

TOPOGRAPHIE DYNAMIQUE ET COURANTS GENERAUX DANS LE BASSIN OCCIDENTAL DE LA MEDITERRANEE

(Golfe du Lion, Mer catalane, Mer d'Alboran et ses abords, secteur à l'est de la Corse)

par Charles ALLAIN

INTRODUCTION

L'hydrologie du Golfe du Lion, de la Mer catalane et de la Mer d'Alboran, étudiée par J. FURNESTIN (1960), d'après les observations recueillies sur le « Président-Théodore-Tissier » en juin-juillet 1957, fait apparaître des éléments nouveaux si importants, qu'il nous a paru opportun d'étudier le relief dynamique et de déterminer la circulation des courants dans ce secteur de la Méditerranée occidentale.

Ainsi que l'expose cet auteur, nous nous trouvons en présence d'eaux de natures différentes : eaux méditerranéennes, eaux d'origine atlantique, eaux fluviales dont l'opposition va créer des mouvements d'autant plus complexes que le relief du fond sera plus accentué. La connaissance de la topographie sous-marine est donc indispensable pour expliquer certains d'entre eux, notamment en Mer d'Alboran. Nous savons en effet que, d'une façon générale, un courant qui passe sur un haut-fond augmente de vitesse en s'infléchissant vers la droite sous l'effet de l'accélération de Coriolis, tandis que sa vitesse diminue au-dessus des plus grands fonds, le mouvement étant alors dévié vers la gauche. D'autre part, les eaux les plus légères se rencontrent toujours dans les zones élevées d'un relief dynamique, où elles sont animées d'un mouvement d'allure anticyclonale, tandis que les eaux denses occupent les points les plus bas en formant, par opposition avec les premières, des courants d'allure cyclonale. Nous verrons donc, pour un secteur où des eaux de régimes différents se rencontrent, les plus légères s'accumuler au-dessus des hauts-fonds et les plus denses circuler au-dessus des plus grands. Cette disposition est en rapport avec la distribution des masses, suivant le lieu et la saison, et les eaux denses pourront progresser, mélangées ou non, au-dessus des hauts-fonds, de même que les eaux plus légères pourront empiéter sur le domaine des grands fonds. Dans les deux cas, il y aura des zones d'échanges qui provoqueront généralement des mouvements verticaux, l'assimilation d'un élément par l'autre n'étant pas immédiate.

Les îles Baléares forment une importante barrière géographique sur laquelle viennent se heurter les courants du nord et du sud ; nous diviserons donc en deux parties le secteur étudié :

1° Le Golfe du Lion et la Mer catalane au nord des îles Baléares.

2° La Mer d'Alboran et ses abords au sud-ouest du bassin occidental.

Les cinq sections effectuées à l'est de la Corse feront l'objet d'un chapitre spécial.

Méthodes de calcul. Les calculs dynamiques ont été effectués à partir des mesures qui figurent en annexe de l'article de J. FURNESTIN dans ce même fascicule.

Les anomalies des hauteurs dynamiques, ΔD , ont été calculées à partir des anomalies $\Delta \sigma_t$, qui corrigent, pour chaque tranche étudiée, le volume spécifique d'une eau étalon ayant une salinité de 34.85 ‰ à la température de 0° C. Ces anomalies sont données par les tables de SVERDRUP, en fonction de la densité *in situ* σ_t , et des corrections leur ont été apportées en fonction de la température, de la salinité et de la pression.

Les erreurs possibles de lecture des températures (+ ou — 5/100° de degré) et celles pouvant provenir de la détermination de la chlorinité (+ ou — 0,02 unité de chlore) entraînent sur la densité *in situ* une erreur de $1 \cdot 10^{-5}$ avec les températures les plus basses dans ce secteur et de $2 \cdot 10^{-5}$ avec les températures les plus hautes. Nous avons calculé qu'elles pouvaient se traduire sur les anomalies de hauteurs dynamiques par des écarts de 0,5 cm dynamique pour 100 m et de 1 cm dynamique pour 500 m.

Pour chaque station, ΔD , exprimée en centimètres dynamiques, a été calculée entre les profondeurs standard de 5, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 200, 300, 400 et 500 m ou décibars, jusqu'à l'isobare choisie comme niveau de référence. Nous avons en effet remarqué que les isodynamiques, présentées en coupe par rapport à la surface de 5 décibars sur des sections passant par des stations où les observations ont été effectuées à plus de 1 000 m de profondeur, étaient sensiblement parallèles au-dessous de 500 décibars et nous avons admis, bien que divers mouvements aient pu être décelés dans les coupes de température et de salinité, que les courants étaient presque nuls au-dessous de ce niveau ou de l'ordre des erreurs possibles de mesure.

Lorsque le fond se situe à moins de 500 m, nous avons adopté la méthode qui consiste à prolonger les courbes de σ_t horizontalement, à partir de leur point de rencontre avec le profil du fond.

Le sens des courants a été déterminé par la méthode de BJERKNÈS, en considérant le relief de la topographie dynamique et en tenant compte de l'accélération de Coriolis. Leur vitesse relative a été calculée entre plusieurs stations, en appliquant l'équation :

$$V = \frac{10 (\Delta D_A - \Delta D_B)}{L \cdot 2 \cdot \omega \sin \Phi}$$

Nous porterons donc dans le texte les valeurs moyennes ainsi obtenues.

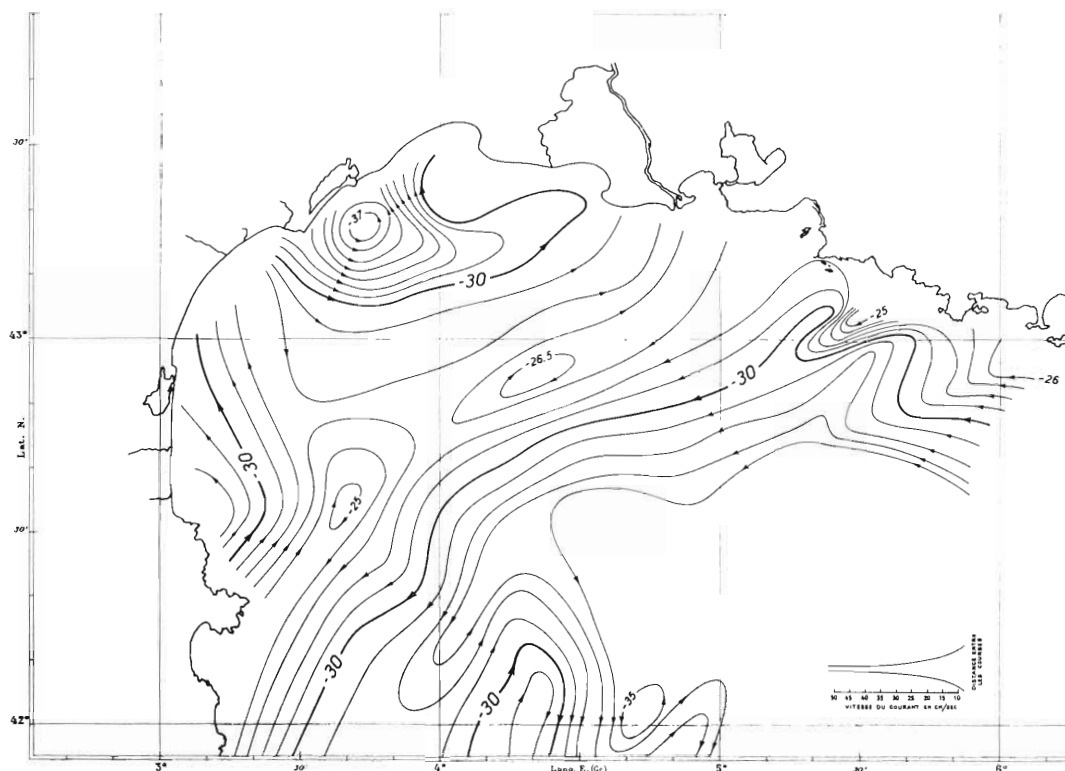


FIG. 1. — Golfe du Lion. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 5 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.

TOPOGRAPHIE DYNAMIQUE ET COURANTS

I. - Le Golfe du Lion et la Mer catalane au nord des îles Baléares.

1° *La topographie dynamique de la surface isobarique de 5 décibars* par rapport au niveau de 500 décibars (fig. 1 et 2) met en relief dans ce secteur une crête qui s'étend du delta du Rhône au cap Creus, au-dessus des fonds de 200 m qui constituent la bordure du plateau continental ; le point le plus élevé se trouve à 25 milles à l'est de Port-Vendres.

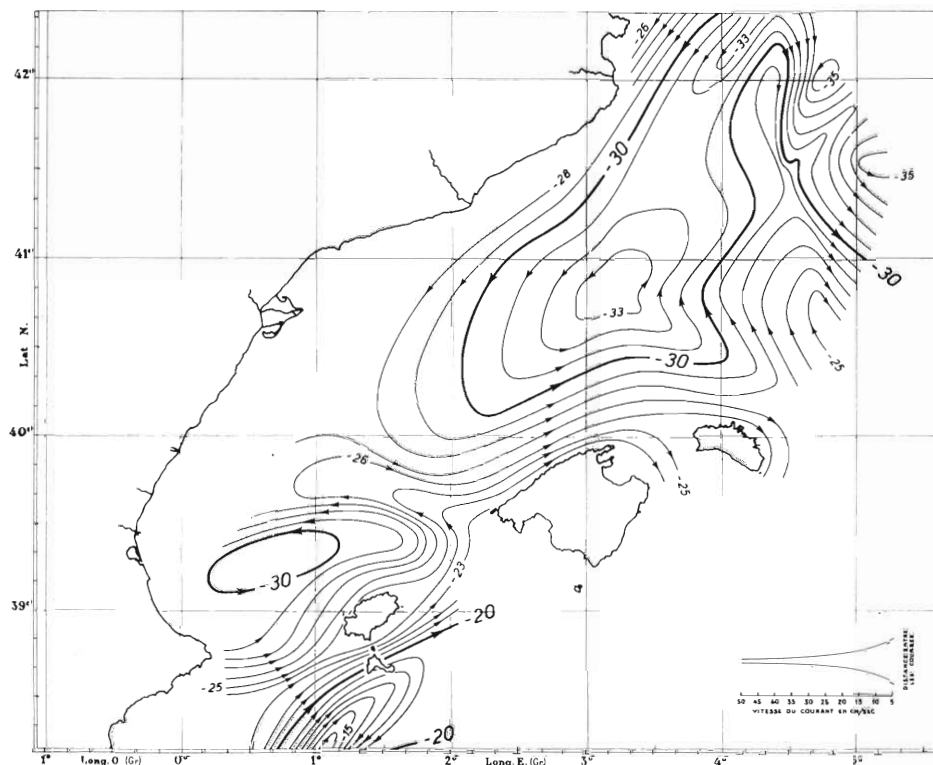


FIG. 2. — Mer catalane. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 5 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.

Entre les Saintes-Maries et le cap d'Agde, on remarque une cuvette dont le fond se situe à 7 milles environ au sud de Sète. Une autre dépression se forme le long de la côte du Roussillon, entre Port-Vendres et Leucate.

Au SE de cet ensemble, une large dépression dont le fond est constitué par une surface presque plane occupe toute la superficie entre le parallèle 42°40 N et le méridien 4°30 O ; elle est bordée au nord par une importante élévation qui s'appuie sur la côte provençale.

Tout le nord de la Mer catalane est constitué par une vaste dépression dont le centre se situe à 60 milles environ au nord de Majorque. Une intumescence bien marquée se distingue à l'est et au nord de Minorque. Une autre dépression enfin occupe la partie sud du golfe de Valence.

2° *Les courants de surface.* Nous reprendrons ici les appellations attribuées aux mouvements généraux du Golfe du Lion et de la Mer catalane par J. FURNESTIN dans son travail sur l'hydrologie.

a) *Le courant du Rhône* : la crête principale est constituée par les eaux du Rhône qui, débouchant au-dessus d'un haut-fond et rencontrant vers le sud-est une masse plus dense animée d'un mouvement d'allure cyclonale, s'infléchissent vers la droite et s'accumulent au-dessus du plateau continental. Les gradients sont orientés vers le NE et le SO et l'eau est entraînée par l'accélération de Coriolis dans un mouvement d'allure anticyclonale autour des points les plus hauts : tourbillons lorsqu'une rupture s'est produite dans la crête, courants dirigés de façon uniforme sur les versants de cette intumescence. C'est ainsi que nous observons, des Blauquières au cap Creus, un courant NE-SO, dont les eaux se mélangent dans la partie basse à celles du courant d'allure cyclonale qui descend de la côte provençale en direction de la Mer catalane. Le courant du Rhône atteint la vitesse moyenne relative de 0,34 nœud.

b) *Le contre-courant du Languedoc* : le courant du Rhône se retourne en partie autour des points les plus élevés, formant un contre-courant SO-NE qui se trouve contrarié par les dépressions situées en bordure de la côte du Roussillon et de la côte languedocienne et qui sont animées toutes deux de mouvements senestrogyses. L'origine d'eaux plus denses, dans ce secteur a été expliquée dans l'étude hydrologique : il s'agirait d'un apport d'eau méditerranéenne hivernale récente.

Le contre-courant du Languedoc, accéléré par le relèvement des fonds et resserré par la présence de tourbillons côtiers, atteint 0,58 n au N du cap Creus et au large de la côte languedocienne.

c) *Le courant de Catalogne* : ce courant, qui entraîne des eaux plus denses, absorbe la plus grande partie du courant du Rhône et une partie de la branche ouest du courant qui descend de la côte de Provence. A hauteur du cap Creus, il suit la même direction que le premier, s'infléchit progressivement vers le sud en bordant la grande dépression qui occupe presque toute la Mer catalane, au-dessus des grands fonds, puis va heurter le versant N, abrupt, des Baléares. Il atteint alors sa plus grande vitesse, 0,45 n, en amorçant un vaste mouvement tourbillonnaire d'allure cyclonale, limité à l'est par la présence d'une masse d'eaux plus légères constituée par l'extrémité de l'avancée atlantique qui l'oblige à remonter vers le nord.

Nous noterons ici que ce mouvement cyclonique est déterminé par la distribution des isohalines dans ce grand déplacement, constant, vers le canal d'Ivica, mis en évidence par J. FURNESTIN dans l'étude hydrologique, des eaux de transition se diluant progressivement au contact de celles, moins salées, d'origine rhodanienne au NO et atlantiques au SE. La vitesse de ce déplacement, extrêmement lent, ne peut être évaluée, mais elle représente l'une des composantes dans la période ici considérée.

Dans le SO de la Mer catalane, on remarque un nouveau tourbillon d'allure cyclonale qui emplit le secteur situé entre le sud du golfe de Valence et l'île d'Ivica et qui constituerait le prolongement normal de la grande dépression catalane, s'il n'y avait débordement des eaux atlantiques par le canal de Majorque. Ce courant atteint la vitesse de 0,4 nœud. Cette particularité du fond du golfe de Valence et du secteur d'Ivica semble également due à la situation hydrologique à 100 m où la forte salinité indique une ascension des eaux profondes.

d) *La branche N du courant atlantique* : la zone élevée qui s'étend à l'est et au nord de Minorque est constituée par une avancée des eaux atlantiques dont une faible partie seulement, qui est drainée par la branche sud du tourbillon catalan, franchit le seuil. Ainsi que nous le verrons en étudiant la Mer d'Alboran et ses abords, elle est surtout alimentée par une dérivation du courant atlantique méridional. L'extrémité de cette avancée est animée d'un mouvement dextrogyre qui entraîne les eaux dans une direction SE en s'appuyant sur le tourbillon d'allure cyclonale du bassin nord.

e) *La branche NO et O du tourbillon situé au sud des côtes de Provence* : nous considérerons enfin le courant qui longe la côte provençale en direction O. Il atteint en moyenne la vitesse relative de 0,33 nœud. Les eaux mélangées, mais plus légères, qui s'accumulent le long de la côte ne semblent pas avoir une origine terrestre, les vallées qui aboutissent dans ce secteur étant peu importantes. Nous verrons donc plutôt à cet endroit un nouvel apport d'eaux atlantiques, conduit jusque-là par un courant venant de l'E ou du SE. Nous noterons que ces eaux plus légères s'accumulent au-dessus des hauts-fonds, notamment dans la rade et autour des îles d'Hyères, ainsi qu'au-dessus du banc des Blauquières à l'O duquel une vallée abrupte crée aussitôt un contre-courant. Cette brusque dénivellation, qui donne au relief dynamique un gradient très incliné (la différence

de potentiel entre le point le plus haut et le point le plus bas, distants de 3 milles, est de 6 cm dynamiques) détermine un courant rapide autour du haut-fond, de l'ordre de 1,60 n aux endroits les plus resserrés.

La branche NO de ce tourbillon qui occupe en grande partie le nord du bassin algéro-provençal se divise en deux rameaux en rencontrant l'avancée atlantique : l'une va grossir le courant de Catalogne, l'autre contourne les eaux plus légères par l'est, poursuivant un circuit d'allure cyclonale.

3° **Topographie dynamique et courants en profondeur.** La surface isobarique de 50 décibars (fig. 3 et 4) possède un relief encore accentué. Les mêmes mouvements qu'en surface se retrouvent, mais plus atténués et plus disloqués. La crête principale présente des échancrures plus importantes qu'au niveau de 5 décibars et dans lesquelles les courants s'infléchissent en créant de nouveaux mouvements sinueux.

Les eaux du Rhône ne parviennent pas à cette profondeur et le tourbillon qui circule à une vitesse de 0,2 n entre le delta et la région du Planier est déjà constitué par des eaux de transition qui sont influencées par le mouvement rhodanien supérieur ; les mêmes eaux, isolées de leur source forment une masse qui apparaît à hauteur du 43° parallèle et s'étend jusqu'au cap Creus où se situe son sommet ; elle annonce un mouvement de plongée. J. FURNESTIN met en valeur cet enfoncement progressif des eaux septentrionales de faible température, par augmentation de leur densité. Le courant NE-SO, survivance du courant du Rhône par influence sus-jacente, se confond à hauteur du cap Creus avec le courant qui descend du NE après avoir longé la côte provençale et atteint la vitesse de 0,35 nœud. Le centre de la dépression que nous avons remarquée au niveau de 5 décibars à 5 milles au large de la côte languedocienne s'est déplacé vers l'est. Le courant des Blauquières est toujours aussi rapide.

En Mer catalane, l'avancée d'eaux atlantiques, toujours présente au NE de Minorque, s'est scindée en deux parties, abandonnant une masse d'eaux mélangées, animée d'un mouvement anti-cyclonique et annonçant une descente des eaux qui s'apparente à l'enfoncement décrit plus haut. Ce tourbillon atteint 0,6 n, celui de Catalogne n'atteint plus que 0,2 nœud.

Au niveau de 100 décibars (fig. 5 et 6), le rivage continental dans le Golfe a considérablement gagné sur la mer. Le relief dynamique est très aplani et l'eau de transition circule dans la presque totalité du bassin NO en un mouvement d'allure cyclonale. Des eaux mélangées subsistent cependant au large du Planier et dans le N de la Mer catalane marquant encore l'influence des eaux continentales et atlantiques. Les courants sont moins rapides, sauf à hauteur du cap Creus où ils conservent la même vitesse qu'à 50 m.

Au niveau de 200 décibars (fig. 7 et 8), la circulation générale est d'allure cyclonale. La masse d'eaux plus légères du nord de la Mer catalane a disparu et c'est maintenant une dépression qui occupe ce secteur créant un tourbillon d'allure cyclonale inversé par rapport au mouvement des eaux sus-jacentes et qui est dû à l'arrivée d'eaux plus denses ayant le caractère des « eaux intermédiaires », d'origine orientale, de NIELSEN, mélangées, d'après l'étude hydrologique, à des eaux septentrionales. Le tourbillon du sud entraîne aussi des « eaux orientales » et des eaux septentrionales subsistent, dans une zone presque inanimée entre ces deux mouvements de même allure.

On remarque cependant, au sud de la presqu'île de Giens et dans l'ouest des Blauquières, deux points élevés. L'épanchement d'eaux mélangées en contact avec ces zones hautes au sud de la région du Planier aurait pour origine les eaux plus légères portées par le bord supérieur du tourbillon situées au sud des côtes provençales.

Le tourbillon cyclonal de la Mer catalane subsiste, avec une vitesse de 0,2 n, vitesse également atteinte par le nouveau tourbillon du nord. L'influence atlantique se fait toujours sentir au nord de Minorque.

La surface isobarique de 300 décibars (fig. 9 et 10), presque plane, n'est plus animée que d'un lent mouvement cyclonal ne dépassant pas 0,1 nœud. Les « eaux orientales » qui proviennent du NE occupent presque toute la Mer catalane. Deux points hauts subsistent encore au sud du Planier et de la presqu'île de Giens, déterminant de légers mouvements dextrogyres.

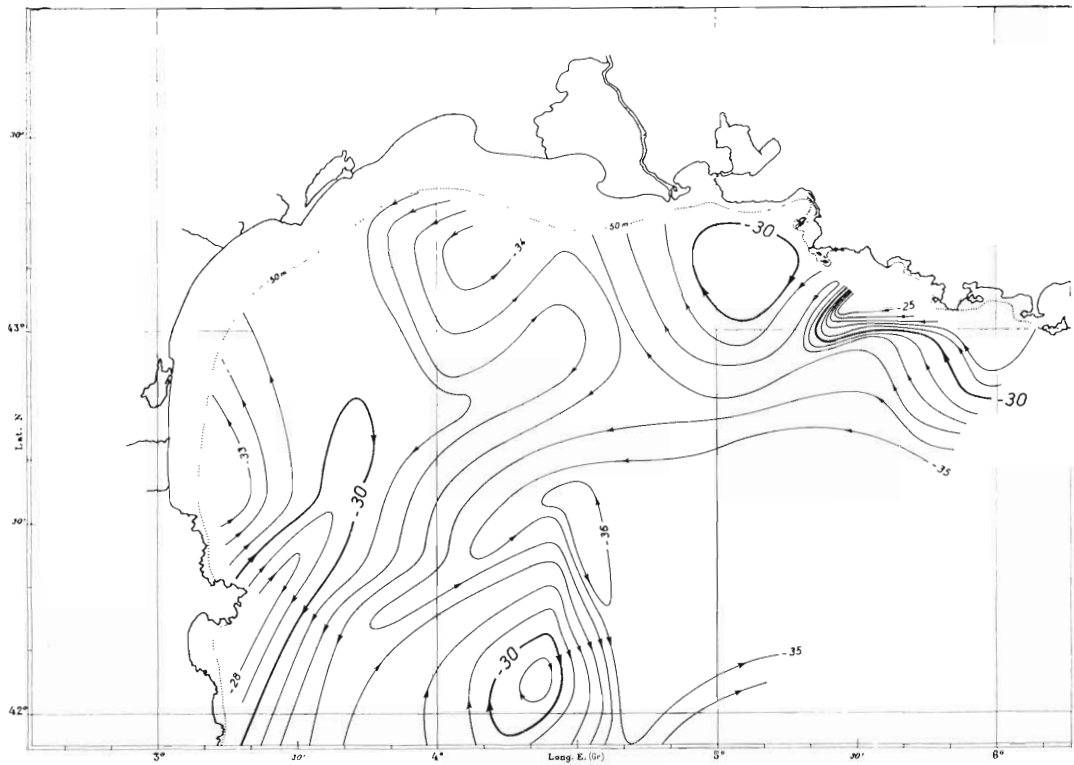


FIG. 3. — Golfe du Lion. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 50 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.

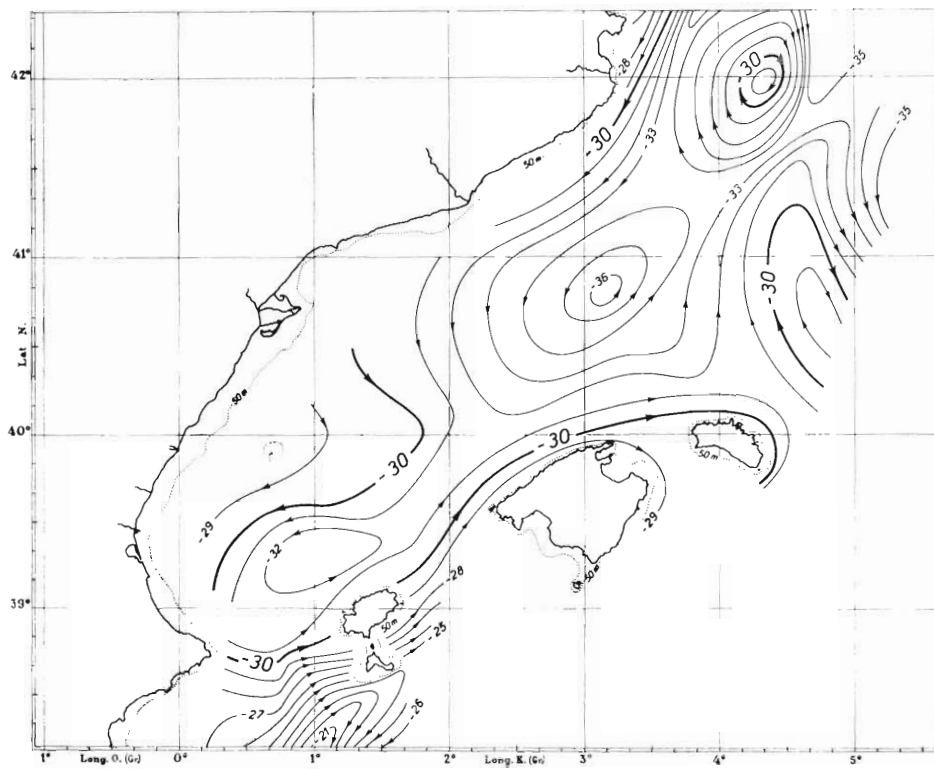


FIG. 4. — Mer catalane. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 50 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.

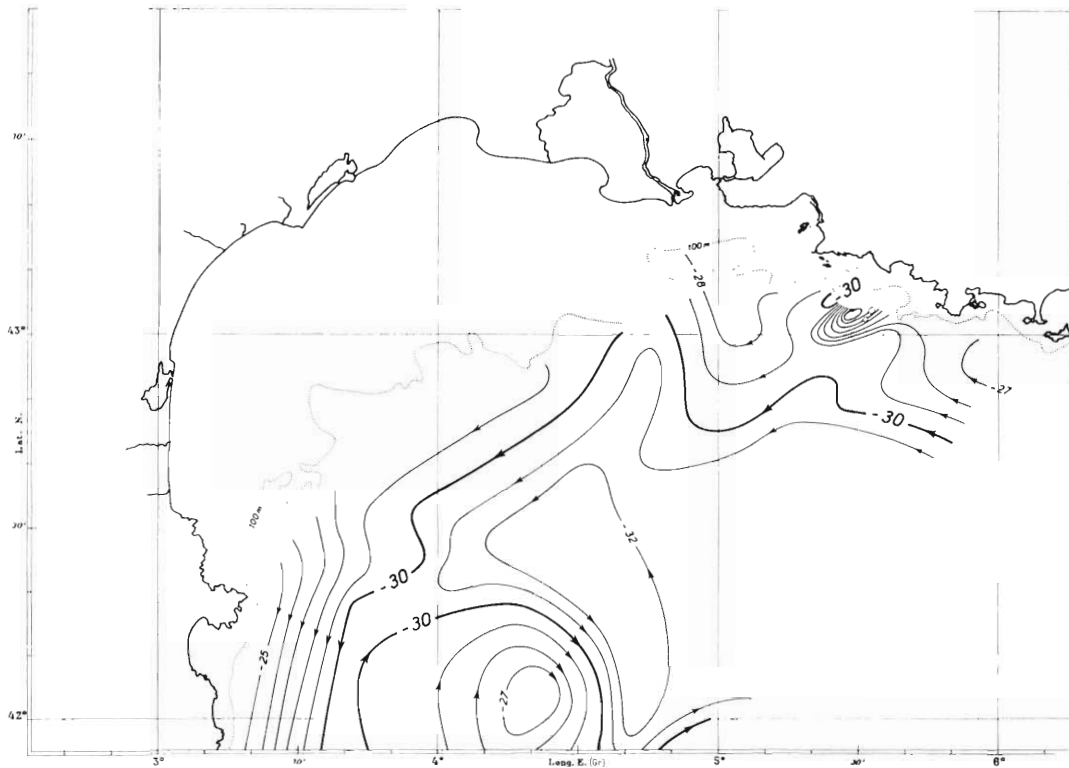


FIG. 5. — Golfe du Lion. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 100 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.

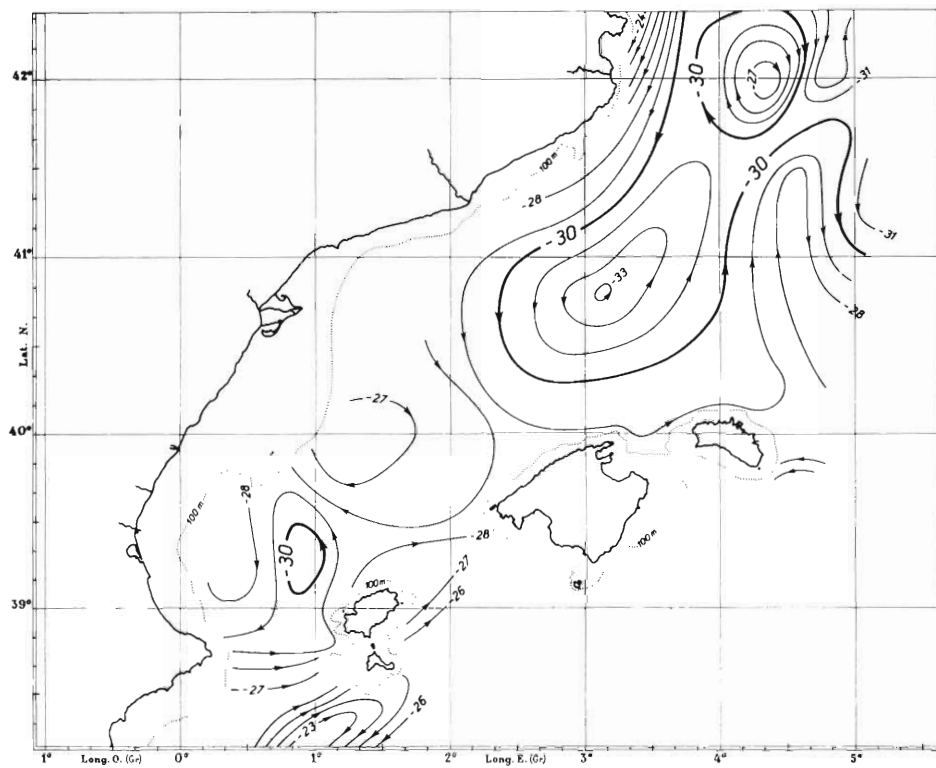


FIG. 6. — Mer catalane. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 100 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.



FIG. 7. — Golfe du Lion. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 200 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.

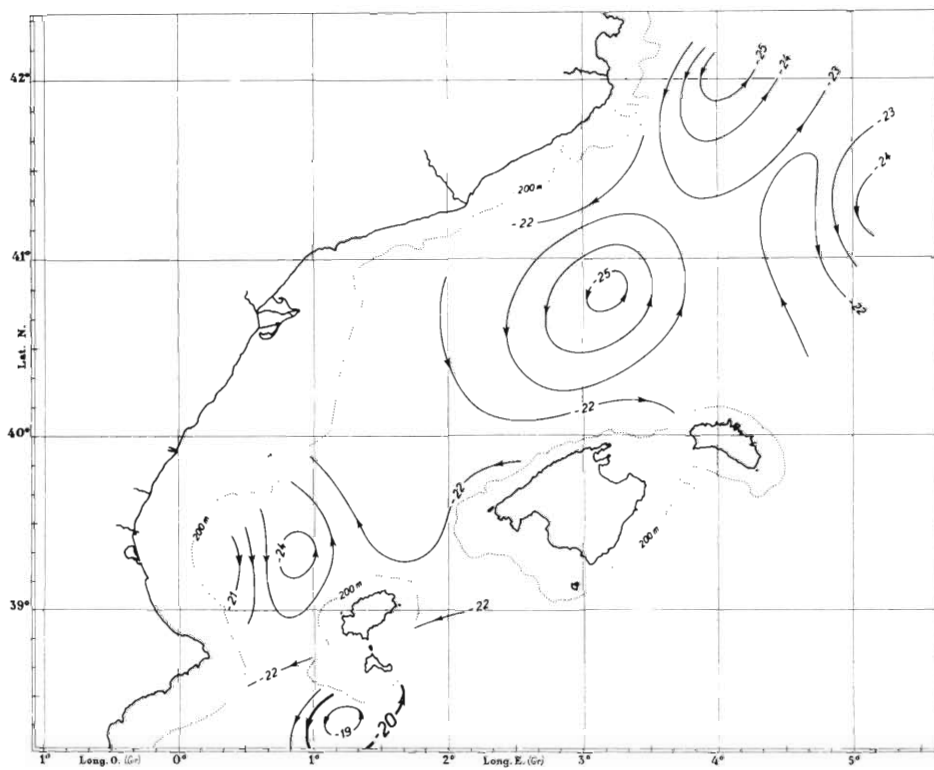


FIG. 8. — Mer catalane. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 200 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.

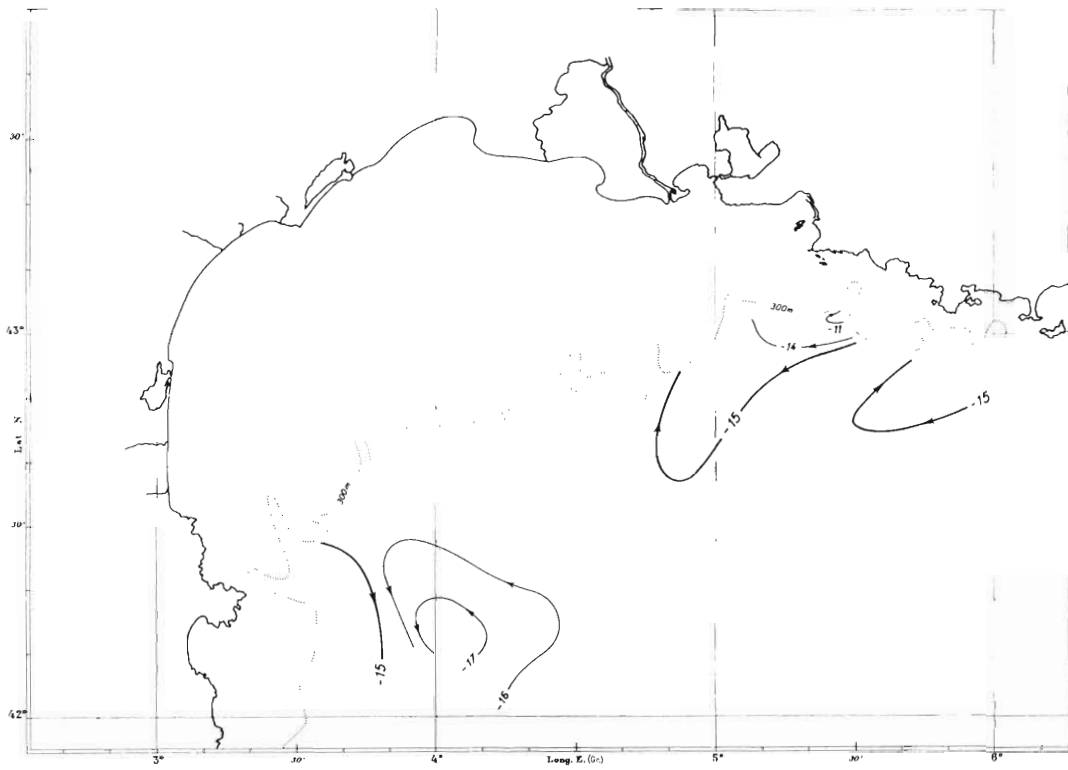


FIG. 9. — Golfe du Lion. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 300 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.

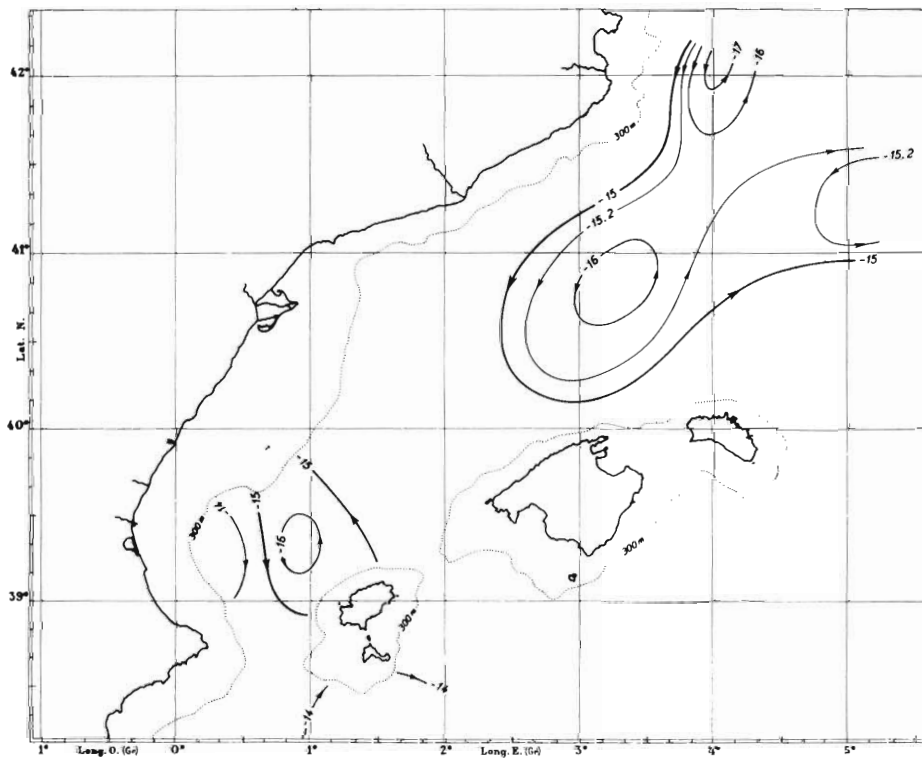


FIG. 10. — Mer catalane. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 300 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.

Au niveau de 400 décibars, la circulation est presque nulle et on ne distingue plus qu'un seul courant d'allure cyclonale sur la périphérie du bassin NO.

4° *Coupe verticale des vitesses de Minorque aux îles d'Hyères* (stations 322 à 366) (fig. 11). Nous avons établi la coupe verticale des vitesses correspondant aux stations situées les plus à l'est du secteur étudié, de Minorque à la côte provençale. La partie sud de cette coupe correspond

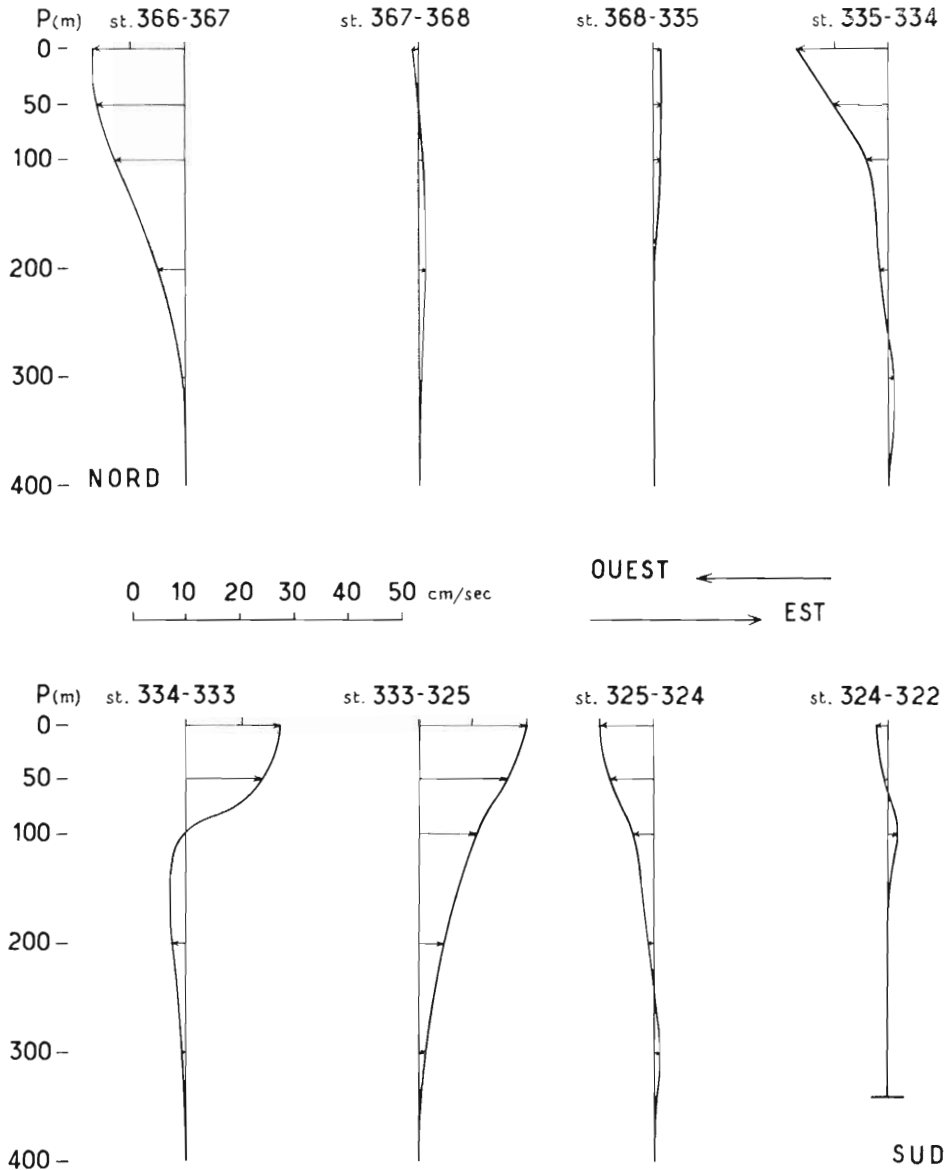


FIG. 11. --- Coupe verticale figurant les vitesses des courants, de la côte provençale à Minorque.

à la section hydrologique C1 (FURNESTIN, 1960). Nous avons conservé comme niveau de référence, celui de 400 m où nous estimons que les courants deviennent presque nuls et nous nous sommes abstenus de calculer les débits échangés, nos données jusqu'au fond étant incomplètes. Seules ont été étudiées les composantes est et ouest.

Le tracé de la coupe 327-326 est assez irrégulier, mais permet d'observer superficiellement en partant du S. un faible mouvement vers l'O. devenant plus intense entre les stations 324-325, un courant portant vers l'E jusqu'à la station 334, puis un nouveau mouvement vers l'O. Tout le secteur compris entre la station 335 et la station 367 n'est animé que d'un mouvement très lent, portant à l'E dans le sud, à l'O dans le nord. Aux abords de la côte provençale, le courant vers l'O devient plus rapide et atteint 17cm/seconde.

Le caractère tourbillonnaire des eaux est mis en évidence par cette coupe, où les mouvements de surface sont plutôt d'allure cyclonique. L'excès de flux vers l'ouest du courant provençal n'est compensé par un flux vers l'est qu'à hauteur des stations 325-333, ce qui indique un long circuit cyclonique en Mer catalane. Une certaine masse d'eau se retrouve cependant à hauteur des stations 335-368, marquant une divergence à caractère ascensionnel. La couche intermédiaire constituée par des eaux très denses suit ces mouvements superficiels, sauf à hauteur des stations 333-334 où elle déforme et inverse le mouvement anticyclonique d'influence atlantique.

Le léger mouvement de retour que l'on décèle à hauteur de la station 367 indique la remontée des « eaux orientales » jusqu'à la profondeur de 200 m dans cette zone à peine animée qui se situe entre le courant, intense, qui porte à l'ouest le long de la côte provençale et l'extrémité de l'avancée atlantique au NE des Baléares.

II. - La Mer d'Alboran et ses abords au SO du bassin occidental de la Méditerranée.

Si l'apport, dans le Golfe du Lion, des eaux du Rhône, détermine d'importants courants généraux, combien plus considérable est le phénomène qui, engendré par les eaux atlantiques, brusquement mises en contact avec les eaux méditerranéennes, met en mouvement la totalité du bras de mer compris entre la côte sud de l'Espagne et le rivage nord-africain. Ce flux énorme va déboucher dans le bassin algéro-provençal et y commencer un long périple, en composant dans toute la couche supérieure des mouvements complexes à la recherche d'un équilibre jamais atteint et en chassant à contresens les eaux méditerranéennes dont une partie plonge dans les profondeurs de l'océan, après avoir franchi le détroit de Gibraltar.

Ces eaux atlantiques ne vont donc pas s'épandre de façon régulière sur les eaux méditerranéennes et nous allons voir que le relief des fonds régit la circulation jusqu'à la surface.

1° *Aspect de la topographie du fond.* La Mer d'Alboran proprement dite, définie par N. MENENDEZ (1955) comme étant la partie comprise entre le détroit de Gibraltar et la ligne qui relie le cap de Gates sur la côte espagnole au cap Falcon sur la côte algérienne, est caractérisée par des fonds supérieurs à 1 000 m, limités, au sud, entre Oran et le cap des Trois Fourches, par un plateau dont le bord se relève aux bancs des Câbliers et de l'Alidade, au nord, par quelques élévations de terrain, notamment au SE de Malaga et au SO d'Almeria (banc Chella). Un important promontoire relie le cap des Maures, sur la côte marocaine à l'île d'Alboran ; il est séparé du plateau oranien par une étroite dépression sans communication par le SO avec le secteur ouest et qui atteint 1 000 m de profondeur.

A l'E et au NE de la Mer d'Alboran, le talus côtier est peu important et les fonds dépassent 1 000 m jusqu'au seuil des Baléares.

2° *La topographie dynamique à la surface de 5 décibars* (fig. 12) par rapport au niveau de référence de 500 décibars fait ressortir une importante intumescence entre Ceuta et le cap des Trois Fourches, dont le point culminant se situe à 25 milles au nord d'Alhucemas, tandis qu'une dépression peu marquée occupe la partie comprise entre la baie de Malaga et l'île d'Alboran. On remarque une élévation le long de la côte espagnole entre Almeria et le cap Sacratif. Une autre masse importante s'étend devant la côte qui relie le cap des Trois Fourches à Oran, au-dessus du plateau qui occupe ce secteur ; son centre se situe au nord des îles Zaffarines.

Au NE de la Mer d'Alboran, une vaste dépression dont le centre se situe à 30 milles au sud du cap de Palos, occupe toute la largeur du bras de mer entre les côtes ibérique et algérienne. Au sud de l'île d'Ivice, on distingue un nouveau creux dont le centre se trouve à l'est du secteur étudié.

3° *Les courants de surface.*

a) *Le courant atlantique* : les eaux atlantiques prennent, à leur sortie du détroit de Gibraltar la direction E-NE et, après avoir parcouru quelques milles s'infléchissent vers la droite en direction E, atteignant la vitesse relative de 1 nœud. Les eaux les plus légères sont rejetées vers la droite du courant et s'accumulent dans la partie SO de la Mer d'Alboran, à l'O du cap des Trois Fourches où cette masse est animée d'un mouvement anticyclonal qui atteint 1,2 n dans la branche ouest.

Le courant général, accéléré par la présence des hauts-fonds qui relie le cap des Maures à l'île d'Alboran est rejeté vers le sud, mais la brusque dépression qui existe au SE de ce seuil entraîne aussitôt les eaux en sens inverse en direction N, dans le prolongement du cap des Trois Fourches. La vitesse atteinte est alors de 1,10 nœud. En passant au-dessus des hauts-fonds qui constituent le socle de l'île d'Alboran, le courant est encore rejeté vers la droite où il atteint sa vitesse maxima, 1,35 n (cette valeur moyenne a été calculée entre deux stations, mais la disposition des courbes semble indiquer une vitesse plus grande vers le sud, à hauteur de la station 183, où elle atteindrait 1,6 à 1,7 nœud), avant de se diriger vers le N. au-dessus des grands fonds. Il s'infléchit à nouveau vers la droite en rencontrant des zones élevées devant la côte espagnole et passe au pied du cap de Gates à la vitesse de 0,60 nœud ; il est ensuite entraîné vers le sud par le grand mouvement d'allure cyclonale qui anime la dépression constituée par des eaux denses méditerranéennes, au-delà de la Mer d'Alboran.

Simultanément, une partie des eaux atlantiques s'accumulent au-dessus du plateau de Nemours où elles créent un mouvement d'allure anticyclonale dont la vitesse atteint en moyenne 0,2 nœud. Une digitation très prononcée marque l'influence du banc des Câbliers.

Le courant atlantique continue à progresser vers l'est à la vitesse moyenne de 0,60 n et, après avoir contourné la grande dépression située au sud du cap de Palos, se divise en deux branches, l'une qui se dirige vers l'est en s'écartant de la côte algérienne entre Mostaganem et Ténès, l'autre qui remonte vers le N-NE, jusqu'au seuil des Baléares et qui sera en grande partie rejetée vers le sud où elle contournera la zone cyclonique dont on remarque le lobe ouest entre les Baléares et le courant atlantique méridional. Une faible partie des eaux du courant N-NE franchit le canal d'Ivice et se trouve entraînée par le courant de Catalogne qui la rejette sur sa droite et autour des îles ; le reliquat de cet apport atlantique parvient jusqu'à l'avancée que nous avons déjà remarquée au NE de Minorque, et qui est surtout alimentée par un retour d'une branche méridionale.

b) *Contre-courants et courants secondaires* : les courants secondaires sont presque inexistantes ; la plupart des mouvements que nous avons remarqués en dehors du lit du flux principal sont d'origine atlantique et il en est ainsi pour les tourbillons d'allure anticyclonale déterminés en avant des côtes du Rif et des côtes oranienues.

Près de la côte espagnole, entre la baie d'Almeria et le cap Sacratif, une zone d'élévations, dont le banc Chella, crée, avec des eaux plus légères, un point haut animé d'un mouvement dextrogyre limité au SO par une zone de dépressions au-dessus des grands fonds où le mouvement des eaux denses sus-jacentes crée quelques remous sans pouvoir toutefois dévier le courant atlantique, trop important à cet endroit ; quelques filets d'eaux arrivent à se soustraire à l'attraction du puissant flux et forment un contre-courant qui atteint 0,30 n entre l'île d'Alboran et la baie de Malaga. Dans le golfe de Tétouan, les eaux de subsurface, nettement marquées par l'augmentation de la salinité arrivent tout juste à déformer le grand mouvement anticyclonique engendré par l'accumulation des eaux atlantiques.

Le grand tourbillon qui anime tout le bras de mer entre le cap de Palos et le cap Falcon est essentiellement constitué d'eaux denses d'origine septentrionale vers son centre, tandis que les eaux atlantiques circulent sur sa périphérie, de l'O à l'E en passant par le S. Vers son centre, le tourbillon tourne à la vitesse de 0,2 n ; la branche N atteint 0,5 nœud. Cette dépression pousse une digitation vers le N-NE, au large de la côte d'Alicante, formant un contre-courant dans cette zone.

La dépression dont on remarque la branche O entre Ivice et la côte algérienne, localise la pointe la plus occidentale d'un mouvement de grande amplitude qui oblige la branche atlantique NE à s'inverser vers le SO. Nous y reviendrons quand nous parlerons des travaux antérieurs relatifs à ce secteur.

4° *Topographie dynamique et courants en profondeur.*

Sur la surface isobarique de 50 décibars (fig. 13), peu de changements interviennent et l'on observe seulement une extension dans tous les sens de la masse d'eau qui se situe au-dessus du plateau de Nemours et un élargissement de la dépression entre Almeria et l'île d'Alboran.

C'est à ce niveau que l'on constate la plus grande concordance entre les isodynamiques et les courbes de salinité, prouvant qu'ici, les phénomènes locaux qui marquent chaque élément superficiel n'influencent guère l'allure des courants généraux au-dessus de 50 m. Cette disposition des couches superficielles de la Mer d'Alboran en festons dont les lobes sud sont constitués par des eaux atlantiques et les lobes nord par des eaux d'influence méditerranéenne semble indiquer un caractère pérenne lié à la topographie du fond et déterminé par la force de Coriolis.

Au niveau de 100 décibars (fig. 14), les eaux atlantiques sont encore franchement définies, et les grands mouvements déterminés au niveau de 5 décibars restent sensiblement les mêmes, sauf dans le secteur situé au NO de la Mer d'Alboran où les eaux denses de transition et de même caractère que celles de la grande dépression NE, dominant et sont animées d'un mouvement d'allure cyclonale atteignant une vitesse de 0,25 nœud.

Le courant général est moins rapide : il atteint 0,50 n jusqu'à l'île d'Alboran, à l'ouest de laquelle il est encore très resserré et où sa vitesse est de 0,80 nœud. A sa sortie du bras de mer, il alimente toujours les deux branches qui gardent la même orientation qu'en surface.

Le mouvement anticyclonal qui anime la masse d'eaux légères devant la côte rifaine atteint 0,6 nœud.

A la surface isobarique de 200 décibars (fig. 15) les eaux méditerranéennes occupent la plus grande partie de la Mer d'Alboran.

Seuls, subsistent des amas d'eaux très mélangées devant les côtes marocaine et oranienne ; elles sont encore animées d'un mouvement d'allure anticyclonale, assez rapide et communiquent entre elles le long de la côte ; on les retrouve aussi plus à l'O, devant la côte algérienne.

Au NO, les eaux méditerranéennes conservent toujours la même allure. Un tourbillon d'allure cyclonale se remarque au sud d'Ivice : il est constitué d'eaux plus denses et semble marquer l'influence des « eaux orientales » subjacentes à cette profondeur. Ainsi que le fait remarquer J. FURNESTIN, seul un léger maximum thermique sur la côte des Baléares, indique la présence de cette couche entre 300 et 400/500 m.

Le courant vers l'ouest est nettement déterminé dans la partie NE de la Mer d'Alboran entraînant l'eau méditerranéenne qui franchit le détroit de Gibraltar.

La surface isobarique de 300 décibars (fig. 16) ne diffère guère de celle de 200 décibars dans la partie ouest. On peut encore distinguer des eaux plus légères au sud, mais elles n'ont plus d'écoulement vers l'est. L'eau méditerranéenne arrive jusqu'au détroit de Gibraltar à la suite de deux amples mouvements d'allure cyclonale.

Dans toute la partie est du bras de mer, du côté algérien, la faible différence que nous constatons entre les hauteurs dynamiques des stations considérées et qui est de l'ordre des erreurs possibles de mesures ne permet pas de tracer ici des isodynamiques ; toutefois, un point légèrement plus bas à hauteur de la station 301 semble indiquer que l'on est toujours en présence d'un mouvement cyclonique indépendant du mouvement de même allure dont le centre se situe au SO du cap de Palos ; il caractérise l'arrivée d'eaux plus denses, sans doute « orientales ».

Au niveau isobarique de 400 décibars (fig. 17), la circulation est presque nulle, sauf dans le secteur qui se situe au SE de la côte entre le cap de Gates et le cap de Palos et où subsiste un mouvement cyclonique. A l'ouest du 3° degré de longitude ouest, on ne remarque plus qu'un lent mouvement senestogyre. Dans la zone comprise entre le seuil qui relie le cap des Maures à l'île d'Alboran et le plateau de Nemours, le courant s'est inversé.

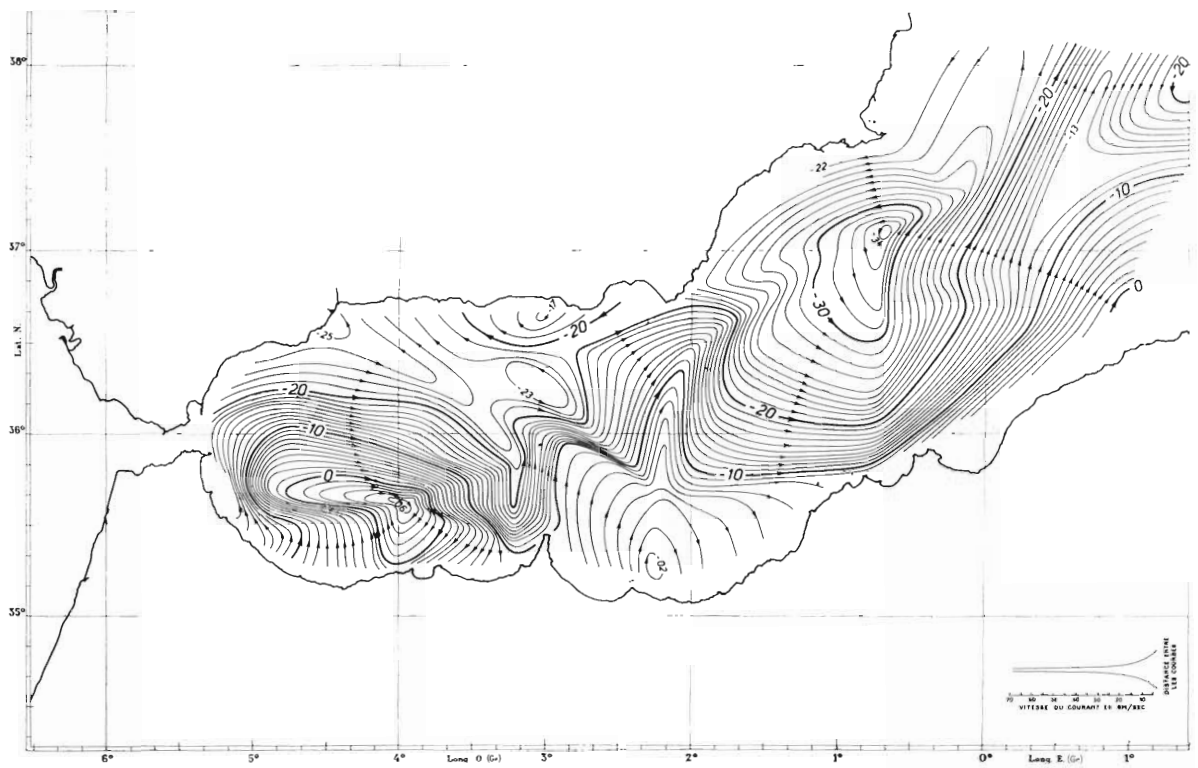


FIG. 12. — Mer d'Alboran. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants au niveau de 5 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.

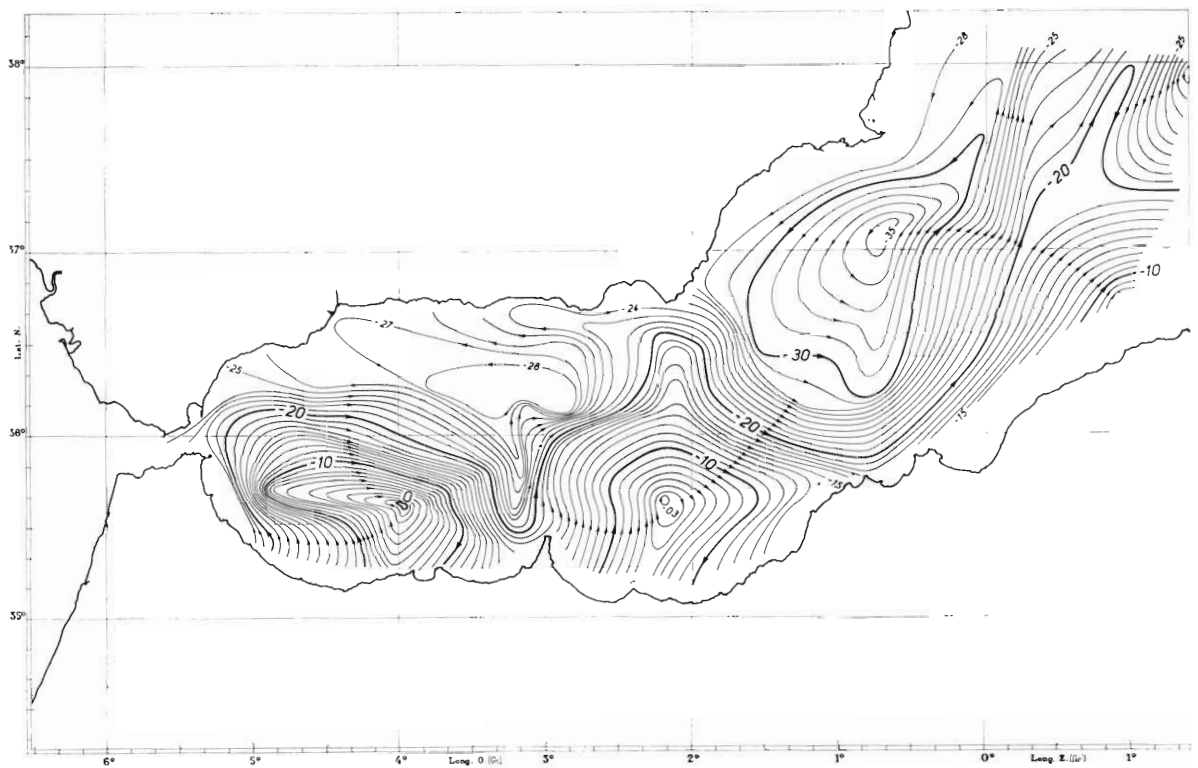


FIG. 13. — Mer d'Alboran. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants au niveau de 50 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.

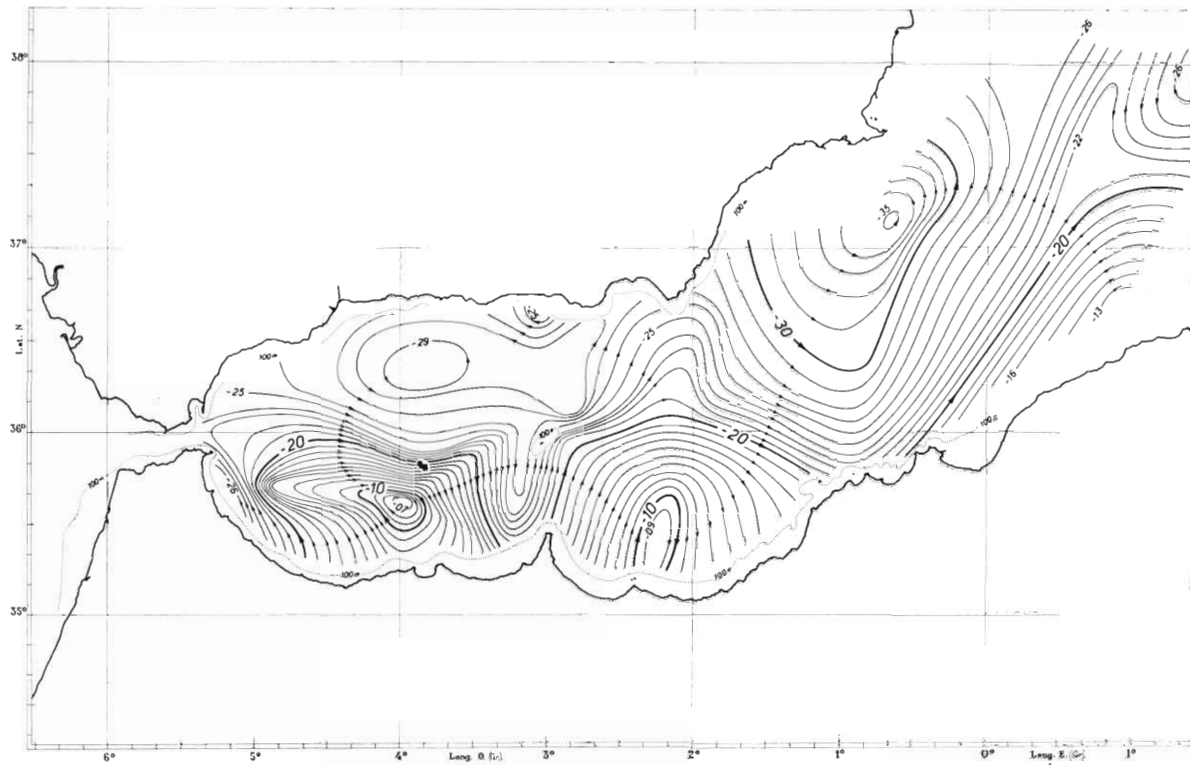


FIG. 14. — Mer d'Alboran. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 100 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.

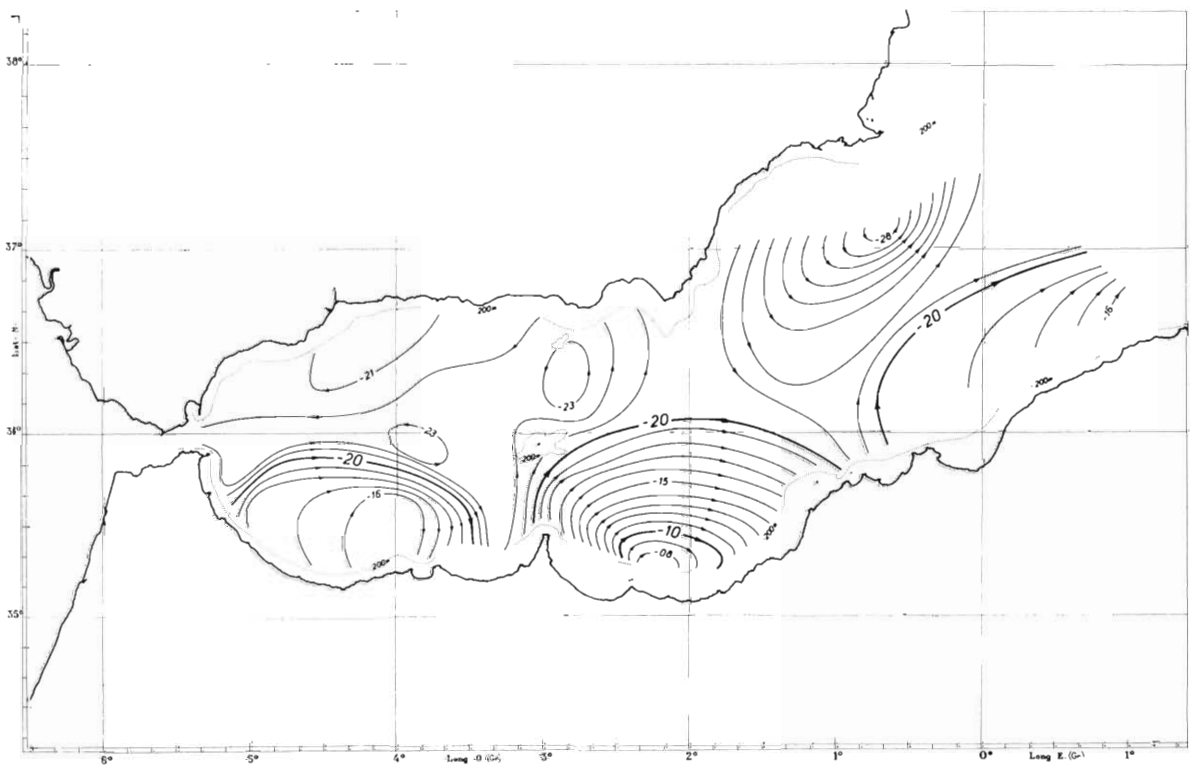


FIG. 15. — Mer d'Alboran. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 200 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.

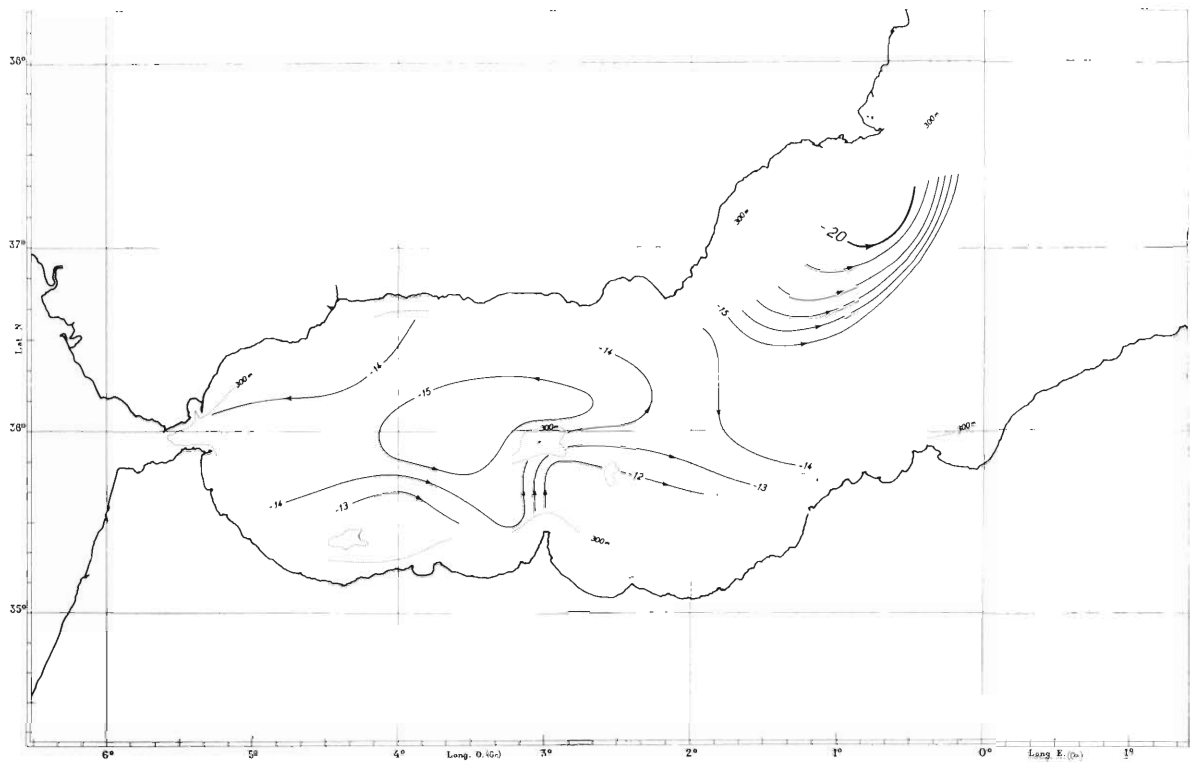


FIG. 16. — Mer d'Alboran. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 300 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.

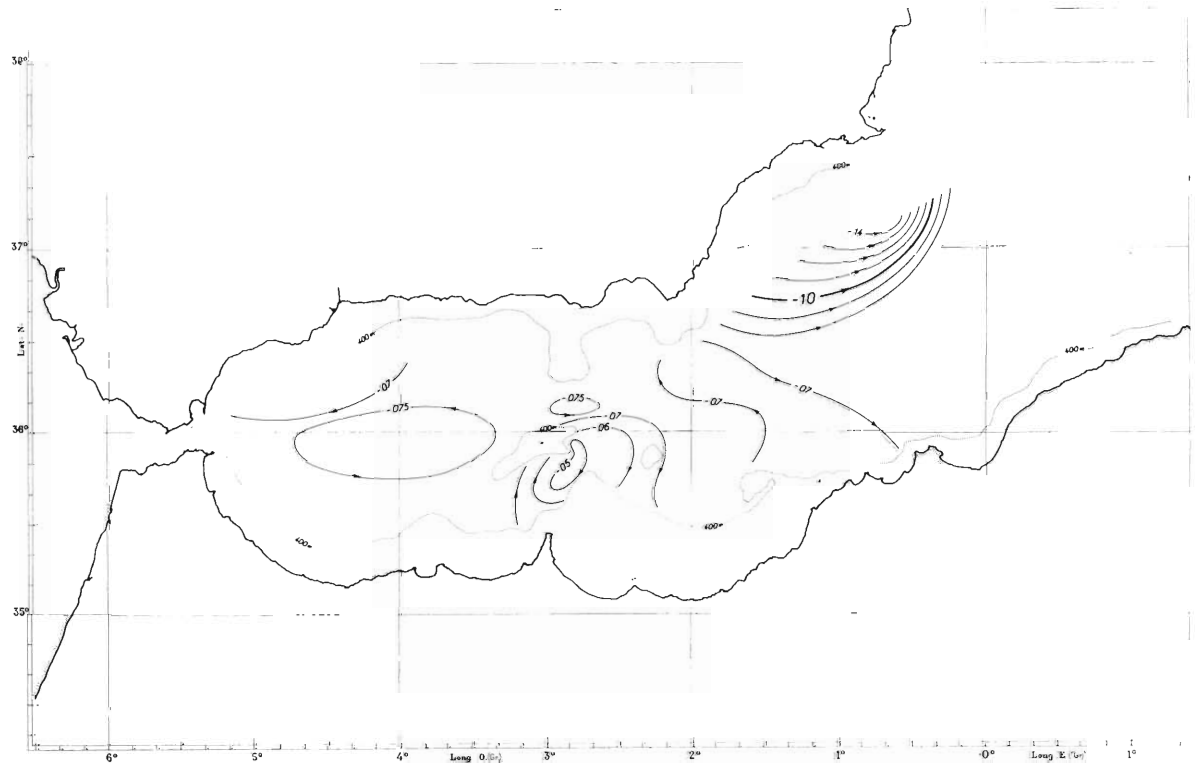


FIG. 17. — Mer d'Alboran. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 400 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.

Cette zone de remous qui se situe entre le seuil d'Alboran et la ligne qui relie le cap de Gates au cap Falcon pourrait être la conséquence d'une diminution à cette profondeur du débit sortant vers le détroit de Gibraltar et, déjà peut-être à un certain rebroussement des eaux méditerranéennes qui viennent heurter le seuil d'Alboran à partir de ce niveau.

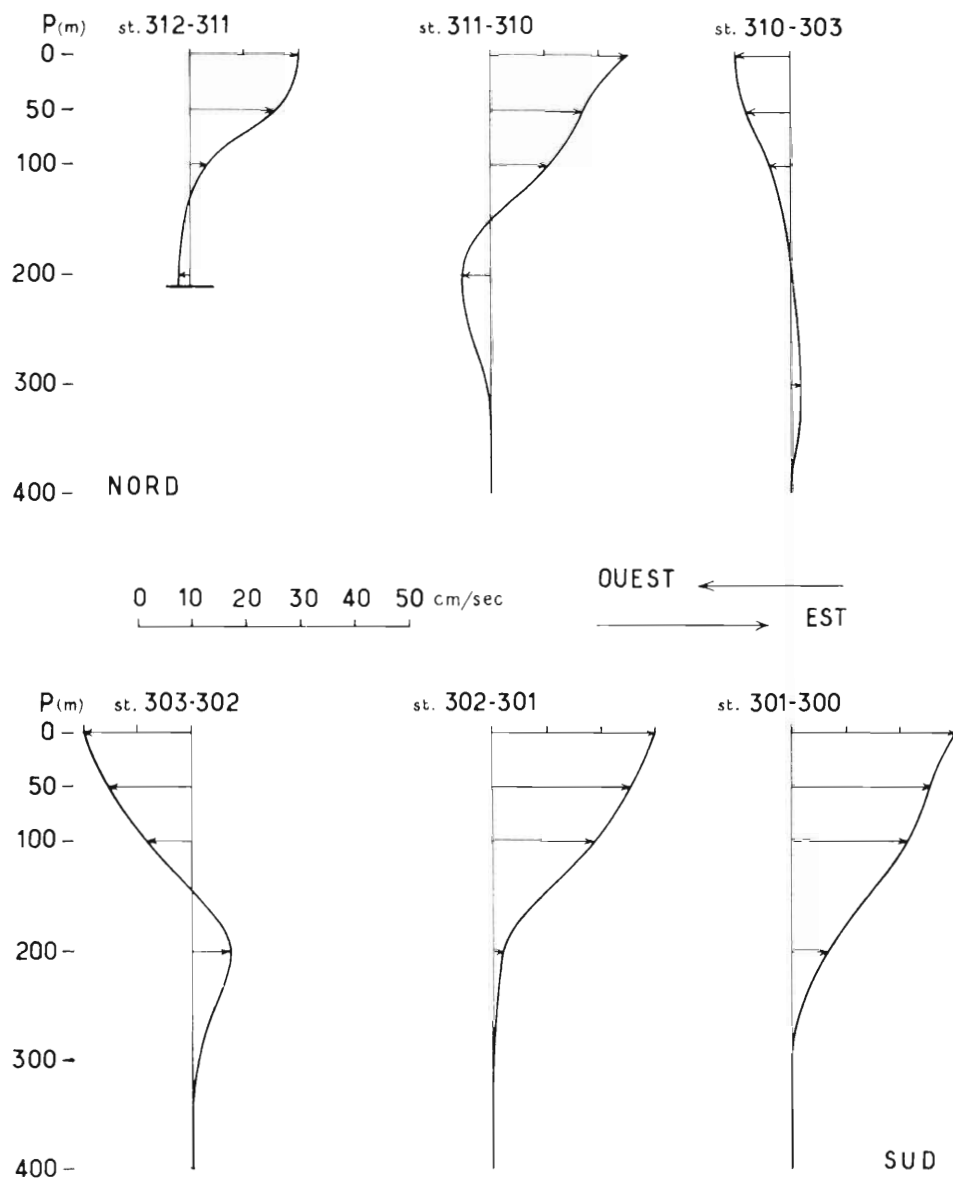


FIG. 18. -- Coupe verticale figurant les vitesses des courants, du canal de Majorque à la côte algérienne (Ténès).

5° **Coupe verticale des vitesses de Ténès au canal de Majorque** (stations 312 à 300) (fig. 18). Nous avons choisi, ici encore, les stations les plus à l'est du secteur étudié et nous avons établi cette coupe dans les mêmes conditions que celle du nord. Elle correspond à la section hydrologique A1.

Du sud au nord, la coupe 300-312 indique près de la surface un courant intense de l'ordre de 30 cm seconde puis un courant plus faible vers l'ouest qui est encore atténué entre les stations 303-310. Plus au nord le courant porte de nouveau vers l'est.

Les deux mouvements, anticycloniques au nord et cyclonique au sud sont ici bien définis et un excès du flux atlantique se dirigeant vers l'est apparaît nettement contre la côte algérienne. Le mouvement cyclonique du sud pourrait être assimilé à celui pressenti par H. LACOMBE (1954) d'après la section effectuée par l'« Elie-Monnier » en septembre 1952 s'il n'y avait entre ces deux secteurs une nouvelle poussée vers le NE des eaux atlantiques qui, seule, peut donner l'explication d'une accumulation d'eaux légères au NE de Minorque.

Les eaux méditerranéennes septentrionales et « orientales » qui apparaissent le plus nettement à hauteur des stations 301 à 303 sont animées d'un mouvement cyclonique, inversé par rapport au circuit sus-jacent, sauf à hauteur des stations 300 à 302 où elles tendent seulement à annuler le mouvement vers l'est. Leur présence de part et d'autre des Baléares prouve qu'elles seraient issues en partie de la Mer catalane, d'où elles s'écouleraient par les canaux de l'archipel.

III. - Le secteur à l'est de la Corse.

Cinq sections effectuées à l'E de la Corse permettent d'étudier la topographie dynamique et les courants.

Au niveau de 5 décibars (fig. 19), par rapport au niveau de référence de 500 décibars, un courant d'allure cyclonale, dont la branche ouest porte franchement vers le sud, serre la côte de l'île sur ses 2/3 sud et atteint la vitesse de 1.1 n à hauteur de Porto-Vecchio. Le centre bas de la dépression autour de laquelle il évolue se situe au SE des bouches de Bonifacio. La disposition des courbes indique qu'il s'agit d'un *contre-courant* issu du courant SN qui remonte la Mer tyrrhénienne.

Dans le canal corse, la méthode dynamique semble être en défaut si l'on considère les stations 375 et 377 où le fond se situe à moins de 100 m de profondeur. L'examen des densités laisse en effet apparaître une masse d'eaux plus légères qui se rabat contre le cap Corse et provient d'un apport occidental. Nous ne pouvons donc tenir compte, dans l'étude des courants de ce secteur que des mesures recueillies à la station 374, ce qui nous amène à reconnaître, dans ce passage, une suite du mouvement cyclonal étudié plus au sud. Il paraît évident que ce mouvement, de retour vers le sud, du courant principal SN ne peut être dû qu'à la poussée des eaux plus légères dont il est question plus haut.

Cette disposition laisse à penser que *le courant d'origine atlantique SN* qui remonte la Mer tyrrhénienne *ne franchit pas le canal corse*. Nous reviendrons plus loin sur cette constatation en établissant des comparaisons avec les travaux antérieurs.

Au niveau isobarique de 50 décibars (fig. 20), on observe un mouvement assez semblable, mais déjà très ralenti. La poussée des eaux plus légères du nord s'accroît le long de la côte orientale de l'île Corse et le mouvement cyclonique des eaux du sud reste bien défini.

Au niveau isobarique de 100 décibars (fig. 21), cette disposition est encore plus marquée, et on distingue une masse d'eaux plus légères, animée d'un mouvement d'allure anticyclonale, très lent (moins de 5 cm par seconde) entre le feu de la Fourmi et la Solenzara, cependant isolée des eaux légères qui se trouvent plus au nord et indiquant là un phénomène de plongée. Plus au sud, un nouveau mouvement cyclonique dû à une résurgence d'une eau plus profonde et sans doute « orientale » apparaît à hauteur de Porto-Vecchio.

A 200 décibars, la situation est sensiblement la même et les mouvements sont devenus très lents. La « couche orientale » occupe toute la partie sud du secteur.

Au niveau de 300 décibars (fig. 22), on assiste à un mouvement général vers le N des « *eaux orientales* », plus denses, qui sont encore légèrement déviées par la présence d'eaux mélangées au sud de Pianoza,

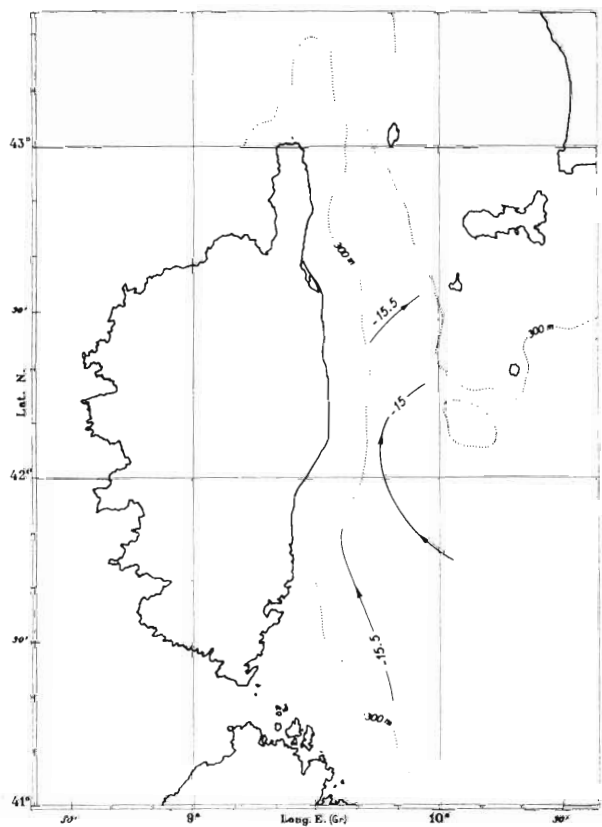
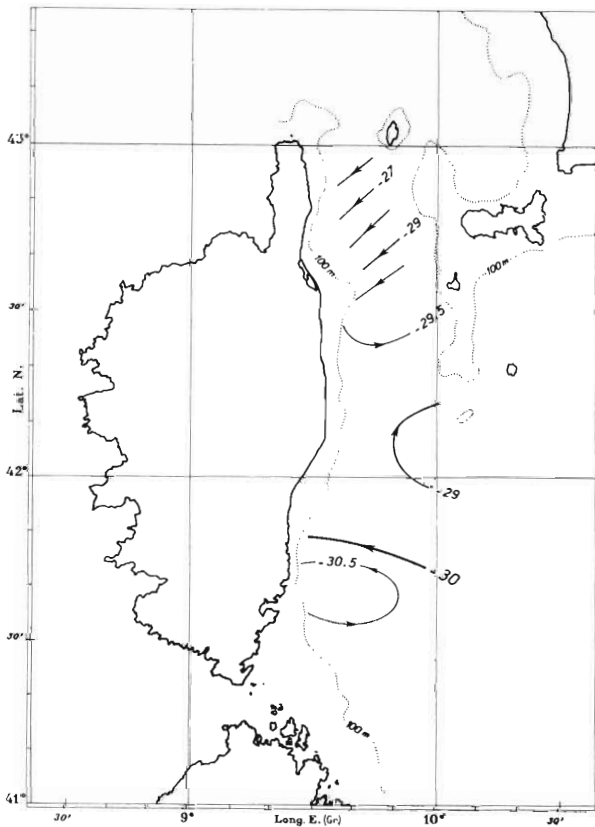
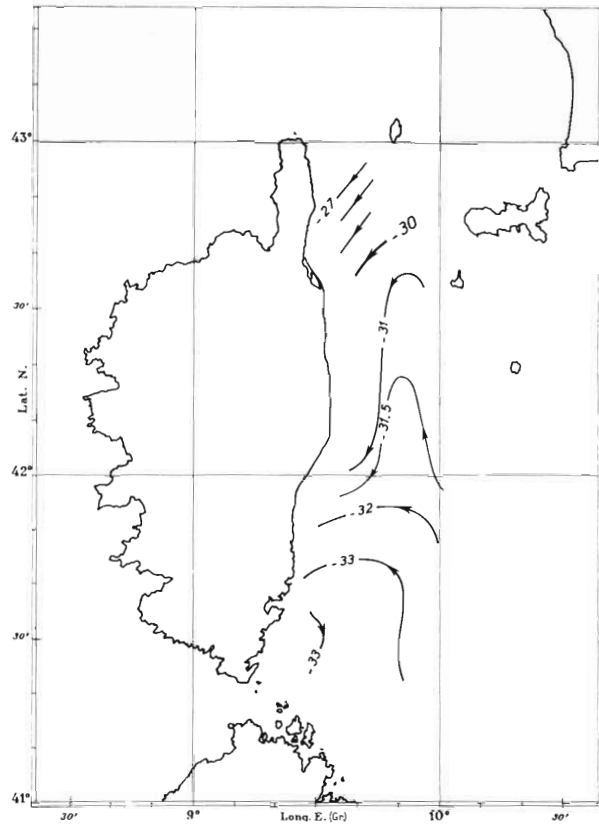
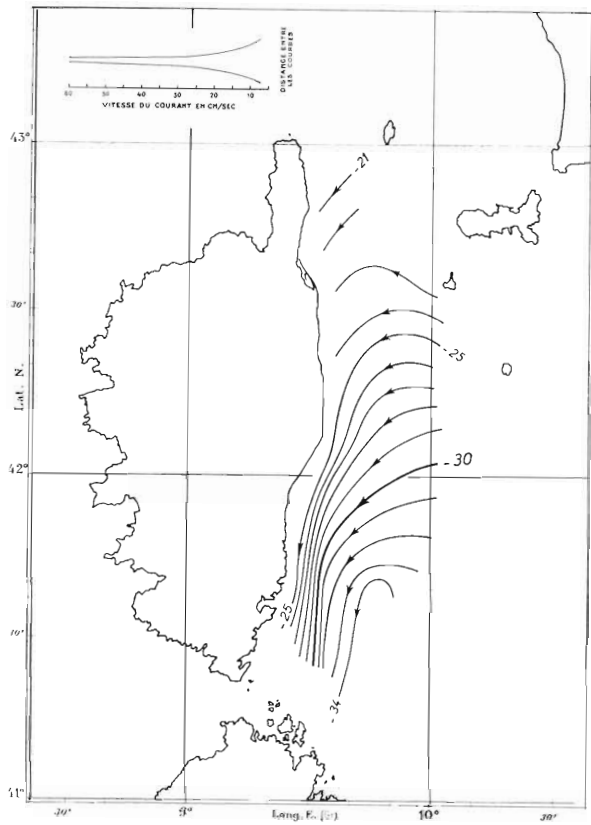


FIG. 19, 20, 21, 22. — Secteur à l'est de la Corse. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, par rapport au niveau de référence de 500 décibars. En haut : à gauche, au niveau de 5 décibars ; à droite, au niveau de 50 décibars ; en bas : à gauche, au niveau de 100 décibars, à droite, au niveau de 300 décibars.

LA CIRCULATION SUPERFICIELLE DANS LE BASSIN OCCIDENTAL DE LA MEDITERRANEE

La carte des courants en Méditerranée, établie par NIELSEN (1912) d'après les mesures effectuées par le « Thor » en 1908-1910 ne se rapporte qu'à des stations assez éloignées les unes des autres et ne peut donc donner qu'une idée très générale de la circulation. L'hydrographe de la mission danoise détermine en surface un courant O-E d'origine atlantique qui longe la côte africaine et se divise en deux branches à la hauteur de Bizerte, l'une qui emprunte le canal de Sicile et pénètre en Méditerranée orientale, l'autre qui se dirige vers le SO de la Mer tyrrhénienne et circule sur la périphérie du bassin occidental, remontant toute la côte italienne et passant devant la côte provençale pour suivre ensuite la côte ibérique vers le SO. Une autre branche se détache du courant atlantique à hauteur de Bône, remonte vers le N, à l'O de la Sardaigne, et rejoint le courant général à hauteur de la côte provençale. NIELSEN signale enfin une branche qui se détache du courant principal au centre de la Mer tyrrhénienne, se rabat vers la pointe SE de la Sardaigne et contourne l'île par le sud pour remonter ensuite en direction du N.

Nous ne considérerons, dans l'étude qui va suivre, que les travaux qui ont été effectués en été en Méditerranée occidentale.

1° Le secteur compris entre la côte algérienne, les Baléares et la Sardaigne.

J. LE FLOCH et V. ROMANOVSKY (1954) ont étudié la dynamique du bassin occidental en utilisant les stations d'été du « Thor » et en ont déduit un schéma assez différent de celui de NIELSEN, en donnant deux interprétations des résultats. La première fait ressortir un courant d'allure cyclonale qui entoure la Corse et la Sardaigne, en passant dans le fond du golfe de Gênes puis le long de la côte provençale et qui englobe un tourbillon de même allure dans le secteur provenço-corse. La deuxième fait passer une partie des isobares au sud des Baléares, mettant en relief dans ce secteur une branche du courant atlantique qui porte vers le NE jusqu'au 41° parallèle et se trouve ensuite rejetée vers le S-SO. Les salinités de surface ont été reportées par ces auteurs sur une carte qui indique, avec l'origine de l'eau superficielle, la trajectoire du courant au moment où les stations ont été effectuées, ce qui permet d'observer un retour très net vers le SO de cette branche atlantique.

Cette dernière interprétation est en accord avec la nôtre dans ce secteur, mais à l'époque à laquelle nous avons travaillé, une grande partie de cette branche du courant atlantique était déjà rejetée vers le SO à hauteur d'Ivice, tandis qu'une plus faible partie contournait les Baléares par le N pour s'infléchir ensuite vers le SO après avoir franchi chaque seuil.

Les données du « Thor » sont par ailleurs insuffisantes pour juger de la direction des courants au SO de la Sardaigne. H. LACOMBE (1954), travaillant d'après les mesures effectuées par l'« Elie-Monnier » en septembre 1952 a remarqué, au N du courant atlantique qui baigne la côte africaine, un retour vers l'ouest d'une partie de ces eaux qui se seraient mélangées au SO de la Sardaigne et d'autre part un flux atlantique au S du 40° parallèle. Cette disposition concorde avec celle que nous avons décelée au sud des Baléares, impliquant l'existence d'un mouvement d'allure cyclonale dans ce secteur. Si l'on recherche l'origine des eaux superficielles par l'examen des salinités, il semble assez logique de faire remonter le courant atlantique vers le NE à partir du méandre remarqué au sud d'Ivice. Un nouveau mouvement d'allure cyclonale existerait alors au sud de cette branche, comportant sans doute, un centre tourbillonnaire.

2° Le nord de la Mer tyrrhénienne et le canal corse.

Nos données ne nous permettent pas, pour cette période de l'année, de suivre NIELSEN en ce qui concerne le passage direct, dans le canal corse du courant qui remonte la Mer tyrrhénienne. Nous avons vu en effet qu'il se rabattait contre la côte orientale de l'île et portait au sud après avoir rencontré des eaux plus légères d'origine occidentale.

Aux stations 127 et 128 du « Thor », qui se situent dans le nord de la Mer tyrrhénienne, vers le 41^e parallèle, la salinité était plus forte qu'à la station 126, dans le sud du canal de Corse, ce qui avait amené NIELSEN à figurer une trajectoire se repliant vers le SO, en direction de la pointe SE de la Sardaigne. Il ne semble pas que les calculs dynamiques établis par d'autres auteurs d'après les données du navire danois permettent d'infirmer ce résultat, une seule station (126) où le potentiel est plus faible qu'aux points 127 et 128, plus méridionaux, ayant été effectuée dans le sud du canal de Corse lors de la campagne du « Thor ». Il paraît d'ailleurs difficile, à moins d'extrapoler, de faire aboutir la totalité des iso-dynamiques du courant NS, qui comporte, de rive à rive, une différence de 10 cm dynamiques, jusqu'au fond du golfe de Gênes où l'on n'observe qu'une différence de 5 cm dynamiques entre les deux stations considérées (123 et 125). Nous rappellerons enfin que nous avons attribué dans nos résultats une différence de potentiel de 10 cm dynamiques au courant qui se rabat en direction S le long de la côte Corse. Il apparaît donc qu'un tel courant pouvait exister à l'époque à laquelle travaillait le « Thor ».

Et où se dirigerait cet important courant, sinon en grande partie le long des côtes sardes qu'il longerait pour contourner l'île par le sud ? Certains lâchers de flotteurs semblent étayer cette hypothèse, si l'on se rapporte aux cartes publiées par ROMANOVSKY (1955) et qui indiquent dans la plupart des cas en période d'été un contre-courant portant au sud contre les côtes orientales de Corse et même de Sardaigne (été 1952). Ce courant serait constitué par un retour du courant S-N de la Mer tyrrhénienne ; on observe également certaines trajectoires indiquant qu'une branche issue du bassin ouest a contourné le cap pour pénétrer dans le canal Corse.

Dans le sud de la Mer ligurienne, les travaux de L. TROTTI (1954) mettent en évidence entre le cap Corse, Viareggio et l'île d'Elbe, un mouvement d'allure anticyclonale qui semble permanent dans ce secteur et qui deviendrait tourbillonnaire aux approches de l'été. L'allure des isohalines, dont le taux décroît toujours vers le sud, indique qu'il ne s'agit pas d'une accumulation d'eaux légères provenant de l'ouest ou du sud, mais d'une eau de transition qui se serait rapidement réchauffée, ainsi que l'indiquent les courbes de densité dont l'allure détermine un point haut dans ce secteur.

3° Le secteur compris entre la côte provençale, la Corse, la Sardaigne et Minorque.

Reprenons la discussion précédente sur l'interprétation des trajectoires de courant suivant les données recueillies à partir du « Thor ». J. LE FLOCH et V. ROMANOVSKY (1954) avaient reconnu la présence d'un tourbillon dans le secteur compris entre la Provence et la Corse. Les isodynamiques — 42, — 44 et — 46 (niveau de référence 600 décibars), isolées du courant de la Mer tyrrhénienne, pourraient se rabattre autour de ce tourbillon, de même qu'elles pourraient se replier au nord des Baléares, comme l'avaient également envisagé ces auteurs. Nous retrouverions alors cet infléchissement de l'avancée atlantique, semblable à celui que nous avons remarqué dans nos résultats, au NE de Minorque. H. LACOMBE (1954) avait également constaté un retour vers l'ouest des eaux atlantiques dans le secteur considéré, entre les stations 8 et 9 de l'« Elie-Monnier ».

Un tel mouvement ne peut s'expliquer que par une poussée du SE dans laquelle on pourrait retrouver l'aboutissement de ce courant qui redescend à l'ouest de la Mer tyrrhénienne et contourne la Sardaigne par le sud ; il remonterait vers le nord suivant la trajectoire indiquée par NIELSEN. Son influence serait importante si on en juge par la déformation occasionnée à l'avancée atlantique des Baléares et il est vraisemblable qu'il s'écarte des côtes sardes après avoir franchi la pointe SO de l'île, créant un mouvement d'allure anticyclonale à hauteur de 2/3 nord de la côte ouest de l'île.

La topographie dynamique d'après les données de NIELSEN ne laisse que peu de place au retour d'un tel courant au sud de la Sardaigne mais il est probable qu'il se serre très près de la côte, atteignant une vitesse assez grande. Une récente étude de P. TCHERNIA et B. SAINT-GUILY (1959), d'après une section effectuée par l'« Elie-Monnier » en mars 1955 entre la Sardaigne et la Tunisie, démontre l'existence de ce mouvement portant à l'ouest, dans le nord du canal, à la fin de l'hiver.

4° La branche méridionale du courant atlantique.

F. BERNARD (1952), étudiant les mesures recueillies à partir du « Président-Théodore-Tissier » et d'escorteurs de la Marine nationale en 1950 au nord de la côte africaine, signalait que le flux atlantique s'écartait parfois à une grande distance du rivage. Nous avons constaté, comme lui, une

accumulation des eaux atlantiques à hauteur de Nemours et une déviation du courant vers le large à partir de Mostaganem. A hauteur de Philippeville et de La Calle, le même auteur situe ces eaux plus au large, à 40 milles environ de la côte algérienne. Les travaux de J. LE FLOCH, d'après les mesures du « Mameluck » sur la radiale au NO de La Galite en juin 1950, aboutissent cependant à des résultats très différents, la salinité moyenne des eaux de surface étant, sur toute la section, inférieure à 37.20 ‰. A hauteur du banc des Esquerquis et dans le canal de Sicile, nous nous référons aux travaux du Cdt GUYOT sur les mesures effectuées par les escorteurs de la Marine nationale en Tunisie.

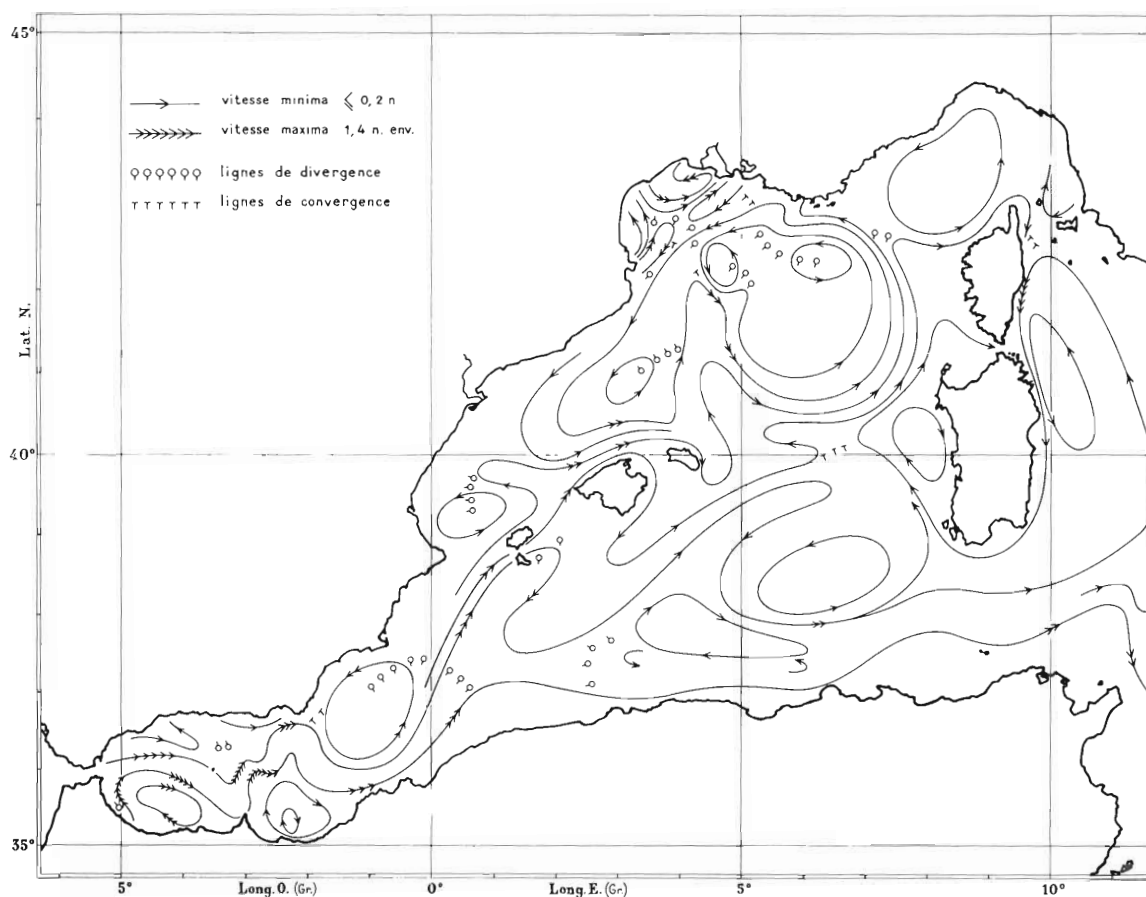


FIG. 23. — Carte schématique des courants superficiels en été dans l'ouest du bassin occidental.

5° Essai de synthèse sur la circulation d'été dans le bassin occidental (fig. 23).

Bien qu'il puisse paraître prématuré d'esquisser une carte des courants superficiels, en été, dans la partie ouest du bassin occidental de la Méditerranée, il nous a cependant semblé logique de coordonner des résultats qui se recoupent en de nombreux points. Nous reprendrons donc, avec les nôtres, les données des auteurs cités dans la précédente discussion, en considérant surtout les calculs dynamiques, pour proposer cet essai de synthèse.

Sur le schéma ainsi établi, nous pouvons distinguer plusieurs mouvements d'allure cyclonale déterminés par les creux suivants :

- 1° au N, entre la côte provençale et le 40° parallèle.
- 2° au NE, en Mer ligurienne,
- 3° au NO, entre la côte catalane et les Baléares.
- 4° au S, entre la côte algérienne, les Baléares et la Sardaigne,
- 5° au SO, entre la côte algérienne et la côte ibérique, aux abords de la Mer d'Alboran,
- 6° dans l'O de la Mer tyrrhénienne.

Les eaux d'origine atlantique forment une avancée fortement plissée dont l'axe d'abord de direction NE, se situe parallèlement et au sud des Baléares, puis se divise en deux branches situées de part et d'autre de la grande dépression du nord ; c'est l'épanchement de ces eaux plus légères qui va scinder en plusieurs tourbillons le grand mouvement cyclonal annoncé par NIELSEN. D'autres intumescences se situent au-dessus des hauts-fonds, notamment en Mer d'Alboran, dans le Golfe du Lion et dans le golfe de Gênes, déterminant des mouvements dextrogyres.

CONCLUSION

Dans le secteur étudié et sans doute dans la totalité du bassin occidental, la circulation superficielle en été est bien plus complexe qu'on ne le supposait auparavant et n'est pas constituée par un seul grand mouvement d'allure cyclonale. La plupart des courants, alimentés par le flux atlantique débouchant du détroit de Gibraltar et par des apports fluviaux dont le plus important est celui du Rhône, sont déterminés par une succession d'élévations et de creux dont le potentiel dynamique diminue vers le NE, au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la source principale, indiquant ainsi l'assimilation progressive, d'un tourbillon à l'autre, des eaux les plus légères par les eaux les plus denses.

Le caractère ascensionnel des eaux profondes et notamment des « eaux orientales » est mis en évidence dans tous les cas où il y a divergence, principalement dans les secteurs où les mouvements généraux semblent, en apparence, être en opposition avec la loi de Coriolis : c'est le cas dans la zone qui s'étend de la côte de Provence à Minorque et dans la dépression qui se situe entre les îles Baléares et la côte algérienne ; c'est le cas également dans le nord de la Mer tyrrhénienne.

L'ensemble de la circulation en Méditerranée occidentale constitue un paradoxe par le fait que des masses considérables d'eau atlantique que ne peut absorber entièrement le canal de Sicile refluent en plusieurs endroits vers le nord. Cette disposition pourrait permettre à elle seule de démontrer l'instabilité de cette mer et l'influence des mouvements profonds verticaux, mouvements qui sont accentués par la transformation progressive des eaux superficielles qui se chargent en sels sous l'effet de l'évaporation et plongent dans les zones de contact.

Cette étude nous a conduits à déterminer des courants non signalés jusqu'ici, et à mieux connaître l'allure du courant atlantique dans la partie SO du bassin occidental. Elle nous a permis en outre, en considérant les travaux antérieurs, de dresser une esquisse de la circulation superficielle en été dans l'ensemble du bassin algéro-provençal.

Les travaux effectués en Méditerranée en septembre et octobre 1958 à partir du « Président-Théodore-Tissier » vont nous permettre d'examiner dans une prochaine étude, tout le secteur situé au nord du 42° parallèle et d'obtenir quelques précisions sur la circulation en automne entre la côte de Provence et la Corse et dans le golfe de Gênes.

BIBLIOGRAPHIE

I MÉTHODES DE CALCUL

- BJERKNES et SANDSTROM (J. W.). 1910. — Dynamic meteorology and hydrography. — *Carnegie Instit. Washington*, Publ. n° 88 146 p., tables.
- KNUDSEN (Martin), 1901. — Hydrographical tables, Copenhagen G.E.C. GAD.
- LAFOND (E. C.), 1951. — Processing oceanographic data. — H. O. Pub. n° 614 U.S. Navy hydrographic office, Washington.
- MATTHEWS (D. J.), 1932. — Tables for the determination of the density, C.P.I.E.M., Copenhagen.
- ROUCH (J.), 1949. — Type de calcul pour la détermination des courants par la méthode de BJERKNES. — *Bull. Inform. C.O.E.C.*, n° 9, nov. p. 5-9.
- SVERDRUP (H. V.), JOHNSON (Martin W.) et FLEMING (Richard H.), 1942. — The oceans, their physics, chemistry and general biology. — Prentice-Hall, Inc. New-York.

II TRAVAUX ANTÉRIEURS

- « ATLANTIS » (Stations hydrographiques de l'). *Bull. hydrogr. année 1958, C.P.I.E.M.,* Copenhague 1952.
- BERNARD (F.), 1952. — Eaux atlantiques et méditerranéennes au large de l'Algérie. I - Hydrographie, sels nutritifs et phytoplancton en 1950. — *Ann. Inst. océanogr. Monaco* **27** (1) p. 1-48.
- 1956. — Eaux atlantiques et méditerranéennes au large de l'Algérie. II - Courants et nanoplancton de 1951 à 1953. — *Ann. Inst. océanogr. Monaco*, **31** (4) p. 231-34.
- BOUGIS (P.), 1958. — Contribution à la connaissance des courants superficiels dans le nord-ouest de la Méditerranée occidentale. — *Comm. int. Explor. sci. Méditerranée, Rapp. et P.-V.*, vol. **14** n.s., p. 67-84.
- BOUGIS (P.) et RUIVO (M.), 1955. — Sur l'utilisation des flotteurs en matière plastique (modèle siphonophore) pour l'étude des courants. — *Bull. Inform. C.O.E.C.*, **7** (4), p. 159-71.
- BOUGIS (P.), GINAT (M.) et RUIVO (M.), 1956. — Recherches hydrologiques sur le Golfe du Lion. — *Vie et Milieu*, **7** (1) 18 p.
- 1957. — Contribution à l'hydrologie de la Mer catalane Résultat des campagnes du « Professeur Lacaze-Duthiers ». — *Vie et Milieu*, suppl. n° 6, p. 123-164.
- FURNESTIN (J.), 1960. — Hydrologie de la Méditerranée occidentale (Golfe du Lion, Mer catalane, Mer d'Alboran, Corse orientale) juin-juillet 1957. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **24** (1).
- GUYOT (M. A.), 1951. — L'hydrologie du Canal de Sicile. — *Bull. Inform. C.O.E.C.*, **3** (7) p. 269-280.
- LACOMBE (H.), 1954. — Contribution à l'étude de la Méditerranée occidentale. Aperçu dynamique. — *Bull. Inform. C.O.E.C.* **6** (1) p. 31-35.
- 1956. — Même titre. — *Bull. Inform. C.O.E.C.* **8** (9) p. 455-463.
- LE FLOCH (J.), 1951. — Caractéristiques hydrologiques et transport des masses d'eaux dans le Canal de Sicile en mars et juin 1950. — *Bull. Inform. C.O.E.C.*, **3** (7) p. 281-300.
- LE FLOCH et ROMANOVSKY (V.), 1954. — Circulation superficielle des eaux dans la partie orientale du bassin occidental de la Méditerranée. — *Travaux du C.R.E.O.*, **1** (1).
- MENENDEZ (N.), 1955. — El estrecho de Gibraltar, clave de la Océanografía de sus mares contiguos. — *Las comunicaciones euro-africanas a traves del estrecho de Gibraltar*, Consejo superior de investigaciones científicas, Instituto de estudios africanas, Madrid, **2**, p. 61-87.
- NIELSEN (J. N.), 1912. — Hydrography of the Mediterranean and adjacent waters — Report on the Danish oceanographical expedition 1908-1910, Copenhagen.
- ROMANOVSKY (V.), 1955. — Résultats de la détermination dans le bassin occidental de la Méditerranée des courants superficiels par la méthode des flotteurs dérivants. — *Travaux du C.R.E.O.*, **2** (1, 2).
- TCHERNIA (P.) et SAINT-GUILY (B.), 1959. — Nouvelles observations hydrologiques d'hiver en Méditerranée occidentale. — *Cahiers océanogr. C.O.E.C.*, **11** (7) p. 499-542.
- TROTTI (L.), 1954. — Report on the oceanographic investigations in the Ligurian and North Tirrenian seas. Hydrography. — *Centro talassografico Tirreno*, n° 16, Gênes.

TABLE DES FIGURES

FIGURES	Pages
1. — Golfe du Lion. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants par rapport au niveau de référence de 500 décibars, au niveau de 5 décibars	122
2. — Mer catalane. — Id. — au niveau de 5 décibars	123
3. — Golfe du Lion. — Id. — au niveau de 50 décibars	126
4. — Mer catalane. — Id. — au niveau de 50 décibars	126
5. — Golfe du Lion. — Id. — au niveau de 100 décibars	127
6. — Mer catalane. — Id. — au niveau de 100 décibars	127
7. — Golfe du Lion. — Id. — au niveau de 200 décibars	128
8. — Mer catalane. — Id. — au niveau de 200 décibars	128
9. — Golfe du Lion. — Id. — au niveau de 400 décibars	129
10. — Mer catalane. — Id. — au niveau de 400 décibars	129
11. — Coupe verticale figurant les vitesses des courants, de la côte provençale à Minorque	130
12. — Mer d'Alboran. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants par rapport au niveau de référence de 500 décibars, au niveau de 5 décibars	134
13. — Mer d'Alboran. — Id. — au niveau de 50 décibars	134
14. — Mer d'Alboran. — Id. — au niveau de 100 décibars	135
15. — Mer d'Alboran. — Id. — au niveau de 200 décibars	135
16. — Mer d'Alboran. — Id. — au niveau de 300 décibars	136
17. — Mer d'Alboran. — Id. — au niveau de 400 décibars	136
18. — Coupe verticale figurant les vitesses des courants, du canal de Majorque à la côte algérienne (Ténès)	137
19. — Secteur de l'est de la Corse. Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, par rapport au niveau de référence de 500 décibars, au niveau de 5 décibars	139
20. — Secteur à l'est de la Corse. — Id. — au niveau de 50 décibars	139
21. — Secteur à l'est de la Corse. — Id. — au niveau de 100 décibars	139
22. — Secteur à l'est de la Corse. — Id. — au niveau de 300 décibars	139
23. — Carte schématique des courants superficiels en été dans l'ouest du bassin occidental	142