l'extraction réalisée par la CECA est pratiquement abandonnée (production de 381 t en 1982 d'après les Statistiques de l'Industrie Minérale).

Compte tenu de ces remarques, on ne peut donc envisager de produire à un stade industriel des granulés absorbants à partir des gisements de Mormoiron et Salinelles. Par conséquent, l'objectif de réduction des importations nécessite la mise en évidence de nouveaux gisements d'argiles fibreuses. De nombreux indices d'attapulgite ou sépiolite sont connus dans de nombreux bassins (Bassin de Paris, Bassin Aquitain) mais les couches sont généralement d'épaisseur trop faible et sous forte couverture en vue d'une éventuelle exploitation. Actuellement, seul l'indice mis en évidence à Saffré présente une épaisseur suffisante de l'ordre de 4 à 5 m et justifie donc des travaux complémentaires.

2 - RESUME DES CONNAISSANCES GEOLOGIQUES CONCERNANT LE BASSIN DE SAFFRE

2.1. Description du contexte géologique

Le levé géologique détaillé du bassin de Saffré a été effectué en 1978-80 par J.P. MARGEREL (Université de Nantes) dans le cadre des travaux pour la carte à 1/50 000 de Nort-sur-Erdre (en cours d'édition en 1983). Ce bassin tertiaire avait déjà fait l'objet de travaux de la part de G. VASSEUR (réalisation de la première esquisse géologique de ce bassin en 1881) et de S. DURAND (étude détaillée de 7 sondages pour la recherche d'eau en 1960). Outre ces travaux antérieurs, J.P. MARGEREL a étudié les coupes géologiques de nombreux sondages réalisés :

- pour la recherche de calcaire à ciment : 20 sondages ont été forés en 1964, au Sud-Ouest de Saffré, par la société LAFARGE.
- pour la recherche d'eau : 1 sondage de 350 m de profondeur (sondage Montavon) a été réalisé en 1977, au Sud de la ferme du Rocher. L'étude de ce sondage a fait l'objet d'un diplôme d'études approfondies par V. BORNE (1978, Université de Nantes).

L'analyse de ces travaux a conduit à l'établissement d'une carte géologique détaillée du bassin de Saffré. Celle-ci est résumée sur la carte 1 où, par désir de clarté, nous n'avons pas reporté les formations superficielles plio-quadernaires (sables et graviers argileux, limons d'épaisseur comprise entre 0 et 3 m).

L'échelle stratigraphique adoptée pour les formations tertiaires de ce bassin est la suivante (en partant de la base) :

- Lutétien Supérieur (e5c) : Série détritique de base, constituée de sables (sable de Bois-Gouët), graviers et argiles à végétaux
- Bartonien Supérieur - Stampien Inférieur (e6g1) : argiles
- Stampien Supérieur : (g2a) : calcaires marins à Archiacines
(g2b) : marno-calcaires lacustres

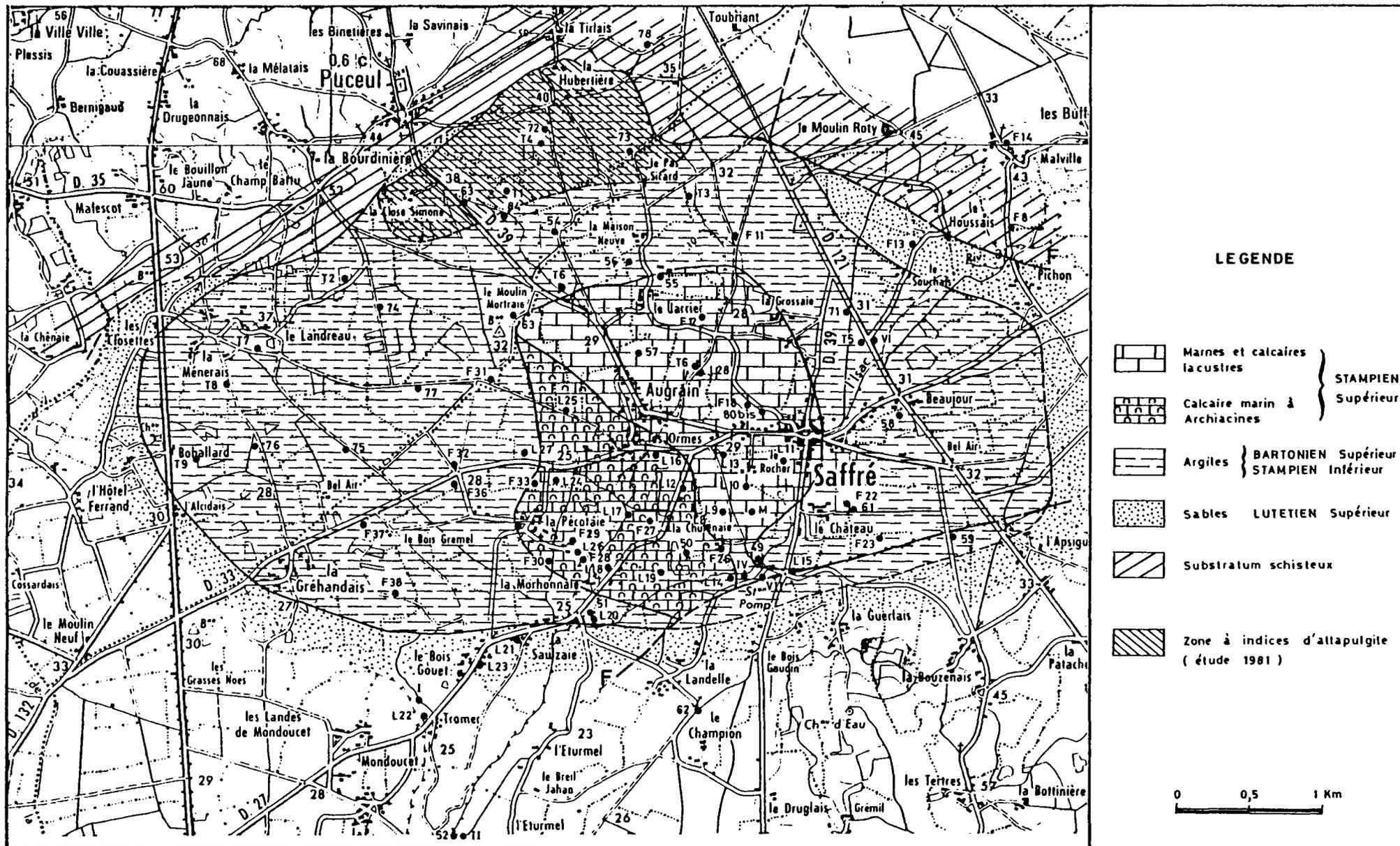
Ce bassin tertiaire présente une forme grossièrement elliptique et couvre une superficie de 30 km². Les affleurements des différents niveaux constituent des auréoles concentriques de plus en plus anciennes du centre vers l'extérieur du bassin. Le bassin serait limité au Sud par une faille suivant le cours du ruisseau Isac.

2.2. Etude minéralogique des argiles

Une étude minéralogique détaillée des argiles des bassins tertiaires bretons a été réalisée par S. ESTEOULE-CHOUX * (1967). En ce qui concerne le bassin de Saffré, elle a analysé le sondage IV réalisé dans les calcaires lacustres au Sud du bourg de Saffré (cf. carte 1). Le tableau 1 qui synthétise les analyses minéralogiques par diffractométrie de rayons X réalisées sur les argiles de ce sondage montre que :

- les niveaux d'argile à attapulгите sont intercalés dans les marno-calcaires lacustres supérieurs du Stampien Supérieur (un niveau de 3 m d'épaisseur)
- la masse des argiles vertes situées sous les calcaires à Archiacines sont essentiellement composées d'illite et de kaolinite.

* S. ESTEOULE-CHOUX (1967) : Contribution à l'étude des argiles du Massif Armoricain. Argiles des altérations et argiles des bassins sédimentaires tertiaires.



Carte 1 : Esquisse géologique du bassin de Saffré

Les argiles du bassin de Saffré ont été également analysées lors de l'étude par V. BÖRNE (1978) du sondage Montavon de 340 m de profondeur foré près de la ferme du Rocher (cf. tableau 2). Des niveaux de marnes à attapulгите ont été également repérés dans les calcaires lacustres. Mais cette étude a permis d'étudier en détail les argiles du Bartonien-Stampien. Trois sous-ensembles ont pu être distingués :

1. un sous-ensemble argilo-sableux principalement composé d'illite-kaolinite-smectite-quartz d'origine essentiellement détritique.

2. un sous-ensemble d'argiles à gypse dans lequel on peut distinguer deux niveaux argileux : un niveau supérieur à dolomite et un niveau inférieur à smectite. L'apport détritique est nettement plus faible au cours de la sédimentation de ces argiles.

3. un sous-ensemble d'argiles pyriteuses essentiellement détritique.

L'étude de ce sondage montre qu'après le dépôt des sables du Lutétien, la mer se retire et le dépôt des argiles s'effectue en milieu laguno-lacustre. Lorsque l'apport d'eau douce est supérieur à l'évaporation, le bassin de Saffré fonctionne comme un milieu ouvert et la sédimentation est essentiellement détritique (démantèlement de la couverture latéritique apportant de la kaolinite - de l'illite et du quartz des sous-ensembles 1 et 3). Dans le cas inverse, le maintien du niveau aquifère dans les lagunes est assuré par un apport d'eau marine. Les apports détritiques sont nettement plus faibles, une sédimentation chimique en milieu confiné se produit (smectite et éventuellement illite) et le gypse cristallise (lagune fonctionnant comme un marais salant) conduisant à la sédimentation du sous-ensemble 2. Après le dépôt de ces argiles, la mer revient pour permettre le dépôt des calcaires marins. V. BORNE (1978) n'a pas mis en évidence de niveaux à attapulгите dans les argiles du Bartonien - Stampien du sondage Montavon. Mais, étant donné le milieu de sédimentation envisagé pour le sous-ensemble des argiles gypseuses, une néoformation d'attapulгите au cours du dépôt de ces argiles n'est certainement pas à exclure en d'autres parties du bassin. Il faut aussi noter que cette sédimentation en milieu laguno-lacustre risque d'engendrer des variations latérales de faciès et que la mise en évidence de niveaux exploitables à attapulгите nécessitera probablement la réalisation de nombreux sondages.

0 m			
Série Supérieure	SF 401	calcaire 7,35	
	SF 402	calcaire jaune à Miliolles 9,00	
	SF 403	argile grise 9,75	A + G
	SF 404	calcaire 10,40	
	SF 405	marne verdâtre emballant des rognons calcaires 11,60	A + Calcite
	SF 406	argile verte 13,20	A
	SF 407	argile verte 14,70	A
	SF 408	calcaire à Characées 17,00	
	SF 409	calcaire marneux à Miliolles 25,40	
	SF 410	calcaire marneux à Miliolles à grain très fin	
27,20 m			
Série des calcaires Stampiens à Archiacines	SF 411	38,50 à 43,20 calcaire grossier	A + M + Dolomite
	SF 412	51,40 à 54,00 calcaire à grain fin	A + M + Calcite
	SF 413	54,00 à 59,30 calcaire marneux gris	A + M + Calcite
	SF 414	70,10 à 73,40 marne grise litée	I + m (tr.) + Carb. ankéritique
84,20 m			
?	SF 415	84,30 argile verte	I + k
	SF 416	87,00 argile verte 112,00	I + k

Tableau 1 - Sondage IV de Saffré - nature des minéraux argileux
(d'après J. ESTEOULE-CHOUX - 1967)

A = Attapulгите - G = Gypse - M = Montmorillonite - carb. carbonate
tr. = traces - I = Illite - K = Kaolinite
(en minuscules les minéraux subordonnés)

Profondeur	Lithologie	Niveau stratigraphique	Composition minéralogique des niveaux argileux
34,90 m	Série argilo-calcaire	Marnes et calcaires lacustres - Stampien Supérieur	Attapulgite-Calcite
120,70 m	Série calcaire	Calcaires marins à Archiacines - Stampien Supérieur	
171,40 m	Argiles vertes pyriteuses	Argiles du Bartonien Supérieur - Stampien Inférieur	Illite-Kaolinite-Quartz
230,80 m	Argiles gypsifères à dolomite		Gypse-Dolomite-Illite-Kaolinite-Quartz
266,30 m	Argiles gypsifères à montmorillonite		Gypse-Smectite-Kaolinite Illite-Quartz
295,23 m	Série argilo-sableuse		Illite-Kaolinite-Smectite-Quartz
323,50 m	Ensemble sableux inférieur (sables de Nois Gouët)	Sables du Lutétien Supérieur	
	Argiles noires de base		

Tableau 2 - Etude sédimentologique du sondage Montavon
(d'après V. BORNE - 1978)

3 - RECHERCHE D'INDICES D'ATTAPULGITE SUR L'ENSEMBLE DU BASSIN
CAMPAGNE DE PROSPECTION B.R.G.M. DE 1981

Etant donné la présence d'argiles à attapulгите mises en évidence par S. ESTEOULE-CHOUX dans ce bassin de Saffré, une campagne de reconnaissance de 24 sondages a été réalisée à la tarière sur camion en juin 1981 (sondages 49 et 64) et en novembre 1981 (sondages 71 à 78). Ces sondages localisés sur la carte 1 représentent une longueur totale de 298 m forés. Quelques trous à la tarière à main (T1 à T9) ont été également effectués. La plupart de ces sondages, réalisés dans le cadre de l'inventaire des bassins tertiaires du Massif Armoricaïn, ont été forés dans l'auréole des argiles du Bartonien - Stampien situées sous les calcaires marins à Archiacines. Ils ont conduit à modifier, sur la carte 1, les contours proposés sur la carte de Nort/Erdre à 1/50 000 (1983) : réduction de la superficie occupée par les calcaires lacustres au profit des argiles dans la zone des sondages 58 et 71, au Sud-Est de Saffré. Ils ont aussi montré que ces argiles sont généralement des matériaux plastiques, de teinte gris-bleu à bleu-vert à panachures ocre et à passées noirâtres, constituant un niveau homogène très épais. Elles sont composées d'illite et de kaolinite associées à un peu de quartz et de calcite/dolomite (sondages 49-53-61, cf. carte 1). De la smectite peut localement s'ajouter à ce mélange (sondages 51-71-75-77).

Des niveaux, de composition minéralogique particulière, ont pu aussi être repérés dans certains sondages. Ainsi, au Sud-Est de Puceul, le sondage 72 a révélé une couche riche en attapulгите entre 7,8 et 13,2 m de profondeur. Ce minéral se retrouve en surface dans les sondages à la tarière à main T 1 et T 4, et dans les sondages 63 et 73 (cf. carte 1). Au sondage 58, situé à proximité de la ferme de Beaujour à l'Est de Saffré, une couche d'argile riche en smectite et contenant localement de l'attapulгите a été mise en évidence entre 0,3 et 10,5 m de profondeur.

Les niveaux argileux à attapulгите, repérés par J. ESTEOULE-CHOUX, sont intercalés dans les calcaires lacustres où ils sont difficilement exploitables (zone de pompage pour l'alimentation en eau de la région). D'après la carte de J.P. MARGEREL, les argiles à attapulгите, repérés lors des sondages B.R.G.M. (63-72-73-58), seraient situés dans le niveau des argiles du Bartonien-Stampien où ils seraient plus facilement exploitables.

4 - ETUDE DETAILLEE DE L'INDICE D'ATTAPULGITE DE PUCEUL ET DE SES EXTENSIONS

4.1. Description des campagnes de prospection

- Campagne de sondages TOLSA (1982)

Une campagne de 11 sondages carottés, représentant 200 m forés, a été réalisée en Août 1982 sur l'indice d'attapulгите de Puceul (sondages notés C 1 à C 11). Ces sondages ont été effectués par la société TOLSA à la suite de la publication en 1981 des travaux du B.R.G.M. pour le compte du Comité de l'Inventaire. Cette société espagnole est le principal producteur européen de granulés absorbants produits à partir des gisements de sépiolite de la région Madrid - Tolède.

Nous avons pu obtenir les coupes géologiques levées lors de ces sondages. Malheureusement, nous n'avons pas pu observer les carottes et n'avons pas eu connaissance des résultats de cette prospection. Des négociations foncières ont été toutefois engagées mais elles ont été abandonnées par la suite (zone reconnue présentant des réserves insuffisantes ?).

- Campagne de sondages B.R.G.M. (1983)

Les sondages réalisés par la société TOLSA ont été localisés dans un secteur restreint situé au S.E. de Puceul et couvrant une superficie de 150 ha (secteur favorable situé au voisinage du sondage 72 où l'argile à attapulгите avait été découverte par le B.R.G.M. en 1981).

Dans le but de rechercher les extensions vers l'Ouest et l'Est des argiles à attapulгите de Puceul et d'en étudier la géologie, une nouvelle campagne de prospection a été réalisée par le B.R.G.M. en 1983 sur la moitié Nord du bassin de Saffré (superficie de l'ordre de 1 000 ha). Cette campagne menée dans le cadre de l'inventaire du territoire métropolitain s'est déroulée de la manière suivante :

- . réalisation de 60 sondages superficiels à la tarière à main en trois campagnes successives (notées T 11 à T 75)
- . réalisation de 17 sondages profonds à la tarière sur camion représentant 160 m forés (notés 78 bis à 94).

Nous avons également étudié deux sondages notés Pu 1 et Pu 2 réalisés dans le cadre des reconnaissances pour le levé de la future carte géologique à 1/50 000 de Nozay.

Tous ces sondages sont localisés sur la carte géologique interprétative n° 2.

4.2. Interprétation

Les coupes géologiques de ces sondages et de ceux réalisés en 1981 dans la moitié Nord du bassin de Saffré sont regroupées en annexe.

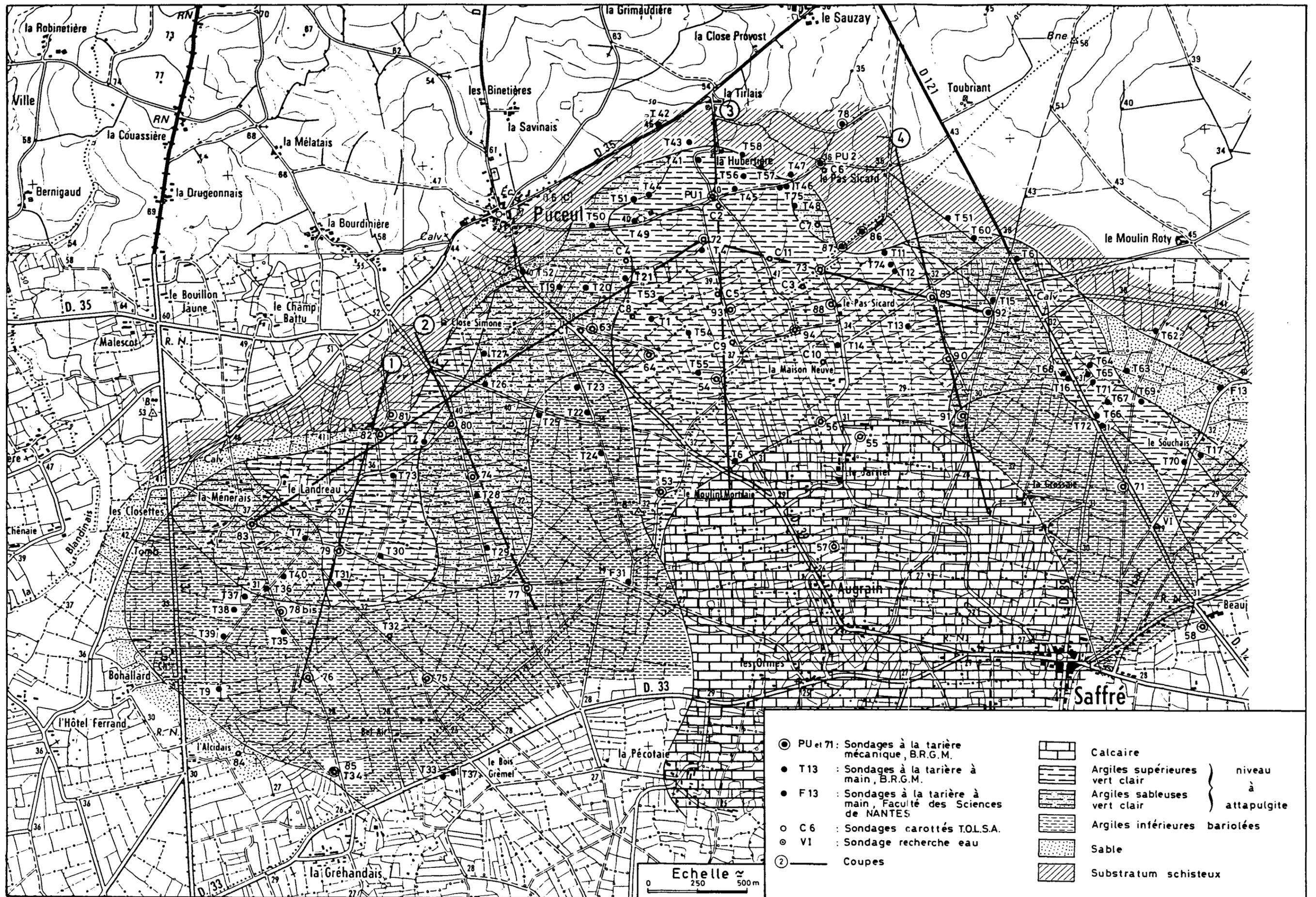
L'étude de ces coupes a conduit à distinguer trois niveaux superposés au sein des argiles de la bordure Nord du bassin de Saffré (en partant de la base) :

- argiles inférieures bariolées argiles plastiques de teinte gris-bleu à bleu-vert à panachures ocres, avec quelques passées d'argiles noires ou de marnes blanches (sondages 90, 91, 94)

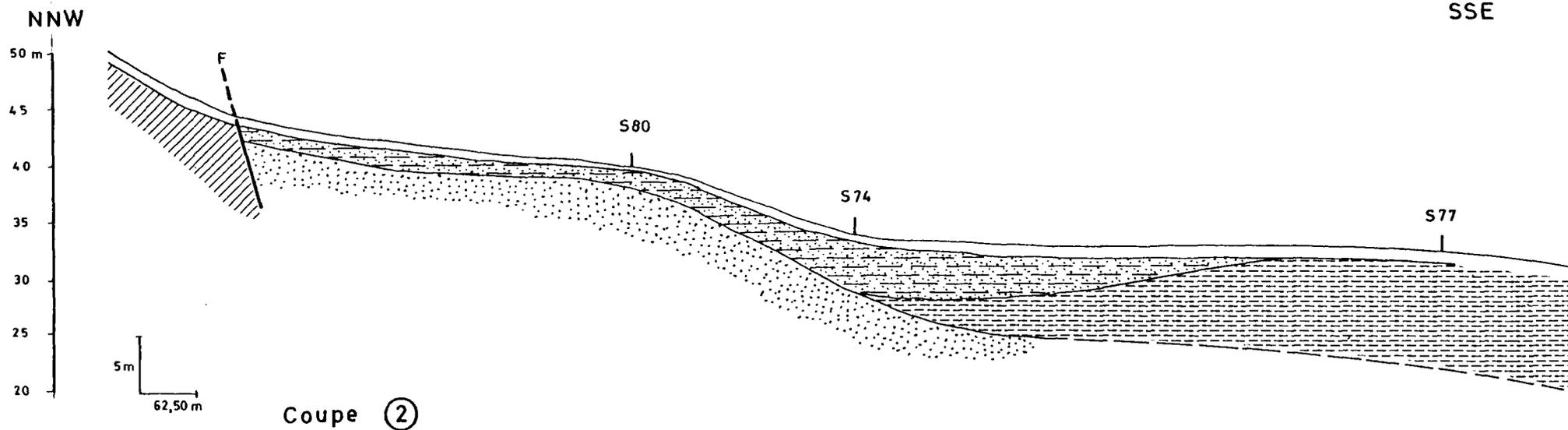
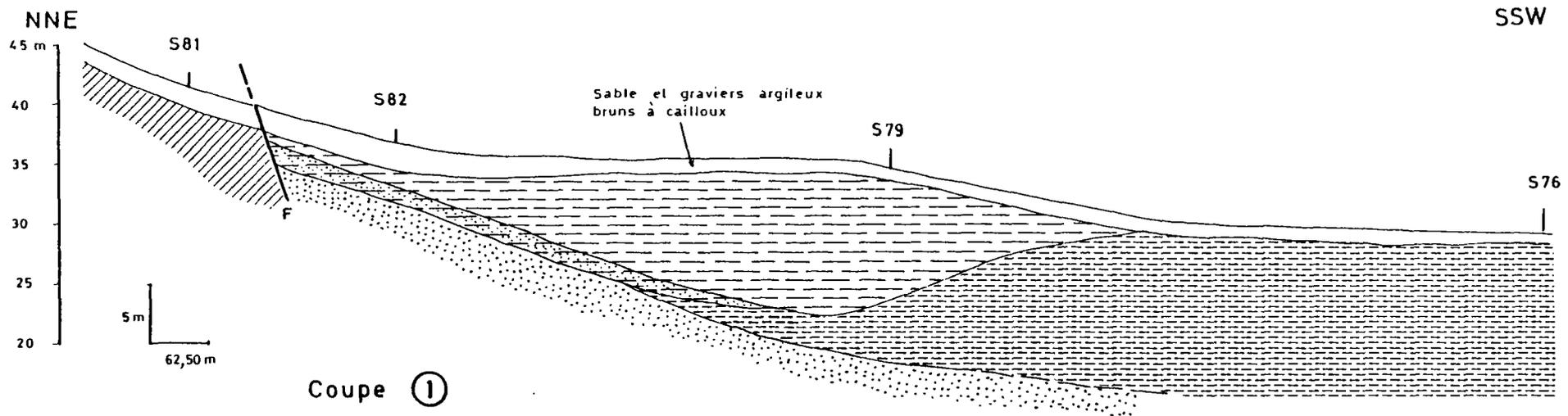
- argiles sableuses vertes contenant localement des niveaux à galets (sondages 74, 93)
- argiles supérieures vert-clair argiles gris-vert à verdâtre, d'aspect le plus souvent grumeleux, à rares passées marneuses (sondages 72).

Les limites entre ces différents faciès ne sont pas toujours nettes et sont parfois assez difficiles à placer sur les coupes de sondages. Ceci est surtout le cas lorsque les argiles sableuses manquent (sondage 92). Ces argiles reposent directement, ou par l'intermédiaire de sables, sur le substratum schisteux (sondage C 4).

La distinction entre ces différents faciès a permis l'établissement de la carte n° 2 et de coupes interprétatives regroupées sur les figures 1 et 2. Elles montrent que, dans la zone étudiée, les argiles vertes (argiles sableuses et argiles supérieures) sont localisées en bordure du substratum schisteux. La répartition entre les différents faciès reconnus semble guidée par le jeu de failles grossièrement orientées Nord-Sud. Ainsi, les argiles supérieures vertes seraient situées dans des grabens (Sud-Est de Puceul, le Landreau, le Souchais). Ces grabens sont séparés par des horts où affleurent les argiles sableuses vertes et les argiles inférieures bariolées. Le graben le plus important est celui situé au Sud-Est de Puceul (1,5-2 km de large). Les argiles supérieures vertes y ont une épaisseur maximale de l'ordre de 15 m (C 11). Ces argiles vertes, présentes dans ce graben de la Hubertière à la Maison Neuve, buttent plus au Sud sur les calcaires lacustres (Le Jarrier - Augrain). Il faut donc envisager l'existence de failles transverses ayant permis la mise en place et la conservation de ces calcaires. De telles failles existent aussi, probablement, à la limite socle-argiles et ce bassin semble donc affecté par un réseau serré de failles orthogonales ayant guidé la sédimentation. Il est difficile d'établir une relation entre notre découpage stratigraphique observé sur la bordure Nord du bassin et celui adopté par V. BORNE (1978) pour le sondage Montavon (nous n'avons pas noté, en particulier, l'existence de niveaux riches en gypse). Mais ceci est facilement explicable étant donné le mode de sédimentation en milieu laguno-lacustre engendrant généralement de nombreuses variations latérales de faciès.

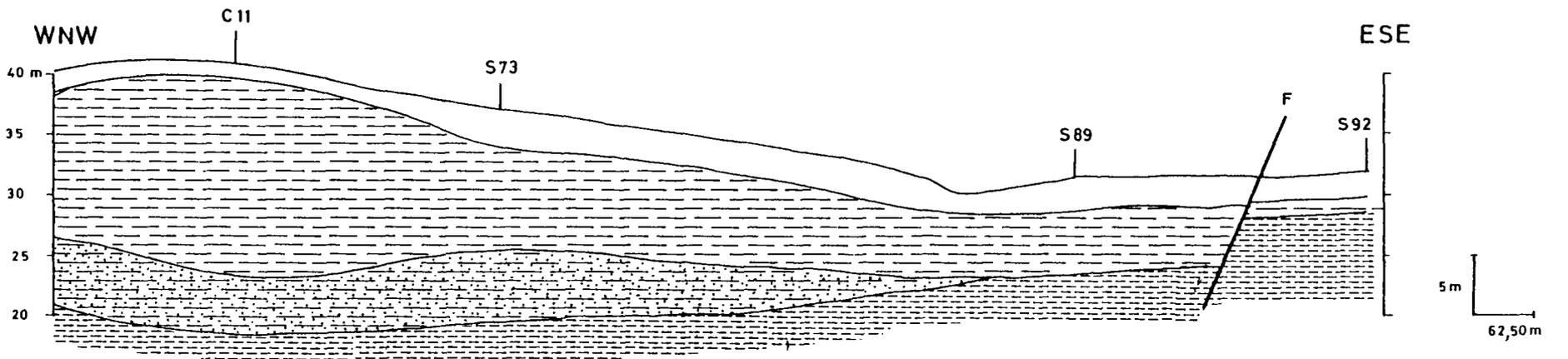
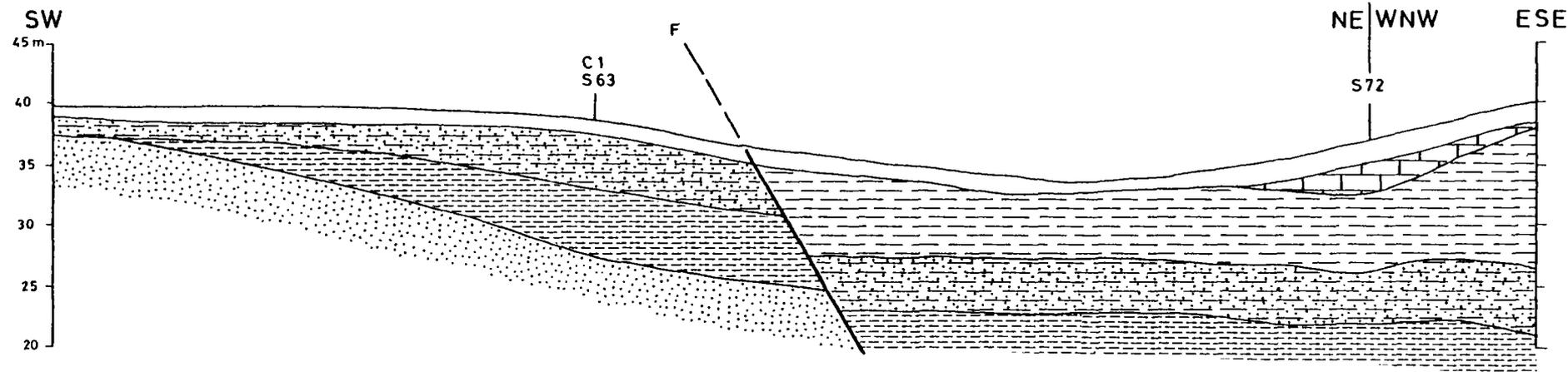
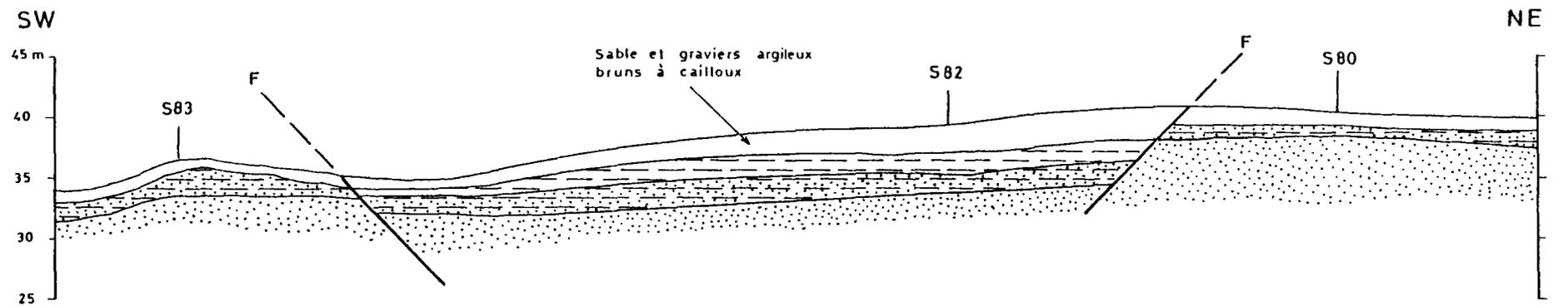


Carte 2 : Géologie interprétative de la partie Nord du bassin de Saffré



LEGENDE : voir carte 2

Fig 2 : bassin de Saffré - Coupes géologiques transversales



LEGENDE : voir carte 2

Fig 1 : bassin de Saffré - Coupes géologiques longitudinales

5 - MINERALOGIE ET GENESE DES ARGILES

5.1. Description des méthodes d'analyse

De nombreuses analyses de laboratoire avaient été réalisées lors de la campagne de reconnaissance de 1980 : teneur en eau naturelle, teneur en sable > 63 microns, teneurs en calcite et dolomite, analyses minéralogiques par diffractométrie de rayons X (sur échantillon tout-venant). Les tests d'utilisation de ces argiles comme granulés absorbants avaient été peu nombreux et réalisés sur des échantillons de composition favorable (mesure de densité en vrac et absorption d'eau sur granulés calcinés à 450° pendant 1/2 h). Lors de la présente campagne, nous avons procédé différemment. Nous avons systématiquement mesuré la densité et la capacité d'absorption de granulés calcinés 0,8/3,15 mm préparés à partir de la plupart des échantillons prélevés (cf. chapitre 6). Puis nous avons limité nos analyses minéralogiques à des échantillons de caractéristiques intéressantes (faible densité : < 0,60, absorption d'eau > 70 %). Nous avons ainsi réalisé les travaux suivants :

- analyses minéralogiques par diffractométrie de rayons X des échantillons prélevés au cours des sondages 93 (tarière sur camion) et T 49 (tarière à main)
- observations au microscope électronique à transmission (MET) sur des échantillons des sondages T 11 , T 41 , T 45 , T 46 , T 49 , T 65 T 70 , T 71 , T 73 et T 75 (tarière à main) et des sondages 78 bis , 82 , 83 , 90 , 93 et Pu 1 (tarière sur camion)

5.2. Localisation des argiles à attapulgite

Toutes ces analyses ont permis de mieux repérer les couches d'argiles à attapulgite mises en évidence à l'Est de Puceul lors de la campagne précédente, en 1981. En effet, un certain nombre de sondages complémentaires ont confirmé la présence, dans ce secteur, de niveaux à attapulgite (cf. tableau 3). Ils ont aussi permis de circonscrire au Sud de la Hubertière, une zone de superficie 30 ha environ, où les sondages ont révélé des couches riches en attapulgite (teneur de l'ordre de 60-70 %) d'épaisseur plurimétriques (2 à 5 m) : sondages 72 , Pu 1 , T 41 , T 45 , T 49. Cette zone favorable, qui constitue un gisement possible d'attapulgite, semble occuper un golfe à l'extrémité Nord du bassin de Saffré. Il est encore difficile de savoir si ces niveaux constituent une couche continue, car le nombre de sondages profonds est restreint. Mais, si cela était, le toit de cette couche serait subaffleurant en bordure du bassin au voisinage de la cote 40_m(sondages T 41 , 45 , 49) et plongerait vers le Sud vers les cotes 34 (sondage Pu 1) et 29_m(sondage 72). Du point de vue stratigraphique, elle serait située à cheval sur la limite entre les argiles supérieures vert-clair et les argiles sableuses vertes (cf. sondage 72).

En dehors de ce gisement possible de la Hubertière, situé à l'Est de Puceul, nous avons repéré d'autres indices d'attapulgite principalement localisés dans deux secteurs où la prospection devrait être poursuivie (cf. tableau 3) :

- au voisinage de la ferme du Souchais à 1,5 km environ au Nord-Est de Saffré (sondages 58 , T 16 , T 65 , T 70 , T 71)

- au voisinage du Landreau à 2 km environ au Sud-Ouest de Puceul (sondages 79 , 82 et T 73).

Secteur riche en attapulgite	N° sondage	Profondeur du niveau à attapulgite	Analyses aux R.X. Teneur en attapulgite	Observations aux M.E.B.	
				Teneur en attapulgite	Longueur des fibres
La Hubertière Est de Fuceul	63	4,5- 5,3 m	Très abondant	-	-
	72	7,8-13,2 m	Abond. à très abondant	60-80 %	1,0-1,5 µ
	73	8,2- 8,5 m	Abondant	-	-
	93	4,5- 5,0 m	Présent	-	-
	Pu 1	6 - 8 m	-	70 %	1,3 µ
	T 1	0,3- 0,7 m	Très abondant	-	-
	T 4	0,8- 1,1 m	Très abondant	50 %	0,9 µ
	T 11	1,0- 1,6 m	Très abondant	50 %	0,4 µ
	T 19	1,0- 1,8 m	Présent	-	-
	T 20	0,7- 1,0 m	Présent	-	-
	T 41	0,9- 2,5 m	-	70 %	1,2 µ
T 45	1,3- 2,4 m	-	50 %	0,9 µ	
T 49	1,5- 3,5 m	-	70-80 %	1,2-1,8 µ	
Le Souchain Nord de Saffré	58	6,0- 7,5 m	Abondant	-	-
	T 16	0,5- 1,2 m	Présent	-	-
	T 65	0,8- 2,7 m	-	30-50 %	1,0-1,4 µ
	T 70	1,7- 2,5 m	-	60 %	-
	T 71	2,8- 4,2 m	-	60 %	-
Le Landreau Sud-Ouest de Fuceul	79	10,1-10,4 m	-	60 %	1,2 µ
	82	3,5- 4,8 m	-	20 %	0,3 µ
	T 73	1,1- 2,8 m	-	60 %	-

Tableau 3 - Composition minéralogique des niveaux à attapulgite reconnus dans le bassin de Saffré

5.3. Description des argiles à attapulgite

Ces argiles sont principalement constituées de fibres non orientées, comme le montrent les photographies prises au microscope électronique à balayage (cf. photos 1 à 7). La longueur de ces fibres est généralement de l'ordre de 1μ , mais varie dans d'assez fortes proportions (cf. tableau 3) : de $0,3 \mu$ au sondage T 11 (1,0-1,6 m) à $1,8 \mu$ au sondage T 49 (1,5-2,5 m). Cette longueur des fibres semble croître avec la richesse de l'argile en attapulgite et influe probablement sur les aptitudes industrielles du matériau. Les autres minéraux présents sont le quartz et l'illite. L'illite se présente sous la forme de cristaux arrondis de très petite dimension de l'ordre de 0,1 micron (cf. photo 8).

5.4. Genèse des argiles à attapulgite

Afin d'étudier le contexte minéralogique de ces argiles, nous décrirons successivement les variations minéralogiques observées dans quelques sondages caractéristiques localisées dans les argiles vertes :

- Sondage 72 : Dans la couche à attapulgite comprise entre 7,8 et 13,2 m de profondeur, ce minéral est associé à de l'illite et à du sable quartzeux dans la partie inférieure (argiles sableuses vertes). Cette argile à attapulgite fait place vers le sommet du sondage à une argile à illite-smectite dépourvue de kaolinite et de quartz.
- Sondage T 49 : L'argile à attapulgite (présente de 1,5 à 3,4 m de profondeur) repose sur une argile essentiellement composée de smectite en grandes plages floconneuses avec opale présente et où existent des fibres d'attapulgite en faible proportion.
- Sondage 93 : Les argiles de ce sondage sont essentiellement composées d'illite (0,3-10 m) en très petits cristaux bien individualisés avec kaolinite présente. L'attapulgite est absente.
- Sondage 58 : La couche riche en attapulgite est intercalée dans une argile à smectite dominante, avec kaolinite présente.

L'étude de ces coupes de sondages semble montrer que la genèse des attapulgites de la zone étudiée pourrait être rapprochée de celle proposée par N. TRAUTH (1977) pour les attapulgites de Mormoiron. Rappelons que ces attapulgites constituent une couche de l'ordre de 2 m de puissance reposant sur une couche de smectite à intercalations d'attapulgite (12 m de puissance). Ces argiles contiennent du sable détritique en proportion non négligeable (de l'ordre de 15 à 20 %) et sont surmontées par le calcaire de Jocas. D'après N. TRAUTH, les smectites de ce bassin seraient d'origine détritique et les attapulgites seraient issues de la transformation de ces smectites sous l'action des solutions riches en magnésium. Le processus de transformation pourrait être aussi envisagé pour les attapulgites de Puceul. En effet, les observations au microscope électronique ont montré que :

- au sondage T 49, la couche d'argile à attapulgite repose sur une argile essentiellement composée de smectite et contenant des fibres d'attapulgite en faible proportion
- au sondage 82, un échantillon montre des fibres d'attapulgite mal individualisées et de petite dimension semblant émerger d'un fond de smectite floconneuse (cf. photo 7).

LEGENDES DES PHOTOGRAPHIES

Photo 1 - Prélèvement entre 1,5 et 2,5 m de profondeur au sondage à la tarière à main T 49.

Teneur en fibres : 80 % - Longueur des fibres : 1,3 μ

Photo 2 - Prélèvement entre 0,9 et 2,5 m de profondeur au sondage à la tarière à main T 41.

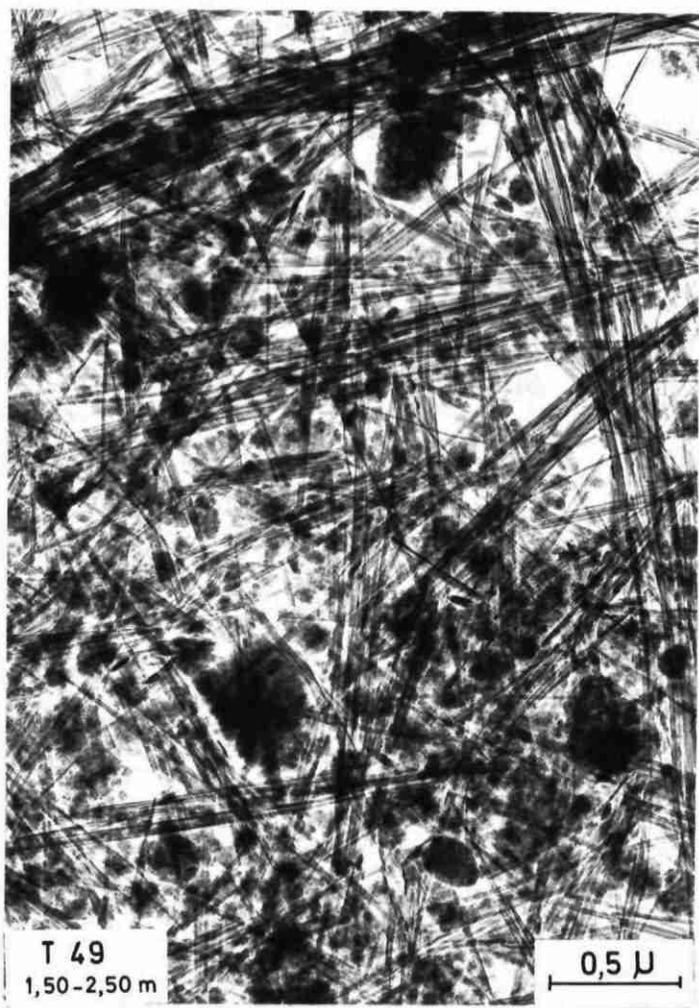
Teneur en fibres : 70 % - Longueur des fibres : 1,2 μ

Photo 3 - Prélèvement entre 6 et 8 m de profondeur au sondage à la tarière sur camion Pu 1.

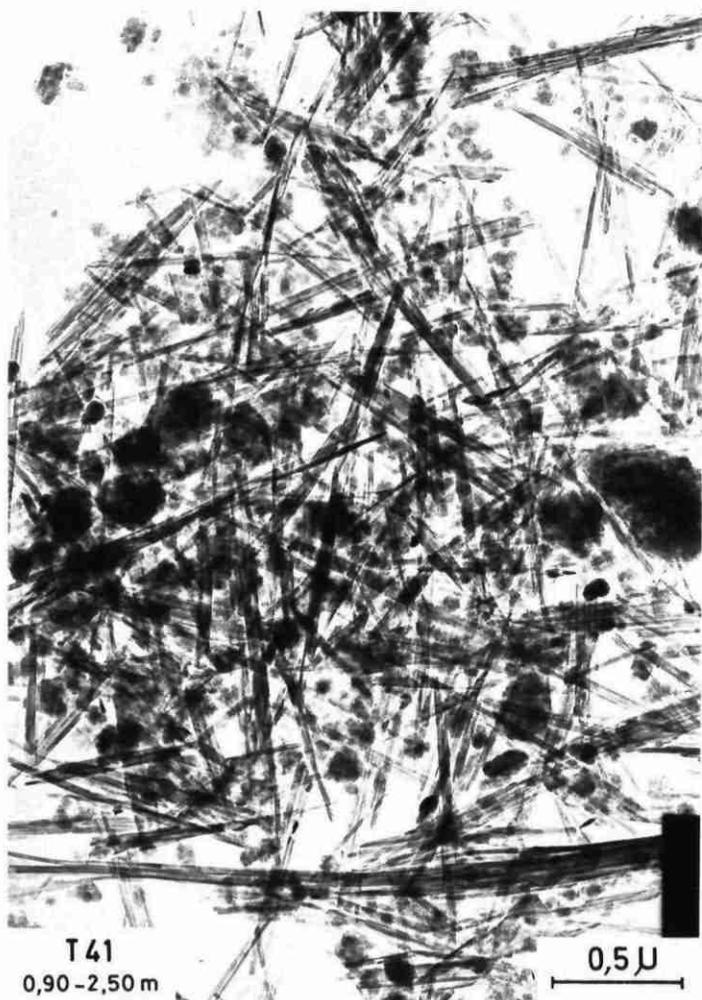
Teneur en fibres : 70 % - Longueur des fibres : 1,3 μ

Photo 4 - Prélèvement entre 8,2 et 9,0 m de profondeur au sondage à la tarière sur camion 72.

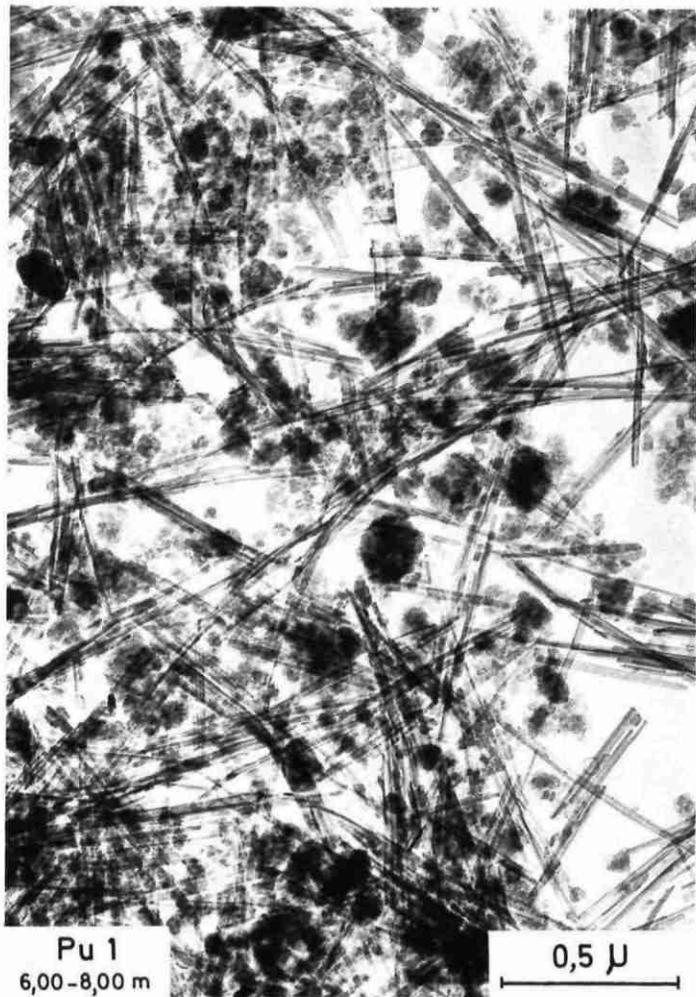
Teneur en fibres : 70 % - Longueur des fibres : 1,2 μ



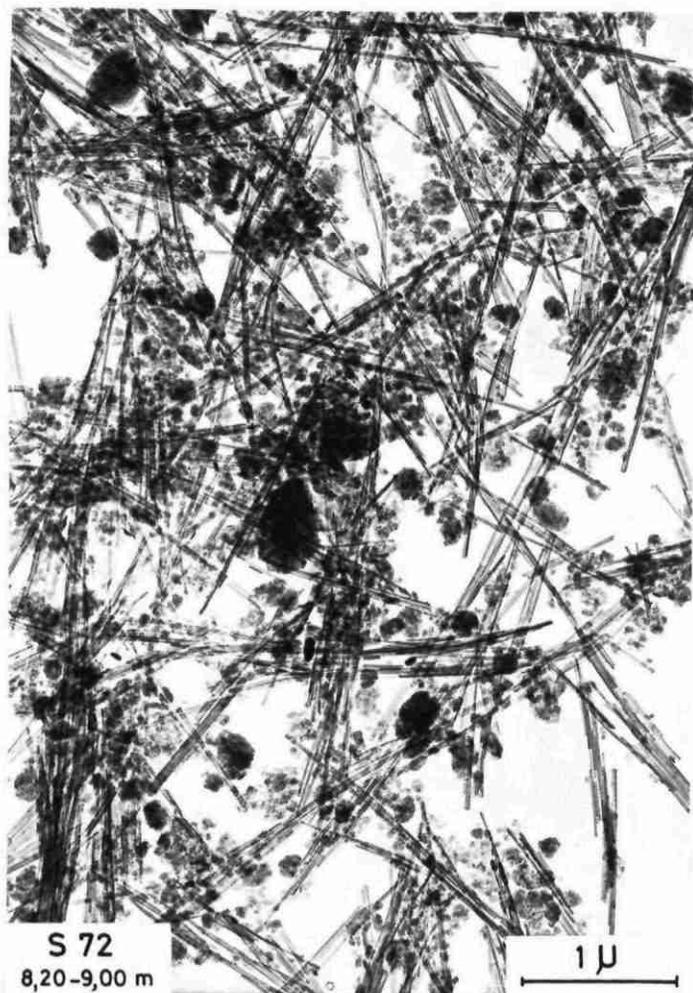
- 1 -



- 2 -



- 3 -



- 4 -

LEGENDES DES PHOTOGRAPHIES

Photo 5 - Prélèvement entre 1,0 et 1,6 m de profondeur au sondage à la tarière à main T 11.

Teneur en fibres : 50 % - Longueur des fibres : 0,4 μ

Photo 6 - Prélèvement entre 0,8 et 1,8 m de profondeur au sondage à la tarière à main T 65.

Teneur en fibres : 50 % - Longueur des fibres : 1,4 μ

Photo 7 - Prélèvement entre 3,5 et 4,8 m de profondeur au sondage 82.

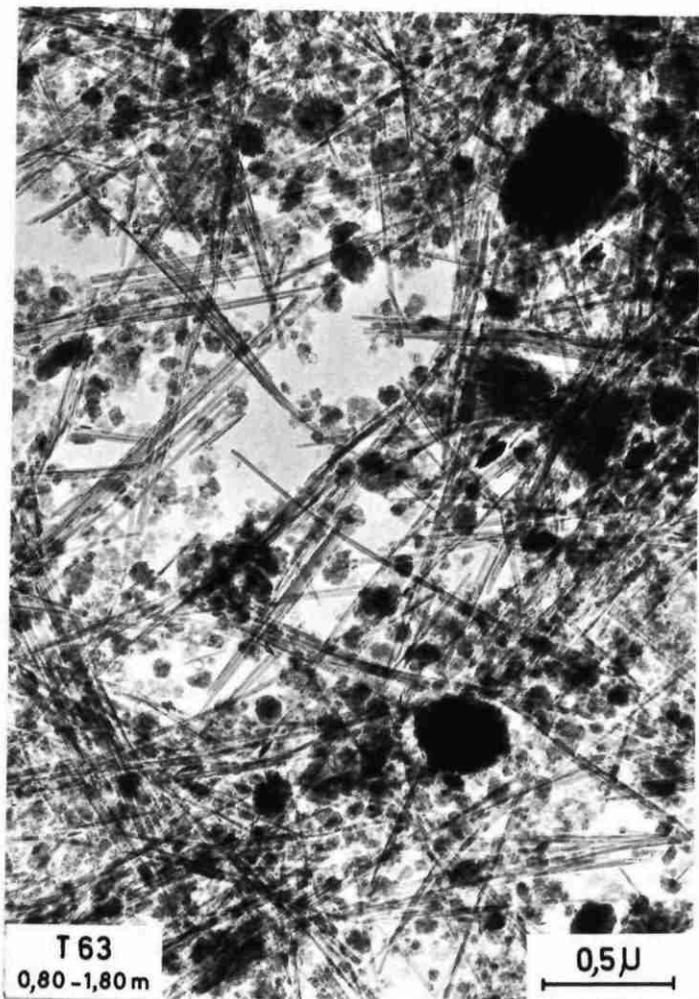
Argile composée de smectite floconneuse dans laquelle on devise la présence de fibres mal individualisées de petite dimension (0,2 μ de longueur).

Photo 8 - Prélèvement entre 10 et 10,5 m de profondeur au sondage 93.

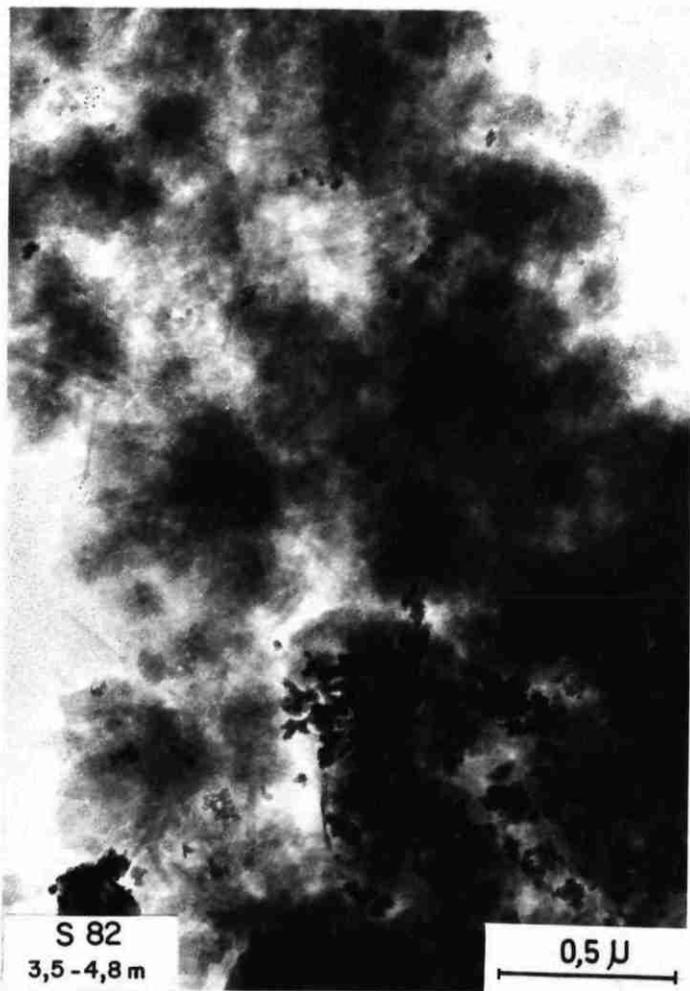
Argile essentiellement composée de cristaux d'illite bien individualisés et de faible dimension (0,1 μ).



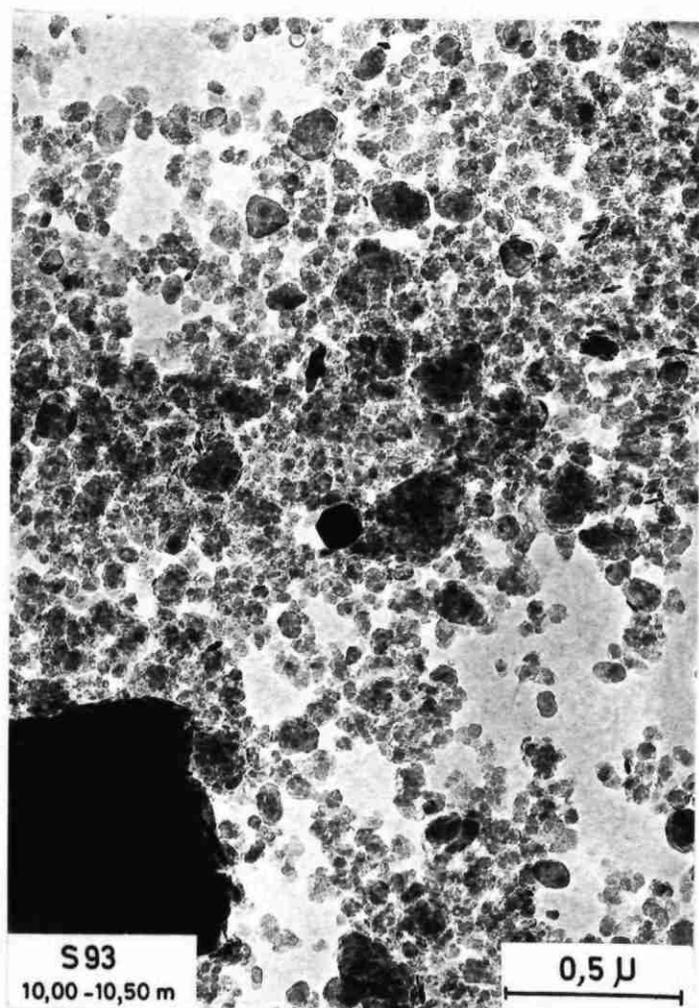
- 5 -



- 6 -



- 7 -



- 8 -

Comme à Mormoiron, ces argiles, riches en smectite et attapulgite, sont souvent associées à du sable en proportion non négligeable (sondage 72) et confirment donc la nature détritique du matériau originel. La transformation de la smectite en attapulgite a pu se produire lors de la sédimentation de l'apport détritique ou postérieurement (transformation d'un soubassement argileux détritique). Elle s'est probablement faite dans un milieu de type préévaporitique carbonaté (calcaro-magnésien), sous l'influence de solutions magnésiennes, que ce soit dans un milieu laguno-lacustre ou par le battement de nappes. La présence de niveaux dolomitiques associés justifierait une telle interprétation. En ce qui concerne la genèse de l'illite, se présentant en tous petits cristaux (nanocristaux) : une transformation du même type n'est pas à exclure. En effet, la composition chimique de ces trois minéraux smectite-illite-attapulgite est très voisine et une modification très minime des paramètres physico-chimiques du milieu de cristallisation doit permettre l'apparition de l'illite (milieu riche en Al-K) ou de l'attapulgite (milieu riche en Si-Mg).

6 - ETUDE DES POSSIBILITES D'UTILISATION DES ARGILES DE SAFFRE COMME GRANULES ABSORBANTS

Les granulés absorbants constituent le principal domaine d'utilisation des argiles fibreuses (sépiolite et attapulgite). En effet, 80 à 90 % de la consommation nationale, de l'ordre de 120 à 150 kt/an, est commercialisée sous forme de litière animale et absorbants de sols industriels.

Par conséquent, nous avons étudié de façon très détaillée les possibilités d'utilisation comme granulés absorbants des argiles de Saffré prélevées au cours de cette campagne de prospection 1983 (des tests ont été effectués sur 160 échantillons).

6.1. Description des essais de laboratoire

Les échantillons soumis aux essais ont subi la préparation suivante :

- séchage à 105°C pendant 24 heures
- broyage et tamisage permettant d'obtenir des granulés de dimension 0,8 / 3,15 mm
- calcination à 450°C pendant 1/2 heure.

Les principales caractéristiques que doivent présenter les granulés absorbants sont les suivantes : une densité faible, un pouvoir absorbant élevé, une bonne résistance à l'attrition à sec (pour éviter la formation de fines lors du transport), une bonne tenue après absorption (il ne faut pas que les granulés se délitent) et une teinte claire proche du blanc ("synonyme de propreté").

La densité en vrac des granulés obtenus a été effectuée avant et après calcination (densités sèche et calcinée). Elle a été effectuée en versant lentement un poids connu de granulés dans une éprouvette graduée.

La mesure de l'absorption d'eau a été réalisée selon le mode opératoire décrit dans la norme américaine "Federal Specification n° P.A 1056 A" d'avril 1969 : dans un tube incliné à 30° et fermé à son extrémité par un tamis, on place 50 g de granulés sur lesquels on verse 75 ml d'eau distillée. La quantité d'eau absorbée par les granulés et recueillie dans une éprouvette graduée après 1/2 heure permet de calculer la capacité d'absorption d'eau de l'argile (mode opératoire appelé méthode Ford).

La dureté des granulés après absorption d'eau a été appréciée de la manière suivante :

1. granules se délitant dans l'eau
2. granules assez mous s'écrasant entre les doigts
3. granules durs s'écrasant peu entre les doigts
4. granules très durs.

Les résultats des mesures réalisées sur chaque sondage sont rassemblés en annexe.

6.2. Caractéristiques des granulés à base d'argile à attapulgite

Les résultats des tests réalisés sur les niveaux argileux riches en attapulgite mis en évidence dans le bassin de Saffré sont rassemblés dans le tableau n° 4. Les granulés calcinés, fabriqués à partir de ce type d'argile, présentent des caractéristiques moyennes qui devraient pouvoir convenir en vue d'une utilisation industrielle. Elles sont nettement supérieures à celles obtenues avec l'attapulgite de Mormoiron (cf. tableau 5). Elles sont inférieures à celles des produits commercialisés (attapulgite US et sépiolite espagnole). Toutefois, la différence n'est pas grande entre ces argiles à attapulgite de Saffré et la sépiolite espagnole qui représente 90 % de la consommation française de granulés absorbants. C'est en particulier le cas pour la densité qui est la caractéristique la plus importante (problème de transport). En ce qui concerne l'absorption d'eau, la différence plus forte constatée entre ces deux matériaux a moins d'importance car les granulés sont rarement utilisés jusqu'à complète saturation. L'absorption des granulés à base d'argile à attapulgite de Saffré pourrait d'ailleurs être probablement améliorée en cuisant moins fort et en recherchant le rapport optimal entre absorption et dureté après cuisson. Ces granulés présentent, après cuisson, une teinte brun-clair, légèrement moins favorable que celle des produits commercialisés mais elle devrait pouvoir être également améliorée par une cuisson à une température inférieure.

6.3. Caractéristiques des granulés à base d'argile à illite

Les caractéristiques moyennes des granulés réalisés à partir des argiles supérieures vert-clair, dépourvues d'attapulgite, sont rassemblées dans le tableau 6.

Ce tableau montre qu'il existe au Sud-Est de Puceul, un gisement essentiellement composé d'illite finement cristallisée et axé sur les sondages 73, 88, 90, 93, 94 qui devrait permettre la production de granulés calcinés dont les caractéristiques seraient les suivantes :

- densité	0,75
- absorption d'eau	66
- dureté après absorption	2-3
- coloration brun-clair	

Ce gisement, qui présente une superficie de 45 ha environ, correspond grossièrement à une petite colline (dénivelée de l'ordre de 7 m) située au Sud immédiat du gisement d'argile à attapulgite à l'Est de Puceul. L'épaisseur de la couche exploitable est importante, elle est comprise entre 5 et 10 m.

Les caractéristiques des granulés fabriqués à partir de ces argiles à illite sont inférieures à celles des argiles à attapulgite. Mais la différence n'est pas grande surtout en ce qui concerne l'absorption d'eau, et compte tenu des réserves, il faudrait savoir si ces matériaux ne pourraient convenir pour ce type d'utilisation.

Secteur riche en attapulgite	N° sondage	Profondeur	Densité calculée	Absorption d'eau %	Dureté après absorption
La Hubertière Est de Puceul	63	4,5-5,3 m	0,57	79	3
	72	7,8- 8,2 m	0,60	72	3
		8,2- 9,0 m	0,58	90	3
		9,0-10,0 m	0,64	70	3
		10,0-10,4 m	0,63	72	3
		11,0-11,5 m	0,63	60	3
		11,5-12,0 m	0,61	78	3
		12,0-12,6 m	0,64	72	3
		12,6-13,2 m	0,68	68	3
	Moyenne	0,62	73	3	
	Pu 1	6 - 8 m	0,54	94	1
	T 4	0,8- 1,1 m	0,65	70	3
	T 11	1,0- 1,6 m	0,66	78	4
	T 41	0,9- 2,5 m	0,54	70	3
T 45	1,3- 2 m	0,64	62	4	
T 49	1,5- 2,5 m	0,67	72	2	
	2,5- 3,4 m	0,58	72	2	
	Moyenne	0,63	72	2	
Le Souchais Nord de Saffré	T 65	0,8- 1,8 m	0,57	66	3
		1,8- 2,7 m	0,55	72	3
	Moyenne	0,56	69	3	
	T 70	1,7- 2,5 m	0,67	72	3
	T 71	1,8- 2,8 m	0,69	60	3
2,8- 3,6 m		0,61	56	3	
3,6- 4,2 m		0,64	66	4	
Moyenne	0,65	61	3		
Le Landreau Sud-Ouest de Puceul	T 79	10,1-10,4 m	0,56	80	2
	82	3 - 3,5 m	0,66	76	2
		3,5- 4,8 m	0,68	72	3
	Moyenne	0,67	73	3	
	83	0,3- 2,0 m	0,66	83	2
	T 73	1,1- 2,2 m	0,67	54	2
2,2- 2,8 m		0,61	68	3	
Moyenne	0,65	59	3		

Tableau 4 - Caractéristiques des granulés absorbants fabriqués à partir des niveaux d'argile à attapulgite mis en évidence dans le bassin de Saffré.

	Coloration	Densité	Absorption d'eau	Dureté après absorption
Attapulgite de Saffré				
- Gisement de la Hubertière	> Brun - clair	0,60	75	3
- Indice du Souchais		0,62	66	3
- Indice du Landreau		0,65	72	2 - 3
Attapulgite de Mormoiron	Blanc - Verdâtre	0,75	61	3
Sépiolite espagnole	Beige - clair	0,54	98	2
Attapulgite US	Beige	0,44	104	3

Tableau 5 - Comparaison des caractéristiques des granulés absorbants à base d'attapulgite de Saffré, de Mormoiron, des USA et de sépiolite espagnole.

N° Sondage	Profondeur	Densité calcinée	Absorption d'eau %	Dureté après absorption
53	3 -15 m	0,84	61	3
54	3 -12 m	0,80	65	4
63	4,5- 9,0 m	0,77	72	2
73	3,4-11,5 m + 12,4-14,5 m	0,76	66	3
79	1,7-12,6 m	0,76	66	2
88	2 - 5 m	0,75	73	2
89	4 - 8 m	0,78	62	3
90	5 -10,3 m	0,77	65	
93	5,6-10,5 m	0,73	68	2
94	3 -11,0 m	0,75	63	3

Tableau 6 - Caractéristiques moyennes des granulés réalisés à partir des argiles supérieures vert-clair riches en illite

7 - ESSAIS D'UTILISATION DES ATTAPULGITES DE SAFFRE POUR LE FORAGE EN MILIEU SALIN

Les attapulgites sont utilisées pour le forage en milieu salin car elles ne flocculent pas (dans un tel milieu, pour être utilisables, les bentonites sont dopées par des produits organiques qui empêchent la floculation). Les principales spécifications OCMA * (octobre 1973) que doivent présenter les attapulgites utilisées en forage pétrolier sont :

- un rendement minimal de $12,5 \text{ m}^3/\text{t}$ en milieu salé saturé
- une teneur en éléments supérieurs à 75 microns n'excédant pas 8 % en poids (généralement réalisable avec les attapulgites de Saffré)

Le rendement OCMA d'une attapulgite de forage est le nombre de m^3 de boue de viscosité 15 cp réalisables à partir de 1 t d'argile broyée. Afin de déterminer le rendement d'une argile, on prépare trois échantillons de boue de concentrations différentes (6, 8, 10 g/100 ml) dont on mesure après 24 heures la viscosité apparente au viscosimètre Fann ; on reporte ensuite ces données sur un graphique, en coordonnées semi-logarithmiques et l'on trace la droite concentration-viscosité ; on détermine alors la concentration (en g/100 ml) pour obtenir une boue de viscosité 15 cp, concentration que l'on transforme en rendement en m^3 de boue/t d'argile. De telles mesures ont été effectuées lors de la campagne 1981, sur des boues préparées à partir d'argiles du sondage 72, avec de l'eau distillée et de l'eau salée, avant et après ajout de 1 % MgO. Les résultats sont rassemblés dans le tableau 7.

La couche d'argile à attapulgite prélevée dans le sondage 72 entre 7,8 et 9,0 m de profondeur présente donc en milieu salé saturé un rendement voisin du seuil de spécification exigé par l'OCMA ($12,5 \text{ m}^3/\text{t}$). Ce seuil est très largement dépassé après ajout de 1 % MgO (rendement de $18 \text{ m}^3/\text{t}$).

Des mesures de viscosité apparente ont été également effectuées à la seule concentration de 8,25 g/100 ml, équivalente à un rendement de $12,5 \text{ m}^3/\text{t}$. Il faut qu'à cette concentration, la viscosité apparente de la boue soit au moins égale à 15 cp. Ces mesures ont été effectuées en eau salée saturée après ajout de 1 et 2 % de MgO. Les résultats sont rassemblés dans le tableau 8.

Ce tableau 8 montre que de nombreux échantillons développent à la concentration de 8,25 g/100 ml, une viscosité supérieure à 15 cp, après ajout de 1 % MgO dans l'argile broyée et confirment que les niveaux à attapulgite de Saffré sont susceptibles d'être utilisés pour le forage en milieu salin, en particulier ceux repérés dans les sondages du gisement de la Hubertièrre (63, 72, T 49) et près du Souchais (T 65, T 70, T 71). Si cette viscosité est trop faible, il semble qu'un ajout plus important de MgO (2 %) puisse la corriger de façon significative (T 49).

* OCMA : Oil Companies Materials Association.

N° échantillon	Rendement OCMA (m ³ /t)			
	Boue à base d'eau distillée		Boue à base d'eau salée saturée	
	avant ajout	après ajout 1 % MgO	avant ajout	après ajout 1 % MgO
72 (7,8-8,2 m)	15,3	17,4	12,2	18,6
72 (8,2-9,0 m)	14,1	17,6	13,6	17,1

Tableau 7 - Rendement OCMA d'échantillons d'argile à attapulгите de Saffré prélevés au sondage S 72.

N° sondage	Profondeur	Viscosité apparente (cp)	
		1 % MgO	2 % MgO
63	4,5- 5,3 m	24	-
72	7,8- 8,2 m	25	-
-	8,2- 9,0 m	34	-
-	5,8-10,4 m	37,5	-
T 41	0,9- 2,5 m	10,5	12
T 45	1,3- 2,2 m	-	13,5
T 49	1,5- 2,5 m	11	26
T 65	0,8- 2,7 m	-	20
T 70	1,7- 2,5 m	-	15
T 71	1,8- 2,8 m	12,5	-
	2,8- 3,6 m	27	-
	3,6- 4,2 m	19	-
T 75	3,6- 4,1 m	13	-

Tableau 8 - Viscosité apparente de boues à base d'attapulgite de Saffré mesurée à la concentration de 8,25 g/100 ml.

8 - ENQUETE PRELIMINAIRE CONCERNANT LES CONTRAINTES A L'EXPLOITATION DE CARRIERES

Les prospections menées dans le bassin de Saffré ont conduit à mettre en évidence :

- un gisement probable d'argile à attapulгите de superficie 30 ha situé près de la ferme de la Hubertière à l'Est de Puceul

- un gisement probable d'argile à illite de superficie 40 ha situé au Sud du gisement d'argile à attapulгите

- deux indices prometteurs d'argile à attapulгите près des fermes du Souchais (Nord de Saffré) et du Landreau (Ouest de Puceul).

Ces zones favorables à l'ouverture de carrières sont situées sur les territoires des communes de Puceul et Saffré.

Sur ces communes, il n'existe pas de documents d'urbanisme (plans d'occupation des sols, par exemple, réglementant ou interdisant l'ouverture de carrières). La création d'une carrière serait donc uniquement soumise au règlement général défini par le décret n° 79-1108 du 20 décembre 1979.

Ces zones favorables sont généralement occupées par des prés. Il n'existe pas de fermes ni de bois de superficie supérieure à 4 ha pour lesquels une demande d'autorisation de défrichement est nécessaire. Les captages d'eau pour ces communes sont situés près de la ferme de la Chutenaie au Sud-Ouest de Saffré et sont donc éloignés de la zone étudiée.

Les contraintes à l'exploitation de carrières dans ces zones favorables semblent relativement faibles. Les seules contraintes que nous ayons recensées sont situées dans la zone riche en attapulгите repérée à l'Est de Puceul et sont liées à l'existence :

- de routes traversant le gisement : routes Puceul-la Hubertière-le Pas Sicard

- d'une conduite de transport de gaz traversant selon une direction Nord-Sud la bordure ouest du gisement.

La réglementation prévoit une bande de protection de 10 m de large de part et d'autre de ces ouvrages où l'exploitation de carrières est interdite.

9 - CONCLUSION - PERSPECTIVES

La prospection complémentaire engagée en 1983 sur la partie Nord du bassin de Saffré a montré que les niveaux à attapulgite mis en évidence dans ce bassin sont situés dans une masse essentiellement argileuse que nous avons décomposée en trois niveaux, de bas en haut :

- argiles inférieures bariolées, plastiques
- argiles sableuses vertes
- argiles supérieures vert-clair, grumeleuses.

La répartition de ces trois faciès semble guidée par le jeu de failles Nord-Sud. Les argiles supérieures vertes seraient ainsi localisées dans de petits grabens séparés par des horsts où affleurent les argiles sableuses vertes et les argiles inférieures bariolées. Le graben le plus important est celui mis en évidence au Sud-Est de Puceuloù les argiles supérieures vertes ont une épaisseur maximale de 15 m environ. Dans ce graben, les niveaux argileux riches en attapulgite et d'épaisseur compatible avec une exploitation (de l'ordre de 2 à 5 m) sont apparemment localisés à la limite entre argiles sableuses vertes et argiles supérieures vert-clair. Des sondages à maille serrée devront être faits pour savoir si ces niveaux constituent une couche continue exploitable. Mais si cela était, le toit de cette couche serait subaffleurant en bordure du bassin près de la ferme de la Hubertière et plongerait vers le Sud jusqu'au sondage 72. Plus au Sud, nous n'avons pas retrouvé cette couche et il semble qu'elle fasse place à une sédimentation essentiellement illitique. Dans ce graben, situé au Sud-Est de Puceul, les niveaux à attapulgite semblent s'être principalement développés dans un petit golfe d'une superficie de l'ordre de 30 ha. D'autres indices d'attapulgite ont été repérés dans les grabens situés à l'Ouest (le Landreau) et à l'Est (le Souchais) de cette zone et mériteraient des travaux de reconnaissance complémentaires.

Les argiles riches en attapulgite du bassin de Saffré présentent une teneur moyenne en fibres de l'ordre de 70 %. Ces fibres ont une longueur moyenne de 1 micron (entre 0,3 et 1,8 microns). Les autres minéraux présents sont l'illite sous forme de très petits cristaux bien individualisés (0,1 micron) et le quartz. Ces argiles à attapulgite sont intercalées ou passent latéralement à des argiles essentiellement composées d'illite ou de smectite. (les cristaux d'attapulgite et d'illite pourraient être issus de la transformation de smectite d'origine détritique). Sur le plan industriel, ces argiles à attapulgite sont susceptibles de trouver un débouché pour la fabrication de granulés absorbants. En effet, les granulés fabriqués à partir de ces argiles présentent des caractéristiques assez proches de granulés à base de sépiolite espagnole qui représentent près de 90 % de la consommation française (150 kt/an) :

	Caractéristiques des granulés			
	Coloration	densité	absorption d'eau	dureté après absorption
Attapulgite de Saffré	brun -clair	0,60	75	bonne
Sépiolite espagnole	beige-clair	0,54	98	moyenne

Ces attapulgites de Saffré devraient aussi pouvoir être utilisées pour la confection de boues pour le forage en milieu salin, après ajout de 1 ou 2 % de MgO. En dehors de ces niveaux à attapulgite, nous avons également repéré au voisinage de Puceul un gisement d'argile à illite de superficie 45 ha et susceptible de permettre la production de granulés de qualité moyenne :

- couleur après cuisson : brun-clair, densité : 0,75
- absorption d'eau : 66 %, dureté après absorption : bonne

Les caractéristiques de ces granules à base d'illite sont moins favorables que celles des granules à base d'attapulgite. Mais ces argiles à illite présentent l'avantage de constituer une couche d'épaisseur comprise entre 5 et 10 m.

RECHERCHE DE GISEMENTS D'ATTAPULGITE
DANS LE BASSIN DE SAFFRE

ANNEXES

Annexe 1 : Coupes géologiques des sondages

Annexe 2 : Analyses minéralogiques des argiles

Annexe 3 : Résultats des essais de fabrication de granulés absorbants

ANNEXE 1

Coupes géologiques des sondages

Sondages C 1 à C 11

Sondages carottés TOLSA

Sondages 53 à 94
Pu 1 - Pu 2 | >

Sondages à la tarière sur camion BRGM

Sondages T 1 à T 75

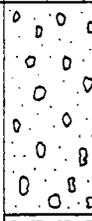
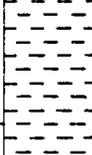
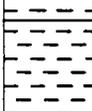
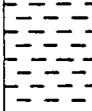
Sondages à la tarière à main BRGM

Bassin de Saffré

Sondage C 1 (Sondage TOLSA)

La Close Simone

Commune de Puceul

PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Sable et graviers roux très grossiers à la base	
3,15		Argile verte assez dure	Argiles sableuses vert-clair
5			
5,75		Argile gris-bleu plus tendre	
7,25		Argile brun noir	Argiles inférieures bariolées
10		Argile verte un peu sableuse	
10,25			Sables
12,35			

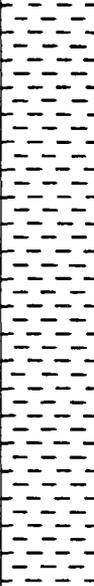
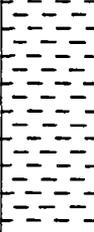
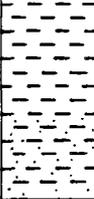
↑ blocage sur niveau sablo-graveleux

Bassin de Saffré

Sondage C 2 (Sondage TOLSA)

La Hubertiére

Commune de Puceul

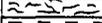
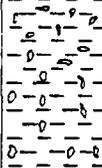
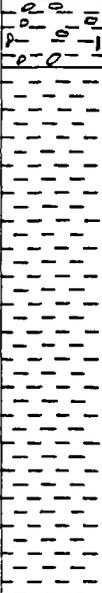
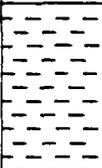
PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Sable et graviers argileux	
1,95		Argile verte compacte	Argiles supérieures vert-clair
5			
10			
10,90		Calcaire	
11,25		Argile verte compacte	
15			
15,75		Argile verte compacte devenant gris-foncé et sableuse en fin de passe	Argiles sableuses vert-clair
18,75			

Bassin de Safré

Sondage C 3 (Sondage TOLSA)

Le Pas Sicard

Commune de Puceul

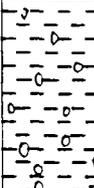
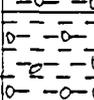
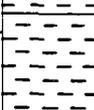
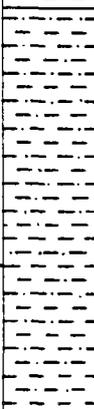
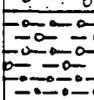
PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Terre végétale	
0,3		Argile graveleuse jaunâtre	
3,8		Argile verte compacte très dure	Argiles supérieures vert-clair
5			
10			
11,5		Sable fin	
12		Argile verte sableuse, compacte	
15		Argile vert-clair compacte	Argiles sableuses vert-clair
17,5		Sable argileux fin vert	
20			

Bassin de Safré

Sondage C 4 (Sondage TOLSA)

Est bourg Puceul

Commune de Puceul

PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Terre végétale	
0,3		Argile graveleuse brune à jaunâtre	
3,25		Argile graveleuse verte	
4,75		Argile verte tendre	
5		Argile verte molle à nombreux passages sableux	Argiles sableuses vert-clair
6,25			
10			
12,25		Sable fin très peu argileux de couleur rougeâtre	
13,75		Sable fin jaune	Sables
15			
15,25		Sable fin peu argileux à éléments quartzeux	
16,75		Argile grise d'altération de schiste et éléments quartzeux	
18,25			Substratum schisteux
18,25		Schiste altéré à passages quartzeux	
19,75			

Bassin de Saffré

Sondage C 5 (Sondage TOLSA)

La Maison Neuve

Commune de Puceul

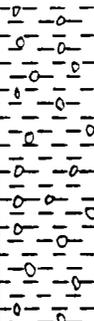
PROFONDEUR	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Terre végétale	
0,4		Argile graveleuse	
1,1			
5			
10		Argile compacte verte, très dure	Argiles supérieures vert-clair
15			
16,5			
20		Argile verte compacte, très dure, sableuse	Argiles sableuses vert-clair
21			

Bassin de Saffré

Sondage C 6 (Sondage TOLSA)

Le Pas Sicard

Commune de Puceul

PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Argile jaunâtre graveleuse	
5			
6,4		Argile grise compacte	
7,2		Argile grise d'aspect schisteux	Substratum schisteux
10		Schiste gris altéré	
10,2			
11,7			

Bassin de Saffré

Sondage C 7 (Sondage TOLSA)

Le Pas Sicard

Commune de Puceul

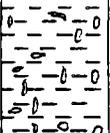
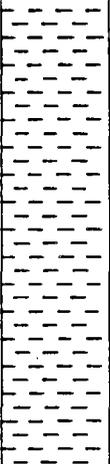
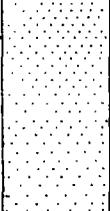
PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Terre végétale	
0,3		Argile graveleuse rougeâtre	
3,5		Argile verte sableuse et graveleuse	Argiles sableuses vert-clair
5			
6,5		Argile jaunâtre à blanche très sableuse et graveleuse	Arène
10			
14,5		Schiste	Substratum schisteux
15			

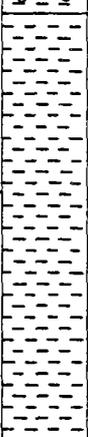
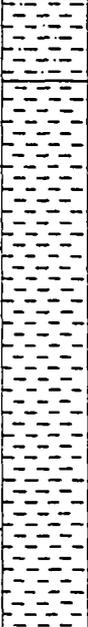
Bassin de Saffré

Sondage C 8 (Sondage TOLSA)

Sud-Est bourg de Puceul

Commune de Puceul

PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Argile graveleuse	
2,25			
5		Argile grise très dure	Argiles supérieures vert-clair
9,30			
10		Sable rougeâtre très fin (arthésianisme)	Sables
12,6			

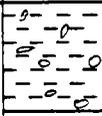
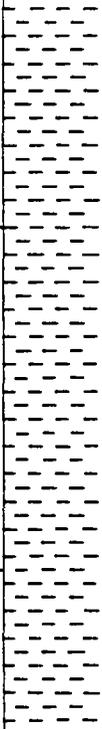
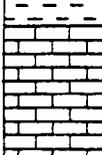
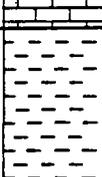
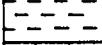
PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Terre végétale	
0,4		Argile graveleuse rougeâtre	
1,8		Argile verte compacte très dure	Argiles supérieures vert-clair
5			
9,5		Argile verte sableuse et graveleuse	
10			
11		Argile verte sableuse et peu graveleuse	
12,5			
14		Argile verte compacte dure	Argiles sableuses vert-clair
15			
15,5		Argile verte devenant sableuse	
17			
20		Argile verte bariolée, compacte, dure	Argiles inférieures bariolées
25			
27			
30		Calcaire (une petite passée d'argile verte à grains de quartz vers 30 m)	
32			

Bassin de Saffré

Sondage C 10 (Sondage TOLSA)

La Maison neuve

Commune de Puceul

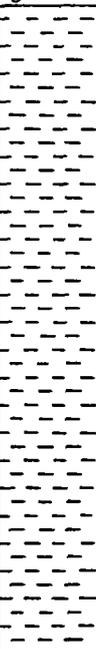
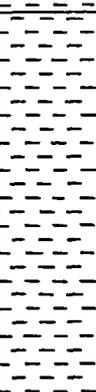
PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Argile graveleuse	
1,6		Argile beige-verdâtre très dure	
5			
10			Argiles supérieures vert-clair
12,7		Calcaire gris peu dur	
15		Argile verte	
17,8		Calcaire dur	
48			

Bassin de Saffré

Sondage C II (Sondage TOLSA)

Le Pas - Sicard

Commune de Puceul

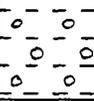
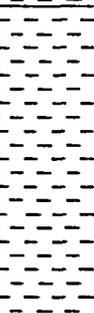
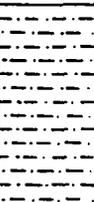
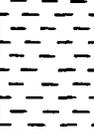
PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Sable et graviers	
1		Argile verdâtre compacte très dure	Argiles supérieures vert-clair
5			
10			
10,5		Argile beige	
15			
16,1			

Bassin de Saffré

Sondage n° 54

La Maison Neuve

Commune de Puceul

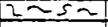
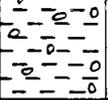
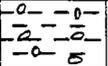
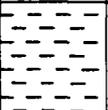
PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Terre végétale	
0,3		Graviers argileux rouges	
1,8		Argile gris-vert (polluée partiellement par les graviers de la couche supérieure)	
4,5		Argile gris-vert	Argiles supérieures vert-clair
5			
9		Argile sableuse gris-vert à graviers calcaires vers 12m	Argiles sableuses vert-clair
10			
12		Argile gris-bleu à panachures ocres, puis noires (légèrement calcaire vers 13,0m)	Argiles inférieures bariolées
15,2			

Bassin de Saffré

Sondage n° 55

Le Jarrier

Commune de Saffré

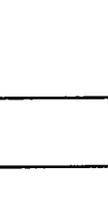
PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0			
0,3		Terre végétale	
		Argile ocre, graveleuse	
2		Argile grise, graveleuse	
3		Argile verte et ocre	
4,8			Calcaire lacustre?
5		Marne blanche	
7,5			

Bassin de Saffré

Sondage n° 56

Le Jarrier

Commune de Saffré

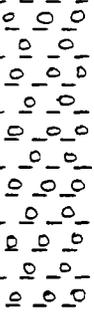
PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0			
0,4		Terre végétale	
		Limon argileux brun	
3		Sable argileux et graveleux rouge	
4,5			
5		Argile sablo-graveleuse, rouge	
6			
		Argile verte à rares passées noires (pollution par graviers situés au-dessus)	
8			Calcaire lacustre
		Marne brun-clair	
10			
10,5			

Bassin de Saffré

Sondage n° 57

Augrain

Commune de Saffré

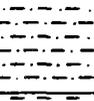
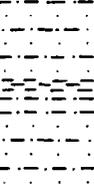
PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0,2		Terre végétale	
		Graviers argileux brun-rouge	
5		Calcaire jaunâtre, décomposé	
7,3		Marne blanche	
8			Calcaire lacustre
		Calcaire jaunâtre	
10			
10,5			

Bassin de Saffré

Sondage n° 58

Beaujour

Commune de Saffré

PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Terre végétale	
0,3		Argile grise, légèrement sableuse	Argiles supérieures vert-clair
3		Argile gris-vert	
5		Argile brun-clair, sableuse	
6		Argile vert-pâle et grise, sableuse	
7,5		Argile verte et rouge	
8,7		Argile verte, ferrugineuse	
9		Argile vert-clair à filets vermillons	
10,5		Sable argileux noir, micacé (passée de 5 cm d'argile verte à 11,90m)	Sables
13,5			

Bassin de Saffré

Sondage n° 63

La Close Simone

Commune de Puceul

PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Terre végétale	
0,4		Argile verte et rouge, sableuse	Argiles sableuses vert-clair
1,3		Sable calcaire	
1,5		Argile sableuse et calcaire, verdâtre	
3		Argile marneuse vert-pâle et grise, à débris calcaires	
4,5		Argile verte, légèrement sableuse	
5,3		Argile noire et grise	Argiles inférieures bariolées
7,9		Argile verte	
9		Argile noire, légèrement sableuse, à passées d'argile verte	
10,9		Sable noir, argileux	Sables
11,6		Argile noire	
11,9		Sable noir	
12		Argile noire	
13,5		Argile sableuse, verte et noire, à passées calcaires blanches	
14,5		Sable argileux noir, calcaire, à passées d'argile verte	
15,8		Graviers ocres	
16,5			

Bassin de Saffré

Sondage n° 64

La Close Simone

Commune de Puceul

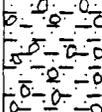
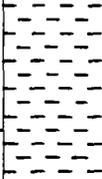
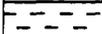
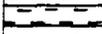
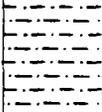
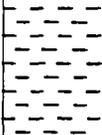
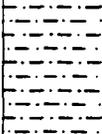
PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0	~ 5 ~ 5 /	Terre végétale	
0,3		Graviers rouges argileux	
2		Argile verte à passées noires et blanches (pollution par niveau de graviers supérieurs)	Argiles supérieures vert-clair
5		Argile sableuse verdâtre	Argiles sableuses vert-clair
6		Argile sableuse verdâtre	Argiles sableuses vert-clair
8,3		Argile calcaire crème	Argiles sableuses vert-clair
9,5		Sable gris-clair	
10		Argile verte	
11,5		Sable gris-clair	
11,6		Argile verte et rouge, devenant sableuse en profondeur	Sables
13,7		Argile verte et rouge, très sableuse	Sables
15		Argile verte sableuse et calcaire	Sables
16,9		Calcaire	
17,6		Marne	
18			

Bassin de Saffré

Sondage n° 71

La Grossaie

Commune de Saffré

PROFONDEUR (en m.)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0	~ 5-2	Terre végétale	
0,4		Limon brun-jaune à gris	
1,2		Sable et graviers argileux bruns à cailloux	
3		Argile bleue avec quelques traces blanchâtres calcaires	
5		Sable gris-clair à brun	
5,8		Argile bleue	
7		Argile noire	
7,7		Argile bleue légèrement sableuse	Argiles inférieures variées
8		Argile grise à passées rougeâtres entre 10,7 et 12,1m	
10		Argile verte sableuse	
12,1			
14,5			

Bassin de Saffré

Sondage n° 73

Le Pas Sicard

Commune de Puceul

PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Terre végétale	
0,4			
		Sable argileux brun-rouge, à graviers et cailloux	
3,4			
		Argile verte très sèche	
5			
5,2			
		Argile verte	
7,9			
8,2		Marne blanche	Argiles supérieures vert-clair
		Argile verte	
9,8			
10		Alternance argile sableuse verte et marne blanche	
10,9			
		Argile verte	
11,5			
		Alternance argile sableuse verte et marne blanche	
12,1			
12,4		Sable argileux vert	Argiles sableuses vert-clair
		Argile sableuse verte	
14,5			

Bassin de Saffré

Sondage n° 74

Le Landreau

Commune de Puceul

PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Terre végétale + limon brun à gris	
0,6		Argile sableuse verte	Argiles sableuses vert-clair
1,6		Argile verte sableuse, à nombreux galets	
4,5			
		Argile sableuse brune à grise	
5,5			

Bassin de Saffré

Sondage n° 75

Bel Air

Commune de Puceul

PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Terre végétale et argile sablo-graveleuse à nombreux cailloux	
0,8		Argile bleue à grise	
5			
5,3		Marne blanche	
5,7		Argile gris-noir	
6,3		Marne verdâtre	
6,5		Argile bleu-noir	
6,8		Marne blanche	
7,7		Argile, gris-noir	
8,1		Argile gris-noir à passées marneuses blanchâtres	
8,7		Argile vert-noir	
9,1		Marne blanche	Argiles inférieures bariolées
9,3		Argile grise, sableuse	
9,7		Argile noire	
10		Argile bleue	
13,7		Argile ocre à bleue	
15			
15,6		Marne grisâtre à verdâtre	
16		Argile bleue, légèrement sableuse entre 16,3 et 16,7m	
17,5			

Bassin de Safré

Sondage n°76

Bel-Air

Commune de Puceul

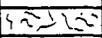
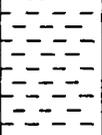
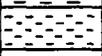
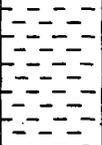
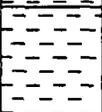
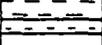
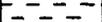
PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0			
0,3		Terre végétale	
1		Argile bleu-vert à panachures ocre	Argiles inférieures bariolées
2		Argile bleu-vert à fragments de coquilles	
2,7		Sable jaune	
5		Argile gris-bleu à bleu-noir	
6,1			
6,3		Marne blanche	
8,5		Argile gris-bleu (cailloux entre 7,6 et 7,8m)	

Bassin de Saffré

Sondage n° 77

Le Landreau

Commune de Puceul

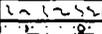
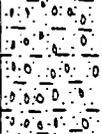
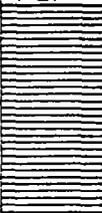
PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Terre végétale	
0,4		Argile bleu-noir à panachures ocre	Argiles inférieures baridées
2,5		Marne blanche	
3,1		Argile bleu-noir	
5		Argile gris-noir	
5,4		Argile gris-noir	
7,2		Marne blanche à graviers calcaires	
7,4		Marne blanche à graviers calcaires	
8,5		Argile gris-bleu	

Bassin de Saffré

Sondage n° 78

Le Pas Sicard

Commune de Puceul

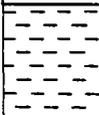
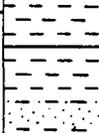
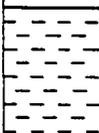
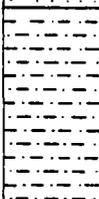
PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Terre végétale	
0,3		Sable et graviers argileux à cailloux	
2,5		Arène schisteuse rougeâtre à lie de vin	Substratum
5		Arène schisteuse rougeâtre à lie de vin	
5,5		Arène schisteuse rougeâtre à lie de vin	

Bassin de Saffré

Sondage n° 78 bis

Le Landreau

Commune de Puceul

PROFONDEUR (en m.)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Terre végétale	
0,3		Cailloux de quartz emballés dans une argile sableuse brun-clair	
1,8		Argile gris-vert légèrement sableuse	
2,2		Argile bleu-vert	
3,2		Argile noire à éléments indurés noirs	
5			
5,5		Argile noire à éléments indurés contenant un niveau sableux aquifère	
7		Argile noire très compacte	Argiles inférieures bariolées
8		Argile gris-vert à toucher savonneux	
10		Argile bleue	
10,3		Argile gris-vert très sableuse	
10,9		Argile noire très sableuse à cailloutis (une passée ocre de même composition)	
14			

PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Remblai routier	
0,5		Sable fin jaune-verdâtre à graviers calcaires et fines passées d'argile verte	
1,7		Argile vert-sombre à noire avec quelques graviers de calcaire tendre	
2,0		Argile vert-sombre	
3,0		Marnes beige à fragments calcaires	
3,2		Argile vert-sombre à panachures ocre, sableuse entre 3,2 et 3,5 de profondeur	
4,2		Argile vert-sombre	
4,5		Marnes beige	
		Argile vert-sombre	
5,5		Argile vert-sombre à panachures ocre, plastique	
6,3		Argile grise	Argiles supérieures vert-clair
6,6		Argile ocre et grise	
6,9		Argile gris-violacé	
7,5		Argile verte et ocre	
8,5		Argile verte légèrement sableuse	
9,2		Argile verte	
10,1		Argile gris-verdâtre	
10,4		Argile verte	
11,8		Argile vert-clair	
12,6		Argile bleue, plastique	Argiles inférieures bariolées
14,5		Argile noire	

Refus tarière

Bassin de Saffré

Sondage n°80

La Close-Simone

Commune de Puceul

PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Terre végétale	
0,3			
		Argile vert-clair	Argiles sableuses vert-clair
1,2			
1,8		Argile vert-clair à ocre, sableuse avec quelques cailloux	
		Sable argileux jaune beige, aquifère	Sables
5			
6,5		Argile légèrement sableuse noire micacée	
8,0			

Bassin de Saffré

Sondage n°81

Le Landreau

Commune de Puceul

PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Remblai	
0,5			
		Argile sableuse rougeâtre à nombreux cailloux	
2,0			
		Arène schisteuse	Substratum
5,0			

Bassin de Saffré

Sondage n°82

Le Landreau

Commune de Puceul

PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Remblai	
0,5		Argile sableuse ocre à cailloux devenant noirâtre en profondeur.	
2,3		Argile vert-clair	Argiles supérieures vert clair
3,5		Argile vert-clair et ocre légèrement sableuse. Argile sableuse vert-clair et ocre	Argiles sableuses vert-clair
4,5		Sable fin gris aquifère et légèrement argileux	
5		Sable argileux vert	Sables
7,8		Sable fin argileux, jaune.	

Bassin de Saffré

Sondage n°83

Le Landreau

Commune de Puceul

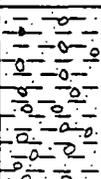
PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Terre végétale	
0,3		Argile sableuse verte et ocre	Argiles sableuses vert-clair
2,5		Argile sableuse brune	Sables
5,0			

Bassin de Saffré

Sondage n° 84

L'Alcidaïs

Commune de Puceul

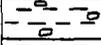
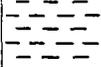
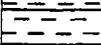
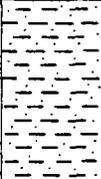
PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Sable argileux brun-ocre	
2,3		Argile sableuse gris-noir à cailloux (arène schisteuse)	Substratum
5			

Bassin de Saffré

Sondage n° 85

Bel Air

Commune de Puceul

PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Herbe végétale	
0,2		Argile vert-clair à traces calcaires blanches	Argiles inférieures bariolées
0,8		Argile vert-bleu et ocre	
2		Argile gris-bleu	
2,5		Argile sableuse gris-bleu	
5			
5,2			

(Refus tarière)

Bassin de Saffré

Sondage n° 86

Le Pas - Sicard

Commune de Puceul

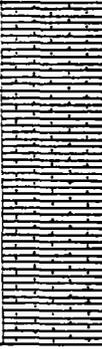
PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Sable et graviers bruns à cailloux	
2,5		Arène schisteuse gris-bleu	Substratum
5			
8			

Bassin de Saffré

Sondage n° 87

Le Pas-Sicard

Commune de Puceul

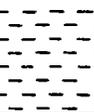
PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Arène schisteuse brune	Substratum
5			

Bassin de Saffré

Sondage n° 88

Le Pas-Sicard

Commune de Puceul

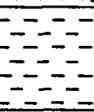
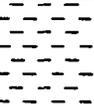
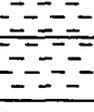
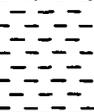
PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Sable et graviers argileux rouges à cailloux	
1,8		Argile vert-clair très sèche	Argiles supérieures vert-clair
3,5		Argile vert-clair devenant légèrement sableuse et plus humide en profondeur	Argiles sableuses vert-clair
5			

Bassin de Saffré

Sondage n° 89

Le Pas-Sicard

Commune de Puceul

PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Sable et graviers argileux bruns à cailloux	
2,5		Argile vert-clair (polluée par la couche supérieure)	
4		Argile vert-clair à traces rougeâtres	Argiles supérieures vert-clair
5			
6,2		Argile bleu-vert à panachures ocre	
7,1		Argile vert-clair	
8			
9,7		Sable gris (pas de récupération)	
10		Argile gris-brun	
10,4		Argile noir charbonneuse	
10,7		Argile gris-vert	
11,2		Argile gris-clair	Argiles inférieures bariolées
11,2		Argile bleue	
13		Argile vert-clair, calcaire	
14			

Bassin de Saffré

Sondage n°90

Le Pas Sicard

Commune de Puceul

PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GÉOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Limon argileux brun	
0,5		Argile sableuse brun-ocre à cailloux	
2,5		Argile vert-clair	Argiles supérieures vert-clair
3,5		Argile sableuse vert-clair	
4,3		Argile vert-clair légèrement sableuse	
5		Argile sableuse verte	Argiles sableuses vert-clair
5,7		Argile grise à panachures ocre	
5,9		Argile gris-vert à gris-violacé	
8		Argile vert-clair	
8,8		Argile bleu-vert	
10		Argile bleu-noir (une passée sableuse décimétrique vers 12,3m)	Argiles inférieures bariolées
10,3		Argile bleue	
11,3			
13,2			
14			

Bassin de Saffré

Sondage n°91

Le Pas Sicard

Commune de Puceul

PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GÉOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Sable et graviers argileux bruns à nombreux cailloux	
1,5		Argile bleu-vert à panachures ocre et traces calcaires blanches	Argiles inférieures bariolées
2,5		Argile gris-foncée (passée sableuse de 4,3 m à 4,6 m)	
5		Argile bleu-vert	
5,3		Marne blanche	
5,6		Argile grise à bleu-vert	
6,2		Argile noire à traces calcaires blanches	
6,8		Argile bleue et noire	
8			

Bassin de Saffré

Sondage n°92

Le Pas Sicard

Commune de Puceul

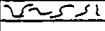
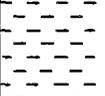
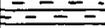
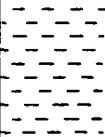
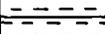
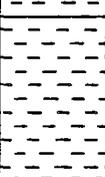
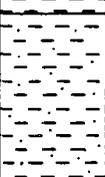
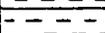
PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GÉOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Argile sableuse brun-clair à cailloux	
2,3		Argile vert-clair	Argiles supérieures vert-clair
3		Argile vert clair et ocre jaune	
3,2		Argile brune et grise à granules calcaires	Argiles inférieures bariolées
3,8		Marne blanche	
4,4		Argile gris-vert	
5		Argile bleu-vert à bleu-noir à panachures ocre	
8			

Bassin de Saffré

Sondage n° 93

La Maison Neuve

Commune de Puceul

PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Terre végétale	
0,3		Argile vert-clair à traces ocres, légèrement grumeleuse	Argiles supérieures vert-clair
2		Argille verte compacte, plastique	
2,2		Argile vert-clair et ocre, légèrement grumeleuse	
4,5		Argile grumeleuse vert clair	
5		Argile vert clair légèrement grumeleuse	Argiles sableuses vert-clair
7,4		Argile grumeleuse vert clair	
8		Argile gris-vert, très légèrement sableuse, et avec quelques galets de quartz (surtout entre 8,5 et 9m)	
10		Argile plastique ocre et grise	
10,5			
11			

Bassin de Saffré

Sondage n°94

La Maison-Neuve

Commune de Puceul

PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Remblai et limon	
0,5		Argile plastique vert-clair à filets vermillons	
2,0		Argile brun-vert, grumeleuse	
5		Argile grumeleuse, vert-clair	Argiles supérieures vert-clair
10		Argile grumeleuse, vert-clair	
12,5		Argile sableuse vert-clair	
13,8		Sable argileux beige, aquifère	Argiles sableuses vert-vert
14,7		Argile sableuse verte	
15		Argile sableuse verte	
16		Argile plastique bleue à panachures ocres	
17		Argile plastique, gris-bleu à panachures ocres	Argiles inférieures bariolées
20,4		Argile plastique gris-clair à panachures ocres	
22,0		Argile plastique gris-clair à panachures ocres	

Bassin de Saffré

Sondage Pu1 (Sondage carte Nazay)

La Hubertière

Commune de Puceul

PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Remblai	
0,5		Sable et graviers argileux	
1,5		Argile vert-clair, graveleuse puis compacte (fins passages sableux jaune-verdâtre)	Argiles supérieures vert-clair
5		Argile sèche et sableuse	Argiles sableuses vert-clair
6			
8			

Bassin de Saffré

Sondage Pu2 (Sondage carte Nazay)

Le Pas Sicard

Commune de Puceul

PROFONDEUR (en m)	LOG	COUPE GEOLOGIQUE	NIVEAU STRATIGRAPHIQUE
0		Sable argilo-graveleux brun devenant grisâtre et séricitique vers 2m	
2		Schiste gris altéré à nombreux débris de quartz	Substratum
5			
8			

N° Echantillon	Profondeur	Coupe géologique	Niveau stratigraphique
T 1	0,3-0,7 m	Argile verte prélevée dans un fossé de drainage	Argiles supérieures vert-clair
T 2	0,4-0,8 m	Argile verte, légèrement sableuse, prélevée sous la terre végétale	Argiles sableuses vert-clair
T 4	0 -0,8 m 0,8-1,1 m 1,1-1,3 m	Formations superficielles Argile verte Marne blanche	> Argiles supérieures vert-clair
T 6	0 -1,5 m 1,5-1,8 m	Sable et graviers argileux à cailloux Argiles vertes à nodules calcaires associées à des marnes blanches	Argiles supérieures vert-clair
T 7	0 -1 m 1 -1,5 m	Formations superficielles Argile verte, sableuse, à traces brunâtres	Argiles sableuses vert-clair
T 9	0,4-0,8 m	Argile verte, sableuse, à nodules calcaires	Argiles inférieures bariolées
T 11	0 -1,0 m 1,0-1,6 m 1,6-1,9 m	Formation sablo-graveleuse Argile vert-clair d'aspect grumeleux. Argile vert-clair plus plastique	> Argiles supérieures vert-clair
T 12	0 -1,0 m 1,0-1,5 m	Formation sablo-graveleuse Argile vert-clair avec quelques traces ocres	Argiles supérieures vert-clair
T 13	0 -1,0 m 1,0-1,3 m	Formation sablo-graveleuse Argile verte grumeleuse	Argiles supérieures vert-clair
T 14		Argile verte et rouge prélevée non en place (déblai fossé)	Argiles supérieures vert-clair
T 15	0 -1,0 m 1,0-1,7 m	Colluvions Argile verte à passées sableuses ocres	Argiles sableuses vert-clair
T 16	0 -0,5 m 0,5-1,2 m 1,2-1,7 m	Terre végétale Argile gris vert-clair présentant des granules calcaires à la base Argile bleu-vert à passées brunes	Argiles supérieures vert-clair Argiles inférieures bariolées
T 17	0 -1 m 1 -1,6 m 1,6-1,8 m	Cailloutis Argile verte à passées sableuses ocres Argile très sableuse verte à nombreux graviers	> Argiles sableuses vert-clair
T 19	0 -1 m 1 -1,8 m 1,8-2,0 m	Sable et cailloux superficiels Argile sableuse verte et ocre Sable fin argileux vert-clair	> Argiles sableuses vert-clair
T 20	0 -0,3 m 0,3-0,7 m 0,7-1,0 m	Terre végétale à graviers et cailloux Argile sablo-graveleuse verte Argile vert-sombre à granules calcaires (blocage)	> Argiles sableuses vert-clair
T 21	0 -0,5 m 0,5-1,0 m	Niveau de cailloutis Argile sablo-graveleuse verte	Argiles sableuses vert-clair
T 22	0 -1 m 1 -2 m 2 -3 m	Limon gris et brun Cailloutis Argile gris-bleu à panachures ocres et noirâtres	Argiles inférieures bariolées
T 23	0 -0,5 m 0,5-1,0 m	Terre végétale Argile gris-vert à panachures ocres	> Argiles inférieures bariolées
T 24	0 -0,5 m	Argile gris-vert	Argiles inférieures bariolées
T 25	0 -0,3 m 0,3-0,7 m	Terre végétale Argile bleue et ocre	> Argiles inférieures bariolées
T 26	0 -0,5 m 0,5-1,0 m	Terre végétale Argile vert-clair, légèrement sableuse à passées vermillon, plastique	Argiles sableuses vert-clair
T 27	0 -1 m 1 -1,5 m	Couverture argilo-sableuse Argile vert-clair à traces brunes	Argiles sableuses vert-clair
T 28	0 -0,5 m 0,5-0,8 m	Argile gris-vert Argile gris-vert à passées sableuses	Argiles sableuses vert-clair
T 29	0 -0,2 m 0,2-0,4 m 0,4-0,7 m	Terre végétale Argile vert-clair à traces noires Sable ocre	> Argiles sableuses vert-clair
T 30	0 -0,5 m 0,5-1,0 m	Terre végétale et argile remaniée Argile vert-clair à passées vermillon	Argiles supérieures vert-clair

(suite 1)

N° Echantillon	Profondeur	Coupe géologique	Niveau stratigraphique
T 31	0 -0,3 m 0,3-0,6 m 0,6-0,9 m	Terre végétale Argile verte Calcaire blanc à passées d'argile verte	> Argiles supérieures vert-clair
T 32	0 -0,5 m 0,5-1,0 m	Terre végétale Argile bleue à panachures ocres et marnes associées	Argiles bariolées inférieures
T 33	0 -0,5 m 0,5-1,5 m	Remblai Argile bleu-vert	Argiles bariolées inférieures
T 34	0 -0,5 m 0,5-1,0 m	Terre végétale et cailloutis Argile bleu-vert à nombreuses panachures ocres et passées marneuses blanches	Argiles bariolées inférieures
T 35	0 -0,5 m 0,5-1,0 m	Terre végétale à cailloutis Argile verte à traces calcaires	Argiles bariolées inférieures
T 36	Prélèvement en fond de drain sous 1 m de cailloutis argileux	Argile gris-vert, grumeleuse	Argiles sableuses vert-clair
T 37		Argile bleue et ocre à nombreux fragments coquilliers blancs	Argiles bariolées inférieures
T 38		Argile bleue et ocre	Argiles bariolées inférieures
T 39		Argile sableuse bleu-vert et ocre	Argiles bariolées inférieures
T 41	0 -0,9 m 0,9-2,5 m 2,5-3,7 m	Terre végétale et argile sableuse brune à cailloux Argile vert-clair à vert-jaune, grumeleuse et sèche Argile vert-clair plus plastique (blocage sur banc de grès)	> Argiles supérieures vert-clair
T 42	0 -1,3 m 1,3-1,4 m	Terre végétale et argile sableuse ocre et grise Arène schisteuse	Substratum schisteux
T 43	0 -0,8 m 0,8-1,3 m	Terre végétale surmontant une argile graveleuse Arène schisteuse bleue et ocre	Substratum schisteux
T 44	0 -1,0 m	Terre végétale et argile sableuse à cailloux (blocage)	
T 45	0 -0,4 m 0,4-1,3 m 1,3-2,2 m 2,2-2,4 m	Terre végétale Argile plastique bleu-vert et ocre à traces calcaires blanches (quelques graviers calcaires vers 1,2 m) Argile vert-clair, grumeleuse Argile vert-clair, plus plastique (blocage sur marne blanche)	> Argiles supérieures vert-clair
T 46	0 -0,3 m 0,3-1,3 m	Terre végétale Argile vert-clair, grumeleuse	Argiles supérieures vert-clair
T 47	0 -0,3 m 0,3-0,7 m	Terre végétale Arène schisteuse	Substratum schisteux
T 48	0 -0,5 m 0,5-1,6 m 1,6-1,9 m	Terre végétale Argile bleu-vert et ocre, plastique Sable argileux bleu-vert et ocre	Argiles sableuses vert-clair
T 49	0 -0,4 m 0,4-1,5 m 1,5-3,4 m 3,4-5,4 m	Terre végétale Argile sableuse ocre et grise à cailloux Argile vert-clair à vert-jaune à traces noirâtres, grumeleuse Argile verte à vert-clair tantôt plastique, tantôt grumeleuse	> Argiles supérieures vert-clair
T 50	0 -0,4 m 0,4-1,5 m 1,5-2,4 m 2,4-3,4 m	Terre végétale Argile beige-verdâtre, plastique, à panachures rouges Argile verdâtre Argile vert-clair et ocre - jaune, localement sableuse	> Argiles sableuses vert-clair
T 51	0 -0,3 m 0,3-2,0 m 2,0-2,7 m 2,7-3,1 m 3,1-3,5 m	Terre végétale Argile sableuse ocre à cailloux Argile sableuse verte et ocre Marne blanche Sable argileux vert et ocre	> Argiles sableuses vert-clair
T 52	0 -1,5 m 1,5-2,3 m	Terre végétale et argile à cailloux Sable fin ocre	Sable

(suite 2)

N° Echantillon	Profondeur	Coupe géologique	Niveau stratigraphique
T 53	0 -1,5 m 1,5-2,4 m 2,4-3,2 m 3,2-3,4 m 3,4-3,7	Terre végétale et argile à cailloux Argile vert-pâle, grumeleuse Argile gris-bleu et ocre, plastique Argile gris-clair Marne blanche	> Argiles supérieures vert-clair
T 54	0 -0,2 m 0,2-1,2 m 1,2-1,9 m 1,9-2,4 m	Terre végétale Argile vert-clair et ocre, grumeleuse Argile sableuse vert-clair Argile bleu-vert et ocre, plastique	> Argiles supérieures vert-clair
T 55	0 -1,5 m 1,5-2,0 m	Terre végétale et argile à cailloux Argile verte et ocre à débit prismatique	Argiles supérieures vert-clair
T 56	0 - 0,5 0,5-2,4 m	Terre végétale Argile vert-clair, plastique à rares traces calcaires	Argiles supérieures vert-clair
T 57	0 -0,3 m 0,3-1,0 m	Terre végétale Arène schisteuse jaunâtre	Substratum schisteux
T 58	0 -1,0 m 1,0-2,0 m	Terre végétale et argile sableuse Argile verte, grumeleuse, à nombreuses panachures noirâtres	Argiles supérieures vert-clair
T 59	0 -0,7 m 0,7-1,1 m	Terre végétale et argile sableuse Arène schisteuse ocre et rouge	Substratum schisteux
T 60	0 -1,2 m 1,2-2,4 m	Terre végétale et argile sableuse ocre Argile plastique vert-clair à panachures rouges, légèrement sableuse	Argiles sableuses vert-clair
T 61	0 -0,4 m 0,4-1,8 m 1,8-2,2 m 2,2-2,6 m	Terre végétale Argile sableuse ocre à cailloux Sable ocre Argile vert-clair à panachures rouges, plastique et légèrement sableuse	> Argiles sableuses vert-clair
T 62	0 -1,0 m	Arène schisteuse bleue, visible sous argile sableuse dans déblais	Substratum schisteux
T 63	0 -2,2 m 2,2-3,5 m	Terre végétale et argile sableuse grise et ocre Argile noire et rouge sableuse	Sable
T 64	0 -0,7 m 0,7-1,6 m	Terre végétale noire, tourbeuse Argile bleue très riche en graviers, à rares passées brun-vert, grumeleuse.	Argiles supérieures vert-clair
T 65	0 -0,8 m 0,8-1,8 m 1,8-2,7 m	Terre végétale et argile sableuse ocre et grise Argile verdâtre, grumeleuse Argile bleue, grumeleuse (blocage tarière sur argile trop dure)	> Argiles supérieures vert-clair
T 66	0 -0,5 m 0,5-0,8 m 0,8-1,1 m 1,1-1,4 m 1,4-1,6 m 1,6-1,9 m	Terre végétale et argile sableuse ocre Argile vert-clair Argile graveleuse, jaune Argile jaune et vert-clair, plastique Marne blanche Argile verte, plastique	> Argiles supérieures vert-clair
T 67	0 -0,3 m 0,3-0,9 m 0,9-1,9 m	Terre végétale Argile kaki, plastique, avec quelques traces calcaires Argile verte, plastique à grumeleuse	> Argiles supérieures vert-clair
T 68	0 -0,7 m 0,7-1,7 m 1,7-2,1 m 2,1-3,7 m 3,7-4,2 m	Terre végétale argileuse Argile plastique verdâtre à traces calcaires gris-blanc Argile plastique gris-vert à violacée à traces ocres Argile plastique, gris-vert, légèrement sableuse Argile verdâtre, plastique	> Argiles supérieures vert-clair
T 69	0 -1,0 m 1,0-1,2 m 1,2-1,7 m 1,7-2,1 m 2,1-2,4 m 2,4-2,8 m	Terre végétale et argile vert-jaune à traces noirâtres Argile grumeleuse verte à traces ocres Argile verte à traces noirâtres, légèrement calcaire Argile grumeleuse verte à traces noirâtres Argile verte, plutôt grumeleuse, à granules calcaires blancs Marne blanche	> Argiles supérieures vert-clair

(suite 3)

N° Echantillon	Profondeur	Coupe géologique	Niveau stratigraphique
T 70	0 -0,4 m	Terre végétale	> Argiles supérieures vert-clair
	0,4-0,7 m	Argile grumeleuse vert-clair à panachures ocres et noires	
	0,7-1,3 m	Marne vert-pâle à granules calcaires blancs	Argiles sableuses vertes
	1,3-1,7 m	Marne blanche	
	1,7-2,5 m	Argile grumeleuse vert-pâle, légèrement sableuse	
	2,5-2,8 m	Argile plastique grise	> Argiles inférieures bariolées
	2,8-3,0 m	Argile plastique violette	
3,0-4,2 m	Argile plastique gris-violacé		
T 71	0 -0,4 m	Terre végétale	> Argiles supérieures vert-clair
	0,4-0,8 m	Argile vert-pâle	
	0,8-1,8 m	Argile grumeleuse vert-pâle à rares panachures ocres	
	1,8-2,8 m	Argile grumeleuse verte avec quelques traces ocres	
	2,8-3,6 m	Argile grumeleuse vert-pâle avec quelques traces calcaires	
	3,6-4,2 m	Marne blanc-verdâtre	
T 72	0 -1,0 m	Terre végétale et argile ocre	> Argiles inférieures bariolées
	1,0-1,6 m	Argile plastique bleu-vert à filets ocres	
	1,6-2,1 m	Sable argileux et graveleux ocre	
	2,1-2,7 m	Argile plastique bleue à traces ocres (une passée sableuse de 2,3 à 2,4 m)	
	2,7-2,9 m	Marne blanche	
	2,9-3,6 m	Argile plastique bleue et ocre à passées marneuses	
T 73	0 -1,0 m	Argile sableuse à nombreux cailloux	> Argiles supérieures vert-clair
	1,0-2,2 m	Argile verdâtre à panachures ocres	
	2,2-2,8 m	Argile verdâtre (blocage sur sable jaune)	
T 74	0 -0,5 m	Terre végétale à cailloux	> Argiles supérieures vert-clair
	0,5-3,4 m	Argile plastique verte	
	3,4-4,6 m	Argile vert-clair, assez plastique à filets vermillons	
T 75	0 -0,5 m	Terre végétale	> Argiles supérieures vert-clair
	0,5-1,4 m	Argile assez grumeleuse vert-pâle avec quelques traces ocres	
	1,4-2,6 m	Argile grumeleuse vert-pâle	
	2,6-3,6 m	Argile grumeleuse vert clair	
	3,6-4,1 m	Argile grumeleuse vert-clair, légèrement sableuse	
	4,1-4,3 m	Marne blanche	

BASSIN DE SAFFRE

Sondage n° 53

Analyses de laboratoire

Profondeur	W Nat.	> 63 µ	Calcite	Dolomie	Analyse minéralogique RX						
					Qu	Pl	Fk	Do	Il	Ka	At
1,5 - 3,0 m	21,1	2,6	0,8	0,4	F				A	A	?
3,0 - 4,5 m	22,3	1,4	0,8		F				A	A	?
4,5 - 6,0 m	23,3	1,2	0,8	0,8	F				A	A	?
6,0 - 7,5 m	20,9	0,8	1,3	1,2	P	Tr	Tr		A	A	?
7,5 - 9,0 m	24,3	1,5	0,8	0,8	F				A	A	?
9,0 - 10,5 m	22,8	2,8	0,8	0,8	F				A	A	?
10,5 - 12,0 m	21,5	1,1	1,5	15,4	F			F	A	A	?
12,0 - 13,5 m	24,8	1,7	2,9	17,1	Tr			F	A	A	?
13,5 - 15,0 m	27,9	1,1	0,8	5,4	F			Tr	A	A	?
15,0 - 16,5 m	30,0	0,6	2,1	7,5	F			Tr	A	A	?
16,5 - 17,4 m	31,7	0,6	1,2	1,9	F				A	A	?
17,4 - 18,0 m	31,6	0,9	3,3	6,9	F			Tr	A	A	?
18,0 - 19,5 m	29,4	0,5	2,5	7,3	Tr			Tr	A	A	?

BASSIN DE SAFFRE

Sondage n° 54

Analyses de laboratoire

Profondeur	W nat.	> 63 μ	Calcite	Dolomie	Analyse minéralogique FX				
					Qu	Ca	Il	Ka	Sm
1,8 - 4,5 m	22,4	3,0	1,4	1,4					
4,5 - 6,0 m	23,4	4,0	2,1	1,2					
6,0 - 7,5 m	23,6	1,9	1,3	1,5	F	Tr	P	P	
7,5 - 9,0 m	23,8	1,4	2,5	3,9					
9,0 - 10,5 m	19,6	11,6	2,3	10,8					
10,5 - 12,0 m	21,3	29,8	1,7	3,9					
12,0 - 13,5 m	31,5	10,0	2,1	4,2	F		P	P	A ?
13,5 - 15,2 m	30,0	1,0	1,3	1,9					

BASSIN DE SAFFRE

Sondage n° 58

Analyses de laboratoire

Profondeur	W nat.	> 63 μ	Calcite	Dolomie	Analyse minéralogique RX			
					Qu	Ka	At	Sm
0,3 - 1,5 m	19,5	19,4	0,8	2,3	P	F		A
1,5 - 3,0 m	19,8	3,5	1,7	1,9	P	F		A
3,0 - 4,5 m	19,6	3,9	1,2	1,5	P	F		A
4,5 - 6,0 m	23,8	17,9	1,9	1,9	P	F		A
6,0 - 7,5 m	33,0	14,8	1,7	1,2	P	F	A	
7,5 - 8,0 m	24,4	6,4	1,7	0,8	P	F		P
8,0 - 8,7 m	30,6	2,9	0,8	1,9	P	P		P
8,7 - 10,5 m	31,7	3,4	0,8	1,5	P	P		A

BASSIN DE SAFFRE

Sondage n° 63

Analyses de laboratoire

Profondeur	W nat.	> 63 μ	Calcite	Dolomie	Analyse minéralogique RX					
					Qu	Il		Ka	At	Sm
0,4 - 1,3 m	24,8	24,5	1,3	1,9						
1,5 - 3,0 m	21,4	42,2	1,7	1,9						
3,0 - 4,5 m	26,9	33,3	4,2	2,3						
4,5 - 5,3 m	36,7	14,5	0,8	0,8	A				TA	
5,3 - 6,0 m	34,4	3,5	0,8	0,8	P	P		P		P ?
6,0 - 7,9 m	31,2	2,1	0,8	2,3	P	P		P		P ?
7,9 - 9,0 m	33,1	7,8	1,3		A					
9,0 - 10,9 m	30,7	27,2	0,8	0,8						
10,9 - 12,0 m		49,7	1,2	0,8						
12,0 - 13,5 m	29,9	13,4	10,8	0,8	A	P		P		
13,5 - 14,5 m	25,1	36,0	7,5	3,1						
14,5 - 15,8 m	23,8	67,3	5,8	1,5						

BASSIN DE SAFFRE

Sondage n° 64

Analyses de laboratoire

Profondeur	W nat.	> 63 μ	Calcite	Dolomie	Analyse minéralogique RX			
					Qu	Il	Ka	Sm
2,0 - 3,0 m	24,6	11,2	1,5	1,9	P	P	P	P
3,0 - 4,5 m	29,2	9,4	4,6	40,6				
4,5 - 6,0 m	23,8	9,4	16,7	18,5				
6,0 - 7,5 m	19,0	33,0	20,0	19,2				
7,5 - 8,3 m	29,3	26,7	4,6	4,6				
8,3 - 9,5 m	26,4	12,0	15,4	25,4				
9,5 - 10,0 m	23,3	59,7	5,8	6,2				
10,0 - 11,5 m	28,3	13,6	5,0	7,7				
11,5 - 12,0 m	31,0	11,7	1,5	1,5				
12,0 - 13,7 m	22,6	31,9	0,8	2,3				
13,7 - 15,0 m	23,9	54,2	1,7					
15,0 - 16,9 m	21,9	41,7	5,0	28,5				
16,9 - 18,0 m	24,6	32,7	10,8	47,7				

BASSIN DE SAFFRE

Sondage n° 71

Analyses de laboratoire

Profondeur	W nat.	> 63 μ	Calcite	Dolomie	Analyse minéralogique RX								
					Qu	Pl	Fk	Ca	Do	Il	Ka	Sm	Py
3,0 - 4,1 m	28,7	0,7	0,4		F					P	P	P	
4,1 - 5,0 m	28,8	5,6	0,0		F					P	P	P	
5,0 - 5,8 m	24,5	14,0	0,8		P					P	P	P	
7,0 - 7,7 m	27,5	3,3	7,9	7,7	F	Tr	Tr	Tr	F	P	P	P	
7,7 - 7,9 m	30,3	1,5	6,3	3,9	P		Tr		Tr	P	P	P	
7,9 - 8,0 m	28,2	1,1	2,5		P				Tr	P	P	P	F
8,0 - 8,3 m	24,4	9,8	2,1		P					P	P	P	
8,3 - 8,5 m	18,7	22,0	1,3		A					P	F	P	
8,5 - 9,3 m	23,4	12,9	1,3		P					P	P	P	
9,3 - 10,0 m	23,9	11,0	0,8		P					P	P	P	
10,0 - 10,7 m	26,4	5,6	2,1		P					P	P	P	
10,7 - 11,5 m	24,9	7,6	1,3		P					P	P	P	
11,5 - 12,1 m	19,4	17,1	1,3		A					P	F	P	
12,1 - 12,7 m	24,9	28,4	1,3		P					P	P	P	
12,7 - 13,3 m	27,5	26,2	1,6		P					P	P	P	
13,3 - 14,5 m	31,4	10,3	1,3		P					P	P	P	

BASSIN DE SAFFRE

Sondage n° 72

Analyses de laboratoire

Profondeur	W nat.	> 63 μ	Calcite	Dolomie	Analyse minéralogique RX				
					Qu	Il	Ka	Sm	At
5,2 - 6,2 m	33,4	3,8	1,3		P	P	Tr	P	
6,2 - 6,5 m	32,5	5,1	0,8		P	P		P	
6,5 - 6,8 m	31,1	6,0	0,8		P	P		P	
6,8 - 7,2 m	32,1	6,4	0,8		P	P		P	
7,2 - 7,5 m	32,1	5,3	1,7		P	P		P	
7,5 - 7,8 m	35,5	5,7	2,9		P	P		P	P
7,8 - 8,2 m	37,4	2,5	2,1		F	P ?		P ?	A
8,2 - 9,0 m	39,9	3,4	2,1		P				TA
11,5 - 12,0 m	35,9	29,5	0,8		A	P			A
12,0 - 12,6 m	35,0	32,2	1,7		P				TA
12,6 - 13,2 m	31,4	39,9	2,5		P				TA
13,2 - 13,9 m	35,7	13,1	1,3		P	P	Tr		P

BASSIN DE SAFFRE

Sondage n° 73

Analyses de laboratoire

Profondeur	W nat.	> 63 µ	Calcite	Dolomie	Analyse minéralogique RX						
					Qu	Ek	Do	Il	Ka	Sm	At
3,4 - 5,5 m	23,5	0,6	1,7		F				A		A?
5,5 - 6,1 m	24,8	6,4	1,3		P			P	P	P	
6,1 - 6,4 m	30,1	0,9	1,7		P			P	P	P	
6,4 - 6,7 m	30,1	0,5	1,7		F			P	P	P	
6,7 - 7,2 m	29,7	1,4	1,7		F			P	P	P	
7,2 - 7,9 m	34,1	2,3	1,6		F			P	P	P	
8,2 - 8,5 m	27,1	11,7	8,4	10,8	P	Tr	F				A
8,5 - 9,2 m	31,8	4,7	1,7		P			P	P	P	
9,2 - 9,8 m	33,6	4,5	0,8		P			P	F	P	
10,9 - 11,3 m	32,3	5,7	7,5	7,7	P		F	P	P	P	
11,3 - 11,5 m	31,3	9,5	4,2		P	Tr	F	P	F	P	
11,5 - 12,1 m	33,2	20,4	0,8		P			P	Tr	P	

BASSIN DE SAFFRE
Analyses de laboratoire

Profondeur	W nat.	> 63 µ	Calcite	Dolomie	Analyse minéralogique RX							
					Qu	Fk	Do		Il	Ka	Sm	Py
<u>Sondage n° 75</u>												
0,8 - 2,5 m	27,4	0,3	1,3		F				P	P	P	
2,5 - 4,0 m	29,6	0,3	1,3		F				P	P	P	
4,0 - 5,3 m	30,0	0,3	0,9		F				P	P	P	
5,7 - 6,3 m	32,4	0,4	0,4		F				P	F	A	
6,5 - 6,8 m	30,9	1,7	3,7	2,3	F		F		P	P	P	
7,7 - 8,7 m	30,1	2,6	2,5	6,2	P	Tr			P	P	P	
8,7 - 9,1 m	34,7	3,0	1,7		F				A	F	A	
9,3 - 9,7 m	24,1	28,5	10,8	18,3	P				P	F	P	
9,7 - 10,0 m	28,4	4,5	4,2	6,2	P				P	P	P	F
10,0 - 11,5 m	32,0	1,1	2,9	1,2	P				P	P	P	
11,5 - 12,2 m	33,1	3,1	0,8		A				A		F?	F
12,2 - 13,0 m	30,9	0,8	1,6		F				P	P	P	
13,0 - 13,7 m	28,2	2,6	1,6		P	Tr			P	P	P	
13,7 - 14,5 m	29,3	0,7	1,6		P				P	P	P	
14,5 - 15,6 m	40,0	9,7	1,3		F				P	P	P	
16,0 - 17,5 m	31,9	10,1	1,7		P				A		A	

BASSIN DE SAFFRE

Analyses de laboratoire

Profondeur	W nat.	> 63 μ	Calcite	Dolomie	Analyse minéralogique RX							
					Qu	Fk	Do	Il	Ka	Sm	At	Pv
<u>Sondage n° 76</u>												
0,3 - 1,0 m	27,2	17,9	0,8		A			P		P	?	
1,0 - 2,0 m	23,2	25,5	15,0		A			P		P		Tr?
2,7 - 6,1 m	27,0	3,0	3,3	23,0	A		P	P		P	?	F
6,3 - 7,0 m	32,5	3,1	0,8		A			P		P		F
7,0 - 8,5 m	33,1	6,4	1,7		A		Tr	P		P		F
<u>Sondage n° 77</u>												
0,4 - 2,5 m	28,4	5,6	1,7		P	Tr		P	P	P		
3,1 - 4,1 m	31,9	3,2	1,7		P		Tr	P	P	P		
4,1 - 5,4 m	26,2	16,4	1,3		P			P	F	P		
5,4 - 7,2 m	28,3	2,8	3,2	3,6	P		Tr	P	P	P		
7,4 - 8,5 m	29,8	0,9	1,6		P			P	P	P		

BASSIN DE SAFFRE

Analyses de laboratoire

N° Sondage	Analyse du tout-venant							
	Sm	At	Il	Ka	Qu	Op	Ca	Gy
78 (8 - 9 m) bis	A		F		P	A		
93 (0,3- 2,0 m)			A	Tr ?	A		Tr	Tr
(2,0- 2,2 m)			A	Tr	A			
(2,2- 4,5 m)			TA	F	A			
(4,5- 5,0 m)		P	A	F	P			
(5,0- 5,5 m)			A	F	P			
(6,2- 6,8 m)		Tr	A	P	F			
(7,4- 7,8 m)			A	P à A	F			
(7,8- 8,0 m)			A	F	P			
(8,0- 8,5 m)			A à TA	F	F			
(8,5- 9,0 m)			A	F	P			
(9,0- 9,3 m)	Tr		A	F	P			
(9,3-10,0 m)			TA	F	F			
(10,0-10,5 m)			A	Tr	F à P			

BASSIN DE SAFFRE

Prélèvement à la tarière à main

Analyses minéralogiques

N° Sondage	W nat.	> 63 µ	Calcite	Dolomie	Analyse minéralogique RX							
					Qu	Il	Ka	At	Sm	Op	Ca	
T1 (0,3-0,7 m)					Tr			TA				
T2 (0,4-0,8 m)		16,9	2,5		P	F	F		F ?	A		
T4 (0,8-1,1 m)					F			TA				
T5 (0,4-0,9 m)		19,5	6,7	10,0	P	P	P		P			
(1,6-2,0 m)		11,6	2,1		P	P	P		P			
T6 (1,5-1,8 m)	35,1	2,0	5,0		Tr	A			A		F	
T7 (1,0-1,5 m)	36,1	15,8	1,3			P		P ?	P			
T9 (0,4-0,8 m)	18,3	48,8	1,7		A	F	P		F			

BASSIN DE SAFFRE

Prélèvement à la tarière à main .

Analyses minéralogiques

N° Sondage	Analyse minéralogique RX							
	Qu	Op	Il	Ka	Sm	At	Ca	Gy
T 11 (1,0-1,6 m)	F					TA		
T 13 (1,0-1,3 m)	Tr	P	F		A			
T 16 (0,5-1,2 m)	P		F	F	F	P		
T 17 (1,0-1,6 m)	A		P		F			
T 19 (1,0-1,8 m)	P				P	P		
T 20 (0,7-1,0 m)	P		F		P	P		
T 21 (0,5-1,0 m)	P		F		A	F		
T 22 (2 -3 m)	Tr		A	Tr	P	F		
T 23 (0,5-1,0 m)	P		P	P	P			
T 24 (0 -0,5 m)	Tr		A	Tr	F			
T 25 (0,3-0,7 m)	P		P	P	P			
T 26 (0,5-1,0 m)	A		Tr		P			
T 30 (0,5-1,0 m)	P		P	P	F			
T 31 (0,3-0,6 m)	P		P	Tr	A			
T 33 (0,5-1,5 m)	F		A	Tr				
T 35 (0,5-1,0 m)	F		Tr		A			P
T 36 (1,0-1,5 m)	Tr	A			P			
T 49 (1,5-2,5 m)	P à A		F			A	Tr	
(2,5-3,4 m)	F		F			TA		
(3,4-4,5 m)	P à A				A - TA			
(4,5-5,4 m)	P	F	F		TA			

ANNEXE 3

53 à 94 |
Pu 1 | >

Sondages à la tarière sur camion

T 4 à T 75

Sondages à la tarière à main

N° Sondage	Profondeur	Densité sèche	Densité calcinée	Absorption d'eau	Dureté après absorption
49	0,4- 1,5 m	-	0,83	44	3
53	3 - 4,5 m	0,83	0,86	61	2 +
	4,5- 6,0 m	0,82	0,85	59	2
	6,0- 7,5 m	0,88	0,88	57	4
	7,5- 9,0 m	0,81	0,82	54	2 +
	9,0-10,5 m	0,80	0,75	62	3
	10,5-12,0 m	0,81	0,89	62	3 +
	13,5-15,0 m	0,78	0,79	72	2 -
	16,5-17,1 m	0,81	0,74	40	-
54	3 - 4,5 m	-	0,78	64	4
	6 - 7,5 m	-	0,80	69	3 -
	10,5-12,0 m	-	0,82	63	4
58	3 - 4,5 m	0,92	-	-	-
	4,5- 6,0 m	0,80	0,79	56	2 +
	6,0- 7,5 m	-	0,69	48	-
	7,5- 8,0 m	0,90	-	-	-
	8,0- 8,7 m	0,86	-	-	-
59	3,0- 4,5 m	0,90	-	-	-
61	1,5- 3,0 m	-	0,87	40	2 +
	3,0- 4,5 m	0,83	-	-	-
	6,0- 7,5 m	0,83	0,85	66	2 +
	10,5-12,0 m	0,81	-	-	-
63	4,5- 5,3 m	-	0,60	80	3
	6,0- 7,9 m	-	0,87	69	1
	7,9- 9,0 m	-	0,73	70	3
	12,0-13,5 m	-	0,76	64	2
	13,5-14,5 m	-	0,75	62	1
64	4,5- 6,0 m	0,88	0,88	40	3
	6,0- 7,5 m	0,93	0,91	38	3
	7,5- 8,3 m	0,82	0,80	48	2
	8,3- 9,5 m	0,87	0,85	50	3
72	2,5- 5,2 m	0,88	-	-	-
	5,2- 6,2 m	-	0,65	80	4
	6,2- 6,5 m	-	0,75	54	3
	6,5- 6,8 m	-	0,80	68	3
	6,8- 7,2 m	-	0,80	54	3
	7,2- 7,5 m	-	0,78	44	4
	7,5- 7,8 m	-	0,79	66	2
	7,8- 8,2 m	-	0,60	72	3
	8,2- 9,0 m	-	0,58	90	3
	9,0-10,0 m	-	0,64	70	3
	10 -10,4 m	-	0,63	72	3
	10,4-11,0 m	0,78	0,79	61	3
	11,0-11,5 m	-	0,63	60	3
	11,5-12,0 m	-	0,61	78	3
	12,0-12,6 m	-	0,64	72	3
	12,6-13,2 m	-	0,68	68	3
	13,2-13,9 m	0,75	0,73	63	3
	13,9-14,5 m	0,71	0,69	68	2 +
	73	3,4- 5,5 m	0,81	0,79	62
5,5- 6,1 m		0,83	0,82	58	3
6,1- 6,7 m		0,77	0,77	63	3 -
6,7- 7,2 m		0,77	0,76	72	2 +
7,9- 8,2 m		0,80	0,82	63	3 -
8,2- 9,2 m		0,75	0,74	73	3 -
10,3-10,9 m		0,78	0,75	60	4
10,9-11,5 m		0,75	0,73	66	3
11,5-12,1 m		0,92	-	-	-
12,1-12,4 m		0,82	-	-	-
12,4-14,5 m		0,69	0,67	72	3
75		2,5- 4,0 m	0,78	0,78	67
77	3 - 4,5 m	0,85	0,83	42	3
	7,4- 8,5 m	0,78	0,76	70	2 +
78	1,8- 2,2 m	-	0,81	50	2 +
	7 - 8 m	-	0,51	89	2 +
	8 -10 m	-	0,82	50	2 -

N° Sondage	Profondeur	Densité sèche	Densité calcinée	Absorption d'eau	Dureté après absorption
79	1,7- 2 m	-	0,76	82	1
	2 - 3 m	-	0,75	69	2 -
	4,5- 5 m	-	0,71	64	1
	5 - 5,5 m	-	0,72	84	1
	5,5- 6,3 m	-	0,79	66	2
	6,3- 6,6 m	-	0,80	62	3 -
	6,6- 6,9 m	-	0,88	53	3
	6,9- 7,5 m	-	0,80	66	2 +
	7,5- 8,0 m	-	0,75	88	1
	8,0- 8,5 m	-	0,76	56	3
	8,5- 9,2 m	-	0,79	52	2 -
	9,2-10,1 m	-	0,72	54	3 +
	10,1-10,4 m	-	0,56	80	2
10,4-11,8 m	-	0,75	62	3 +	
11,8-12,6 m	-	0,85	63	3 +	
80	0,3- 1,2 m	-	0,80	78	1
82	2,3- 3 m	-	0,73	64	4
	3 - 3,5 m	-	0,66	76	2
	3,5- 4,8 m	-	0,68	72	3 +
83	0,3- 2,0 m	-	0,66	83	2 +
	2,0- 2,5 m	-	0,71	71	2
85	0,4- 0,8 m	-	0,84	54	2 +
88	2 - 3,5 m	-	0,74	76	1 +
	3,5- 5,0 m	-	0,77	70	2 -
89	4 - 5,2 m	-	0,79	60	3 -
	7,1- 8 m	-	0,78	66	4
	9,7-10,7 m	-	0,74	72	4
	10,7-11,2 m	-	0,88	64	2 +
	13 -14 m	-	0,87	59	1
90	2,5- 3,5 m	-	0,88	60	1
	4,3- 5,0 m	-	0,76	56	3
	5,9- 6,9 m	-	0,75	76	1
	6,9- 8,0 m	-	0,72	87	1
	8 - 8,8 m	-	0,73	75	3 +
	8,8-10,3 m	-	0,69	70	3 +
91	1,5- 2,5 m	-	0,77	70	4
92	2,3- 3 m	-	0,72	68	3 -
	3 - 3,2 m	-	0,76	68	3 -
93	0,6- 2,0 m	-	0,80	64	3 -
	2,2- 4,5 m	-	0,79	54	3
	4,5- 5 m	-	0,76	59	3 -
	5,6- 6,2 m	-	0,72	71	1 +
	6,2- 6,8 m	-	0,73	70	3 +
	6,8- 7,4 m	-	0,73	68	2 +
	7,4- 7,8 m	-	0,70	64	3
	7,8- 8,0 m	-	0,73	64	3 +
	8,0- 8,5 m	-	0,74	62	4 -
	9,3-10,0 m	-	0,77	61	1
	10,0-10,5 m	-	0,67	75	3 -
	10,5-11,0 m	-	0,78	56	4
	94	2 - 3 m	-	0,79	60
3 - 5 m		-	0,74	68	3 +
5 - 5,6 m		-	0,75	45	4
6,2- 6,8 m		-	0,76	60	4
7,4- 8,0 m		-	0,75	58	4
9,0-10,0 m		-	0,76	67	4
10,5-11,0 m		-	0,74	65	2
11,5-12,0 m		-	0,83	63	3
12,5-13,8 m		-	0,86	64	1 +
Pu 1	1,5 - 6 m	-	0,75	86	2 +
	6 - 8 m	-	0,54	94	1

N° Sondage	Profondeur	Densité sèche	Densité calcinée	Absorption d'eau	Durété après absorption
T 4	0,4-0,8 m	-	0,65	70	3
T 11	1,0-1,6 m	0,69	0,66	78	4
	1,6-1,9 m	-	0,81	78	1
T 12	1,0-1,5 m	0,86	0,86	50	3
T 13	1,0-1,3 m	0,69	0,68	66	3
T 22	2 -3 m	0,77	0,76	62	3 -
T 26	0,5-1 m	0,87	0,88	46	2
T 30	0,5-1 m	0,89	0,88	48	3
T 36	1,0-1,5 m	0,65	0,65	68	2
T 41	0,9-2,5 m	0,57	0,54	70	3
	2,5-3,7 m	0,83	0,74	56	3
T 45	0,4-1,3 m	0,67	0,75	52	4
	1,3-2,2 m	0,66	0,65	64	4
	2,2-2,4 m	0,69	0,63	58	2
T 46	0,3-1,3 m	0,81	0,81	58	2
T 48	0,5-1,6 m	0,84	0,76	68	2
T 49	1,5-2,5 m	0,67	0,67	72	2
	2,5-3,4 m	0,63	0,58	72	2 +
	3,4-4,5 m	0,78	0,71	54	2 +
	4,5-5,4 m	0,71	0,71	56	2
T 50	0,4-1,5 m	1,00	0,89	64	2
	1,5-2,4 m	0,90	0,79	54	2
	2,4-3,4 m	0,78	0,74	54	2
T 51	0,2-2,7 m	0,89	0,83	52	1
T 53	1,5-2,4 m	0,81	0,81	50	2
	2,4-3,2 m	0,72	0,74	56	3
	3,2-3,4 m	0,70	0,65	60	4
	3,4-3,7 m	0,81	0,83	50	3
T 54	0,2-1,2 m	0,87	0,78	56	3
	1,2-1,9 m	0,91	0,89	40	2
T 55	1,5-2,0 m	0,88	0,86	44	3
T 56	0,5-2,4 m	0,76	0,76	60	3
T 58	1 -2 m	0,72	0,75	54	3

N° Sondage	Profondeur	Densité sèche	Densité calcinée	Absorption d'eau	Dureté après absorption
T 60	1,2-2,4 m	-	0,89	62	1
T 61	2,2-2,6 m	-	0,87	46	1
T 65	0,8-1,8 m	0,59	0,57	66	3
	1,8-2,7 m	0,60	0,55	72	3
T 66	0,5-1,4 m	0,82	0,83	61	1
	1,6-1,9 m	0,79	0,81	58	1 +
T 67	0,3-0,9 m	0,86	0,86	48	2
	0,9-1,9 m	0,79	0,83	74	1 +
T 68	0,7-1,7 m	0,89	0,86	46	3
	1,7-2,1 m	0,80	0,74	56	3
	2,1-3,5 m	0,87	0,85	50	2
	3,5-3,7 m	0,87	0,83	62	1
	3,7-4,2 m	0,86	0,84	50	3
T 69	1,0-1,2 m	0,84	0,83	74	3
	1,2-1,7 m	0,86	0,85	69	2
	1,7-2,1 m	0,81	0,77	78	1
	2,1-2,4 m	0,76	0,74	50	3
T 70	0,4-0,7 m	0,83	0,79	60	3
	0,7-1,3 m	0,84	0,82	42	3
	1,3-1,7 m	0,87	0,86	29	4
	1,7-2,5 m	0,68	0,67	72	3
	2,5-2,8 m	0,86	0,83	52	2
	2,8-3,0 m	0,85	0,82	non mesurable	1
	3,0-4,2 m	0,83	0,83	50	3
T 71	0,4-0,8 m	0,95	0,91	48	2
	0,8-1,8 m	0,82	0,82	38	3
	1,8-2,8 m	0,71	0,69	60	3
	2,8-3,6 m	0,64	0,61	56	3
	3,6-4,2 m	0,65	0,64	66	4
T 72	1,0-1,6 m	0,82	0,82	74	2
	2,1-2,7 m	0,81	0,81	-	-
	2,7-2,9 m	0,91	0,90	56	2
	2,9-3,6 m	0,82	0,79	70	2
T 73	1,1-2,2 m	0,69	0,67	54	2
	2,2-2,8 m	0,62	0,61	68	3
T 74	0,5-1,4 m	0,89	0,89	40	3
	1,4-2,4 m	0,86	0,83	48	-
	2,4-3,4 m	0,80	0,79	58	3
	3,4-4,6 m	0,81	0,75	58	3
T 75	0,5-1,4 m	0,83	0,81	50	3
	1,4-2,6 m	0,85	0,82	44	3
	2,6-3,6 m	0,75	0,71	68	3
	3,6-4,1 m	0,65	0,64	65	3
	4,1-4,3 m		0,77	70	3