

Zeitschrift: Archives des sciences et compte rendu des séances de la Société
Band: 34 (1981)

Artikel: Étude sédimentologique des sédiments de baies de Nice et de Villefranche-sur-Mer (Méditerranée, France)

Autor: Rapin, François

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-740046>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 07.10.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

ÉTUDE SÉDIMENTOLOGIQUE DES SÉDIMENTS DES BAIES DE NICE ET DE VILLEFRANCHE-SUR-MER (MÉDITERRANÉE, FRANCE)

PAR

François RAPIN¹

ABSTRACT

This study deals with various sedimentological aspects of the marine sediments from the bays of Nice and Villefranche-sur-Mer.

Fieldwork was conducted in November 1976, February 1977 and February 1978. The data collected includes 90 surface sediment samples and 11 cores varying in length between 20 and 60 cm.

Grain size measurements were made on the total non-decarbonated sediment.

The principal results obtained in the course of these investigations are the following:

- The sediments are a mixture of: terrestrial detrital components and marine bioclastics.
- Five principal biocoenoses represented both in the bays of Nice et Villefranche (SFBC, HP, DC, VTC and VB).
- Grain size facies have been defined by submitting the weight %-values of each fraction to a "cluster analysis" or "correspondence analysis". The facies correspond more or less to those defined on the basis of the biocoenoses. Thus, there is a direct relationship between biocoenose and grain size facies.

1. INTRODUCTION

Ce travail a été effectué dans le cadre d'une thèse réalisée au Département de Géologie de l'Université de Genève (RAPIN, 1980).

Le but d'un tel travail était de connaître les caractéristiques sédimentologiques des sédiments des baies de Nice et de Villefranche, et ceci afin de faciliter les interprétations des résultats d'une étude géochimique détaillée (RAPIN, 1980).

Les baies de Nice et de Villefranche, qui font partie de la Baie des Anges, se trouvent à l'est de la côte méditerranéenne française (fig. 1). L'arrière pays est

¹ Laboratoire de Géologie, Université de Genève, 13, rue des Maraîchers, 1211 Genève 4 (Suisse).

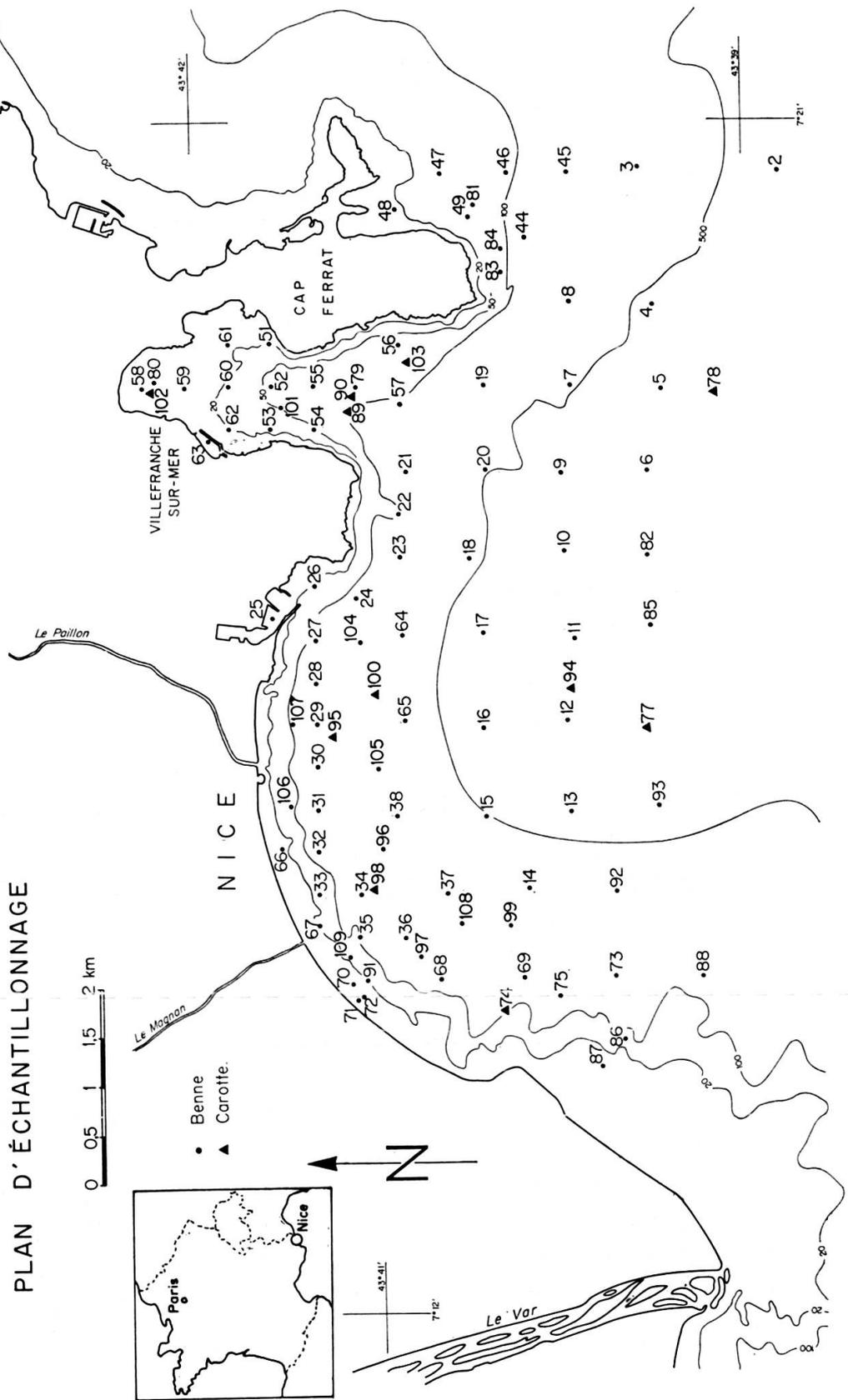


FIG. 1.

constitué par le massif cristallin de l'Argentera-Mercantour et sa couverture sédimentaire. Cette couverture est formée de terrain qui vont du Trias au Pliocène.

Trois fleuves influencent de manière diverse la sédimentation dans la zone étudiée: tout d'abord le Var et ses affluents, qui constituent le complexe hydrographique ($\sim 3000 \text{ km}^2$) le plus important du versant nord-ligurien, érodent de nombreuses formations géologiques (cristallin et métamorphique de l'Argentera-Mercantour et couverture sédimentaire); puis dans une moindre mesure, le Paillon et ses affluents, dont le bassin versant est principalement creusé dans du Crétacé supérieur et du Tertiaire; et pour terminer, le Magnan, qui draine des terrains pliocènes et a une influence très limitée.

La Baie des Anges est presque dépourvue de plateau continental. Dès le littoral, sous le cordon de galets, les fonds descendent très rapidement vers la plaine abyssale avec des pentes pouvant atteindre 40% (22°). Seule la partie centrale de la Baie fait exception, avec un plateau continental constitué par le delta sous-marin du Var.

La grande dépression de la Baie des Anges, avec son plateau continental très réduit et son talus très incliné, résulte moins de flexures, comme on avait pu le penser, que d'un ensemble de fractures avec effondrement du « bed-rock » (MURAOUR et GENNESSEUX, 1965; MURAOUR *et al.*, 1965, 1969; PAUTOT, 1968; MARCHAND et CECCALDI, 1969).

2. MÉTHODES

Nous avons prélevé environ 100 échantillons de sédiments superficiels et 11 carottes dont la longueur variait entre 20 et 60 cm. Ces prélèvements ont été effectués entre novembre 1976 et février 1978, avec le navire océanographique « Catherine-Laurence » de la Station marine de Villefranche-sur-Mer.

Les sédiments superficiels ont été récoltés à l'aide d'une benne « Shipeck » et les carottes à l'aide de carottiers à gravité.

Les analyses granulométriques ont été réalisées sur le sédiment brut (non décarbonaté). La granulométrie de la fraction grossière (sup. à 63 microns) a été effectuée par tamisage humide. Les mailles des tamis correspondent à une progression logarithmique de base 2 (phi entier): 63 μ , 125 μ , 250 μ , 500 μ , 1000 μ , 2000 μ . La répartition des particules dans la fraction fine a été obtenue par compteur « Coulter ». L'échelle granulométrique retenue est celle définie par WENTWORTH (1922): gravier = sup. à 2000 μ ; sable = 2000-63 μ ; silt = 63-4 μ et argile = inf. à 4 μ .

La terminologie utilisée pour l'inventaire des biocoenoses marines est empruntée au nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée (PERES et PICARD, 1964).

3. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Les sédiments superficiels des baies de Nice et de Villefranche présentent des faciès allant des graviers et sables purs aux silts argileux, comme le montre le diagramme ternaire (fig. 2), établi à partir de la nomenclature de SHEPARD (1954).

Ces sédiments résultent du mélange en différentes proportions de deux types de composants :

- le détritisme terrigène,
- le biodétritisme thalassogène.

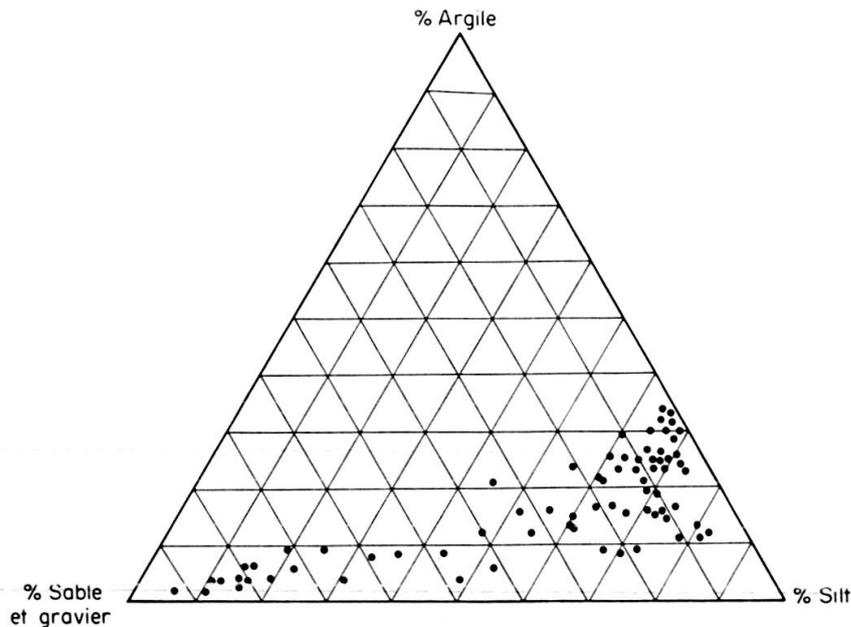


FIG. 2. — Diagramme granulométrique ternaire.

Les différences de composition sont donc localement déterminées par l'intensité relative des apports terrigènes et de l'activité biologique (biodétritisme).

L'étude des sédiments des carottes, dont les niveaux ont pu être datés par des méthodes isotopiques (Pb-210 et Cs-137), ont montré que la sédimentation n'avait pas varié pendant les cent dernières années (RAPIN, 1980). En effet, le diamètre moyen et les éléments chimiques majeurs, constitutifs du sédiment (Si, Al, Fe, K, Mg, Ca) ne présentent pas de variations verticales significatives.

3.1. INVENTAIRE ET RÉPARTITION DES BIOCOENOSSES

Cinq biocoenoses principales sont représentées dans les baies de Nice et de Villefranche (fig. 3):

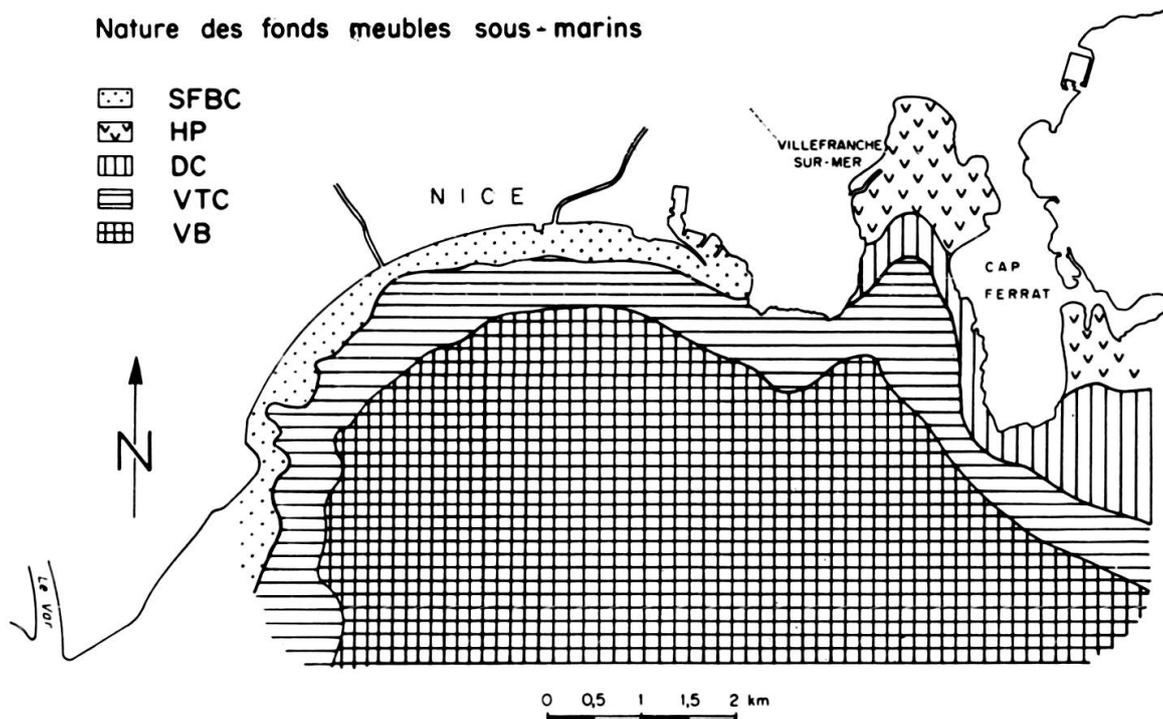


FIG. 3. — Répartition des biocoenoses.

SFBC: sables fins bien calibrés — HP: herbiers à Posidonies — DC: détritique côtier —
VTC: vases terrigènes côtières — VB: vases bathyales.

a) *Etage infralittoral:*

Biocoenose des sables fins bien calibrés (SFBC) (prof.: 2 à 25 m)

Les sédiments sont constitués de sable fin, d'un diamètre se situant entre 250 et 63 microns, très bien classés et légèrement vaseux. L'origine du matériel est mixte: soit biodétritique, soit détritique terrigène. L'hydrodynamisme de dépôt est élevé. L'aire de répartition de cette biocoenose correspond strictement au bord du littoral de la baie de Nice.

Biocoenose des herbiers à Posidonies (HP) (prof.: jusqu'à 30 m)

C'est une prairie à frondes de phanérogame marine (*Posidonia oceanica*). Les sédiments de cette biocoenose sont essentiellement des graviers et des sables biodétritiques avec une phase terrigène silto-argileuse piégée par les matras des phanérogames. Ce matériel montre une absence d'évolution granulométrique

(absence de classement, plusieurs modes se succédant). Cette biocoenose est développée dans le fond de la baie de Villefranche et à l'est du Cap Ferrat, jusqu'à des profondeurs pouvant atteindre 30 m. Actuellement, ces herbiers régressent à la limite inférieure, surtout pour des raisons de pollution.

b) *Etage circalittoral :*

Biocoenose du détritique côtier-s.l. (DC) (prof.: 30 à 130 m)

Des graviers et des sables biodétritiques sont les constituants principaux des sédiments de cette biocoenose, ces derniers contiennent également une fraction silto-argileuse. L'origine de ces sédiments est mixte:

- éléments biodétritiques autochtones,
- sables et silts biodétritiques remaniés, influence latérale des formations infralittorales,
- silts et argiles, issus d'apports continentaux.

Ce faciès se rencontre à la sortie de la baie de Villefranche, depuis la limite inférieure de l'herbier à Posidonies (−30 m) et au pourtour du Cap Ferrat. Au sud-ouest de la baie de Villefranche et en bordure du Cap Ferrat se développe le faciès typique du maërl («gravelle grosse»). C'est un sédiment très riche en thalles de mélobésiées (*Lithothamnium*).

Biocoenose des vases terrigènes côtières (VTC) (prof.: 30 à 200 m)

Ce sont des vases circalittorales surtout formées de silt et, dans une moindre mesure, d'argile. La proportion de sable fin ne dépasse pas 20 à 30%. Les apports détritiques terrigènes, en provenance du Var et du Paillon, sont prépondérants. Ces sédiments se trouvent à des profondeurs situées entre 30 et 200 m, sur tout le pourtour de la baie de Nice

c) *Etage épibathyal :*

Biocoenose des vases bathyales (VB) (prof.: sup. à 200 m)

Ces vases profondes sont constituées de silt et d'argile. La phase sableuse fine est très réduite (inférieure à 5-10%). Les composants de ces sédiments sont de deux types:

- une phase principale détritique terrigène, d'origine fluviale,
- une phase biodétritique d'origine pélagique.

Ces sédiments occupent tout le centre de la baie de Nice, à partir d'environ 200 m de profondeur.

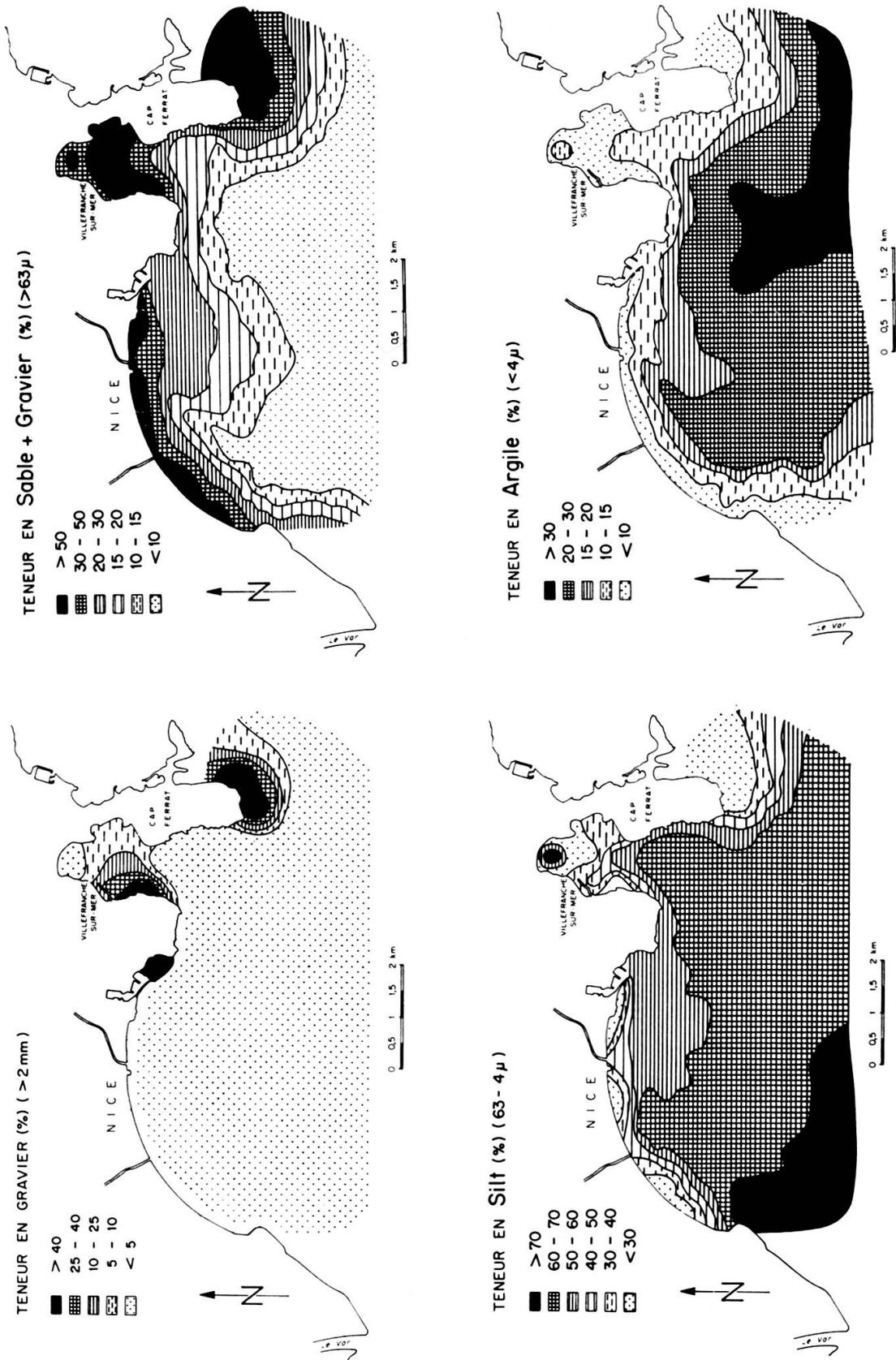


FIG. 4. — Répartition des fractions granulométriques.

3.2. CARTES DE RÉPARTITION GRANULOMÉTRIQUE

Les cartes de pourcentages de gravier, sable, silt et argile (fig. 4) donnent une idée précise de la répartition spatiale de la granulométrie des sédiments superficiels. Nous n'en retiendrons que les caractéristiques les plus marquantes :

- les teneurs en gravier les plus élevées (à l'exception des zones de plage qui n'ont pas été échantillonnées, étant donné le tirant d'eau du bateau) se trouvent confinées dans la baie de Villefranche et au Sud du Cap Ferrat. Ce sont les zones des faciès à herbiers à Posidonies (HP) et du détritique côtier (DC), surtout à algues encroûtantes (*Lithothamnium*-maërl).
- les fortes teneurs en sable et gravier s'observent sur le pourtour de la baie de Nice, dans la baie de Villefranche et au sud du Cap Ferrat. Cela correspond aux faciès des sables fins bien calibrés (SFBC), des herbiers à Posidonies (HP) et du détritique côtier (DC).
- la carte de répartition des silts est similaire à celle des argiles, sauf au sud-ouest de la baie de Nice, où des apports silteux importants proviennent du delta du Var.
- les plus forts pourcentages de la fraction argileuse s'observent au centre de la baie de Nice, à partir d'une profondeur d'environ 200 m.

On notera également la relation de dépendance évidente entre le pourcentage de la fraction fine et la bathymétrie, à l'exception des zones à fort biodétritisme.

3.3. INDIVIDUALISATION DE FACIÈS GRANULOMÉTRIQUE

Pour exploiter le mieux possible les informations contenues dans les courbes granulométriques, nous avons classé les échantillons, sur la base des %-poids, à l'aide d'un programme d'analyse hiérarchique (mode Q) (analyse de grappe; PARKS, 1970). L'analyse hiérarchique est précédée d'une analyse factorielle (mode R) effectuée à partir de la matrice des coefficients de corrélation.

L'analyse de grappe permet d'individualiser quatre groupes d'échantillons qui correspondent à des faciès granulométriques distincts. Leurs courbes granulométriques sont reportées sur la figure 5, et leurs répartitions géographiques sur la figure 6.

Le faciès A montre une absence de triage des classes dimensionnelles et semble être le mélange d'au moins deux populations de particules: des graviers et des sables grossiers et une fraction silto-argileuse. La forme des courbes cumulées souligne l'absence d'évolution granulométrique par transport.

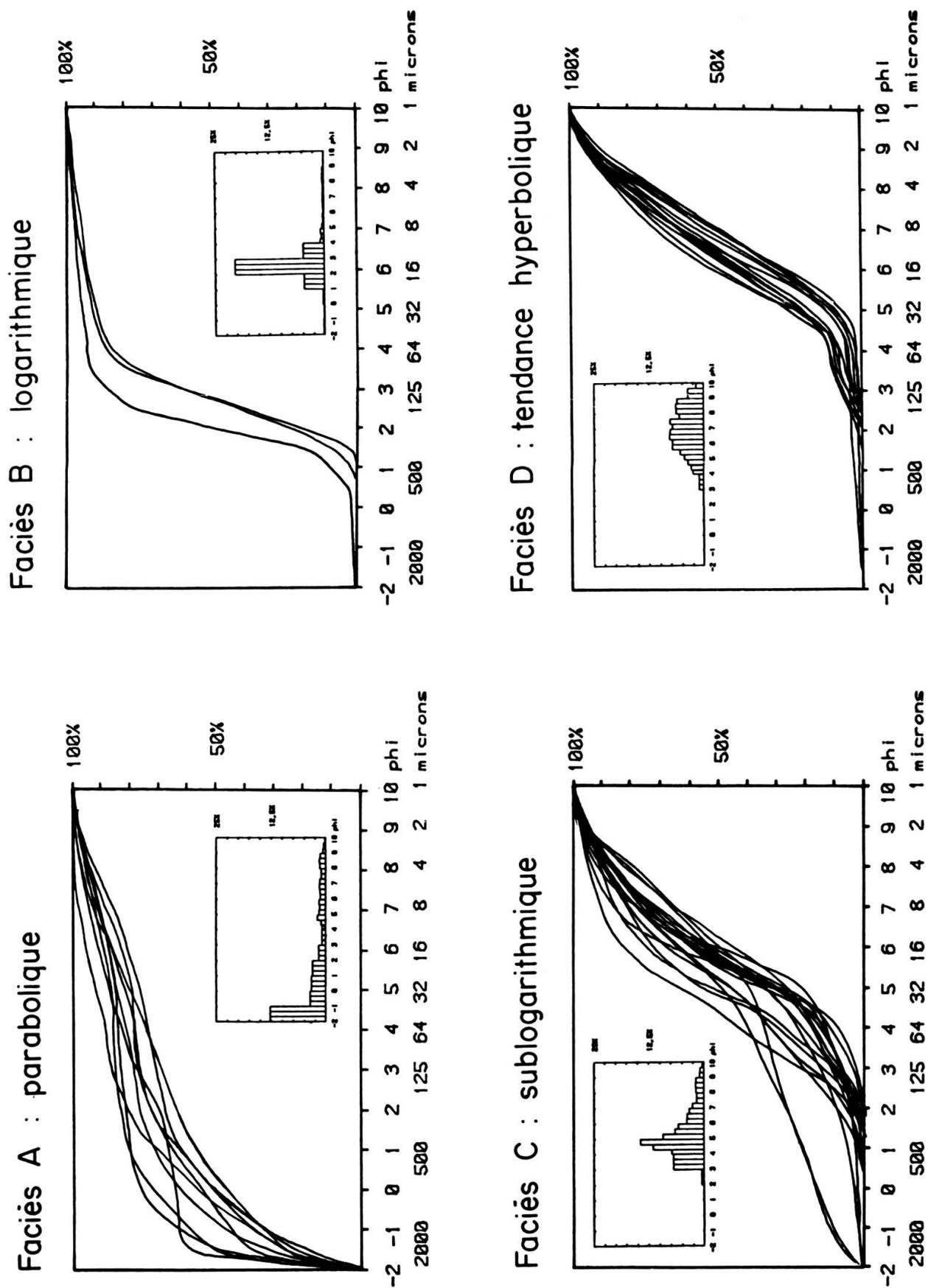


FIG. 5 — Faciès granulométriques (courbes granulométriques).

Les sédiments du groupe B sont constitués essentiellement de sable très bien classé. C'est un faciès, avec triage au profit d'une classe dominante (125 à 250 microns), qui indique des actions hydrodynamiques puissantes.

Un mode dans les silts grossiers et une queue de la distribution dans les éléments fins caractérisent les sédiments du faciès C, qui représente un faciès de transition.

Le groupe D, formé d'échantillons riches en silt fin et en argile, correspond à un faciès qui dénote une décantation des particules fines en milieu calme.

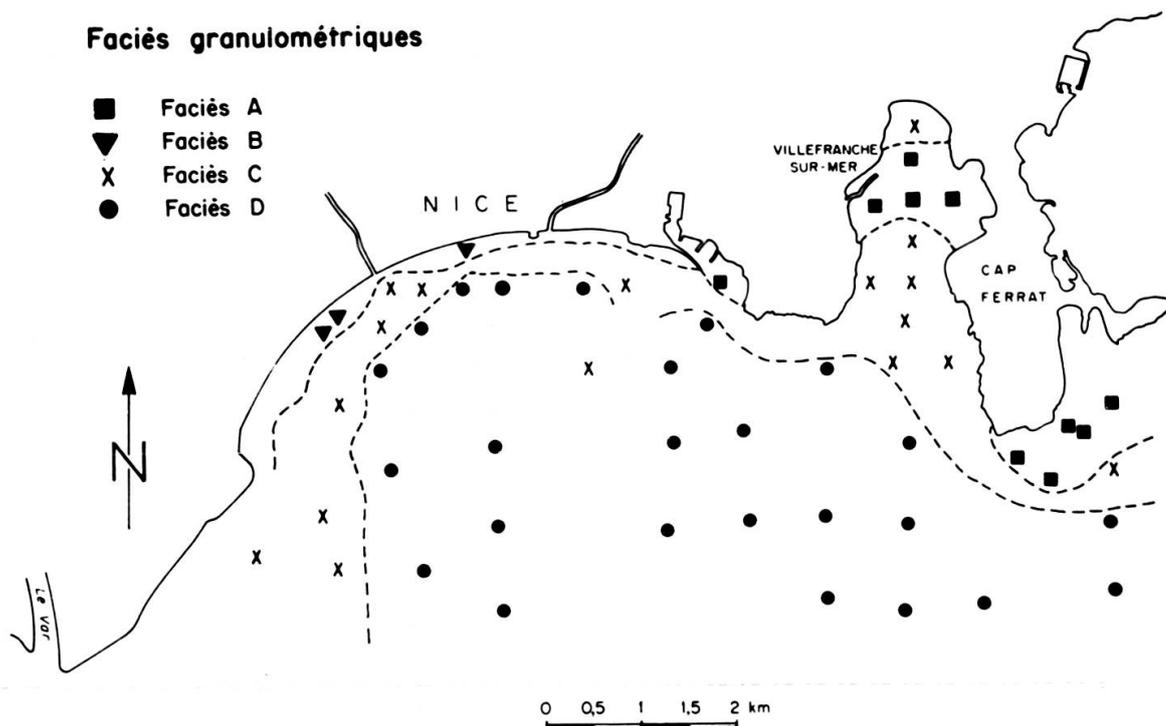


FIG. 6. — Répartition des faciès granulométriques.

La répartition de ces faciès (fig. 6) et leur contenu pétrographique sont en bonne concordance avec les subdivisions basées sur les biofaciès (fig. 3):

faciès A = biocoenoses	HP et DC
faciès B = biocoenose	SFBC
faciès C = biocoenose	VTC
faciès D = biocoenose	VB

En résumé, le passage des faciès B à C, puis à D, traduit la diminution de l'hydrodynamisme avec l'augmentation de la profondeur. Par contre, le faciès A, de nature composite (perturbé par les éléments biodétritiques) ne peut être rattaché

à un hydrodynamisme donné. En effet, le matériel biodétritique est souvent en déséquilibre hydrodynamique. La figure 7 le montre très clairement. Des échantillons peuvent se trouver à la même profondeur (avec même hydrodynamisme) et avoir un diamètre moyen de leur distribution granulométrique très différent.

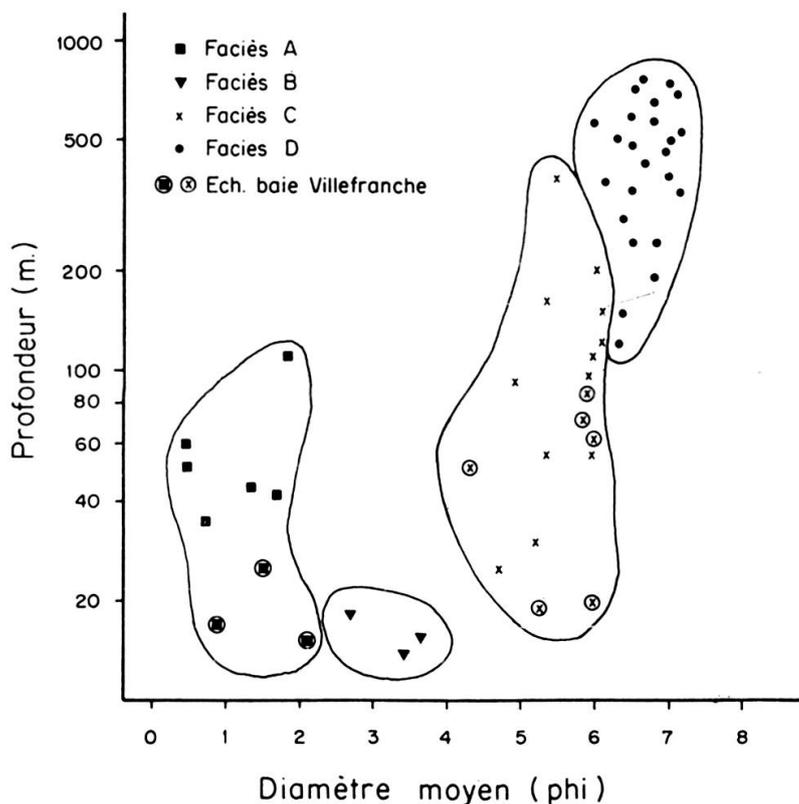


FIG. 7. — Relation entre le diamètre moyen du sédiment et la bathymétrie.

Pour confirmer ces résultats, nous avons également eu recours à l'analyse factorielle des correspondances (AFC) (BENZECRI *et al.*, 1973; LACHANCE et BOUCHER, 1979). Elle permet d'exprimer graphiquement par la projection simultanée des points-échantillons et des points-variables sur des plans définis par la combinaison des axes factoriels pris deux à deux, les relations entre variables, entre échantillons, et entre variables et échantillons. Les distances entre points traduisent leurs degrés de similitude ou de corrélation. Dans notre cas, les deux premiers axes factoriels représentent un pourcentage d'inertie cumulé (information recueillie) de 77%. A partir du diagramme de la figure 8, qui est l'expression graphique de l'AFC, il est possible d'individualiser des faciès granulométriques (A, B, C, D) qui sont identiques à ceux définis par l'analyse hiérarchique.

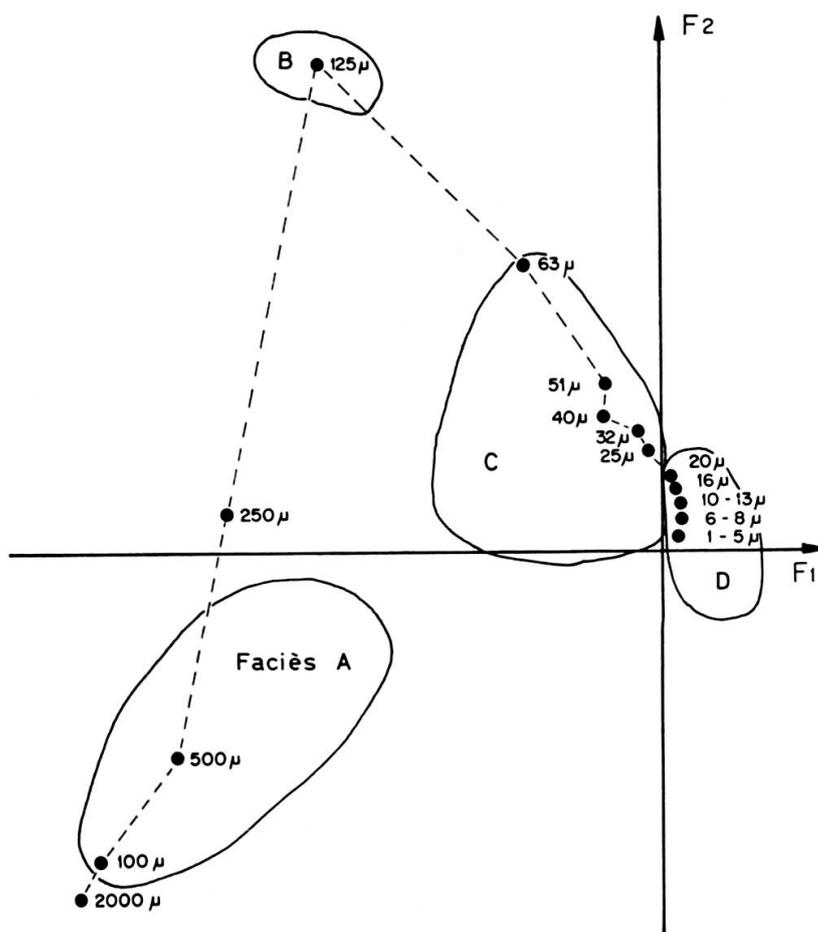


FIG. 8. — Diagramme AFC: représentation de la courbe des points-tamis et nuages des points-observations (faciès A, B, C, D) sur le plan des axes factoriels 1/2.

4. CONCLUSIONS

Cinq biocoenoses principales sont représentées dans les baies de Nice et de Villefranche (SFBC, HP, DC, VTC et VB).

Il est possible de définir des faciès granulométriques objectifs en soumettant les valeurs des %-poids de chaque fraction granulométrique des échantillons à une analyse hiérarchique (analyse de grappe) ou à une analyse factorielle des correspondances. Les faciès ainsi obtenus correspondent, en règle générale, à ceux définis à partir des biocoenoses. Ceci confirme différents travaux (BLANC, 1956; ORSOLINI, 1978) qui avaient montré qu'aux divers types de biocoenoses correspondent des faciès granulométriques assez bien déterminés.

Les relations, d'une part entre les faciès granulométriques et, d'autre part le biodétritisme et la bathymétrie, confirment le rôle prépondérant de ces deux derniers paramètres dans la sédimentation des baies de Nice et de Villefranche.

REMERCIEMENTS

L'auteur tient à remercier le Professeur J. P. Vernet, directeur de thèse, le Professeur J. Charollais, codirecteur de thèse, le Dr. F. Fernex, le Professeur J. Blanc et le Professeur U. Förstner membres du jury, pour leurs conseils et leurs critiques. Sa reconnaissance va également aux chercheurs du Département de Géologie de l'Université de Genève, du Laboratoire de Sédimentologie de la Station marine de Villefranche-sur-Mer et du Laboratoire de Géologie marine de l'Université de Marseille-Luminy pour leur collaboration. Enfin, il tient à remercier le Capitaine et tout l'équipage du N.O. *Catherine-Laurence*.

BIBLIOGRAPHIE

- BENZECRI, J. P., L. BELLIER et B. BENIER *et al.* (1973). *L'analyse des données*. Dunod Ed., Paris, 2 vol., 619 p et 615 p.
- BLANC, J. J. (1956). Recherches de sédimentologie littorale et sous-marine en Provence occidentale. Thèse Fac. Sci. Paris, Masson Ed., Paris, 140 p.
- LACHANCE, M. et P. BOUCHER (1979). Programme d'analyse factorielle des correspondances (4^e version). *Doc. sp. INRS-Eau*, Québec, 82 p.
- MARCHAND, J. P. et X. CECCALDI (1969). Etude par sondages sismiques des prolongements vers l'Est et l'Ouest des structures de la Baie des Anges. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, Bull. 46, fasc. 62, p. 285-292.
- MURAOUR, P., J. DUCROT, M. GENNESSEAUX, E. GROUBERT et J. P. MARCHAND (1965). Etude sismique par réfraction sur la pente continentale niçoise. *Bull. Inst. Océanogr. (Monaco)*, Vol. 65, n° 1354, p. 1-44.
- MURAOUR, P., J. DUCROT, J. P. MARCHAND et X. CECCALDI (1969). Contribution à l'étude de la structure profonde entre la Provence et la Corse. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, Bull. 46, fasc. 62, p. 269-281.
- MURAOUR, P. et M. GENNESSEAUX (1965). Quelques remarques à la suite d'une étude par sismique réfraction sur la pente continentale niçoise. *C.R. Acad. Sci. (Paris)*, T. 260, série D, p. 227-230.
- ORSOLINI, P. (1978). Contribution à l'étude géomorphologique et sédimentologique des domaines côtiers de la presqu'île de St-Tropez (Var), définition des équilibres naturels. Thèse de spécialité, Univ. Aix-Marseille II, 97 p.
- PARKS, J. M. (1970). Fortran IV program for Q-mode cluster analysis on distance function with printed dendrogram. *Computer contributions*, No. 46, State geol. Surv. Univ. Kansas, Lawrence, 32 p.
- PAUTOT, G. (1968). Etude géodynamique de la pente continentale au large de Cannes et Antibes. *Bull. Soc. Géol. France*, (7), Vol. 10, p. 253-260.
- PERES, J. M. et J. PICARD (1964). Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, Bull. 31, fasc. 47, 137 p.
- RAPIN, F. (1980). Les sédiments des baies de Nice et de Villefranche-sur-Mer (Méditerranée, France): Etude sédimentologique et géochimique. Thèse n° 1990, Fac. Sci., Univ. Genève, 139 p.
- SHEPARD, F. P. (1954). Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *J. sediment. Petrol.* Vol. 24, No. 3, p. 151-158.
- WENTWORTH, C. K. (1922). A scale of grade and class terms for clastic sediments. *J. Geol.*, Vol. 30, p. 377-392.

