

**BUREAU DE RECHERCHES
GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES**

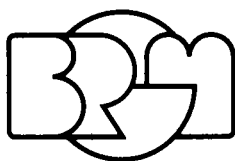
**ÉTABLISSEMENT PUBLIC RÉGIONAL
BRETAGNE**

**SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
B.P. 6009 - 45018 Orléans Cédex
Tél.: (38) 63.00.12**

EXAMEN PRÉLIMINAIRE DES POSSIBILITÉS D'EMPLOI AGRICOLE ET INDUSTRIEL DE VASES MARINES DU PLATEAU CONTINENTAL SUD-BRETON

par

Ph. BOUYSSSE et G. SCOLARI



Département géologie marine
B.P. 6009 – 45018 Orléans Cédex – Tél.: (38) 63.00.12

77 SGN 174 MAR

Mars 1977

R E S U M E

A la demande et avec l'appui financier de l'Etablissement public régional Bretagne, le département Géologie marine du B.R.G.M. a réalisé une campagne de prélèvements d'échantillons, en majorité vaseux, au large de la côte méridionale de la Bretagne. Une série d'analyses sédimentologiques et géochimiques a été réalisée. Ces travaux ont été menés dans le cadre d'une évaluation préliminaire des possibilités d'emploi industriel ou agricole des vases marines. Trois usages possibles sont examinés :

- . apport d'éléments-traces en agriculture*
- . réalisation d'épandages et de remblais*
- . fabrication d'argiles expansées.*

Sous réserve de l'avis des spécialistes, notamment des agronomes, il semble que le premier emploi ne puisse guère être envisagé alors que les deux autres, utilisant des vases de dragages des ports méritent d'être examinés plus avant.

S O M M A I R E

Résumé

Liste des figures et annexes

Avertissement

1ère partie - <u>INVENTAIRE DES OBJECTIFS POSSIBLES</u>	1
1.1 - Minéraux et sédiments argileux	1
1.2 - Diverses utilisations possibles des vases marines	4
1.2.1 - Généralités	4
1.2.2 - Eléments-traces en agriculture	5
1.2.3 - Vases, remblais et épandages	9
1.2.4 - Matériaux légers de construction	12
2ème partie - <u>ORGANISATION ET DEROULEMENT DES TRAVAUX</u>	15
2.1 - Plan général de travail	15
2.2 - Opérations à la mer	16
2.2.1 - Moyens mis en oeuvre	16
2.2.2 - Conservation des échantillons	17
2.2.3 - Déroulement des opérations	18
2.2.4 - Observations	20
2.3 - Opérations analytiques	22
2.3.1 - Méthodes employées	22
3ème partie - <u>SEDIMENTOLOGIE ET GEOCHIMIE DES VASES PRELEVEES</u>	25
3.1 - Cadre géologique et sédimentologique	25
3.2 - Résultats de la campagne	28
3.2.1 - Sédimentologie générale	28
3.2.2 - Minéraux argileux	31
3.2.3 - Etude géochimique	32
3.2.4 - Carbone organique	35
CONCLUSIONS	36
Bibliographie	
Figures et annexes	

LISTE DES FIGURES ET ANNEXES

- Fig. 1 - Assimilabilité des principaux éléments nutritifs en fonction du pH des sols.
- Fig. 2 - Distribution schématique des sédiments meubles superficiels au large du Massif Armoricaïn.
- Fig. 3 - Plan de position des échantillons et esquisse sédimentologique du Nord de la Grande Vasière.
-
- Annexe A 1 - Résultats d'essais de culture sur vases très polluées au Canada
- " A 2 - Position des échantillons et archivage B.N.D.O.
- " A 3 - Résultats des analyses granulométriques et calcul des paramètres.
- " A 4 - Histogrammes et courbes de fréquences granulométriques.
- " A 5 - Résultats des analyses carbonatométriques.
- " A 6 - Résultats des analyses diffractométriques.
- " A 7 - Correspondance des n°s de laboratoire (géochimie) et des n°s de terrain.
- " A 8 - Résultats des analyses au quantomètre, éléments majeurs et éléments-traces.
- " A 9 - Résultats des analyses de carbone organique.
- " A 10 - Opinion de l'INRA sur la valeur agronomique des vases marines.
-

Avertissement

Le présent rapport est le fruit du travail de géologues ; ceux-ci ne prétendent nullement avoir une quelconque compétence dans les problèmes agronomiques. Les paragraphes qui en traitent n'ont pour but que de situer les axes possibles de la recherche pour des lecteurs également non spécialisés ; ils contiennent donc certainement des erreurs et des lacunes.

Seuls les divers spécialistes auxquels devront être transmis nos résultats bruts, pourront juger de l'éventuelle valeur des produits recueillis sur le plateau continental sud-armoricain pour les usages industriels et agricoles que nous suggérons.

1 ère Partie

INVENTAIRE DES OBJECTIFS POSSIBLES

1.1. Minéraux et sédiments argileux

Nous rappellerons très brièvement quelques particularités des argiles, leur comportement géochimique et les principes de leur classification.

On doit d'abord distinguer (SCOLARI et LILLE, 1975) :

- . les argiles minéralogiques ou argiles -M ;
- . les argiles granulométriques ou argiles -G ;
- . les argiles roches ou argiles -R.

Les premières désignent les édifices spécifiques minéralogiquement définis, kaolinite, illite, chlorite, smectite (montmorillonite) etc. ; les particules sédimentées sont de taille généralement inférieure à $2\mu\text{m}$; mais cela n'est pas toujours vrai (micas par exemple).

Le terme argile -G correspond à une subdivision du spectre granulométrique regroupant les particules inférieures à $2\mu\text{m}$; il se trouve que les argiles -M forment dans les sédiments une part prépondérante des argiles -G.

Enfin, les argiles -R regroupent les roches (consolidées ou non) formées d'une quantité de minéraux argileux telle qu'elle imprime à la roche des propriétés particulières de plasticité, lors de la cuisson etc. Une telle définition

sous-entend qu'une hétérogénéité granulométrique est possible tant qu'elle n'altère pas la manifestation des propriétés mentionnées.

Les argiles -M sont des silicates disposés en feuillets ; l'écartement de ces feuillets - tel qu'il est possible de le mesurer aux rayons X - est un des critères de distinction des différentes espèces ; on tient également compte de la composition chimique. Sommairement, on distingue les groupes suivants parmi les plus répandus (MILLOT, 1964) :

Kaolinite

- Espacement des feuillets $7 \overset{\circ}{\text{Å}}$ environ ; formule structurale approximative : $(\text{OH})_4 \text{Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_5$

Micas

- Espacement des feuillets $10 \overset{\circ}{\text{Å}}$ environ ; plusieurs variétés sont distinguées par la nature des ions interfoliaires, K (muscovite), Na (paragonite), les formules structurales approchées étant : $(\text{OH})_2 \text{Al}_2 \text{Si}_3 \underset{\substack{| \\ \text{K}}}{\text{Al}} 10_{10}$ ou $(\text{OH})_2 \text{Al}_2 \text{Si}_3 \underset{\substack{| \\ \text{Na}}}{\text{Al}} 10_{10}$

Dans ce groupe des micas, on remarque particulièrement les illites, variétés désordonnées, de très petite taille de micas où il y a remplacement d'un ion Si par Al et partiellement par Mg, Fe^{2+} , Fe^{3+} ...

Smectite

- Groupe proche de celui des micas, mais les liaisons entre feuillets étant affaiblies, de l'eau peut se glisser entre ces feuillets en quantité variable ; la périodicité de l'empilement est également variable mais voisine de $14 \overset{\circ}{\text{Å}}$; il existe de nombreuses variétés par remplacement et interchangeabilité de certains ions.

Chlorite

- Ce sont des phyllites riches en Fe de couleur verte. L'espace interfolaire de 14 Å⁰ étant occupé par des ions OH et Mg-Al.

Interstratifiés

- Ces minéraux très répandus peuvent être constitués de minéraux de nature différente alternés soit régulièrement soit irrégulièrement. Différents types d'interstratification sont connus, certains sont fréquents : illite-smectite (I-Sm), smectite-chlorite (Sm-C), etc..

L'intérêt d'une connaissance aussi précise que possible de la structure et du chimisme des phyllosilicates réside dans la possibilité d'une meilleure compréhension de leur capacité à capter, relâcher, échanger des ions métalliques ou autres. Cette capacité varie d'une espèce à l'autre ; elle augmente lorsque la cristallinité est incomplète soit parce que l'édifice est en cours de formation, parce qu'il est en voie d'altération. Nous ne discuterons point ici des diverses origines possibles des minéraux argileux : ils peuvent être détritiques (hérités) c'est-à-dire des produits fins de l'érosion ou néoformés in situ à partir des ions et solutions présentes dans l'eau et les sédiments.

On appelle vases des roches meubles sous-marines ou sous-lacustres qui sont en réalité un mélange, en proportions variables d'ailleurs, d'eau et de particules sédimentaires en majorité <50µm. Cette roche a des propriétés élastiques et de rigidité spécifiques. Ce terme ne recouvre en fait aucune entité pétrographique bien précise, mais désigne plutôt un aspect, un comportement ... La finesse granulométrique liée à ce concept implique toutefois la présence, en quantité généralement significative, d'argile -M dont nous avons souligné ci-dessus l'intérêt chimique. La partie superficielle des vases est le siège d'une intense activité bactérienne, très influente dans les phénomènes

physiques et chimiques qui se produisent près de l'interface eau-sédiments et parmi lesquels la transformation des matières organiques. Cette partie recueille également les matières polluantes dues aux activités anthropiques, en fixe une partie, par exemple les métaux lourds tels que le mercure, surtout par l'intermédiaire des argiles -M et des matières organiques.

1.2 - Diverses utilisations possibles des vases marines.

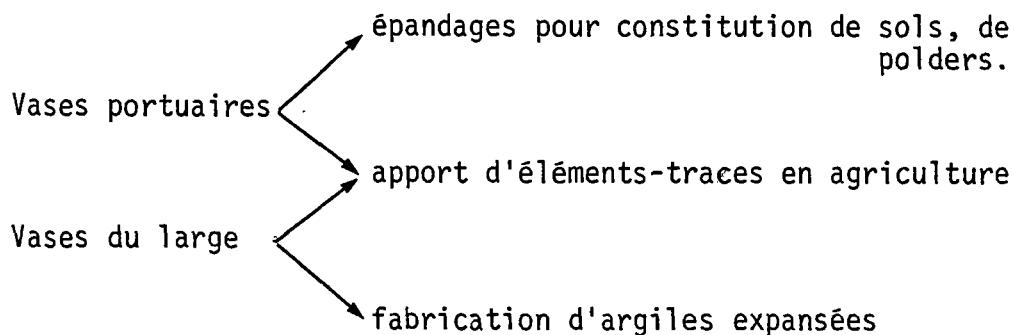
1.2.1 - Généralités

Les vases peuvent être abondantes soit dans les ports et baies, soit au large de la côte Sud-Armoricaine (Grande Vasière, voir 2ème partie). Si on envisage d'en user industriellement, on pourra donc recourir à ces deux sources :

- (1) - les vases qui pourront être draguées pour les travaux portuaires ou publics ; ce serait donc là un emploi secondaire d'un matériau encombrant à stocker. Les coûts de l'éventuelle utilisation industrielle bénéficieraient donc de cette situation et du caractère probablement favorable à la protection de l'environnement marin (en cas de rejet en mer) ou terrestre (en cas de stockage sans réemploi). Toutefois, une telle utilisation devra tenir compte des contraintes propres aux vases en général et aux vases portuaires pollués :

- . teneur en eau salée (Na Cl) très élevée,
- . comportement géotechnique mauvais (fluidité, rétention prolongée des eaux,
- . activité bactérienne élevée,
- . pollutions abondantes (bactéries, virus, métaux lourds, hydrocarbures, déchets solides ...)
- . acidité probablement forte.

(2) - emploi des vases du large ayant des caractéristiques et des propriétés les rendant propres à un usage bien déterminé. Le produit industriel aura à supporter le coût total du prélèvement et du transport à la côte ; il devra néanmoins être compétitif par rapport aux produits "terrestres" équivalents, ou alors il devra être absolument original ! Trois utilisations peuvent être envisagées ; elles seront examinées ci-après :



1.2.2 - Éléments-traces en agriculture

C'est depuis plus d'un siècle que l'on sait que les sels minéraux sont indispensables à l'alimentation et à la croissance des végétaux. A côté des éléments-majeurs, azote, phosphore, potassium, calcium, magnésium et soufre, on a reconnu l'importance des éléments-mineurs, ou oligo-éléments, comme le fer, le manganèse, le zinc, le cuivre, le molybdène, le bore et le chlore.

La technique des engrais vise entre autres à pallier les carences naturelles, mais surtout celles en éléments-majeurs.

Pour les éléments en traces, la tendance actuelle est de ne corriger les carences que lorsqu'elles provoquent des maladies chez les plantes cultivées ; il n'est, semble-t-il, pas expérimentalement prouvé que l'apport d'éléments en traces augmente les rendements agricoles. Les agronomes restent prudents quant à l'efficacité de l'ajout de ces éléments aux engrais classiques. Selon M.COPPENET (1968) : "(...) il ne faut donc pas trop compter sur les oligo-éléments pour accroître le développement d'une culture placée, par ailleurs, dans les meilleures conditions alimentaires possibles".

Néanmoins, des carences et des toxicités sont reconnues et sans toujours compromettre la croissance des plantes, elles peuvent diminuer les rendements. Les carences ou excès sont variables suivant les régions et fortement liés à la nature du sous-sol. Les mécanismes physiques et chimiques de l'altération des roches du substratum sont à l'origine de la formation des sols. Les phénomènes pédologiques qui dépendent ainsi très largement des conditions climatiques conduisent à une répartition nouvelle des éléments présents, au départ ou à la concentration de certains d'entre eux suivant leurs solubilités et leur "susceptibilité" aux eaux météoriques.

C'est bien le stock géochimique disponible dans les roches-mères qui conditionne pour la plus grande part le faciès chimique des sols.

La région Bretagne cadre à peu près parfaitement avec une entité géologique : le massif armoricain dans lequel les terrains siliceux et silicatés (granites de divers types, grès, schistes, gneiss) prédominent les roches cal-

caires n'étant présentes que dans quelques petits bassins localisés. Les sols dérivés de ce substrat à dominante siliceuse engendrent des complexes absorbants fortement acides où la chaux (CaO) ne représente plus qu'un quart environ du complexe. Cette acidité a des conséquences néfastes sur la qualité des récoltes, non pas tant à cause de l'effet direct du déficit en CaO qu'à cause des effets indirects tels que la toxicité de l'aluminium, abondant dans les roches et sols silicatés, et très soluble en milieu acide ou encore la mauvaise absorption du phosphore, potassium, magnésium...

La *figure 1* indique l'influence du pH des sols sur l'assimilabilité des principaux éléments majeurs et en traces. On voit ainsi que le problème que peuvent poser la toxicité ou la carence de ces derniers est étroitement lié à celui de l'acidité qui est celui de la plupart des sols bretons (COPPENET, 1974).

Le chaulage, augmentation artificielle de l'apport en chaux, en diminuant l'acidité pourra combattre une éventuelle toxicité d'oxydes métalliques, très solubles en sols acides. Il augmentera aussi la qualité de la structure du sol et jouera un rôle bénéfique sur la microflore. Ce chaulage est réalisé grâce aux amendements calcaires dont on connaît les principaux et auxquels il faut ajouter, pour la Bretagne, le treaz et le maërl.

En plus de leur déficit en CaO, bien des sols bretons sont marqués par des excès (Si, Na, K, Mo, Li, Ba, Pb, Cs), excès liés directement aux roches silicatées du sous-sol. Notons d'ailleurs que ces éléments excédentaires ne sont pas nécessairement présents sous une forme assimilable, c'est-à-dire en solution dans les eaux du sol ou éventuellement adsorbés de façon assez lâche et sous forme ionique dans des édifices argileux ou para-argileux.

Une carence est particulièrement répandue ; c'est celle en Cu. Le seuil de carence est fixé à 7-8 mg/Kg exprimée en Cu total ; les sols normalement pourvus contiennent plus de 20 mg/Kg.

Une fois les carences et les excès toxiques constatés, on cherche à obtenir une guérison puis à maintenir le sol à son niveau optimum de teneur. Le traitement d'une carence peut être réalisé soit par aspersion foliaire, soit par incorporation au sol des sels correspondants. Ainsi une dose de 30 Kg/ha de $\text{SO}_4 \text{ Cu} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ suffit-elle, en Bretagne, à guérir les carences cupriques pour de longues années. Ces sels deviennent cependant peu à peu inactifs au cours du temps et les agronomes cherchent à disposer de sels lentement solubles pour entretenir les sols. On ne doit pas négliger, par ailleurs, les apports non intentionnels ou indirects qui jouent parfois un rôle, mais d'appoint seulement, puisqu'il faut, le plus souvent des apports nettement supérieurs aux départs naturels pour pallier l'effet nocif des carences.

Les effets toxiques des excès sont en revanche difficile à traiter (ils sont heureusement assez rares), surtout si l'excès est dû à la présence de sels peu solubles. Les modifications du pH, ayant donc une action sur la solubilité de certains sels, peuvent parfois apporter des améliorations.

On a souvent préconisé l'emploi de vases marines pour un apport d'éléments-traces aux sols. L'idée repose sur les observations suivantes :

- . les vases marines sont des produits naturels ;
- . elles sont riches en argiles -M dont on connaît la richesse en calcium et alcalino-terreux et la faculté de retenir des éléments-traces, des métaux notamment ;

- . elles peuvent être riches en matières organiques ;
- . elles sont parfois draguées à des fins de génie portuaire.

Cet emploi se heurte toutefois aux inconvénients suivants :

- les teneurs en produits utiles sont faibles (quelques dizaines ou centaines de g/t pour les métaux) et elles ne sont pas toutes sous une forme assimilable;
- les vases peuvent être polluées ;
- elles ne contiennent pas qu'un seul élément-traces, mais bien toute une gamme : certains sont utiles, d'autres inutiles, d'autres enfin peut-être toxiques; leur emploi n'est envisageable que de façon directe, il est en effet exclu qu'on les traite pour les "profiler" à la demande ;
- elles sont enfin riches en eaux salées. ,

1.2.3 - Vases, remblais et épandages

Les vases qui sont un mélange d'eau + sédiments ont des caractéristiques géotechniquement défavorables et on n'envisage pas aisément de les employer directement en génie civil, remblayages par exemple.

Les produits fins provenant de dragages portuaires posent toutefois des problèmes de stockage très aigus ; aussi étudie-t-on la possibilité de les résoudre en utilisant ces matériaux, qui ne représentent pas d'ailleurs des tonnages annuels considérables, pour créer des sols nouveaux. Des exemples

de réalisation peuvent être cités : port de Rotterdam, port de Bombay, estuaire de la Seine et bien entendu les polders.

Généralement on cherche à combler des zones marécageuses impropres à tout emploi pour obtenir des terrains aptes soit à l'élevage ou à l'édification de batiments légers, plus rarement à l'agriculture.

Le problème est celui de la consolidation du matériau rapporté : celui-ci étant gorgé d'eau, il a tendance à se durcir en surface et à rester semi-liquide en profondeur. Des précautions doivent donc être prises qui nécessitent une bonne connaissance du sédiment : spectre granulométrique (le pourcentage des éléments sableux, c'est-à-dire $> 50\mu\text{m}$ joue un rôle important), teneurs en matières organiques (qui forment une grande partie, avec l'eau, du liant entre les particules minérales), état bactérien, minéralogie des argiles (les différentes espèces pouvant avoir des comportements différents au cours de l'assèchement et du tassement), les caractères chimiques (par exemple, un excès d'ions phosphatés gêne considérablement la consolidation), la forme des particules, la quantité d'eau adsorbée, les capacités de floculation... Il convient ensuite de connaître le comportement du matériau au repos, à l'air libre, ce qui peut être réalisé en laboratoire. Les méthodes mises en oeuvre dans ce but permettent d'apprécier le tassement au cours du temps, mais aussi d'évaluer les densités du dépôt simulé sur toute sa hauteur grâce aux jauges radiométriques (gamma-densimétrie) (MIGNOT, 1976).

Toutes les études réalisées montrent d'ailleurs une grande diversité du comportement des différents sols, comportement qui subit aussi l'influence du mode de prélèvement des vases : les dragues suceuses livrent des produits plus dilués que les dragues à godets.

L'épandage lui-même est une opération complexe : il doit en principe se réaliser sur terrain plat, une pente provoquant un écoulement et empêchant la décantation. La consolidation peut être améliorée et accélérée, notamment grâce à des drainages judicieux par la base (sol perméable) et dans la masse des dépôts (MIGNOT, op.cit.). Comme l'induration se produit facilement au contact de l'air (croûte), on a tendance à préconiser la pratique des épandages de faible épaisseur (moins de 1m) et par couches successives. On peut obtenir ainsi des sols ayant une cohésion acceptable.

A titre d'exemple, on peut citer l'épandage des vases de dragage du port de Rotterdam (NEKKER et al. 1975) ; on y voit comment le matériau dragué dans le port est refoulé puis épandu par couches successives de 1m, sur plusieurs centaines d'hectares marécageux préalablement cloisonnés. Sur chaque couche mise hors d'eau, les phénomènes de tassement, les processus chimiques et biologiques suivent leur cours. La consolidation est améliorée par des drainages successifs. Une nouvelle couche peut être apportée tous les 6 mois environ.

L'emploi ultérieur de tels sols pour l'agriculture ou l'élevage pose d'autres problèmes :

- a) Les sédiments déposés doivent contenir les éléments essentiels à la croissance des plantes ;
- b) Si les produits viennent de zones polluées, la concentration des éléments toxiques ne doit pas excéder les limites permises.

C'est dans cet axe d'intérêt que le Centre Canadien des Eaux Intérieures a procédé à des essais de culture sur des vases très polluées provenant de ports des grands lacs canadiens (bien entendu ces produits ne sont pas salés !). Les essais ont été menés en laboratoire soit directement sur les vases pures, soit sur des produits mélangés à des engrais ou à des sols terrestres. Les plantes

cultivées étaient : rye-grass, laitue, tomate. Une fois parvenues à maturité, les différentes parties de celles-ci ont été analysées pour connaître leurs teneurs en Cu, Zn, Pb, Co, Ni, Na, K, Ca, Mg, Fe, Mo, Cd, Cr, Sr, Mn, P, N, Hg. On trouvera en *annexe 1* la copie des résultats obtenus. Ils montrent, par exemple, que la mobilisation par les plantes des éléments présents dans le sol d'essai, dépend d'avantage des espèces de plantes que du caractère des sédiments. On voit aussi que ce sont les racines qui accumulent la plus grande partie des éléments-traces et produits toxiques.

A Rotterdam, les auteurs de l'étude citée plus haut, après avoir noté que la vase portuaire peut être considérée comme un sol riche et sur lequel la végétation vient bien, indiquent que certaines précautions doivent néanmoins être prises pour suivre le comportement des métaux lourds et leurs effets (sur les moutons, par exemple), ainsi que celui des hydrocarbures chlorés et du pétrole. Des études sont en cours ; leurs résultats semblent bon.

On peut citer, pour mémoire, l'essai de création d'une île artificielle formée de produits de dragage des chenaux de navigation dans le lac St Clair (Ontario, Canada). Les travaux consultés n'indiquent pas à quel usage était destinée finalement l'île ainsi construite dans la Mitchell Bay (A.MUDROCH et V.CHEAM, 1974) ; ils s'intéressent surtout à l'influence des sédiments de cette île de 45 m x 15 m reposant sur le fond et des éléments polluants qu'ils contiennent sur les eaux du lac. Les sédiments sont contenus dans un rectangle de palplanches qui les protègent de l'érosion.

1.2.4 - Vases marines et matériaux légers de construction

Depuis un certain temps, l'emploi de bétons légers se généralise ; des argiles expansées entrent dans la fabrication de plusieurs de ces bétons dont le faible poids et les qualités d'isolant en font un matériau moderne intéressant.

L'argile expansée est produite, dans des conditions chimiques et physiques bien définies grâce à un effet thermique rapide qui provoque le gonflement de l'argile sous forme de granulés contenant une part importante de gaz (vésicules).

Plusieurs substances servent de base à la fabrication des agrégats légers (vermiculite, ponce, mâchefer, argiles -R). La nature des argiles -M, leur proportion dans l'argile -R nécessaires et favorables à l'expansion sont définies d'avantage par des essais sur les matériaux bruts que par des normes théoriques. Toutefois, l'expérience semble indiquer qu'une argile naturellement expansible doit contenir (DEMANDER, 1969) :

- . moins de 25% d'alumine ;
- . de 5 à 8% d'oxydes de fer ;
- . moins de 6% d'alcalins et d'alcalino-terreux ;
- . de la silice libre (quartz)
- . présence de matière organique(favorise la formation des gaz d'expansion)
- . présence de certaines argiles -M etc.

Le développement de la production française d'argile expansée est restée assez faible ; l'accroissement, depuis 1973, du prix du fuel a mis ce matériau en position concurrentielle difficile vis-à-vis des produits plus classiques ou un peu similaires. On estime toutefois qu'un marché potentiel existe, compte tenu que des usages nouveaux peuvent être envisagés : revêtement de routes, allègement des terres cultivables... Par ailleurs, un abaissement supplémentaire de la densité des produits proposés peut élargir leur horizon commercial.

Un laboratoire universitaire américain a utilisé avec succès des vases marines pour la fabrication d'agrégat léger (RHOADES et al. 1975). Les vases essayées proviennent de dragages effectués dans des ports ou près des côtes du Massachusset. Des argiles expansées de qualité ont été obtenues à partir de matériaux bruts contenant de 87 à 99% de minéraux silicatés avec 80% de particules <62µm ; les carbonates (coquilles) représentent moins de 10%, les matières organiques volatiles de 2 à 3% du sédiment. Les auteurs ont calculé que moins de 3% du NaCl initial étaient encore retenus dans le produit final. Les caractéristiques géotechniques de l'argile expansée se sont avérées égales ou supérieures à celles des produits similaires du marché.

Dans leur conclusion, les auteurs considèrent aussi que : "... la plus grande partie des éléments-traces et des hydrocarbures polluants dans les sédiments marins fins sont confinés dans les niveaux les plus superficiels du sol sous-marin (...) à une profondeur de 0 à 20 cm. Il pourrait [alors] être possible de nettoyer de vastes secteurs du fond marin pollué grâce à une exploitation mettant à découvert les sédiments plus anciens et probablement plus sains(...)"

2ème Partie

ORGANISATION ET DEROULEMENT DES TRAVAUX

2.1 - Plan général du travail

Les travaux ont été conduits de façon à :

- 1/ - récolter sur le plateau continental sud-armoricain un certain nombre d'échantillons dans et autour des vasières du large (jusqu'à -100m) et dans certains ports.
- 2/ - analyser les échantillons récoltés de façon à ce que les résultats soient, dans toute la mesure du possible, utilisables par les spécialistes des divers usages des vases marines que nous proposons.
- 3/ - donner quelques idées sur les orientations possibles d'emploi des vases, compte tenu des résultats analytiques.

2.2 - Opérations à la mer (annexe A 2)

2.2.1 - Moyens mis en oeuvre

NAVIRE Nom "AMOUR"

Port d'attache : Guilvinec

Immatriculation : 377677

Indicatif radio : FTHF

Type : chalutier

Longueur : 15m

Tonnage : 29 tonneaux

Armateur : M.Louis LEROUX 35, grande rue à Loctudy - 29125

L'armement comprend :

- . un moteur Baudoin 160 CV
- . un treuil de pêche équipé de 2 fois 400m de funes de Ø 14mm
- . un portique de chalutage par l'arrière
- . une potence latérale sur le tiers avant tribord
- . une gaillarde de 500 kg frappée sur le matereau arrière.

A noter : l'absence de bras de charge.

La passerelle est équipée d'un compas magnétique non compensé, et d'un récepteur type Decca.

- . équipement radio CRM.

SONDAGES PAR GRAVITE

Il a été utilisé un carottier Kullenberg loué pour la circonstance au CNEXO. Cet outil était équipé d'une lance de 1,50m et de diamètre intérieur de 2" 1/2. Le lest utilisé représentait un poids approximatif de 300 kg.

PRELEVEMENTS SUPERFICIELS

Ils ont été effectués à l'aide d'une drague Rallier. Cette drague a été garnie d'un filet de protection en tresse de nylon de 2,80 et maille de 30.

LOCALISATION

Elle était assurée à partir de la chaîne Decca. La transformation en coordonnées géographiques était effectuée au fur et à mesure à partir du tracé sur carte.

2.2.2 - Conservation des échantillons

CAROTTAGES

Les échantillons prélevés sont des carottes de longueur au plus égale à 1,50m, conservées dans les gaines PVC ayant servi à leur prélèvement et dont les extrémités ont été obturées au moyen de bouchon plastique.

DRAGAGES SUPERFICIELS

Les sédiments recueillis ont fait l'objet d'un prélèvement d'environ 3 à 4 litres de la partie la plus représentative et la moins délavée de l'échantillon. Ces prélèvements ont été conservés dans des sachets nylon 20 x 30 identifiés par le nom du navire et un numéro d'ordre. En outre, ces mêmes indications ont été notées sur une bande plastique Dymo enfermée dans un tube Caubert, glissé lui-même à l'intérieur des sachets avant fermeture.

2.2.3 - Déroulement des opérations

- 20.8.76 - Prise en compte des 2 dragues à Salbris et d'un véhicule R 12 du pool-auto BRGM-Orléans. Transport d'Orléans à Brest.
- 21.8.76 - Prise en compte du carottier à Brest, transport d'une partie du matériel à Loctudy, transbordement.
- 23.8.76 - (début de mission). Transport de Brest à Loctudy du reste du matériel. Transbordement.

Achats divers à la coopérative marine de Loctudy et gréement du matériel soit :

- . confection d'une allonge de funes en Ø 10 mm pour utilisation du déclencheur du carottier ;
- . confection de vis de 12mm pour fixation de l'ogine ;
- . confection d'un câble pilote de Ø 6 mm ;
- . confection d'un filet de protection sur la drague.

Appareillage en fin de matinée pour essais de mise à l'eau et récupération du carottier.

Gréement du carottier, installation de moyen de fortune, essai concluant par fond de 30m sur fond de sable, mais sans pénétration du fait d'un poids de lest de 150 kg et dureté du fond.

Retour à Loctudy vers 19h.

- 24.8.76 - Appareillé à 3h., route sur zone.
7h : gréement et mise à l'eau du carottier
Effectué 3 carottages jusqu'à 16h
Retour sur Loctudy à 20h
- 25.8.76 - Appareillé à 3h30, route sur zone
8h : gréement et mouillage de la drague
Effectué 7 dragages
13h : gréement et mise à l'eau du carottier
Effectué 1 carottage
14h30 : reprise des opération de dragages
Effectué 4 dragages
Retour à Loctudy à 20h
- 26.8.76 - Appareillé à 3h30 - route sur zone
7h : mise à l'eau de la drague
Effectué 13 dragages
Retour sur Loctudy à 20h
- 27.8.76 - Appareillé à 4h - route sur zone
8h : mouillé la drague
Effectué 11 dragages
16h30 : arrêt des opérations, retour à Loctudy à 21 h.
- 28.8.76 - Repos hebdomadaire. Transport des échantillons à Brest.
et
29.8.76 Retour à Brest le dimanche soir.
- 30.8.76 - Appareillé à 3h. route sur zone
8h : mouillage de la drague
Effectué 11 dragages jusqu'à 16h30
Retour à Loctudy à 21h.

- 31.8.76 - Appareillé à 3h30 - route sur zone
9h30 : mouillage de la drague
Effectué 11 dragages jusqu'à 17h30
Route sur le port du Palais de Belle Ile, à quai à 19h
- 01.9.76 - Appareillé à 6h - route sur zone
7h30 : mouillage de la drague
Effectué 10 dragages jusqu'à 16h
Route sur Loctudy - arrivée à 22h
- 02.9.76 - Appareillé à 5h30 - route sur zone
9h : début des opérations de dragages
Effectué 9 dragages dont 3 à Concarneau et 3 à Loctudy
16h30 : navire à quai à Loctudy - débarquement du matériel
dont une partie est entreposée dans la cour du domicile
de l'armateur.
Le bord est libéré à 19h
Transport des échantillons à Brest.
- 03.9.76 - Effectué 2 rotations véhicule pour transport du matériel
de Loctudy à Brest.
Fin de la mission.

2.2.4 - Observations

Sur le navire

Son handicap majeur est d'être doté d'un moyeur parfaitement adapté à la petite pêche, mais incapable de dépasser 7 noeuds. Compte tenu d'un écart de 5 nautiques entre chaque point de prélèvement, il en résultait un transit de près d'une heure entre chaque opération.

Un autre handicap consistait en l'absence d'un bras qui permette de déborder le carottier.

Ce navire est de construction très récente et est de ce fait particulièrement propre. Il est aussi très stable compte tenu de sa faible longueur. Il est très protégé contre les intempéries et le travail en est facilité.

Il dispose de 5 couchettes.

Sur l'équipage

L'armateur fait fonction de patron, il est sous statut d'artisan. A noter qu'il est président de la Chambre syndicale locale. Il a travaillé à plusieurs reprises, avec son bateau, pour le CNEXO.

{ Le personnel du bord comprend en outre 2 matelots dont l'un fait fonction de mécanicien, et l'autre (le fils de l'armateur) qui fait fonction de mousse.

L'équipage s'est révélé parfaitement efficace et a toujours assuré un travail effectif d'au moins 8h par jour.

Sur le déroulement de la campagne

Les prélèvements superficiels de la Grande Vasière ont tous été réalisés dans d'excellentes conditions.

Ah! | Ceux prévus en Baie de Quiberon ne l'ont pas été du fait que les pêcheurs finistériens ne s'entendent pas avec leurs collègues morbihannais qui ne leur auraient pas pardonné de travailler dans un secteur qui ne soit le leur. L'escale à Belle Ile a été significative à cet égard.

2.3 - Opérations analytiques

2.3.1 - Méthodes employées

Mis à part les granulométries, les analyses s'effectuent sur des sédiments séchés. Ce séchage est réalisé à l'air libre pour éviter tout chauffage intempestif à l'étuve qui peut avoir des conséquences considérables sur les résultats analytiques, certains éléments adsorbés par les argiles étant libérés dès que la température dépasse 45°C. Le séchage à l'air libre est très lent, près de deux mois sont en effet nécessaires.

La granulométrie s'effectue par tamisage à sec jusqu'à 50µm, puis sous l'eau jusqu'à 20µm. Au-dessous de 20µm, l'opération se fait par Coulter-Counter. Cet appareil mesure le diamètre apparent des particules mises en suspension dans un électrolyte, grâce à la différence de potentiel qu'elles provoquent lors de leur passage entre deux micro-électrodes.

Les résultats des différentes méthodes sont regroupés . L'ordinateur calcule toute une série de paramètres classiques qui servent à définir la distribution des tailles observées, puis trace des courbes cumulatives et des histogrammes de fréquences.

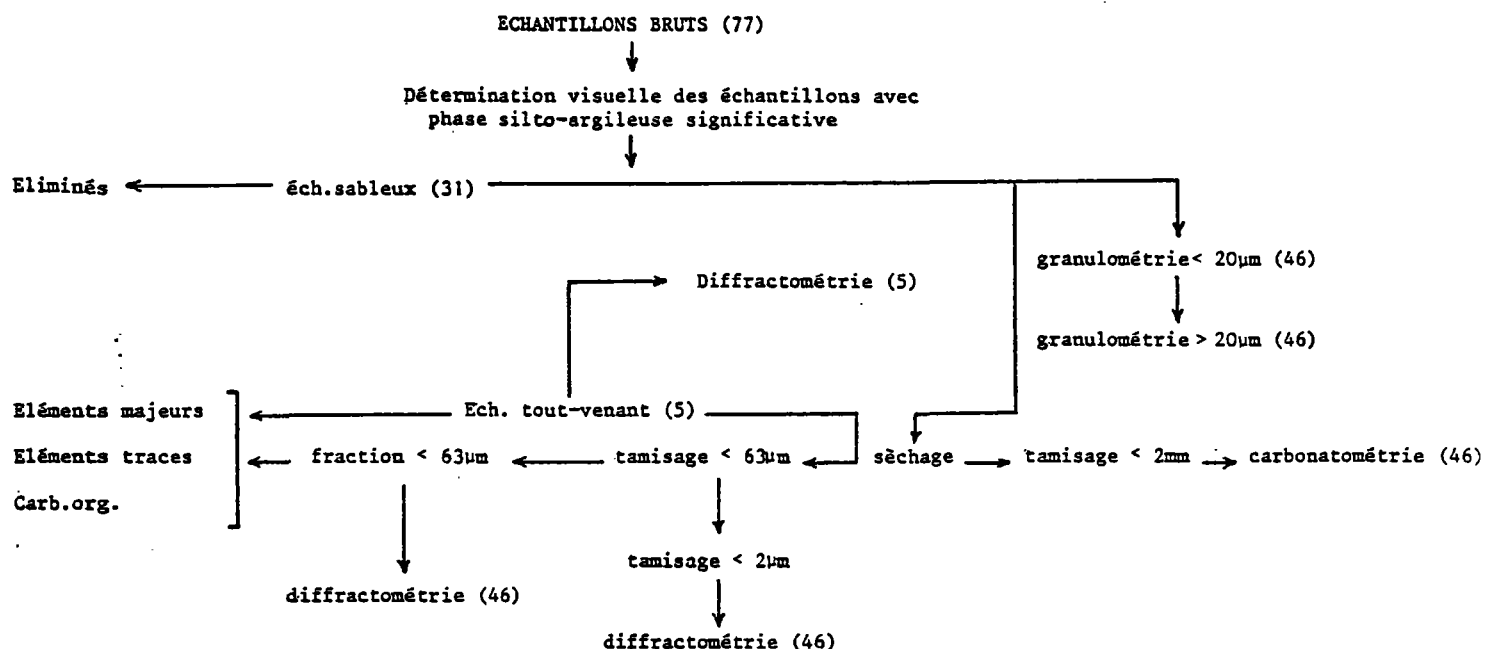
La carbonatométrie est appréhendée par deux voies différentes pour permettre le partage entre le CaO qui est associé aux carbonates et le CaO total qui comprend ce dernier et celui qui est inclus dans les silicates.

Le CaO des carbonates est mesuré par un calcimètre qui prend en compte, lors d'une attaque à l'acide, le volume de CO₂ dégagé. Le CaO total apparaît lors des analyses chimiques classiques. Bien entendu :

$$\text{CaO}_t - \text{CaO}_c = \text{CaO silicates}$$

La minéralogie des argiles est déterminée aux rayons X. Cette méthode permet la détermination qualitative des principaux minéraux présents. Il est possible de se rapprocher d'une détermination quantitative mais celle-ci ne peut être qu'approximative. Par ailleurs, une analyse de série laisse parfois subsister quelques ambiguïtés, certaines espèces ayant des diagrammes très voisins. Des études très détaillées permettraient de résoudre le problème qui n'était d'ailleurs pas le nôtre ici.

La chimie, éléments-majeurs (SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ c'est-à-dire Fe total exprimé en Fe₂O₃, MgO, CaO, Na₂O, K₂O) et éléments-traces (Mn, P, Ti, Li, B, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, Ba, La, W, Pb et Bi) a été réalisée avec un quantomètre. Les seuils de détection pour chaque élément analysé sont indiqués. Le carbone organique a été déterminé par les méthodes classiques.



Au total ont donc été réalisés :

- . 46 granulométries jusqu'à 20 μ m
 - . 46 " inférieurs à 20 μ m
 - . 46 carbonatométries
 - . 46 diffractométries sur éch. tout-venant
 - . 5 analyses majeurs "
 - . 5 analyses traces "
 - . 5 analyses C org. "
 - . 46 analyses majeurs sur la fraction lutite (< 50 μ m)
 - . 46 analyses traces " " "
 - . 46 analyses C org. " " "
 - . 46 diffractométries sur la fraction argile -G (< 2 μ m)
-

3ème Partie

SEDIMENTOLOGIE ET GEOCHIMIE DES VASES PRELEVEES

3.1 - Cadre géologique et sédimentologique

Le plateau continental du Nord du golfe de Gascogne qui prolonge les terres émergées de la Bretagne méridionale est relativement large : près de 150 km depuis le rivage jusqu'au rebord qui surplombe la pente continentale. La côte est très découpée avec un grand nombre de petits estuaires (rias), d'îles, d'îlots et de hauts fonds. Au SE de notre secteur, deux fleuves importants débouchent sous forme d'estuaires : la Vilaine et surtout la Loire.

On peut distinguer sur la plate-forme sous-marine deux unités assez distinctes, l'une interne (ou littorale), l'autre externe.

La zone interne présente une morphologie assez accidentée, avec un certain nombre d'îles, d'îlots, de dorsales et de dépressions dont le substratum géologique est constitué par des formations du socle armoricain : granites, gneiss, micaschistes et dont les grandes lignes structurales traduisent l'influence de ce bâti hercynien, d'orientation très générale NW-SE. La limite de cette unité se situe approximativement vers -90m au Sud de Penmarc'h pour se relever en direction du SE (-70m) au large de Belle-Ile. La morphologie de cette zone s'organise suivant un certain nombre d'alignements de dorsales en partie émergées et plus ou moins continues et de dépressions. C'est ainsi que l'on peut noter dans notre secteur d'étude :

- . Une importante dorsale hercynienne joignant l'archipel de Glénan, l'île de Groix et la presqu'île de Quiberon ;

- . une série de dépressions côtières (bassin de Concarneau, coureux de Groix, Mor Braz, baie de la Vilaine) protégées des assauts de la haute-mer par la dorsale pré littorale précédemment définie et dans lesquelles la vase peut se déposer ;
- . une deuxième direction axiale formée par les îles cristallines de Belle-île et de Noirmoutier.

Au-delà, à une trentaine de kilomètres de la côte, s'étend la zone externe correspondant à une plate-forme morphologiquement assez uniforme et très peu pentée vers le SW. Cette différence de morphologie est la conséquence du recouvrement du socle armoricain par le prisme des formations de roches sédimentaires post-paléozoïques qui ceinture toute la Bretagne. Dans notre secteur, cette couverture est constituée par de vastes entablement de calcaires éocènes ayant largement subi une dolomitisation plus ou moins complète.

En dehors des zones, restreintes et très localisées, où le substratum rocheux affleure, la surface du plateau continental sud-armoricain est occupée par un manteau de sédiments meubles (vases, sables, graviers et cailloutis, *fig.2*) dont l'épaisseur est assez faible, de l'ordre de quelques mètres. Celle-ci ne dépasse la dizaine de mètres qu'à l'emplacement, comblé, des anciens lits fluviatiles qui drainaient la plate-forme au cours des bas niveaux marins consécutifs aux maximums glaciaires.

L'origine de ces sédiments meubles est complexe et ces derniers résultent du remaniement, par le va et vient des différents épisodes transgressifs et régressifs du Quaternaire, des sédiments déposés par plusieurs cycles sédimentaires. A l'heure actuelle, la dernière en date des transgressions (trans-

gression flandrienne) a pratiquement atteint son développement maximum. Le niveau de base des fleuves étant rehaussé, l'action érosive du réseau hydrographique sur les terres émergées est fortement émoussée et la fourniture à la mer des particules solides est très réduite sinon stoppée à l'exception des éléments les plus fins.

Dans la zone interne précédemment définie, la sédimentation s'est développée à l'abri des îles et des dorsales. Elle représente la dernière étape de la transgression flandrienne. Les sédiments y sont plus récents et plus différenciés que sur la plate-forme du large. Ils sont assez variés : sables, maërl (petites concrétions algaires en forme d'arbuscules, utilisées en Bretagne comme source particulière pure de calcaire), graviers, cailloutis, coquilles à proximité des affleurements rocheux, vasières littorales déposées en dernier dans les petits bassins et cuvettes protégés de l'agitation hydrodynamique, comme par exemple le bassin de Concarneau. Localement, entre deux hauts-fonds, les courants de marée peuvent devenir assez violents pour dégager les fonds de tout placage sédimentaire. Bien que plus récente que la zone du large, cette sédimentation (les productions biologiques mises à part) n'est pas actuelle.

La plus grande partie de la couverture sédimentaire meuble de la marge externe sud-armoricaine est constituée par des sables détritiques (quartzofeldspathiques) ou bioclastiques (débris de coquilles) ou d'un mélange des deux. L'ensemble peut être considéré comme relique, c'est-à-dire déposé dans un environnement différent de l'actuel où les rivages avaient reculé jusque vers l'isobathe actuelle de -110m. En réalité cette uniformité est rompue par le développement d'une langue très allongée de dépôts contenant un certain pourcentage de lutites (éléments <63µm) et qui s'étire entre les isobathes de 90 et 120m depuis Penmarc'h jusqu'à Rochebonne. Cette unité a été appelée depuis fort longtemps la "Grande Vasière". En fait elle mérite mal son nom car la vase franche ne forme qu'un placage assez mince, rarement plus d'un mètre, et encore ceci n'est vrai que dans les "noyaux" les plus fins. Au-delà de ces derniers, on observe surtout des sables plus ou moins vaseux (cf. BOUYASSE et LE CALVEZ, 1967 ; LANCELOT et al., 1970).

Aussi la délimitation de cette vasière varie-t-elle, sur les cartes, suivant les auteurs, selon qu'ils ont adopté tel ou tel critère granulométrique pour différencier les sables francs des sables vaseux.

Rappelons que pour le plateau continental de l'Ouest (Mer Celtique) et du Nord (Manche occidentale) de la Bretagne, les courants de marées sont plus violents qu'au Sud (les marées y sont parmi les plus fortes du monde) et qu'ils inhibent (et ont inhibé) toute possibilité d'établissement de vasières.

3.2 - Les résultats de la campagne

3.2.1 - Sédimentologie générale

La notion de sédiment vaseux est une notion essentiellement subjective et correspond à l'aspect particulier que prend une formation meuble sous-marine non encore séchée, c'est-à-dire immédiatement observée sur le bateau, après le prélèvement. Un sédiment peut être déclaré vaseux dès qu'il contient 5 à 10% d'éléments très fins (lutites c'est-à-dire $< 50\mu\text{m}$), suivant la composition granulométrique globale de l'échantillon (sable vaseux, cailloutis vaseux ...)

Dans cette étude nous n'avons pris en compte, pour délimiter la vasière et étant donné le but poursuivi (recherche de vases franches), que les échantillons contenant au moins 25% de lutites (*fig.3*). On voit que l'ensemble des sédiments vaseux ainsi définis s'étend depuis les fonds de 100m jusqu'au flanc sud de l'échine rocheuse de socle qui porte l'archipel de Glénan, Groix et Belle-Ile. Cette vasière du large qui constitue le coeur de la partie septentrionale de ce qui a été appelé "Grande vasière" communique avec celle du bassin de Concarneau par le passage de l'Ile Verte qui interrompt l'axe Glénan-Groix.

A l'intérieur de cette limite générale, nous avons distingué 3 catégories de sédiments vaseux :

- sables très vaseux : de 25 à 75% de lutites ;
- vases sableuses : de 50 à 75% de lutites ;
- vases franches, argileuses : plus de 75% de lutites.

On observe ainsi 3 noyaux de vases franches, dans l'ensemble décalés vers les limites nord ou NE de la zone des vases. Ils sont reliés entre eux par la catégorie intermédiaire des vases sableuses.

Il est intéressant de voir comment se présente la répartition de la fraction "argileuse" (au sens granulométrique du terme, c'est-à-dire des particules de diamètre inférieur à 2 microns). Pour les 46 échantillons retenus, la moyenne des teneurs en "argile" est de 16,13% par rapport à l'échantillon global, chiffre relativement faible qui signifie qu'il y a peu de vases très fines et très pures (*cf listé granulométrique, annexe A3*). D'une manière générale on constate que lorsque la teneur en lutites est supérieure à 50% (20 échantillons), le pourcentage en éléments inférieurs à 2 microns est supérieur à 20% (15 échantillons ; ce dernier chiffre passe à 18 échantillons si l'on considère le nombre de prélèvements où la teneur en "argile" est supérieure à la moyenne de 16%). Le dragage D8, situé en plein milieu du bassin de Concarneau, représente la vase la plus fine avec 91,6% de lutites et 42,4% d'éléments "argileux". Ceci est conforme à ce que l'on savait déjà des caractères sédimentologiques du précontinent du Sud-Finistère où la vasière de Concarneau mieux protégée permet le dépôt de sédiments plus fins que plus au large.

D'un point de vue plus général, les sédiments sont assez mal classés par les agents hydrodynamiques (soit actuellement, soit lors de leur dépôt)

ce qui se traduit par un assez grand étalement de l'histogramme des fréquences des différentes classes granulométriques constituant l'échantillon (*cf annexe A4*). En d'autres termes, cela signifie que le sédiment global, recueilli par la drague, correspond à un mélange de plusieurs populations granulométriques déposées, chacune d'elles, dans des conditions hydrodynamiques différentes ou soumises à un remaniement sélectif par les courants, postérieurement à la sédimentation. C'est bien entendu l'échantillon D8, le plus fin, qui est le mieux classé. Dans le spectre granulométrique on observe plusieurs modes (maximums de l'histogramme) :

- . l'un correspond à la phase argileuse ($< 2\mu\text{m}$), pour presque tous les prélèvements ;
- . un autre à des sables très fins (fraction comprise entre 50 et $80\mu\text{m}$), pour la majorité des échantillons (32 échantillons sur 46) ;
- . d'autres enfin, à $125\mu\text{m}$ (10 échantillons), $200\mu\text{m}$ (6 échantillons) ou $315\mu\text{m}$ (6 échantillons).

La teneur en carbonates de la fraction inférieure à 2mm (sables + lutites, *annexe A5*) oscille entre les extrêmes 8% (D68) et 55% (D5) avec une moyenne de 29%. Les noyaux les plus argileux ne dépassent généralement pas 30% de Ca CO_3 (à l'exception du D7, avec 37%). Il s'agit donc de vases assez calcaires dont l'essentiel des carbonates provient des particules bioclastiques c'est-à-dire de débris plus ou moins fins de coquilles de mollusques ou de tests calcaires d'autres organismes marins.

En conclusion, l'analyse granulométrique et carbonatométrique des prélèvements récoltés au cours de cette campagne, confirme les grands traits de la sédimentologie de la Grande Vasière et de la vasière de Concarneau, tels qu'ils ont été esquissés par les travaux antérieurs (*voir bibliographie in fine*).

3.2.2 - Minéraux argileux (annexe A6)

L'étude par diffractométrie de rayons X du tout-venant des échantillons vaseux est également en accord avec le contexte sédimentologique du pré-continent sud-armoricain : le caractère détritique domine avec le quartz et les feldspathes auxquels se mêle une composante bioclastique non négligeable représentée par la calcite. La présence de traces de dolomite (carbonate de calcium et de magnésium) est à imputer à la nature du substratum géologique constitué pour une bonne part (au-delà des affleurements du socle hercynien) par les dolomies éocènes. Les traces d'aragonite (autre forme minéralogique du carbonate de calcium) sont attribuables aux coquilles de certaines espèces de mollusques de la fraction bioclastique. La part des argiles (au sens minéralogique du terme), illite, chlorite, interstratifiés illite-smectite (smectite = montmorillonite) est difficile à apprécier étant donné l'aspect semi-quantitatif de l'analyse ; mais elle est loin d'être prépondérante et doit vraisemblablement être plus ou moins corrélable avec la quantité de particules de taille inférieure à 2 microns.

L'analyse de la fraction inférieure à 63 microns ne modifie pas de manière significative les conclusions tirées des études sur l'échantillon total. L'influence des éléments détritiques et bioclastiques est encore forte mais il semble que la cristallinité des particules soit moins bonne (particules mal cristallisées, plus ou moins amorphes) ce qui n'est pas anormal du fait que les particules examinées dans cette série sont globalement de taille plus réduite que précédemment.

Enfin, l'étude de la fraction inférieure à 2 microns (fraction "argileuse" au sens granulométrique du terme) permet de conclure à une association de minéraux argileux uniforme et absolument classique pour un plateau continental de région tempérée: illite (dominante), interstratifiés illite-

smectite, chlorite et kaolinite. Pour ce dernier minéral les teneurs sont probablement plus importantes que celles qui figurent dans le tableau placé en annexe, car sa détection peut être masquée par des réflexions imputables à la chlorite qui est assez abondante.

Ce même cortège est signalé dans tous les travaux effectués dans le golfe de Gascogne, sur les argiles des vasières (cf notamment RUMEAU et VANNEY, 1968).

3.2.3 - Etude géochimique (annexes A 7 et A 8)

Cette étude permet de définir 2 lots absolument distincts du point de vue géochimique : les vases normales du bassin de Concarneau et de la Grande Vasière et les 2 vases polluées ramassées dans le port de Concarneau (D 68 et D 69).

Vases normales

L'étude des éléments majeurs (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO , Na_2O et K_2O) montre - aussi bien pour la fraction inférieure à 63 microns que pour l'échantillon total - un rapport très élevé des teneurs moyennes de SiO_2

vis à vis de celles de Al_2O_3 ($\frac{48.1}{7.2} = 6,79$). Cela implique que dans la fraction

inférieure aux arénites (sables), le pourcentage des quartz est important et confirme les observations précédentes. Pour les autres éléments, les valeurs moyennes correspondent à des teneurs normales : 4,34% pour Fe_2O_3 , 2,4% pour MgO , 3,6% pour K_2O . Les teneurs en CaO reflètent essentiellement la présence de fins débris organogéniques et celles de Na_2O sont très vraisemblablement affectées par l'eau de mer qui imbibaient les sédiments prélevés.

Pour les éléments mineurs, nous avons dressé un tableau condensant les résultats les plus significatifs de l'annexe.

Tableau 1 - Teneurs moyennes (en ppm) des éléments en traces. Dans la première colonne chiffrée, le premier chiffre se rapporte aux teneurs moyennes pour 44 échantillons et les deux chiffres entre parenthèses, respectivement aux valeurs minimale et maximale ; le signe (-) indique que les teneurs sont inférieures au seuil de détection de l'appareil.

	VASES NORMALES, TENEURS MOYENNES		VASES POLLUEES		
	< 63 μ m (44 éch.)	éch. total (4 éch.)	< 63 μ m (2 éch.) D 43	D 44	éch. total (1 éch.) D 44
Mn	361 (310 à 450)	370	410	340	380
P	659 (510 à 910)	693	1500	2700	2700
Ti	3702 (2700 à 4500)	3700	4400	4300	3700
Li	- 50 à 62	- 50	95	73	84
B	152 (110 à 180)	158	200	190	190
V	104 (42 à 130)	98	120	110	100
Cr	92 (52 à 110)	89	130	120	120
Co	- 10	- 10	- 10		11
Ni	32 (12 à 40)	34	42	43	51
Cu	16 (8 à 35)	13	150	230	280
Zn	153 (100 à 200)	163	300	300	300
As	- 20	- 20	32	28	- 20
Sr	1210 (840 à 2500)	1065	720	600	420
Y	- 75	- 75	- 75		- 75
Zr	- 50 à 220	- 50	73	72	- 50
Nb	- 200	- 200	- 200		- 200
Mo	- 3	- 3	11	14	17
Ag	- 0,2	- 0,2	0,9	1,7	2,2
Cd	- 4 à 13	- 4	- 4	10	28
Sn	- 20	- 20	93	93	110
Sb	- 50	- 50	- 50		- 50
Ba	274 (230 à 350)	255	970	980	1000
La	- 200	- 200	- 200		- 200
W	- 50	- 50	- 50		- 50
Pb	48 (28 à 70)	54	310	350	510
Bi	- 10	- 10	30	50	56

On remarque qu'un grand nombre de métaux ont parfois des teneurs inférieures au seuil de détection du quantomètre : Co, As, Y, Nb, Mo, Ag, Sn, Sb, La, W et Bi.

Pour les autres éléments, la conclusion qui s'impose à l'évidence est que les vases prélevées sur le plateau continental sud-armoricain sont caractérisées par un spectre d'éléments en traces homogène et normal tout à fait classique sous nos latitudes. Les teneurs relativement fortes en strontium témoignent de l'influence de l'aragonite constituant les coquilles de certains mollusques dans le réseau minéralogique de laquelle se fixe cet élément. Signalons également que le bore est piégé préférentiellement par l'illite.

Les analyses effectuées sur le tout-venant de quatre prélèvements (D4, D16, D23 et D37, ne permettent pas d'observer d'écarts notables par rapport à la fraction inférieure à 63 microns.

Vases polluées

L'examen des résultats relatifs aux deux vases polluées du port de Concarneau, montre une composition géochimique anormale au niveau des éléments mineurs, par rapport aux vases étudiées précédemment (pour les éléments majeurs, seul le fer donne des valeurs plus élevées : plus de 7% de $\text{Fe}_2 \text{O}_3$).

C'est dire que l'on notera des teneurs

- très fortes . en P, influence des détergents,
- . en Cu, Sn, Pb, pour lesquels l'effet des activités portuaires est évident,
- . en Zn, Ag, Ba et Bi.

. plus élevées : . en Li, B, V, Cr, As, Zr et Mo

. plus basses : . en Sr

En ce qui concerne le titane, les teneurs sont sensiblement les mêmes que celles de vases normales.

L'analyse du tout-venant de D69 donne des résultats qui conduisent aux mêmes conclusions établies pour les vases normales, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de variations significatives par rapport à la fraction inférieure à 63 microns de la vase polluée.

3.2.4 - Carbone organique(*annexe A9*)

Les teneurs en carbone organique des vases non polluées sont normales et sont fonction du degré de finesse de la vase. La valeur la plus forte est notée pour la vase ayant la plus grande proportion de particules inférieurs à 2 microns : 2,13% pour D8.

Pour les vases polluées, il est normal de trouver des teneurs nettement plus fortes : 4,95 et 6,44%.

CONCLUSIONS

L'étude sédimentologique et géochimique que nous avons entreprise apporte la confirmation des études antérieures pour ce qui concerne l'extension de la vasière littorale de Concarneau et de ce qu'il est convenu d'appeler la Grande Vasière et les caractéristiques granulométriques des sédiments, lesquels sont très hétérogènes. Les zones des vases franches sont assez limitées et bien indiqués sur la fig.3. Sur le plan géochimique et minéralogique, les "vases" du large offrent un faciès absolument classique pour un plateau continental en climat tempéré ; elles ne présentent aucune anomalie, soit dans le sens d'un excès ou d'une carence de tel ou tel élément.

En revanche, les échantillons du port de Concarneau sont, comme on pouvait le prévoir, tout à fait anormaux sur le plan géochimique avec des forts excès en divers éléments : C org, P, Cu, Zn, Mo, Sn, Pb et un déficit en Sr (qui s'explique par la diminution des coquillages). Les éléments excédentaires sont d'origine anthropique, P provenant des détergents, les éléments métalliques des activités industrielles (Sn : conserveries). La forme exacte sous laquelle sont exprimés ces éléments n'est pas connue. Des études antérieures (BOUYASSE, GONI et al, 1964) ont cependant montré que les milieux vaseux étaient favorables à la formation de sulfures (pyrite par exemple). Par ailleurs, une part non négligeable des éléments-traces est probablement piégée au niveau des feuillets argileux et de la matière organique.

Si l'on confronte ces premiers résultats aux utilisations possibles énumérées dans la première partie de ce travail, on peut faire les remarques générales suivantes :

a) Eléments-traces en agriculture :

Les vases du large ne présentent pas de faciès géochimique bien particulier ou, en d'autres termes, elles ne montrent pas d'excès notables en un élément, excès qui justifierait leur emploi pour guérir, par des moyens naturels, des carences spécifiques aux sols bretons (Cu en particulier).

En revanche, les vases polluées du port de Concarneau sont plus intéressantes. Mais, sans aucunement préjuger de l'opinion des ingénieurs agronomes de l'INRA auxquels nous transmettons nos données (cf annexe A 10) elles présentent néanmoins les inconvénients majeurs suivants qui sont d'ailleurs propres à toutes les vases, et que nous avons déjà cités plus haut :

- . les teneurs en éléments intéressants sont faibles. En prenant une teneur Cu de 200 g/t pour ces vases, en supposant que la moitié seulement de Cu métal est sous une forme assimilable et qu'il faut 30 kg/ha de Cu métal pour guérir une carence, c'est 300 t de vases qu'il faudrait épandre, en réalité d'avantage car les teneurs sont données sur échantillon sec et les vases contiennent jusqu'à plus de 100% d'eau.
- . Il est à craindre, qu'à côté de l'élément ou des éléments jugés favorables, compte tenu des particularités pédologiques locales, que les vases apportent en plus des éléments inutiles et toxiques qui, même s'ils sont éliminés ou piégés avant de parvenir aux parties comestibles des plantes, les rendent presque invendables ou inutilisables au plan commercial (voir à ce propos les difficultés rencontrées pour l'écoulement de certains composts issus du traitement des ordures).

Notre première impression est donc peu favorable à la poursuite d'études dans cette voie.

b) Remblais et épandages

Cet emploi, considéré uniquement comme une utilisation de produits dragués de toute façon et que l'on a quelque peine à stocker, nous paraît nettement plus intéressant. Il concerne donc encore les produits pollués extraits des zones portuaires. L'effort qu'il convient de faire pour connaître le comportement des produits épandus à l'air libre et les moyens d'améliorer ce comportement est relativement modeste : il consiste, en un premier temps, à bien reconnaître (par sondages) l'ensemble des sédiments à draguer, de façon à disposer, en temps voulu, des échantillons représentatifs de tout le volume concerné. C'est sur ces échantillons que seront effectués, par des laboratoires spécialisés (L.C.H.F.⁽¹⁾, par exemple) les essais de compaction à partir desquels les méthodes d'épandage et de drainage à employer seront recommandées.

Des essais agricoles en laboratoire, détermineront avec soin l'effet sur les plantes que l'on cherchera à faire pousser sur les zones d'épandage, des différents éléments constitutifs des vases (herbes pour élevage, cultures maraîchères etc.).

Il appartient bien entendu aux autorités locales de décider la création de nouveaux espaces de pacage ou de culture sur des terrains impropres à toute utilisation (landes, marais) dépendant de leur circonscription. Nous ne pouvons juger si il existe des besoins dans les zones littorales du Sud de la Bretagne, mais il nous a paru important de signaler la possibilité d'un tel emploi.

(1) Laboratoire central hydraulique de France

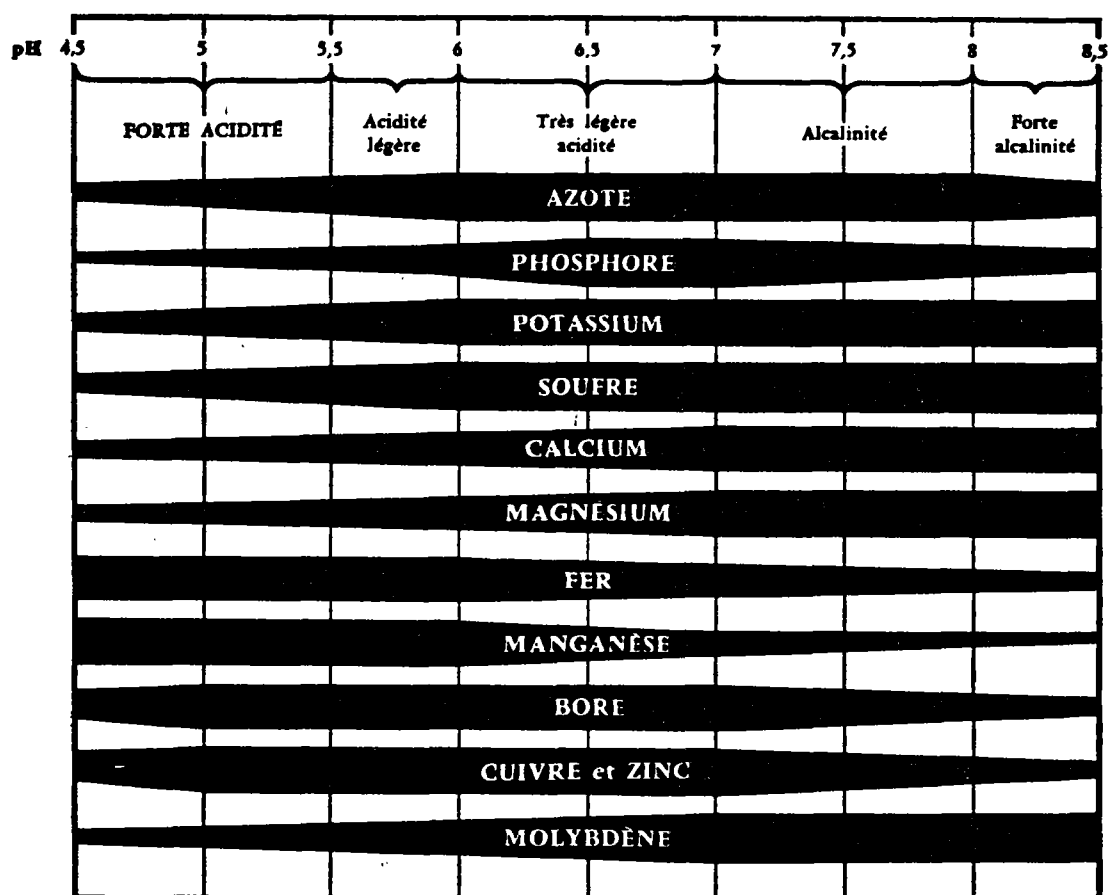
c) Argiles expansées

Pour autant qu'il se manifeste un marché pour ces produits, il serait intéressant de considérer avec attention les résultats obtenus dans l'optique de la fabrication d'argiles expansées. En nous référant aux argiles marines utilisées pour les essais américains que nous avons cités, certains des échantillons recueillis (les plus fins) semblent relativement proches. Un plus grand nombre d'échantillons seraient nécessaires pour affiner les analyses et surtout tenter, en laboratoire, des essais d'expansion. Si ceux-ci sont favorables, il conviendra de délimiter le gisement par des moyens de prospection classiques.

B I B L I O G R A P H I E

- ANDREIEFF P., BOUYSSÉ P., CHATEAUNEUF J. J., L'HOMER A. et SCOLARI G. (1971) - La couverture sédimentaire meuble du plateau continental externe de la Bretagne méridionale - *Cah. Océanogr.*, 23, 4, 343 - 381.
- BOILLOT G., BOUYSSÉ P., et LAMBOY M. (1971) - Morphology, sediments and Quaternary history of the continental shelf between the straits of Dover and Cape Finistère. In "the geology of the E. Atlantic continental margin" Cambridge. *Inst. Geol. Sc., Report 70/15*, 75 - 90.
- BOUYSSÉ P., GONI J., PARENT C. et LE CALVEZ Y. (1966) - Recherches sur le plateau continental (baie de la Vilanne). *Bull. B.R.G.M.*, 7, 2, 39 - 73.
- BOUYSSÉ P. et LE CALVEZ Y. (1967) - Etude des fonds marins compris entre Penmarc'h et Groix (Sud-Finistère). *Bull. B.R.G.M.*, 2, 39-73.
- COPPENET M. (1968) - Les oligo-éléments. *B.T.I.*, 231, 595 - 602.
- COPPENET M. (1974) - Le problème du chaulage à la lumière de la Science agronomique moderne. *Comité d'études et de liaisons des amendements calcaires PARIS*, 1 vol. 32 p.
- DEMANDER M. (1969) - L'argile expansée, ses propriétés, son traitement, ses emplois. *Rapp. interne B.R.G.M. (60 SGR 190 BGA)* 97 p.
- HOMMERIL P., LARSONNEUR C. et PINOT J. P., (1972) - Les sédiments du précontinent armoricain. *Bull. Soc. Géol. F.*, 7, 14, 237 - 247.
- LANCELOT Y., NESTEROFF W. D. et MELIERES F. (1970) - Sur la mise en place des dépôts grossiers du plateau continental dans la partie nord du golfe de Gascogne. *Bull. Soc. Géol. F.*, 7, 12, 5, 748-754.

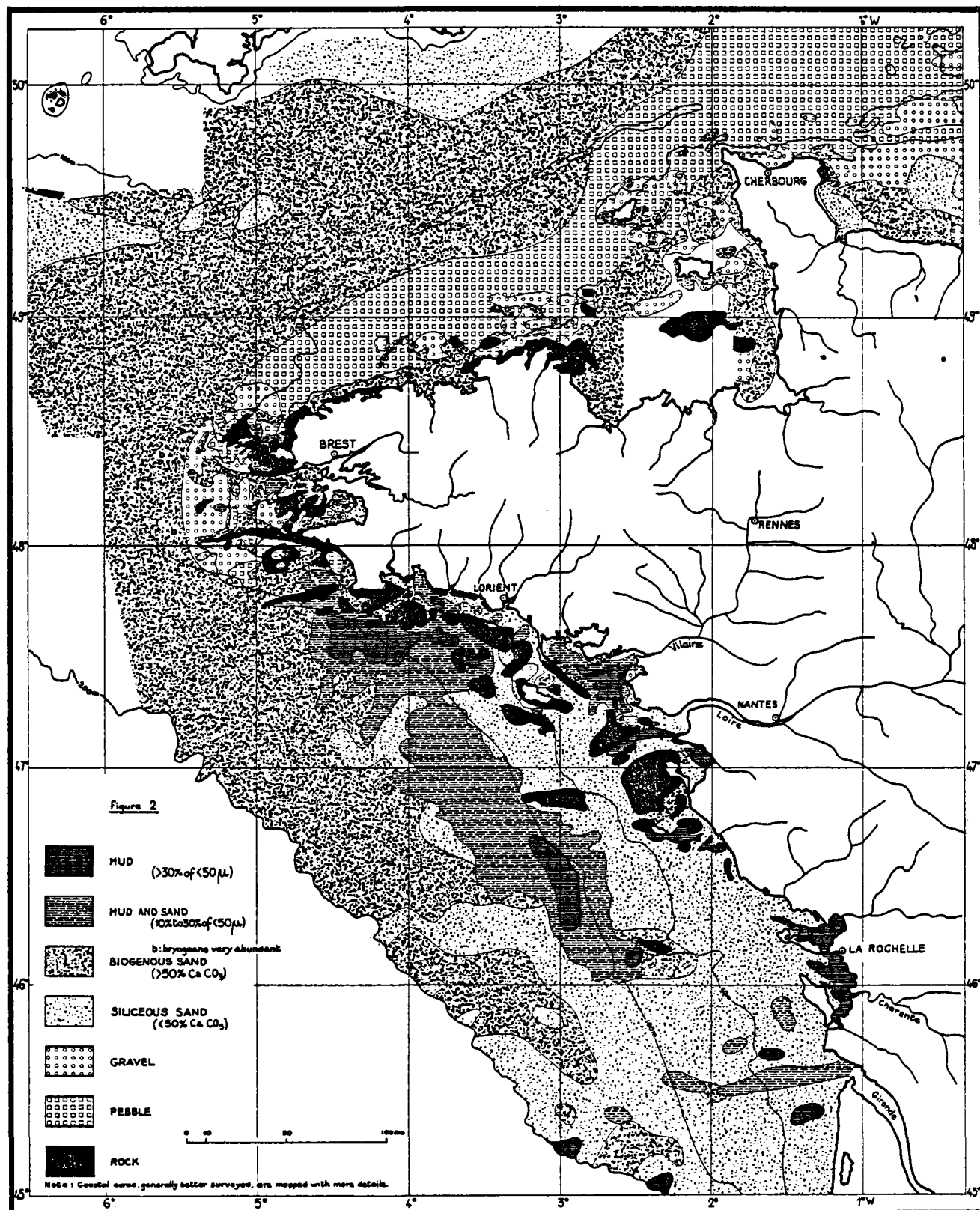
- MIGNOT C., (1976) - Etude des propriétés physiques des matériaux à draguer du type "vases" et leur utilisation en remblais. *Stage de formation continue E.N.P.C. "sondages et dragages"* 30 p.
- MILLOT G. (1964) - Géologie des argiles - *Masson et Cie, Paris*, 1 vol. 499 p.
- MUDROCH A. (1974) - Agricultural studies dredge spoils - *C.C.E.I., Burlington (Ontario) rapport interne* 14 p. + 14 tableaux.
- MUDROCH A. et CHEAM V. (1974) - Chemical changes in pore water from dredge spoil disposed on the pilot Island Mitchell Bay, Lake St Clair, Ontario - *C.C.I.E., dép. environnement, Burlington (Ontario) Rapport inédit* 7 p. + pl.
- NEKKER J.de et IN'T VELD J.K. (1975) - La boue draguée dans le port de Rotterdam et son influence sur l'environnement. *Terra et Aqua*, 8/9 34-40.
- PINOT J.P., (1974) - Le précontinent breton entre Penmarc'h, Belle-Ile et l'escarpement continental. Etude géomorphologique. *Thèse*, 1974, 256 p.
- RHOADS D.C., GORDON R.B., RIMASVAISNYS J. (1975) - Conversion of marine muds to lightweight Construction aggregate. *Env.Sci. and Techn. USA*, 9, 4, 360-362.
- RUMEAU J.L. et VANNEY J.R., (1968) - Eléments-traces de vases marines du plateau continental atlantique au SW du Massif Armoricaïn (Grande Vasière). *Bull.Centre Rech. Pau, S.N.P.A.*, 2,1, 69-81.
- SCOLARI G. et LILLE R. (1973) - Nomenclature et classification des roches sédimentaires (roches détritiques terrigènes et roches carbonatées). *Bull. BRGM, section IV*, 2, 57-127.
- VANNEY J.R., (1969) - Le précontinent du centre du golfe de Gascogne. *Thèse, Paris*, 365 p.
-

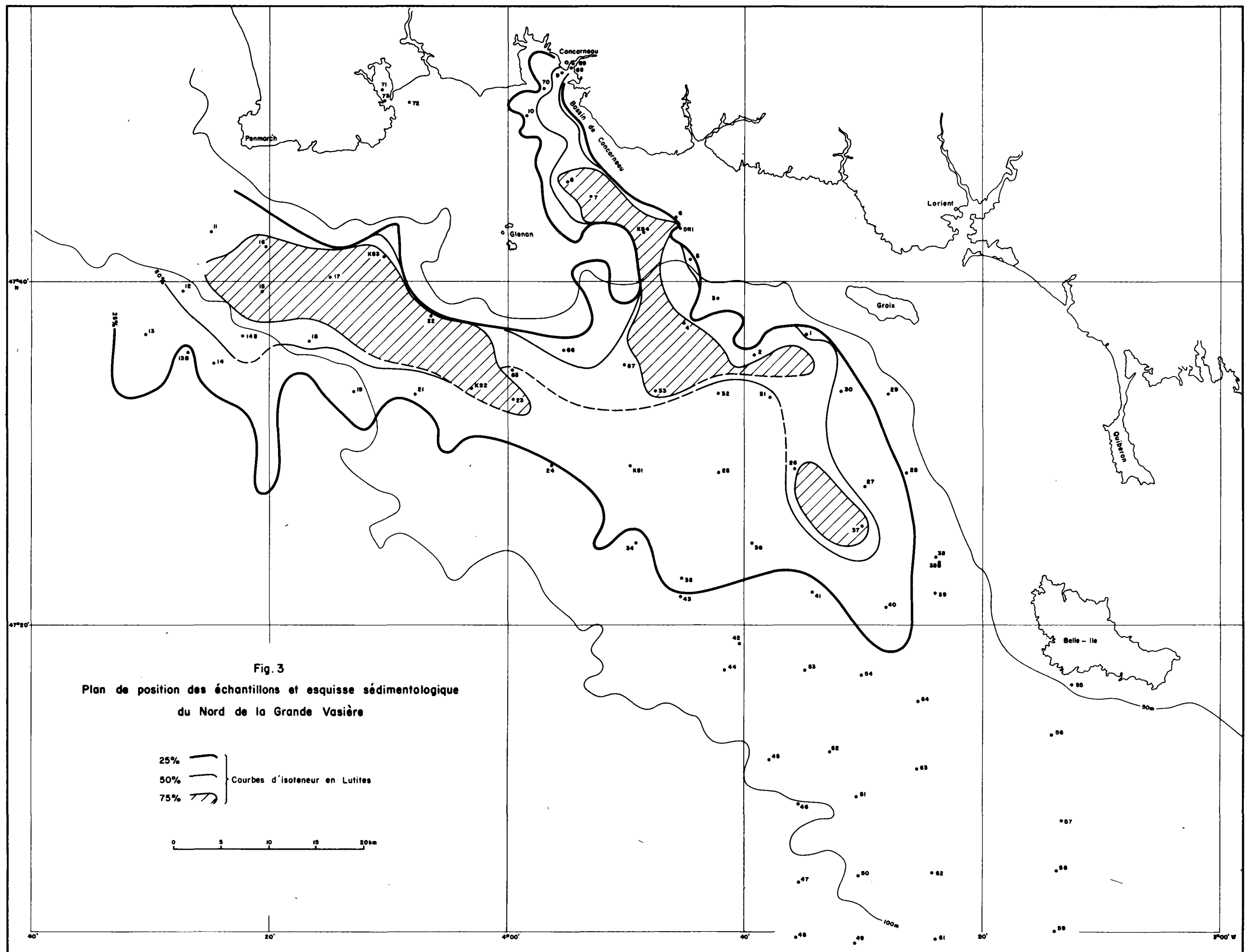


**Fig.1 - Assimilabilité des principaux éléments nutritifs
en fonction du pH des sols**

(d'après PETTINGER et TRUOG, in COPPENET, 1974)

Fig. 2 - Distribution schématique des sédiments meubles superficiels au large du massif armoricain (extrait de BOILLLOT, BOUYSSÉ et LAMBOY, 1971).





Extrait du rapport de la C.C.E.I. (Canada)
(Agricultural studies on dredge spoils,
MUDROCH, 1974)

- 5 -

RESULTSRYE GRASS - YIELD

- 1) During the experimental period rye grass planted in the four tests carried out with the Hamilton Harbour sediment (untreated, fertilized, mixed with soil, a 2 cm layer spread on the soil) could be cropped four times, and the partial and total mass yields were the greatest from all the sediments. Rye grass grown in the untreated and fertilized Humber Bay sediment was cropped four times but only three times when mixed with or spread on the top of the Grenville soil. The partial and total yields of Humber Bay rye grass followed closely those of Hamilton Harbour rye grass. On the other hand, rye grass grown in Port Stanley and Lake St. Clair sediments as well as in the Grenville soil could be cropped four times on the fertilized sediments and soil, but only three times during the other treatments. The specific, partial and total mass yields were significantly lower than those of Hamilton Harbour and Humber Bay sediment rye grass.
- 2) The application of a fertilizer to the sediment increased the yield of rye grass grown in Hamilton Harbour and Humber Bay sediments to a negligible extent. In contrast, the fertilizer increased significantly the growth of rye grass in Port Stanley and Lake St. Clair sediments as well as in Grenville soil, so that rye grass could be cut four times.

The majority of trace elements were taken up and accumulated in the plant roots and transferred to the other organs only in small amounts such that concentrations in leaves and fruit were below toxic levels.

The examined bottom sediments and the control soil contained variable amounts of mercury with the highest concentration (3.8 ppm) in Lake St. Clair sediment. (Table 9)

The Swedish Commission on Evaluating the Toxicity of Mercury in Fish studied the allowable daily intake of methylmercury and concluded that the amount of methylmercury up to 0.03 mg daily is safe for a 70 kg man. (Kurtland, 1971).

If mercury in the lettuce leaves grown in Lake St. Clair sediment were in the form of methylmercury, 30 g of these leaves (dry weight) would be the limit for consumption by a 70 kg man. The tomato plants grown in the same sediment accumulated mercury to a higher extent in the roots and the leaves (up to 2 ppm). However, the mercury content in the tomato fruits was only 45 ppb and thus 600 g of tomato fruit (dry weight) can be consumed daily by a 70 kg man without any harm. The concentration of mercury in rye grass grown in other sediments did not exceed that found in the Lake St. Clair sediment.

The levels of zinc in rye grass cuts and lettuce leaves grown in Hamilton Harbour sediment can be considered toxic (>200 ppm) to the plants and to the animal diet.

The other elements accumulated in greater amounts and considered toxic to plants or animal diet, in rye grass and lettuce leaves, were manganese and copper.

SUMMARY

- 1) With respect to the crop yield the investigated sediments can be classified as follows:
 - a) Hamilton Harbour sediment was most suitable to rye grass growing, second best for tomato growing, and unsuitable for lettuce.
 - b) Humber Bay was best for tomato growing, second best for rye grass and unsuitable for lettuce.
 - c) Port Stanley and Lake St. Clair sediments were unsuitable for tomato growing and the yield of rye grass and lettuce was poor. After fertilizer application the yield of lettuce increased markedly in both sediments, the increase of the rye grass yield was insignificant, and tomato plants produced fruit with small yield.
 - d) Grenville soil was found unsuitable for tomato and rye grass growing, but a good substrate for growing lettuce.
- 2) The uptake of elements, including toxic ones, was dependable mainly on the specific plants and less on the character of the sediments. Different plant tissues accumulated different quantities of elements, which were generally in the same range for sediments. Lettuce roots showed far greater accumulation of elements than the leaves. The highest accumulation of heavy metals in tomato plants was in the roots or leaves, followed by the stems. The tomato fruits took up the smallest quantities.

greatest amount of most elements, whereas the smallest concentrations of toxic elements were found in the fruit. The effect of Hamilton Harbour, Humber Bay and Port Stanley sediments on the element distribution in the specific organs is shown in Fig. 1.

TOMATO YIELD

- 1) Only tomato seedlings planted in untreated Hamilton Harbour and Humber Bay sediments bore fruit. The crop yield of the Humber Bay tomato fruit was greater than that of the Hamilton Harbour tomato fruit.
- 2) The fertilizer applied to the sediment increased significantly the crop yield of the Humber Bay and Hamilton Harbour tomato fruit and encouraged the tomato plants to produce fruits in Port Stanley and Lake St. Clair sediments.
- 3) The Grenville soil itself, and mixed with sediment, proved to be completely unsuitable for growing tomato under these experimental conditions. No fruit was harvested. (Table 4)

Element Uptake by Tomato Plants

- 1) Tomato plants did not take up elements proportionally to the element concentration in the sediments. They took up elements only to a certain limiting concentration characteristic for individual plant organs. (Table 5)

Element translocation from the Hamilton Harbour sediment into the tomato fruits is presented in Table 6. (Element concentrations in the sediment and in the fruit are expressed as ppm/dry weight).
- 2) Different organs of the tomato plants accumulated varying quantities of elements. Generally, roots and leaves took up the

sediments; therefore, the different uptake of trace elements may be considered as a cause of various yields. (Table 2)

- 3) Generally, lettuce grown in bottom sediments did not take up various elements proportionally to the element concentration in the sediments. It took up major and trace elements only to a certain limiting concentration. (Table 3)
- 4) Except for potassium, sodium and zinc (only for Hamilton Harbour sediments) the element concentration was always higher in the sediments. However, no relationship was found between the element concentrations in the sediment and those determined in lettuce leaves.
- 5) No unique pattern of element uptake by lettuce from the untreated and fertilized sediments was observed.

Generally lettuce grown in untreated sediments took up more zinc, cadmium, chromium, manganese and iron than lettuce grown in fertilized sediments but there were deviations from this statement.
- 6) Mixing sediments with the Grenville soil brought about either the decrease in the concentrations of specific elements in lettuce (copper, zinc, cadmium, chromium, magnesium, nitrogen and mercury) or else it did not affect the element uptake pattern.

and in Grenville soil. The increase in crop yield of Humber Bay lettuce was small. On the other hand, the application of a fertilizer decreased the crop yield of Hamilton Harbour sediment.

- 3) The dilution of all sediments with the Grenville soil in the 1:1 ratio increased the crop yield of lettuce, and in the case of Humber Bay, Port Stanley and Lake St. Clair sediments, to above that of the Grenville soil.
- 4) The 5 cm sediment layer placed on the top of the Grenville soil always had a beneficial effect on the crop yield of lettuce, which exceeded that of the Grenville soil.
- 5) All sediments placed on top of the Grenville soil acted as fertilizers to a certain degree and lettuce grown in these mixtures had a greater crop yield than that grown in the untreated Grenville soil.

The lettuce yields are shown in Fig. 3.

Element Uptake by Lettuce

- 1) Except for potassium, roots of lettuce grown in all four sediments and the Grenville soil accumulated greater quantities of analysed elements than the leaves did. The pattern of distribution is complex and needs further research.
- 2) Lettuce grown in Grenville soil took up the majority of trace elements in smaller concentrations than that grown in the bottom

- 4) No correlation was established between the concentration of the following elements in the sediments and that in rye grass:

lead, mercury, cobalt, nickel, molybdenum, manganese,
sodium, potassium, calcium, phosphorus and nitrogen

- 5) A correlation was established between the concentration of copper, zinc, chromium, iron and magnesium in the sediments and that in rye grass.

With increasing Cu and Zn content in the sediments, the corresponding metal content in rye grass increased.

Only a limited relationship was observed between the chromium and iron concentrations in the sediments and those in rye grass.

Rye grass planted in the Hamilton Harbour sediment had a greater chromium and iron concentration than rye grass planted in the other sediments.

However, with increasing Mg content in the sediment the Mg content in rye grass decreased.

LETTUCE YIELD

- 1) Lettuce grown in the Grenville soil gave by far a better crop yield than lettuce grown in the bottom sediments. The crop yield of lettuce increased in this order: Hamilton Harbour, Lake St. Clair, Humber Bay and Port Stanley.
- 2) The application of a fertilizer increased significantly the crop yield of lettuce grown in Lake St. Clair and Port Stanley sediments

- 3) The dilution of the sediments by the agriculture soil always decreased the partial and total mass yields. Rye grass planted in the agriculture soil with 2 cm sediment top layer showed the lowest yield. (Fig. 2)
- 4) Hamilton Harbour sediment acted as an efficient fertilizer for the agriculture soil. Rye grass yields in the fertilized agriculture soil and in the agriculture soil covered with a 2 cm Hamilton Harbour sediment were equal.

Rye Grass - Element Uptake

- 1) The concentrations of Cu, Zn, Pb, Co, Ni, Cd, Cr, Sr, Mn, Ca, Mg, Fe and Hg in sediments were always higher than those determined in rye grass.
- 2) The concentrations of Mo, Na, K, P and N were always higher in rye grass than those determined in sediments. (Table 1)
- 3) With every subsequent cut the amount of analyzed elements in rye grass
 - a) increased: cobalt, calcium, magnesium and phosphorus
 - b) decreased: copper, zinc, sodium, iron, nitrogen and mercury
 - c) remained constant: lead, cadmium, strontium and potassium
 - d) no trend established: nickel, molybdenum, chromium and manganese.

LISTE ORDINATEUR DES POSITIONS DES ECHANTILLONS ET D'ARCHIVE
DU BUREAU NATIONAL DES DONNEES OCEANOGRAPHIQUES (B.N.D.O.)

REPORT DES DONNEES

STAT760C2811	17608241020472908N	34950W	90	S	KS01
STAT760C2811	27608241245473316N	40300W	90	S	KS02
STAT760C2811	37608241500474091N	41016W	80	S	KS03
STAT760C2811	4760825 945473658N	33450W	60	D	DA01
GE9L760C2811	4	GLAT PLAGE: PRE/ VASE, SABLEUX M8U GRIS VERT/ GRAVIER RARE/			
STAT760C2811	57608251015473541N	33916W	68	D	DA02
GE9L760C2811	5	GLAT PLAGE: PRE/ VASE, SABLEUX M8U GRIS VERT/			
STAT760C2811	67608251045473875N	34183W	60	D	DA03
GE9L760C2811	6	GLAT PLAGE: PRE/ VASE, M8U GRIS VERT/ GRAVIER, ABONDANT/			
STAT760C2811	77608251120473725N	34508W	70	D	DA04
GE9L760C2811	7	GLAT PLAGE: PRE/ VASE, SABLEUX M8U GRIS VERT/			
STAT760C2811	87608251200474083N	34433W	50	D	DA05
GE9L760C2811	8	GLAT PLAGE: PRE/ VASE, SABLEUX M8U GRIS VERT/ GRAVIER, RARE/			
STAT760C2811	97608251240474252N	34525W	25	R	DR01
GE9L760C2811	9	PRIMAIRE: PRE/ SCHISTE/			
STAT760C2811	107608251245474325N	34566W	40	D	DA06
GE9L760C2811	10	GLAT PLAGE: PRE/ GRAVIER, VASEUX QUARTZEUX/ CAILLOUTIS/ BL0C			
GE9L760C2811	10	S /			
STAT760C2811	117608251345474241N	34816W	50	S	KS04
GE9L760C2811	11	GLAT PLAGE: PRE/ VASE, M8U GRIS VERT/			
STAT760C2811	127608251430474445N	35266W	38	D	DA07
GE9L760C2811	12	GLAT PLAGE: PRE/ VASE, M8U GRIS VERT/			
STAT760C2811	137608251445474528N	35466W	32	D	DA08
GE9L760C2811	13	GLAT PLAGE: PRE/ VASE, M8U GRIS VERT/			
STAT760C2811	147608251515475200N	35525W	28	D	DA09
GE9L760C2811	14	GLAT PLAGE: PRE/ VASE, M8U GRIS VERT/			
STAT760C2811	157608251540474925N	35225W	24	D	DA10
GE9L760C2811	15	GLAT PLAGE: PRE/ VASE, M8U GRIS VERT/			
STAT760C2811	16760826 715474250N	42483W	84	D	DA11
GE9L760C2811	16	GLAT PLAGE: PRE/ VASE, M8U GRIS VERT/			
GE9L760C2811	16	C (CORRALIGENES)			
STAT760C2811	17760826 805473907N	42716W	80	D	DA12
GE9L760C2811	17	GLAT PLAGE: PRE/ VASE, M8U GRIS VERT/			
STAT760C2811	18760826 900473650N	43033W	82	D	DA13
GE9L760C2811	18	GLAT PLAGE: PRE/ VASE, SABLEUX M8U GRIS VERT/			
STAT760C2811	19760826 930473550N	42675W	82	D	D13B
GE9L760C2811	19	GLAT PLAGE: PRE/ VASE, SABLEUX QUARTZEUX GRIS VERT/			
STAT760C2811	207608261000473483N	42466W	78	D	DA14
GE9L760C2811	20	GLAT PLAGE: PRE/ VASE, SABLEUX GRIS VERT/			
STAT760C2811	217608261030473641N	42225W	79	D	D14B
GE9L760C2811	21	GLAT PLAGE: PRE/ VASE, SABLEUX GRIS VERT/			
STAT760C2811	227608261100473900N	42058W	96	D	DA15
GE9L760C2811	22	GLAT PLAGE: PRE/ VASE, ARGILEUX GRIS VERT/			
STAT760C2811	237608261135474166N	42025W	90	D	DA16
GE9L760C2811	23	GLAT PLAGE: PRE/ VASE, ARGILEUX GRIS VERT/			
STAT760C2811	247608261220473983N	41500W	90	D	DA17
GE9L760C2811	24	GLAT PLAGE: PRE/ VASE, ARGILEUX GRIS VERT/			
STAT760C2811	257608261345473602N	41675W	100	D	DA18
GE9L760C2811	25	GLAT PLAGE: PRE/ VASE, ARGILEUX GRIS VERT/			
STAT760C2811	267608261440473320N	41266W	100	D	DA19
GE9L760C2811	26	GLAT PLAGE: PRE/ VASE, ARGILEUX GRIS VERT/			
STAT760C2811	277608261525473291N	40766W	96	D	DA21
GE9L760C2811	27	GLAT PLAGE: PRE/ VASE, SABLEUX M8U GRIS VERT/ VASE, M8U NOIR			
GE9L760C2811	27	S /			

STAT760C2F11	2876C8261605473758N	40625W	91	D	DA22
GE8L760C2F11	28	GLAT PLAGE: PRE/ VASE,	M8U GRIS VERT/		
STAT760C2811	2576C827 905473283N	35966W	96	D	DA23
GE8L760C2811	29	GLAT PLAGE: PRE/ VASE,	ARGILEUX GRIS VERT/		
STAT760C2811	3076C827100047290CN	35608W	96	D	DA24
GE8L760C2811	30	GLAT PLAGE: PRE/ VASE,	SABLEUX GRIS VERT/		
STAT760C2811	3176C8271130472883N	34216W	82	D	DA25
GE8L760C2811	31	GLAT PLAGE: PRE/ SABLE,	VASEUX GRIS VERT/		
STAT760C2811	3276C8271215472911N	33575W	80	D	DA26
GE8L760C2811	32	GLAT PLAGE: PRE/ VASE,	ARGILEUX GRIS VERT/		
STAT760C2811	3376C8271250472816N	33000W	72	D	DA27
GE8L760C2811	33	GLAT PLAGE: PRE/ VASE,	GRIS VERT/		
STAT760C2811	3476C8271315472908N	32658W	50	D	DA28
GE8L760C2811	34	GLAT PLAGE: PRE/ SABLE,	JAUNE QUARTZEUX/		
STAT760C2811	3576C8271350473366N	32825W	52	D	DA29
GE8L760C2811	35	GLAT PLAGE: PRE/ GRAVIER/			
STAT760C2811	3676C8271420473375N	33208W	62	D	DA30
GE8L760C2811	36	GLAT PLAGE: PRE/ VASE,	SABLEUX GRIS VERT		
STAT760C2811	3776C8271445473333N	33800W	72	D	DA31
GE8L760C2811	37	GLAT PLAGE: PRE/ VASE,	GRIS VERT/		
STAT760C2811	3876C827152047335CN	34225W	75	D	DA32
GE8L760C2811	38	GLAT PLAGE: PRE/ VASE,	SABLEUX QUARTZEUX COQUILLIER GRIS VER		
GE8L760C2811	38	S	T/ GALET/		
STAT760C2811	3976C827155547335CN	34750W	85	D	DA33
GE8L760C2811	39	GLAT PLAGE: PRE/ VASE,	ARGILEUX GRIS VERT/		
STAT760C2811	4076C8230 840472448N	34800W	94	D	DA34
GE8L760C2811	40	GLAT PLAGE: PRE/ SABLE,	FIN VASEUX GRIS VERT/		
STAT760C2811	4176C8230 93547226CN	34490W	95	D	35
GE8L760C2811	41	GLAT PLAGE: PRE/ VASE,	SABLEUX GRIS VERT/		
STAT760C2811	4276C82301000472475N	33905W	91	D	36
GE8L760C2811	42	GLAT PLAGE: PRE/ VASE,	SABLEUX COQUILLIER GRIS VERT/ GRAVIER		
GE8L760C2811	42	S	, RARE/ GALET, RARE/		
STAT760C2811	4376C8230105047258CN	33000W	82	D	37
GE8L760C2811	43	GLAT PLAGE: PRE/ VASE,	FIN M8U ARGILEUX GRIS VERT/		
STAT760C2811	4476C82301130472402N	32375W	60	D	38
GE8L760C2811	44	PRIMAIRE: PRE/ INC8NNU/			
STAT760C2811	4576C8230113547238CN	32350W	60	D	D38B
GE8L760C2811	45	GLAT PLAGE: PRE/ GRAVIER,	COQUILLIER GROSSIER/ VASE, RARE/ C		
GE8L760C2811	45	S	AILL8UTIS/		
STAT760C2811	4676C82301215472198N	32380W	72	D	39
GE8L760C2811	46	GLAT PLAGE: PRE/ SABLE,	VASEUX GROSSIER/ GRAVIER/ GALET/ CAI		
GE8L760C2811	46	S	LL8UTIS/		
STAT760C2811	4776C8230124047211CN	32790W	80	D	40
GE8L760C2811	47	GLAT PLAGE: PRE/ VASE,	SABLEUX GRIS VERT/		
STAT760C2811	4876C8230132047220CN	33400W	87	D	41
GE8L760C2811	48	GLAT PLAGE: PRE/ DEP8T,	COQUILLIER/ VASE, RARE/		
STAT760C2811	4976C8230135047188CN	34000W	90	D	42
GE8L760C2811	49	GLAT PLAGE: PRE/ SABLE,	FIN VASEUX QUARTZEUX COQUILLIER GRIS		
GE8L760C2811	49	S	VERT/		
STAT760C2811	5076C82301430472155N	34500W	93	D	43
GE8L760C2811	50	GLAT PLAGE: PRE/ SABLE,	FIN VASEUX COQUILLIER QUARTZEUX GRIS		
GE8L760C2811	50	S	VERT/		
STAT760C2811	5176C82311000471727N	34120W	99	D	44
GE8L760C2811	51	GLAT PLAGE: PRE/ VASE,	SABLEUX GRIS VERT/		
STAT760C2811	5276C8231110047120CN	33730W	100	D	45
GE8L760C2811	52	GLAT PLAGE: PRE/ SABLE,	VASEUX QUARTZEUX GRIS VERT/		

```

-----
STAT760C2811 5376C8311140470945N 33495W 102 D DA46
GE8L760C2811 53 QLAT PLAGE: PRE/ VASE, SABLEUX GRIS VERT/
-----
STAT760C2811 5476C8311225470485N 33473W 102 D DA47
GE8L760C2811 54 QLAT PLAGE: PRE/ SABLE, VASEUX QUARTZEUX COQUILLIER GRIS VER
GE8L760C2811 54 S T/
-----
STAT760C2811 5576C831125547016CN 3349CW 107 D DA48
GE8L760C2811 55 QLAT PLAGE: PRE/ SABLE, VASEUX QUARTZEUX COQUILLIER GRIS VER
GE8L760C2811 55 S T/
-----
STAT760C2811 5676C831133547013CN 33005W 105 D DA49
GE8L760C2811 56 QLAT PLAGE: PRE/ VASE, SABLEUX GRIS VERT/
-----
STAT760C2811 5776C831142047053CN 32985W 98 D DA50
GE8L760C2811 57 QLAT PLAGE: PRE/ SABLE, VASEUX GRIS VERT/
-----
STAT760C2811 5876C831150547099CN 3301CW 97 D DA51
GE8L760C2811 58 QLAT PLAGE: PRE/ VASE, GRIS VERT/ SABLE, QUARTZEUX COQUILLIE
GE8L760C2811 58 S R/ GRAVIER, FIN/
-----
STAT760C2811 5976C831153047125CN 33235W 93 D DA52
GE8L760C2811 59 QLAT PLAGE: PRE/ SABLE, VASEUX GRIS VERT/
-----
STAT760C2811 6076C8311620471725N 3346CW 90 D DA53
GE8L760C2811 60 QLAT PLAGE: PRE/ SABLE, VASEUX GRIS VERT/
-----
STAT760C2811 6176C8311650471705N 3298CW 88 D DA54
GE8L760C2811 61 QLAT PLAGE: PRE/ SABLE, VASEUX GRIS VERT/
-----
STAT760C2811 6276C901 805471675N 31235W 57 D DA55
GE8L760C2811 62 QLAT PLAGE: PRE/ DEPOT, COQUILLIER/ VASE, RARE/ GRAVIER/
-----
STAT760C2811 6376C901 83047137CN 3140CW 68 D DA56
GE8L760C2811 63 QLAT PLAGE: PRE/ DEPOT, COQUILLIER FIN/ SABLE, RARE GROSSIER
GE8L760C2811 63 S OCRE
-----
STAT760C2811 6476C901 910470875N 31305W 76 D DA57
GE8L760C2811 64 QLAT PLAGE: PRE/ DEPOT, COQUILLIER FIN/ SABLE, RARE GROSSIER
GE8L760C2811 64 S / GRAVIER, OCRE/
-----
STAT760C2811 6576C901 935470575N 3135CW 81 D DA58
GE8L760C2811 65 QLAT PLAGE: PRE/ SABLE, FIN QUARTZEUX OCRE/
-----
STAT760C2811 6676C9011010470212N 3135CW 86 D DA59
GE8L760C2811 66 QLAT PLAGE: PRE/ GRAVIER, QUARTZEUX COQUILLIER OCRE/ VASE,
GE8L760C2811 66 S GRIS VERT/
-----
STAT760C2811 6776C901104547006CN 3182CW 94 D DA60
GE8L760C2811 67 QLAT PLAGE: PRE/ SABLE, VASEUX COQUILLIER QUARTZEUX/
-----
STAT760C2811 6876C901113547016CN 32345W 102 D DA61
GE8L760C2811 68 QLAT PLAGE: PRE/ VASE, SABLEUX GRIS VERT/
-----
STAT760C2811 6976C901121047055CN 32375W 100 D DA62
GE8L760C2811 69 QLAT PLAGE: PRE/ VASE, ARGILEUX SABLEUX GRIS VERT/
-----
STAT760C2811 7076C901131047116CN 32512W 90 D DA63
GE8L760C2811 70 QLAT PLAGE: PRE/ SABLE, VASEUX COQUILLIER QUARTZEUX/ GRAVIER
GE8L760C2811 70 S /
-----
STAT760C2811 7176C901134547156CN 3251CW 89 D DA64
GE8L760C2811 71 QLAT PLAGE: PRE/ SABLE, VASEUX GRIS VERT/
-----
STAT760C2811 7276C902 95047344CN 3555CW 93 D DA65
GE8L760C2811 72 QLAT PLAGE: PRE/ VASE, SABLEUX GRIS VERT/
-----
STAT760C2811 7376C902103047355CN 35525W 85 D DA66
GE8L760C2811 73 QLAT PLAGE: PRE/ VASE, SABLEUX VERT/
GE8L760C2811 73 C (SABLE CONSTITUE DE DEBRIS DE ROCHE VERTE METAMORPHIQUE)
-----
STAT760C2811 7476C9021100473475N 3500CW 84 D DA67
GE8L760C2811 74 QLAT PLAGE: PRE/ VASE, MBU COQUILLIER/
GE8L760C2811 74 C (NOMBREUX PETITS OSTREA)
-----
STAT760C2811 7576C9021355475247N 35453W 5 D DA68
GE8L760C2811 75 QLAT PLAGE: PRE/ VASE, NOIR ALTERE/
-----
STAT760C2811 7676C9021400475247N 35487W D DA69
GE8L760C2811 76 QLAT PLAGE: PRE/ VASE, NOIR ALTERE/

```

```

-----
STAT76CC2811 777609021425475075N 35685W D DA70
GEOL76CC2811 77 GLAT PLAGE: PRE/ VASE, SABLEUX GRIS VERT/
-----
STAT76CC2811 787609021530474995N 40820W 6 D DA71
GEOL76CC2811 78 GLAT PLAGE: PRE/ SABLE, GRIS COQUILLIER QUARTZEUX/
-----
STAT76CC2811 797609021550475067N 41050W D DA72
GEOL76CC2811 79 GLAT PLAGE: PRE/ SABLE, ECRE COQUILLIER QUARTZEUX/
-----
STAT76CC2811 807609021600475010N 41041W D DA73
GEOL76CC2811 80 GLAT PLAGE: PRE/ SABLE, VASEUX GRIS NOIR/
-----

```

NUMBRE DE POINTS DE LOCALISATION DE DONNEES

LAMEDA = 80

0026 * I/OBYTES 6256 * I/OERRORS 0000 *

STOP C

SYSTEM MESSAGE ALP ** SPL 999 * DEVICE MT02 *** VOLUME 0445 * I/OCALL

JOB STEP 03 TERMINATED AT 15*01*42* AFTER 0000.40 MIN

* CORE USED 0028 DISC USED 0012 WAIT TIME 0000.75

TIME	TIME+CORE	CORE-USE	TIME+DISC	DISC-USE
01.08	84.45	80%	87.12	10%

DS I/O-BYTES	DS I/O-CALLS	SHR I/O-BYTES	SHR I/O-CALLS	CR CARDS	CP CARDS	LP PAGES
-----------------	-----------------	------------------	------------------	-------------	-------------	-------------

2031968	1C7C	00	00	583	00	26
---------	------	----	----	-----	----	----

K 1 MT
C1
C1
C1-C8
6256
26

JOB TERMINATED N3A4-T-TC-CP US05 15*01*42*

RESULTATS DES ANALYSES GRANULOMETRIQUES ET CALCUL DES PARAMETRES

VASES MARINES AMOUR

NUMERO	X	Y	RUDIT	AREN	LUTIT	SILT	ARG	TYPE	MOYEN	ASYM	ANGU	MD	MDU2	HO	D FW	TRASK	ASO	TRASK
			%	%	%	%	%	PHI	MM			MM	MM	ALPHA	PHI		ALPHA	
D-1:	0.0	0.0	0.2	73.3	26.5	17.6	8.9	1.971	0.143	1.42	4.35	0.201	0.252	4.37	*****	2.75	2.56	1.48
D-2:	0.0	0.0	0.0	32.4	67.6	49.4	18.2	1.745	0.032	0.37	2.72	0.019	0.063	5.92	*****	3.93	1.01	1.00
D-3:	0.0	0.0	22.1	65.3	12.6	8.7	3.9	2.120	0.958	2.53	8.99	1.302	1.571	1.67	1.998	1.47	0.05	-1.22
D-4:	0.0	0.0	0.0	19.5	30.5	44.9	35.6	1.784	0.031	0.56	2.66	0.005	0.063	*****	*****	*****	*****	*****
D-5:	0.0	0.0	5.5	63.0	31.5	18.1	13.4	2.438	0.121	0.06	3.14	0.095	0.101	5.87	*****	3.88	2.73	1.28
D-7:	0.0	0.0	4.7	18.2	77.1	46.4	30.7	2.664	0.018	-1.60	4.99	0.006	0.006	*****	*****	*****	*****	*****
D-8:	0.0	0.0	0.0	8.4	91.6	49.2	42.4	1.238	0.006	-1.15	3.60	0.003	0.006	*****	*****	*****	*****	*****
D-9:	0.0	0.0	1.1	34.9	64.0	35.6	28.4	2.047	0.043	0.64	3.58	0.014	0.063	*****	*****	*****	*****	*****
D-10:	0.0	0.0	1.2	59.7	39.1	24.2	14.9	1.809	0.063	0.47	4.45	0.064	0.101	5.56	*****	3.62	3.39	1.43
D-11:	0.0	0.0	20.1	28.1	51.8	34.8	17.0	4.148	0.092	-0.45	1.74	0.038	0.036	12.52	*****	18.06	-2.95	-0.16
D-12:	0.0	0.0	0.1	45.5	54.4	33.1	21.3	2.320	0.091	0.72	2.32	0.038	0.252	9.18	*****	8.34	1.70	0.83
D-13:	0.0	0.0	5.7	59.3	36.0	21.0	15.0	2.530	0.172	0.68	2.90	0.118	0.398	8.24	*****	6.71	2.60	0.85
D-13B:	0.0	0.0	0.0	85.3	14.7	10.8	3.9	1.604	0.195	2.17	7.54	0.252	0.378	1.98	1.794	1.58	0.34	1.61
D-14:	0.0	0.0	0.2	67.6	32.2	21.4	10.8	1.848	0.074	0.76	3.66	0.081	0.063	4.95	*****	3.14	1.86	1.16
D-14B:	0.0	0.0	1.4	42.7	55.9	31.4	24.5	2.046	0.054	0.08	3.97	0.035	0.063	8.69	*****	7.46	3.39	1.16
D-15:	0.0	0.0	0.0	18.3	81.7	53.8	27.9	1.765	0.026	0.32	2.60	0.008	0.063	*****	*****	*****	*****	*****
D-16:	0.0	0.0	0.0	21.6	78.4	57.7	20.7	1.645	0.025	0.49	2.18	0.013	0.063	5.89	*****	3.90	0.47	0.95
D-17:	0.0	0.0	0.1	22.4	77.5	48.6	28.9	1.617	0.031	0.58	3.08	0.012	0.063	*****	*****	*****	*****	*****
D-18:	0.0	0.0	0.0	46.8	53.2	34.9	18.3	1.986	0.062	0.83	2.54	0.041	0.157	7.52	*****	5.68	1.80	0.98
D-19:	0.0	0.0	0.0	64.0	36.0	24.5	11.5	2.051	0.088	1.22	3.31	0.126	0.252	6.52	*****	4.51	4.30	1.66

VASES MARINES AMOUR

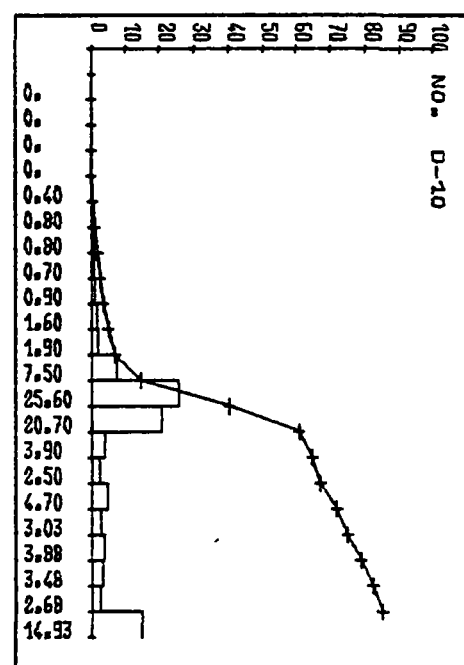
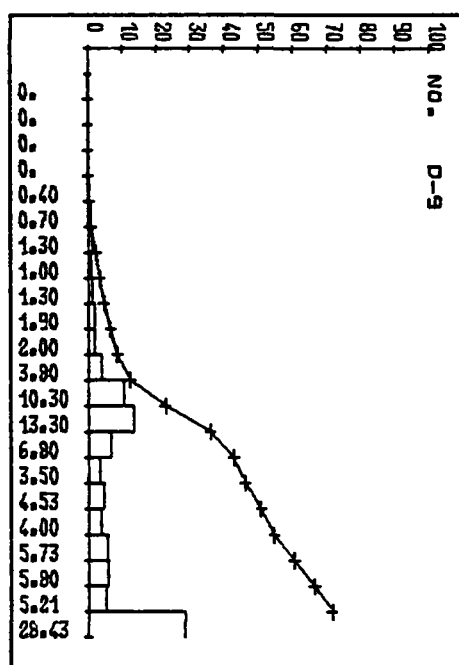
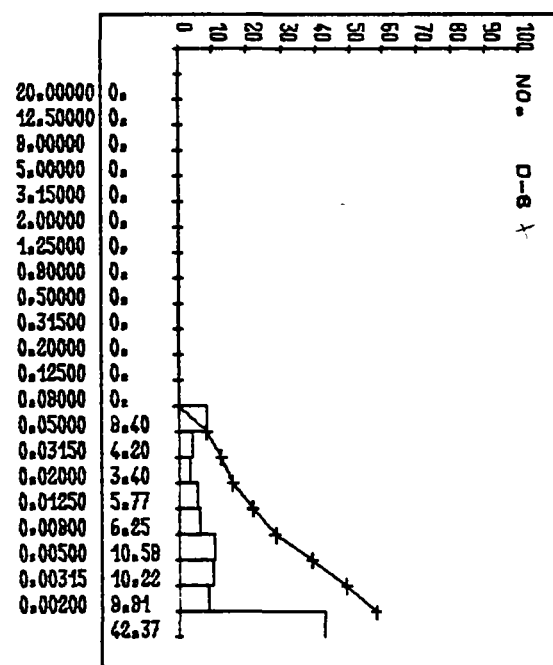
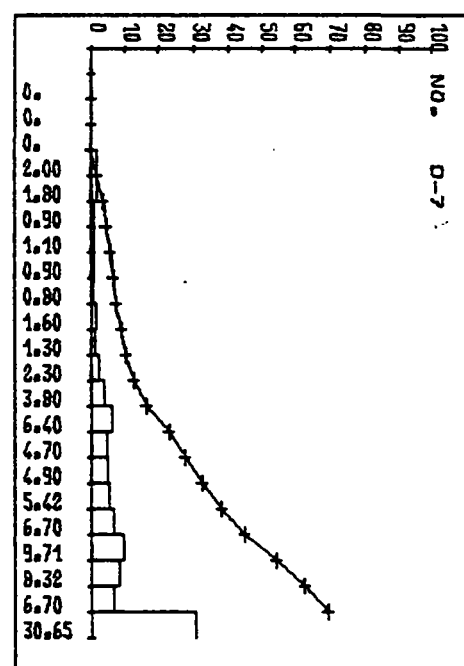
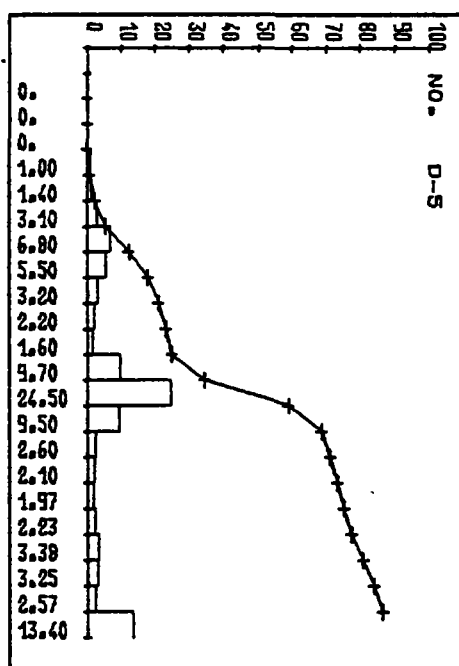
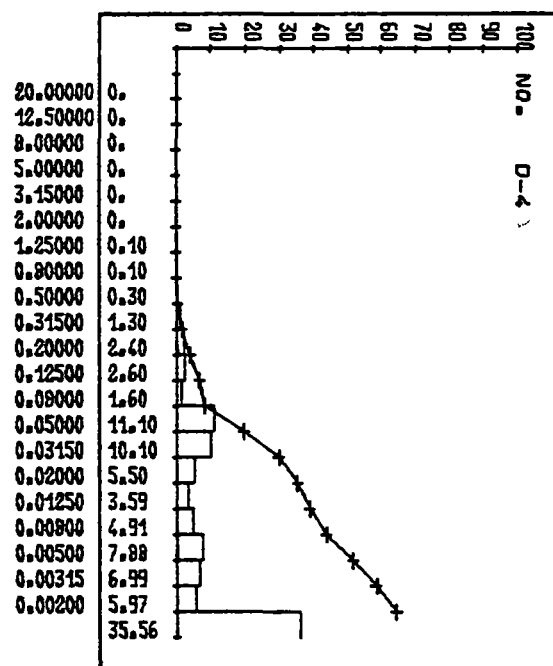
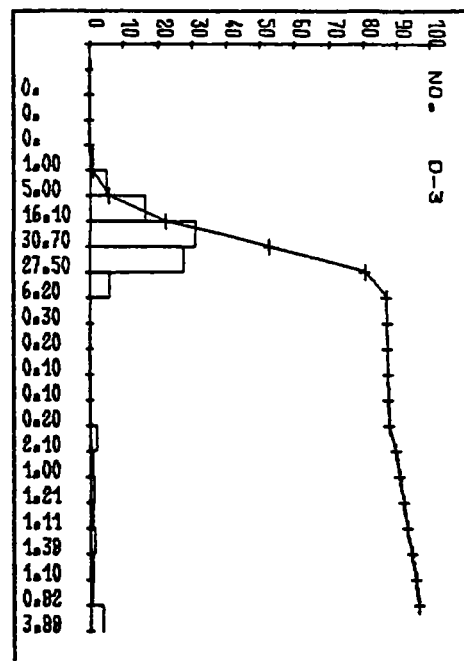
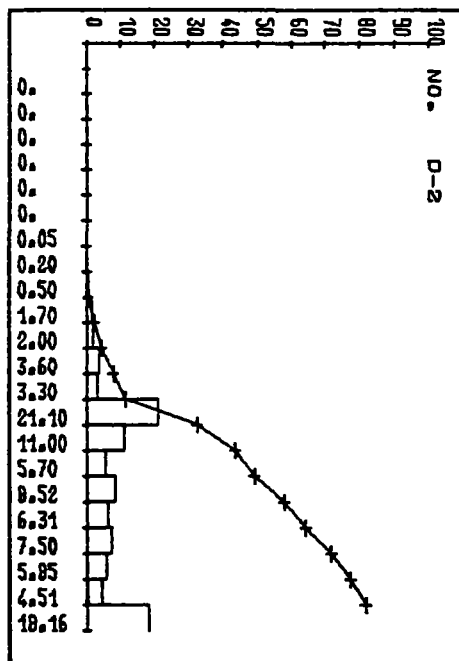
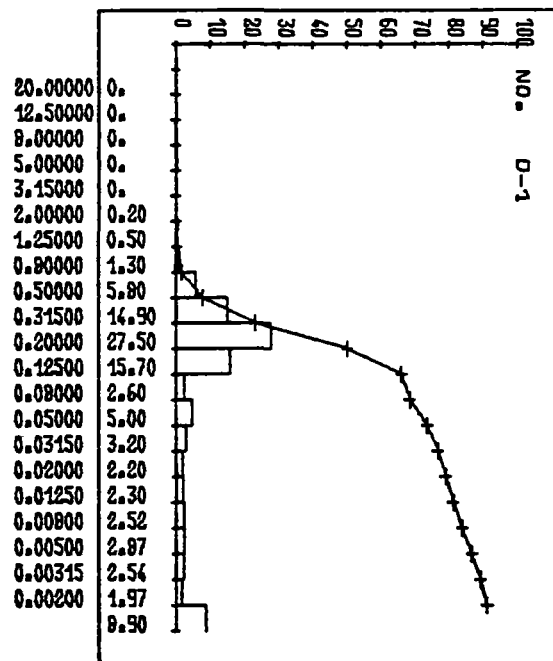
NUMERO	X	Y	RUDIT	AREN	LUTIT	SILT	ARG	TYPE	HOYEN	ASYM	ANGU	MD	MODE	HQ	D	FW	TRASK	ASQ	TRASK
								PHI	MM			MM	MM	ALPHA	PHI		ALPHA		
D-21	0.0	0.0	0.0	71.4	28.6	17.4	11.2	1.691	0.106	1.76	5.28	0.146	0.157	4.23	*****	2.66	3.07	1.61	
D-22	0.0	0.0	0.0	16.0	84.0	49.1	34.9	1.480	0.016	-0.40	3.49	0.005	0.016	*****	*****	*****	*****	*****	
D-23	0.0	0.0	0.0	10.2	81.8	55.5	26.2	1.826	0.024	0.34	2.06	0.007	0.063	*****	*****	*****	*****	*****	
D-24	0.0	0.0	0.1	81.7	18.2	12.8	5.4	1.518	0.126	1.85	6.98	0.154	0.157	1.42	*****	1.39	0.40	1.07	
D-25	0.0	0.0	0.0	89.4	10.6	7.9	2.7	1.385	0.205	2.22	9.37	0.232	0.252	1.53	1.400	1.42	0.18	1.00	
D-26	0.0	0.0	0.0	28.3	71.7	48.3	23.4	1.640	0.033	0.58	2.88	0.016	0.063	6.78	*****	4.79	1.56	1.04	
D-27	0.0	0.0	0.3	67.6	32.1	19.4	12.7	1.948	0.119	1.20	3.96	0.133	0.252	5.55	*****	3.61	2.94	1.35	
D-30	0.0	0.0	7.1	59.6	33.3	23.6	9.7	2.559	0.111	-0.14	2.76	0.075	0.063	6.42	*****	4.41	-0.51	0.58	
D-31	0.0	0.0	1.2	50.1	48.7	32.8	15.9	2.321	0.071	-0.03	2.63	0.052	0.063	7.29	*****	5.39	1.72	0.96	
D-32	0.0	0.0	11.8	44.4	43.8	27.1	16.7	3.001	0.199	0.51	2.49	0.206	0.398	9.95	*****	9.98	5.62	1.20	
D-33	0.0	0.0	0.0	21.3	78.7	47.5	31.2	1.691	0.029	0.25	2.95	0.008	0.040	*****	*****	*****	*****	*****	
D-35	0.0	0.0	0.5	72.1	27.4	18.1	9.3	2.054	0.160	1.33	4.00	0.229	0.398	5.05	*****	3.21	2.89	1.48	
D-36	0.0	0.0	21.5	36.4	42.1	24.8	17.3	3.683	0.473	0.68	2.11	0.277	6.287	12.18	*****	16.67	4.79	-1.33	
D-37	0.0	0.0	0.0	24.1	75.9	47.5	28.4	1.679	0.031	0.67	2.85	0.010	0.063	*****	*****	*****	*****	*****	
D-40	0.0	0.0	0.2	61.2	38.6	26.6	12.0	1.975	0.081	1.03	3.27	0.096	0.157	6.15	*****	4.14	3.21	1.37	
D-46	0.0	0.0	7.3	71.7	20.8	14.1	6.7	2.363	0.230	0.70	3.48	0.259	0.157	5.05	*****	3.21	0.69	0.50	
D-51	0.0	0.0	22.9	58.4	18.7	12.6	6.1	2.606	0.582	1.51	4.68	0.814	0.629	3.60	*****	2.30	0.08	*****	
D-62	0.0	0.0	9.1	67.3	23.6	14.3	9.3	2.447	0.175	0.20	2.99	0.123	0.101	5.47	*****	3.54	-1.97	0.25	
D-64	0.0	0.0	18.4	61.8	19.8	13.4	6.4	2.640	0.454	1.06	3.71	0.596	0.629	5.73	*****	3.76	1.81	-3.27	
D-65	0.0	0.0	76.1	7.3	16.6	9.6	7.0	3.656	7.581	2.08	5.89	*****	*****	4.81	*****	3.04	4.03	0.36	

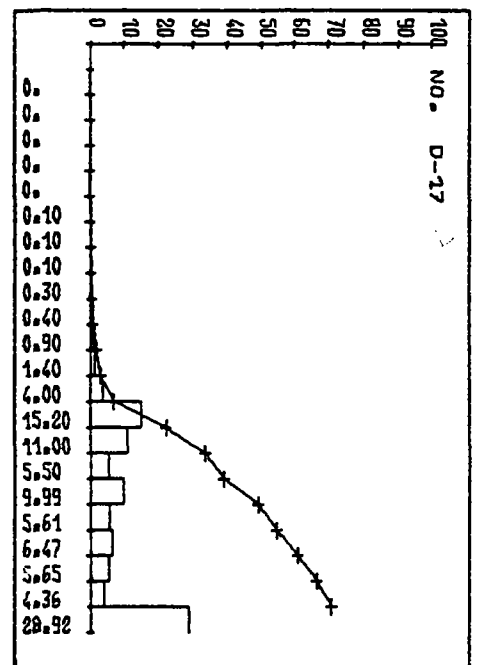
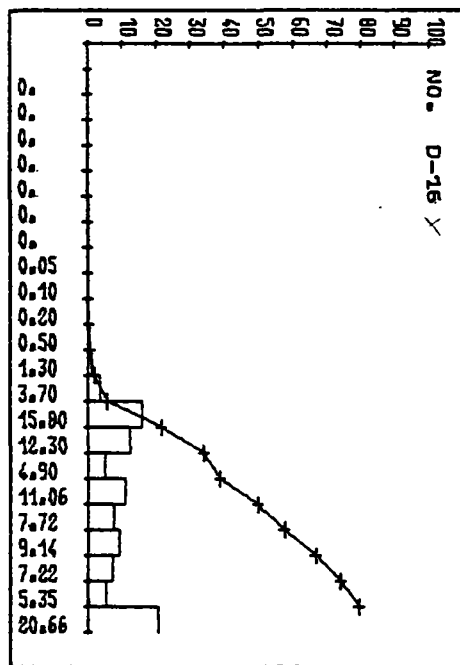
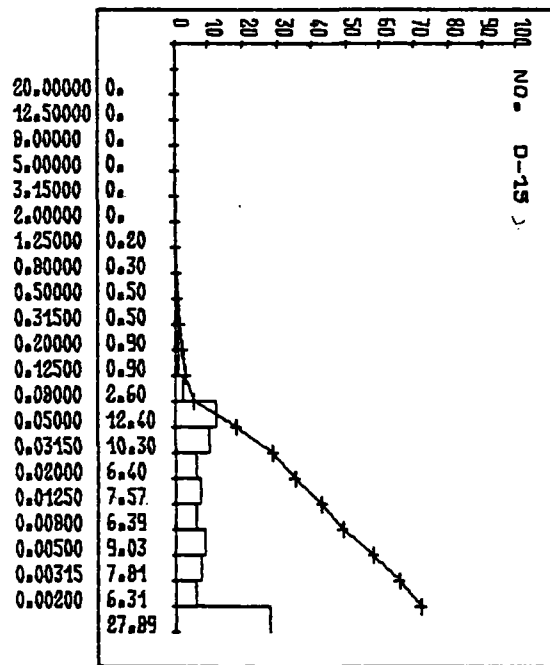
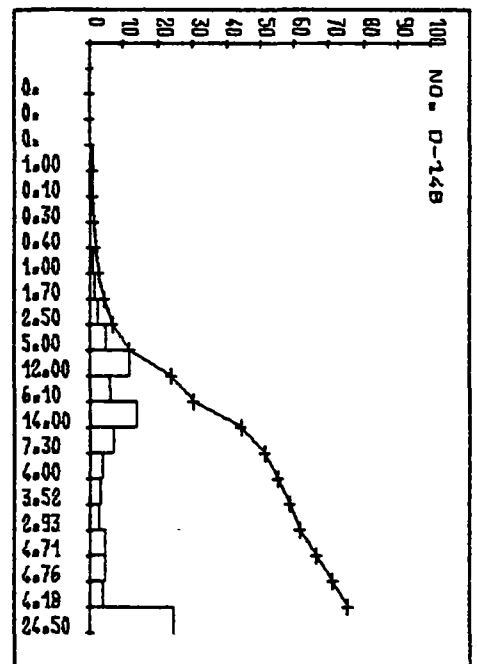
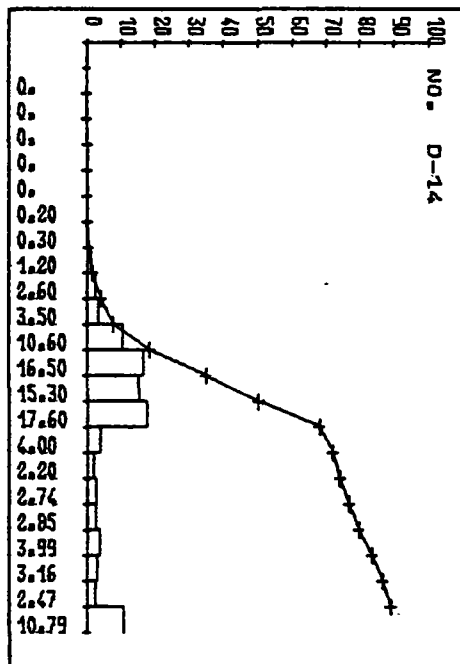
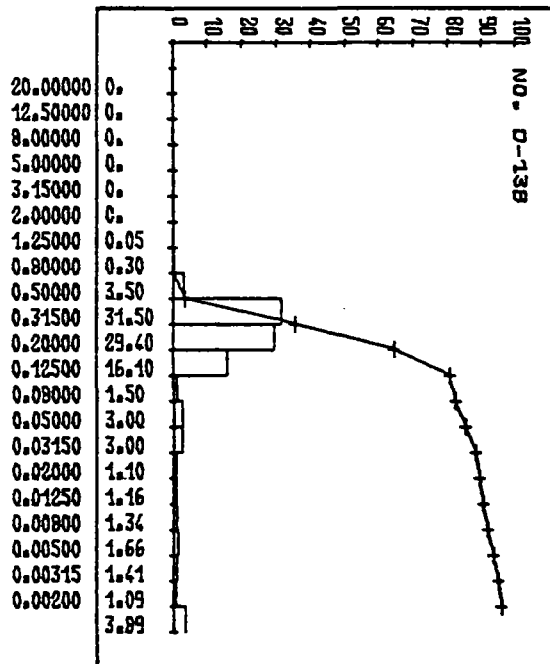
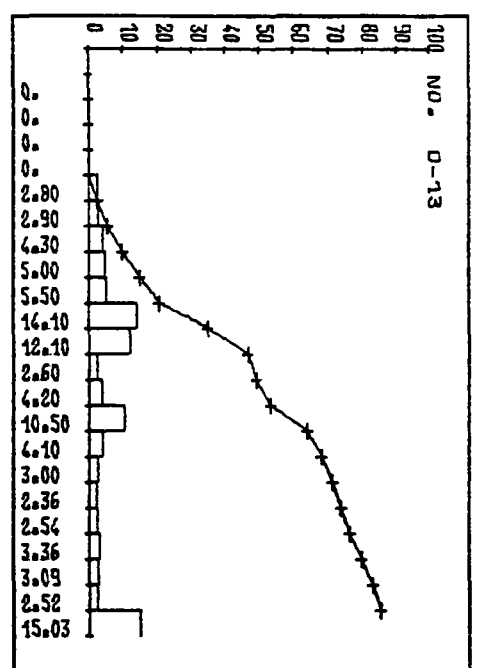
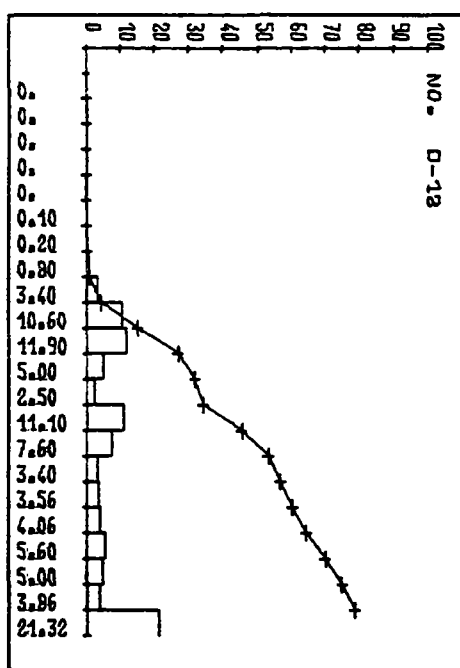
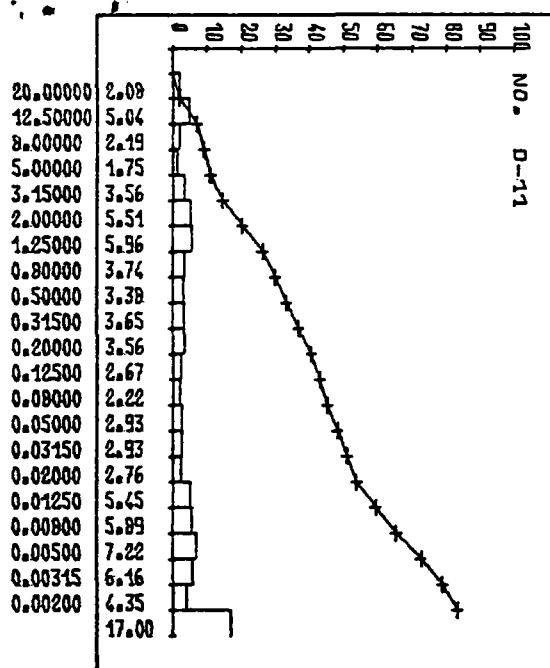
VASES MARINES AMOUR

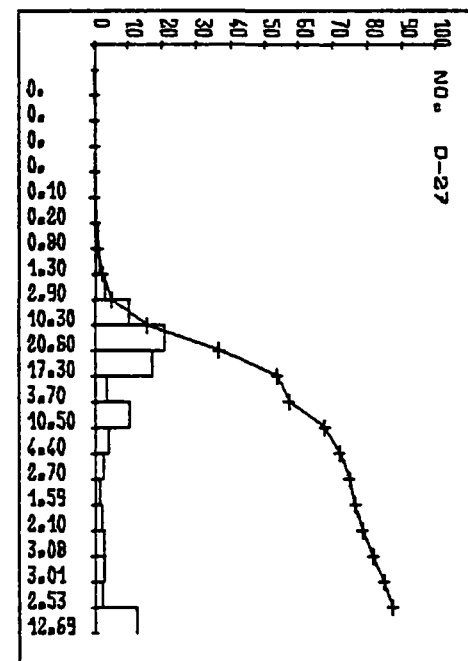
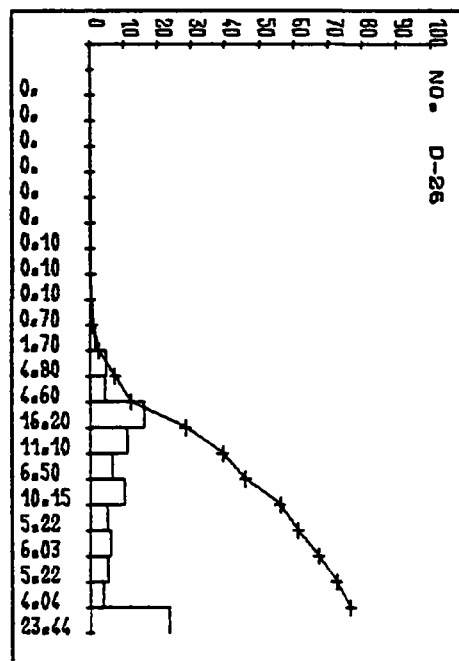
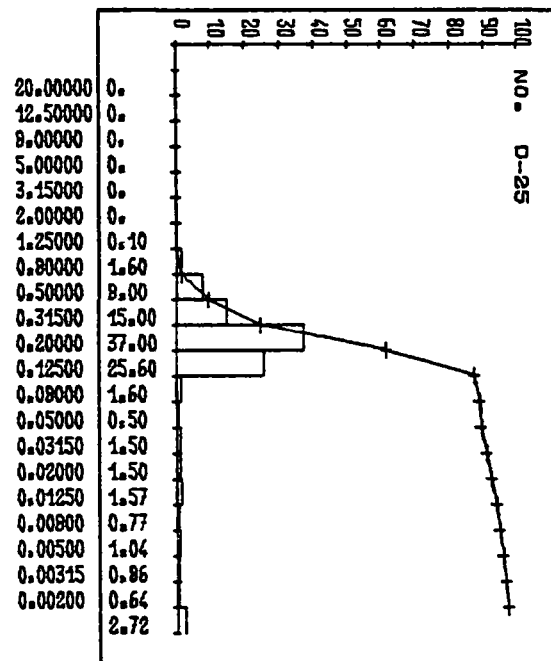
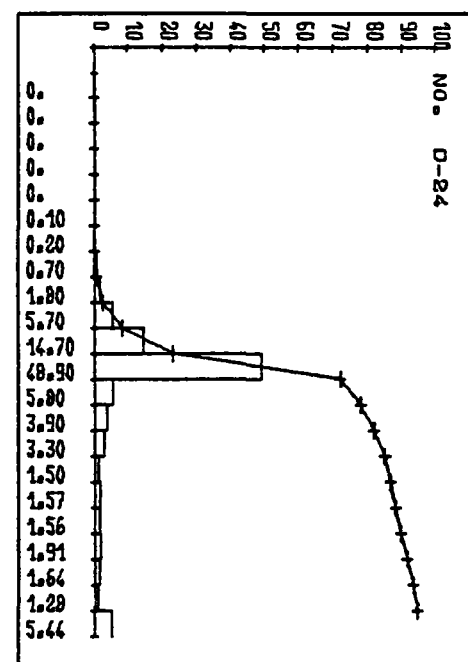
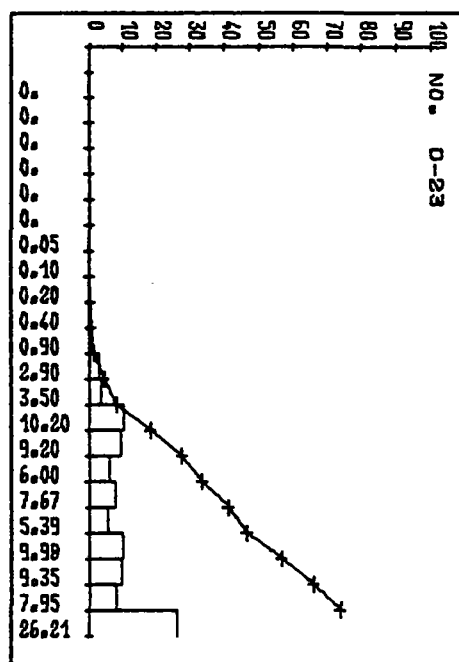
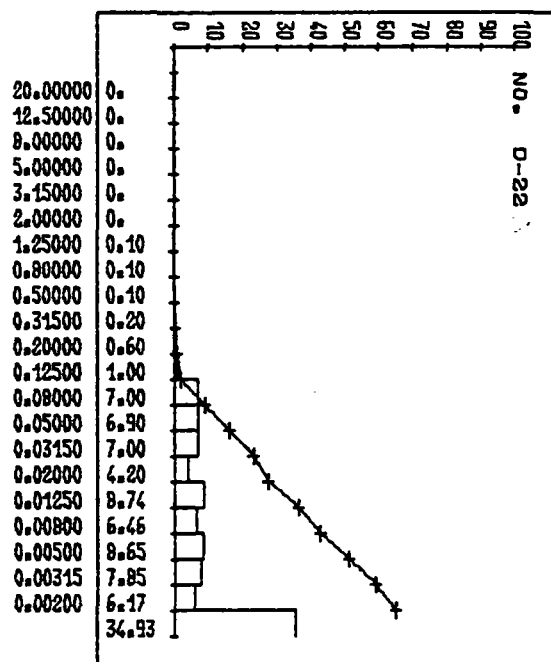
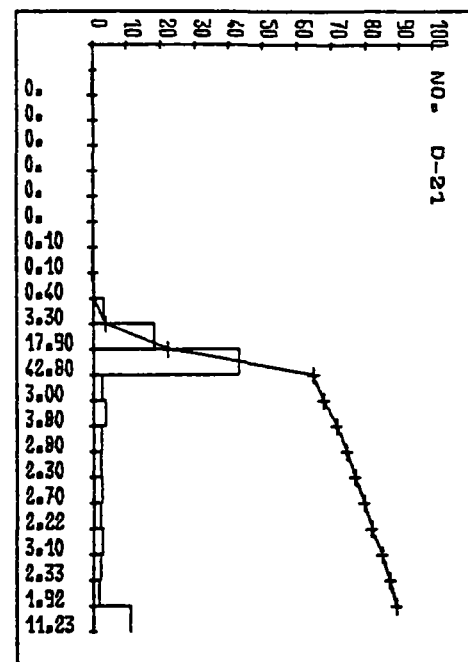
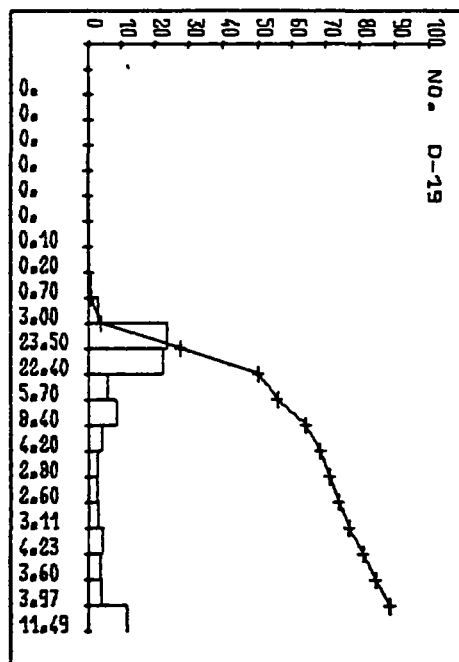
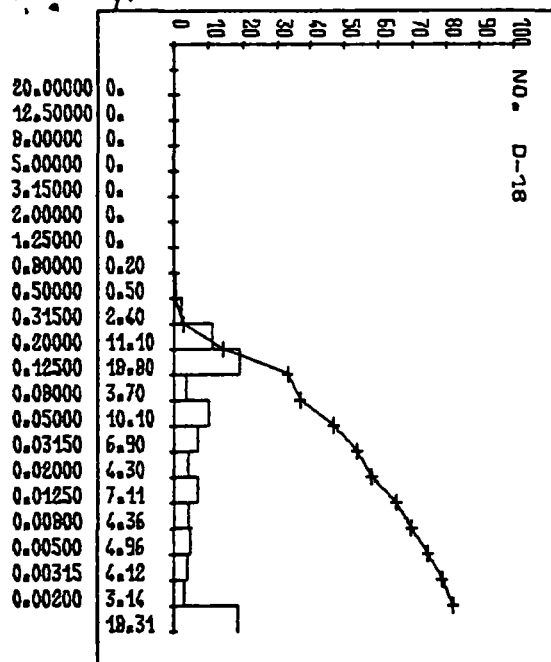
NUMERO	X	Y	RUDIT	AREN	LUTIT	SILT	ARG	TYPE	MOYEN	ASYM	ANGU	MO	MODE	HQ	D FW	TRASK	ASQ	TRASK
								PHI	MM			MM	MM	ALPHA	PHI		ALPHA	
D-66:	0.0	0.0	0.8	71.3	27.9	14.8	13.1	1.989	0.179	1.69	5.40	0.238	0.252	5.72	****	3.75	3.93	1.82
D-67:	0.0	0.0	21.6	21.5	56.7	36.6	20.1	3.868	0.093	-0.44	1.66	0.019	0.016	13.22	****	21.20	-5.65	-0.14
D-68:	0.0	0.0	21.9	56.1	22.1	20.1	1.9	3.518	0.348	-0.12	2.43	0.282	0.252	6.57	4.072	4.56	-0.50	-0.61
D-69:	0.0	0.0	3.3	41.5	55.2	46.5	8.7	2.645	0.043	-0.51	2.52	0.024	0.016	6.95	****	4.99	-1.49	0.64
D-70:	0.0	0.0	9.1	56.4	34.5	26.2	8.3	2.705	0.095	-0.55	3.17	0.071	0.063	5.12	****	3.27	1.16	1.01
D-73:	0.0	0.0	0.0	89.4	10.6	8.7	1.8	1.105	0.101	2.23	9.76	0.113	0.101	1.19	0.963	1.32	-0.06	0.97

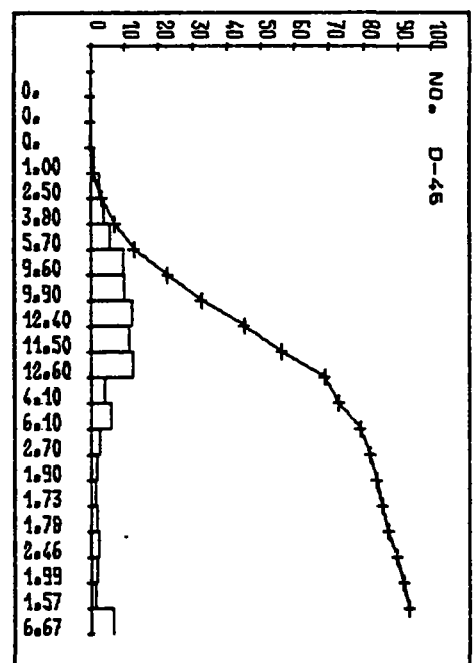
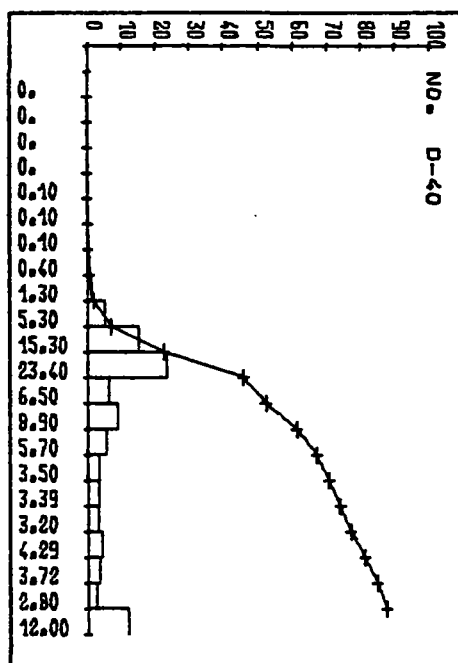
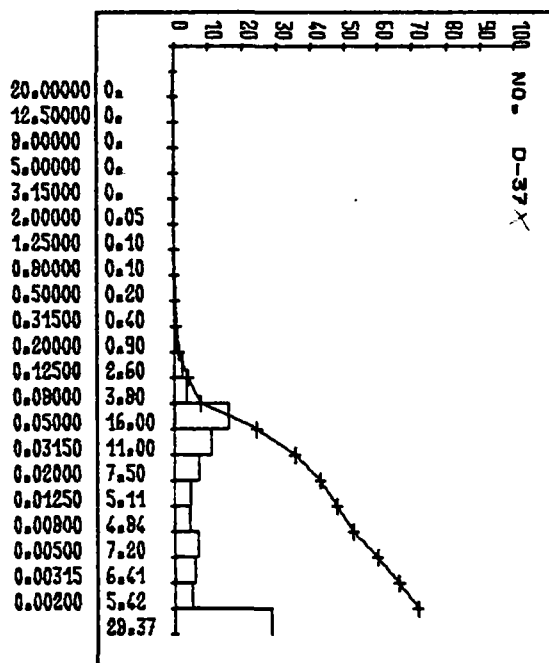
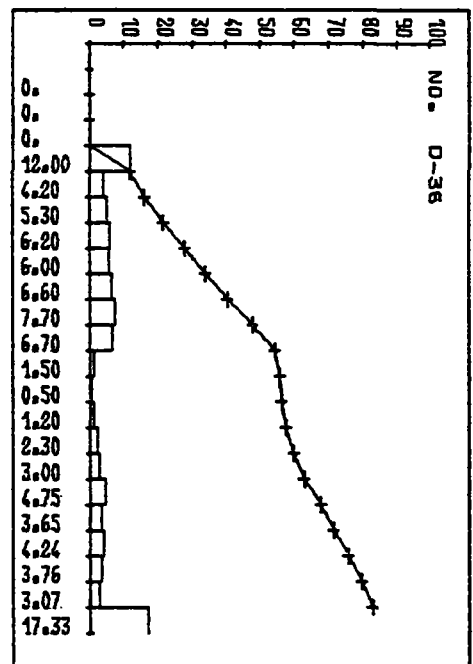
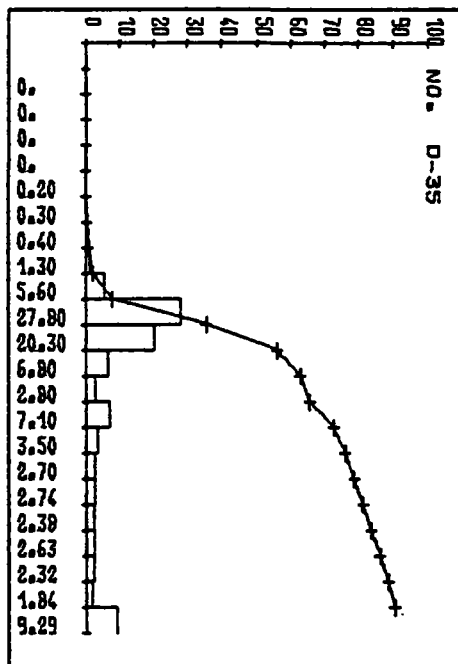
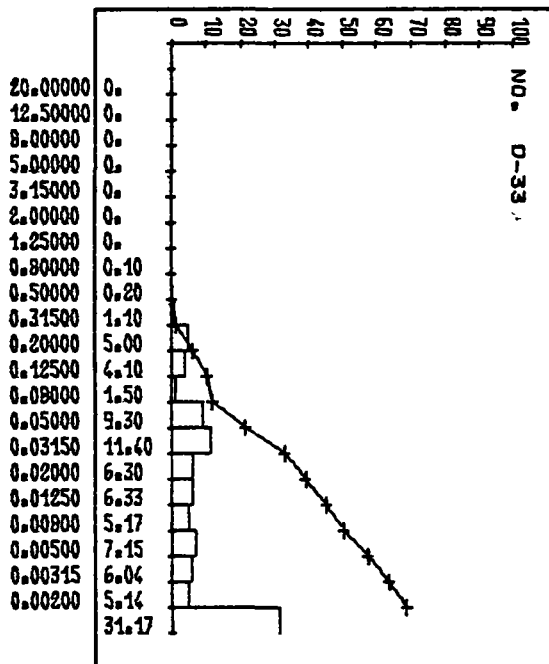
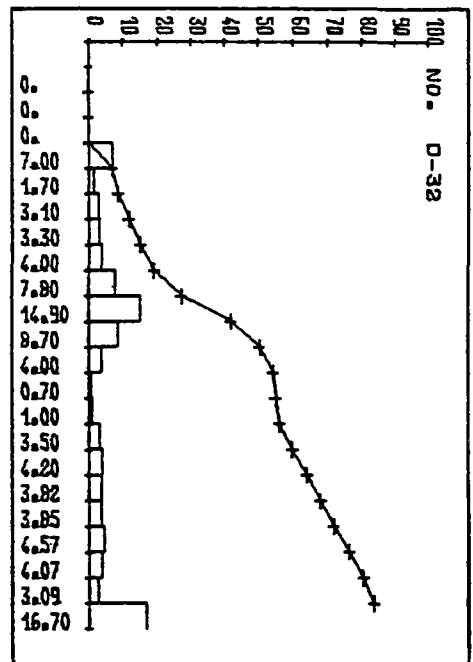
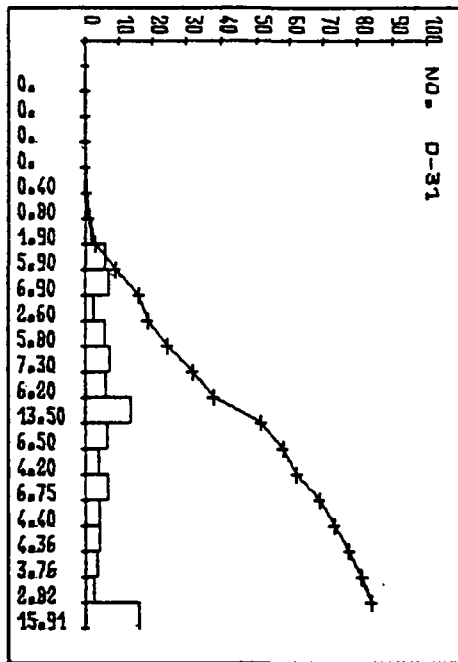
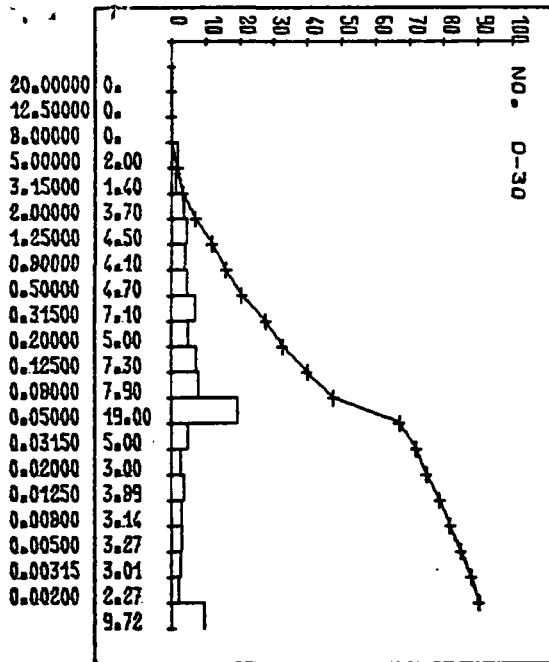
HISTOGRAMMES ET COURBES DE FREQUENCES GRANULOMETRIQUES

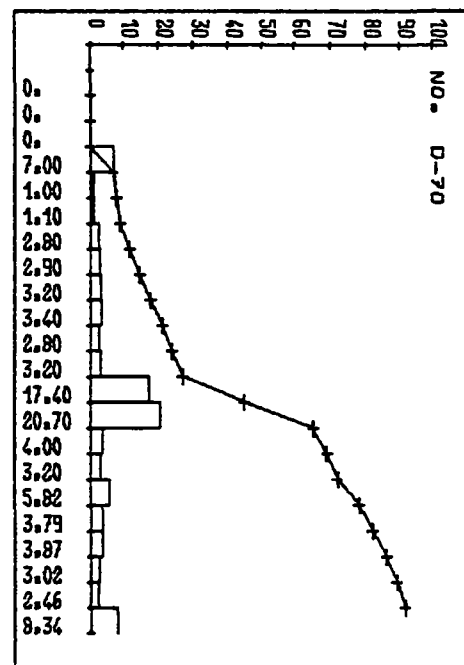
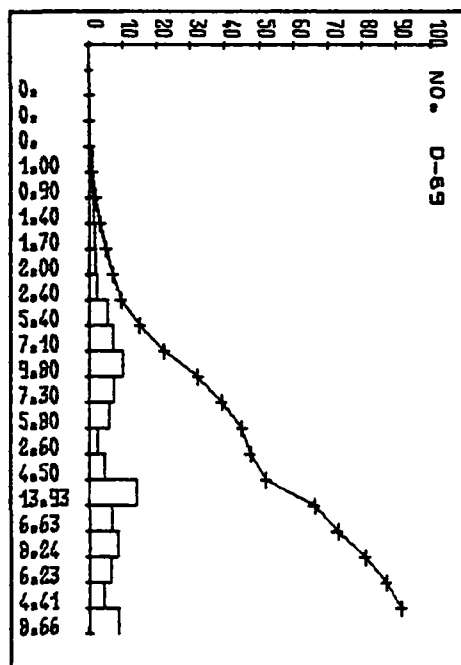
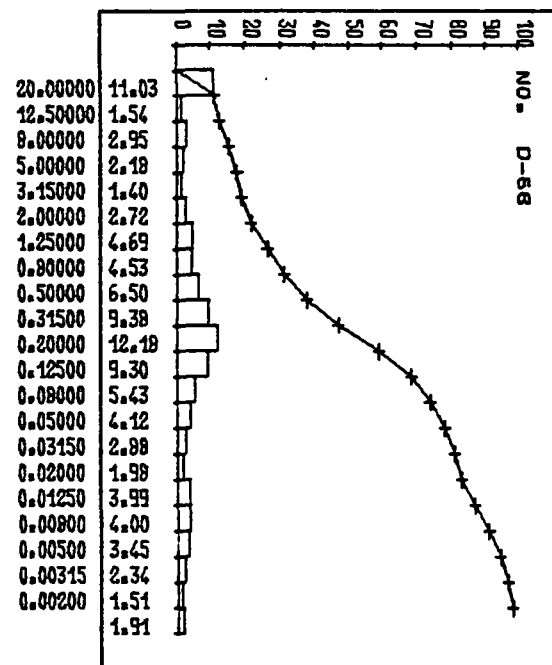
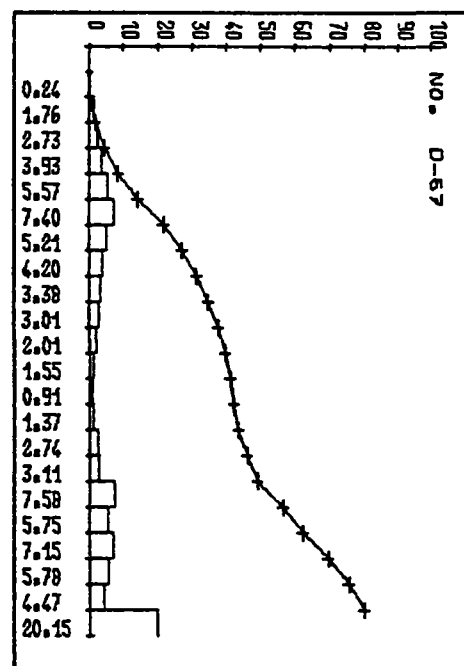
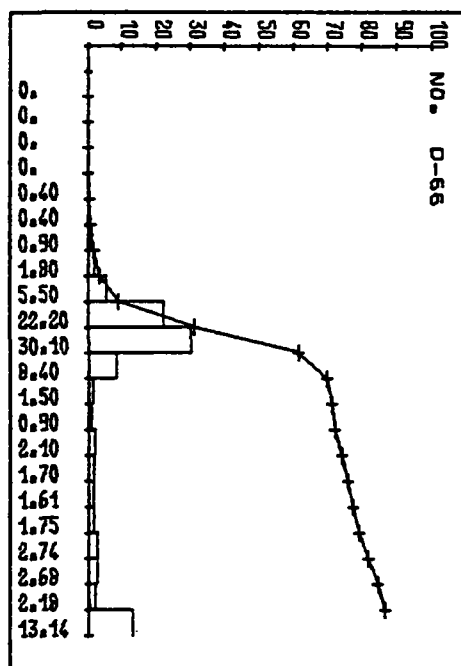
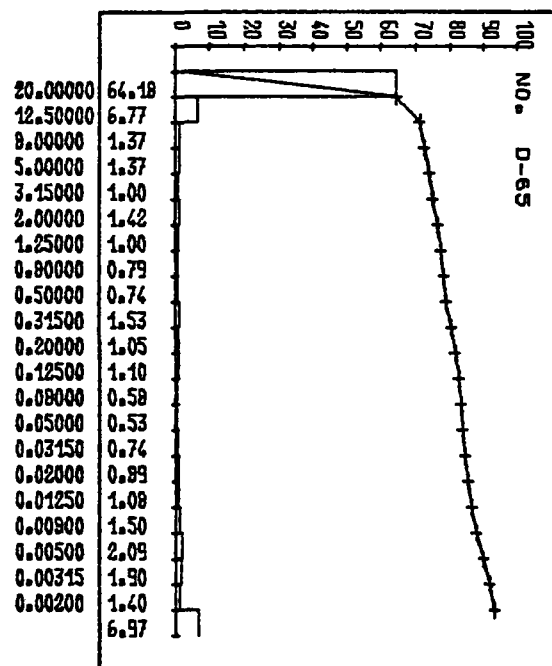
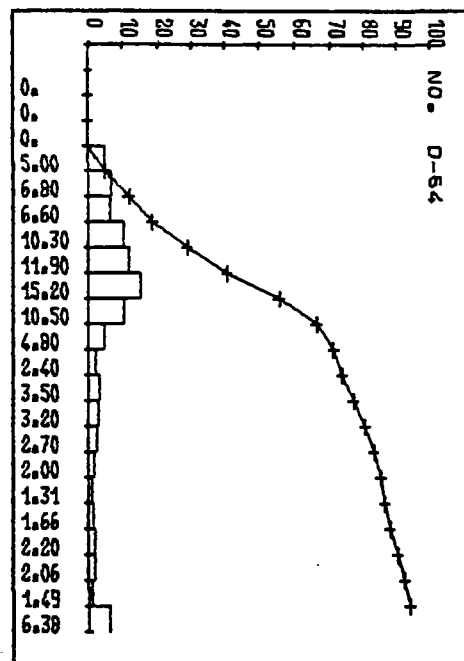
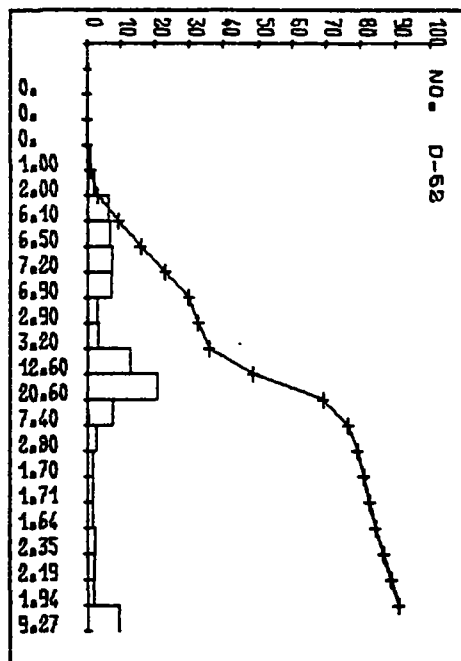
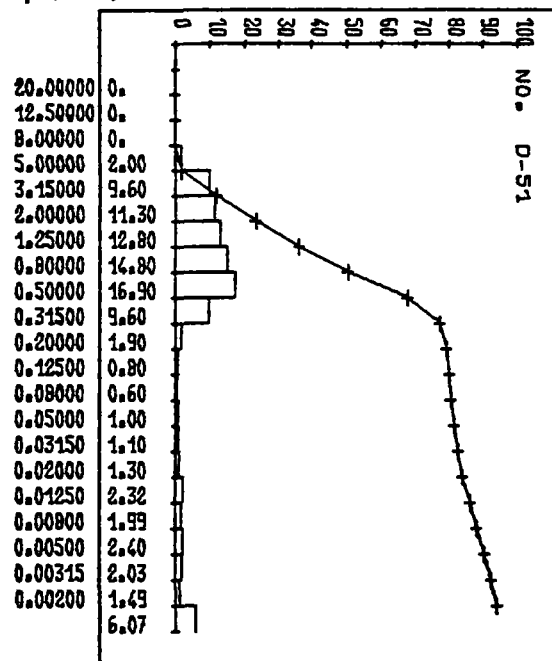
En abscisse figurent les tailles des tamis en mm et les fréquences relatives à chaque classe granulométrique, en ordonnée l'échelle des pourcentages.

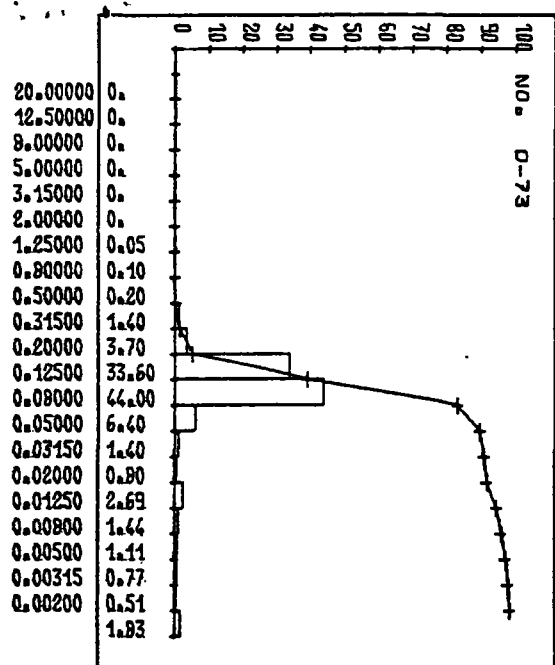












RESULTATS DES ANALYSES CARBONATOMETRIQUES

N° échantillon	% carbonates
D1	20
D2	21
D3	12
D4	16
D5	55
D7	37
D8	20
D9	28
D10	46
D11	49
D12	39
D13	38
D13 bis	41
D14	43
D14 bis	31
D15	26
D16	28
D17	25
D18	28
D19	28
D21	28
D22	23
D23	25
D24	25
D25	21
D26	23
D27	21
D30	25
D31	20
D32	32
D33	20
D35	23
D36	33
D37	21
D40	20
D46	31
D51	37
D62	30
D64	32
D65	44
D66	43
D67	48
D68	8
D69	10
D70	34
D73	46

RESULTATS DES ANALYSES DIFFRACTOMETRIQUES

DEPARTEMENT LABORATOIRES

SERVICE DE MINERALOGIE

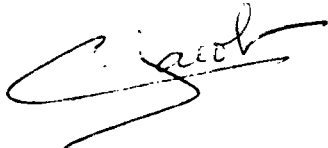
ETUDE M 9889

DEMANDEUR : Mr. Scolari

Références Demandeur :

Vases marines

C. JACOB C. MONNIER


ANALYSE MINERALOGIQUEPAR DIFFRACTOMETRIE DE RAYONS X

de Vases Marines

CONDITIONS OPERATOIRES :

APPAREILLAGE UTILISE : SIGMA 80 C.G.R. RAYONNEMENT : $\text{CoK}\alpha$
 MONOCHROMATEUR : à lame de quartz COMPTEUR : à scintillation
 REGIME DE FONCTIONNEMENT 45 KV 6 MA.
 SECTEUR EXPLORE : DE 2 ° θ à 35 ° θ pour les échantillons tout-venant, et < 63 μ
 DE 2 ° θ à 16 ° θ pour les fractions argileuses.
 VITESSE D'EXPLORATION DU COMPTEUR : 1 ° θ par minute
 SENSIBILITE : 100 coups/sec pour les échantillons tout-venant, et < 63 μ
 300 coups/sec pour les fractions argileuses.
 INERTIE : 10 secondes MONTAGE : par réflexion

MODE DE PREPARATION DES ECHANTILLONS :ECHANTILLONS TOUT-VENANT : et < 63 μ

BROUAGE : inférieur à 50 microns
 ATTAQUE :
 SEPARATION :
 CHAUFFAGE :

FRACTION ARGILEUSE :

ATTAQUE : par HCl ^N à froid
 SEPARATION : 10
 CENTRIFUGATION : qui
 CHAUFFAGE : 2 heures à 550 °C
 SATURATION : par l'éthylène-glycol

ECHANTILLONS TOUT - VENANTS		ECHANTILLONS TOUT-VENANT (ABREVIATIONS : TA : très abondant - A : abondant - P : présent - F : faible - Tr : traces)																	OBSERVATIONS					
		QUARTZ	FELDSPATH		CALCITE	DOLOMITE	GYPSE	ANHYDRITE	GÆTHITE	HEMATITE	GIBBSITE	MICA <i>illite</i>	CHLORITE	TALC	KAOLINITE	Autres Minéraux								
			PLAGIO	K.												<i>in situ</i> <i>plagioclase</i>	<i>halite</i>	<i>aragonite</i>						
AMOUR	D 1	A		F	F	F						F	F			F	Tr						Voir les remarques ci-jointes	
	D 2	A	F	F	P	Tr						P	F			F	Tr							
	D 3	A	P	P	Tr	Tr						F	F	F?		F	Tr?							
	D 4	A	F	F	F	Tr						F	F			F	Tr							
	D 5	P	F	F	P	Tr						P	F	#		Y F	X Tr	F						
	D 7	P	Tr	Tr	F							F	F			P	Tr							
	D 8	P		Tr	F							P	F			P	Tr	Tr						
	D 9	P		F	F							P	F			F	Tr	F						
	D10	F	P	F	F							P	F				Tr	F						
	D11	P	Tr	Tr	P							P	F			P	Tr	Tr?						
	D12	P	Tr	Tr	A							F	F			F	Tr							
	D13	P	Tr	Tr	A	Tr						F	Tr			F	Tr?	F						
bisD13	A	Tr	F	A								F	Tr					Tr?						
	D14	P	Tr	F	A	Tr						F	F			P	Tr	F						
bisD14	P	Tr	Tr	P	Tr							F	F			P	Tr	Tr						
	D15	F	Tr	F	F							F	F			P	Tr							

FRACTION ARGILEUSE (Estimation quantitative du rapport entre eux des minéraux argileux sur une base décimale)

		KAOLINITE	SERPENTINE	CHLORITE	VERMICULITE	SMECTITE (Montmorillonite)	ILLITE	SEPIOLITE	ATTAPULGITE	Interstratifiés	TALC							OBSERVATIONS
AMOUR	D 1			3			4			3								
	D 2			3			4			3								
	D 3	2?					4			4								
	D 4			3			4			3								
	D 5			3?			4			3								
	D 7			3			4			3								
	D 8	2					4			4								
	D 9	2					4			4								
	D10	2					4			4								
	D11			3			4			3								
	D12			3			4			3								
	D13			3?			4			4								
bisD13				3			4			A 3								
	D14			3			4			3								
bisD14				3			4			3								
	D15			3			4			3								

Voir au verso les remarques et commentaires

ECHANTILLONS TOUT - VENANT	ECHANTILLONS TOUT-VENANT (ABREVIATIONS : TA : très abondant - A : abondant - P : présent - F : faible - Tr : traces)																	OBSERVATIONS			
	QUARTZ	FELDSPATH.		CALCITE	DOLOMITE	GYPSE	ANHYDRITE	GÆTHITE	HEMATITE	GIBBSITE	MICA <i>illite</i>	CHLORITE	TALC	KAOLINITE	Autres Minéraux						
		PLAGIO	K.												<i>interstratifiés 5-5m</i>	HALITE	ARAGONITE				
D 16	A	Tr	Tr?	A	Tr						F	F			P						
D 17	A	F	F	F							P	F			F	Tr	Tr?				
D 19	A	F	F	A	Tr						F	F			F	Tr	Tr?				
D 21	A	F	P	P	Tr						Tr	Tr			F		Tr?				
D 22	P	P	P	P							P	F			F	Tr	Tr?				
D 23	P	F	Tr?	P	Tr						P	F			F	Tr					
D 24	A	F	P	P	Tr						Tr	Tr			F	Tr					
D 25	A	P	P	F	Tr						Tr				F						
D 26	P	Tr	F	F	Tr						F	F			P	Tr	Tr?				
D 65	P			F	Tr						P	F			F	F					
D 67	E			A	F						F	F			P	Tr	Tr?				
D 68	P	F									TA*	F		F?	F	Tr?					* mica
D 69	F	P									A*	P		F?	F	F					* -id-
D 70	P	A	P	P							P	F				Tr?	Tr?				
D 73	A	P	P	P							P*	F					F?				* -id-
FRACTION ARGILEUSE (Estimation quantitative du rapport entre eux des minéraux argileux sur une base décimale)																					
	KAOLINITE	SERPENTINE	CHLORITE	VERMICULITE	SMECTITE (Montmorillonite)	ILLITE	SEPIOLITE	ATTAPULGITE	<i>interstratifiés aug-1.5m</i>	TALC											OBSERVATIONS
D 16	2					4			4												
D 17			4			4			2												
D 19			3			4			3												
D 21			3			4			3												
D 22			3			3			4												
D 23	2					4			4												
D 24			3			4															
D 25	2					4			4												
D 26			3			4			3												
D 65			3			4			3												
D 67			3			4			3												
D 68			3?			4?			3?												
D 69			4			4			2												
D 70			3			3			4												
D 73	3?					4			3												

M 9889 (suite 2)

ECHANTILLONS <i>TOUT-VENANT</i>	ECHANTILLONS TOUT-VENANT (ABREVIATIONS : TA : très abondant - A : abondant - P : présent - F : faible - Tr : traces)																	OBSERVATIONS				
	QUARTZ	FELDSPATH		CALCITE	DOLOMITE	GYPS	ANHYPORITE	GOETHITE	HEMATITE	GIBBSITE	MICA <i>illite</i>	CHLORITE	TALC	KAOLINITE	Autres Minéraux							
		PLAGIO	K.												<i>Ind. f. 3-5</i>	<i>Halite</i>	<i>ARAGONITE</i>					
18	A		Tr	F	Tr						F	F			P	Tr	F					
27	A	F	F	F	Tr						F	F			P		Tr?					
30	P	F	F	F	F						P	F			F	Tr?	Tr					
31	P	F	P	P	Tr						P	F			F	Tr	Tr					
32	P	F	F	F	Tr						F	F			F	Tr	F					
33	P	F	F	F	Tr						F	F			P	Tr						
35	A		P	P							Tr	Tr			F	Tr	Tr					
36	P	Tr	F	F	Tr						F	F			P	Tr	Tr					
37	P	F	F	P	Tr						P	F			F	Tr	Tr					
40	A	F	F	P	Tr						F	F			P	Tr	Tr?					
46	A	F	P	P	Tr						F	Tr			F		F?					
51	A	F	F	F	Tr						Tr	Tr			F	Tr	F					
62	A	F	P	P	Tr						F	Tr			P		F					
64	A		P	F	Tr						F	Tr			F		F					
66	P			P	F						F	F?			A	Tr?	F					

FRACTION ARGILEUSE (Estimation quantitative du rapport entre eux des minéraux argileux sur une base décimale)																	
	KAOLINITE	SERPENTINE	CHLORITE	VERMICULITE	SMECTITE (Montmorillonite)	ILLITE	SEPIOLITE	ATTAPULGITE	<i>Interstratifiés mg-Sn</i>	TALC							OBSERVATIONS
18			3			4			3								
27	2					4			4								
30	2					4			4								
31			3			4			3								
32			3			3			4								
33			3			4			3								
35			3			4			3								
36			3			4			3								
37			3			4			3								
40			3			4			3								
46			3			4			3								
51	2					4			4								
62			3			4			3								
64			3			4			3								
66	2					4			4								

Voir au verso les remarques et commentaires

ECHANTILLONS		ECHANTILLONS TOUT-VENANT (ABREVIATIONS : TA : très abondant - A : abondant - P : présent - F : faible - Tr : traces)																		OBSERVATIONS			
		QUARTZ	FELDSPATH		CALCITE	DOLOMITE	GYPSE	ANHYDRITE	GIEHTE	HEMATITE	GIBBSITE	MICA <i>illite</i>	CHLORITE	TALC	KAOLINITE	Autres Minéraux							
			PLAGIO.	K.												<i>interstratifiés</i>	<i>Halite</i>	<i>Aragonite</i>					
Fraction < 63 µ AMOUR D 1		P	F	Tr	F	Tr					F				F?	F	Tr	Tr?					
D 2		A	F	F	F	Tr					F				F?	F		Tr?					
D 3		P	Tr	Tr	F	Tr					F	F?				P	F	Tr?					
D 4		A	F	Tr	F	Tr					F	F				F	Tr						
D 5		P	Tr			Tr					F	F?				P	Tr	F					
D 7		P	Tr?	Tr?	F	Tr					F	F				P	Tr	Tr					
D 8		P	F	Tr?	F						F	F				F	Tr	F					
D 9		P	F	Tr?	F						F	F				P	Tr	Tr					
D10		P	Tr		P						F	F				F	Tr	F					
D11		F	Tr		A						F	F?				F	Tr	Tr					
D12		P	Tr	Tr	P	Tr					F	F?				P	Tr	Tr					
D13		P	Tr		P	Tr					F	F?				F	Tr	Tr					
bis D13		P	Tr		P	Tr					F	F				F	Tr	Tr					
FRACTION ARGILEUSE (Estimation quantitative du rapport entre eux des minéraux argileux sur une base décimale)																							
		KAOLINITE	SERPENTINE	CHLORITE	VERMICULITE	SMECTITE (Montmorillonite)	ILLITE	SEPIOLITE	ATTAPULGITE	Interstratifiés	TALC												OBSERVATIONS

ECHANTILLONS	ECHANTILLONS TOUT-VENANT (ABREVIATIONS : TA : très abondant - A : abondant - P : présent - F : faible - Tr : traces)																		OBSERVATIONS			
	QUARTZ	FELDSPATH.		CALCITE	DOLOMITE	GYPSE	ANHYDRITE	GIEYHITE	HEMATITE	GIBBSITE	MICA <i>illite</i>	CHLORITE	TALC	KAOLINITE	Autres Minéraux							
		PLAGIO	K.												<i>interstratifiés 1-3µ</i>	<i>Halite</i>	<i>Anaginite</i>					
Fraction < 63 µ																						
D 14	P	F		P	Tr						F	F			F	Tr	Tr					
bis D 14	P	F		P	Tr						F	F			F							
D 15	P	F	F?	F	Tr						F	F			P	Tr	Tr?					
D 16	P	Tr	Tr	F	Tr						F	F			P	Tr	Tr					
D 17	P	F	F?	P	Tr						F	F			F							
D 19	P	F	Tr	P	Tr						F	F			F	?	Tr					
D 21	P	F	F	F	Tr						F	F			F		Tr?					
D 22	P	F	F	P	Tr						F	F			F	Tr	Tr					
D 23	P	F	F	P	Tr						F	F			F	Tr	Tr					
D 24	P	F	F	P	Tr						F	F*			F	Tr	Tr					
D 25	P	F	F	F	Tr						P	F			F	Tr	Tr?					
D 26	P	F	F	F	Tr						P	F?			F	Tr	Tr?					
D 65	P	Tr	Tr	P	Tr						F	F			F	F	Tr					
FRACTION ARGILEUSE (Estimation quantitative du rapport entre eux des minéraux argileux sur une base décimale)																						
	KAOLINITE	SERPENTINE	CHLORITE	VERMICULITE	SMECTITE (Montmorillonite)	ILLITE	SEPIOLITE	ATTAPULGITE	Interstratifiés	TALC										OBSERVATIONS		

* peut être également vermiculite

ECHANTILLONS	ECHANTILLONS TOUT-VENANT (ABREVIATIONS : TA : très abondant - A : abondant - P : présent - F : faible - Tr : traces)																			OBSERVATIONS		
	QUARTZ	FELDSPATH.		CALCITE	DOLOMITE	GYPSE	ANHYDRITE	BIETHITE	HEMATITE	GIBBSITE	MICA <i>illite</i>	CHLORITE	TALC	KAOLINITE	Autres Minéraux							
		PLAGIO.	K.												<i>interstratifiés</i>	<i>halite</i>	<i>au goëlit</i>					
Fraction < 63 μ																						
D 67	P	F	Tr	P	Tr						P	F			F	F	Tr					
D 68	F	P		F							P	P			F	F	Tr?					
D 69	F	P		F							P	P			F	F	Tr?					
D 70	P	Tr	F	F							F	F			P	Tr	Tr					
D 73	P	P		F							P	F			Tr	F	F					
D 18	P	Tr	Tr	P	Tr?						F	F			P	Tr	Tr					
D 27	P	F	F	F	F						F	F			F							
D 30	P	Tr	F	F	Tr						F	F			P		Tr?					
D 31	P	F	F	F	Tr						F	F			P	Tr?						
D 32	P	F		F							F	F			F	Tr	Tr					
D 33	P	Tr	Tr	F	Tr						F	F			F	F						
D 35	P	F	F	P	Tr						F	F			F	Tr						
D 36	P	Tr	F	F	Tr						F	F			F	Tr						
FRACTION ARGILEUSE (Estimation quantitative du rapport entre eux des minéraux argileux sur une base décimale)																						
KAOLINITE	SERPENTINE	CHLORITE	VERMICULITE	SMECTITE (Montmorillonite)	ILLITE	SEPIOLITE	ATTAPULGITE	Interstratifiés	TALC												OBSERVATIONS	

ECHANTILLONS	ECHANTILLONS TOUT-VENANT (ABREVIATIONS : TA : très abondant - A : abondant - P : présent - F : faible - Tr : traces)																				
	QUARTZ	FELDSPATH		CALCITE	DOLOMITE	GYPSE	ANHYDRITE	BIETHITE	HEMATITE	GIBBSITE	MICA <i>illite</i>	CHLORITE	TALC	KAOLINITE	Autres Minéraux						OBSERVATIONS
		PLAGIO	K.												interstratifiés	halite	pyrogonite				
Fraction < 63 μ																					
37	P	F	F	P	Tr						P	F			F		Tr?				
40	P	F	Tr	F	Tr						F	F			F						
46	P	Tr	Tr	A	Tr	Tr?					F	F			F		F?				
51	P	Tr	Tr	F							F	F			P	Tr					
62	P	F	F	P	Tr						P	F			F	Tr	F				
64	P	Tr		P	Tr						F	F			F	Tr	Tr?				
66	P	Tr		F	Tr						P	F			F	Tr?	Tr?				
FRACTION ARGILEUSE (Estimation quantitative du rapport entre eux des minéraux argileux sur une base décimale)																					
	KAOLINITE	SERPENTINE	CHLORITE	VERMICULITE	SMECTITE (Montmorillonite)	ILLITE	SEPIOLITE	ATTAPULGITE	Interstratifiés	TALC										OBSERVATIONS	

REMARQUES :

Aussi bien dans les échantillons tout-venant que dans la fraction inférieure à 63 microns et dans la fraction orientée sur lame de verre, les réflexions dues à la chlorite peuvent masquer celles dues à la kaolinite, si cette dernière est présente.

La chlorite a été déterminée si une réflexion, même très faible à 14 Å est présente au chauffage sur les lames orientées ; si cette réflexion n'est pas présente, on a déterminé la kaolinite. On doit néanmoins souligner que certains types de chlorite ont une réflexion à 14 Å tellement faible qu'elle risque de ne pas apparaître sur les diagrammes.

TABLEAU DE CORRESPONDANCE DES NUMEROS DE LABORATOIRE (GEOCHIMIE)
ET DES NUMEROS DE TERRAIN

N° laboratoire (fraction < 63 μ m)	N° terrain	N° laboratoire (échant.total)	n° terrain
01	D1	47	D4
02	D2		
03	D3		
04	D4		
05	D5		
06	D7		
07	D8		
08	D9		
09	D10		
10	D11		
11	D12		
12	D13		
13	D13 bis		
14	D14	48	D15
15	D14 bis		
16	D15		
17	D16		
18	D17		
19	D18		
20	D19		
21	D21		
22	D22		
23	D23	49	D23
24	D24		
25	D25		
26	D26		
27	D27		
28	D30		
29	D31		
30	D32		
31	D33		
32	D35	50	D37
33	D36		
34	D37		
35	D40		
36	D46		
37	D51		
38	D62		
39	D64		
40	D65		
41	D66		
42	D67		
43	D68		
44	D69	51	D69
45	D70		
46	D73		

RESULTATS DES ANALYSES AU QUANTOMETRE,
ELEMENTS MAJEURS ET ELEMENTS EN TRACES

REMARQUE :
 UNE VALEUR EGALE A MOINS (-) LA LIMITE INFÉRIEURE DE DOSABILITÉ DOIT ÊTRE CONSIDÉRÉE COMME EGALE OU INFÉRIEURE A CETTE LIMITE
 UNE VALEUR EGALE A LA LIMITE SUPÉRIEURE DE DOSABILITÉ DOIT ÊTRE CONSIDÉRÉE COMME EGALE OU SUPÉRIEURE A CETTE LIMITE
 UNE VALEUR EGALE A ***** DOIT ÊTRE CONSIDÉRÉE COMME NON DÉTERMINÉE

LES IMPÉRATIFS TECHNIQUES DE L'ANALYSE PAR ÉMISSION EN LECTURE DIRECTE NE PERMETTENT PAS DE PRENDRE EN COMPTE POUR LE CALCUL DES TENEURS LES CONSTITUANTS : H₂O, CO₂, ET MATIÈRES ORGANIQUES PARFOIS PRÉSENTS DANS LES ÉCHANTILLONS. DANS L'ÉVENTUALITÉ DE LEUR PRÉSENCE, TOUT SE PASSE COMME SI L'ÉCHANTILLON EN ÉTAIT ARTIFICIELLEMENT DÉBARRASSÉ ET LES RÉSULTATS FOURNIS SONT RAPPORTÉS A LA SOMME, RAMENÉE A 100, DES OXYDES MAJEURS SUIVANTS, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, CaO, Na₂O, K₂O

 * ETUDE M 9889 A DATE 21/01/77 *
 * * ETUDE M9889A-SEDIMENTOLOGIE *

SYMBOLES DES ÉLÉMENTS LIMITES INFÉRIEURES LIMITES SUPÉRIEURES
 DE DOSABILITÉ DE DOSABILITÉ

SiO ₂	3.00	0/0	100.00	0/0
Al ₂ O ₃	3.00	0/0	50.00	0/0
Fe ₂ O ₃	1.00	0/0	100.00	0/0
MgO	1.00	0/0	50.00	0/0
CaO	3.00	0/0	100.00	0/0
Na ₂ O	0.50	0/0	16.00	0/0
K ₂ O	0.50	0/0	16.00	0/0
MN	20.	G/T	10000.	G/T
P	100.	G/T	10000.	G/T
TI	20.	G/T	90000.	G/T
LI	50.	G/T	4500.	G/T
B	10.	G/T	1800.	G/T
V	5.	G/T	5000.	G/T
CR	10.	G/T	3000.	G/T
CO	10.	G/T	4000.	G/T
NI	5.	G/T	4000.	G/T

EDITION DU BULLETIN D'ANALYSE
RELATIF A L'ETUDE : M 9889 A E

	SI02	AL2O3	FE2O3	MGO	CAO	NA2O	K2O	MN	P	TI	LI	B	V	CR	CO	NI
	O/O	O/O	O/O	O/O	O/O	O/O	O/O	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T
0001	53.1	6.9	4.4	2.8	27.8	2.1	2.9	380.	790.	3800.	-50.	160.	97.	88.	-10.	31.
0002	52.5	7.1	4.2	2.9	28.7	1.8	2.9	350.	670.	4200.	-50.	150.	100.	88.	-10.	29.
0003	58.3	8.9	6.3	2.9	16.8	3.4	3.4	340.	600.	3900.	-50.	160.	110.	100.	-10.	37.
0004	55.4	7.0	5.2	2.7	23.4	2.7	3.6	370.	720.	3900.	-50.	160.	110.	100.	-10.	38.
0005	45.1	6.8	4.3	2.8	36.0	1.9	3.1	360.	600.	3700.	-50.	140.	100.	85.	-10.	31.
0006	52.7	7.3	5.1	2.8	25.7	2.8	3.6	330.	760.	3400.	51.	160.	110.	100.	-10.	34.
0007	54.3	7.4	5.5	2.8	22.9	3.3	3.8	340.	700.	3600.	62.	170.	110.	97.	-10.	38.
0008	48.1	6.9	4.1	2.6	33.1	2.0	3.1	320.	630.	3500.	-50.	140.	88.	77.	-10.	28.
0009	41.6	6.1	3.8	2.9	40.8	2.1	2.7	320.	560.	3000.	-50.	130.	72.	69.	-10.	23.
0010	38.0	5.8	3.3	2.4	45.8	2.0	2.6	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
0011	47.2	6.9	3.9	2.2	35.0	1.9	2.9	340.	810.	3500.	-50.	150.	92.	84.	-10.	29.
0012	44.3	6.4	3.6	2.2	38.6	1.7	3.1	330.	540.	3300.	-50.	130.	95.	86.	-10.	29.
0013	44.0	6.1	3.8	2.3	38.0	2.5	3.3	350.	600.	3100.	-50.	140.	90.	87.	-10.	29.
0014	41.0	6.1	3.5	2.4	41.3	2.4	3.3	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
0015	44.4	6.5	4.1	2.3	37.7	1.8	3.2	350.	650.	3500.	-50.	140.	110.	100.	-10.	34.
0016	49.7	7.1	4.4	2.3	31.1	2.2	3.3	360.	640.	3700.	-50.	160.	100.	92.	-10.	33.
0017	48.2	6.4	4.3	2.4	32.8	2.6	3.2	380.	660.	3600.	-50.	160.	94.	85.	-10.	32.
0018	49.4	6.7	4.4	2.4	31.5	2.1	3.5	360.	640.	3700.	-50.	150.	110.	100.	-10.	34.
0019	48.0	6.7	4.1	2.3	33.4	1.9	3.6	360.	610.	3700.	-50.	150.	120.	100.	-10.	37.
0020	46.7	6.5	3.9	2.2	35.6	1.9	3.2	350.	620.	3500.	-50.	150.	110.	93.	-10.	31.
0021	48.8	7.0	4.0	2.4	32.4	1.9	3.5	340.	570.	4000.	-50.	150.	120.	98.	-10.	34.
0022	50.5	6.5	4.7	2.4	29.9	2.6	3.6	380.	760.	3600.	-50.	170.	110.	100.	-10.	36.
0023	51.5	7.7	4.8	2.4	28.0	2.2	3.4	370.	620.	3900.	-50.	160.	110.	92.	-10.	35.
0024	47.6	6.9	3.9	2.3	34.2	2.1	2.9	360.	540.	3900.	-50.	150.	96.	87.	-10.	29.
0025	51.7	6.9	4.4	2.8	27.2	3.5	3.6	410.	670.	3900.	-50.	160.	110.	96.	-10.	34.
0026	51.5	7.2	4.8	2.9	27.4	2.4	3.8	390.	640.	4000.	51.	160.	120.	100.	-10.	40.
0027	50.4	7.0	4.3	2.8	30.6	1.9	3.1	390.	590.	4000.	-50.	140.	110.	90.	-10.	31.
0028	48.0	8.1	4.2	3.2	31.8	2.0	2.7	410.	720.	4400.	-50.	140.	110.	94.	-10.	32.
0029	49.1	7.1	4.0	2.8	31.6	2.1	3.2	370.	630.	3800.	-50.	150.	110.	93.	-10.	35.
0030	52.4	7.9	4.9	2.7	26.4	2.3	3.3	390.	730.	4100.	-50.	170.	130.	110.	-10.	35.
0031	51.9	7.1	4.8	2.6	28.1	2.2	3.3	390.	610.	4000.	-50.	160.	110.	99.	-10.	35.
0032	48.3	7.5	3.9	2.5	33.0	1.8	2.9	380.	560.	4100.	-50.	150.	110.	91.	-10.	30.
0033	52.9	8.1	5.2	2.6	25.0	2.7	3.6	400.	690.	4000.	-50.	180.	130.	110.	-10.	38.
0034	48.6	6.8	4.4	2.7	32.0	2.1	3.3	400.	620.	4000.	-50.	160.	120.	99.	-10.	35.
0035	48.4	7.0	4.2	2.7	32.9	1.8	3.0	390.	650.	4100.	-50.	150.	110.	94.	-10.	31.
0036	37.0	5.9	3.6	2.3	47.1	1.7	2.3	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
0037	52.2	10.8	5.4	2.4	24.0	2.1	3.1	410.	790.	4500.	-50.	170.	130.	100.	-10.	36.
0038	49.2	7.6	4.4	2.4	31.5	2.0	2.9	420.	670.	4100.	-50.	160.	100.	89.	-10.	30.
0039	47.8	7.7	4.7	2.6	32.0	1.9	3.2	410.	680.	4000.	-50.	170.	120.	99.	-10.	32.
0040	45.3	7.6	4.5	2.4	34.8	2.6	2.8	450.	690.	3800.	-50.	160.	100.	99.	-10.	32.
0041	43.8	6.9	4.8	2.4	37.0	1.9	3.3	380.	700.	3500.	-50.	180.	110.	97.	-10.	29.
0042	47.1	9.5	4.9	2.7	30.5	2.1	3.1	380.	800.	4100.	-50.	160.	120.	100.	-10.	31.
0043	59.7	11.8	7.0	3.4	10.2	4.1	3.8	410.	1500.	4400.	95.	200.	120.	130.	10.	42.
0044	64.8	10.9	7.6	3.3	6.3	3.9	3.3	340.	2700.	4300.	73.	190.	110.	120.	-10.	43.
0045	46.2	6.8	3.8	2.7	35.1	2.4	2.9	310.	840.	3800.	-50.	150.	88.	83.	-10.	26.
0046	36.7	5.0	2.5	3.1	46.7	3.8	2.3	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
0047	56.2	7.4	5.7	2.7	20.8	3.5	3.8	380.	720.	3800.	55.	160.	100.	95.	-10.	38.
0048	48.1	7.9	4.4	2.4	30.7	2.9	3.5	350.	670.	3700.	-50.	150.	100.	91.	-10.	30.
0049	52.3	8.0	5.0	2.4	25.5	3.2	3.6	370.	690.	3800.	-50.	160.	94.	86.	-10.	35.
0050	50.0	6.7	4.5	2.6	29.9	3.0	3.3	380.	690.	3500.	-50.	160.	98.	83.	-10.	33.

	SI02	AL203	FE2O3	MGN	CAO	NA2O	K2O	MN	P	TI	LI	B	V	CR	CO	NI
	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T
0051	63.9	10.6	7.8	3.8	3.3	6.7	4.0	380.	2700.	3700.	84.	190.	100.	120.	11.	51.
0040								340	540	2700	-50	120	73	70	-40	24
0044								370	580	2900	-50	130	86	81	-40	30
0036								380	440	2800	-50	130	74	76	-40	20
0046								220	940	2300	-50	110	42	52	-40	12

// EXEC

\$\$ EXEC ** TEMPS CPU ** 13 SEC, TAILLE MEMOIRE 100K

NOM DU FICHIER CONSTITUE = M9889A02 GIFLE = 21

REMARQUE :

UNE VALEUR EGALE A MOINS (-) LA LIMITE INFERIEURE DE DOSABILITE DOIT ETRE CONSIDEREE COMME EGALE OU INFERIEURE A CETTE LIMITE
 UNE VALEUR EGALE A LA LIMITE SUPERIEURE DE DOSABILITE DOIT ETRE CONSIDEREE COMME EGALE OU SUPERIEURE A CETTE LIMITE
 UNE VALEUR EGALE A ***** DOIT ETRE CONSIDEREE COMME NON DETERMINEE.

LES IMPERATIFS TECHNIQUES DE L'ANALYSE PAR EMISSION EN LECTURE DIRECTE NE PERMETTENT PAS DE PRENDRE EN COMPTE POUR LE CALCUL DES TENEURS LES CONSTITUANTS : H₂O, CO₂, ET MATIERES ORGANIQUES PARFOIS PRESENTS DANS LES ECHANTILLONS. DANS L'EVENTUALITE DE LEUR PRESENCE, TOUT SE PASSE COMME SI L'ECHANTILLON EN ETAIT ARTIFICIELLEMENT DEBARRASSE ET LES RESULTATS FOURNIS SONT RAPPORTES A LA SOMME, RAMENEE A 100, DES OXYDES MAJEURS SUIVANTS, SiO₂, AL₂O₃, Fe₂O₃, MgO, CaO, Na₂O, K₂O.

 * ETUDE M 9889 A DATE 21/01/77 *
 * ETUDE M9889A-SEDIMENTOLOGIE *

SYMBOLES DES ELEMENTS ——— LIMITES INFERIEURES LIMITES SUPERIEURES
 DE DOSABILITE DE DOSABILITE

CU	3. G/T	1000. G/T
ZN	5. G/T	300. G/T
AS	20. G/T	1300. G/T
SR	20. G/T	2500. G/T
Y	75. G/T	15000. G/T
ZR	50. G/T	15000. G/T
NB	200. G/T	10000. G/T
MO	3. G/T	5000. G/T
AG	0. G/T	40. G/T
CD	4. G/T	250. G/T
SN	20. G/T	3000. G/T
SB	50. G/T	2000. G/T
BA	5. G/T	5000. G/T
LA	200. G/T	5000. G/T
W	50. G/T	2000. G/T
PB	15. G/T	3000. G/T
BI	10. G/T	1000. G/T

EDITION DU BULLETIN D'ANALYSE
RELATIF A L'ETUDE : M 9889 A E

	CU	ZN	AS	SR	Y	ZR	NB	MO	AG	CD	SN	SB	BA	LA	W	PB	BI
	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T
0001	12.	180.	-20.	1200.	-75.	120.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	230.	-200.	-50.	52.	-10.
0002	11.	150.	-20.	1000.	-75.	56.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	240.	-200.	-50.	45.	-10.
0003	14.	150.	-20.	840.	-75.	-50.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	320.	-200.	-50.	55.	-10.
0004	14.	170.	-20.	970.	-75.	-50.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	250.	-200.	-50.	50.	-10.
0005	10.	140.	-20.	1500.	-75.	110.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	250.	-200.	-50.	43.	-10.
0006	12.	150.	-20.	1300.	-75.	-50.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	270.	-200.	-50.	54.	-10.
0007	14.	200.	-20.	1300.	-75.	-50.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	260.	-200.	-50.	51.	-10.
0008	10.	160.	-20.	1600.	-75.	85.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	240.	-200.	-50.	47.	-10.
0009	8.	130.	-20.	2000.	-75.	160.	*****	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	280.	-200.	-50.	45.	-10.
0010	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
0011	20.	160.	-20.	1300.	-75.	61.	-200.	-3.	-0.2	9.	-20.	-50.	260.	-200.	-50.	43.	-10.
0012	19.	140.	-20.	1400.	-75.	-50.	-200.	-3.	-0.2	13.	-20.	-50.	280.	-200.	-50.	36.	-10.
0013	21.	150.	-20.	1300.	-75.	-50.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	280.	-200.	-50.	42.	-10.
0014	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
0015	25.	140.	-20.	1200.	-75.	-50.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	290.	-200.	-50.	42.	-10.
0016	33.	170.	-20.	1100.	-75.	-50.	-200.	-3.	-0.2	9.	-20.	-50.	270.	-200.	-50.	44.	-10.
0017	17.	170.	-20.	1200.	-75.	70.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	250.	-200.	-50.	52.	-10.
0018	13.	170.	-20.	1100.	-75.	97.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	260.	-200.	-50.	47.	-10.
0019	21.	150.	-20.	1100.	-75.	140.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	260.	-200.	-50.	46.	-10.
0020	18.	160.	-20.	1200.	-75.	57.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	260.	-200.	-50.	43.	-10.
0021	22.	150.	-20.	1100.	-75.	110.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	270.	-200.	-50.	42.	-10.
0022	21.	190.	-20.	1200.	-75.	50.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	270.	-200.	-50.	58.	-10.
0023	13.	160.	-20.	1000.	-75.	-50.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	270.	-200.	-50.	43.	-10.
0024	13.	140.	-20.	1100.	-75.	66.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	270.	-200.	-50.	37.	-10.
0025	17.	170.	-20.	940.	-75.	100.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	270.	-200.	-50.	63.	-10.
0026	17.	140.	-20.	950.	-75.	110.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	260.	-200.	-50.	52.	-10.
0027	12.	150.	-20.	1100.	-75.	94.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	250.	-200.	-50.	44.	-10.
0028	20.	140.	-20.	1100.	-75.	220.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	290.	-200.	-50.	48.	-10.
0029	15.	140.	-20.	1100.	-75.	130.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	260.	-200.	-50.	49.	-10.
0030	21.	170.	-20.	970.	-75.	70.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	290.	-200.	-50.	57.	-10.
0031	21.	150.	-20.	950.	-75.	-50.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	260.	-200.	-50.	45.	-10.
0032	12.	130.	-20.	1000.	-75.	130.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	280.	-200.	-50.	44.	-10.
0033	19.	190.	-20.	900.	-75.	62.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	290.	-200.	-50.	65.	-10.
0034	14.	150.	-20.	1100.	-75.	160.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	270.	-200.	-50.	50.	-10.
0035	13.	140.	-20.	1100.	-75.	63.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	260.	-200.	-50.	47.	-10.
0036	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
0037	15.	150.	-20.	930.	-75.	-50.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	350.	-200.	-50.	52.	-10.
0038	13.	150.	-20.	1100.	-75.	100.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	290.	-200.	-50.	70.	-10.
0039	14.	150.	-20.	1000.	-75.	110.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	300.	-200.	-50.	52.	-10.
0040	14.	140.	-20.	980.	-75.	-50.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	310.	-200.	-50.	42.	-10.
0041	12.	140.	-20.	1400.	-75.	-50.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	270.	-200.	-50.	51.	-10.
0042	12.	140.	-20.	1000.	-75.	-50.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	340.	-200.	-50.	53.	-10.
0043	150.	300.	32.	720.	-75.	73.	-200.	11.	0.9	-4.	93.	-50.	970.	-200.	-50.	310.	30.
0044	230.	300.	28.	600.	-75.	72.	-200.	14.	1.7	10.	93.	-50.	980.	-200.	-50.	350.	50.
0045	30.	170.	-20.	1600.	-75.	-50.	-200.	-3.	-0.2	6.	-20.	-50.	300.	-200.	-50.	64.	-10.
0046	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
0047	15.	130.	-20.	960.	-75.	-50.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	250.	-200.	-50.	59.	-10.
0048	11.	140.	-20.	1200.	-75.	-50.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	280.	-200.	-50.	48.	-10.
0049	13.	160.	-20.	1000.	-75.	-50.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	260.	-200.	-50.	52.	-10.
0050	13.	170.	-20.	1100.	-75.	-50.	-200.	-3.	-0.2	-4.	-20.	-50.	230.	-200.	-50.	56.	-10.

	CU	ZN	AS	SR	Y	ZR	NB	MO	AG	CD	SN	SB	BA	LA	W	PB	BI
	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T	G/T
0051	280.	300.	-20.	420.	-75.	-50.	-200.	17.	2.2	28.	110.	-50.	1000.	-200.	-50.	510.	56.
0040	12	150	-20	1600	-75	-50	-200	-3	-0.2	-4	-20	-50	270	-200	-50	36	-10
0044	14	130	-20	1400	-75	-50	-200	-3	-0.2	-4	-20	-50	270	-200	-50	48	-10
0036	10	100	-20	1500	-75	130	-200	-3	-0.2	-4	-20	-50	280	-200	-50	28	-10
0046	35	150	-20	2500	-75	-50	-200	-3	-0.2	-4	-20	-50	250	-200	-50	54	-10

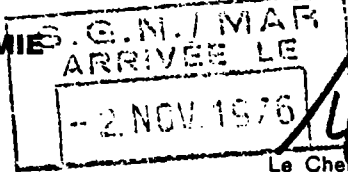
RESULTATS DES ANALYSES DE CARBONE ORGANIQUE

N°prélèvement fraction < 63µm	% C organique	N° prélèvement échant. total	% C organique
D1	1.49	D4	1.36
D2	0.95		
D3	1.88		
D4	1.36		
D6	1.45		
D7	2.02		
D8	2.13		
D9	1.88		
D10	1.61		
D11	1.53		
D12	1.22		
D13	1.18		
D13 bis	1.36		
D14	1.22	D15	1.40
D14 bis	1.36		
D15	1.40		
D16	1.40		
D17	1.51		
D18	1.22		
D19	1.30		
D21	1.32		
D22	1.75		
D23	1.30	D23	1.32
D24	1.18		
D25	1.40		
D26	1.11		
D27	1.34		
D30	1.34		
D31	1.24		
D32	1.49		
D33	1.22		
D35	1.15	D37	1.34
D36	1.61		
D37	1.22		
D40	1.42		
D46	0.93		
D51	1.49		
D62	1.22		
D64	1.43		
D65	1.57		
D66	1.40		
D67	1.53	D69	6.07
D68	4.95		
D69	6.44		
D70	2.13		
D73	2.44		

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DU DÉVELOPPEMENT RURAL
INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

DÉPARTEMENT D'AGRONOMIE

DOMAINE DE MON DÉSIR
12, Avenue de l'Agriculture
63100 CLERMONT-FERRAND
TÉL. (73) 92-43-61



Le Chef du Département, à

B. R. G. M.
M. Le Chef du Département
Géologie Marine

B.P. 6009
45018 ORLEANS CEDEX

Références à rappeler :

N/Réf. : LG/CV - 572

V/Réf. :

Objet :

L

Clermont-Ferrand, le 29 octobre 1976

X'es 1er
SGR/BPL
pour information
fait 2/11/76
2. XI. 76
X'es 1er
M. Person AHE.

Monsieur le Chef de Département,

Monsieur REBISCHUNG, Inspecteur Général de l'I.N.R.A., m'a transmis votre lettre du 27 septembre dernier, relative à la valeur agronomique des vases marines bretonnes.

Une telle valeur peut être appréciée a priori au vu de l'analyse chimique des produits. C'est pourquoi je vous serais reconnaissant de me faire parvenir de tels renseignements à partir desquels je pourrais vous indiquer si des espoirs raisonnables d'utilisation agricole peuvent être entretenus. Dans l'affirmative nous pourrions procéder alors à la mise en place d'une collaboration aux fins d'expérimentations.

La pauvreté de ces vases en éléments favorables à la nutrition des cultures et à l'entretien physique des sols (carbone et oligo-éléments), leur richesse en éléments défavorables (sulfures et NaCl) dont vous avez fait part à mon Collègue M. COPPENET, Directeur de la Station d'Agronomie de Quimper, lorsque vous lui avez rendu visite justifient la réserve qu'il vous a manifestée quant à l'utilisation agricole de tels produits.

Dans l'attente de recevoir de plus amples informations, je vous prie de croire, Monsieur le Chef de Département, à l'assurance de mes sentiments distingués.

L. GACHON
Chef de Département

Copies : M. REBISCHUNG
M. COPPENET