

Les apports d'eau douce en mer de Monaco

M. BOISSON*, L. PRIEUR** et J.-L. RAPAIRE*

*Centre Scientifique de Monaco (Monaco)

**Laboratoire de Physique et Chimie Marines, Villefranche-sur-Mer (France)

L'hydrologie côtière est, devant Monaco, en grande partie régie par le courant Ligure. Les eaux superficielles sont poussées vers la côte par ce courant. L'eau douce, principal vecteur des polluants, se mélange avec ces eaux de surface et est ainsi maintenue près des côtes (ASTRALDI M. et all. 1988). Déjà GOSTAN (1967) signalait une corrélation entre les variations du débit des fleuves voisins de Monaco et les changements de salinité de surface. BONG (1983) attribue l'observation d'une dessalure devant Nice au passage des eaux de l'Arno dont l'embouchure est à plus de 100 Km. Nous nous proposons, en comparant les variations de débit de la Roya aux changements de salinité dans la baie, de déterminer le temps de transit et la zone d'extension de l'eau apportée par la Roya en baie de Monaco.

La salinité a été mesurée au cours de deux périodes. La première de 1976 à 1978 où la salinité de surface a été mesurée toutes les semaines dans la baie à 27 stations réparties suivant un quadrillage régulier et au large, à une station située à 6,5 milles servant de témoin. La deuxième entre 1978 et 1983 où la salinité de la colonne d'eau a été mesurée bimensuellement aux immersions standard, à trois des 27 stations précédentes et au témoin jusqu'au bas de la couche euphotique. Le débit de la Roya a été relevé quotidiennement à Breil/Roya. Ce débit est significativement corrélé à la pluviométrie du bassin Ligure.

Résultats: L'apport d'eau douce à l'eau de mer de la baie a été estimé en comparant les salinités de surface à celle du témoin. En moyenne il peut être représenté par une lame virtuelle d'eau douce, non mélangée à l'eau sous-jacente, d'épaisseur $e_1 = 11 \text{ mm}$ pendant la première période. Durant la deuxième période cette lame est deux fois moins épaisse d'où un rapport $e_1/e_2 = 2$, alors que celui du débit de la Roya pour ces deux mêmes périodes est $R_1/R_2 = 1,6$.

Le débit de la Roya et les salinités sont corrélés. Le maximum de corrélation s'obtient en décalant le débit de la Roya de deux jours pendant la première période et de quatre jours pendant la deuxième période (tableau). Pour cette dernière période les corrélations et les pentes des droites de régression sont systématiquement plus élevées. Les différences de pente sont significatives et plus importantes au large qu'à la côte.

Le débit d'eau douce passant devant Monaco est proportionnel à celui de la Roya et est égal à "e.b.v" avec e épaisseur de la lame d'eau douce, b la largeur de la bande de propagation de l'eau douce vers le large, v la vitesse du courant. Si R est le débit de la Roya, T le temps de transit entre la Roya et la baie de Monaco, ϵ le temps de parcours entre le point de mesure du débit de la Roya et son embouchure, on constate, en comparant les deux périodes auxquelles on affecte respectivement les indices 1 et 2:

$$(e_1 b_1 v_1) / (e_2 b_2 v_2) = R_1 / R_2 \text{ et } v_1 / v_2 = (T_1 + \Delta T) / T_1 \text{ avec } T_2 - T_1 = \Delta T$$

selon les observations $e_1/e_2 = 2$, $R_1/R_2 = 1,6$ $\Delta T = 2$ jours

Si $\epsilon = 0$ et $T_1 = 2$ on a:

$$b_1/b_2 = 1/2, T_2 = 4 \text{ jours, } v_1 = 9,2 \text{ cm/s et } v_2 = 4,6 \text{ cm/s.}$$

D'une manière plus réaliste, avec $\epsilon = 1$ on trouve $T_1 = 1$ jour, $T_2 = 3$ jours, $b_1/b_2 = 1/3,75$ $v_1 = 18,5 \text{ cm/s}$ et $v_2 = 6,17 \text{ cm/s}$. v_2 est ainsi à 3% près la vitesse de la composante parallèle au rivage du courant mesuré à -20 mètres sur le plateau continental de Monaco (ASTRALDI M. et all. 1988).

En admettant un temps de parcours ϵ de l'ordre d'un jour, il apparaît que pendant la deuxième période les eaux douces se sont étalées environ quatre fois plus vers le large que pendant la première période ($b_1/b_2 = 3,75$) alors que pendant la première période le débit de la rivière était 60% plus fort, et la vitesse du courant trois fois plus grande. Or cette deuxième période se caractérise par une sécheresse (BETHOUX N. et all 1983) qui conduit à un flux plus faible du courant Ligure (PRIEUR L. et all. 1983). On conclut, en admettant que la sécheresse soit une conséquence de conditions météorologiques clémentes, que l'eau douce déversée à la côte se détecte d'autant plus loin et d'autant plus longtemps que l'on se trouve en période de beau temps.

PERIODES	1976-1978				1978-1983				COEFFICIENT DE CORRELATION
	1	2	3	4	1	2	3	4	
STATIONS	1	2	3	4	1	2	3	4	DE -3 A -.5
0		□	□	□	□	□	□	□	.30 * .35
2		□	□	□		□	□	□	.35 * .40
4		□	□	□	□	□	□	□	.40 □ .45
6			□	□		□	□	□	.45 □ .50
8				□	□	□	□	□	.50 □
10					□	□	□	□	
12					□	□	□	□	STATION DU LARGE: 1
14					□	□	□	□	STATIONS DE LA BAIE:
16					□	□	□	□	A L'EST 2
18					□	□	□	□	AU CENTRE 3 A L'OUEST 4
20					□	□	□	□	
22					□	□	□	□	

BIBLIOGRAPHIE

- ASTRALDI M - BOISSON M - GASPARINI GP - RAPAIRE JL - 1988. La dynamique des courants devant Monaco. Rapp. Comm. Int. Mer Médit. 31,2 p.198
- PRIEUR L - BETHOUX JP - BONG JH - TAILLEZ D -1983. Particularités hydrologiques et formation d'eau profonde dans le bassin Liguro-Provençal. Rapp. Comm. Int. Mer Médit. 28,2 p. 51-53.
- BETHOUX N - BOISSON M - RAPAIRE JL - VAISSIERE R - 1983. Anomalies de salinité observées en 1981-1982 dans la baie de Monaco. Rapp. Comm. Int. Mer Médit. 28,2 p. 163-168.
- BONG JH - 1983. Contribution à l'étude du courant Ligure et de sa variabilité spatio-temporelle à moyennes échelles. Thèse 3ème cycle Univ. Paris VI 83 p.
- GOSTAN - 1967. Remarques sur les minimums de salinités observés dans les eaux littorales du golfe de Gènes. Cah. Océanogr. COEC. 19, 6 ; pp. 469-476