

ANOMALIES DE SALINITE OBSERVEES EN 1981 - 1982

DANS LA BAIE DE MONACO

par

N. BETHOUX, M. BOISSON, J-L RAPAIRE, R. VAISSIERE

CENTRE SCIENTIFIQUE DE MONACO

16 Boulevard de Suisse

MC98000 MONTE CARLO

Notre région a subi pendant la période 1980- 1981- 1982 un net déficit des précipitations. Les hauteurs de pluie ont été de 615,1 mm en 1980 et de 720 mm en 1981. Pendant la période Décembre 1980 à Novembre 1981 le bilan a été particulièrement faible : 507,0 mm ; soit un déficit de 40% par rapport à la moyenne annuelle calculée sur 40 ans d'observation (Y. VERNET, 1952), avec comme conséquences un hiver 1980-1981 sans neige. Une quantité notable d'eau est tombée en Décembre 1981 (142,5 mm à Monaco), mais parallèlement la sècheresse s'est accrue pendant le premier semestre 1982 (38 mm de Janvier à Mai). La mer a donc subi en double déficit : les pluies et les apports d'eau douce, particulièrement importants d'habitude à la fonte des neiges.

L'objet de ce travail est de rendre compte des conséquences océanographiques de cette situation météorologique.

Dans le cadre du programme d'étude de la baie de Monaco, des mesures sont effectuées bi-mensuellement aux profondeurs standards, en trois points de la baie et à une station située à 6 milles au large sur un fond de 1100 mètres (point T) de coordonnées (43°. 37'N, 007°. 28'E). Entre Septembre 1978 et Mai 1982, 79 sorties ont été effectuées.

Les salinités mesurées au point T, aux deux immersions : 0 m et 100 m, ont été comparées (tableau 1) aux valeurs moyennes déduites des mesures de Richard, Sirvent et Oxner (1907 - 1914). L'accroissement de salinité depuis 1981 apparaît nettement.

Nous avons calculé le contenu de sel au point T en définissant une colonne d'eau de surface unité 1 cm² et de profondeur 200 m. On observe un accroissement pratiquement constant de ce paramètre tout au long de l'année 1981 (fig. 1). Globalement, le contenu en sel de la colonne d'eau a augmenté de 8,082g soit une augmentation de salinité de 0,404‰, passant de 38‰, à 38,4‰, salinité proche de l'eau de

.../...

T A B L E A U I

COMPARAISON DES MESURES DE SALINITE OBTENUES EN 1979-1980-1981-1982
et des VALEURS MOYENNES DE 1907 - 1914

MOIS	1979		1980		1981		1982		Sur
	Surface	100 m	Surface	100 m	Surface	100 m	Surface	100 m	
Janvier	38.09	37.55	37.82	38.03	38.12	38.03	38.33	38.37	38
Février	37.80	37.99	37.85	37.84	38.11	38.23	38.19	38.17	38
Mars	37.47	37.95	38.05	38.09	38.24	38.22	38.24	38.23	38
Avril	37.77	37.86	37.86	37.99	38.10	38.12	38.20	38.22	37
Mai	37.89	38.09	37.93	38.08	38.29	38.33			37
Juin	37.83	38.04	37.66	37.98	37.95	38.30			37
Juillet	37.91	38.09	38.00	38.13	38.35	38.30			37
Août	38.15	38.14	38.15	38.06	38.45	38.27			38
Septembre	38.16	38.17	38.13	38.05	38.52	38.36			38
Octobre	37.97	37.81	38.03	37.99	38.46	38.32			38
Novembre	37.95	37.99	38.05	37.91	38.36	38.23			37
Décembre	38.17	38.11			38.36	38.40			38

fond méditerranéenne (H. LACOMBE, P. TCHERNIA, 1972). Il existe une deuxième anomalie liée à la première, dans les observations hydrologiques de 1981-1982. L'eau de surface étant plus dense que d'habitude, les mouvements verticaux ont été favorisés. On observe une thermocline s'approfondissant plus tôt que d'habitude (BETHOUX, 1975) : à 50 m le 20/05, à 75 m, le 10/08.

Les différents termes du bilan thermique de la mer ont été calculés suivant la méthode que nous avons déjà utilisée (BETHOUX, ETIENNE, IBANEZ, RAPAIRE, 1980). Sur l'année, les différents échanges thermiques avec l'atmosphère sont tout à fait conformes aux valeurs moyennes avec notamment un apport solaire plutôt inférieur à la normale et une perte de calories par évaporation très moyenne. La comparaison des valeurs mensuelles des différents paramètres météorologiques (apport solaire, vitesse du vent, nébulosité, humidité..) avec les valeurs moyennes établies sur région, conforte ces résultats numériques : vent et ensoleillement légèrement inférieurs à la moyenne, humidité et nébulosité légèrement supérieurs.

I. AUGMENTATION DE SALINITE DUE AU DEFICIT EN EAU

Les fortes salinité rencontrées ne peuvent pas être expliquées par une évaporation importante à la surface de la mer. Mais si les quantités d'eau évaporées soit : $(Q_E/L \times 4.18)$ mm : chaleur latente de l'eau, calculée entre les deux dates séparant chaque profil hydrologique ne sont pas exceptionnelles, elles ne sont pas compensées par les pluies. On observe donc un déficit en eau douce tout au long de l'année ; déficit aussi bien dû à celui de la pluie qu'au manque d'advection d'eau douce venant de la côte. La conservation du sel dans la mer impose la relation :

$V \times S$: constante avec V : volume de la colonne d'eau étudié

S = quantité de sel de la colonne d'eau

soit en dérivant : $\frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta S}{S}$

$\Delta V = E - P$ (E : quantité d'eau évaporée)
(P : hauteur de pluie)

d'où ΔS accroissement de salinité provoqué par le déficit en eau. On calcule alors une salinité théorique :

$S_{cal} = S_1 + \Delta S$ S_1 : salinité moyenne de la colonne d'eau au temps t_1 .

.../...

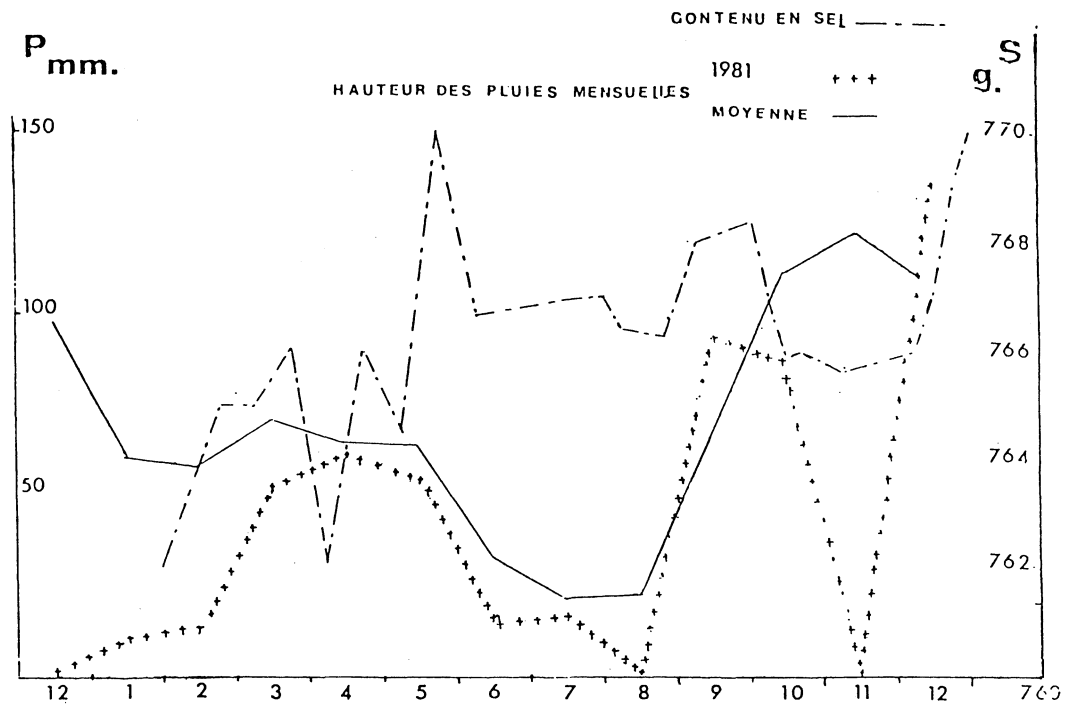


Fig. 1

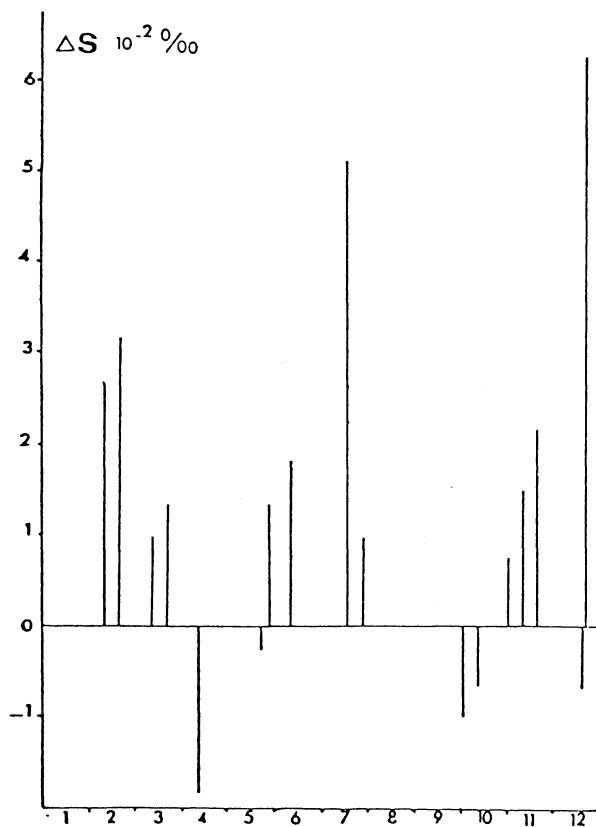


Fig. 2

Or au temps T_2 la salinité mesurée est S_2 ; différente de S cal du fait des mélanges par advection dans la colonne d'eau de salinité différente. Sur la figure 2 sont réportées, d'une quinzaine à l'autre les augmentations de salinités liées au déficit en eau douce. Dans l'année, le " ΔS " a été très rarement négatif ; par contre, il peut atteindre de fortes valeurs, jusqu'à $0.06^\circ/\text{‰}$. Si l'on fait la somme sur l'année des " ΔS ", on trouve un accroissement de salinité global de $0.353^\circ/\text{‰}$. Or, nous avons vu que les profils de salinité révèlent une augmentation de $0.404^\circ/\text{‰}$. Nous pouvons donc en conclure que les fortes salinités rencontrées dans la région pourraient être dues au seul déficit local en eau douce $\Sigma(E-P)$ en négligeant l'influence de l'advection haline. Or nous savons que les courants sont assez importants dans la région. Le calcul du bilan fait jouer, à cette advection, un rôle très minime ($0,05^\circ/\text{‰}$), tout au moins en bilan global sur l'année : on doit donc en déduire que l'eau venant du large a subi en 1981, une augmentation de salinité équivalente à celle observée dans la région et que le processus a été équivalent sur toute une partie du bassin méditerranéen (ce qui nous semble confirmé par les données pluviométriques et les résultats de mesures que nous avons effectuées dans le canal de Corse et la mer Ligure, avec des salinités de surface de respectivement $38,387^\circ/\text{‰}$ et $38,308^\circ/\text{‰}$ en Novembre 1981 et Mars 1982.

II. CONCLUSION

Les anomalies hydrologiques, fortes salinités et approfondissement de la thermocline, observées durant l'année 1981 peuvent être dues uniquement au déficit des précipitations dans la région et dans les régions environnantes du bassin nord-méditerranéen. Cette situation anormale ayant entraîné des densités plus importantes qu'habituellement pour les eaux superficielles; ceci devrait avoir provoqué au large la formation d'eau profonde, malgré la clémence des hivers. Si ce phénomène a eu réellement lieu, il confirme le caractère exceptionnel de cette année.

III. BIBLIOGRAPHIE

- BETHOUX (N), 1975. - Evaluation du contenu thermique de la Méditerranée et de ses variations saisonnières. Thèse 3e cycle, Université Paris VI.
- BETHOUX (N.), ETIENNE (M.), IBANEZ (F.), RAPAIRE (J-L.), 1980.
- Spécificités hydrologiques des zones littorales. Analyse chronologique par la méthode CENSUS II et estimation des échanges océan-atmosphère appliquées à la baie de Villefranche sur Mer. Ann. de l'Inst. Océanogr. 56, 2, pp. 81-95
- LACOMBE (H.), TCHERNIA (P.), 1972. - Caractères hydrologiques et circulation des eaux en Méditerranée. Extrait de "The Mediterranean Sea" by Dowden, Hutchinson et Ross, Inc. Stroudsbury, Pa.

RICHARD (J.), OXNER (M.), SIRVENT (L.), 1923 - Observations méthodiques de température et de salinité à diverses profondeurs au large de Monaco, de décembre 1907 à mars 1914. Bull. de l'Inst. Océanogr. n° 436.

VERNET (J.), 1952 - Quarante ans d'observations météorologiques à Monaco. Bull. de l'Inst. Océanogr., n° 1003, pp. 1-27

REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont à toute l'équipe du Laboratoire de Microbiologie et d'Etudes des Pollutions Marines qui a effectué les sorties en mer et les mesures de température et salinité, ainsi qu'à l'équipage du RAMOGE.