

OBSERVATIONS GÉOLOGIQUES DANS LE CANYON DE PLANIER ET DANS LE "PETIT CANYON"

par Louis DANGEARD, Michel LAMBOY et Yves LEMOSQUET

Centre de Géologie marine de Caen

et Claude FROGET

Laboratoire de Géologie marine. Station marine d'Endoume. Marseille 7^e

SUMMARY

The authors present the results of an underwater exploration in the Planier submarine valleys, off Marseille, on board of "Calypso" (summer 1966). Direct observations with the diving saucer and draggings afford to describe sedimentary facies. Samples of quaternary rocks are analyzed. Neotectonic and sedimentologic consequences are examined.

RESUME

Les auteurs présentent les résultats d'une exploration des canyons de Planier, menée à bord de la "Calypso" (été 1966). L'observation directe en soucoupe plongeante et les dragages permettent de décrire les faciès sédimentaires. Les échantillons rocheux prélevés sont analysés ; les conséquences néotectoniques et sédimentologiques sont examinées.

Mots-descripteurs : soucoupe plongeante ; Canyons de Méditerranée occidentale ; Sédiments sous-marins ; Roches quaternaires sous-marines ; Tectonique quaternaire.

La mission effectuée au cours de l'été 1966 avait pour but de compléter les observations faites par l'un de nous (L. D) dans la même région. En effet, la plongée du 3 novembre 1965 avait permis de prélever sur des affleurements en place des blocs très fossilifères appartenant vraisemblablement au Quaternaire ancien, et d'observer des coquilles de la "faune froide" würmienne (6).

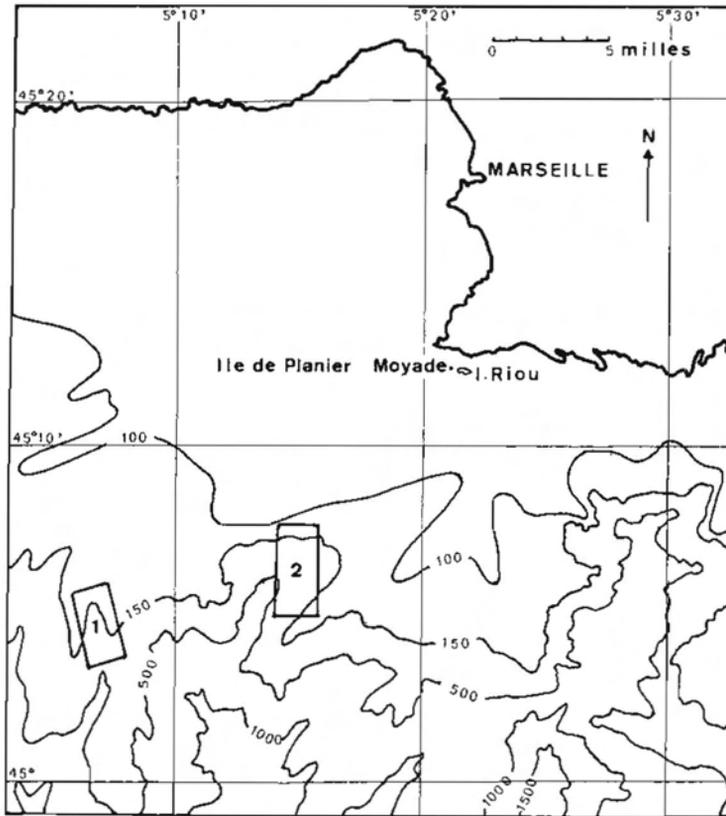
Cette nouvelle mission a permis d'effectuer cinq dragages dont quatre ont été fructueux, un carottage avec un carottier à poids, deux traits de troïka, enfin six plongées en soucoupe, au cours desquelles ont été pris un film et de nombreuses photographies. La présence d'un câble téléphonique (Marseille-Alger) traversant le Canyon de Planier(*) nous a empêchés de continuer nos opérations dans ce secteur et nous a obligés à les terminer dans le "petit canyon" voisin.

Le repérage en mer était effectué par radar en utilisant le phare de Planier et l'îlot de La Moyade pour le petit canyon.

I - TOPOGRAPHIE

Elle a été étudiée jusqu'à environ 350 m, à l'aide de nombreuses coupes transversales. La tête du canyon de Planier est bien dirigée SW-NE, comme l'indique la carte de J. BOURCART ; mais l'extrémité amont est infléchiée vers le Nord. Les flancs sont disymétriques : le flanc nord-ouest est plus abrupt (20 à 25° par place) et sa pente est plus régulière que le flanc sud-est. D'ailleurs, la pente nord-ouest présente,

(*) Nous employons par commodité le terme de canyon comme synonyme de grande vallée sous-marine. Cela ne veut pas dire que la pente soit partout très forte.



Situation schématique des secteurs explorés.

- 1/ Petit canyon
- 2/ Canyon de Planier

comme nous le verrons plus loin, des affleurements rocheux ; le flanc sud-est en est dépourvu, mais on y observe des sortes de terrasses ou de gradins. Ces replats ne semblent pas présenter une grande continuité.

A partir de 280 m environ, le fond s'élargit. Il est en général très plat avec, cependant, quelques ondulations secondaires.

En ce qui concerne le petit canyon dont l'axe est dirigé N-S, le profil transversal est assez symétrique dans la région étudiée, mais les roches n'affleurent que sur le flanc est.

II - LES PRINCIPAUX FACIES OBSERVES DANS LES DEUX CANYONS

1/ Fonds rocheux.

Lorsque la roche affleure, sous forme de dalle ou d'arête, elle est généralement encroûtée par de nombreux organismes : Eponges, Bryozoaires, Ascidies. Lorsqu'elle est tendre, elle est percée de cavités où s'abritent des animaux tels que Langoustes, Poissons, etc.

2/ Fonds à Bonellies.

Les champs de Bonellies s'étendent à perte de vue près des affleurements rocheux, sur les fonds plus ou moins durs. La présence de ces animaux semble, dans tous les cas, indiquer l'existence de la roche sous quelques centimètres de sédiments.

3/ Fonds à "Comatules" (*Leptometra*).

Le facies est bien développé dans les deux canyons, surtout entre 180 et 250 m de profondeur. Ces organismes reposent sur des fonds sablo-vaseux, fréquemment parsemés de coquilles entières ou en débris. Leur répartition semble se faire suivant un certain gradient : au centre du champ, la densité peut atteindre 8 à 10 individus au m² pour décroître progressivement vers les marges. L'on note que, lorsqu'il y a du courant, les bras des Comatules sont orientés vers lui.

4/ Fonds coquillier.

Ils sont très communs et représentés par des sables plus ou moins chargés de débris montrant des semis de coquilles entières de Pélécy-podes (*Venus casina*) et de Brachiopodes (*Terebratula vitrea*), des tests isolés d'Echinodermes (Spatangues) souvent brisés. Par place, les coquilles de *Venus* et de Brachiopodes ont été amoncelées par des pieuvres.

Au flanc Sud du canyon de Planier, sur un replat faisant suite à un talus de 10 à 20° d'inclinaison, nous avons observé des traînées de coquilles de *Terebratula vitrea* sur une largeur de 1 à 2 m et sur plusieurs dizaines de mètres de longueur, ce qui tend à prouver la présence de courants responsables de ces "facies d'accumulation". Par ailleurs, il y a souvent mélange de coquilles actuelles et de coquilles fossiles appartenant à la "faune froide".

L'observation directe permet de diviser ce facies coquillier en deux catégories de granulométrie différente : sable plus ou moins grossier, sablon vaseux. Dans ce dernier cas, la pince soulève un nuage de fines suspensions en fouillant le sol sous-marin. La densité du nuage donne souvent une idée de l'abondance de la fraction pélitique.

5/ Fonds à terriers de *Callocaris* et à tumuli.

C'est un faciès sablo-vaseux fin, bioturbé par de nombreux organismes fousseurs et présentant en surface des pistes et traces diverses dues à des Holothuries, des Nudibranches, des Poissons, des Crustacés.

Ce faciès est de beaucoup le plus répandu en profondeur. Il occupe en effet 80 % environ des fonds situés entre 250 et 350 m. L'apparition de ce faciès à la descente nous indiquait la proximité de l'axe des canyons.

Le sédiment est relativement compact. Les terriers de *Callocaris* (Crustacés) sont constitués par des "trous groupés" au nombre de 5 à 10, ayant de 1 à 2 cm de diamètre et dont la partie supérieure forme un léger entonnoir. Chaque individu est sans doute responsable d'un groupe d'orifices. La densité de ces trous peut atteindre 50 au m².

Fréquemment, outre ces terriers de *Callocaris*, nous avons observé de petits tumuli réguliers munis d'un orifice en entonnoir qui sont sans doute dus à l'activité d'organismes fousseurs. Ce faciès à tumuli peut exister seul, en dehors du faciès à terriers de *Callocaris* proprement dit.

6/ Fonds à coquilles fossiles de la "faune froide".

Par place, on observe des amas, des taches constitués de coquilles fossiles entières : *Cyprina islandica*, *Modiolus modiolus*, *Buccinum undatum*, *Chlamys septemradiata*. Ces espèces ont été recueillies par dragages ou bien choisies par l'observateur et prélevées systématiquement avec la pince de la soucoupe.

A ces espèces s'ajoutent de grosses coquilles de *Venus casina* patinées, perforées, et des *Glycimeris* très usés qui appartiennent à la même association fossile.

Les espèces typiques de la faune froide sont actuellement disparues de la Méditerranée, sauf *Chlamys septemradiata* dont J. PICARD a trouvé un gisement au sud de la mer d'Alboran, constitué d'ailleurs par des formes naines^(*).

Dans le dragage 3 effectué à une profondeur de 170 à 150 m, les coquilles de *Chlamys septemradiata* étaient très nombreuses, ce qui a permis de les confier à Mme DELEBRIAS pour les dater^(**).

(*) Nous remercions vivement J. PICARD pour ses déterminations et ses renseignements.

(**) Nous lui adressons nos meilleurs remerciements.

Ces coquilles ont un âge supérieur à 30 000 ans. L'on peut donc dire qu'elles sont au moins contemporaines de Würm III, la limite supérieure étant inconnue, en l'absence de méthodes de datation plus précises.

Nous avons observé aussi de nombreux oursins (*Cidaris cidaris*) parfois groupés près d'une arête de roche, des Poissons, des Holothuries, etc.

7/ Fonds à galets fossiles.

Sur le flanc ouest du petit canyon, entre 170 et 200 m, il existe des surfaces couvertes de galets dont la taille varie de 5 à 30 cm. Ils sont parfois à demi enfouis et plus ou moins saupoudrés de sédiment. Ailleurs, ils sont recouverts par de nombreuses Huîtres vivantes (*Pycnodonta cochlear*), par des Eponges et des tubes de Serpules.

III - GEOLOGIE

La roche a été souvent observée lorsque la pente était forte, entre 200 m et le fond des canyons, soit sur le flanc nord-ouest du canyon de Planier, soit sur le flanc ouest du petit canyon.

Il s'agit généralement de dalles inclinées, constituant souvent le flanc même du canyon et affleurant sur 100 à 200 m. Il y a aussi des arêtes qui doivent correspondre à des cassures de ces dalles, des masses plus ou moins chaotiques, enfin, rarement, des blocs aux contours arrondis.

Le caractère de roche sédimentaire est souvent très net : on peut observer une superposition de bancs, quelquefois une couche plus dure formant corniche et reposant sur un lit plus tendre qui est plus ou moins affouillé.

Nous avons réussi, à plusieurs reprises, à détacher des fragments de roches tendres et à les mettre dans le panier avec la pince. Par ailleurs, nous avons considéré comme appartenant à la roche en place les fragments prélevés au pied d'une arête rocheuse, lorsque ces fragments rongés avaient tous le même aspect que la roche voisine.

Voici la description de quelques échantillons pris en place :

1/ Un grand bloc (plongée 459) de calcaire assez tendre à surface creusée de cavités irrégulières et très encroûtée. Cette calcarénite est assez faiblement cimentée ; elle comporte des débris de Mollusques, de Bryozoaires, d'Algues, d'Echinodermes. La Microfaune assez abondante, est à base d'Elphidiidés et de Textulaires. Le ciment est calcaréo-argileux, non ferrugineux.

2/ Un grand bloc (plongée 462) de calcaire brun jaunâtre, contenant de nombreux débris de Mollusques, Bryozoaires, etc. La Microfaune est très riche en Elphidiidés. Le ciment micritique représente une fraction importante ; il est très ferrugineux.

3/ Une plaquette, recueillie au cours de la même plongée. C'est un grès à ciment calcaire renfermant : quartz, feldspaths, muscovite, fragments de grès. Le grain est fin ; il n'y a pas de restes d'organismes marins.

4/ Un bloc (plongée 461), également encroûté et perforé. C'est un calcaire gréseux à ciment très ferrugineux. Il présente des perforations fossiles comblées par un calcaire beige crypto-cristallin ; il n'y a pas d'organisme marin.

5/ Un grand fragment de banc (plongée 463), constitué par un calcaire gréseux à quartz dominant et autres minéraux très altérés. On note quelques rares Foraminifères pélagiques et des spicules de Spongiaires.

Les échantillons 2 et 4 sont très ferrugineux dans la masse. Ce caractère permet de les rapprocher de l'échantillon recueilli en 1965 et qui avait été attribué au Quaternaire ancien (6). Dans la publication précitée, les auteurs pensaient que la ferruginisation était due à une phase d'émersion postérieure à la consolidation du sédiment. Cependant l'un de nous (C.F) (8), après l'étude d'échantillons recueillis dans le canyon de Cassidaigne, considère que la ferruginisation pourrait être due à des apports très turbides, provenant du lessivage de limons rouges continentaux, mélangés au sédiment avant consolidation. Quoiqu'il en soit, considérant que les roches à ciment ferrugineux sont très probablement contemporaines, nous attribuerons aux échantillons 2 et 4 un âge quaternaire ancien.

L'échantillon 1, non ferrugineux et assez faiblement cimenté, pourrait être plus récent que les précédents. Sa microfaune quaternaire, de caractère tempéré, indique un dépôt au cours d'un interglaciaire ou d'un interstadaire. Quant aux échantillons 3 et 5, la rareté ou l'absence de microfaune interdit toute considération chronologique.

Les champs de galets cités plus haut posent également des problèmes intéressants. Ces galets, observés lors de la plongée 463 étaient nombreux sur le flanc ouest du petit Canyon ; l'un d'eux, prélevé avec la pince, montre une patine ferrugineuse brune et noire antérieure à la fixation des Huîtres. Dans le même secteur, les dragages 3 et 4 ont ramené de nombreux galets qui présentent des particularités témoignant d'une longue histoire : surface couverte de protubérances correspondant à des encroûtements biologiques fossiles, cupules d'éclatements que nous attribuons à la gélivation. Sur 40 galets, 18 présentent de telles cupules ; il y a aussi des galets brisés, dont la surface de cassure est également patinée.

La nature pétrographique de ces galets est variable. On trouve des quartzites, des grès à ciment calcaire, des calcaires lithographiques, et des calcaires siliceux à spicules d'Eponges ; ces derniers présentent des faciès voisins de ceux du Crétacé inférieur de la région (Aptien notamment).

Ces galets peuvent avoir trois origines :

- Vestiges d'anciennes alluvions du Rhône.
- Vestiges d'anciens cordons littoraux quaternaires.
- Origine mixte : cordons littoraux quaternaires reprenant un matériel rhodanien.

L'état actuel des recherches ne permet pas d'opter pour l'une de ces trois origines.

Nous avons également recueilli quelques blocs non roulés, de nature variée, dont l'origine est peu claire : roche cristalline à grands cristaux et calcaires dolomitiques. Ce dernier échantillon pourrait indiquer le voisinage d'un affleurement de Jurassique. Nous supposons en effet que le Quaternaire recouvre des couches du Secondaire et que ces dernières affleuraient par endroits.

IV - TECTONIQUE

Nous avons souvent observé, aussi bien en 1965 qu'en 1966, des dalles calcaires fortement inclinées. Malheureusement il est difficile, en soucoupe, de faire des mesures de pendage et de direction. Toutefois, nous pensons que le pendage peut atteindre par places 15 à 20°. Par endroits, les dalles rocheuses plongent comme le flanc du canyon : dans l'un des gisements, la pente est N.160 et la crête est dirigée N.50. La plongée 459 a permis d'observer une dalle en surface structurale, cassée suivant une ligne parallèle aux isobathes et laissant ainsi voir sa section puis, quelques mètres plus bas, de nouveau la section d'une autre dalle dirigée toujours selon la pente, mais avec un pendage légèrement supérieur. Le long de la ligne de fracture s'alignaient des blocs chaotiques provenant du démantèlement de la dalle à l'endroit de la fracture. Bien des affleurements observés doivent correspondre à ce type de fracture.

L'inclinaison des couches peut résulter d'actions tectoniques récentes, postérieures au Quaternaire ancien ; cette hypothèse serait conforme aux résultats obtenus par différents auteurs (BOURCART, GLANGEAUD, BLANC, LUMLEY, BONIFAY, IAWORSKY) sur le continent voisin ou sur la marge continentale. Cependant, un schéma sédimentologique a été proposé par FROGET et LEENHARDT (1968) pour expliquer le pendage de formations analogues dans un secteur très voisin (S de l'île Riou). Pour ces auteurs, les dalles seraient une succession de talus emboîtés, dont le pendage refléterait la forte pente sur laquelle les sédiments se sont déposés (sommet de la pente continentale). Peut-être enfin faut-il tenir compte des phénomènes de glissement qui ont pu se produire sur les pentes relativement accentuées de ces vallées sous-marines. Des dalles calcaires du Quaternaire, accompagnées d'amas de coquilles fossiles pourraient ainsi avoir glissé sur les flancs des canyons. Une étude détaillée de ces formations, utilisant des moyens matériels modernes (maisons sous la mer par exemple) permettrait d'obtenir des précisions à ce sujet.

V - REMARQUES DIVERSES

L'existence des courants est révélée dans certaines régions par l'inclinaison des bras des "Comatules", par le rassemblement de graviers ou de coquilles dans de petites dépressions, enfin par le départ du nuage de vase soulevé lorsque la soucoupe se pose sur le fond ou lorsqu'on travaille avec la pince. On invoque

souvent comme preuve de courants le cas des cuvettes d'affouillement ("scours") autour des blocs, mais il est possible que l'oscillation des masses d'eau sous l'effet de secousses sismiques suffise à produire un résultat analogue.

On a constaté de nombreuses formes d'érosion des bancs calcaires quaternaires : cavités irrégulières creusées dans la roche, marmites, encoches au pied d'un gradin, perforations à la surface d'une dalle, cavernes fréquentées par des Langoustes ou des Congres, trous habités par des Galathées ou des *Callianassa*.

Nous avons d'autre part remarqué de petits chenaux perpendiculaires aux arêtes rocheuses alignées suivant les isobathes. Des tas de sable, écoulés le long des chenaux, se trouvent à leur extrémité inférieure ; ainsi, un gradin présentait cinq ou six microcanyons bien parallèles ; au pied de l'un d'eux se trouvait un amas de graviers.

Les gros animaux tels que les Crustacés, les Poissons, jouent certainement un rôle dans le creusement des roches tendres, en tous cas dans l'agrandissement de cavités, de fissures préalables, mais l'explication ne convient plus pour les roches dures. Les formes observées sont donc le résultat d'une karstification subaérienne ; les affleurements quaternaires ont émergé postérieurement à la consolidation des roches. En faisant abstraction de toute manifestation tectonique, cela suppose une variation du niveau de l'eau d'au moins 300 m. Quant aux microcanyons cités plus haut, ils pourraient être dus à des phénomènes de ravinement sous l'action de flux de sable ("sand-flows").

D'autres remarques peuvent intéresser le géologue en ce qui concerne une meilleure interprétation des dépôts dans les mers anciennes : ainsi l'observation de nombreuses feuilles de platane reposant sur le fond à - 250 m ; celle d'Huîtres vivantes fixées sur des galets patinés datant du Quaternaire ou encore d'organismes encroûtant actuels sur des coquilles de la "faune froide".

En conclusion, la campagne "Calypso" 1966 dans le canyon de Planier a permis d'effectuer de nombreuses observations sur la géologie du Quaternaire, ainsi que sur les sédiments de la pente continentale. Il apparaît que tous les affleurements rocheux se présentant en dalles ou en arêtes sont d'âge quaternaire ; les échantillons prélevés en place au moyen de la soucoupe plongeante sont de faciès très divers : calcarénites ferrugineuses ou non, grès calcaires etc. Les questions soulevées à propos de ces roches sont multiples et ne peuvent recevoir que des réponses encore hypothétiques : âge exact des dépôts, origine des pendages et de la ferruginisation, date des karstifications etc. Le précontinent au Sud de Marseille, constitué par effondrements à partir du Pontien, a donc été longuement modelé au Quaternaire. Plusieurs phases de sédimentation et d'érosion se sont succédées, liées aux transgressions et régressions marines. Sur le plateau continental, les dépôts de la transgression flandrienne, dernière en date, ont masqués les dépôts antérieurs. Sur le sommet de la pente continentale, les courants ont empêché par endroits toute sédimentation flandrienne, laissant ainsi à nu les témoins consolidés des périodes plus anciennes du Quaternaire.

BIBLIOGRAPHIE

- BLANC (J.), FROGET (C.) & GUIEU (G.), 1967.— Géologie littorale et sous-marine dans la région de Marseille. Relations avec les structures de la Basse-Provence. *Bull. Soc. géol. de France*, 9, (7) : 561-571.
- BONIFAY (E.), 1967.— La tectonique récente du bassin de Marseille dans le cadre de l'évolution post-miocène du littoral méditerranéen français. *Bull. Soc. géol. de France*, 9, (7) : 549-560.
- BOURCART (J.), GENNESSEAU (M.) & KLIMEK (E.), 1961.— Le remplissage des canyons sous-marins de la Méditerranée française. *C.R. Acad. Sc. Paris* : 3693.
- BOURCART (J.), 1953.— L'histoire quaternaire de la Méditerranée à la suite de nouvelles recherches. *Scientia* : 11-19.
- DANGEARD (L.), 1967.— Observations faites en "soucoupe plongeante" dans le canyon de Planier, au large de Marseille. *Bull. Soc. Linn. Normandie*, 8 : 227.
- DANGEARD (L.), BLANC (J.), BLANC-VERNET (L.) & RIOULT (M.), 1968.— Résultats de la plongée en soucoupe n° 421 dans la vallée sous-marine de Planier, au large de Marseille. Note de Géologie sous-marine. *Bull. Inst. océan. Monaco*, 67, 1384 : 1-27.
- FROGET (C.), 1967.— Découverte d'affleurements quaternaire ancien sur le précontinent provençal, au large de l'île Riou. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 264 : 212-214.

- FROGET (C.), 1967.— Les Ptéropodes dans les sédiments sous-marins du Quaternaire : caractérisation du régime "nord-atlantique" au cours des périodes glaciaires en Méditerranée par le Ptéropode *Spiratella retroversa* Fleming. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 264 : 2968-2969.
- FROGET (C.) & LEENHARDT (O.), 1968.— Précisions sur les calcarénites pléistocènes submergées au large de Marseille (B-d-Rh). *C.R. Som. Soc. Géol. de France*, 4 : 113-114.
- GLANGEAUD (L.), SCHLICK (R.), PAUTOT (G.), BELLAICHE (G.), PATRIAT (P.), & ROUFARD (M.), 1965.— Morphologie, tectonophysique et évolution géodynamique de la bordure sous-marine des Maures et de l'Estérel. Relations avec les régions voisines. *Bull. Soc. géol. de France*, 7, 7 : 998-1009.
- LEENHARDT (O.), 1963.— Un sondage sismique continu sur le plateau continental près de Planier (Marseille). *C.R. Acad. Sc. Paris*, 257 : 1541-1544.
- LECLAIRE (L.), 1964.— Calcaire argileux du Quaternaire récent à Rhodophycées et Foraminifères dans le détroit de Scicle. *C.R. Som. Soc. géol. de France*, 7 : 282-283.
- MARS (P.), 1963.— Les faunes marines et la stratigraphie du Quaternaire méditerranéen. *Rec. Trav. St. Mar, Endoume*, 28, 46 : 61-97.
- PICARD (J.), 1962.— Précisions sur les gisements coquilliers würmiens observés devant Cassis à bord de la soucoupe plongeante du Commandant Cousteau. Colloque C.N.R.S, Villefrance-sur-mer, 1961.

Manuscrit accepté le 2 février 1969