

STRUCTURE ET MORPHOLOGIE DE LA PENTE CONTINENTALE DE LA RÉGION NIÇOISE

par M. GENNESSEAUX

INTRODUCTION

La côte méditerranéenne, de Marseille à Gênes, est caractérisée par l'exiguïté ou l'absence de plateau continental (BOURCART, 1), une pente continentale entaillée par un grand nombre de canyons. De Marseille au cap Roux, leurs parois sont le plus souvent rocheuses, avec ou non un mince dépôt de vases fluentes. Par contre, du cap Roux à Gênes, elles sont taillées dans des vases compactes mais non consolidées. Les canyons de ce second type sont représentés par les vallées sous-marines du Var et du Paillon (baies des Anges et de Nice). Elles occupent très vraisemblablement le fond d'un synclinal pontien, dont les parties émergées représentent les collines de Nice et les cours inférieurs du Var, de la Cagne et du Loup, limité au nord par le chevauchement provençal (front des Baous) (fig. 1).

Le substratum plaisancien affleure à 1 000 mètres de profondeur sur l'interfluve Var-Paillon, (GENNESSEAUX, 2); d'autres prélèvements ont fourni, à la base des parois, des vases contenant des faunes pliocènes remaniées. Ces faunes indiquent une profondeur de dépôt inférieure à celles des gisements actuels et conduisent à envisager, pour toute la baie des Anges, un enfoncement par flexure et sans doute par subsidence.

Les parois sont constituées de vases grises fortement compactées, d'âge pleistocène, qui résistent remarquablement au délitage par contact avec les eaux marines (pente supérieure à 45 %). Enfin, les prélèvements effectués dans le chenal des canyons indiquent un transport actuel de matériaux terrigènes grossiers: galets en provenance du cordon littoral (GENNESSEAUX, 3), sables et sablons du Var apportés par les crues. Nulle part nous n'avons pu trouver d'affleurements de roches du substratum.

BOURCART, dans de nombreuses publications, attribue le creusement de ces vallées sous-marines à une érosion subaérienne. Plusieurs cycles d'érosion quaternaire auraient conduit à la dissection actuelle de la pente continentale, antérieurement donc à l'immersion, sous l'effet de la flexure continentale. Cependant, la continuité des dépôts pliocènes, pleistocènes et récents n'apporte pas une confirmation évidente à cette hypothèse. D'autre part, la prédominance de faunes pélagiques dans les vases pleistocènes indique en tous points un mode de dépôt profond. D'après ces données, le rôle de la flexure continentale se serait limité à une immersion à plus grande profondeur de dépôts franchement marins. La compaction des vases de paroi confirme la probabilité d'un creusement sous-marin. Le problème concernant l'origine du canyon du Var est toutefois compliqué par des facteurs d'ordre tectonique (subsidence du bassin, faille N-S probable sur le méridien du cap Ferrat), et par le fait qu'il est le prolongement d'une vallée terrestre d'âge pontien. Pour tenter d'expliquer le mode de façonnement de la pente continentale actuelle, nous étudierons le cas plus simple du canyon de Beaulieu.

Le canyon de Beaulieu.

Il est, vis-à-vis du Var et de la Roya, un canyon de 2^e ordre. Sa tête ne remonte pas jusqu'au littoral et débute dans les vases qui font suite aux herbiers littoraux de la baie de Beaulieu. Les profils transversaux sont moins accusés que ceux du Var. Il reçoit peu d'affluents et se termine brutalement au pied de la pente continentale. Aucune rivière terrestre ne lui correspond.

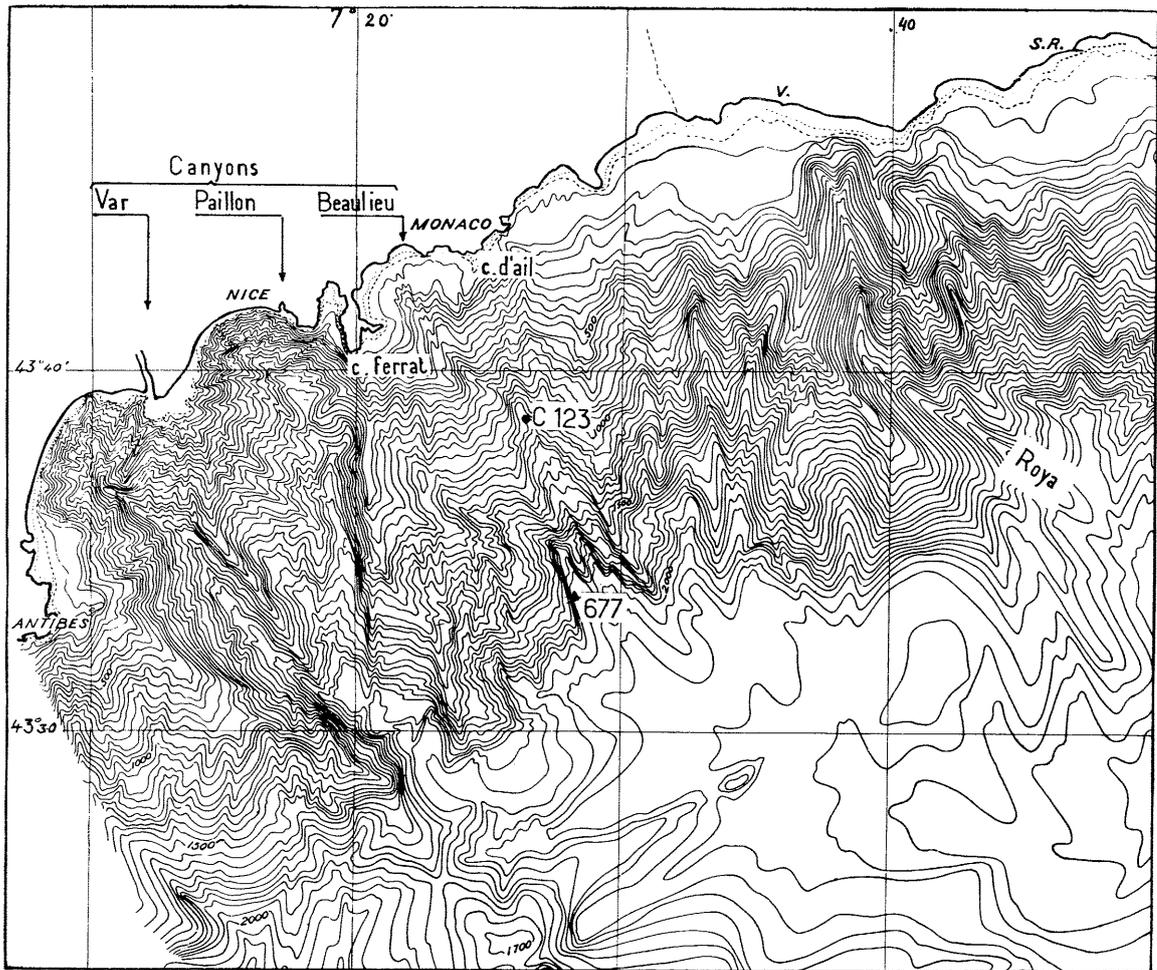


FIG. 1. — Carte bathymétrique du précontinent entre Antibes et San Remo, position des canyons sous-marins et des prélèvements. Equidistance des courbes = 50 m (d'après la carte de J. BOURCART et coll., Monaco 1958).

Remplissage sédimentaire.

La carotte C 123 (fig. 2) a été prélevée dans l'axe de la vallée sous-marine, à 1 080 mètres de profondeur. Elle est constituée de vases grises typiques des dépôts de la pente continentale niçoise, à forte prédominance de détritique terrigène fin (argiles, poudres et sablons). La fraction supérieure à 40 microns reste toujours inférieure à 2 % et le tout correspond à une sédimentation verticale. La faunule ne comprend que des foraminifères dont la majeure partie est pélagique. Les formes benthoniques sont surtout des espèces relativement profondes (Nonionidés et Buliminidés) qui n'indiquent pas de transport permanent dans l'axe du canyon. La contribution sédimentaire des formations de l'herbier et du coralligène est pratiquement nulle.

Deux séquences, cependant, sont très différentes. La plus importante se situe à 250 cm de la surface. Epaisse de 80 cm environ, elle est constituée d'un mélange fait de vases identiques aux formations supérieure et inférieure, d'un lot plus ou moins important de débris organogènes et de granules en majorité calcaires. Le degré d'usure des éléments grossiers indique deux associations très différentes. L'une, peu roulée, représente l'endofaune banale des vases littorales actuelles et la biocénose du coralligène. La microfaune comprend de nombreuses espèces peu profondes (Textularidés principalement). La seconde présente un degré de façonnement remarquable. La fraction minérale est composée principalement de granules calcaires de forme sphérique, souvent polis, quelquefois attaqués postérieurement par des éponges. Ces granules sont parfois soudés par de la calcite limpide ou brune. Ces grès ont parfois été repris dans un second transport. On rencontre également des fragments de grès fins calcaires comprenant des foraminifères littoraux quaternaires et actuels, le tout représentant plutôt un ciment.

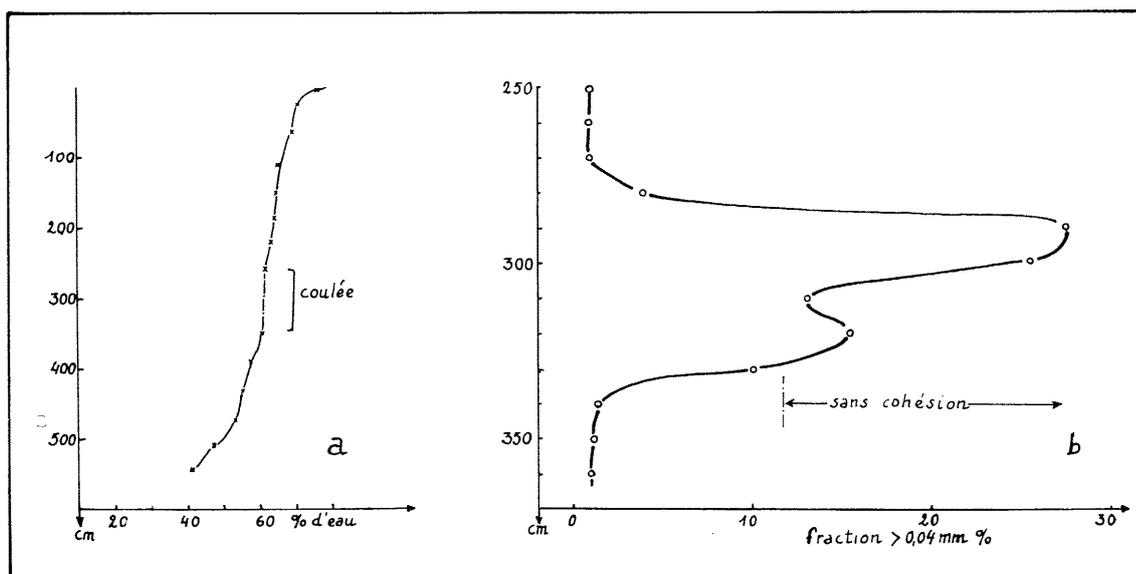


FIG. 2. — Carotte C-123; a) pourcentage de teneurs en eau dans le sédiment, par rapport au poids sec (les mesures n'ont pu être faites dans la coulée elle-même par suite de la présence d'une forte proportion de fraction grossière); b) pourcentage en poids des éléments de taille supérieure à 40 microns (tamisage sous l'eau), dans la couche d'écoulement pâteux.

La fraction organogène est composée de fragments de lamellibranches (pectens surtout), atteignant plusieurs centimètres. Les autres éléments (maërl, Gastéropodes, piquants d'oursins, etc.) présentent le même degré d'usure que les granules. Le degré de fragmentation et d'usure rend les déterminations difficiles. Il semble cependant qu'il n'y ait pas trace d'élément de faune chaude (Strombes par ex.) ni de faune froide (Cyprines). Mais l'originalité de cette association réside surtout dans la présence de foraminifères pliocènes, présentant tout un degré d'usure tel qu'ils sont parfois méconnaissables. Les espèces les plus représentées sont les Amphistégines, disparues de la Méditerranée depuis le début du Quaternaire. Elles sont parfois incluses dans les grès, associées aux *Elphidium crispum* (LIN.), également très répandus au Pliocène.

Le gisement de ces grès littoraux anciens n'a pas été signalé jusqu'à présent dans la baie de Beaulieu (HOANG NGOC CAN, 5). Il est probable qu'ils appartiennent au substratum de la baie, soit sous forme d'une dalle calcaire tendre, soit disloquée par l'érosion. BOURCART (6) indique leur présence en de nombreux points du littoral méditerranéen, à une profondeur de — 100 à — 200 m, où ils sont profondément disloqués par l'érosion post-tyrrhénienne. Mais les éléments du limon qui comblent fréquemment les anfractuosités sont absents dans notre sédi-

ment. Cette formation semble donc être contemporaine de la dernière régression anté-versilienne. Il convient de souligner cependant l'importance des remaniements qui ont abouti à la constitution de ces grès à faune d'âge très varié, la preuve de l'existence, sur le littoral accore actuel, d'un plateau continental plus large.

Une autre séquence, moins riche cependant en éléments grossiers, débute à 540 cm de profondeur, à la limite de pénétration du carottier.

Ces sédiments représentent une partie des écoulements boueux, qui descendent vers la plaine abyssale, canalisés par le chenal des canyons. Ces coulées sont du type pâteux, semblables à celles que nous avons carottées dans les canyons du golfe du Lion, où leur épaisseur peut toutefois être beaucoup plus grande (BOURCART, 7).

Leur limite, inférieure et supérieure, est parfaitement définie (fig. 2b), ce qui semble indiquer un très faible mélange avec les formations en place, lors du transport. Le pourcentage d'éléments grossiers croît de la base vers le sommet. On obtient parfois la même inversion granulométrique dans les coulées faites d'un mélange de galets, sables et vases. Le graphique montre enfin, que la présence dans les sédiments vaseux d'une grande quantité de coquilles, surtout plates (plus de 10 %) rend le mélange peu plastique, sans cohésion après séchage. Bien qu'on puisse suspecter des perturbations dues au mode de prélèvement, il apparaît peu probable que de tels glissements puissent atteindre une vitesse importante, en raison principalement de la grande viscosité de l'ensemble.

Conséquences des glissements.

Ces coulées pâteuses entraînent jusqu'à plus de 2 000 m de profondeur les éléments biogènes caractéristiques de la zone néritique : thanatocénose du coralligène et biocénose des vases côtières méditerranéennes. Ce facteur doit être activement considéré par le géologue dans les études paléogéographiques, délimitations et définitions des faciès.

La seconde conséquence est plus importante encore : ces coulées sont-elles susceptibles d'éroder le fond des canyons ? DALY (8), KUENEN (9) et récemment ERICSON, EWING et HEEZEN (10) attribuent aux courants de turbidité une action prépondérante dans le creusement des canyons sous-marins. D'un avis assez unanime, ces courants de turbidité seraient issus des glissements dont nous venons de décrire un exemple. Il semble donc logique d'admettre que les coulées boueuses, par leur forte densité, doivent avoir un potentiel d'érosion nettement plus fort que les courants de turbidité. Une érosion des couches faiblement compactées, sous la pellicule superficielle représentant les dépôts récents, devrait se traduire par un décrochement de la courbe des teneurs en eau, immédiatement en-dessous de la coulée. La répartition de ces valeurs (fig. 2a) du sommet à la base, ne présente qu'une diminution régulière, sans trace d'accidents. Au-dessus et en-dessous de la coulée principale, les valeurs sont identiques. Rien n'indique donc que les écoulements denses soient susceptibles d'éroder sur leur passage. On peut penser qu'elles se limitent à l'érosion des dépôts superficiels à forte teneur en eau (au-dessus de 70 % en première approximation), dont l'épaisseur sur les pentes continentales fortement inclinées ne dépasse pas 15 à 20 cm d'épaisseur. Il semble même que ce type de canyon présente tous les caractères d'un comblement progressif actuel, du moins dans sa partie médiane. Le profil en long du chenal ne présente pas de caractères particuliers et la pente reste constamment voisine de 11 %. Il n'en est pas de même pour les profils transversaux. D'une manière générale, les pentes des parois s'adoucissent avec la profondeur. Ici, au contraire, le profil est nettement plus accusé au voisinage de la plaine abyssale (fig. 3), où toute trace de canyon disparaît brutalement. Il apparaît donc, qu'en dehors de toute considération sur l'origine des canyons, l'établissement des profils transversaux fait intervenir des facteurs d'ordre morphotectonique.

Déformations de la marge continentale.

BOURCART et GLANGEAUD (11) ont montré, par l'étude des profils des vallées et des crêtes du précontinent nord-africain, que des déformations postérieures à l'immersion pouvaient seules expliquer l'évolution parallèle des profils de chenaux et des interfluves voisins. Une re-

marque identique pourrait être faite sur le canyon de Beaulieu. La légère inflexion visible sur le profil correspondrait à l'axe de déformation de deux unités de couverture. La partie inférieure, redressée, expliquerait la fraîcheur d'un profil de creusement aérien, tandis que les profils supérieurs se trouveraient estompés par la sédimentation et les apports par glissements. De nombreux exemples semblables peuvent être trouvés dans l'examen des profils. Ce seul examen morphologique ne va donc pas à l'encontre du creusement subaérien de la majorité des vallées sous-marines. La nature des sédiments qui constituent les flancs de ce type de canyon cependant s'oppose à cette théorie.

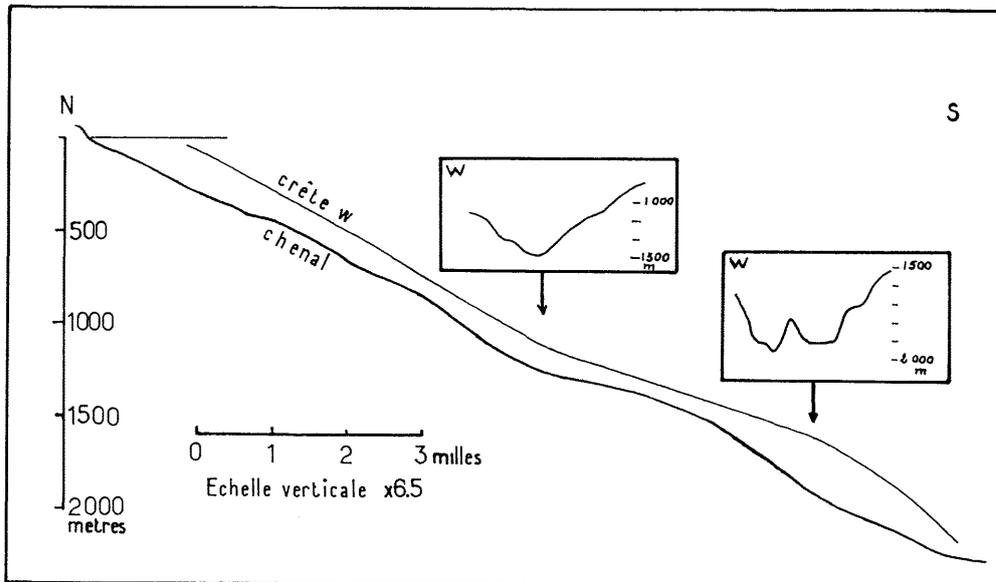


FIG. 3. — Profils en long du canyon de Beaulieu (chenal) et de l'interfluve ouest. En cartouches, les profils transversaux à la même échelle; les flèches indiquent la position des profils.

Preuves d'un creusement sous-marin.

Un dragage réalisé à 1 900 m de profondeur, à la base du flanc ouest du canyon de Beaulieu a montré que le fond du canyon était constitué par un mélange ou la superposition de :

- 1) une vase oxydée contenant les débris d'une faune en majorité planctonique (foraminifères, larves véligères, Ptéropodes),
- 2) des produits de glissements identiques à ceux qui constituent la séquence décrite plus haut (éléments biogènes littoraux, avec des Amphistégines remaniées),
- 3) des espèces d'appartenance pliocène ou pleistocène, intactes ou peu altérées.

Quant aux parois, elles sont constituées par des vases grises ou beiges, très compactées (23 % de teneur en eau par rapport au poids sec), des plaquettes de grés siliceux tendres, fortement oxydés, ne contenant qu'une très faible proportion de globigérines de petite taille, altérées par diagenèse. Les vases les plus compactes contiennent quelques foraminifères pliocènes côtiers (*Amphistégina lessoni* D'ORB.) et quelques spécimens de *Plectofrondicularia inaequalis* COSTA, espèce plus profonde et présente seulement dans les sédiments pleistocènes. L'âge exact de ces formations est difficile à préciser en l'absence de macrofaune et le mode de prélèvement ne permet pas de tracer la succession verticale des couches. Mais il apparaît à peu près certain que ces dépôts reflètent les variations climatiques du pleistocène et que, d'une manière certaine, ils représentent une sédimentation profonde, supérieure à 1 000 m (foraminifères exclusivement pélagiques et sables fins de type profond). Ils s'apparentent d'ailleurs aux sédiments qui constituent les parois du Var et du Paillon sous-marins.

On est donc nécessairement conduit à admettre un creusement sous-marin, durant le Quaternaire. La compaction des vases ne peut que confirmer cette opinion. En effet l'exondation de dépôts pleistocènes profonds ne peut être envisagée sans faire intervenir des mouvements verticaux excessifs et l'expression de l'eau intersticielle par microvibrations d'origine sismique n'a jamais reçu de preuves formelles. On ne peut donc raisonnablement concevoir l'expression de l'eau que par l'accumulation des sédiments. La relation n'est cependant pas une fonction linéaire. La nature et la pente des dépôts ont une influence prépondérante. ERICSON (10) a formulé une objection identique. CAILLEUX (13) a montré, d'autre part, que les canyons des pentes continentales nord-atlantiques n'avaient aucun trait caractéristique des bassins fluviaux actuels.

Critiques des autres théories.

Le creusement par les courants de turbidité (DALY, KUENEN, ERICSON) est hautement conjectural et il est peu probable que l'on puisse un jour en avoir une preuve quelconque. Il est impossible, de toute façon de concevoir le creusement dans la roche, par ce processus.

La théorie de SHEPARD (13) compose plus ou moins la thèse de DALY avec celle du creusement aérien. Elle ne permet pas toutefois d'expliquer la compaction des vases des parois, leur épaisseur devant être très faible dans l'hypothèse de la persistance de profil d'érosion subaérienne.

En fait, ces théories se heurtent au principe qu'elles veulent être générales. La classification des canyons est soumise aux mêmes erreurs (KUENEN, 9), leur connaissance par la topographie et l'analyse des sédiments superficiels étant encore insuffisante. En fait, de nombreux canyons semblent être le résultat de glissements de la couverture meuble, avec une distribution au hasard. C'est le cas vraisemblablement des canyons qui succèdent aux larges plateaux continentaux, leur direction coïncide généralement avec la ligne de plus grande pente. Le problème apparaît quelque peu plus simple sur les côtes de type accore (Riviera, Corse occidentale) où l'absence de plateau continental supprime le trait d'union encore mal connu entre le relief terrestre et la pente continentale. Dans cet ensemble terrestre et sous-marin (continent et précontinent de J. BOURCART), le rôle de la flexure continentale est indéniable. Dans la baie des Anges par exemple, le plaisancien, en place, actuellement à 1 000 m de profondeur contient une faune de foraminifères ayant vécu au maximum à 300 ou 400 m, soit un abaissement de 700 m environ. Le gisement équivalent terrestre (Cagne) est environ à 100 m d'altitude, soit une élévation de 400 m environ. Un mouvement d'une telle ampleur prouve l'émergence du précontinent au miocène. Il est donc logique d'admettre, dans cette zone, l'existence d'un réseau hydrographique. En fait, c'est la seule explication logique de l'existence de canyons taillés dans la roche. Pour ce type de canyons, le tracé actuel correspond sans doute à d'anciennes lignes de fractures.

L'immersion de la marge continentale s'est faite progressivement depuis le miocène. Cependant il est impossible d'envisager un mouvement inverse. Tous les sédiments prélevés correspondent à des dépôts profonds. L'histoire de la pente continentale comporte, comme nous l'avons montré, un remplissage partiel ou total, durant le pliocène et le début du quaternaire, des anciennes vallées subaériennes.

Hypothèse sur le mode de creusement des canyons sous-marins.

C'est donc durant le quaternaire que s'effectue le modelé actuel des pentes continentales méditerranéennes. Les études géologiques terrestres montrent que les mouvements épirogéniques se sont poursuivis au moins jusqu'à l'holocène. GÈSE (14) indique le faible déversement des calcaires du Cima (au nord de Nice) sur les poudingues pliocènes. FEUGUEUR (15) montre l'importance des mouvements quaternaires dans la région de Monaco. GLANGEAUD (16) met en évidence les déformations plio-quaternaires en Afrique du Nord. BOURCART (17) prouve l'existence récente, dans la région niçoise, d'un large plateau continental, la surrection des dépôts pliocènes, l'abaissement de l'isthme de St-Jean-Cap-Ferrat et la complexité du réseau de failles sur le pourtour de la baie de Villefranche.

Des mouvements identiques ont affectés et affectent sans doute encore la pente continentale (BOURCART et GLANGEAUD, 11). Il convient donc d'insister ici, ce qui n'a pas été fait jusqu'à présent, sur l'importance des phénomènes morphotectoniques. En première approximation, on pourrait diviser la pente continentale en éléments de couverture plus ou moins indépendants. Ils correspondraient sensiblement aux interfluves des vallées sous-marines. Les canyons correspondraient approximativement aux charnières ou axes, parfois à des failles. La définition en termes géologiques habituels est impossible à préciser pour le moment.

Par quel processus les canyons se seraient creusés ou recreusés? TERZHAGHI a fait intervenir des phénomènes thyxotropiques. Ils sont cependant impossibles à envisager dans le cas des vases ayant atteint la limite de plasticité. Mais on peut supposer que les déformations du substratum ont exercé des contraintes sur les couches supérieures compactées mais non consolidées, soit par compression soit par étirement ou même parfois par cisaillement. Il en résulterait une modification dans la structure granulaire des sédiments. Le tracé des nouveaux canyons serait ainsi défini et le creusement serait en fait le simple résultat de glissements par gravité lors des mouvements successifs de flexure continentale. Cette solution est loin d'être totalement satisfaisante et soulèvera de nombreuses critiques. D'une part les vases compactées conservent une plasticité suffisante pour subir les déformations élastiques envisagées ici. D'autre part, la concordance du tracé des canyons avec les lignes de déformations des unités du substratum n'est pas démontrée. Il conviendrait tout d'abord de relever par une méthode sismique fine, les pendages relatifs du substratum et des dépôts postérieurs, partiellement consolidés. Cette hypothèse constitue pour le moment une idée de recherches. Elle semble, en première approximation plus aisément contrôlable que l'étonnant pouvoir de creusement des courants de turbidité dans les roches du plateau continental ou même de la pente. L'importance majeure que nous attribuons ici aux phénomènes morphotectoniques (limité cependant aux pentes continentales de type nord-méditerranéen) présente toutefois l'avantage de concilier plusieurs caractères majeurs qui ne s'accordent pas avec les théories actuelles.

1^o) Le tracé des canyons sous-marins qui prolongent des cours d'eau terrestres coïncide vraisemblablement avec d'anciennes lignes de fractures. Ces fractures peuvent rejouer lors des mouvements postérieurs de flexure la marge continentale et expliquer le recreusement dans les sédiments pliocènes et pleistocènes compactés. Cette antériorité explique qu'ils soient actuellement par leur importance les canyons majeurs du littoral nord-méditerranéen. Les vallées sous-marines du Var, de la Roya, de Gênes, rentrent dans cette catégorie. D'autres canyons, sans prolongement terrestre suivent manifestement des accidents tectoniques et se rangent dans le même groupe (cas de la vallée d'Hyères, parallèle à la côte actuelle).

2^o) Les vallées sous-marines qui ne prolongent pas un cours d'eau terrestre seraient plus récentes. Leur creusement serait lié, dans le cadre de notre hypothèse, à des déformations secondaires de la marge continentale, durant le quaternaire. Ces canyons sont en général de moindre importance. C'est le cas du canyon de Beaulieu.

3^o) Le jeu des déformations rend compte du caractère sinueux de certains cours de canyons et de l'obliquité par rapport à la côte. Le rôle primordial de la gravité dans le creusement rend compte également de la direction générale des canyons. De ce fait une faille suivie de rejet et parallèle au littoral peut donner lieu à une pente vive (supérieure à 45 %) sans création de canyon. C'est le cas de la partie méridionale de la pente continentale au sud du cap Mele (Italie) où l'existence d'une faille a été supposée par BOURCART (6).

4^o) Les affluents des canyons majeurs et secondaires ne sont dûs qu'à des glissements de la couche sédimentaire non compactée. Comme nous l'avons dit, de nombreux canyons de la pente continentale nord-atlantique seraient de ce type.

Le rôle des courants de turbidité se limiterait ainsi plus logiquement au transport, dans les cuvettes océaniques, d'une partie des matériaux issus des glissements.

En résumé, nous devons attribuer à la genèse morphologique des pentes continentales du type nord-méditerranéen une complexité de faits plus grande que ne le veulent les théories

formulées jusqu'à ce jour; d'une part, l'héritage d'érosion aérienne du précontinent actuel (canyons majeurs), d'autre part le rôle joué par les déformations de la marge continentale lors des phases successives de son enfoncement (canyons secondaires). Les tremblements de terre pourraient également intervenir dans le mécanisme du glissement par gravité.

Laboratoire de géographie physique et géologie dynamique. Paris.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) BOURCART (J.), ENARD (G.), GENNESSEAUX (M.) et LALOU (C.), 1958. — Carte du Précontinent entre Antibes et Gênes. — Monaco, Musée océanogr., n° 1.
 - (2) BOURCART (J.), ENARD (G.), GENNESSEAUX (M.), LALOU (C.), HOUOT (G.). — Carte du Précontinent entre Marseille et Antibes. — Monaco, Musée océanogr., n° 2.
 - (3) GENNESSEAUX (M.), LE CALVEZ (Y.), 1960. — Affleurements sous-marins de vases pliocènes dans la baie des Anges (Nice). — *C.R. Acad. Sci.*, **251**, p. 2064-2066.
 - (4) GENNESSEAUX (M.), 1962. — Une cause probable des écoulements turbides profonds dans le canyon sous-marin du Var (Alpes Marit.). — *C.R. Acad. Sci.*, **254**, p. 2038-2040.
 - (5) HOANG NJOC CAN, 1961. — *Thèse*, Paris.
 - (6) BOURCART (J.), 1960. — Carte topographique du fond de la Méditerranée occidentale. — *Bull. Inst. océanogr.*, Monaco, n° 1163.
 - (7) BOURCART (J.), GENNESSEAUX (M.), KLIMEX (K.), 1961. — Sur le remplissage des canyons sous-marins de la Méditerranée occidentale. — *C.R. Acad. Sci.*, **252**, p. 3693-3698.
 - (8) DALY (R.A.), 1936. — Origin of submarine canyons. — *Ann. J. Sci.*, **231**, p. 401-420.
 - (9) KUENEN (Ph. H.), 1953. — Origin and classification of sub-marine canyons. — *Bull. Geol. Soc. Amer.*, **64**, p. 1295-1314.
 - (10) ERICSON (D.B.), EWING (M.), WOLLING (G.), HEEZEN (B.C.), 1961. — Atlantic deep-sea sediments cores. — *Bull. Geol. Soc. Amer.*, **72**, p. 193-286.
 - (11) BOURCART (J.), GLANGEAUD (L.), 1954. — Morphotectonique de la marge continentale nord-africaine. — *Bull. Soc. géolog. France*, série 6, **4**, p. 751-772.
 - (12) CAYEUX (A.), 1960. — Le système hydrographique des canyons sous-marins. — *Revue Géomorphol. Dynam.* **11** (1-3), p. 5-10.
 - (13) SHEPARD (F.P.), 1952. — Composite origin of submarine canyons. — *J. Geol.* **60** (1), p. 84-96.
 - (14) GEZE (B.), 1959. — La diapir triasique du Mont Férion (Alpes Mar.) et son évolution tectonique. — *C.R. Acad. Sci.* **249**, p. 2585-2587.
 - (15) FEUGUEUR (L.), 1962. — Mise en évidence des mouvements tectoniques post-miocènes dans les travaux de percement du tunnel ferroviaire de Monaco. — *C.R. Acad. Sci.*, **254**, p. 3113-3115.
 - (16) GLANGEAUD (L.), 1954. — Les déformations plio-quaternaires de l'Afrique du Nord. — *Geol. Rundschau*.
 - (17) BOURCART (J.), 1957. — Géologie sous-marine de la baie de Villefranche-sur-Mer. — *Ann. Inst. océanogr.* **33**, (3).
-