

SUR LA NATURE DES MINÉRAUX ARGILEUX DE VASES MÉDITERRANÉENNES (Méditerranée centrale et nord-orientale)

par Hervé CHAMLEY

I — Présentation.

De nombreux échantillons de sédiments dragués et carottés ont été conservés à la Station marine d'Endoume à la suite de différentes campagnes du navire océanographique « Calypso » en Méditerranée : campagne n° XII (1957) dans le golfe de Gênes (région de Portofino), campagne n° VII (1954) sur le seuil siculo-tunisien, campagnes en 1955, 1956 et 1960 en Méditerranée

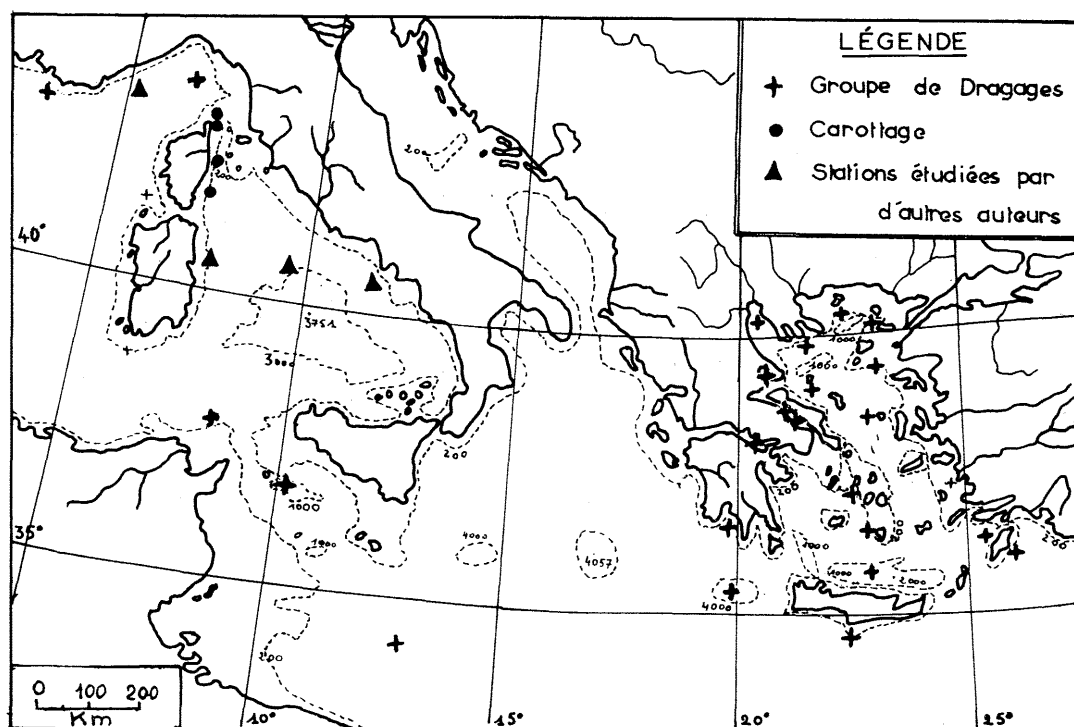


FIG. 1. — Carte des groupes de stations.

orientale, campagne en 1961 dans le canal de Corse. Nous proposons ici un résumé sur la nature minéralogique de la fraction argileuse de 90 de ces prélèvements, pris parmi les plus profonds, et répartis en 60 stations. Cette étude s'inscrit dans le cadre d'un travail portant sur les caractères sédimentologiques et minéralogiques de ces stations (fig. 1).

II — Méthodes d'études.

L'identification des composants argileux des vases a été faite essentiellement par diffractions aux rayons X, au laboratoire de Sédimentologie et de Géochimie des altérations de la Faculté des Sciences de Strasbourg, dirigé par le professeur G. MILLOT et M.J. LUCAS; cette reconnaissance a été confirmée pour les principaux types d'échantillons par une analyse thermopondérale, effectuée au laboratoire de Géologie marine de Marseille, dirigé par le professeur J.J. BLANC; la thermo-balance utilisée est une Stanton, modèle HT-SM.

L'analyse röntgénographique a été faite par diagrammes de poudres orientées, au spectro-goniomètre enregistreur Philips, modèle 1010/25, sur la fraction de sédiment inférieure à 2 microns, préalablement décalcifiée et défloculée (par centrifugation et microhomogénéisation). La technique de détermination comprend trois essais successifs : l'échantillon est soumis aux rayons X à l'état naturel, puis après traitement au glycol éthylique, enfin après chauffage à 490° pendant 1h30; les spectrogrammes obtenus permettent une appréciation quantitative grossière à 10 % près. Les déterminations sont complétées par une étude en chambre de Debye-Scherrer sur des plaquettes argileuses imbibées de glycérol. La lecture des diagrammes et des films est faite selon les méthodes appliquées au laboratoire de Sédimentologie de Strasbourg (J. LUCAS, Th. GAMEZ, G. MILLOT, 1959).

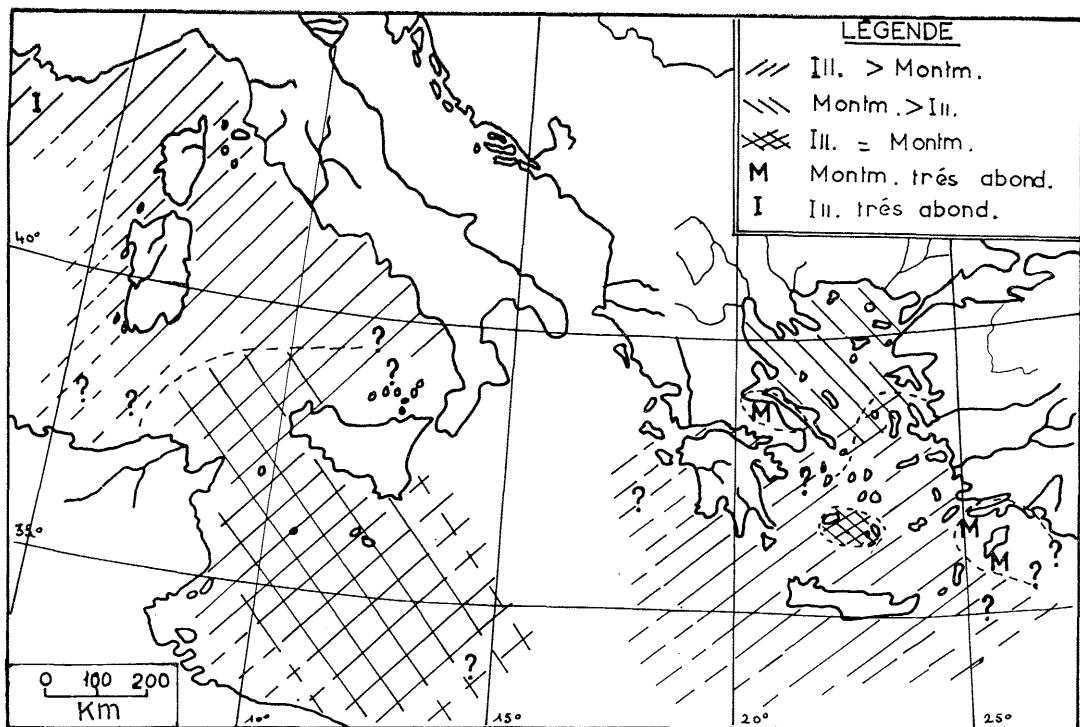


FIG. 2. — Essai de groupement en « provinces » minéralogiques.

III — Résultats.

Le dépouillement des diagrammes de rayons X nous a conduit à séparer les fonds étudiés en « provinces » définies par les minéraux argileux dominants; cette généralisation des résultats à de grands territoires, pour un nombre de prélèvements réduit (généralisation permise par l'homogénéité des résultats à l'échelle locale), ne peut être envisagée que comme un travail préliminaire; les limites proposées ne sauraient être rigoureuses, les enclaves minéralogiques sont probablement plus nombreuses que celles mises en évidence (fig. 2).

Les seuls minéraux argileux *simples* présents sont : illite, montmorillonite, chlorite et kaolinite. Les deux premiers sont les plus abondants; les deux derniers, d'importance généralement secondaire, ont été groupés, leurs proportions relatives restant souvent imprécises; cependant, et cela a déjà été montré en Méditerranée occidentale (A. RIVIÈRE et S. VERNHET, 1960; J.J. BLANC, 1958), les deux minéraux sont nettement présents; la kaolinite semble pouvoir constituer jusqu'à 20 et 30 % de la phase argileuse.

D'autre part on trouve des minéraux argileux *interstratifiés*, le plus souvent irréguliers, qui sont des illites plus ou moins ouvertes, des mélanges gonflants de feuillets d'illite-montmorillonite et de chlorite-montmorillonite, mélanges assez peu abondants mais très communs.

1^o) Mer tyrrhénienne, golfe de Gênes, côtes de Provence : *province à illite dominante.*

Les résultats qualitatifs et quantitatifs concordent avec les données bibliographiques, assez abondantes pour cette partie de la Méditerranée (NORIN E., 1953; NESTEROFF W.D. et SABATIER G., 1958; HOANG NGOC CAU, DONOSO et SABATIER G., 1959; MÜLLER G., 1961; GRIM R.E. et VERNET J.P., 1961). L'illite, dont l'origine, souvent controversée, sera discutée plus loin, est de plus en plus abondante vers les côtes de Provence. Cette illite s'ouvre du côté des petits angles, et tend alors vers un minéral interstratifié de type illite-montmorillonite, relativement abondant, auquel s'ajoutent de petites quantités de montmorillonite mal cristallisée et d'interstratifié chlorite-montmorillonite, pour donner une zone de gonflement imprécise entre 14 et 18 angströms, lors du traitement au glycol. La chlorite l'emporte généralement sur la kaolinite.

Exemples :

		C et K	I et I ouv	I-M, M, M-C
fosse E Porto-Vecchio	(— 870 m)	2	5	3
fosse SO Gorgona	(— 630 m)	2	6	2
g. Gênes, S Portofino	(— 900 m)	3	7	traces
canyon Cassidaigne	(— 370 m)	2	8	traces

Remarques :

I = illite; M = montmorillonite; C = chlorite; K = kaolinite; I-M et M-C = minéraux interstratifiés (dont les symboles sont choisis par commodité, sans prétendre représenter un arrangement quelconque des feuillets). Les proportions sont estimées en chiffres, de 1 à 10.

Les carottages effectués dans le canal de Corse (de 50 cm à 1 m de profondeur), ne montrent en fonction du niveau que des évolutions de détail. Notons que cette province semble s'étendre vers l'ouest, au moins pour les sédiments proches du continent, J.H. DURAND ayant trouvé des vases à illite dominante au large d'Alger (J.H. DURAND, 1956).

2^o) Région du seuil siculo-tunisien : *province à illite et montmorillonite dominantes, en proportions voisines.*

Les échantillons, prélevés loin les uns des autres, à des profondeurs très variables (de —350 à —1 700 m), et sur des fonds à régimes courantologiques différents, montrent une remarquable constance minéralogique; la montmorillonite, bien cristallisée, donne un pic de diffraction principal vers 12 angströms, qui au glycol se déplace vers 17 angströms; la kaolinite semble particulièrement nette, tandis que la chlorite ne se trouve qu'à l'état de traces (pas de pic à 4,72, un seul pic vers 3,55, disparition du pic à 14 angströms après chauffage); quelques minéraux interstratifiés de type gonflant suivent les déplacements de la montmorillonite.

Exemples :

		C	K	I	M
fosse de Pantelleria	(—1720 m)	tr	3 (—)	3(+)	4
SE de Malte	(—360 m)	tr	2	4	4+ tr inter gonfl.

3^o) *Méditerranée nord-orientale.*

Trois types de régions ont été isolés.

a) Partie sud : *province à illite dominante.* Les minéraux argileux sont en proportions voisines de ceux des sédiments de la Mer tyrrhénienne.

Exemples :

		C et K	I	ens. gonflant
fosse de Matapan	(— 4180 m)	2	6	2
golfe de Corinthe	(— 870 m)	2	6	2
golfe de Kos	(— 400 m)	2	6	2

Les spectrogrammes montrent cependant certaines différences : l'édifice gonflant est fait de montmorillonite bien cristallisée, les minéraux interstratifiés forment un cortège insignifiant; la chlorite prend le pas sur la kaolinite, mal définie.

b) Partie nord : *province à montmorillonite à peine dominante.*

Dans cette partie de la Mer Egée, la montmorillonite est légèrement plus abondante que l'illite; la chlorite reste très nette.

La région de l'archipel volcanique du Santorin, enclavée dans la province du sud, est un cas intermédiaire entre les provinces nord et sud, de même que la région d'Anti-Psara, située à la limite des deux.

Exemples :

		C et K	I	M
golfe de Salonique	(—95 m)	1	4	5
O de Mytilène	(—130 m)	1	3	6
S de Santorin	(—512 m)	3	3,5	3,5
O d'Anti-Psara	(—1015 m)	2	4	4

c) Régions de Rhodes et du canal de Talante : *zones à montmorillonite très abondante.* L'analyse de la phase argileuse montre la présence d'une quantité notable d'illite, qui cependant, proportionnellement à la montmorillonite, devient minime; cette dernière, très bien cristallisée, donne lors du traitement au glycol des pics remarquablement aigus pour ce minéral à figures typiquement « en dos ».

Exemples :

		C et K	I	M
N de Rhodes	(— 240 m)	1	1	8
canal de Talante, partie N	(— 430 m)	tr	1	9

IV — Origine des minéraux argileux.

Nous nous contenterons de présenter, à titre d'hypothèses provisoires, les idées suivantes.

Illite.

Le problème de son origine peut être dégrossi avec profit sur les vases de Méditerranée occidentale, où ce minéral est particulièrement abondant. Selon GRIM et VERNHET (1961), la montmorillonite, d'origine volcanique, se décompose rapidement en un édifice interstratifié, évoluant lui-même en illite; celle-ci est plus abondante en profondeur qu'à la surface du sédiment. Selon E. NORIN (1953) et G. MÜLLER (1961), l'illite est également authigène, mais par exfoliation de biotite altérée.

L'étude des minéraux de la fraction grossière nous a montré que, directement issus du continent voisin, ils sont susceptibles d'être dégradés en illite: les schistes cristallins de Corse, le flysch de Gênes, les sédiments métamorphiques de la côte provençale, dont les produits

d'érosion sont drainés par les fleuves côtiers, sont riches en micas; l'illite, mica « raccourci », est donc soit détritique (c'est un minéral argileux résistant, lors de reprises successives), soit issue d'une transformation rapide dans le sédiment déposé; c'est en tous les cas un minéral d'héritage. L'ensemble gonflant, peu abondant et mal défini, pourrait être issu en partie d'une « ouverture » de l'illite, celle-là passant par un stade interstratifié.

L'étude de la géologie terrestre des autres régions nous conduit à des conclusions similaires : l'illite, minéral essentiellement d'apport, provient de roches abondantes en micas (schistes cristallins, zone des ectinites, etc.).

Montmorillonite.

L'étude géologique montre que, dans toutes les régions où la montmorillonite est présente en quantités notables, se trouvent des affleurements continentaux ou sous-marins de roches volcaniques, anciennes ou récentes; inversement, les sédiments éloignés de roches ignées sont pauvres en montmorillonite; l'étude des minéraux lourds confirme cette observation.

Dans le cas du canal de Talante, on a affaire à des sédiments riches en éléments ultrabasiques, sédiments décrits par J.J. BLANC dans un travail à l'impression; ils sont issus des affleurements d'ophiolites d'Eubée, massifs en surrection actuelle, érodés rapidement. D'autre part, comme l'ont montré G. SADLAN, G. MILLOT et M. BONIFAS (1955), les minéraux argileux du groupe des smectiques peuvent également provenir de roches volcaniques acides. La montmorillonite est donc vraisemblablement avant tout un produit de transformation de roches éruptives : volcans de la région siculo-tunisienne, volcans de Grèce et des archipels égéens du nord (dont les produits sont essentiellement des verres et des roches microlitiques : rhyolites, dacites, andésites...). Le volcanisme du Santorin est encore trop récent pour que les évolutions minéralogiques puissent être importantes; la région d'Anti-Psara, elle, est déjà assez éloignée des gisements de roches ignées. Quant à la montmorillonite des fonds de l'île de Rhodes, son origine reste incertaine : est-ce un produit d'altération des terrains sédimentaires crétacés et tertiaires de l'île, un produit de transformation de matériel volcanique (volcans récents proches, profil sous-marin de type volcanique), un matériel de drainage de roches sédimentaires à éléments basiques provenant du continent, un matériel de néoformation dans un milieu convenable? Une étude détaillée, sur place, permettrait certainement d'éclaircir le problème.

Une étude optique permettrait probablement de déterminer si la réorganisation de la montmorillonite est due à des phénomènes de paragenèse ou de néogénèse.

Chlorite.

C'est un minéral commun dans les roches métamorphiques; ces roches sont abondantes en Corse, Italie, Provence et Méditerranée orientale, précisément là où les sédiments sont les plus riches en chlorite; celle-ci est donc un minéral directement hérité, ce qui est confirmé par les grosses paillettes de ce minéral trouvées dans la fraction grossière lourde du sédiment.

Kaolinite.

On la trouve en quantités sensiblement égales dans tous les échantillons étudiés; les sols rouges méditerranéens, ou « terra rossa », présents dans tout le périmètre considéré, sont riches en kaolinite; la kaolinite des sédiments marins provient très probablement du lessivage de ces argiles de décalcification, et particulièrement de l'érosion générale des systèmes karstiques pendant les stades régressifs post-tyrrhéniens (BLANC J.J. 1958).

Minéraux interstratifiés.

Ils sont issus de l'évolution de minéraux argileux simples, illite ou chlorite, et constituent vraisemblablement des états intermédiaires susceptibles d'évoluer, par aggragation ou dégradation (le processus reste à déterminer), en un autre minéral argileux simple.

Conclusions.

Le minéral le plus commun des fonds méditerranéens est l'illite, qui l'est du reste également dans les sols et les facies d'altération continentaux.

L'origine des argiles est à rechercher avant tout à partir du continent; cependant des genèses à partir d'ions en solution ne sont pas impossibles; l'échelle de l'étude entreprise n'a permis que de donner les hypothèses les plus probables; en fait les reliefs continentaux sont « vivants », et les formations argileuses d'origine physico-chimique, si elles sont présentes dans les sédiments marins actuels, sont forcément masquées par l'apport détritique; elles ne pourraient être mises en évidence que par une étude dynamique de la minéralogie et de la physico-chimie des roches exondées et du milieu marin (eau et sédiment), ou dans des milieux particuliers où le taux de sédimentation serait très faible.

Station marine d'Endoume, Marseille.

BIBLIOGRAPHIE

- BLANC (J.J.), 1958. — Recherches de sédimentologie littorale et sous-marine en Provence occidentale. — Thèses Fac. Sci., Paris.
- DURAND (J.H.), 1956. — Étude pétrographique de quelques vases draguées au large de Tighzirt et au large de Castiglione. — *Bull. Soc. Aquic. pêche, Castiglione* **8**, p. 43.
- GRIM (R.E.) et VERNET (J.P.), 1961. — Étude par diffraction des minéraux argileux de vases méditerranéennes. — *Bull. suisse minér. et Pétro.*, **41** (1), p. 65-70.
- HOANG NGOC CAU, DONOSO et SABATIER, 1959. — Minéralogie de quelques vases marines de la région de Monaco. — *Bull. Soc. franç. Minér. et cristallo.*, **82**, p. 380.
- LUCAS (J.), CAMEZ (Th.) et MILLOT (G.), 1959. — Détermination pratique aux rayons X des minéraux argileux simples et interstratifiés. — *Bull. Serv. carte géol. Als. et Lorr.*, **12** (2), p. 21-31, Strasbourg.
- MÜLLER (G.), 1961. — Die rezenten Sedimente im Golf von Neapel. 2. — *Beitrage zur Mineral. und Petrogr.*, **8**, p. 1-20, Univ. Tübingen.
- NESTEROFF (W.D.) et SABATIER (G.), 1958-1959. — Étude minéralogique de vases bleues méditerranéennes. — *Bull. Soc. franç. minér. et de cristallo.*, **81**, p. 380; **82**, p. 72.
- NORIN (E.), 1953. — Occurrence of authigenous illitic mica in the sediments of the central Tyrrhenian sea. — *Bull. geol. Inst. Univ. Upsala*, n° 34, p. 279.
- RIVIÈRE (A.), VERNHET (S.), 1960. — Contribution à l'étude minéralogique des sédiments argileux. Discussion des résultats obtenus par la méthode des agrégats orientés. — *C.R. hebdom. séances Acad. Sci.* **251** (19), p. 2056-2058.
- SEDRAN (G.), MILLOT (G.) et BONIFAS (M.), 1955. — Sur l'origine des gisements de bentonites de Lalla Maghnia (Oran). — *Publ. Serv. carte géol. Algérie (n.s.)*, **5**, p. 213-214.