

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
Boîte Postale 6009 - 45018 ORLÉANS CEDEX - Tél. 38 64 34 34

RECHERCHE DE GISEMENTS D'ARGILES FIBREUSES DANS LES FORMATIONS FLUVIO-LACUSTRES DU NORD DU BASSIN D'AQUITAINE

(Sépiolite et attapulgite)

par
J.-P. CAPDEVILLE et J. DUBREUILH



SERVICE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL AQUITAINE
Avenue Docteur-Albert-Schweitzer - 33600 PESSAC - Tél. 56 80 69 00

- R E S U M E -

Des indices d'argiles fibreuses (sépiolites et attapulgites) avaient été mis en évidence en 1982, dans les formations mollassiques du Nord de l'Aquitaine.

Ces argiles servent principalement à la fabrication de granulés absorbants pour litière animale, absorbant de sol ou supports phytosanitaires. La quasi-totalité de ces produits consommés en France sont importés, ce qui détermine un déficit de la balance commerciale d'environ 70 millions de francs.

Il convenait de replacer ces indices dans le contexte géologique (géométrie et genèse afin de déterminer les zones les plus favorables).

Parallèlement, des analyses plus précises de ces argiles devaient être effectuées (diffractométrie au Rx, évaluation des différentes fractions du sédiment, tests d'absorption).

L'étude de terrain a montré que les horizons géologiques les plus favorables se situaient dans l'Eocène supérieur et que géographiquement deux zones privilégiées existaient à proximité de la vallée du Dropt et de la Dordogne.

Un certain nombre d'échantillons ont montré des caractéristiques physico-chimiques acceptables pour les différentes utilisations. Il conviendrait de cerner à l'aide d'une maille serrée de sondages carottés l'extension qualitative et quantitative de ces horizons argileux.

S O M M A I R E

=====

	<u>PAGES</u>
RESUME	I
SOMMAIRE	II
1 - <u>INTRODUCTION</u>	1
2 - <u>CARACTERISTIQUES GENERALES DES ARGILES FIBREUSES</u>	1
2.1 - Physico-chimiques	1
2.2 - Utilisations	3
2.3 - Niveaux d'exigences techniques	4
2.4 - Production et marché	6
3 - <u>CONTEXTE GEOLOGIQUE GENERAL</u>	6
3.1 - Processus d'élaboration	6
3.2 - Lithostratigraphie	6
4 - <u>TRAVAUX ET ANALYSES</u>	7
4.1 - Terrain	7
4.1.1 - Domaine d'investigation	7
4.1.2 - Coupes de terrain	8
4.1.3 - Prise d'échantillons	8
4.2 - Analyses de laboratoire	9
4.2.1 - Récapitulatif des différentes méthodes utilisées	9
. <i>Diffractionométrie par rayons X</i>	9
. <i>Evaluation des composants</i>	9
. <i>Tests d'absorption</i>	9
4.3 - Résultats	10
4.3.1 - Diffractionométrie	10
4.3.2 - Evaluations des composants	10
5 - <u>CONCLUSIONS</u>	
5.1 - Relatives aux résultats d'analyses	11
5.2 - Générales et perspectives	11

1 - INTRODUCTION

En 1982, une rapide investigation des dépôts mollassiques du Nord du Bassin d'Aquitaine avait mis en évidence des indices intéressants d'argiles fibreuses (sépiolites et attapulgites) rapport B.R.G.M. 82 SGN 780 AQI.

La présente étude effectuée sur un financement de l'Etablissement Public Régional d'Aquitaine se propose d'effectuer une prospection plus fine sur le terrain et de compléter les analyses de laboratoire.

2 - CARACTERISTIQUES GENERALES DES ARGILES FIBREUSES

2.1 - Physico-chimiques

Les argiles constituent une catégorie de silicates dont l'édifice cristallin est déterminé par la prépondérance des ions O^{--} et OH^- sur les autres ions constitutifs (Fe, Al, Mg, Si ...) ; ceux-ci trouvent place dans les vides engendrés par le squelette tétraédrique ou octaédrique de l'association précitée.

La structure de base peut se ramener donc à des octaèdres et des tétraèdres dont les sommets sont occupés respectivement par des ions O^{--} et OH^- , et des ions O^{--} , alors que les centres contiennent Al, Mg, Fe ... pour les octaèdres, Si pour les tétraèdres. Les ions Fe, Al, Mg et Si présentent alors les plus fortes possibilités de substitution.

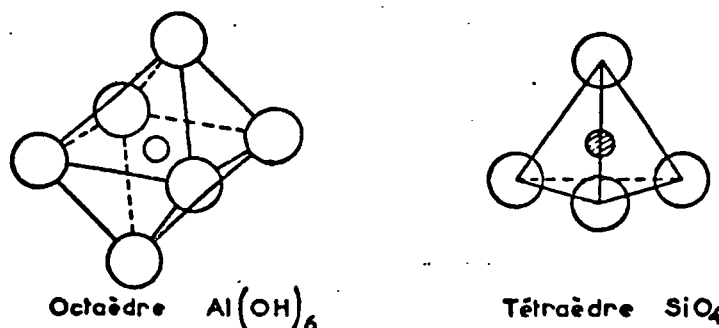
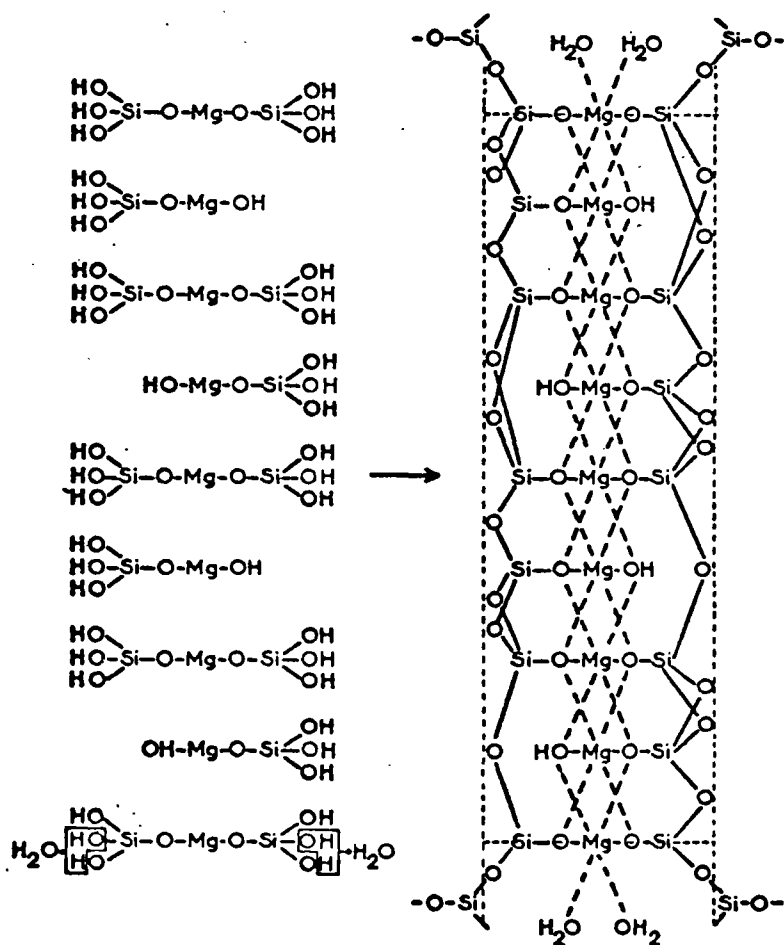


FIG. 1. — Représentation d'un octaèdre $Al(OH)_6$ et d'un tétraèdre SiO_4 .

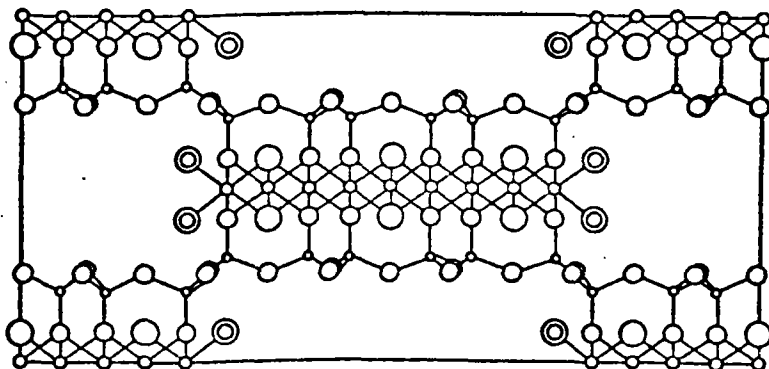
Les édifices cristallins constituant les argiles peuvent être schématisés par l'assemblage de couches d'octaèdres et de tétraèdres stratifiées les unes sur les autres en feuillets. C'est le cas des argiles phylliteuses.

Le feuillet peut présenter une découpe régulière dans une direction de l'espace, la structure du réseau est alors dite en "lattes" caractéristiques des argiles fibreuses.

Cette structure des argiles dites fibreuses est composée par la répétition de feuillets comprenant deux couches de tétraèdres à noyaux siliceux (de largeur limitée à 8 unités et de longueur beaucoup plus importante) séparés par une couche octaédrique magnésienne.



- Formation d'une unité de structure du réseau de la sépiolite.



— Projection d'une unité de cellule de sépiolite
sur le plan (001).

Dans l'espace le réseau cristallin des argiles fibreuses magnésiennes s'apparente à une brique creuse dont les cavités longitudinales figureraient les "réservoirs" potentiels des produits adsorbés ou absorbés.

2.2 - Utilisations

Les emplois industriels des sépiolites et attapulgites sont directement liés à leurs importantes possibilités d'absorption et d'adsorption. Quatre domaines d'inégale importance peuvent être répertoriés :

- les litières pour animaux domestiques
- les absorbants industriels (pour huiles et liquides gras)
- les supports phytosanitaires (insecticides ...)
- la quatrième part plus marginale regroupe : les charges minérales (engrais), les boues de forage, les décolorants, les filtrations, les films pour papiers autocopiants, les usages pharmaceutiques et cosmétologiques (faible quantité mais produits à très forte valeur ajoutée).

Par ailleurs, une nouvelle voie d'utilisation semble se dessiner actuellement, axée sur les possibilités de rétention et de relargage d'eau en matière de bonification de terrains arides ou semi-arides par fixation hydrique, reprise ensuite par le système racinaire des végétaux.

2.3 - Niveaux d'exigences techniques

En fonction de leurs différents secteurs d'utilisations, les exigences techniques sont très variables. En outre, s'y ajoutent des critères commerciaux en particulier d'ordre esthétique ou de facilité de transport.

. Litières

Dans ce domaine il sera tenu compte :

- de la capacité d'absorption (80 à 90 % de son poids en eau)
- des possibilités d'absorption des odeurs et sur les deux premiers points de la vitesse d'absorption
- de la granulométrie (0,6 à 5 mm) avec le moins de fines possibles (afin d'éviter la production de poussières)
- de la densité si possible inférieure à 0,6
- d'une bonne résistance mécanique (peu de friabilité à la manutention)
- d'une couleur claire (les argiles s'assombrissant à la saturation)
- d'une qualité sanitaire correcte (non toxicité).

. Absorbants industriels

Les normes portant sur ce secteur d'utilisation s'attachent plus précisément :

- au pouvoir absorbant qui est une qualité essentielle et à un degré moindre la vitesse d'absorption
- à la densité comprise entre 0,4 et 0,6
- à la granulométrie comprise entre 0,6 et 5 mm, les fines étant là aussi un facteur négatif
- à une teneur en silice faible (non abrasion des surfaces traitées)
- à une couleur claire.

. Supports phytosanitaires (pour pesticides, fongicides, insecticides et herbicides)

Ce créneau d'utilisation est plus sensible et il sera veillé particulièrement :

- à une granulométrie fine 250 à 600 μ (microgranules)
- aux possibilités de relargage du produit chimique inclus
- au délitage, modulé par calcination pour libérer le produit supporté avec une inertie temporelle
- à une inertie chimique, donnant une bonne compatibilité du support et du réactif chimique
- à une résistance mécanique suffisante pour n'obtenir qu'un moindre fractionnement durant la manutention
- à une teneur faible en silice pour ne pas provoquer de dégradation du matériel d'épandage
- à une tenue à l'eau qui n'introduise pas de floculation
- à un pouvoir absorbant relativement faible.

. Charges minérales (surtout pour les engrais liquides)

Cette utilisation requiert des qualités équivalentes à celles décrites pour les supports phytosanitaires mais avec des granulométries moindres (inférieures à 100 μ) ainsi que des qualités colloïdales et thixotropiques.

. Boues de forages

Les argiles de type attapulgite sont recherchées pour leur non floculation en milieu salin. Elles doivent répondre aux normes OCMA (Oil Companies Material Association) :

- moins de 8 % d'éléments supérieurs à 75 μ
- un "rendement" d'au moins 12,5 m³/tonne en saturation saline (le rendement OCMA représente le nombre de mètres cubes de boue à 15 centipoises de viscosité obtenus avec une tonne d'argile séchée et broyée).

Pratiquement, seront considérées comme difficiles d'emploi les argiles fibreuses contenant + de 30 % de silice exprimée et plus de 40 % de carbonates.

2.4 - Production et marché

2.4.1 - Principaux producteurs

Le marché français est actuellement approvisionné par trois grands pays producteurs :

- l'Espagne qui couvre 70 % des besoins
- le Sénégal qui contribue pour 20 %
- les Etats-Unis pour environ 10 %

2.4.2 - Marché

La demande nationale pour 1982 a été de 172 000 tonnes, l'Europe pour sa part consommant 600 000 tonnes d'argiles fibreuses.

Le tonnage français se répartit en quatre parts d'inégales importances : 75 % pour les litières animales, 13 % pour les absorbants industriels, 8 % pour les supports phytosanitaires et 4 % pour le reste des utilisations décrites précédemment.

On notera une régression, voire une disparition des charges pour aliments composés, des bains dégraissants et autre désencrage de vieux papiers.

3 - CONTEXTE GEOLOGIQUE GENERAL

3.1 - Processus d'élaboration

Selon les auteurs spécialistes de ces argiles (G. MILLOT, N. TRAUTH, J. LUCAS, M.M. VALLERON), il est possible d'esquisser à grands traits l'élaboration de ces matériaux. Les contextes propices à la génèse des argiles fibreuses sont des milieux confinés magnésiens et siliceux à caractères détritiques où l'influence chimique commence à s'établir. La transformation d'argiles par recombinaison des groupements ioniques se trouvant dans des argiles héritées (Al, Fe et éléments traces) ajoutée à une forte concentration en silice et magnésium, concourt à l'élaboration de "véritables évaporites silicatées" que sont les argiles fibreuses.

3.2 - Lithostratigraphie

Le domaine molassique nord-aquitain dans sa partie affleurante comporte une succession de dépôts que l'on peut diviser en cinq séquences positives débutant chacune par une sédimentation détritique pour se terminer par une phase chimique prononcée.

Synthétiquement, de bas en haut, cette succession se présente de la façon suivante :

Séquence .. 1 ..	- Molasse sableuse et argile verte à marbrures - Calcaire blanc à silicifications	} EOCENE SUPERIEUR
Séquence .. 2 ..	- Molasse sableuse grossière - Calcaire blanc lité et faciès évaporitiques	
Séquence .. 3 ..	- Argiles vertes - Calcaire blanc ⁺ marneux	} OLIGOCENE
Séquence ... 4 ..	- Molasse sableuse grise - Calcaire blanc dur	
Séquence .. 5 ..	- Molasse sableuse - Calcaire blanc poreux	
		} MIOCENE

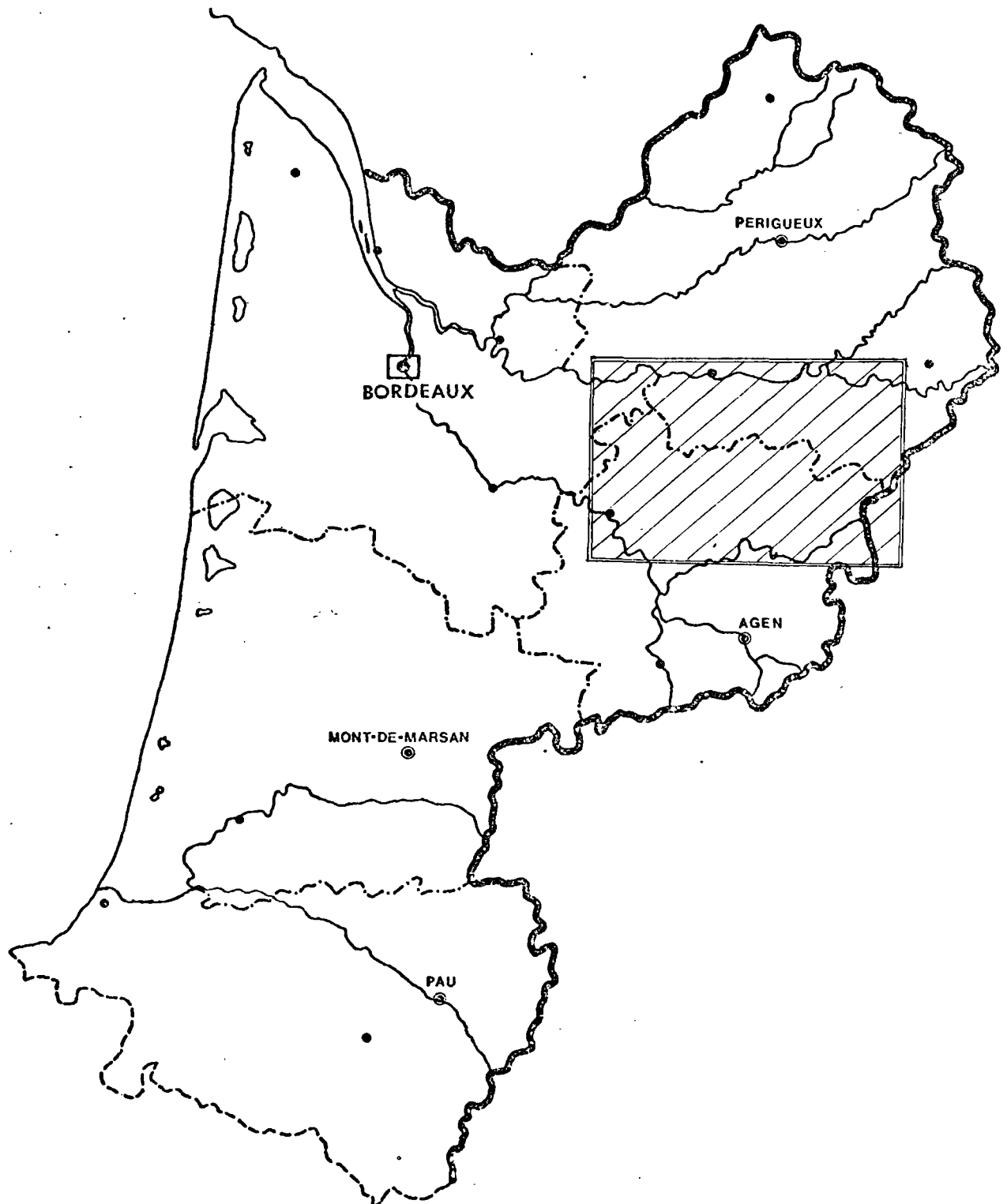
4 - TRAVAUX ET ANALYSES

4.1 - Terrain

4.1.1 - Domaine d'investigation

Les recherches ont porté sur une zone sensiblement délimitée au Nord par la Dordogne, au Sud par le Lot, à l'Est par les couches carbonatées du Secondaire et à l'Ouest par la Garonne (fig. 1).

PLAN DE SITUATION



Du fait de l'évolution des connaissances et des acquisitions nouvelles pendant le déroulement des travaux, des focalisations géographiques se sont produites au détriment de secteurs considérés comme moins intéressants.

Les horizons les plus prometteurs se situent au niveau des séquences 1 et 2, dont une cartographie du toit a été élaborée (carte en isohypses), montrant deux zones privilégiées à proximité des vallées de la Dordogne (zone 1) et du Dropt (zone 2). En ce qui concerne le centre du bassin, l'érosion ou le plongement des couches exclut toute possibilité d'exploitation.

4.1.2 - Coupes de terrains (voir coupes)

La phase de travaux de terrain s'est traduite par le levé minutieux de nombreuses coupes avec le souci permanent de se positionner par rapport aux cinq séquences mises en place précédemment. Le recalage stratigraphique dans ces faciès essentiellement discontinus est souvent complexe mais obligatoire, afin de prélever des échantillons témoins de conditions géologiques sensiblement identiques.

Les différents secteurs ont tous été prospectés en prenant pour guide de déplacement géographique et topographique les séquences sédimentaires, ce qui nous a conduit à parcourir fossés, talus, chemins creux mais aussi de rechercher tous les travaux susceptibles de provoquer des arrachements de terrain pour ensuite replacer les informations bout à bout afin de compléter la succession verticale des dépôts.

C'est ainsi que 21 coupes ont été décrites le plus finement possible la plupart du temps à la faveur du raffraichissement de fossés ou grâce aux ravinements de berges abruptes.

4.1.3 - Prise d'échantillons

. Coupe : le levé de la coupe de terrain et sa description in situ permet de prélever des échantillons des niveaux à tester (123 échantillons) (voir coupes).

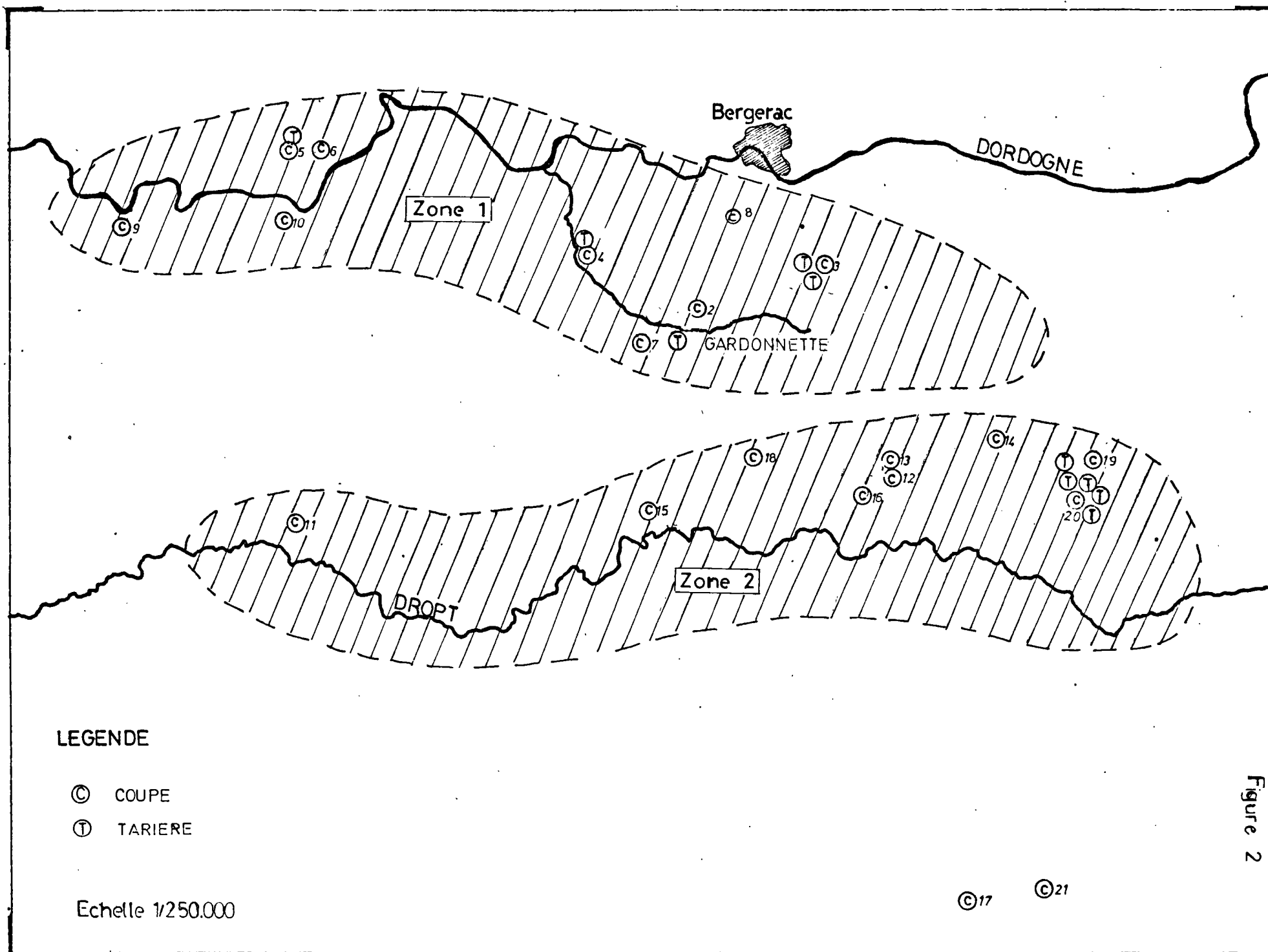


Figure 2

. Tarière : Selon les résultats d'analyse en laboratoire obtenus, plusieurs sondages à la tarière (15 au total, voir coupes en annexe) ont été forés pour définir de façon plus précise la géométrie du niveau dans le secteur prospecté. Ce procédé a permis de prélever 50 échantillons non affleurants.

4.2 - Analyses de laboratoire

4.2.1 - Récapitulatif des différentes méthodes utilisées

. Diffraction par rayons X : sur des lames orientées, normales, glycolées afin de définir les différents composants de la fraction argileuse.

. Evaluation des différentes fractions du sédiment : par étapes successives sont recherchées les fractions pondérales des trois composants principaux (argile, silice, carbonates). Après séchage une première pesée, suivi d'une décarbonatation à l'acide chlorhydrique, nouveau séchage et deuxième pesée qui donne la teneur en carbonate, après remise en suspension par agitation passage au tamis de 63 μ afin d'éliminer les argiles, nouveau séchage du résidu siliceux et troisième pesée donnant par différence le poids de composants argileux et siliceux.

. Tests d'absorption : avec l'argile brute, on confectionne des granules de 4 mm de diamètre par extrusion. Après séchage à 100° C durant 8 heures, ces granules sont pesés pour ensuite être imbibés d'eau goutte à goutte jusqu'au refus; suite à cette opération nouvelle pesée pour connaître le poids d'eau absorbée.

L'évaluation des différentes fractions du sédiment ainsi que les tests d'absorption ne seront réalisés que sur un nombre plus restreint d'échantillons qui se seront révélés particulièrement intéressants à l'issue de l'analyse diffractométrique.

4.3 - Résultats

4.3.1 Diffraction

Il a été procédé à 159 analyses diffractométriques par rayons X : 116 échantillons se sont révélés contenir de 10 à 90 % d'attapulgite et 47 prises ont montré de 10 à 80 % de sépiolite. Globalement 122 échantillons apparaissent comme positifs (cf. 6 tableaux récapitulatifs en annexe).

De l'examen des tableaux de résultats il ressort que la fraction argileuse est composée d'un nombre restreint d'éléments, et certains à l'état de traces : vermiculite, chlorite et interstratifiés, illite-chlorite. Par contre, kaolinite, illite et smectite sont assez uniformément réparties (10 à 30 % en quantité). On notera toutefois que la smectite se révèle sous deux formes d'écartement des feuillets (12 et 14 Å) et qu'elle présente des pourcentages allant jusqu'à 90 % dans certains niveaux.

4.3.2 - Evaluations des composants

Les pourcentages pondéraux des éléments composant les échantillons ont été recherchés dans 31 cas (cf. tableaux 1 et 2).

L'examen des résultats permet de vérifier que :

- . 8 analyses dépassent le taux de 40 % de carbonates
- . 1 seule analyse atteint les 30 % de silice exprimée sous forme de sable ; les pourcentages de silice étant relativement faible dans l'ensemble.

Parallèlement à ces analyses donnant des pourcentages d'éléments, ont été réalisées des mesures d'absorption après séchage à 100° C durant huit heures. C'est ainsi qu'il ressort que 14 échantillons possèdent un taux d'absorption supérieur à 50 %.

N° échantillon	Poids total sec (en g)	Poids sans carbonate (en g)	Poids du refus tamis 63 μ (en g)	% Si	% Ca	% attap.	% sép.	% smect.	% d'eau absorbé après séchage à 100° C
9 487	51,81	50,48	1,27	2,51	2,56	57			56
9 488	51,79	50,51	0,65	1,28	2,47	48,5		19,5	86
30 508	55,50	53,35	5,55	10	2,15	62	18		52
30 510	29,28	25,84	1,42	4,84	11,74		33,5	33,5	33
30 525	52,06	33,48	7,11	13,65	35,68	20,5		10,5	39
30 527	55,07	45,89	7,64	13,87	16,66	56		7	78
30 529	136,74	116,65	10,16	7,43	14,69	55		8	101
30 535	54,31	53,90	10,50	19,33	0,75	64			67
30 537	51,09	49,41	11,38	23,03	3,28	7,5		37	55
30 539	44,75	42,53	6,98	15,59	4,96	68			82
30 540	49,76	48,27	9,81	19,71	2,99	62			64
30 853	50,72	16,96	1,19	2,34	60,58	7,5	3,7	19	38
34 653	51,80	35,05	0,65	1,25	32,33	33,5		7	74
34 654	57,90	39,95	0,53	0,91	31	34		7	67
34 655	48,05	42,72	0,48	0,99	11,09	26,51		9	49
34 834	98,99	94,31	19,58	19,77	4,72	60,5	7,5	7,5	48
34 836	96,97	73,20	11,43	11,78	24,51	57,5		6,5	70
34 838	107,90	23,55	3,68	3,41	78,1	7,5		7,5	37
34 839	93,51	30,41	4,05	4,33	67,47	14,5		11,5	
34 840	96,84	91,88	18,63	19,23	5,12			61	40
34 841	71,83	70,22	24,71	34,40	2,24			45	
34 844	96,95	30,55	0,31	0,31	68,48		19	9,5	53
34 846	135,34	48,60	2,14	1,58	64,09	14	7	3,5	
34 848	89,13	82,66	5,95	6,67	7,25	9	18	27	60
34 851	51,32	31,23	1,91	3,72	39,14			40	25
34 862	38,51	29,58	0,65	1,68	23,18	8		16	36

TABLÉAU 1 - EVALUATION DES COMPOSANTS

5 - CONCLUSIONS

5.1 - Relatives aux résultats d'analyses

Une seule prise (en zone 1 : 34831) dépasse la limite des 30 % de silice exprimée sous forme de sable sinon la moyenne est particulièrement basse.

Les exigences liées au taux de carbonates désignent comme d'un emploi difficile les niveaux représentés par huit échantillons (en zone 1 : 34838, 34839, 34844, 34846, 34851, en zone 2 : 60561 a, 60570, 30853).

Trois échantillons satisfont aux normes les plus draconiennes en l'occurrence les normes pour les litières animales (en zone 1 : 30529 et 30539 en zone 2 : 9488).

Les contraintes moins restrictives liées aux absorbants industriels et aux supports phytosanitaires augmentent considérablement le nombre d'échantillons pouvant être considérés comme convenables (en zone 1 : 30527, 30529, 30335, 30537, 30539, 30540, 34848, 34836, en zone 2 : 34653, 34654, 9487, 9488, 30508).

5.2 - Générales et perspectives

Cette étude a permis de mettre en évidence des secteurs a priori favorables où les indices d'argiles fibreuses ont été rencontrés sur des épaisseurs pouvant aller jusqu'à 3,5 m. Cependant, l'étude de terrain montre l'imbrication des dépôts argileux avec des niveaux carbonatés (marne ou calcaire). En effet, les couches recherchées sont le résultat d'une diagénèse (évolution postérieure au dépôt proprement dit). Cette transformation chimique en un point donné n'implique pas nécessairement de continuité latérale horizontale, celle-ci pouvant être verticale ou oblique et souvent sans rapport avec les limites de couches. D'où la nécessité à partir d'indices rapprochés de définir l'emprise locale de cette diagénèse grâce à une maille fine de sondages carottés.

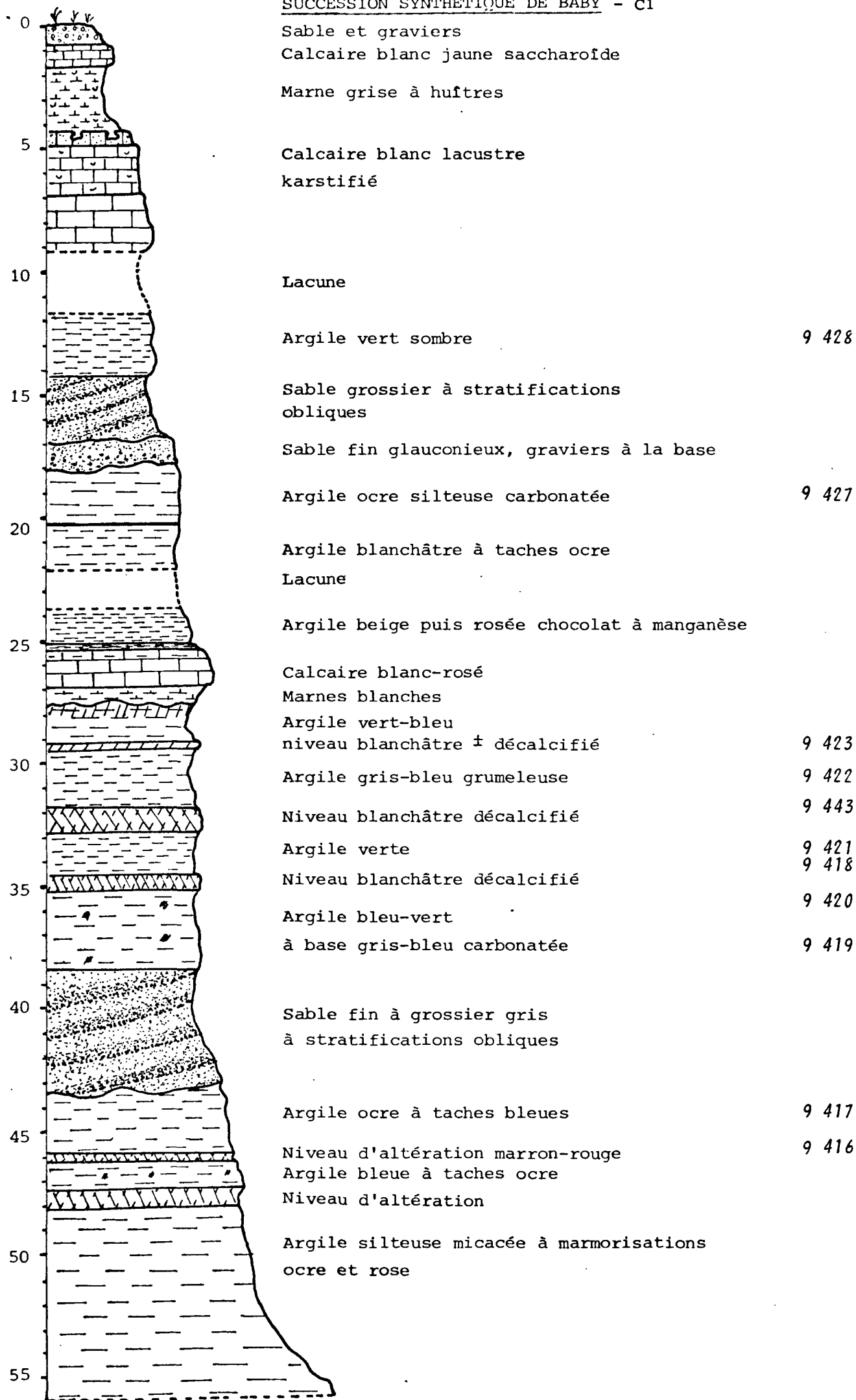
En effet seuls des sondages carottés à mailles régulières sont susceptibles de fournir, extension, épaisseur des argiles, mais aussi couverture ou imbrication des couches stériles et donc d'aboutir par cumul des couches favorables à la connaissance de l'intérêt économique et à l'approche d'un schéma d'exploitation.

ANNEXES

SUCCESSIONS LITHOLOGIQUES SYNTHETIQUES

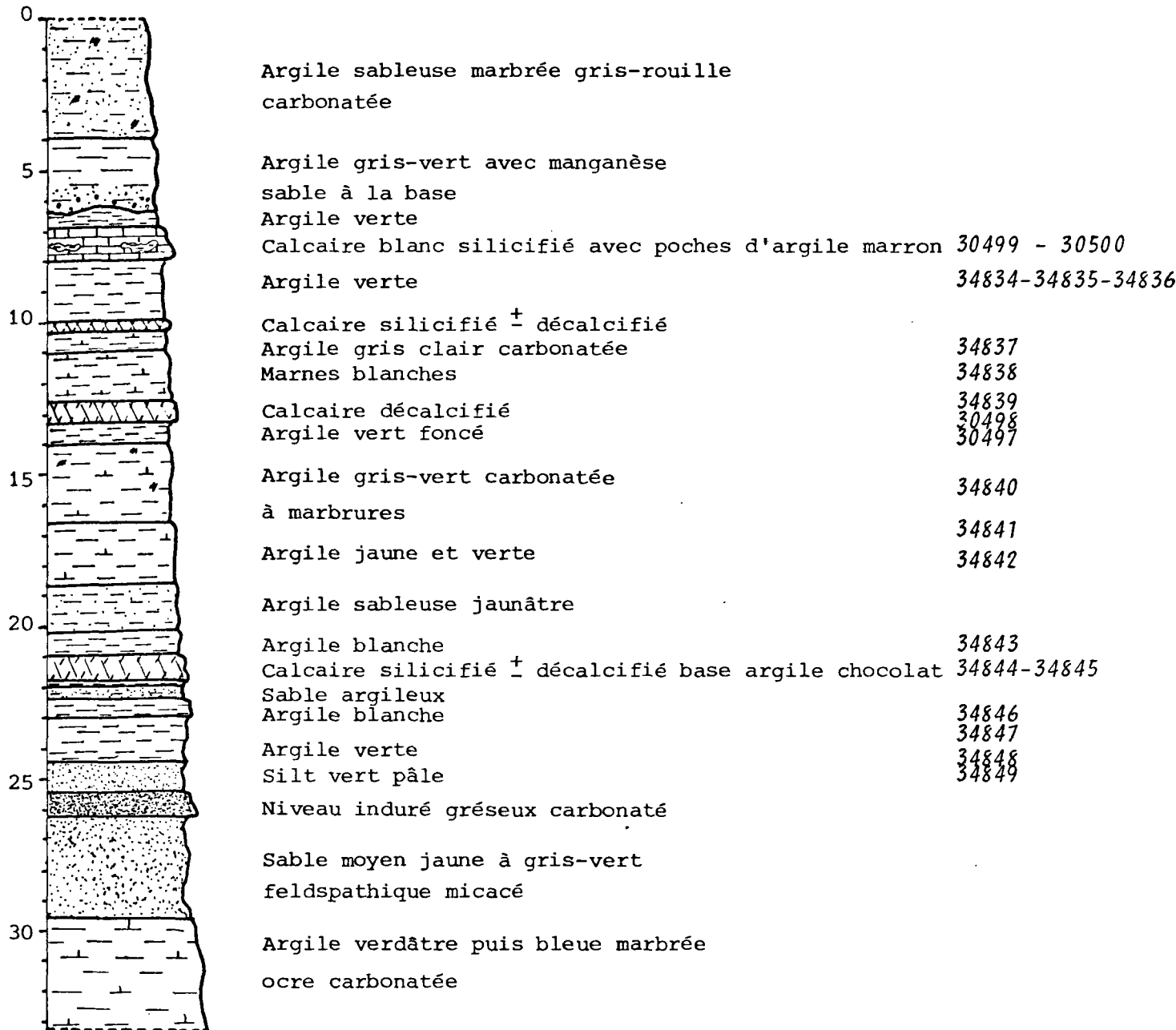
ZONE 1

SUCCESION SYNTHETIQUE DE BABY - C1

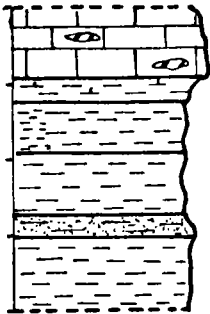


0	Y F Y	Limons bruns	
		Argile ocre carbonatée et sable micacé	9 432
		Argile verte carbonatée	9 431
		Calcaire gris-blanc caverneux	
5		Argile chocolat puis verte	9 413 - 9 433
		Calcaire blanc à nodules ocres	
10		Argile verte à nodules carbonatés	9 434
		Marnes rubéfiées gris-vert	9 414
		Marnes blanches décalcifiées au sommet	
15		Lacune	
		Calcaire blanc meuliérisé	
		Sable argileux gris-blanc, graviers à la base	
20		Argile sableuse grise	
		Argile verte à marbrures carbonatées	9 435
		Argile gris-jaune	9 436
25		Argile carbonatée jaune-vert sableuse à la base	9 412
		Marne blanche avec poches d'argile grise	
30		Argile verte à nodules carbonatés	9 437
		Calcaire blanc micritique silicifié	
35		Marno-calcaire blanc silicifié [±] décalcifié	9 410
		Argile calcaire gris-blanc puis vert décalcifiée	30 534 - 30 535
40		Argile vert foncé	30536-30537-30538
		2 niveaux calcaires silicifiés séparés par argile verte	30 539
		Argile verte à marmorisations	30 540
		Marnes blanches	9 439
45		Argile rouge à manganèse	
		Argile carbonatée verte + sable fin	9 440

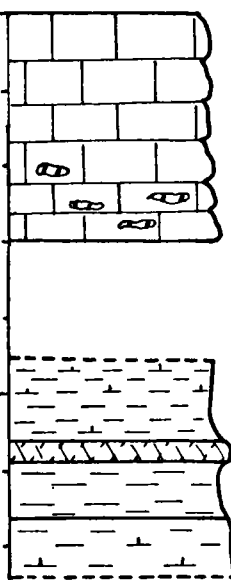
SUCCESSION SYNTHETIQUE DE PLANQUES C3



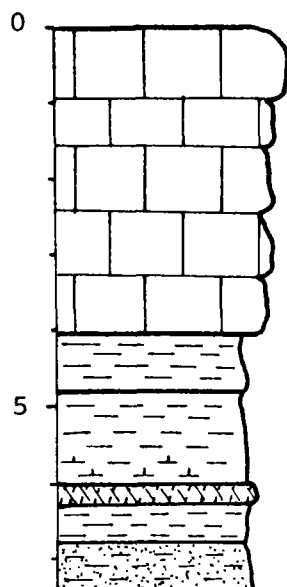
SUCCESION SYNTHETIQUE DU GALINOU C4

0		Calcaire blanc ⁺ décalcifié, silex à la base	
		Argile verte carbonatée	30529
		Argile blanche carbonatée passant à une argile marron latéralement	30528
		Argile carbonatée verte et blanche	30527
		Sable fin argileux vert pâle	30526
4		Argile carbonatée verte et blanche	30525

SUCCESION SYNTHETIQUE AERODROME STE-FOY C5

0		Calcaire blanc dur silicifié à la base en gros gros rognons	
		lacune 1,5 m	
5		Argile carbonatée vert pâle	34862
		Calcaire blanc pulvérulent ⁺ décalcifié	30494
		Argile carbonatée blanche	
		Argile gris-vert	30495

SUCCESION SYNTHETIQUE STE-FOY C6



Calcaire micritique blanc dur,
en bancs

Argile verte

34863

Argile vert pâle
base gris-blanc carbonatée

34864

34865

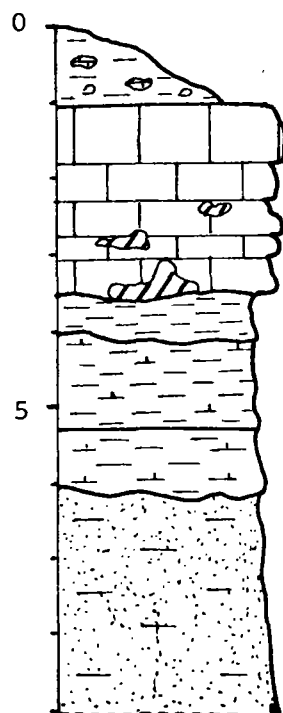
Niveau blanc ⁺ décalcifié

Argile vert-marron

34866

Sable argileux carbonaté à marbrures jaunes

SUCCESION SYNTHETIQUE DE SIGOULES C7



Terre végétale argilo-sableuse
à débris calcaire

Calcaire blanc-jaunâtre avec silex
en rognons vers la base

Argile bleu-rosé ⁺ sableuse

34650

34651

Argile carbonatée vert jaune
noduleuse à la base

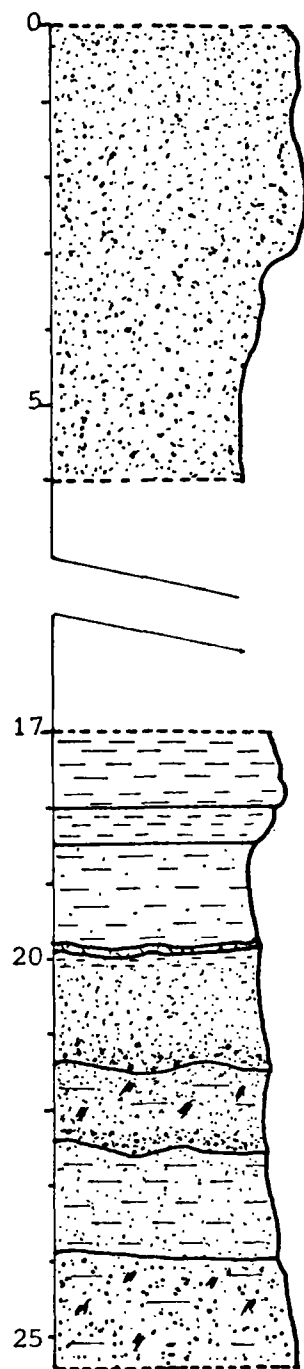
34652

30519

30518

Sable moyen à grossier argileux ⁺ induré
carbonaté gris-vert feldspathique micacé

SUCCESSION SYNTHETIQUE DE BERGERAC C8



Sable gris-bleu grossier avec petits
graviers de quartz micacé, feldspathique
légèrement carbonaté

Lacune 10 m

Argile bleu-vert à marmorisations

Argile gris-bleu clair

9 430

Argile silteuse à taches ocres
et nodules blancs pulvérulents

Horizon carbonaté pulvérulent

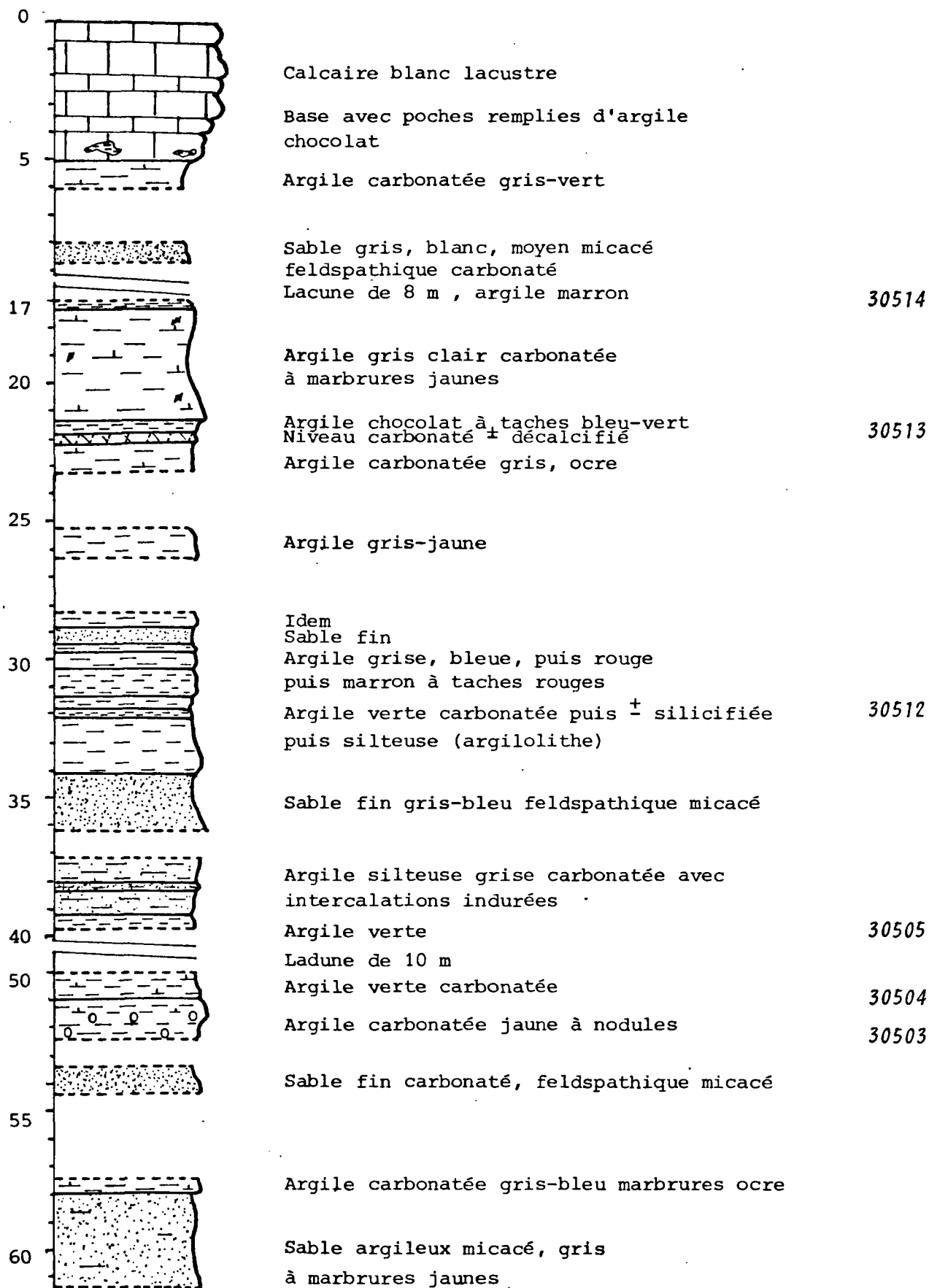
Sable gris-vert à traces de manganèse

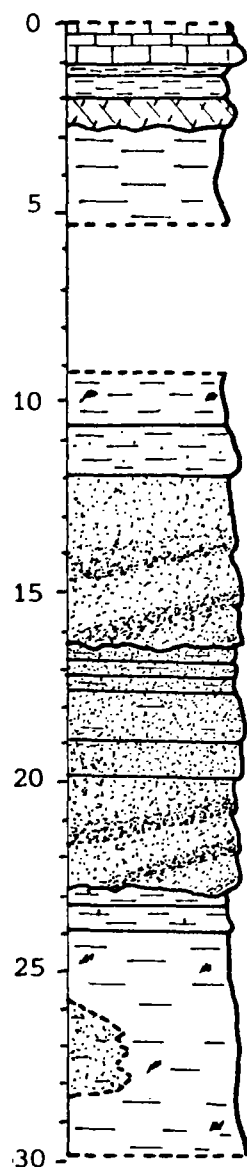
Sable fin argileux vert pâle et
marbrures ocre, graviers à la base

Argile sableuse gris-bleu

9 429

Sable grossier argileux feldspathique
à marbrures rouges





Calcaire blanc-jaunâtre

Argile grise puis gris-bleu

Calcaire - décalcifié

9 446

9 444

Argile gris-bleu à passées blanches

Argile verte à marbrures rouges

9 443

Idem + indurée silteuse

Sable moyen argileux carbonaté

à stratifications obliques

Sable argileux vert avec niveau clair
intercalé

Sable argileux gris-vert

Sable fin gris carbonaté

Sable gris-vert micacé à
stratifications obliques

Argile verte carbonatée marbrures roses
à la base

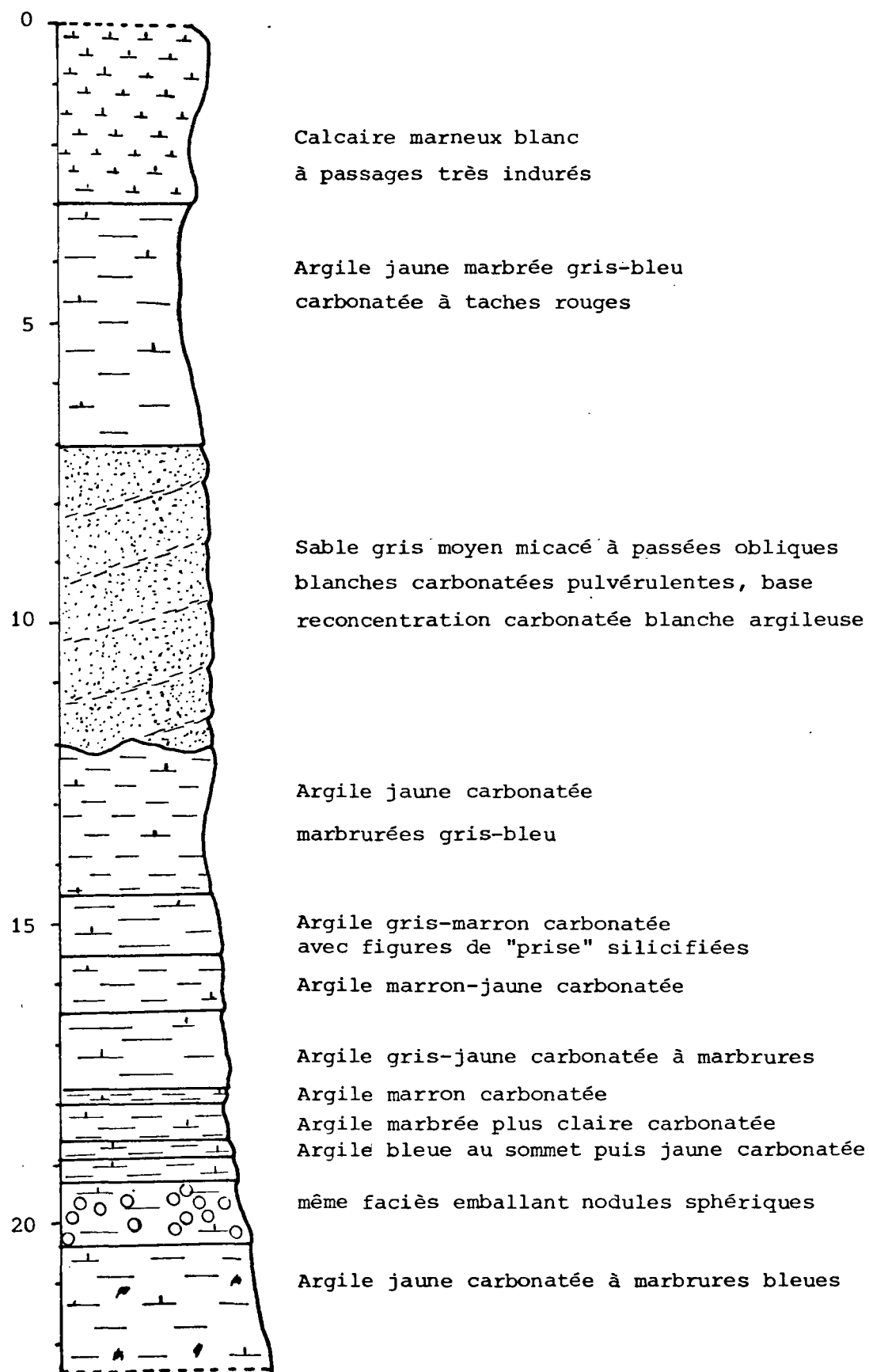
9 441

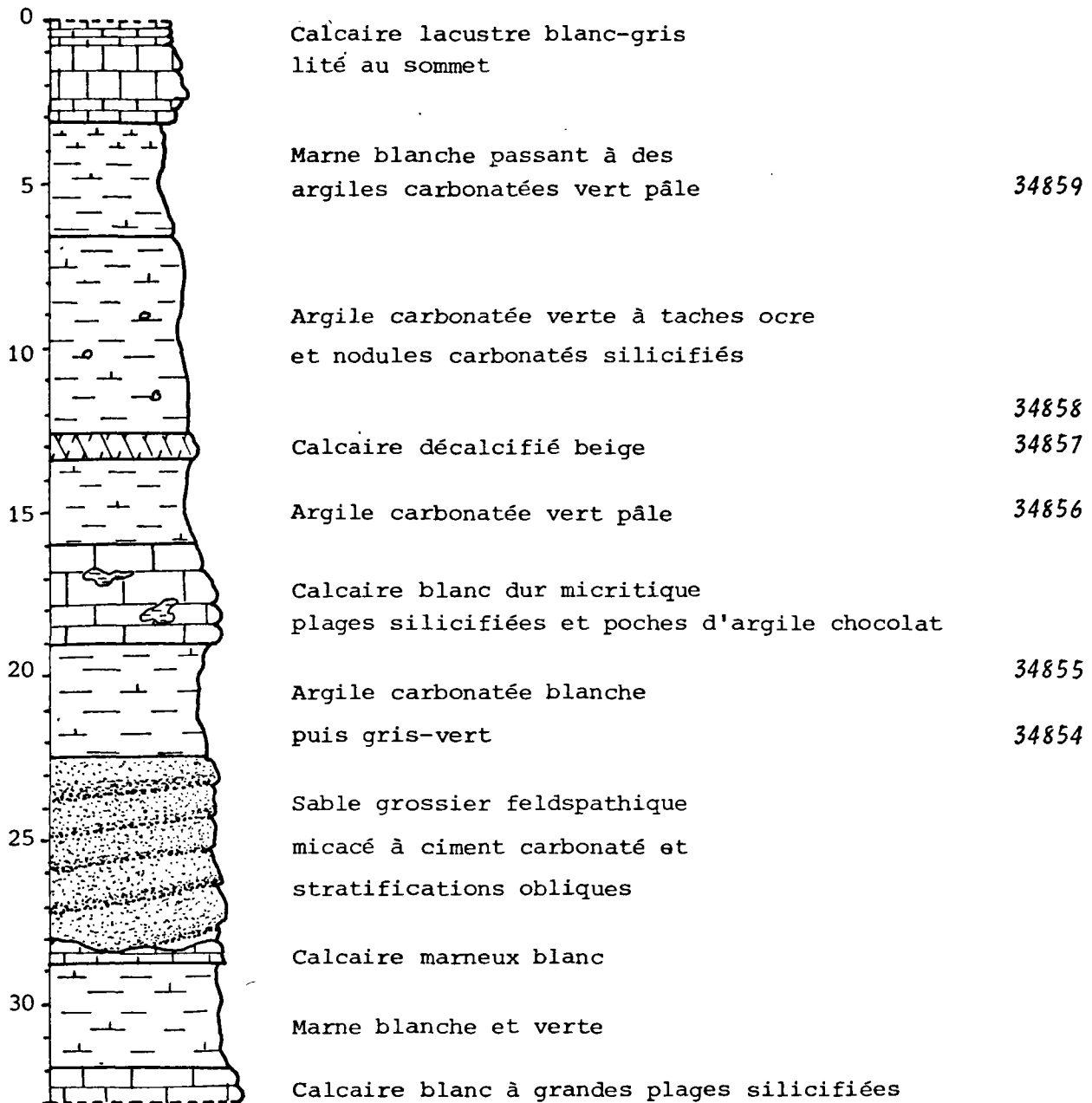
Argile gris-bleu à marbrures ocre

passage latéral à des sables fins

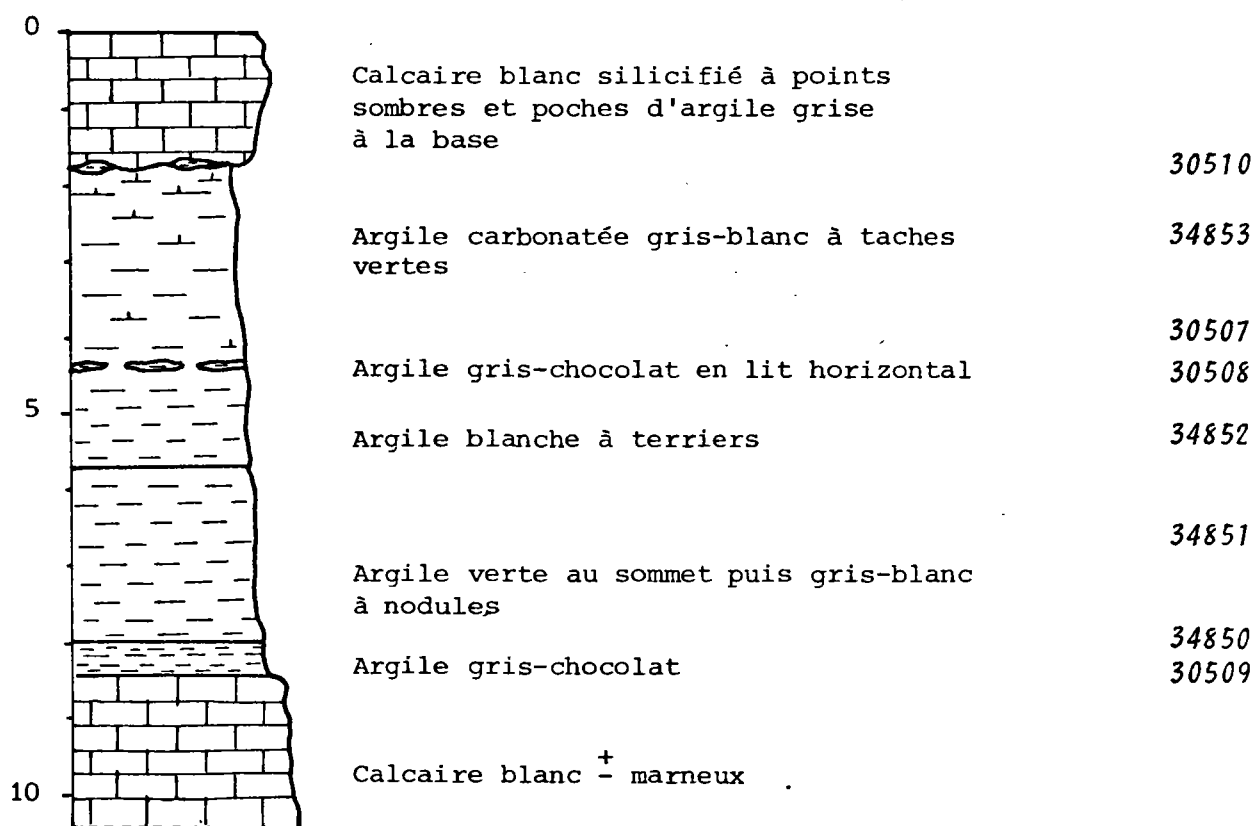
SUCCESSIONS LITHOLOGIQUES SYNTHETIQUES

ZONE 2

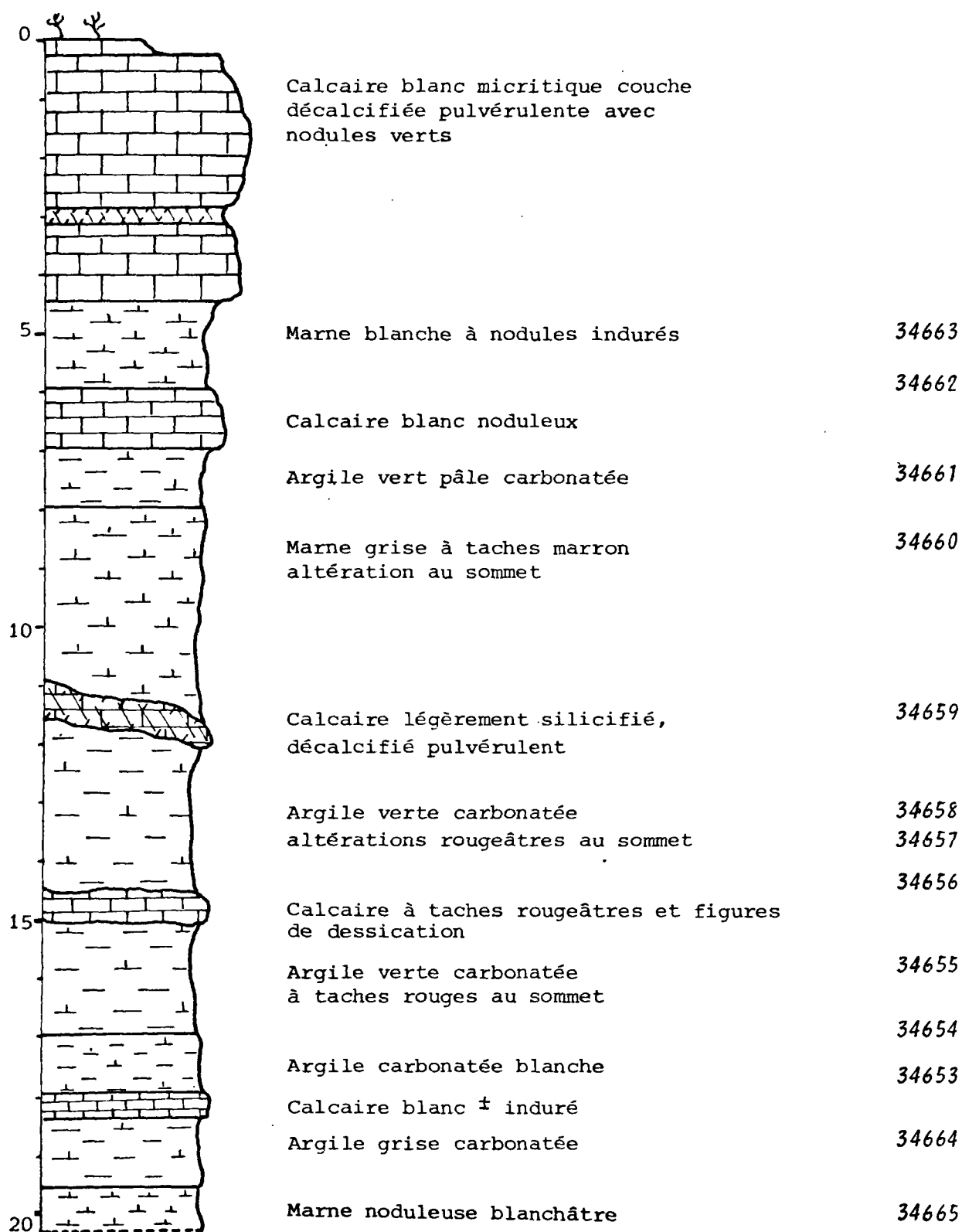




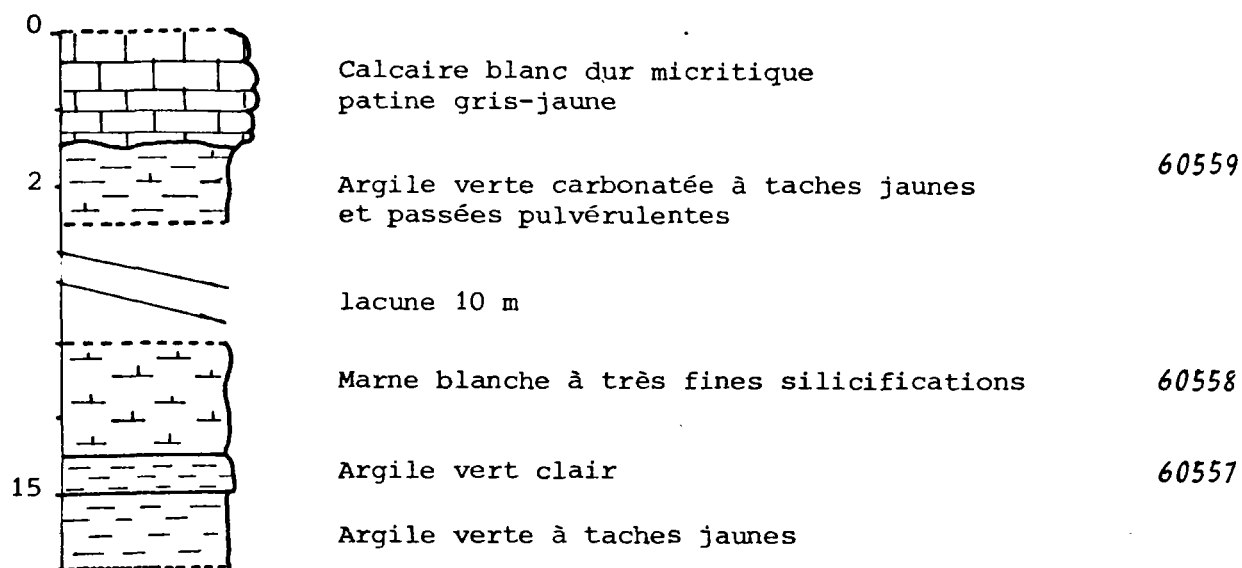
SUCCESION SYNTHETIQUE PETITE COUSSIERE C13



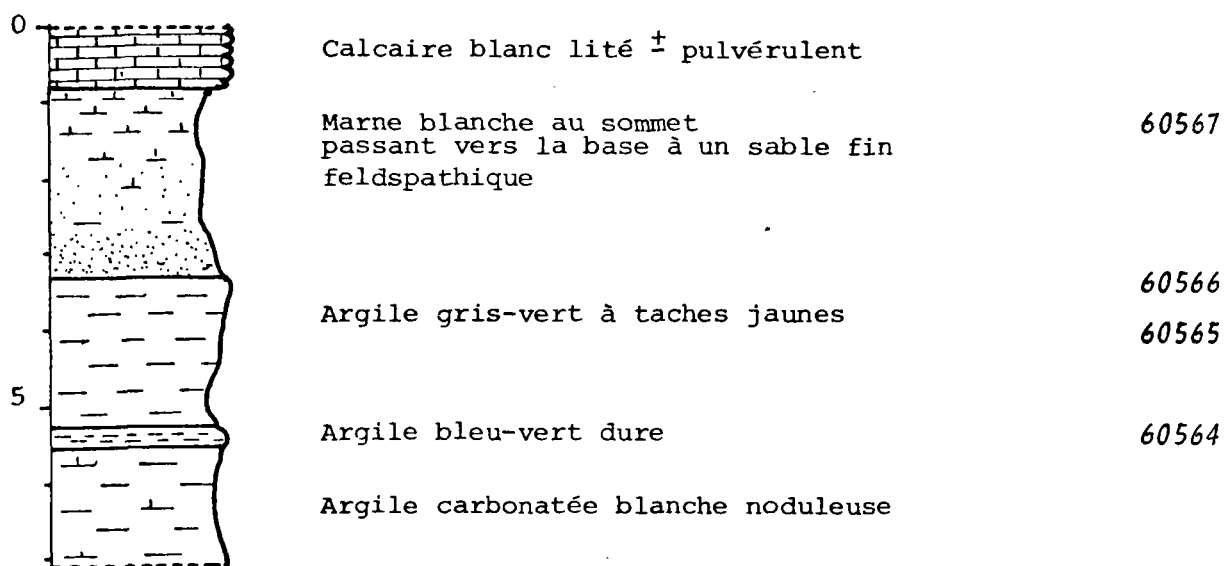
SUCCESSION SYNTHETIQUE TERME FUMEL C14



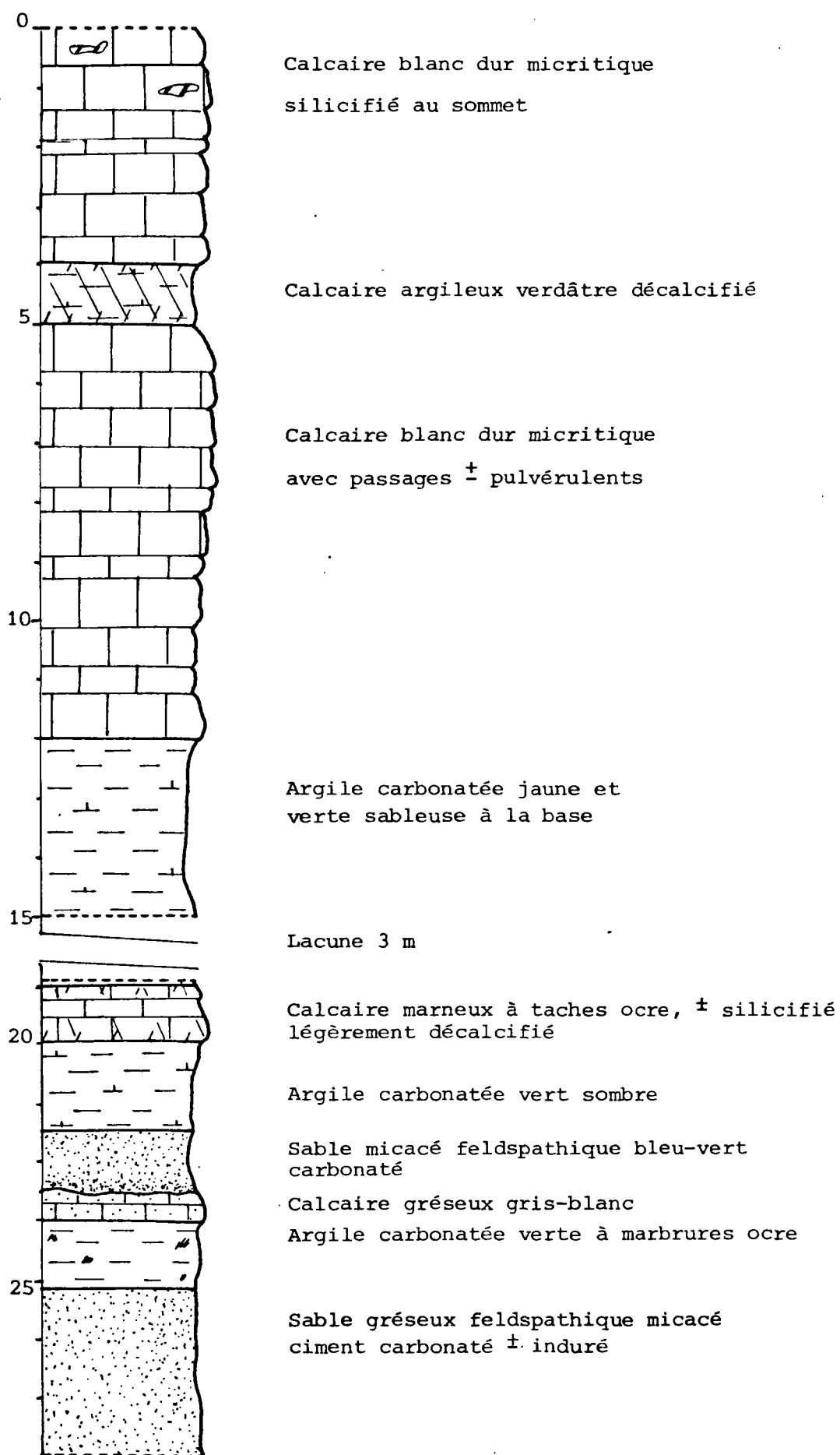
SUCCESION SYNTHETIQUE RIEU DU LAC C15



SUCCESION SYNTHETIQUE LA FERRIERE C16



SUCCESSION SYNTHETIQUE DE FRANCOULON C17

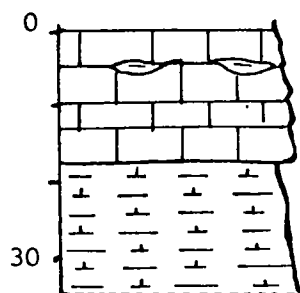


34666

34667

SUCCESION SYNTHETIQUE DE

TERME DE LAFONT C18



Calcaire blanc, petite passée
silicifiée, avec niveau d'argile
chocolat discontinu

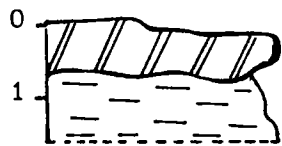
34648

Argile calcaire blanc-vert

34649

SUCCESION SYNTHETIQUE DE MOULIN

DE PINCANELLE C19

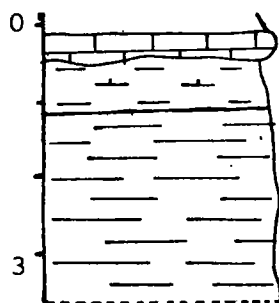


Niveau de silex

Argile blanc-vert

60555

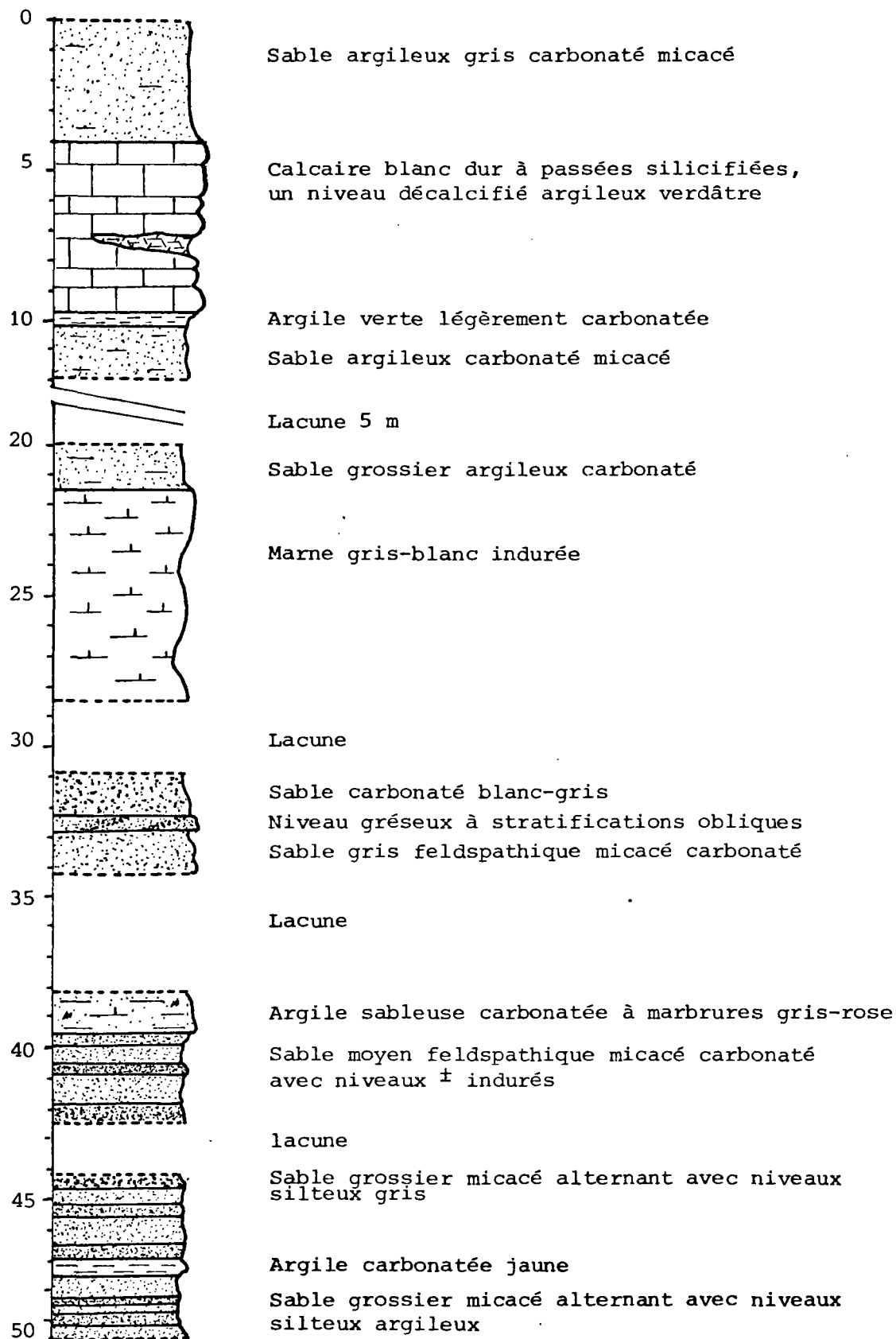
SUCCESION SYNTHETIQUE DE FAURILLE C20



Calcaire blanc
Marne bleue lustrée

Argile gris-vert

9488



ANALYSES

DIFFRACTOMETRIQUES

Voir au verso les remarques et commentaires

[illegible]

ECHANTILLONS	FRACTION ARGILEUSE (Estimation quantitative du rapport entre eux des minéraux argileux sur une base décimale).															OBSERVATIONS
	ALUMINE	SERPENTINE	CHLORITE	VERMICULITE	SMECTITE (Montmorillonite)	ILLITE	SEPIOLITE	ATTAPULGITE	Interstratifiés	TALE						
60 552	1		Tr **	Tr**	1	4	Tr	4								** mal définis
60 553	1				6	2		1								
60 554	Tr				7	1,5	Tr*	1,5	* (probable)							(l'une ou l'autre)
60 555	1				5	2		2								
60 556	2				6	2		Tr								
60 557	Tr				8	2										
60 559	Tr				9	1	Tr									
60 560	Tr				5	3		2								
60 561					1		2	7								
60 562	1				6	3		Tr								
60 563					Tr	2		8								
60 565	Tr				3,5	3,5	Tr*	3								* probable
60 566	1				4,5	3,5	Tr	1								
60 568	2		1		3	3		1								
60 569	2		Tr		5	3		Tr								
60 570						1		9								
60 571	Tr				1	4		5								
60 574	Tr				7	1,5	Tr*	1,5								* probable
60 577	3		Tr		2	5										
60 578	2				5	3	Tr	Tr								
60 579	2				6	2	Tr	Tr								
60 580					3	3	1	3								
60 581	1				6	3										
60 582	1				6	3										
60 583	1		Tr		6	3										
60 584	1				6	3										
60 585	1				7	2		Tr								
60 586	1		Tr		6	3		Tr								
60 587	1		Tr		6	3										
60 588	1				6	3										
60 589						1		9								
60 590	1				2	4		3								

Voir au verso les remarques et commentaires

[illegible]

ECHANTILLONS	FRACTION ARGILEUSE (Estimation quantitative du rapport entre eux des minéraux argileux sur une base décimale).															OBSERVATIONS
	KADIAITE	SERPENTINE	CHLORITE	Montmorillonite 12 A	SMECTITE (Non-montmorillonite)	ILLITE	SERPOLITE	ATTAPULGITE	Interstratifiés	TALC						
34.642	1		Tr		7	2		Tr								
34.647	1				8	1		Tr								
34.653					1	4		5								
34.654	1				1	3		5								
34.655	3				1	3		3								
34.656	3				3	3		1								
34.657	2				6	2										
34.658	1				8	1										
34.659	1				8	1		Tr								
34.660	2				6	2		Tr								
34.661	2				5	2		1								
34.662	2				6	2										
34.663	1				6	3										
34.664	3				4	3										
34.665	2				6	2										
34.666	1				5	3		1								
34.667	1		1		2	4		2								
34.668	Tr		Tr		5	2,5		2,5								
34.669	2				7	1	Tr	Tr								
34.670	1,5				7	1,5	Tr	Tr								
34.671	2				6	2	Tr	Tr								
34.672	2				6	2	Tr	Tr*								* probable
34.673	2				6,5	1,5	Tr*									* probable
34.674	2				6,5	1,5	Tr*	Tr*								* probable
34.675	2,5				5,5	2		Tr								
34.676	2				4	4		Tr								
34.677	Tr				6	2	Tr	2								
34.678	Tr				6	2	Tr	2								
34.679	Tr		Tr*		7	1	1	1								* probable
34.680	0,5				4,5	0,25	4,5	0,25								
34.681	Tr				4	1	4	1								
34.682	Tr				3,5	1	4,5	1								
34.683	Tr				9	1	Tr	Tr								
34.684	0,5				2	1,5	5	1								
34.685	Tr				3	1	5,5	0,5								
34.686					1	1	8	Tr*								*probable
34.687	Tr				2	1	6,5	0,5								

[illegible]

COUPES SONDAGES

TARIERES

ZONE 1

S.1 - Z ~~77~~ + 90 m

- 0 - 0,5 m (34677) : argile verte à petits nodules
carbonatés blancs
- 0,5 - 1,0 m (34678) : argile carbonatée blanche à taches vertes
- 1,0 - 1,5 m (34679) : passage à des argiles vertes carbonatées
(début de calcitisation)
- 1,5 - 2,0 m (34680) : argile vert-bleu plastique à nodules
carbonatés blanchâtres
- 2,0 - 2,5 m (34681) : argile verte à taches marron -
quelques quartz fins
- 2,5 - 3,0 m (34682) : argile blanche et verte à nodules
carbonatés (passage de faciès)
- 3,0 - 3,5 m (34683) : argile verte compacte (calcitisations
blanchâtres)
- 3,5 - 3,8 m (34684) : argile verte et blanche carbonatée très plastique
- 3,8 - 4,0 m (34685) : argile carbonatée blanchâtre à taches vertes
- 4,0 - 4,5 m (34686) : Idem très blanchâtre, très plastique
- 4,5 - fin (34687) : Idem moins plastique

ZONE 1

S.2 - Z ~~70~~ m

- 0 - 0,5 m (34669) : argile verte à petit nodule calcaire 2 mm
- 0,5 - 1,0 m (34670) : argile verte sableuse
- 1,0 - 1,5 m (34671) : Idem moins silteuse
- 1,5 - 2,0 m (34672) : argile verte à taches jaunes
- 2,0 - 2,5 m (34673) : argile verte siliceuse (débris carbonatés)

- 2,5 - 3,0 m (34674) : argile verte compacte
- 3,0 - 3,5 m (34675) : Idem à débris carbonatés
- 3,5 - 4,0 m (34676) : argile vert clair compacte

ZONE 1

S.5 - Z ~~77~~ + 67 m

0 - 0,5 m	:	argile gris-bleu à petits nodules calcaires
0,5 - 1,0 m (9497)	:	argile gris-vert à débris calcaires
1,0 - 2,0 m	:	marno-calcaire blanc à taches vertes
2,0 - 2,5 m (60578)	:	argile gris-vert $\pm$ compacte
2,5 - 3,0 m	:	argile gris-bleu compacte
3,0 - 3,5 m (9498)	:	argile gris-bleu à petits nodules calcaires
3,5 - 4,0 m (60579)	:	argile gris-bleu
4,0 - 4,3 m	:	idem + débris calcaires

ZONE 1

S.3 bis - Z ~~77~~ + 70 m

0 - 0,5 m	: argile marron
0,5 - 1,0 m	: idem + débris calcaire blanc
1,0 - 1,5 m	: argile marron clair + nb débris calcaire blanc
1,5 - 2,0 m	: calcaire blanc
2,0 - 2,5 m (60577)	: argile verte légèrement plastique
2,5 - 3,0 m	: argile verte et jaune légèrement plastique
3,0 - 3,5 m	: argile jaune ⁺ plastique
3,5 - 4,0 m	: argile jaune plastique à débris calcaire dur
4,0 - 4,2 m	: argile jaune plastique à nodules calcaires

ZONE 1

S.4 - Z ~~77~~ + 67 m

0 - 0,5 m	: terre végétale à débris calcaires
0,5 - 1,0 m	: argile marron végétale
1,0 - 1,5 m	: argile marron compacte
1,5 - 2,0 m	: argile marron clair ⁺ plastique
2,0 - 2,5 m	: argile marron compacte
2,5 - 3,0 m	: argile marron clair ⁺ plastique
3,0 - 3,5 m	: argile marron
3,5 - 4,0 m	: argile chamois clair plastique
4,0 - 4,5 m	: argile marron bloc calcaire dur
4,5 - 5,0 m	: argile chamois clair plastique sableuse
5,0 - 5,6 m	: argile gris-jaune plastique ⁺ sableuse

ZONE 2

S.6 - Z ~~77~~ + 92 m

0 - 0,5 m	:	marno-calcaire argileux blanc-gris lustré
0,5 - 1,0 m	:	argile carbonatée compacte gris-vert
1,0 - 1,5 m (60584)	:	argile gris-vert grumeleuse
1,5 - 2,0 m	:	idem mais sèche
2,0 - 2,5 m	:	idem
2,5 - 3,0 m (60585)	:	argile vert clair ⁺ plastique
3,0 - 3,5 m	:	idem mais légères taches jaunes
3,5 - 4,0 m	:	idem
4,0 - 4,5 m (60586)	:	argile jaune crème à gris-vert très plastique
4,5 - 5,0 m	:	idem
5,0 - 5,5 m (60587)	:	argile gris-vert à taches jaunes silteuse silicifiée
5,5 - 6,0 m	:	argile carbonatée gris-vert compacte ⁺ silteuse

ZONE 2

S.4 bis - Z ~~77~~ + 100 m

0 - 0,5 m	:	marno-calcaire blanc rosâtre
0,5 - 1,0 m	:	idem
1,0 - 1,5 m	:	idem
1,5 - 2,0 m	:	argile carbonatée gris-bleu
2,0 - 2,5 m (60580)	:	idem

ZONE 2

S.5 - Z ~~77~~ + 86 m

0 - 0,5 m	:	argile gris-bleu à passées marron
0,5 - 1,0 m	:	argile gris-bleu compacte
1,5 - 1,5 m	:	argile gris-bleu à taches fines marron et noires
1,5 - 2,0 m	:	argile gris-bleu compacte
2,0 - 2,2 m	:	blocage sur silex marron

ZONE 2

S.5 bis - Z ~~77~~ + 86 m

0 - 0,5 m	:	argile gris-bleu à passées marron
0,5 - 1,0 m	:	idem
1,0 - 1,5 m (60581)	:	argile gris-bleu à petites taches marron et noires
1,5 - 2,0 m	:	argile gris-bleu compacte
2,0 - 2,5 m	:	argile gris-vert ⁺ plastique
2,5 - 3,0 m (60582)	:	argile gris-vert clair à taches jaunes et petits nodules calcaire dur
3,0 - 3,5 m	:	marno-calcaire gris
3,5 - 4,0 m	:	marno-calcaire gris-bleu
4,0 - 4,5 m (60583)	:	argile bleu clair taches jaunes ⁺ plastique
4,5 - 4,7 m	:	blocage sur calcaire blanc

ZONE 2

S.6 bis - Z ~~77~~ + 89 m

0 - 0,5 m	:	marno-calcaire blanc
0,5 - 1,0 m	:	idem
1,0 - 1,5 m	:	idem
1,5 - 1,7 m (60589)	:	idem + rares taches vertes

ZONE 1

S.7 - Z ~~77~~ + 73 m

0 - 0,5 m	:	argile marron végétale
0,5 - 1,0 m	:	idem
1,0 - 1,5 m	:	idem
1,5 - 2,0 m	:	idem
2,0 - 2,5 m	:	argile marron à petits débris calcaires
2,5 - 3,0 m	:	argile gris-vert grumeleuse
3,0 - 3,5 m (60590)	:	idem
3,5 - 4,6 m	:	idem et refus sur calcaire blanc gris