

MASSES D'EAU DANS LA MEDITERRANEE OCCIDENTALE: MER CATALANE ET EAUX ADJACENTES

par

Jordi SALAT et Antonio CRUZADO

Instituto de Investigaciones Pesqueras. P.Nacional s/n. Barcelona.

INTRODUCTION

La Méditerranée Occidentale est une mer à une grande homogénéité d'eaux, surtout en profondeur où les variations en température et en salinité (13° ; 38,4‰) sont assez petites. En conséquence, la résolution nécessaire pour analyser la structure des masses d'eau doit être plus précise que celle que l'on emploierait s'il s'agissait de l'océan où elles sont beaucoup mieux définies. Ainsi, si l'on représente des observations correspondantes aux diverses profondeurs, au-dessous des 200 m, de différentes stations, sur un diagramme T/S à l'échelle usuelle à l'océan, on risque de n'avoir qu'un seul point, plus ou moins "gros", même si on le fait à diverses époques de l'année.

Divers auteurs (Lacombe et Tchérnia, 1974; Miller, 1976;...) ont étudié la structure des masses d'eau de la Méditerranée Occidentale et leurs procès de formation, en particulier Furnestin (1960) pour ce qui concerne la Mer Catalane, mais il y a des questions, surtout à propos de l'origine de certaines masses d'eau et de leur distribution qui restent encore ouvertes: liaison entre les eaux d'origine continentale et atlantique, formation des eaux intermédiaires d'hiver, etc.... Dans ce travail on essaye de contribuer à l'étude de ces questions par moyen des méthodes classiques d'analyse des diagrammes T/S, à des échelles convenables, à partir des données obtenues aux stations visitées pendant les croisières du Project TANIT: Octobre, 1976; Mars, 1977 et Août, 1979 (Vives, 1979; Bas et al., 1980). On a essayé aussi de déterminer quels sont les mélanges entre des eaux-type qui ont le plein droit à la qualification de "masses d'eau", et quels, par leur comportement, origine ou importance l'ont obtenu des auteurs cités, mais qui montrent des caractéristiques plus proches d'une eau-type que d'une masses d'eau.

L'objectif du présent travail est, donc, l'identification des eaux-type et la description systématique des masses d'eau, quelquefois au sens large du mot, qui sont présentes dans la Mer Catalane.

RESULTATS ET DISCUSSION

Les données disponibles des trois croisières du Project TANIT ont été disposées sur des diagrammes T/S. Beaucoup de stations montrent des variations importantes en température et en salinité jusqu'à 150 ou 200 m, et un nuage de points au-dessous de ces niveaux (figs. 1, 2 et 3) qui souvent permet d'identifier des masses d'eau assez bien définies par dessus des 200 m, mais seulement l'étude de la structure plus fine, en élargissant les diagrammes T/S (fig. 4), arrive à montrer l'existence de plusieurs masses d'eau dans la couche entre 200 m et le fond. À partir de 700-800 m le nuage devient très compacte et les variations en température et en salinité sont pratiquement nulles au niveau de précision des observations usuelles.

Furnestin (1960) a proposé une structure, qui s'adapte bien à ce que l'on vient de dire, avec trois couches, chacune desquelles aurait une masse d'eau avec des caractéristiques qui seraient différentes selon l'endroit où la station soit placée.

Pour identifier chacune des masses d'eau on a groupé des stations à des caractéristiques semblables (fig. 2 ou 4), on a isolé les traits communs qui montrent chacune des mélanges, on a essayé à trouver, tout en identifiant les caractéristiques, les eaux-type qui peuvent intervenir à leur formation et par l'emplacement des stations on a postulé leur origine qui doit correspondre à des eaux de surface à quelque région, soit à l'extérieur du bassin, soit à l'intérieur. Par la suite on a classé les eaux-type en:

1. Eaux-type externes:

1.1. Eau Atlantique Nord de surface (a). Cette eau pénètre par le détroit de Gibraltar en surface, elle présente des légères variations saisonnières: sa température varie entre 15 et 17° (Lacombe et Tchernia, 1972) et sa salinité entre 36,25 et 36,50‰ (Fraga y Establier, 1974).

1.2. Eau Intermediaire du Bassin Oriental (i). Cette eau, formée dans le Bassin Oriental, elle pénètre par le fond des canaux de Sicile (200-300 m de profondeur) qui est l'autre point de communication du Bassin Occidental avec l'extérieur. Sa température est de 14 à 14,5° et sa salinité de 38,7 à 38,8‰ (Hopkins, 1978).

2. Eaux-type internes:

2.1. Eaux d'origine continentale (c). Il s'agit d'un ensemble d'eaux-type qui se produisent par dilution de l'eau de surface près des embouchûres des rivières de la région. Leurs caractéristiques sont diverses en fonction des flux de sortie et de la température. Les deux points principaux de formation de ces eaux sont les embouchûres du Rhône et de l'Ebre, la première étant la plus importante. Les rivières de la côte Catalane donnent aussi des petites apportations d'eaux, surtout en printemps et en automne, qui renforcent celle produite par le Rhône grâce au courant superficiel qui se dirige vers le Sud le long de la côte. Cet ensemble d'eaux a un rang de températures de 10 à 20° et une salinité entre 35,5 et 37‰ (Furnestin, 1960; Salat et al., 1978).

2.2. Eaux d'hiver; Ce sont des eaux produites par refroidissement et évaporation dû aux vents froids et secs qui soufflent souvent en hiver dans la moitié Nord du bassin. Puisque l'eau qui est près de la côte reçoit l'influence des eaux d'origine continentale qui n'existe pas plus à l'intérieur, le même processus de formation aura des différentes conséquences, ainsi donc, on obtient deux eaux-type:

2.2.1. Eau intermédiaire d'hiver (w) qui prend ce nom parce que sa densité tend à la situer dans cette couche. Elle se forme près de la côte et reçoit l'influence des eaux d'origine continentale. Sa température est de 12,8 à 13° et sa salinité de 38,2 à 38,3‰.

2.2.2. Eau d'hiver de fond (d), de 12,7 à 12,9° et de 38,4 à 38,5‰, formée en mer ouverte au Nord du parallèle 41°N principalement près du Golfe du Lion. Par sa plus grande densité elle se situe au fond tout en traversant la couche intermédiaire qui est effacée (MEDOC Group, 1970).

Pendant l'été, en surface, il se produit un réchauffement très important avec une perte en densité qui n'est pas compensée par l'évaporation. L'eau de surface reste donc écartée des diverses masses d'eau par une forte thermocline. Prenant comme référence les eaux-type citées, on peut déjà classer les masses d'eau en fonction de leur origine tout en indiquant leur distribution géographique:

1. Masse d'eau Atlantique (NAW; Hopkins, 1978). La seule qui suit le critère usuel de masse d'eau. Elle correspond au mélange entre l'eau Atlantique Nord de surface (a) et l'eau intermédiaire d'hiver (w). Elle se présente (figs. 1

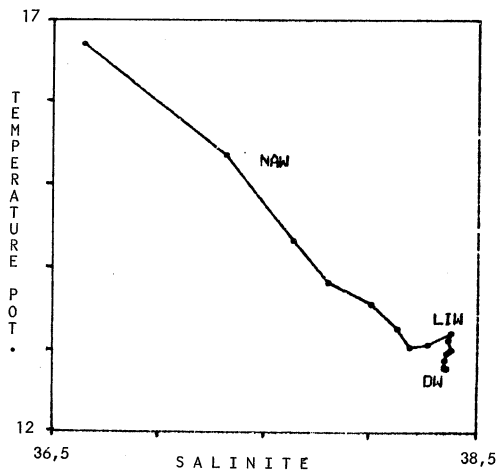


Figure 1. Diagramme T/S de la station 17 ($38^{\circ}45'N - 3^{\circ}44'E$; 17/10/1976). La partie qui est au-dessus de la thermocline (46 m) a été supprimée. Le diagramme montre les trois couches bien définies: la superficielle est ici occupée par la NAW.

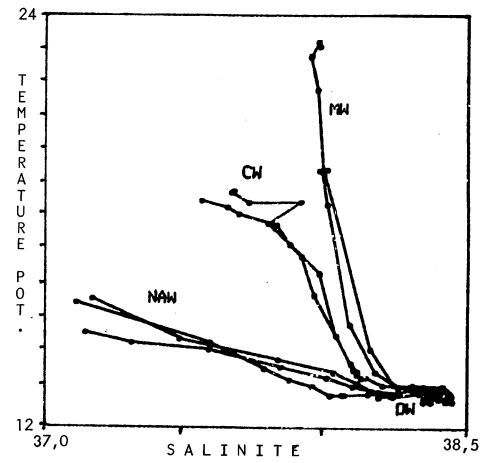


Figure 2. Diagramme T/S de plusieurs stations en Mer Catalane (Octobre, 1976) qui montre les différents eaux superficielles NAW, CW et MW, et l'eau profonde DW.

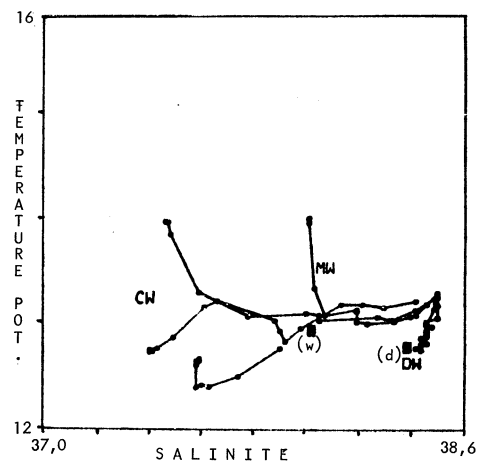


Figure 3. Diagramme T/S des stations côtières en Mer Catalane (Mars 1977) qui montre des eaux continentales CW plus ou moins froides que l'eau d'hiver (w).

et 2) comme une droite au diagramme T/S qui occupe la couche superficielle dans les stations au Sud et à l'Est des Baléares et parfois juste au Nord (fig. 5). On n'en trouve aucun vestige dans la partie la plus occidentale de la Mer Catalane.

2. Masses d'eau Continentales (CW). Elles ne correspondent pas au sens usuel de masses d'eau car il s'agit d'un ensemble d'eaux formées par mélange des eaux-type d'origine continentale (c) avec l'eau intermédiaire d'hiver (w). Elles sont moins salées que celles des alentours et se présentent, dans les diagrammes T/S comme droites écartées vers les salinités décroissantes (fig. 2) dans la couche superficielle à des stations près de la côte Catalane (fig. 5). Par leurs caractéristiques elles peuvent se confondre avec la NAW à certaines stations, mais les droites qui présentent au diagramme T/S montrent une pente variable qui ne coïncide pas avec celle de la NAW (fig. 2). D'après nos observations, aucun point de contact ne se produit entre la NAW et la CW puisque des eaux Méditerranéennes (cf. ci-dessous) plus ou moins réchauffées se trouvent toujours parmi les deux (fig. 5), ce qui correspondrait au sens cyclonique de la circulation générale (Allain, 1960; Font y Miralles, 1978). Ces eaux CW constituent le substrat pour la formation de l'eau intermédiaire d'hiver (w) surtout au Nord du parallèle 41°N (fig. 3) pendant l'hiver.

3. Masse d'eau Intermédiaire Orientale (LIW; Hopkins, 1978). On peut dire qu'il s'agit vraiment d'une masse d'eau malgré que les eaux-type qui la composent ont des caractéristiques très semblables de façon que l'on ne voit qu'une petite "queue de scorpion" dans un diagramme T/S (fig. 1). Elle correspond au mélange entre l'eau Intermédiaire du Bassin Oriental (i) et les eaux hivernales (w) et (d) du Bassin Occidental de façon qui se présente comme une boucle encerclée dans le triangle des eaux-type citées au diagramme T/S élargi (fig. 4). Son importance en Mer Catalane décroît vers l'Ouest, et presque disparaît à partir du méridien 1°E.

4. Masses d'eau Méditerranéennes (MW et DW). Il s'agit proprement des eaux-type hivernales (w et d) plus ou moins modifiées localement, mais que par leur volume on les considère comme des masses d'eau. On a déjà décrit w et d lorsqu'on parlait des eaux-type mais on va y revenir pour donner quelques

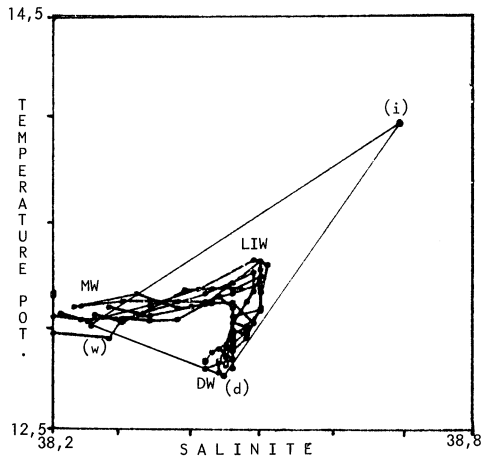


Figure 4. Diagramme T/S partiel (200 m au fond) de stations en Mer Catalane qui montre le boucle de l'eau Intermediaire Orientale (LIW) encerclé dans le triangle des eaux-type qui la composent (w, i et d).

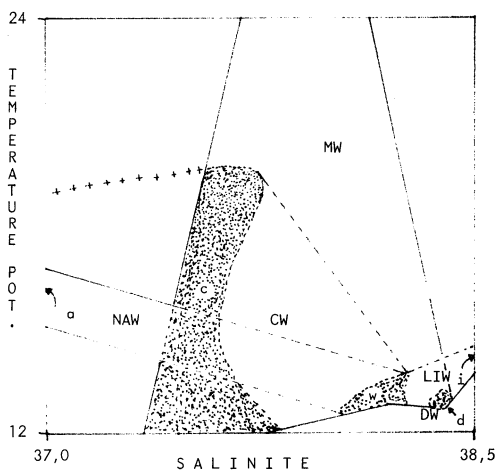


Fig. 6. Eaux-type qui interviennent à la formation des masses d'eau en Mer Catalane.

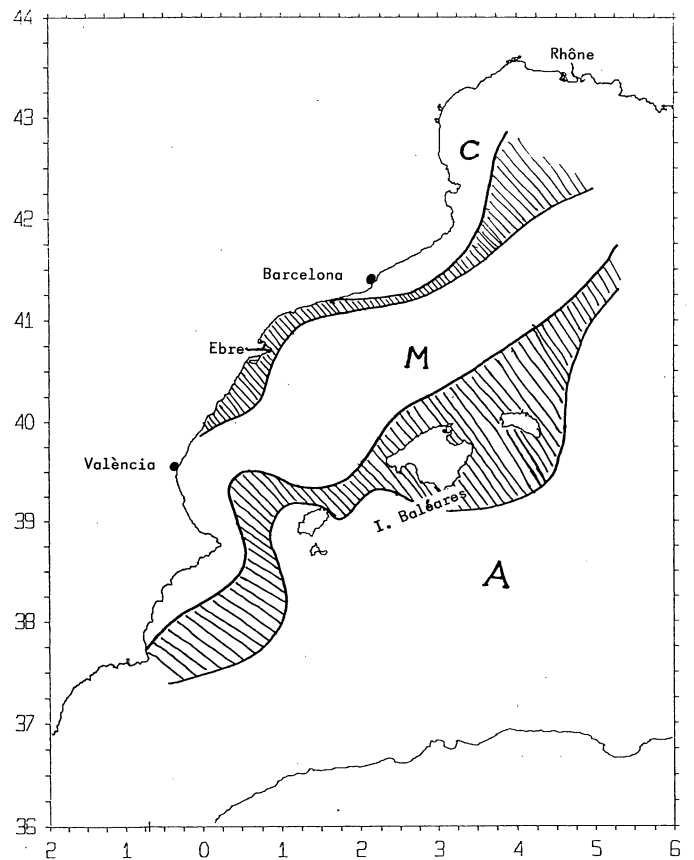


Figure 5. Carte de distribution des masses d'eau dans la couche superficielle en Mer Catalane. C: eaux continentales (CW), M: eau Méditerranéenne (MW) et A: eau Atlantique (NAW). Les ombres indiquent la zone de transition selon l'époque de l'année.

renseignements sur leur comportement comme masses d'eau. La plus importante en volume est l'eau profonde (DW) qui occupe toute la couche profonde toute la couche profonde du bassin et se représente comme un nuage de points très serrés dans les diagrammes T/S (fig. 1 et 2). L'autre masse (MW) est formée par l'eau intermédiaire d'hiver (w) à la température de formation ($12,8^{\circ}$) ou bien rechauffée en été (fig. 2). Elle occupe la couche superficielle dans la partie centrale de la Mer Catalane (fig. 5) et peut être en contact direct avec l'eau profonde lorsqu'il n'y a pas de l'eau Intermédiaire Orientale, soit parce qu'elle n'arrive pas jusqu'aux points plus à l'Ouest dans la Mer Catalane, soit parce qu'elle est effacée dans la moitié Nord par le mélange vertical d'hiver.

On a essayé de faire une synthèse des masses d'eau et des eaux-type dans le diagramme T/S de la figure 6 où l'on indique la région d'existence de chacune d'elles.

CONCLUSIONS

1. La Mer Catalane, ainsi que le reste de la Méditerranée Occidentale, a une structure à trois couches, limitée à deux près du Golfe de València où l'eau intermédiaire disparaît, et à une pendant l'hiver dans des points en mer ouverte au Nord du 41° N où il peut se produire une homogénéité absolue.

2. La couche superficielle est occupée par des différentes masses d'eau selon l'endroit:

Eau Atlantique (NAW). Elle n'est présente en Mer Catalane que près des Baléares, mais elle occupe toute la moitié Sud et une partie à l'Est du bassin.

Eaux Continentales (CW) dans toute la côte du Golfe du Lion et de la Catalogne jusqu'au Sud du Delta de l'Ebre.

Eau Méditerranéenne (MW) dans toute la partie centrale de la Mer Catalane et jusqu'à la côte continentale entre València et près de Cartagène.

3. La couche intermédiaire, là où elle existe, est formée par l'eau Intermédiaire Orientale (LIW).

4. La couche profonde a une seule masse d'eau de caractéristiques presque constantes qui s'appelle eau Profonde (DW) et qui est la plus caractéristique du bassin.

RESUME

Dans ce travail on étudie à l'aide des diagrammes T/S les masses d'eau dans la Mer Catalane. On donne leurs caractéristiques et leur distribution en couches et géographique. Les données qui ont servi de base ont été recollées dans les campagnes du Project TANIT: Octobre, 1976; Mars, 1977 et Août, 1979.

SUMMARY

In the present paper the water masses in the Catalan Sea are studied using the T/S diagrams from the station data from Project TANIT cruises: October, 1976; March, 1977 and August, 1979. The paper gives the distribution levels and geographical of the characterised water masses found.

REFERENCES

- Allain, C., 1960. Topographie dynamique et courants généraux dans le bassin occidental de la Méditerranée. Rev.Trav.I.S.T.P.M., 24(1): 121-145.
- Bas, Cr., Ll. Miralles y J.M. Sousa, 1980. Datos de las estaciones hidrográficas de la Campaña MEDITERRANEO II. Datos Informativos (en presse).
- Font, J. y Ll. Miralles, 1978. Circulación geostrófica en el Mar Catalán. Res.Exp.Cient.B/0 Cornide, 7: 155-162.
- Fraga, F. y R. Establier, 1974. Hidrografía de la zona del Estrecho de Gibraltar. Datos básicos de la Campaña MAROC-IBERIA I del Cornide de Saavedra. Res.Exp.Cient.B/0 Cornide, 3: 53-66.
- Furnestin, J., 1960. Hydrologie de la Méditerranée Occidentale (Golfe du Lion. Mer Catalane, Mer d'Alboran et Corse Orientale), 14 Juin - 20 Juillet 1957. Rev.Trav.I.S.T.P.M., 24: 5-119.
- Hopkins, T.S., 1978. Physical processes in the Mediterranean bassins. In: Estuarine Transport Processes, B.Kjerfve (ed.), Univ. South Carolina Press, Columbia (S.Ca.) : 269-309.
- Lacombe, H. et P. Tchernia, 1972. Caractères hydrologiques et circulation des eaux en Méditerranée. D.J.Stanley (ed.) The Mediterranean Sea, Dowden, Hutchinson & Ross, Inc. Strasburg, Pa. : 25-36.
- Lacombe, H. & P. Tchernia, 1974. Hydrography of the Mediterranean . Consultation on the protection of living resources and fisheries from pollution in the Mediterranean., FAO, Roma, 19-23 Febr. 1974: 1-12.

- MEDOC Group, 1970. Observation of formation of Deep Water in the Mediterranean Sea, 1969. Nature, 227: 1037-1040.
- Miller, A.R., 1976. Deep variability in the Western Mediterranean Sea. Rapp.Comm.Int.Mer Médit., 23(5): 35-39.
- Salat, J. M. Manríquez y A. Cruzado, 1978. Hidrografía del Golfo de Sant Jordi. Campaña elta (Abril 1970). Invest.Pesq., 42(2): 255-272.
- Vives, F., 1979. Campaña MEDITERRANEO I (Octubre-Noviembre, 1976). Datos Informativos, 7: 1-164.

Cet ouvrage, tiré à 600 exemplaires
a été achevé d'imprimer sur les
presses de l'Imprimerie Nationale
de Monaco le 20 août 1981.