

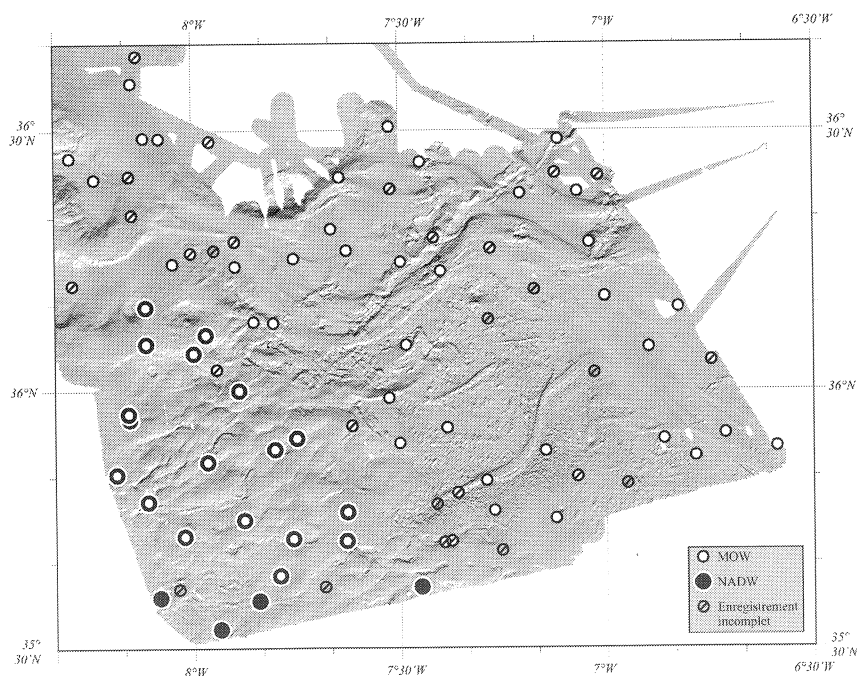
## SIGNATURE THERMOHALINE DE LA VEINE D'EAU MÉDITERRANÉENNE DANS LE GOLFE DE CADIX (ATLANTIQUE NE)

Vincent HANQUIEZ\*, Thierry MULDER\*, Elodie MARCHÈS\*, Pascal LECROART\*, Eliane GONTHIER\*

\*UNIVERSITÉ BORDEAUX 1, UMR 5805/EPOC, Avenue des Facultés, 33400, Talence, France, v.hanquiez@epoc.u-bordeaux1.fr

Actuellement, la circulation sur la marge du Golfe de Cadix est fortement influencée par les échanges des masses d'eaux atlantiques et méditerranéennes à travers le détroit de Gibraltar. La veine d'eau méditerranéenne (Mediterranean Outflow Water, MOW) constitue l'élément fondamental de la dynamique des masses d'eau profondes du Golfe (Madelain, 1967; Baringer and Price, 1999). Au-delà du méridien 7°W, la morphologie de la marge induit l'apparition de deux grandes composantes au sein de la MOW (Madelain, 1970; Ambar and Howe, 1979) : (1) l'eau méditerranéenne supérieure (Mediterranean Upper Water, MUW) et (2) l'eau méditerranéenne inférieure (Mediterranean Lower Water, MLW), elle-même constituée de trois écoulements : (i) la branche intermédiaire (Intermediate MOW Branch, IMB), (ii) la branche principale (Principal MOW Branch, PMB), et (iii) la branche sud (Southern MOW Branch, SMB).

Les données fournies par les bathy-sondes et thermo-sondes acquises durant les missions CADISAR et CADISAR2 permettent de proposer un schéma de distribution de la MOW dans la partie orientale du Golfe de Cadix. Chacune des branches de la MOW possède sa propre signature thermohaline et sa partie agéostrophique (MLW) en est la composante principale. La MOW emprunte le chenal principal de la MOW, les chenaux contouritiques de Cadix (SMB), d'Huelva (IMB) et de Guadalquivir (PMB). Elle s'écoule également sur la levée contouritique géante (MLW et SMB), et les drifts d'Huelva (IMB et SMB) et de Guadalquivir (PMB et SMB). Seuls les bassins intra-pente ne sont pas soumis à l'action directe de la MOW sur le fond. Au fur et à mesure de son trajet, cette dernière s'épaissit, se refroidit et subit une légère dessalure du fait de son mélange progressif avec les eaux centrales et profondes nord atlantiques (North Atlantic Central Water, NACW ; North Atlantic Deep Water, NADW).



*Distribution des masses d'eau profondes dans la partie orientale du Golfe de Cadix.*

- Ambar, I. and Howe, M.R., 1979. Observations of the Mediterranean outflow. II. The deep circulation in the vicinity of the Gulf of Cadiz. Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers, 26(5): 555-568.
- Baringer, M.O. and Price, J.F., 1999. A review of the physical oceanography of the Mediterranean outflow. Marine Geology, 155(1-2): 63-82.
- Madelain, F., 1967. Etude hydrologique au large de la péninsule ibérique. Cahiers Océanographiques, 19(2): 125-136.
- Madelain, F., 1970. Influence de la topographie du fond sur l'écoulement méditerranéen entre le détroit de Gibraltar et le cap Saint-Vincent. Cahiers Océanographiques, 22(1): 43-61.

## CADRE HYDROLOGIQUE

Actuellement, la circulation sur la marge du Golfe de Cadix est fortement influencée par les échanges des masses d'eaux atlantiques et méditerranéennes à travers le détroit de Gibraltar. La veine d'eau méditerranéenne (*Mediterranean Outflow Water*, MOW, Fig. 1) constitue l'élément fondamental de la dynamique des masses d'eau profondes du Golfe (Madelain, 1967, 1970; Baringer et Price, 1999). Au-delà du méridien 7°W, la morphologie de la marge induit l'apparition de deux grandes composantes au sein de la MOW (Madelain, 1970; Ambar et Howe, 1979): (1) l'eau méditerranéenne supérieure (*Mediterranean Upper Water*, MUW, Fig. 1) et (2) l'eau méditerranéenne inférieure (*Mediterranean Lower Water*, MLW, Fig. 1), elle-même constituée de trois écoulements: (i) la branche intermédiaire (*Intermediate MOW Branch*, IMB, Fig. 1), (ii) la branche principale (*Principal MOW Branch*, PMB, Fig. 1), et (iii) la branche sud (*Southern MOW Branch*, SMB, Fig. 1).

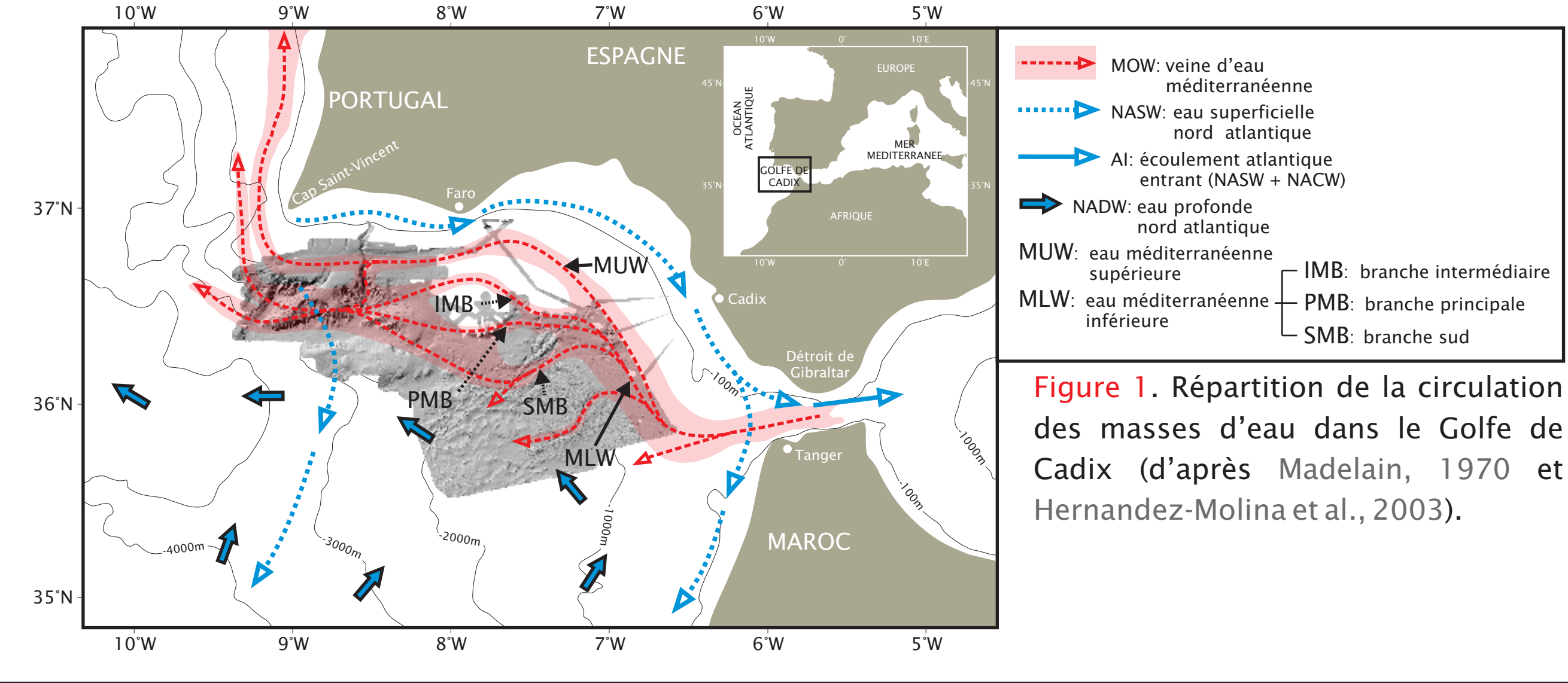


Figure 1. Répartition de la circulation des masses d'eau dans le Golfe de Cadix (d'après Madelain, 1970 et Hernandez-Molina et al., 2003).

## CIRCULATION À L'ÉCHELLE DE L'OcéAN ATLANTIQUE NE

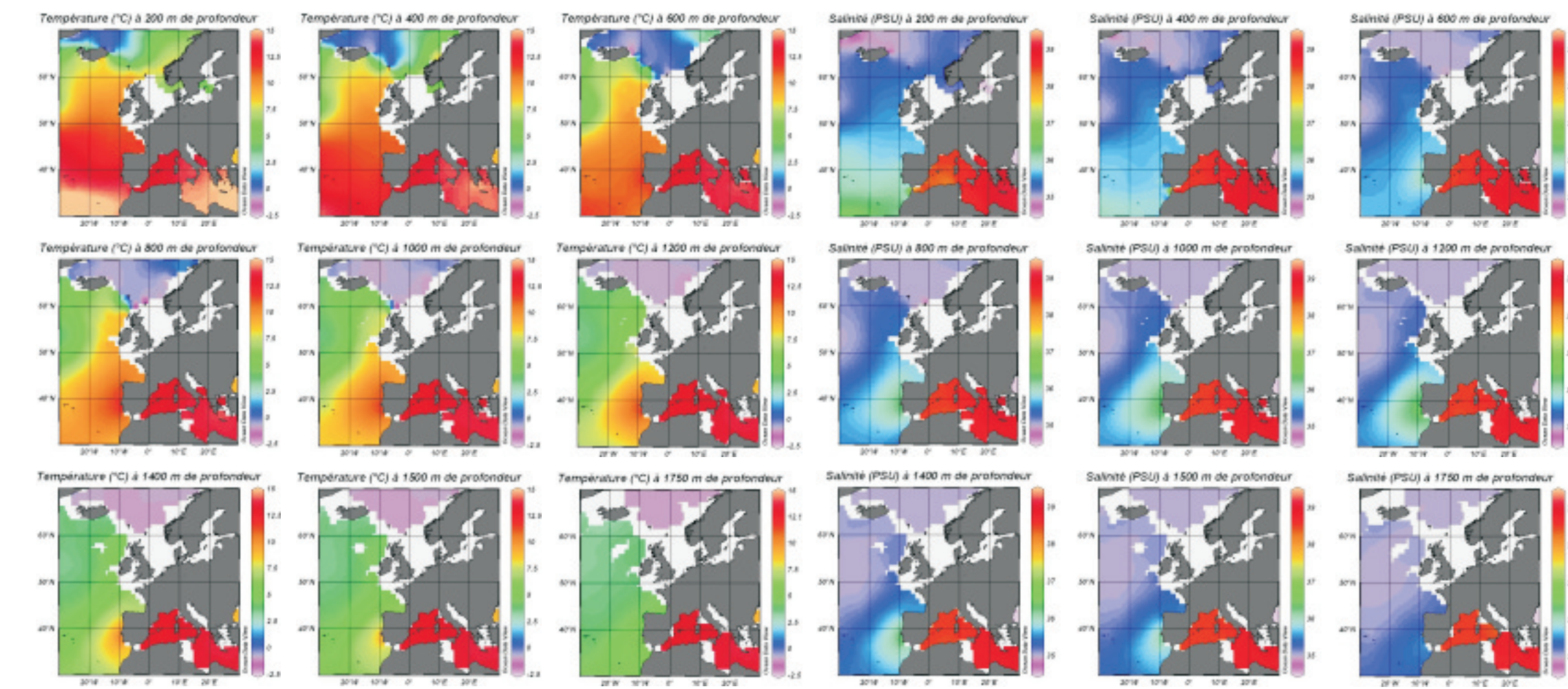


Figure 2. Cartes de répartition des températures et des salinités entre 200 et 1750m de profondeur dans l'océan atlantique NE (données de la *World Ocean Database* 1998).

La compilation des données hydrologiques issues de la *World Ocean Database* 1998 (<http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/NOAA/NODC/WOA98/>) met en évidence la signature thermohaline de la MOW à l'échelle du bassin nord atlantique. Les informations apportées par les données de température et de salinité (Fig. 2) convergent vers une distribution verticale de la MOW entre 400 et 1500 m de profondeur d'eau.

Les contrastes de températures et salinités dans l'océan atlantique nord permettent d'observer une influence de ce courant jusqu'aux Açores et l'Irlande. Au-delà de ces régions, le mélange progressif avec les masses d'eau sus et sous-jacentes, entamé depuis le Déroit de Gibraltar, ne permet plus de caractériser cet écoulement. Malgré cette importante extension latitudinale et longitudinale, la distribution des températures et salinités montre que le noyau de la MOW est cantonné à la péninsule ibérique avec un signal plus important vers 1000-1200 m de profondeur, où les enregistrements des températures et salinités atteignent respectivement 13°C et 36,6‰.

## CIRCULATION À L'ÉCHELLE RÉGIONALE

Les données fournies par le SISMER (<http://www.ifremer.fr/sismer/>) et par les bathysondes et thersosondes acquises durant les missions CADISAR1 et CADISAR2 permettent d'affiner la signature thermohaline de la MOW dans le Golfe de Cadix. L'orientation NNW/SSE que prend la MOW dès sa sortie du Déroit de Gibraltar montre l'impact de la force de Coriolis sur la trajectoire de cet écoulement (Fig. 2). Les valeurs les plus élevées de température (entre 13 et 14°C) et de salinité (entre 36,5 et 37‰), aux trois profondeurs de représentation choisies (400, 550 et 700 m, Fig. 2), sont enregistrées près du fond marin dans les parties les plus proches du Déroit de Gibraltar, montrant ainsi le placage de la MOW contre la pente continentale.

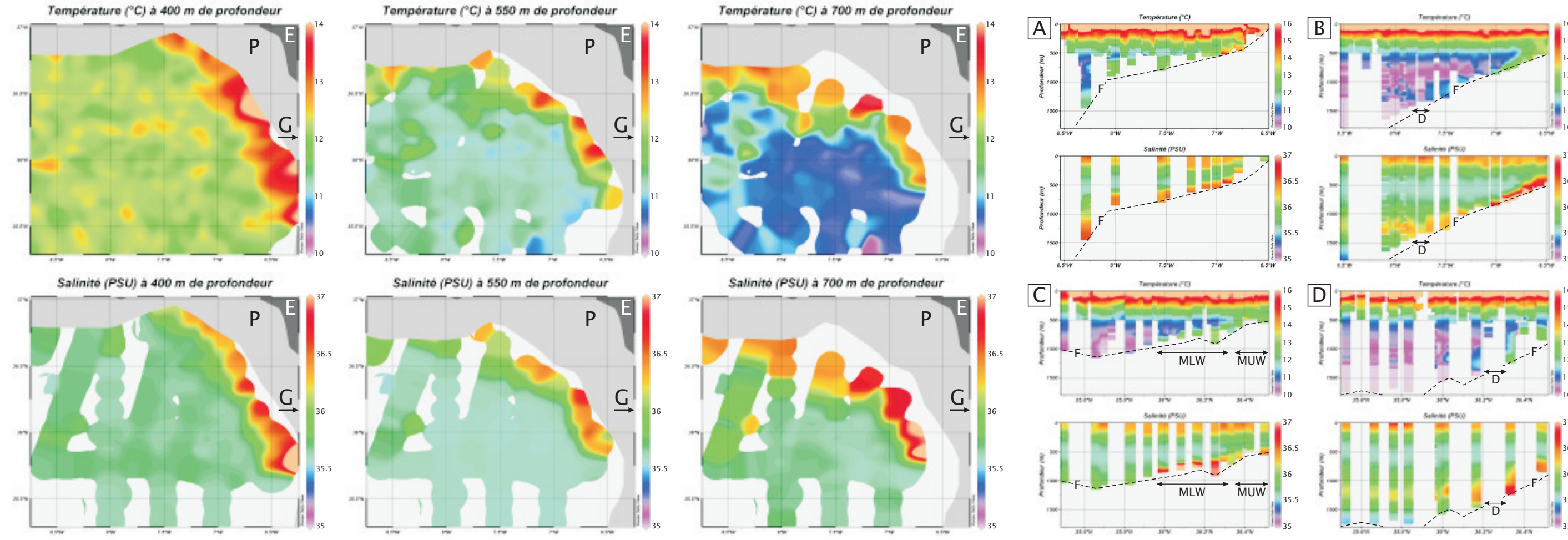


Figure 2. Caractéristiques de la MOW dans la partie orientale du Golfe de Cadix. Compilation des données de bathysondes et thersosondes des campagnes CADISAR1 et CADISAR2.

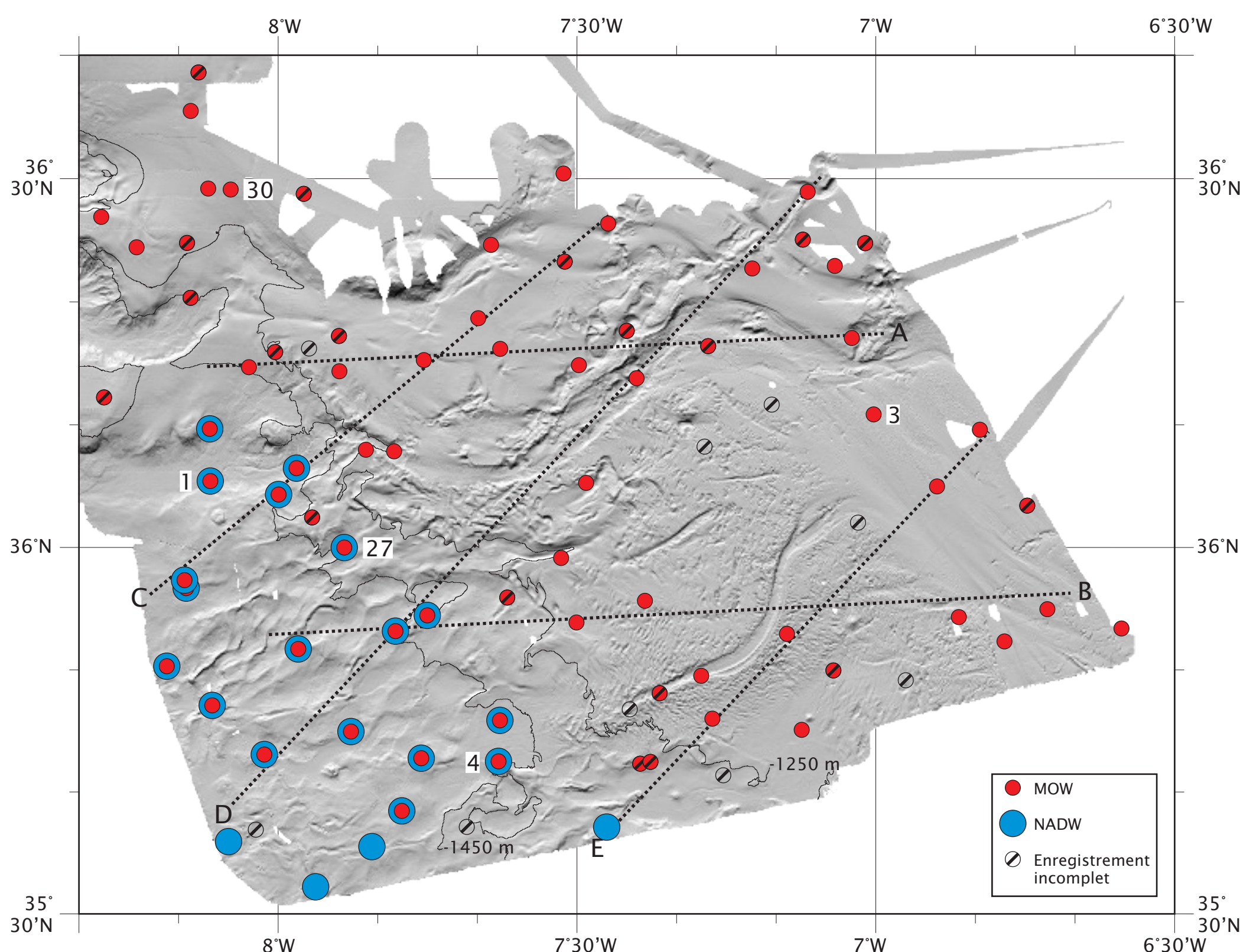


Figure 3. Distribution des masses d'eau profondes dans la partie orientale du Golfe de Cadix. Les traits en pointillés se rapportent aux profils visibles en Fig. 4; les numéros correspondent aux bathysondes et thersosondes de la Fig. 5.

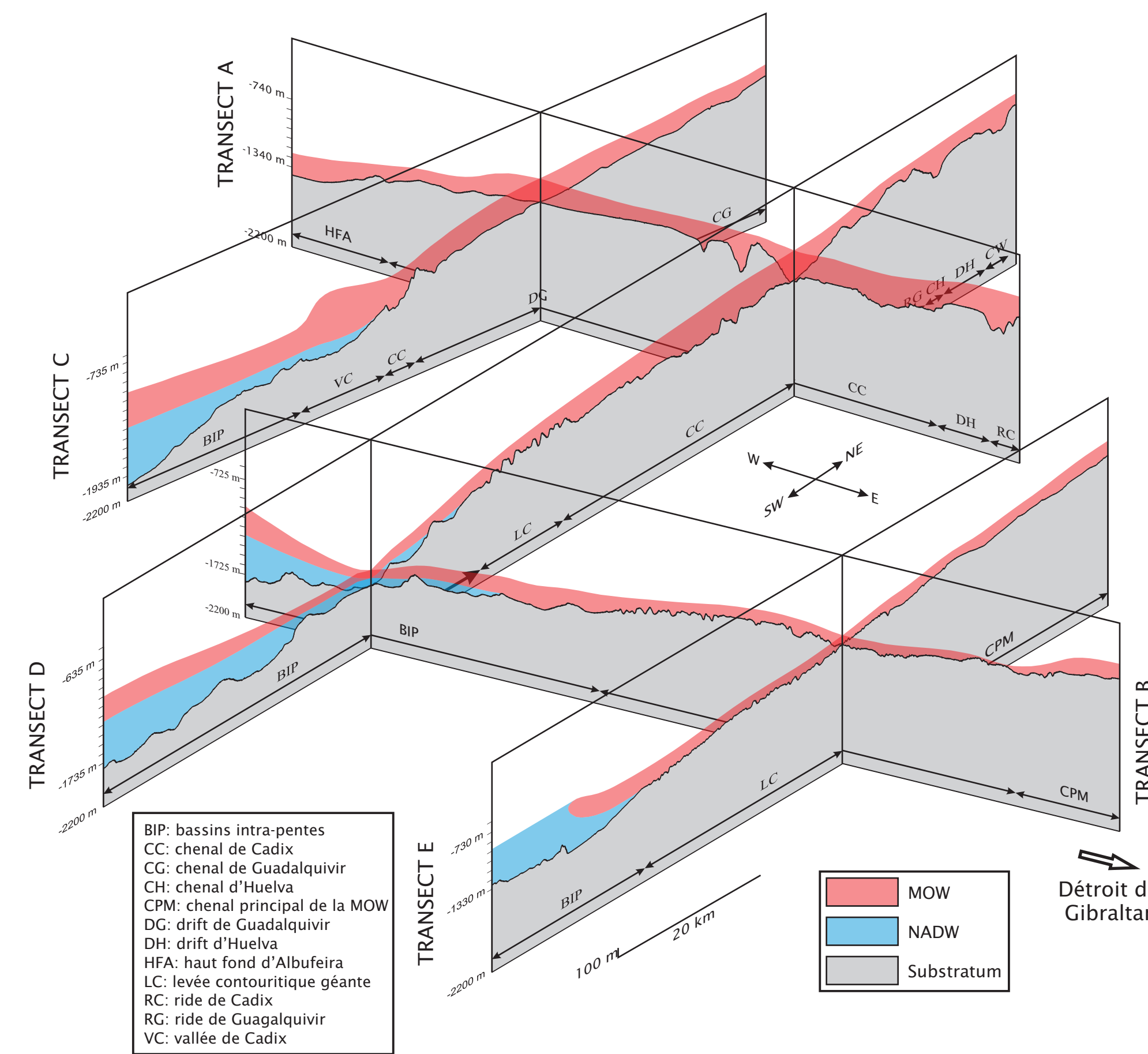


Figure 4. Représentation 3D de coupes hydrologiques effectuées dans la partie orientale du Golfe de Cadix; voir la localisation des profils sur la Fig. 3.

La MOW est en contact avec le fond marin aux latitudes septentrionales et se caractérise par des maxima de salinité constant (36,4-36,8‰, Fig. 2A), alors que les températures les plus élevées (14°C) sont enregistrées en amont du méridien 7°W (Fig. 2A). Dans la partie méridionale, l'impact de la MOW sur la pente est observé jusqu'aux alentours de 7°40'N (Fig. 2B). Les températures et les salinités les plus élevées sont enregistrées en haut de pente, entre 400 et 900 m de profondeur (14°C et 37‰). Au-delà de 7°40'N (Fig. 2B), entre 36°12'N et 36°20'N (Fig. 2D), la MOW n'est plus en contact avec le fond et s'insère entre la NADW et la NACW à une profondeur moyenne de 1200 m et un noyau caractérisé par des températures inférieures à 13°C et des salinités de l'ordre de 36,4-36,8‰. Le long du méridien 7°W (Fig. 2C), les données de salinité montrent que la MOW n'est plus en contact avec le fond marin au-delà de 36°N. Au sud de 35°50'N, la signature thermohaline de la MOW n'est plus observable. Aux alentours de 600 m de profondeur, l'enregistrement d'une baisse en températures (11,6°C) et salinités (36‰) permet de caractériser deux masses d'eau. Au nord de 36°20'N, les températures (14°C) et les salinités (36,4‰) témoignent de la présence de la MUW, alors qu'au sud de cette latitude, les températures plus basses (< 13,4°C) et les salinités plus élevées (37‰) attestent de la présence de la MLW.

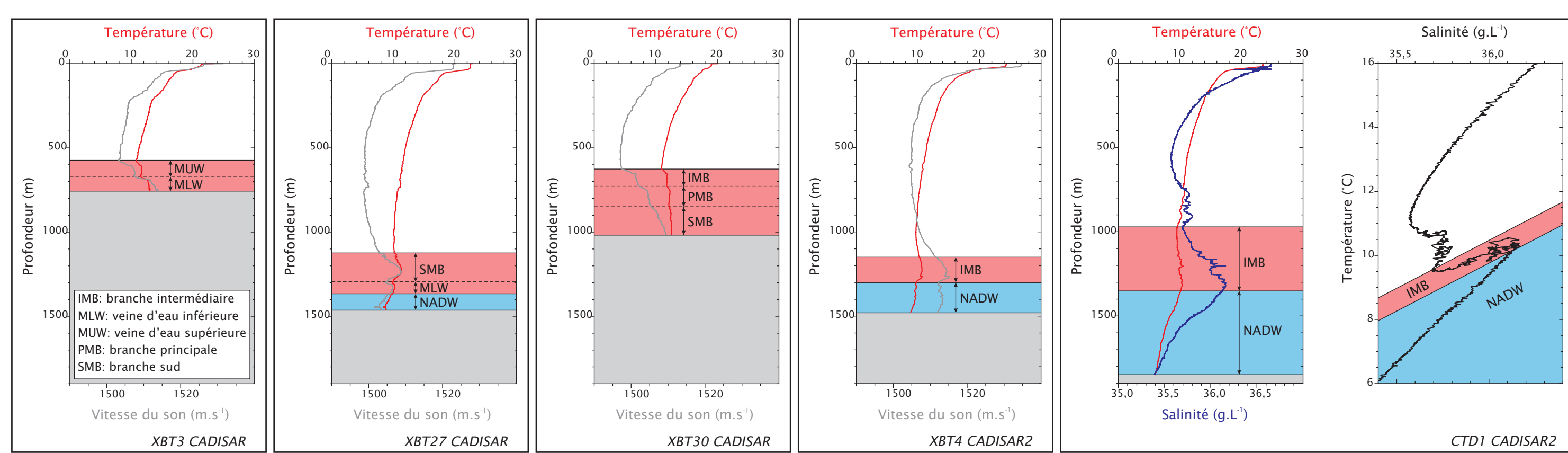


Figure 5. Profils de bathysondes et thersosondes illustrant la superposition des différents masses d'eau constituant la MOW; voir la localisation des sondes sur la Fig. 3.

À partir des coupes hydrologiques effectuées dans la zone d'étude, la MOW apparaît comme une langue d'eau épousant parfaitement la bathymétrie lors de son trajet sur le fond marin (Fig. 4) avec un décollement du fond variant de 1450 m, en aval du chenal de Cadix, à 1250 m, au sud de 35°50'N (Fig. 3). Malgré ce lien étroit existant entre la bathymétrie et la MOW, des variations dans l'épaisseur de cet écoulement sont observées (Fig. 6).

	Masses d'eau	Épaisseur (m)
Entre 35°50'N / 36°10'N et 6°30'N / 7°00'W	MUW MLW	160
Entre 36°10'N / 36°30'N et 7°00'N / 8°00'W	IMB PMB SMB	Entre 150 et 350 Moy = 230
Entre 36°10'N / 36°30'N et 8°00'N / 8°20'W	IMB PMB SMB	Entre 160 et 520 Moy = 360
Entre 35°50'N / 36°10'N et 7°30'N / 8°10'W	MLW indifférenciée SMB	Moy = 230
Entre 35°40'N / 35°50'N et 7°30'N / 8°10'W	MLW indifférenciée	< 100

Figure 6. Caractéristiques de la MOW dans la partie orientale du Golfe de Cadix. Compilation des données de bathysondes et thersosondes des campagnes CADISAR1 et CADISAR2.

## SYNTHÈSE - CONCLUSION

La compilation des données hydrologiques permet de proposer un schéma de distribution de la MOW dans la partie orientale du Golfe de Cadix. Chacune des branches de la MOW possède sa propre signature thermohaline et sa partie agéostrophique (MLW) en est la composante principale. La MOW emprunte le chenal principal de la MOW, les chenaux contourritiques de Cadix (SMB), d'Huelva (IMB) et de Guadalquivir (PMB). Elle s'écoule également sur la levée contourritique géante (MLW et SMB), et les drifts d'Huelva (IMB et SMB) et de Guadalquivir (PMB et SMB). Seuls les bassins intra-pente ne sont pas soumis à l'action directe de la MOW sur le fond. Au fur et à mesure de son trajet, cette dernière s'épaissit, se refroidit et subit une légère dessalure du fait de son mélange progressif avec les NACW et NADW.

## RÉFÉRENCES

Ambar, I. and Howe, M.R., 1979. Observations of the Mediterranean outflow. II. The deep circulation in the vicinity of the Gulf of Cadiz. Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers, 26(5): 555-568.  
 Baringer, M.O. and Price, J.F., 1999. A review of the physical oceanography of the Mediterranean outflow. Marine Geology, 155(1-2): 63-82.  
 Hernandez-Molina, F.J., Llave, E., Somoza, L., Fernandez-Puga, M.C., Maestro, A., León, R., Medialdea, T., Barnolas, A., Garcia, M., Diaz-del-Rio, V., Fernandez-Salas, L.M., Vázquez, J.T., Lobo, F.J., Alveirinho Dias, J.M., Rodero, J., and Gardner, J.M., 2003. Looking for clues to paleoceanographic imprints: A diagnosis of the Gulf of Cadiz contourite depositional systems. Geology, 31(1): 19-22.  
 Madelain, F., 1967. Etude hydrologique au large de la péninsule ibérique. Cahiers Océanographiques, 19(2): 125-136.  
 Madelain, F., 1970. Influence de la topographie du fond sur l'écoulement méditerranéen entre le détroit de Gibraltar et le cap Saint-Vincent. Cahiers Océanographiques, 22(1): 43-61.