

TOPOGRAPHIE DYNAMIQUE ET COURANTS GÉNÉRAUX DANS LE BASSIN OCCIDENTAL DE LA MÉDITERRANÉE AU NORD DU 42° PARALLÈLE

(supplément à l'étude hydrologique de septembre-octobre 1958)

par Charles ALLAIN

Les grands traits de la circulation, mis en évidence dans l'étude hydrologique du secteur méditerranéen au nord du 42° parallèle (FURNESTIN et ALLAIN, 1962) se trouvent vérifiés par la dynamique qui apporte des précisions sur le sens des courants généraux et leur intensité.

Ce travail complète l'étude dynamique de l'été 1957 dans l'ouest du bassin occidental (ALLAIN, 1960) et permet d'établir des comparaisons entre les régimes d'été et d'automne, plus particulièrement dans le golfe du Lion.

Nous ne reviendrons pas sur les méthodes de calculs dynamiques, conformes aux manuels, qui ont été exposées en 1960. Nous traiterons donc directement de la coupe des vitesses sur le 42° parallèle où les observations ont été poussées jusqu'à proximité du fond, puis nous examinerons la topographie dynamique de la surface à 500 m.

Coupe sur le 42° parallèle, de la Catalogne à la Corse (fig. 1).

Choix d'un niveau de référence et calcul des flux.

Le rôle important que jouent dans ce secteur, ainsi que nous l'avons constaté dans l'étude hydrologique, les mouvements verticaux, rend très délicats le choix du niveau de référence et par suite, l'interprétation des calculs dynamiques.

Le parallélisme des surfaces isobares entre 300 et 500 db permettrait de fixer sur ce dernier niveau le choix de la référence si cette constance n'était rompue aux immersions supérieures. Nous avons alors comparé plusieurs méthodes pour rechercher la couche de mouvement nul.

Après avoir tracé la coupe des vitesses relativement à une surface donnée, 500 m par exemple, nous l'avons référée à différents niveaux en commençant par considérer le raisonnement, arbitraire, qui consiste à proposer que les mouvements sur le fond sont nuls et à choisir ce fond même comme niveau de référence.

Les calculs de flux, établis par couples de stations nous donnent alors, en $10^6 \text{m}^3/\text{s}$,

flux vers le nord	flux vers le sud	flux global
— 17,4	+ 23,5	+ 6,1

résultats qui accusent un excès vers le sud représentant 15 p.100 de la somme des flux. Une telle anomalie ne serait concevable que si la totalité du flux dans le canal corso-toscan portait au nord à la vitesse moyenne de 1 nœud.

Cette éventualité se trouve écartée du fait que les coupes hydrologiques présentent, à cet endroit, une nette avancée des eaux d'influence atlantique qui, originaires du bassin algéro-provençal, ont contourné le cap Corse. Elle se trouve également infirmée par le fait que, si nous choisissons le fond ou toute autre immersion comme niveau de référence, les courants s'infléchissent vers le sud à partir du cap Corse, disposition qui ne fait alors qu'accroître l'inégalité observée sur la coupe considérée.

Il nous a donc paru nécessaire de rechercher dans quelles conditions s'établirait dans la coupe l'égalité des flux, en tenant compte toutefois que le flux net dans le canal corso-toscan est positif - vers le sud - et qu'une certaine évaporation a lieu dans le nord du bassin occidental, facteurs qui rendent le flux global, sans excès important, négatif entre la côte catalane et la Corse.

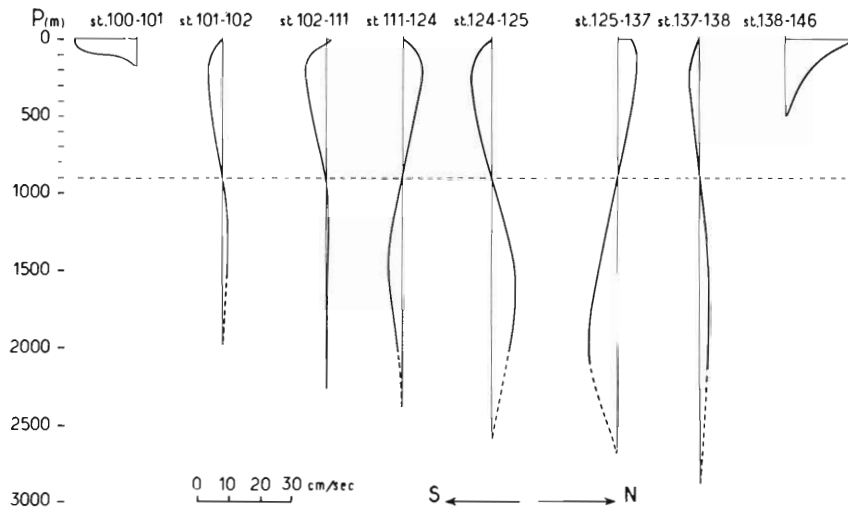


FIG. 1. — Coupe verticale figurant les vitesses des courants sur le 42° parallèle (niveau de référence : 900 décibars).

La coupe se développant suivant le 42° parallèle, la latitude reste constante et il suffit alors, en se basant sur une surface de référence initiale quelconque et en tenant compte seulement des stations extrêmes 100/101 et 146/138, de tracer ΔD , pour chaque immersion et de rechercher la valeur moyenne du flux total : $1/h \int_0^h \Delta D \cdot dz$.

Cette valeur moyenne se rencontre ici, en poussant les calculs jusqu'à 2 000 m et en considérant toujours que les mouvements sur le fond sont presque nuls, entre les immersions de 800 et 1 000 db par rapport auxquelles on obtient en $10^6 m^3/s$,

prof.	flux vers le nord	flux vers le sud	flux global
800 db	— 1,97	+ 1,09	— 0,88
1 000 db	— 0,81	+ 1,42	+ 0,61
par interpolation, nous aurons, par rapport au niveau de 900 db,			
900 db	— 1,39	+ 1,25	— 0,14

C'est cette dernière immersion (900 m), que nous choisirons comme surface de référence pour étudier la coupe des vitesses sur le 42° parallèle.

Coupe des vitesses sur le 42° parallèle par rapport au niveau de référence de 900 db (fig. 1).

Nous observons, à partir de l'est - stations 138-146 - (côte occidentale de la Corse), un courant portant au nord, déterminé par les eaux d'influence atlantique, dont la vitesse relative atteint 23 cm/s en surface et qui entraîne les eaux orientales de la couche sous-jacente dont le déplacement est beaucoup plus lent.

Plus à l'ouest, entre les stations 137 et 138, le mouvement presque nul sur toute la colonne d'eau caractérise une importante divergence où la couche superficielle tend à se déplacer vers le sud (3 cm/s au niveau de 200 m) et la couche profonde vers le nord (3 cm/s de 900 m au fond).

Entre les stations 125 et 137, le courant en surface porte au nord à la vitesse de 6 cm/s, tandis qu'il est dirigé vers le sud entre les stations 124 et 125 où il atteint la vitesse de 7 cm/s; ce tourbillon cyclonique marque la proximité des eaux orientales et l'excès vers le sud implique un apport d'eau septentrionale dans la branche est. Aux immersions supérieures à 900 m, le mouvement général est anticyclonique entre les stations 124 et 137 et l'intensité des courants est un peu plus forte que dans la couche supérieure (7 cm/s pour la branche ouest qui remonte vers le nord, 9 cm/s pour la branche est qui se dirige vers le sud). Ce vaste tourbillon traduit un mouvement local anticyclonique des eaux septentrionales, disposition dont il est difficile d'expliquer la cause, à moins d'admettre l'hypothèse d'une poussée du sud qui aurait pour origine l'extension vers le nord des eaux de fond algéro-atlantiques formées à partir du versant algérien. Dans ce mouvement, l'excès vers le sud accuse le débit des eaux septentrionales et orientales qui ont plongé en mer ligurienne à la suite de leur refroidissement et s'écoulent vers le sud.

Entre les stations 111 et 124, les eaux d'influence atlantique circulent vers le nord, dans la couche superficielle à la vitesse de 6 cm/s. Les eaux septentrionales qui se sont enfoncées plus au nord et dont le caractère est divergent, ainsi que les eaux orientales qui ont plongé, s'écoulent vers le sud, atteignant la vitesse maximum de 4,5 cm/s à 1 500 m de profondeur.

Dans l'ouest de la coupe, on assiste, à partir de la station 111, à un retour des eaux qui ont accompli un mouvement cyclonique dans le nord du bassin et qui s'écoulent vers le sud aux vitesses respectives de 7 cm/s entre les stations 111 et 102, de 4 cm/s entre 101 et 102, de 20 cm/s, en surface, entre 100 et 101. Ce sont des eaux d'influence atlantique auxquelles s'ajoutent les eaux du Rhône. Les eaux orientales, qui réapparaissent dans l'ouest après avoir également accompli un mouvement cyclonique dans le nord du bassin sont aussi entraînées vers le sud, à une vitesse bien moindre. Dans les couches profondes, les mouvements sont presque nuls, mais on observe cependant sur la pente de Catalogne une légère tendance vers le nord des eaux septentrionales : il faut y voir sans doute un mouvement très localisé.

Dans le centre de la coupe, nous observons que la plupart des mouvements ont tendance à s'annuler vers la surface. Nous devons voir dans ce ralentissement l'influence des divergences jusque dans les couches supérieures où la large extension des eaux de résurgence, étudiée dans l'hydrologie et dont l'écoulement se fait dans des directions différentes, a tendance à s'opposer dans certains secteurs à la lancée des courants superficiels.

D'après le calcul des flux, les plongées des masses superficielles et de la mi-profondeur sont plus importantes que les divergences. En effet, si nous calculons le flux global au-dessus du niveau de référence de 900 db, nous trouvons un excès vers le nord de $0,32 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$; si on soustrait de cette valeur le flux attribué au canal corso-toscan et à l'évaporation, $0,14 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$, l'excès, dans la couche supérieure, reste de $0,18 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$ vers le nord. Or nous retrouvons la même valeur en excès vers le sud, au-dessous du niveau de 900 db, entre les stations 125/137 et 111/124, ce qui prouve bien que c'est un produit de la plongée des eaux septentrionales et des eaux orientales refroidies qui s'écoule en profondeur vers le sud.

D'autre part cette coupe des vitesses nous permet aussi de constater, et ceci quel que soit le niveau de référence adopté, qu'à cette latitude les eaux orientales caractéristiques se situent autour des zones de mouvement nul. Elles progressent donc très lentement et se trouvent en partie entraînées sur la périphérie du grand tourbillon elliptique qui caractérise le nord du bassin occidental, par le courant atlantique.

Ainsi s'explique la disposition des isobares, parallèles entre 300 et 500 db, et bien que ce nouveau choix soit encore arbitraire et qu'il apporte quelques modifications dans l'allure des eaux superficielles, nous avons établi la topographie dynamique et les cartes de courants au nord du 42° parallèle en nous référant au niveau de 500 db, choix que fixe également la limite de nos observations dans ce secteur.

La topographie dynamique et les courants généraux par rapport au niveau de 500 db.

Niveau de 5 db (fig. 2). Presque tout le secteur au nord du 42^e parallèle est occupé par un vaste mouvement cyclonique de forme elliptique bordé par des eaux d'origine atlantique et continentale. Des points bas en occupent toute la partie centrale et le plus creux se situe au centre de la Mer ligurienne dont la disposition géographique, en forme de poche où convergent des eaux de différentes natures, facilite le développement tourbillonnaire au-dessus des grands fonds et accentue les mouvements verticaux. Ce mouvement cyclonique est limité dans le secteur occidental au talus du golfe du Lion dont le plateau retient les eaux du Rhône et celles plus légères de sa périphérie.

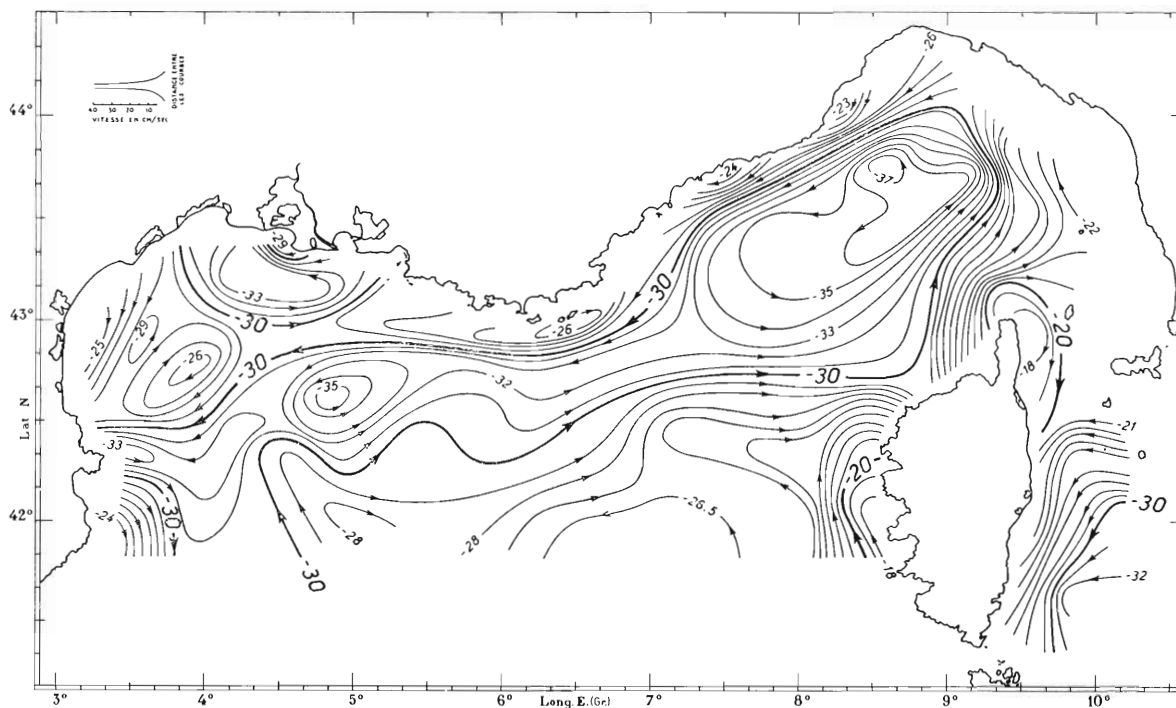


FIG. 2. — Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 5 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.

Le flux rhodanien ne présente pas la même allure qu'en été 1957, car il se trouve perturbé par une divergence profonde qui s'étale au large de la Camargue, déterminant un mouvement cyclonique très localisé qui était marqué plus à l'ouest dans la situation de l'été 1957. Les eaux fluviales qui se mélangent plus ou moins aux eaux ambiantes s'infléchissent à l'ouest dès leur sortie du delta et s'écoulent contre la côte languedocienne. Puis elles se trouvent isolées de leur source au-dessus du plateau et accomplissent un mouvement anticyclonique dont le centre haut se situe au-dessus des fonds de 200 m sensiblement à équidistance de Sète et de Leucate. Elles sont ensuite évacuées vers le sud, entraînées par le mouvement général cyclonique et viennent grossir le courant de Catalogne.

Dans la partie sud du secteur étudié, les points hauts caractérisent les eaux d'influence atlantique dont on distingue 3 branches à partir du 42^e parallèle. La plus importante s'appuie contre le versant occidental Corse, les autres poussent une avancée vers le nord-ouest puis se dégagent vers l'est en rencontrant la branche sud du tourbillon cyclonique du canal ligurien.

Ce partage des eaux d'influence atlantique indique que des divergences les séparent au sud du 42^e parallèle. Mais elles se rassemblent ensuite au nord-ouest de la Corse en un courant unique qui se scinde à nouveau en deux branches à hauteur du cap Corse : l'une, s'infléchissant vers le sud, va alimenter une intumescence à caractère anticyclonique contre la Corse orientale, tandis que

l'autre remonte vers le nord-est où elle suit la bordure du grand mouvement cyclonique, déterminant, contre la côte liguro-provençale, des points hauts d'allure anticyclonale qui se trouvent séparés par des zones de mouvement nul où s'effectue en partie la plongée d'eaux plus denses issues des centres bas du large. L'accumulation la plus importante d'eau légère se situe autour des îles d'Hyères où elle est provoquée par la présence d'un plateau plus important dans ce secteur.

Dans le nord de la Mer tyrrhénienne, les eaux plus denses déterminent un mouvement cyclonique identique à celui que nous avons étudié en été 1957 et dont la branche ouest tend à se confondre, contre la Corse orientale, avec celle du courant atlantique qui se replie vers le sud.

Nous rappellerons qu'en octobre 1950, TROTTI (1954) avait déterminé, par rapport au niveau de 300 db, l'extrémité est du grand tourbillon cyclonique en Mer ligurienne qui subissait également une déformation du fait de la présence d'un mouvement anticyclonique au sud-ouest de la Spezzia. Il trouvait aussi un centre haut, caractéristique d'eaux plus légères autour de l'île Capraia, mais provoquant à cette époque un tourbillon cyclonique entier dont la branche ouest occupait presque tout le canal Corse et remontait vers le nord, entraînant nécessairement dans le bassin ligurien des eaux de la Mer tyrrhénienne.

La topographie dynamique au niveau de 5 db permet de définir les courants suivants en automne, avec leur vitesse relative.

Le courant atlanto-ligurien dont nous ne saisissons ici que l'aboutissement depuis la Corse occidentale jusqu'au golfe de Gênes est issu d'une dérivation du courant atlantique qui, du secteur algérois, se dirige vers le nord-est en direction de la Corse. Son intensité atteint 23 cm/s à hauteur du 42° parallèle au nord duquel il rassemble ses branches dispersées. La vitesse moyenne de ce courant global est alors de 26 cm/s sur une largeur de 37 milles environ, mais son étranglement contre la côte entre Calvi et Saint-Florent peut lui conférer à cet endroit une intensité qui dépasse 1 nœud.

Plus au nord et bien qu'il ait adressé une branche dans le secteur de la Corse orientale, sa vitesse augmente sous l'effet d'un resserrement consécutif, d'une part à la présence, au sud-ouest de la Spezzia, du plateau qui retient des eaux plus légères ayant un mouvement propre anticyclonique, et d'autre part à l'importance du creux dynamique à l'ouest. Son intensité atteint alors 37 cm/s.

Le courant liguro-provençal, de direction ouest sud-ouest puis ouest, déterminé par la branche nord du mouvement cyclonique général prolonge le courant atlanto-ligurien en bordant le continent puis en s'infléchissant au-dessus du talus du golfe du Lion jusqu'au cap Creux. Ses eaux, enrichies par l'apport du courant du Rhône s'écoulent alors vers le sud où elles alimentent le courant de Catalogne, déjà décrit dans nos comptes rendus de l'été 1957.

Dans la 1^{re} partie de son parcours, contre le continent, l'intensité de ce courant liguro-provençal atteint 1 nœud dans les zones d'étranglement. Sa vitesse diminue au-dessus du talus du golfe du Lion où ses eaux se dispersent vers le nord et le sud sous l'effet des divergences locales. L'amorce du courant de Catalogne atteint une vitesse de 20 cm/s, mais il est probable que l'intensité est beaucoup plus importante devant le cap Creux où le courant est très resserré par la divergence du large et qu'elle peut atteindre et dépasser 1 nœud dans ce secteur.

Le courant du Rhône, que nous connaissons déjà, atteint, à l'ouest du delta, la vitesse de 39 cm/s.

Le courant corso-tyrrhénien résulte de l'union de la branche du courant atlantique précitée qui a contourné le cap Corse et de la branche ouest du mouvement cyclonique tyrrhénien. Il longe la côte orientale de l'île. Sa vitesse atteint 25 cm/s à hauteur de Porto-Vecchio.

Quant à la branche sud du grand mouvement cyclonique, qui s'écoule ici vers l'est, au nord du 42° parallèle, elle est certainement sujette à d'importantes fluctuations au cours des saisons. Sa vitesse n'excède pas 5 cm/s.

Niveau de 50 db (fig. 3). L'aspect général de la topographie dynamique n'est guère différent. On remarque cependant que la partie axiale du grand mouvement cyclonique s'est scindée en plusieurs tourbillons de centres bas qui marquent déjà l'influence des eaux denses sous-jacentes, orientales. Le courant liguro-provençal se trouve de ce fait rompu à son aboutissement au golfe du Lion.

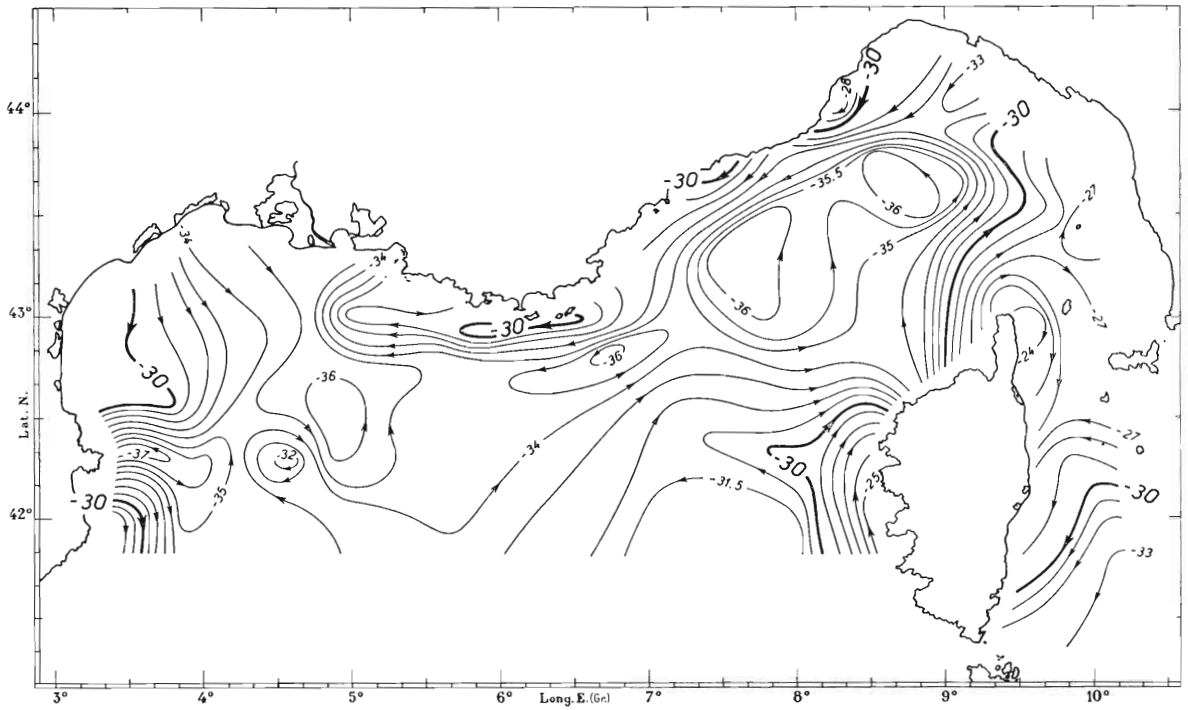


FIG. 3. — Topographie dynamique (en cm dyn) et sens des courants, au niveau de 50 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.

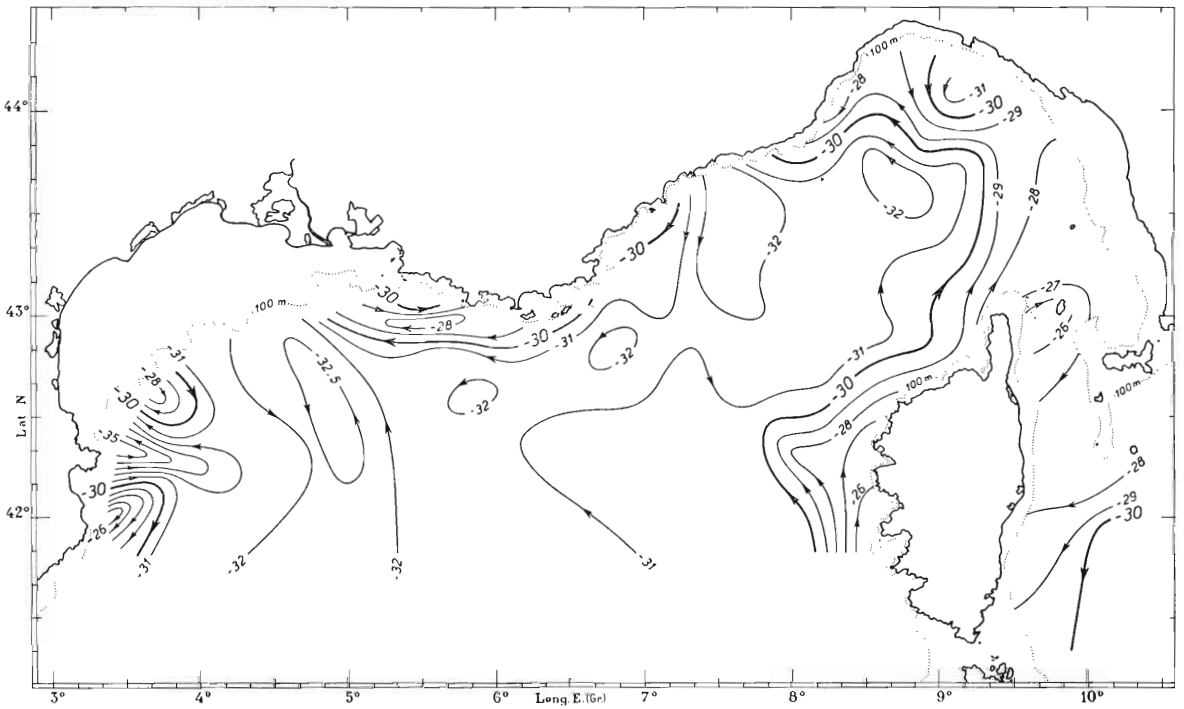


FIG. 4. — Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 100 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.

L'accumulation des eaux du Rhône, plus ou moins mélangées à des eaux d'influence atlantique, est marquée par un mouvement anticyclonique qui anime tout le secteur languedocien. Cette disposition détermine une convergence des courants dans le secteur du cap Creux où s'effectue une plongée des eaux diluées que nous avons reconnue dans les coupes hydrologiques.

Niveau de 100 db (fig. 4). On retrouve les grandes lignes observées aux niveaux supérieurs.

Le courant atlanto-ligurien, bien qu'il ait diminué d'intensité (13 cm/s dans le secteur occidental corse) parvient de façon plus directe jusqu'au secteur côtier ligure du nord-est, car il n'est plus étranglé entre Calvi et Saint-Florent par la poussée des eaux de la divergence centrale, qui étaient en partie orientées vers la Corse dans la couche superficielle.

A ce niveau, le mouvement cyclonique limité au fond du golfe de Gênes est probablement consécutif à une plongée contre la côte d'eaux de résurgence issues de la même divergence centrale. Il en est de même pour celui qui se dessine devant le continent entre le cap Ferrat et la côte italienne.

Dans le secteur occidental, la divergence des eaux orientales est nettement marquée par un mouvement cyclonique qui s'étend jusqu'à la planase. L'allure des mouvements devant la côte du Roussillon et le cap Creux indique bien l'enfoncement des eaux diluées des couches superficielles accumulées dans ce secteur et qui sont scindées par une poussée profonde d'allure cyclonale. Le courant conserve ici une certaine intensité puisqu'il atteint encore 15 cm/s à ce niveau.

Le centre du mouvement anticyclonique observé dans la couche superficielle devant la côte provençale s'est déplacé depuis les îles d'Hyères, dont le plateau ne dépasse guère l'immersion de 100 m, vers un autre haut-fond, celui des Blauquières, plus à l'ouest.

Niveau de 200 db (fig. 5). Nous touchons ici la partie supérieure des eaux orientales qui, nous l'avons vu dans l'étude hydrologique, ne sont pas réparties de façon régulière à ce niveau mais apparaissent sous forme d'intumescences dans le grand tourbillon elliptique.

On peut cependant suivre déjà leur parcours à partir du 42° parallèle : elles pénètrent par le secteur occidental de la Corse où elles déterminent un mouvement cyclonique allongé et progressent jusqu'au golfe de Gênes qu'elles n'occupent cependant pas entièrement puisqu'un mouvement anticyclonique anime des eaux diluées d'influence atlantique qui se sont accumulées sur son versant toscan.

Le cheminement vers l'ouest de ces eaux orientales est ici difficile à discerner ; il est à peine marqué par des déformations des mouvements anticycloniques des eaux de mélange plus légères et des eaux septentrionales qui influencent le secteur ouest.

Dans le secteur le plus occidental c'est un mouvement anticyclonique qui remplace celui, cyclonique, qui marquait aux niveaux supérieurs une divergence de l'eau orientale ; cette dernière agissait donc latéralement. Un mouvement vers le nord se dessine devant le cap Creux ; il pourrait être le résultat d'une divergence profonde.

A l'est de la Corse, on ne peut encore noter aucun changement appréciable, sauf que les courants deviennent de plus en plus faibles.

Niveau de 300 db (fig. 6). A ce niveau apparaît l'importance des eaux orientales. Elles déterminent un vaste mouvement cyclonique dans le secteur sud de la carte, et circulent, suivant une suite de tourbillons de même allure, devant la côte liguro-provençale ainsi qu'au-dessus des grandes profondeurs du golfe du Lion. Bien que l'on se trouve, l'hydrologie nous l'a montré, au cœur des eaux orientales, nous voyons qu'elles ne se déplacent pas suivant un courant continu, mais plutôt sous forme de tourbillons successifs. L'intensité de ces mouvements est toujours inférieure à 5 cm/s.

Dans le secteur sud-est du golfe de Gênes le mouvement anticyclonique, caractérisant l'accumulation des eaux diluées, a pris plus d'extension qu'au niveau de 200 db.

L'isodynamique unique que l'on peut tracer dans le canal corse prend une orientation est-nord-est, montrant qu'à cette profondeur des eaux de la Mer tyrrhénienne peuvent s'écouler en faible quantité dans le bassin ligurien.

L'intensité des courants les plus rapides n'excède guère ici 10 cm/s.

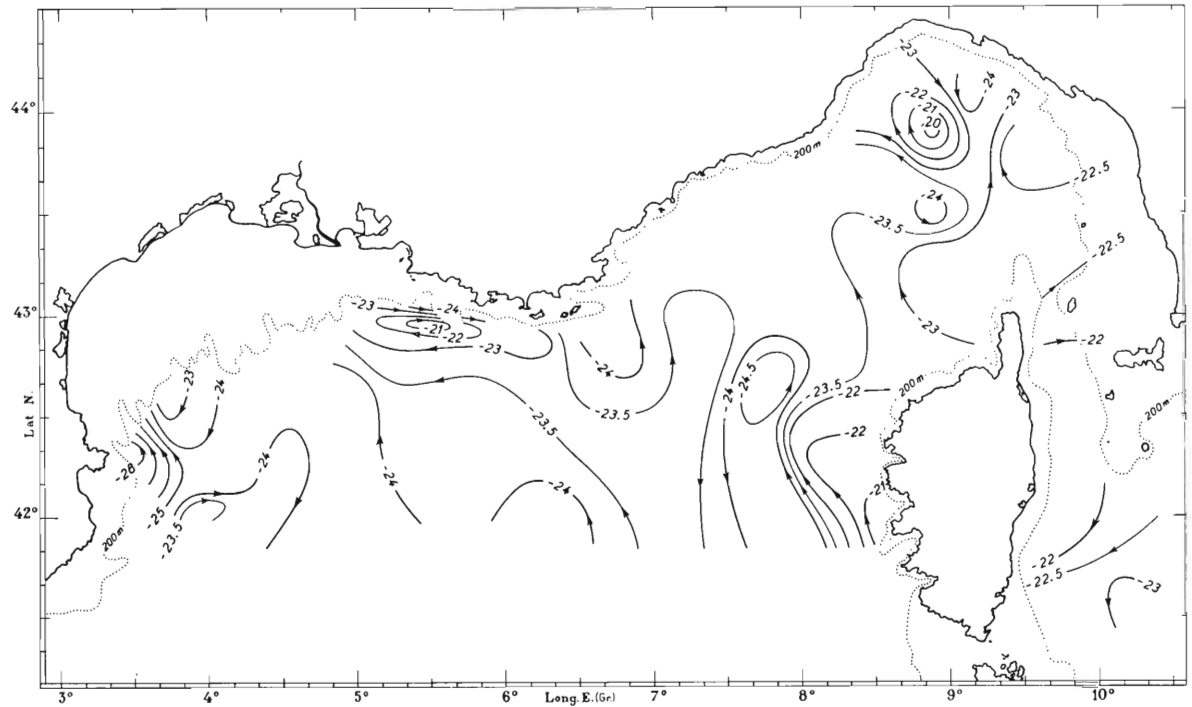


FIG. 5. — Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 200 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.

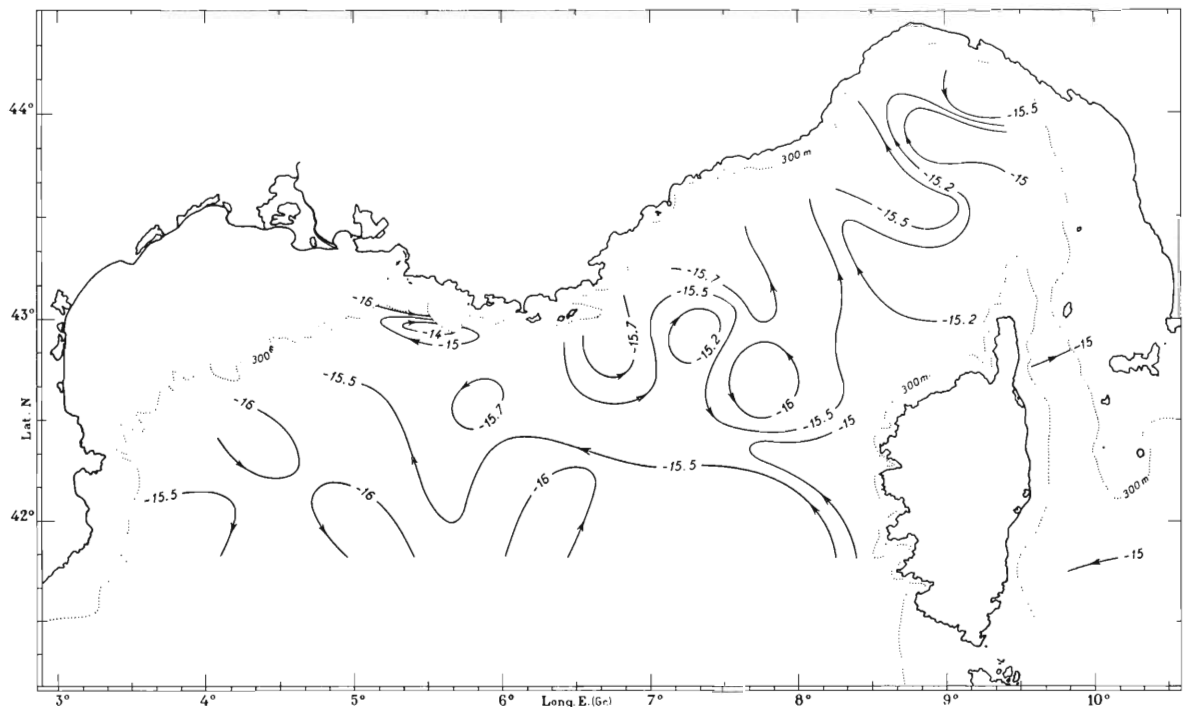


FIG. 6. — Topographie dynamique (en cm dyn.) et sens des courants, au niveau de 300 décibars par rapport au niveau de référence de 500 décibars.

Niveau de 400 db. Pour ce niveau, proche de la surface de référence, nous n'avons pas jugé utile de publier la carte des isodynamiques, laquelle se réduit à quelques lignes qui semblent indiquer, plutôt que des courants de translation, la séparation des mouvements verticaux.

Conclusion.

Les gradients très accentués du relief dynamique révèlent d'importants mouvements généraux en automne dans le nord du bassin occidental de la Méditerranée, particulièrement nets aux niveaux supérieurs.

La dynamique confirme et complète l'hydrologie telle qu'elle a été étudiée dans notre travail publié en 1962. On y voit l'importance :

a) du courant atlantique dénommé ici atlanto-ligurien puis liguro-provençal en raison de son cheminement et de son évolution le long des côtes intéressées ;

b) de la divergence des eaux profondes au large du secteur liguro-provençal, animée par un tourbillon cyclonique continu et de grandes dimensions en surface, plus ou moins divisé aux niveaux inférieurs.

Il apparaît en outre, dans cette étude, que le mouvement propre des eaux orientales est faible et que leur couche, intermédiaire, se trouve plus ou moins entraînée dans ce secteur par les mouvements des eaux adjacentes.

On voit aussi que des changements importants interviennent en automne par rapport à la période estivale (ALLAIN, 1960). En effet, les larges mouvements cycloniques déterminés en été dans ce secteur se trouvent ici déformés et l'ensemble de leur circulation se limite au nord du 42° parallèle. Ce fait semble dû à un apport plus important des eaux atlantiques qui parviennent dans le secteur occidental de la Corse avec une intensité très forte et dont les digitations du courant principal remontent plus loin qu'en été 1957 vers le nord et le nord-est, atteignant le parallèle de 42° 30'.

Enfin, dans le golfe du Lion, le système de l'été 1957 se trouve en automne 1958 déplacé sous l'effet du courant liguro-provençal et les eaux du Rhône se fraient un passage contre la côte du Languedoc.

OUVRAGES CITÉS

- ALLAIN (C.), 1960. — Topographie dynamique et courants généraux dans le bassin occidental de la Méditerranée (golfe du Lion, Mer catalane, Mer d'Alboran et ses abords, secteur à l'est de la Corse). — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **24** (1) : 121-45.
- FURNESTIN (J.), 1960. — Hydrologie de la Méditerranée occidentale (golfe du Lion, Mer catalane, Mer d'Alboran, Corse orientale), 14 juin-20 juillet 1957. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **24** (1) : 5-119.
- FURNESTIN (J.), et ALLAIN (C.), 1962. — Hydrologie de la Méditerranée occidentale au nord du 42° parallèle en automne 1958 (campagne du « Président-Théodore-Tissier » 27 sept. au 18 oct. 1958). — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **26** (2) : 133-62.
- 1962. — L'hydrologie algérienne en hiver (campagne du « Président-Théodore-Tissier », février 1960). — *Ibid.*, **26** (3) : 277-308.
- 1962. — Nouvelles observations sur l'hydrologie de la Méditerranée occidentale (entre Alger et le 40° parallèle). Campagne de la « Thalassa », hiver 1961. — *Ibid.*, **26** (3) : 309-17.
- TROTTI (L.), 1954. — Report on the oceanographic investigations in the ligurian and North tirrenian seas. Hydrography. — *Centro talassogr. Tirreno publ. n° 16*.