

# Étude séismique par réfraction dans le golfe du Lion

PAR

PIERRE MURAOUR, JACQUES MERLE et JEAN DUCROT

*(Laboratoire de géophysique appliquée, Montpellier)*

---

Manuscrit reçu le 4 juin 1962

BULLETIN DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE, MONACO, N° 1245, 25 SEPTEMBRE 1962.

Fonds Documentaire ORSTOM



010006298

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote : B \* 6298 Ex : 1

## AVANT-PROPOS

Le présent travail a été réalisé grâce à l'appui financier de la Délégation générale à la recherche scientifique et technique. Il s'inscrit dans le cadre d'études plus importantes qui doivent se poursuivre dans l'ensemble du bassin de la Méditerranée occidentale.

Cependant, si, pour un tel travail, l'appui financier est le facteur le plus déterminant, il n'en reste pas moins que la réalisation de celui-ci a été grandement facilitée par l'aide matérielle ou le soutien moral que plusieurs personnes ont bien voulu me prodiguer en complément, ce pourquoi je suis heureux de pouvoir les remercier ici.

Tout d'abord, j'exprime ma profonde gratitude au Professeur J. BOURCART, Membre de l'Institut, qui s'est intéressé à mes tout premiers travaux de sismique marine et qui a eu l'amabilité de présenter mes projets d'étude en Méditerranée au COMEXO, en vue de l'obtention des crédits nécessaires à leur aboutissement.

Mes plus vifs remerciements iront ensuite au Professeur J. COULOMB, Membre de l'Institut, Directeur général du Centre national de la recherche scientifique, qui m'a également encouragé dès le début de mes recherches et dont l'aide matérielle m'a permis de constituer mon premier appareillage important, que j'ai d'ailleurs eu l'occasion d'utiliser, entre autres, au cours des opérations menées dans le golfe du Lion.

C'est avec une mention toute spéciale que j'adresserai maintenant mes bien sincères remerciements au Commandant J.-Y. COUSTEAU et au Commandant ALINAT. Si le présent travail a pu être réalisé dans d'aussi bonnes conditions, c'est sans aucun doute, grâce à l'étroite collaboration qui s'est établie entre mon Laboratoire et le Musée océanographique de Monaco qui a mis à notre disposition non seulement ses bateaux, mais encore son personnel technique et son service de publication. Il m'est très agréable de pouvoir dire que cette symbiose, guidée, de part et d'autre, par le seul souci d'une plus grande efficacité pour le succès de cette entreprise, s'est édifiée sur la base d'une entente amicale. Tout travail géophysique en mer demande, d'une part, une certaine mise au point minutieuse dans laquelle aucune place ne doit être laissée au hasard, d'où toute perspective d'improvisation doit être bannie, et, d'autre part, la participation de tout un ensemble de personnes dont tous les efforts doivent être conjugués avec ordre et harmonie. Or, à ces impératifs, une telle collaboration, préoccupée avant tout des résultats à obtenir, n'a pu que répondre de la manière la plus fructueuse.

Je remercie aussi bien vivement M. B. CHARLES, Doyen de la Faculté des Sciences de Montpellier, qui a facilité ma tâche en me donnant la possibilité d'installer mon Laboratoire dans les conditions les plus souhaitables.

Enfin, je n'aurai garde d'oublier d'adresser mes remerciements à toutes les personnes qui ont apporté leur collaboration en mer et, en particulier, à M. FERNANDEZ, qui a su s'acquitter, avec beaucoup de dévouement, de la lourde et délicate charge d'artificier.

Pierre MURAOUR



Au cours du mois de janvier 1962, une étude sismique par réfraction a été effectuée dans le golfe du Lion. Ce travail doit être considéré comme une étude préliminaire puisque d'autres profils seront réalisés ultérieurement dans cette même région.

### Étendue et situation géographique de la zone d'étude.

Deux profils sismiques ont été établis, l'un dans le prolongement de l'autre, sur une longueur d'un peu plus de 53 km et suivant une direction S-SE à partir de la ville de SÈTE. La station d'enregistrement A et la station de tir n° 11 (cf. carte) constituent les deux points extrêmes de cette coupe, leurs coordonnées respectives étant les suivantes : station A : long. E 3°40'25", lat. N 43°20'20"; station 11 : long. E 3°50'49", lat. N 42°53'45". Toute l'opération s'est donc déroulée sur le vaste plateau continental qui caractérise le golfe du Lion et que nous avons prospecté dans sa plus grande largeur. Elle a débuté à environ 4 milles de la côte, par faible profondeur (37 mètres), et s'est terminée à peu près à un mille du rebord continental (profondeur : 131 mètres) où prend naissance la « Vallée de Montpellier » qui entame profondément le talus continental [cf. J. BOURCART, 1959].

Ayant, pour chacun des deux profils, procédé à des tirs inverses, 4 stations d'enregistrement ont été nécessaires, que nous avons appelées stations A, B, C et D, les stations B et D étant celles des tirs inverses. 36 stations de tirs ont été effectuées qui ont fourni 34 enregistrements satisfaisants.

### Appareillage et méthode de travail.

Deux bateaux ont participé à l'opération : la *Winnaretta Singer* et l'*Espadon*. Munis tous deux de sondeurs à ultra-sons, ils relevèrent en permanence la topographie du fond. De plus, l'un et l'autre jouèrent tour à tour le rôle de bateau-enregistreur et celui de bateau-tireur. Sur la *Winnaretta Singer* fut installé un appareillage d'origine U.S.A., entièrement transistorisé (labo et caméra), tandis que l'*Espadon* fut doté d'un équipement électronique à tubes, donc plus classique, et d'un oscillographe enregistreur à lecture directe (lampe à vapeur de mercure), deux appareils de réalisation française. Les hydrophones étaient du même type que ceux déjà utilisés lors de l'étude de Roscoff [P. MURAOUR, G. BOILLOT et J. MERLE, 1962].

Étant donné la faible profondeur de la zone d'étude (— 37 à — 131 mètres), il a toujours été possible de mouiller le bateau-enregistreur. L'explosif utilisé était de la dynamite-gomme dont les charges variaient entre 1 et 30 kg. Une quantité de 500 kg fut nécessaire à l'ensemble de

l'opération. La mise à feu étant pratiquée par mèche lente, les charges furent larguées depuis le bateau-tireur en marche. Le chronométrage du temps écoulé entre la mise à l'eau de l'explosif et l'arrivée de l'onde de choc sur le bateau-tireur fut régulièrement observé, afin de permettre une évaluation aussi rigoureuse que possible de la distance séparant le point d'explosion du bateau-tireur, ce qui a conduit à une correction du time-break égale à :

$\frac{t.4,11}{v_0}$  lorsque le bateau-tireur était l'*Espadon* (vitesse : 8 nœuds)  
 et à  $\frac{t.4,37}{v_0}$  lorsque le bateau-tireur était la *Winnaretta Singer* (vitesse 8,5 nœuds)  
 où  $t$  = temps chronométré,  $v_0$  = vitesse du son dans l'eau.

La transmission du moment de l'explosion jusqu'au bateau-enregistreur était faite par radio. A cet effet, un peu avant chaque tir, un microphone était appliqué sur le pont du bateau-tireur, tandis que, sur le bateau-enregistreur, la piste T.B. (time-break) de la caméra était directement branchée sur la « sortie supplémentaire » du récepteur de radio du bord. Cette technique, bien que fort simple, s'est révélée satisfaisante et a permis un gain de temps considérable par rapport à celle qui fut employée au cours des expériences de Roscoff.

En revanche, la profondeur à laquelle explosaient les charges fut plus délicate à établir que lors de notre étude dans la Manche, où ces charges étaient suspendues à des bouées. Cependant, l'examen des ondes de choc transmises par radio permet, dans bien des cas, de déceler trois arrivées successives que l'on peut interpréter comme étant : la première celle de l'onde directe, la seconde celle de l'onde qui s'est réfléchiée sur le fond, la troisième celle de l'onde qui s'est réfléchiée sous la surface de l'eau, puis sur le fond, avant d'atteindre le bateau-tireur. M.N. HILL [1952, p. 570] a établi une formule pour le calcul de la profondeur de l'explosion :

$$v_0 (t_2 - t_1) = 2d - \frac{dx^2}{4h^2 - d^2}$$

où  $v_0$  est la vitesse verticale du son dans l'eau,  $t_1$  la différence de temps entre l'arrivée de l'onde directe et l'arrivée de l'onde réfléchiée sur le fond,  $t_2$  la différence de temps entre l'arrivée de l'onde directe et l'arrivée de l'onde qui s'est réfléchiée tout d'abord sous la surface de l'eau, puis sur le fond,  $d$  la profondeur du point d'explosion,  $x$  la distance horizontale entre le bateau-tireur et la verticale passant par le point d'explosion,  $h$  la profondeur de la mer. Notons que la valeur du terme  $\frac{dx^2}{4h^2 - d^2}$ , toujours très faible, est établie avec approximation.

Cette formule n'a pu être appliquée dans le cas de notre étude étant donné la trop faible profondeur de la mer. Pour l'établir, M.N. HILL a été, en effet, conduit à négliger les termes en  $\frac{x^2}{(2h \pm d)^2}$ , ce qui est concevable dans le cas de l'étude de cet auteur où  $h$  (plus de 2 000 m)

est important par rapport à  $x$ , mais non dans le cas de la nôtre où les valeurs de  $x$  (de l'ordre de 200 à 250 m) sont supérieures à celles de  $h$  dont les valeurs sont transcrites dans les tableaux 1 à 4.

En conséquence, nous avons été amenés, en nous basant sur les données de l'enregistrement du T.B. et par construction géométrique guidée par l'Optique, à rechercher les valeurs approchées de  $d$  pour quelques stations de tir choisies en raison du bon enregistrement de leur T.B. et de leur charge. Puis nous avons appliqué les mesures obtenues aux autres stations, en admettant que pour des charges et des longueurs de mèche lente équivalentes la profondeur de l'explosion était la même. Les valeurs de  $d$ , ainsi établies, varient entre  $-12$  et  $-30$  m et nous estimons que les erreurs faites sur ces valeurs sont toujours très faibles et sans incidence dans le calcul des corrections de profondeur.

### Méthodes d'interprétation et corrections.

Étant donné les faibles différences de profondeurs de la mer entre les diverses stations de tir et d'enregistrement (94 m au maximum), nous avons ramené, pour les 4 profils, les hydrophones et les explosions sur le fond, c'est-à-dire  $E$  en  $E'$  et  $S$  en  $S'$  (cf. fig. 2).

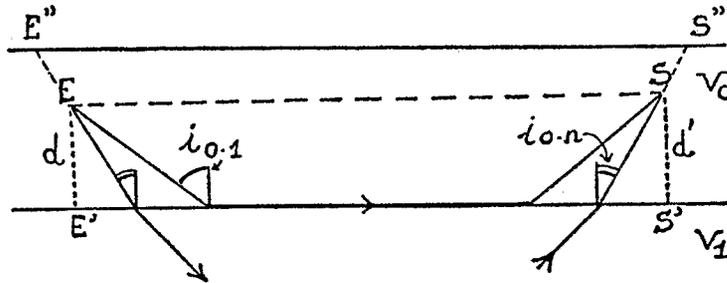


FIG. 2. — Emplacement des hydrophones  $S$  et du point d'explosion  $E$ , après les avoir ramenés soit sur le fond en  $S'$  et  $E'$ , soit à la surface en  $S''$  et  $E''$ .

Si l'on appelle  $x$  la distance  $ES$  (variant entre 1 et 25 km) et si, étant donné la faible différence entre  $d$  et  $d'$  (15 à 20 m), on admet que  $ES$  est parallèle à  $AB$ , la correction à appliquer pour la première couche, de vitesse  $v_1$ , sera égale à :

$$\frac{(d + d') \cos. i_{0.1}}{v_0}$$

et pour la  $n^{\text{me}}$  couche, de vitesse  $v_n$ , sera égale à :

$$\frac{(d + d') \cos. i_{0.n}}{v_0}$$

Pour appliquer cette correction, il sera donc nécessaire de connaître  $v_n$ . Cependant, étant donné la faible importance de  $d$  et  $d'$ , une valeur approchée de  $v_n$  sera suffisante. Cette valeur sera obtenue en établissant une première fois les courbes dromochroniques avec les temps de parcours n'ayant subi que la correction du T.B.

Le calcul des vitesses réelles et de l'épaisseur des couches a été effectué avec les formules, désormais classiques, de M. EWING, G.P. WOOLLARD et A.C. VINE [1939]. Dans l'exemple proposé par ces auteurs, toutes les couches sont inclinées dans le même sens. Or, dans le cas qui nous occupe, nous nous trouvons en présence de plans de réfraction dont les inclinaisons n'ont pas toutes la même direction. Nous avons donc jugé souhaitable d'exposer, à titre d'exemple, les formules appliquées pour le calcul de  $V_4$  et  $\omega_{3,4}$  dans le cas de quatre formations, aux vitesses réelles respectives  $V_1, V_2, V_3$  et  $V_4$ , les surfaces 1 et 2 étant horizontales et les surfaces 3 et 4 étant inclinées inversement par rapport à l'horizontale (La surface de discontinuité 1 est représentée sur notre schéma par A.B.).

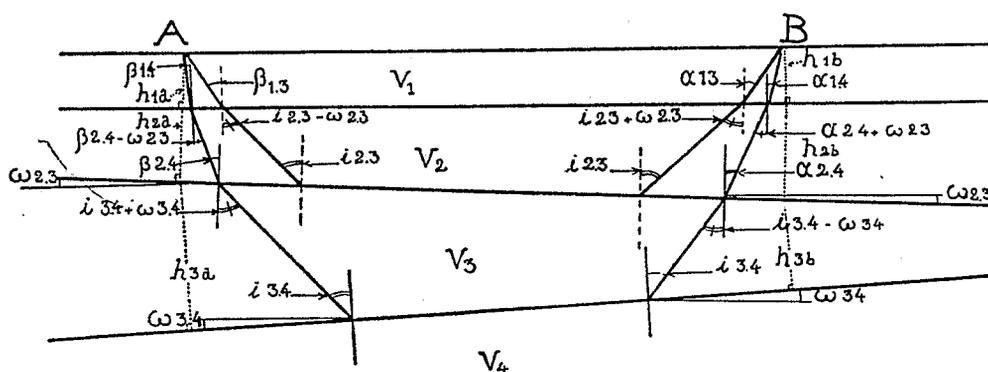


FIG. 3. — Trajet des ondes sismiques dans le cas de 4 formations dont les interfaces ont des inclinaisons différentes.

Si  $V_{4a}$  et  $V_{4b}$  sont les vitesses apparentes résultant des tirs aval-pendage et amont-pendage,\* on aura (cf. fig. 3) :

$$\begin{aligned} \frac{V_1}{V_{4a}} &= \sin. \alpha_{1,4} & \frac{V_1}{V_{4b}} &= \sin. \beta_{1,4} \\ \frac{V_1}{V_2} &= \frac{\sin. \alpha_{1,4}}{\sin. (\alpha_{2,4} + \omega_{2,3})} = \frac{\sin. \beta_{1,4}}{\sin. (\beta_{2,4} - \omega_{2,3})} \\ \frac{V_2}{V_3} &= \frac{\sin. \alpha_{2,4}}{\sin. (i_{3,4} - \omega_{3,4})} & \frac{\sin. \beta_{2,4}}{\sin. (i_{3,4} + \omega_{3,4})} \\ \frac{V_3}{V_4} &= \sin. i_{2,3} \end{aligned}$$

Cette adaptation des formules de M. EWING à notre cas présent revient à attribuer le signe — à l'angle  $\omega_{2,3}$ , la surface 3 définissant par rapport à l'horizontale un angle de sens opposé à celui correspondant à la surface 4. Les formules permettant le calcul des épaisseurs  $h_{4a}$  et  $h_{4b}$  restent inchangées.

(\*) Tirs aval-pendage et amont-pendage, c'est-à-dire dans le sens descendant et ascendant de l'interface des couches.

## Résultats géophysiques.

Ainsi que nous l'avons déjà signalé, deux profils ont été réalisés. A chacun de ces profils correspondent les stations d'enregistrement A, B, C et D, les stations B et D étant celles des tirs inverses.

*Enregistrements A et B* — Le profil A a permis de mettre en évidence (fig. 4)\* trois surfaces de discontinuité dont les vitesses respectives sont de 1 600 m/s, 2 400 m/s et 3 600 m/s. Les temps de parcours de l'onde directe dans l'eau et des ondes réfractées sont donnés, avec correction du T.B., dans le tableau 1.

La longueur du profil inverse B a été, volontairement, réduite au minimum afin de ne pas effectuer de nouveaux tirs dans la zone comprise entre —95 m et le rivage. Cette zone est, en effet, considérée comme un lieu de repeuplement des sardines dont la pêche est une des ressources importantes de la région. Au cours de l'établissement de ce profil inverse, 7 enregistrements ont été effectués, le premier n'ayant pu, fort malheureusement, être exploité en raison d'un mauvais enregistrement du T.B. Le diagramme temps-distance montre les trois mêmes surfaces de discontinuité que celles détectées dans le profil A, mais avec des vitesses apparentes différentes pour les deux plus profondes, à savoir 2 450 m/s et 4 400 m/s (cf. fig. 5 et tableau 2).

La coupe A-B permet donc d'établir la présence de trois formations, de vitesses réelles égales à 1 600 m/s, 2 425 m/s et 3 960 m/s, que l'on peut rapporter respectivement à des séries non-consolidées, semi-consolidées et consolidées, la surface des matériaux non-consolidés, composée de sable vaseux, constituant le fond de la mer.

*Enregistrements C et D* — Pour l'établissement du profil C, 11 tirs ont été effectués sur une longueur de 25 km (cf. fig. 6 et tableau 3). Le diagramme temps-distance révèle la présence de trois couches dont les vitesses apparentes s'évaluent à 1 650 m/s, 4 100 m/s et 5 650 m/s.

En outre, deux arrivées secondaires sont visibles sur de nombreux oscillogrammes; nous les avons notées  $G_{2A}$  et  $G'_{2A}$ . Pour  $G_{2A}$  (cf. fig. 7) il s'agit d'une double réfraction sur le niveau de vitesse 4 100 m/s, du type de celles déjà signalées par M. EWING et ses collaborateurs [1954]. La dromochronique  $G'_{2A}$  n'a pu être définie que par trois arrivées, d'où l'incertitude de son tracé que nous avons figuré en tireté. Nous ne nous attarderons pas sur le cas de cette phase  $G'_{2A}$  étant donné son intérêt purement théorique. Nous ferons simplement remarquer que sa courbe a une pente semblable à celle du niveau de base ( $V = 5 650$  m/s) et que son ordonnée à l'origine est à peu près le triple de celle de la courbe du niveau de base. On peut donc interpréter cette phase  $G'_{2A}$  comme une double réflexion, suivie d'une réfraction, sur ce niveau, phénomène qui a été rendu possible par l'épaisseur, relativement peu importante par rapport aux distances d'enregistrement, des formations qui surmontent l'assise de vitesse 5 650 m/s.

(\*) Les figures 4, 5 et 6, sont placées en dépliant, à la fin de l'étude.

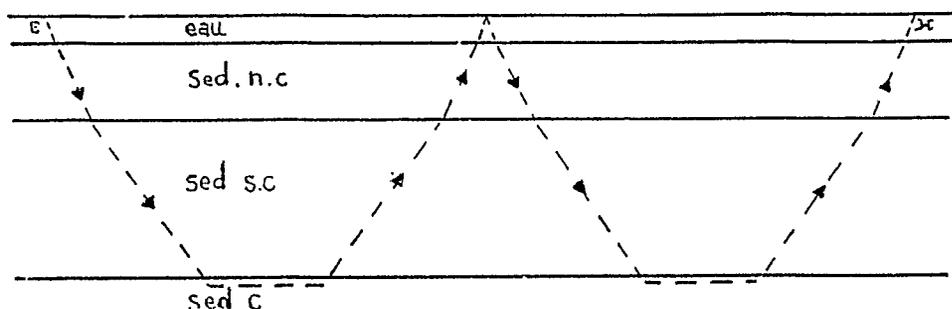


FIG. 7. — Double réfraction du type  $G_{2A}$ .

Le diagramme temps-distance issu des mesures effectuées au cours du profil inverse D n'a mis en évidence que deux des trois plans de réfraction signalés ci-dessus : le plus superficiel ( $V = 1\,650$  m/s) et le plus profond (vitesse apparente =  $5\,150$  m/s). Cependant, si le plan intermédiaire du profil C (vitesse apparente =  $4\,100$  m/s) n'a pu être détecté dans le profil inverse, les stations 3, 4, 5, 6 et 7 de ce profil permettent de mettre en évidence la présence d'une phase  $G_{2A}$  identique à celle rencontrée dans le profil C, où nous l'avons interprétée comme une double réfraction sur le niveau de vitesse  $4\,100$  m/s.

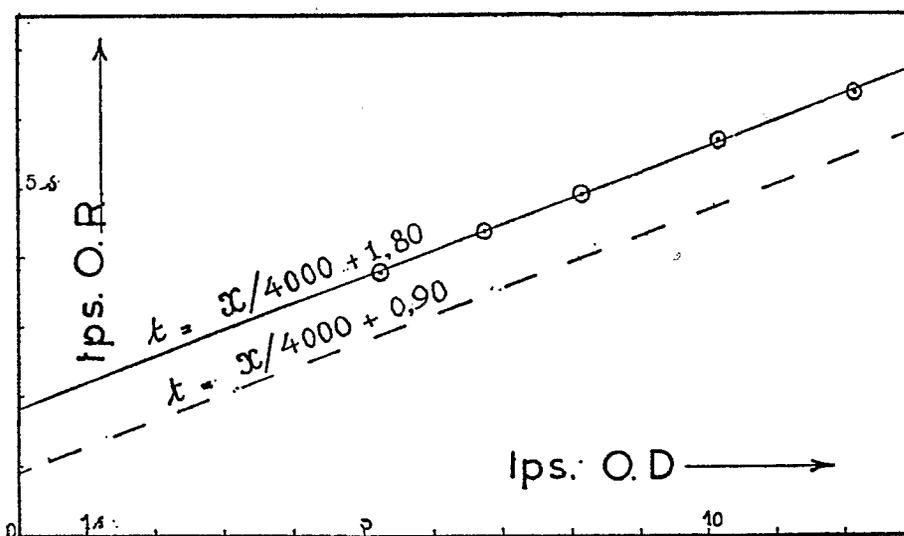


FIG. 8. — Courbe temps-distance de la phase  $G_{2A}$  enregistrée à la station D, et, en tireté, courbe temps-distance de la réfraction normale.

La figure 8 montre la courbe temps-distance de cette phase  $G_{2A}$ . Pour la construire, nous avons effectué une correction de la profondeur différente de celle exposée précédemment. En effet, nous avons, non pas reporté hydrophones et explosions sur le fond, mais, au contraire, au niveau zéro, en les supposant situés à l'intersection de la surface de l'eau avec le rai sismique prolongé (cf. fig. 2, pt. E'' et S''), afin que les trajets des deux réfractons soient comparables. Ces corrections sont d'ailleurs

de faible importance. L'ordonnée à l'origine de la dromochronique due à cette phase  $G_{2A}$  étant égale à 1,8 s, la vitesse apparente de la couche réfractrice sera de 4 000 m/s et l'équation de la courbe temps-distance due à la réfraction simple sera la suivante :  $t = x/4\,000 + 0,90$  (temps en secondes, distance en mètres).

Il peut paraître surprenant que, dans le profil D, nous ayons eu des enregistrements de la phase  $G_{2A}$ , sans obtenir ceux de la phase G, c'est-à-dire ceux de la réfraction simple. L'observation du tableau 4 en révèle la cause. On peut noter ainsi qu'entre la station 2 et la station 3, nous avons, involontairement, laissé un écart beaucoup trop important, à savoir 5 km. Or, c'est précisément dans l'intervalle de ces deux stations de tir que nous pouvions espérer obtenir, en première arrivée, l'onde réfractée sur le niveau de vitesse 4 000 m/s. En effet, telles qu'ont été réparties les stations de tir, dès la station 3, l'arrivée en première ligne de l'onde réfractée sur le niveau de base ( $v = 5\,150$  m/s) ne permet plus de détecter, avec une précision suffisante, l'arrivée de l'onde réfractée sur le niveau immédiatement supérieur. Toutefois, sur plusieurs oscillogrammes, on remarque une sensible reprise de l'énergie, sans, cependant, être en mesure d'en définir avec certitude le début.

Les enregistrements C et D ont donc permis de mettre en évidence trois formations, de vitesse réelles respectivement égales à 1 650 m/s, 4 060 m/s et 5 400 m/s. Nous voyons que la formation semi-consolidée, de vitesse 2 425 m/s, rencontrée dans le profil A-B semble ici absente. Pourtant, il n'en est, très probablement, rien. Cette absence apparente est simplement due au fait que l'arrivée de l'onde réfractée sur cette formation a presque toujours été masquée par les réfractions plus profondes. Toutefois, l'enregistrement du tir n° 5 du profil D fait exception à cette règle, ainsi qu'on peut l'observer sur l'oscillogramme n° 3 (cf. planche oscillogrammes), où nous avons noté  $G_2$  une arrivée qui ne peut être rapportée qu'à celle d'une onde s'étant réfractée sur l'assise semi-consolidée. Lors des calculs de l'épaisseur des différents niveaux rencontrés dans le profil C-D, nous avons donc admis la présence de la série semi-consolidée à qui nous avons attribué une vitesse de 2 425 m/s, c'est-à-dire identique à celle calculée lors du profil A-B.

### L'épaisseur des formations.

Dans le tableau 5 sont exposées les épaisseurs des formations ainsi que leur profondeur à partir du niveau zéro. Étant donné que dans le profil C-D nous n'avons pu obtenir de l'assise semi-consolidée qu'un seul enregistrement exploitable, l'épaisseur des sédiments non-consolidés, qui surmontent cette assise, n'a pu être calculée qu'avec approximation. L'épaisseur de 245 m de la série non-consolidée obtenue en C ( $V_1 = 1\,650$  m/s) et le temps de 5,8 s fourni par l'enregistrement en B du tir n° 5 permettent de penser que l'inclinaison de l'interface des couches 1 et 2 est de même direction que dans le profil A-B, tout en s'étant sensiblement accentuée, et qu'une épaisseur de 550 m de sédiments non-consolidés en D peut être considérée comme d'un ordre de grandeur

valable. Lors de la poursuite de nos études dans le golfe du Lion, quelques enregistrements magnétiques seront effectués dans la zone du profil C-D en vue de tenter de préciser ce point.

Nous devons faire remarquer que l'épaisseur des séries non-consolidées qui constituent le fond de la mer est, en réalité, certainement supérieure à l'épaisseur calculée. En effet, la vitesse que nous avons attribuée à cette formation (1 600 à 1 650 m/s) est celle de l'onde réfractée à leur surface. En fait, cette vitesse  $V_1$  doit varier très sensiblement avec la profondeur. D'une part, il est possible que la nature lithologique du dépôt ne soit pas identique sur toute l'épaisseur de la couche, ce qui entraîne nécessairement des variations de  $V_1$ . D'autre part,  $V_1$  doit augmenter avec la profondeur en raison de la compaction des sédiments, compaction dont les effets sont particulièrement sensibles dans ce niveau superficiel.

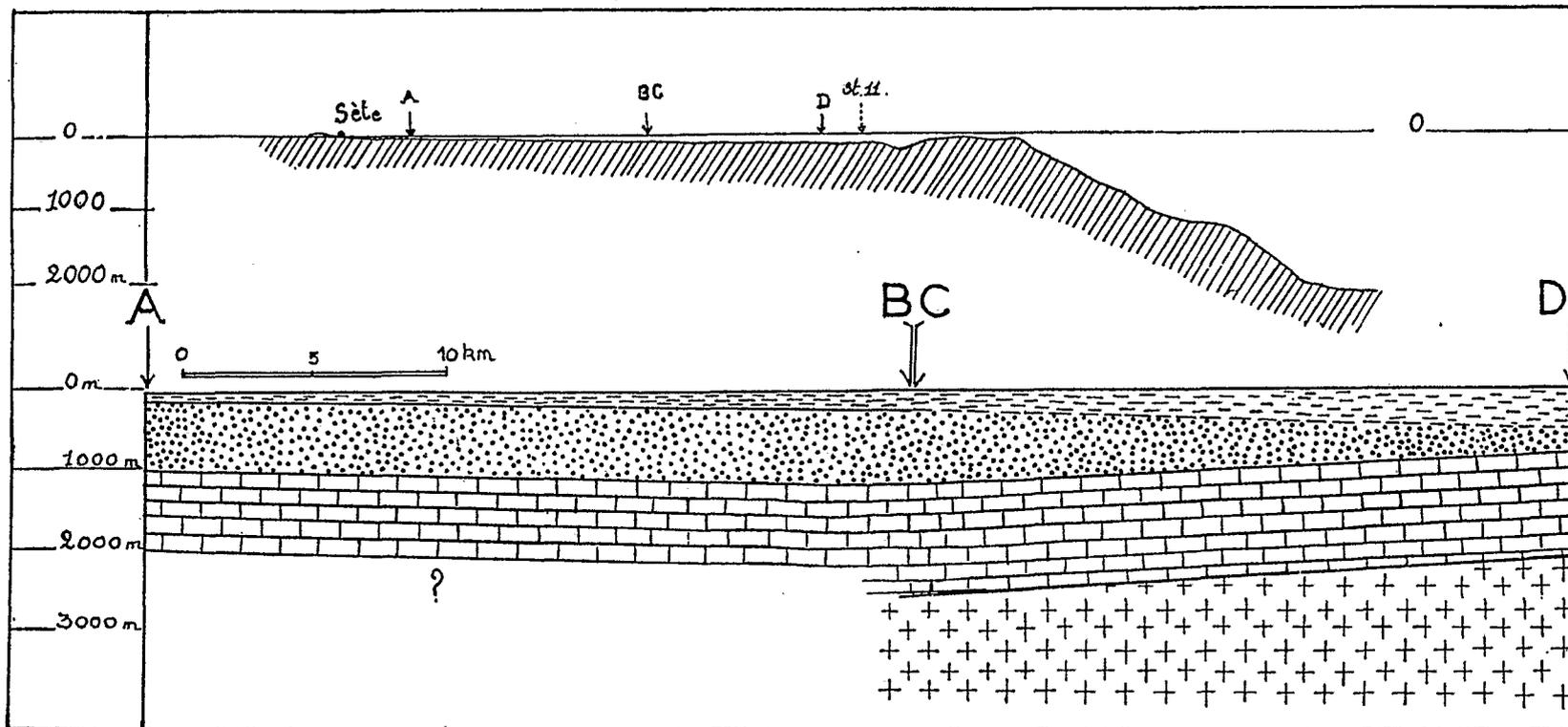
#### Identification des couches réfractrices.

Les résultats géophysiques ont permis de mettre en évidence la présence de quatre formations qui correspondent, de haut en bas, à : des sédiments non-consolidés ( $V_1 = 1\ 600$  à  $1\ 650$  m/s), des sédiments semi-consolidés ( $V_2 = 2\ 425$  m/s) et deux ensembles consolidés dont les vitesses respectives sont  $4\ 000$  m/s environ ( $V_3$ ) et  $5\ 400$  m/s ( $V_4$ ).

Les seuls travaux importants de géologie sous-marine effectués jusqu'à présent sur le plateau continental du golfe du Lion sont ceux de J. BOURCART qui a, entre autres, relevé la coupe du rech Lacaze-Duthier (\*) [1959, p. 35]. « La majeure partie du cañon, écrit cet auteur, est creusée dans des calcaires vindoboniens fossilifères ». De plus, sur la coupe géologique qu'il donne de ce cañon, on peut noter que le Vindobonien est couronné par des formations d'âge quaternaire ancien, épaisses d'une centaine de mètres et que recouvrent des sables récents (20 m environ). En toute logique, nous pouvons donc rapporter nos sédiments non-consolidés aux séries du Quaternaire, ancien et récent, tandis que les sédiments semi-consolidés peuvent être homologués, tout au moins en ce qui concerne leur partie supérieure, aux calcaires vindoboniens qui ont été trouvés dans le rech Lacaze-Duthier, jusqu'à une profondeur de — 500 m. Étant donné que, dans notre coupe, l'épaisseur des sédiments semi-consolidés varie entre 850 et 950 mètres (cf. Tableau 5, stations A et B, C) et que leur base atteint une profondeur de l'ordre d'un millier de mètres (1 275 à 910 m), il est probable que le Vindobonien ne constitue qu'une partie de cet ensemble à qui nous attribuerons un âge Tertiaire supérieur.

Les formations consolidées dont la vitesse est de  $4\ 000$  m/s peuvent être rapportées, selon toute vraisemblance, aux calcaires secondaires qui affleurent si largement tout autour du golfe du Lion et dont nous retrouvons, en bordure même du littoral, un témoin, le Mont Saint-Clair, qui domine la ville de SÈTE. Il s'agit ici de calcaire jurassique.

(\*) Le rech Lacaze-Duthier est situé à l'extrémité ouest de la plateforme [Cf. J. BOURCART, 1959, fig. 1 a : Position des cañons du littoral français de la Méditerranée].








sédiments non-consolidés    sédiments semi-consolidés    sédiments consolidés    socle granitique

FIG. 9. — *En haut* : Topographie du précontinent, d'après la carte de J. BOURCART et conformément à nos relevés au sondeur à ultra-sons.

*En bas* : Coupe géologique entre les stations A et D, suivant les données géophysiques.

Enfin, la seconde formation consolidée, c'est-à-dire la plus profonde, possède une vitesse de 5 400 m/s, ce qui nous autorise à l'identifier à du granite, au sens large du terme.

#### **Aperçu sur la structure du plateau continental.**

Il n'est certes pas possible, à la suite de ces deux profils effectués vers le milieu du plateau continental du golfe du Lion, de tirer des conclusions quant à la structure générale de ce long et large précontinent [J. BOURCART, 1958]. Nos résultats permettent, cependant, d'apporter quelques précisions intéressantes. Il semble bien que la présence de cet important précontinent soit directement imputable à celle de la puissante formation calcaire d'âge secondaire. Dans la région de notre étude, c'est-à-dire dans la partie médiane du plateau, les calcaires forment une gouttière aux pentes extrêmement douces qui a permis néanmoins la protection de l'assise tertiaire sur laquelle sont venus s'étaler les sédiments quaternaires et récents.

Enfin, si l'on considère la structure plus profonde de cet ensemble, il faut noter la présence, sous les calcaires, tout au moins dans la seconde partie de notre coupe, du socle granitique qui remonte depuis la station C, où sa profondeur à partir du niveau zéro est de 2 675 m, jusqu'à la station D, où sa profondeur atteint 2 185 m. En dernière analyse, il semble donc que ce soit la configuration même du socle qui ait permis celle des calcaires. C'est pourquoi nous avons, lors d'une première et brève publication, émis l'hypothèse que la configuration, voire la présence de ce vaste précontinent, exceptionnel dans la Méditerranée occidentale, était non seulement liée à la présence de l'assise calcaire, mais encore à celle du socle granitique, véritable squelette profond. C'est ce que d'autres expériences tenteront de vérifier.

---

## RÉSUMÉ

Une série de mesures sismiques par réfraction, effectuées sur le plateau continental du golfe du Lion, ont permis de mettre en évidence la présence de quatre formations de vitesse  $V_1 = 1\ 650$  m/s,  $V_2 = 2\ 425$  m/s,  $V_3 = 4\ 000$  m/s et  $V_4 = 5\ 400$  m/s, qui peuvent être respectivement rapportées aux dépôts récents et quaternaires, aux sédiments du Tertiaire supérieur, aux calcaires secondaires et au socle granitique. Dans la zone d'étude, c'est-à-dire dans la partie médiane du plateau continental, les calcaires forment une gouttière aux pentes extrêmement douces, ayant permis la protection des séries du Tertiaire, tandis que le socle granitique s'incline depuis la station D, située à proximité du rebord continental et où sa profondeur est de 2 185 m, vers la station C où sa profondeur atteint 2 675 m. Les auteurs admettent donc que la présence de ce large plateau continental, exceptionnel dans le bassin méditerranéen occidental, est due à la fois à la présence des calcaires secondaires et à la configuration du socle granitique, véritable squelette profond.

## SUMMARY

Seismic refraction measurements made on the continental shelf of the Lion Gulf determined the presence of four layers with the velocities of  $V_1 = 1,650$  m/sec,  $V_2 = 2,425$  m/sec,  $V_3 = 4,000$  m/sec and  $V_4 = 5,400$  m/sec. These can be, respectively, identified as recent and Quaternary deposits, sediments of Upper Tertiary age, limestones of Secondary age and granitic basement. In the line of survey, the limestones form a kind of gently-sloping gutter which allowed protection of the overlying sediments of the Tertiary age, while the granitic basement inclines from the station D, located near the continental edge, where it is 2,185 m deep, to the station C where its depth reaches 2,675 m. Therefore the authors assume that the presence of this large continental shelf, exceptional in Occidental Mediterranean Basin, is due both to the presence of the Secondary limestones and to the configuration of the granitic basement which would really play the part of a deep skeleton.

## BIBLIOGRAPHIE

- BOURCART (J.), 1958. — *Problèmes de géologie sous-marine : le pré-continent ; le littoral et sa protection ; la stratigraphie sous-marine.* — Paris, Masson et C<sup>ie</sup> (Collection évolution des sciences, 12).
- BOURCART (J.), 1959. — Morphologie du précontinent des Pyrénées à la Sardaigne, in Coll. int. C.N.R.S., n° 83, *La topographie et la géologie des profondeurs océaniques*, pp. 33-50.
- EWING (M.), WOOLLARD (G.P.) & VINE (A.C.), 1939. — Geophysical investigations in the emerged and submerged Atlantic coastal plain. III : Barnegat Bay, New Jersey section. *Bull. geol. Soc. Amer.*, 50, pp. 257-296.
- EWING (M.), SUTTON (G.H.) & OFFICER (C.B., Jr), 1954. — Seismic refraction measurements in the Atlantic Ocean. Part VI : Typical deep stations, North America Basin. *Bull. seismol. Soc. Amer.*, 44, pp. 21-38.
- EWING (J.) & EWING (M.), 1959. — Seismic-refraction measurements in the Atlantic Ocean basins, in the Mediterranean sea, on the mid-Atlantic ridge and in the Norwegian sea. *Bull. geol. Soc. Amer.*, 70, pp. 291-317.
- HILL (M.N.), 1952. — Seismic refraction shooting in an area of the Eastern Atlantic. *Phil. Trans.*, A, 244, pp. 561-596.
- MURAOUR (P.), 1959. — Études séismiques par réfraction au large du bassin de la Medjerda. *Bull. Sta. océanogr. Salammbô*, n° 54.
- MURAOUR (P.), BOILLOT (G.) & MERLE (J.), 1962. — Étude séismique par réfraction au large de Roscoff (Finistère). *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, n° 1228.
- OFFICER (C.B.) & EWING (M.), 1954. — Geophysical investigations in the emerged and submerged Atlantic coastal plain. Part VII : Continental shelf, continental slope, and continental rise south of Nova Scotia. *Bull. geol. Soc. Amer.*, 65, pp. 653-670.
- TOLSTOY (I.), EDWARDS (R.S.) & EWING (M.), 1953. — Seismic refraction measurements in the Atlantic Ocean. III. *Bull. seismol. Soc. Amer.*, 43, pp. 35-48.
-