

# Mesure des propriétés optiques de l'eau de mer — Relations avec l'hydrologie et l'activité biologique

par

FRANÇOIS NYFFELER et LOUIS PRIEUR

Laboratoire d'Océanographie physique, Villefranche-sur-Mer (France)

## Introduction

Une étude systématique des propriétés optiques de l'eau de mer a été entreprise dans le bassin Liguro-Provençal, plus particulièrement sur la coupe Villefranche-sur-Mer-Calvi. Cette radiale, exécutée mensuellement, comporte 9 stations distantes de 10 milles, les points extrêmes de la coupe étant situés à 5 milles de la côte de part et d'autre du bassin.

Outre l'hydrologie classique entre 0 et 250 m, chaque station comporte une mesure de la pénétration de la lumière du jour à l'aide d'un quanta-mètre, la détermination d'un profil de « turbidité » à l'aide d'un diffusiomètre intégrateur fonctionnant *in situ*, ainsi que des pêches planctoniques.

Nous nous bornerons à commenter ici, à titre d'exemple, trois coupes mettant en évidence les relations entre la situation hydrologique, les propriétés optiques et les phénomènes biologiques. Une interprétation de l'ensemble des résultats obtenus au cours d'un cycle annuel complet fera l'objet d'une publication ultérieure.

## Appareillage

Le quanta-mètre utilisé (\*) permet une mesure rapide de l'éclairement photonique pour des longueurs d'onde comprises entre 350 nm et 700 nm. On en déduit d'une part, à chaque profondeur le pourcentage d'énergie résiduelle relativement à l'énergie en surface, et d'autre part, le coefficient de transmission par 10 mètres : défini par :

$$T_{10} = R^{10/Z_1 - Z_2}$$

$$\text{avec } R = E_{z_1} / E_{z_2}$$

$$E_{z_i} = \text{Energie mesurée à la} \\ \text{profondeur } Z_i$$

Le diffusiomètre intégrateur (2) mesure le coefficient total de diffusion  $b$  ( $m^{-1}$ ), grandeur qui croît en même temps qu'augmente la quantité de particules en suspension dans l'eau de mer. Bien que cet appareil ne permette pas de distinguer les effets dus à des particules d'origines différentes (minérales, organiques vivantes, détritiques), la connaissance des phénomènes biologiques généraux permet une première interprétation des profils  $b = b(z)$ .

\* Le coefficient de transmission par 10 mètres a été choisi de préférence au coefficient de transmission par mètre, également utilisé, les valeurs numériques étant plus parlantes.

Ces deux appareils ont été conçus et réalisés au Laboratoire d'Océanographie Physique de l'Université de Paris.

### Coupe HK 13.69

La situation hydrologique (fig. 1a) fait apparaître la divergence que l'on trouve de façon quasi permanente au centre de la coupe (St 169). Cette situation est caractéristique du début de l'hiver, au cours duquel la stabilité de la stratification des eaux ira en s'affaiblissant, par suite du refroidissement et de l'évaporation. L'origine atlantique des eaux superficielles ( $S < 38.00$ ,  $T < 14^{\circ}70$ ) est plus marquée sur la côte Corse (PR) que sur le littoral provençal (CF).

Sur la fig. 1b sont portés les résultats relatifs à la pénétration de la lumière du jour. On constate la présence de part et d'autre de la divergence, de lentilles d'eau claire ( $T_{10} > 0.6$ ). Le niveau auquel ne subsiste que 1 % de l'énergie en surface est toujours compris entre 50 et 70 mètres. Comparées à celles obtenues lors de coupes exécutées en d'autres saisons, les valeurs de  $T_{10}$  dénotent une grande limpidité de l'ensemble du bassin, les eaux les plus turbides se trouvant du côté de la Corse. ( $T_{10} < 0.4$ )

### Coupe HK 03.70

Dans cette structure d'hiver, (fig. 2a) on note la présence d'eaux denses en surface ( $\sigma_t = 29.00$  à  $Z = 10$  m, St 187) et une relative homogénéité du bassin dans les 250 premiers mètres. Bien que cette situation soit habituelle, à la fin de l'hiver, on remarquera que la zone de divergence, que l'on rencontre généralement au voisinage du centre de la coupe, se trouvait nettement plus à la côte provençale lors de l'exécution de cette radiale.

Les isolignes du coefficient total de diffusion  $b$  ( $m^{-1}$ ) font apparaître la présence d'eaux très turbides en surface ( $b > 0.5$ ). En s'appuyant sur des observations antérieures (3), ainsi que sur l'examen des pêches planctoniques, on peut attribuer cette turbidité à l'activité biologique qui, normalement, prend naissance à cette époque de l'année. On notera également une certaine similitude entre l'allure des isolignes de  $S$  et de  $\sigma_t$ , et de celles de  $b$ . En particulier, les zones d'eaux turbides ( $b > 0.5$ ) coïncident avec des zones de faible salinité ( $S < 38.30\text{‰}$ ). Par ailleurs, à la station 187, l'isoligne  $b = 0.10$ , dénotant la présence d'eau limpide, remonte jusqu'à une immersion voisine de celle atteinte par l'isopycne  $\sigma_t = 29.00$  marquant la divergence.

### Coupe HK 06 70

Cette coupe permet de comparer les résultats obtenus par les deux méthodes optiques.

Les traits marquants de la situation hydrologique (Fig. 3a) sont la stratification bien développée par suite du fort gradient de température, et la présence des eaux légères sur les bords du bassin.

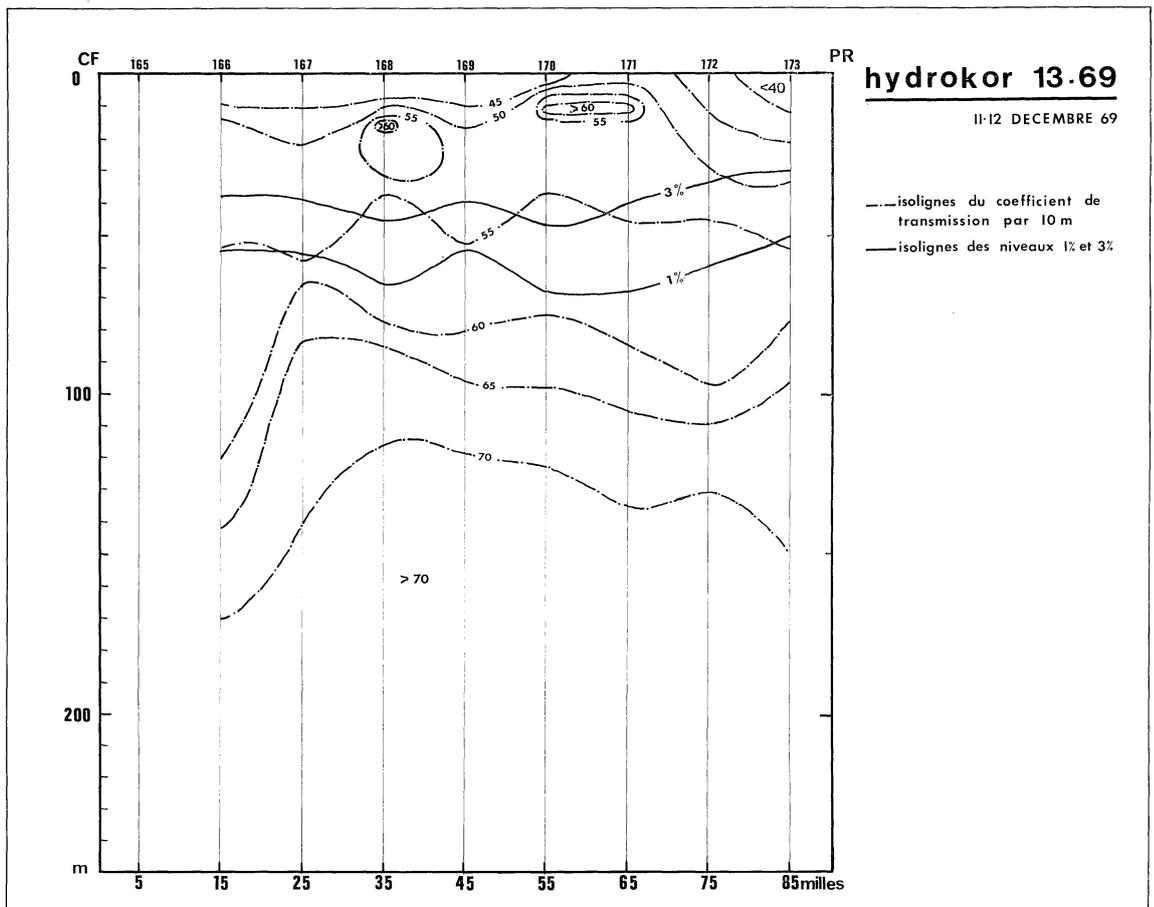
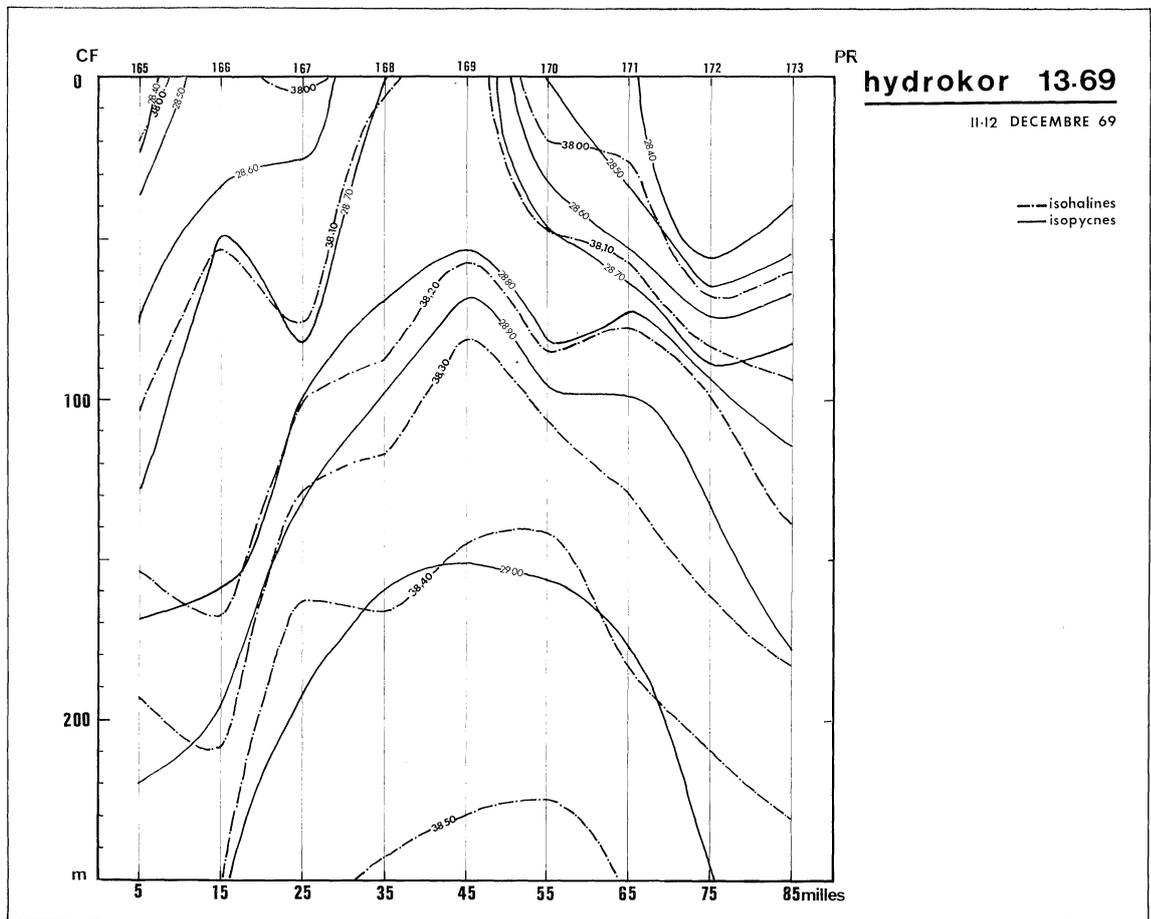
Cette structure se reflète dans les structures relatives aux propriétés optiques. (Fig. 3b et fig. 3c). En ce qui concerne celles-ci, et contrairement à ce que l'on observe au printemps lors du développement planctonique, en été les eaux de surface sont relativement claires, les eaux les plus turbides ( $b > 0.5$ ,  $T_{10} < 0.3$ ) formant une nappe située à une immersion correspondant à la base du gradient de densité, soit pratiquement à la base de la thermocline. Du côté Corse, la veine d'eau atlantique est marquée par un léger accroissement de la turbidité.

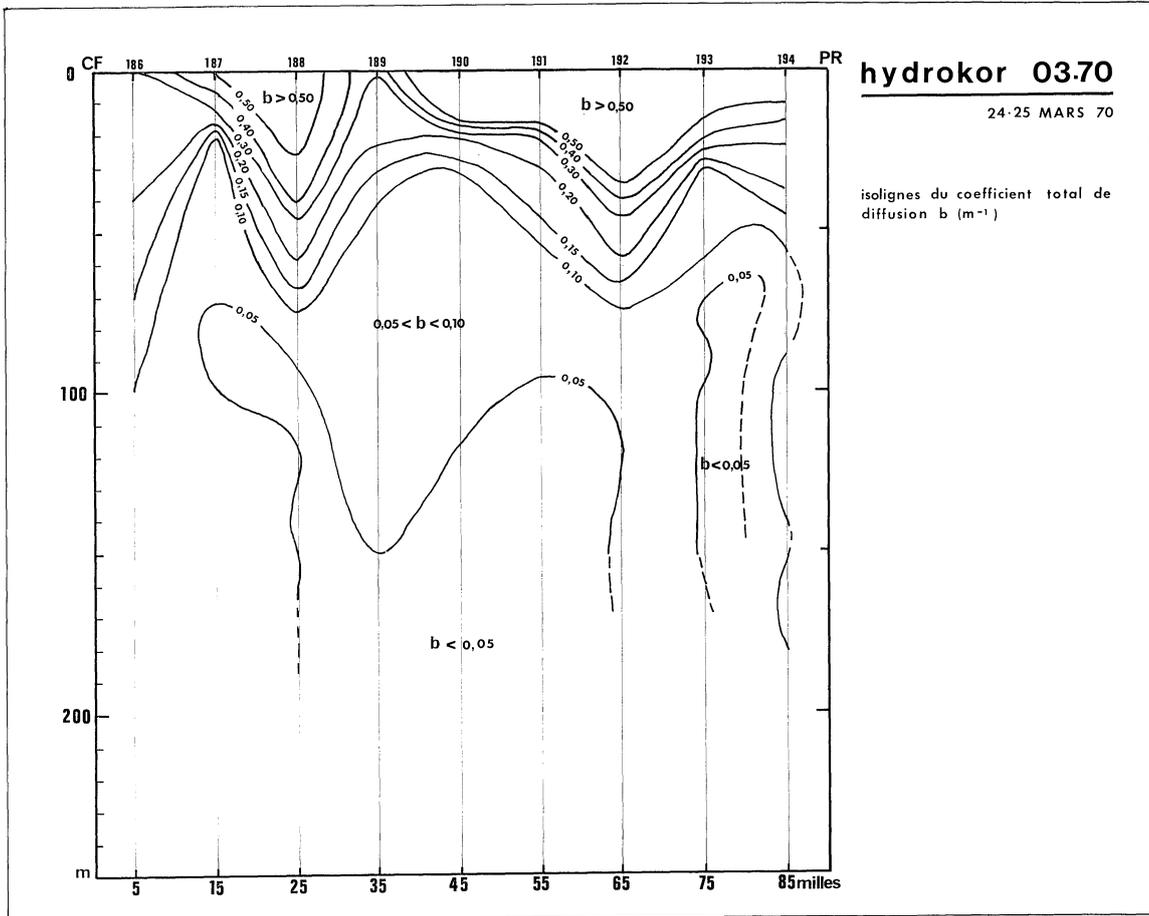
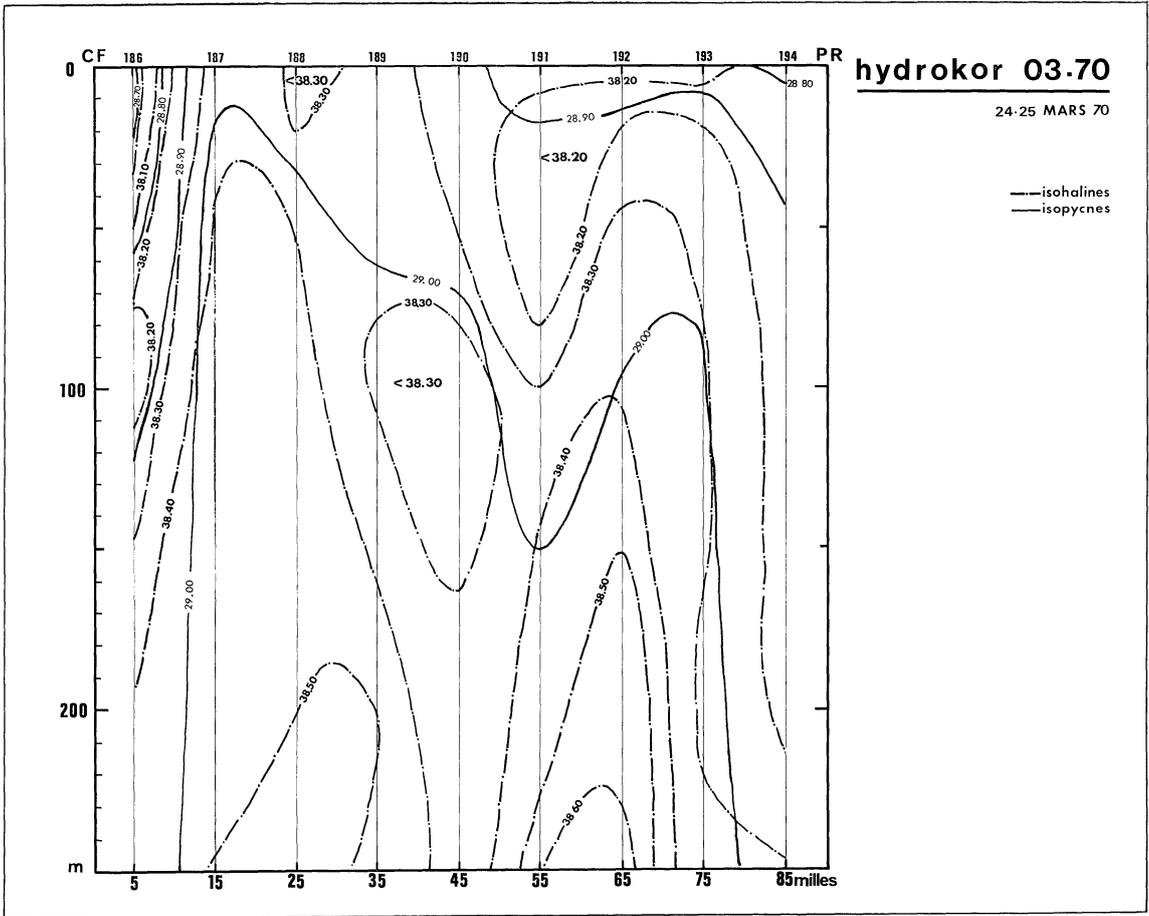
Pour les eaux plus profondes, ( $Z > 100$  m) les valeurs  $T_{10} \geq 0.70$  et  $b \leq 0.05$  restent identiques à celles relevées en d'autres saisons. La forme des isolignes se calque assez bien sur la structure en dôme des eaux intermédiaires, que l'on retrouve pratiquement tout au long de l'année, sauf à la fin de l'hiver (fig. 2a) où cette structure est perturbée par des brassages verticaux plus ou moins intenses.

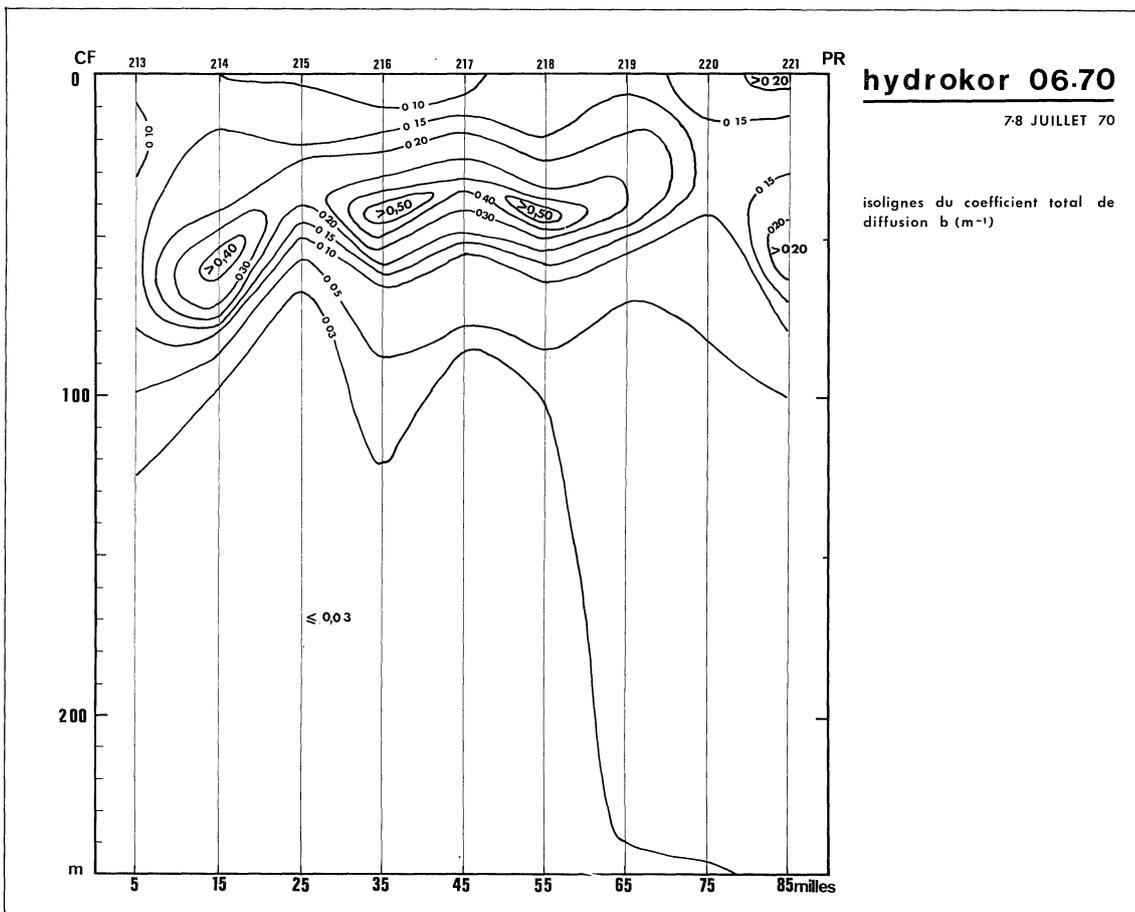
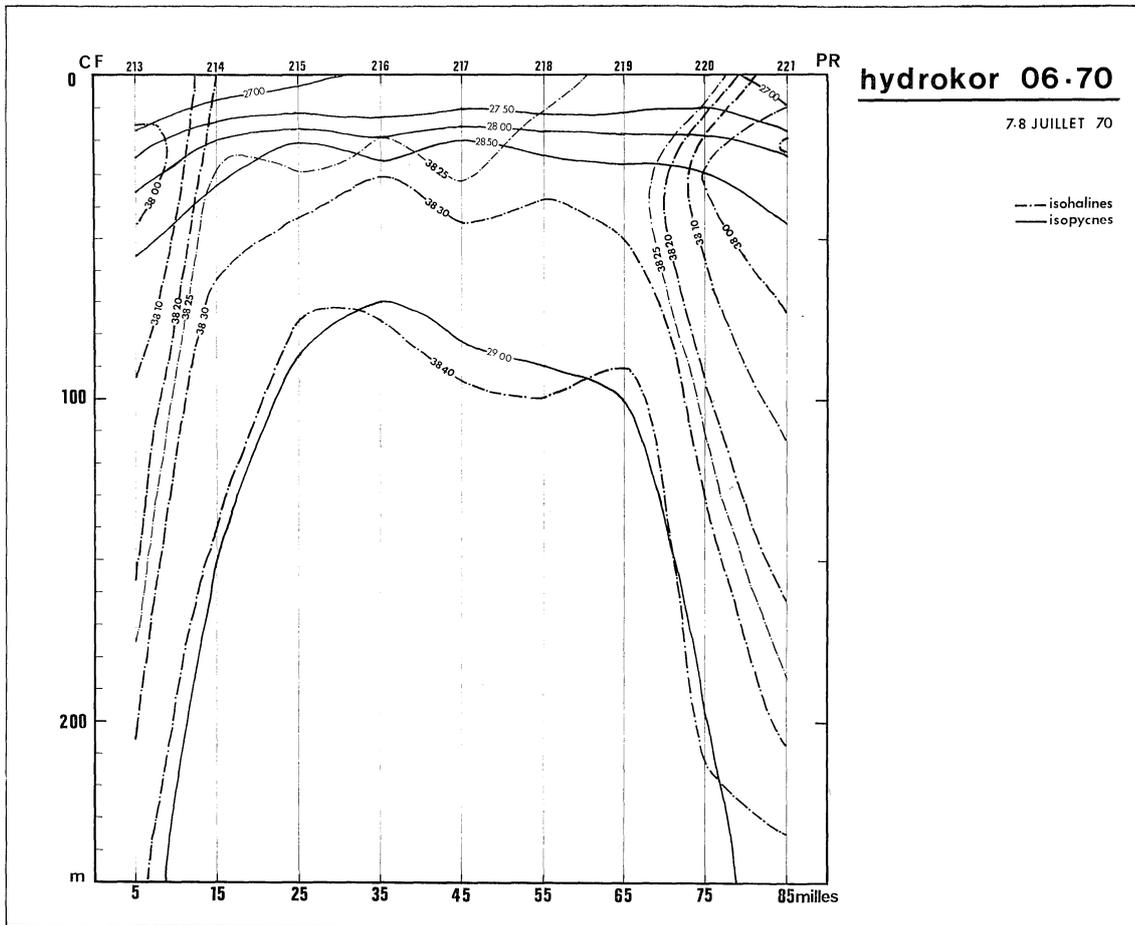
La concordance entre les résultats obtenus par les deux méthodes optiques peut être considérée comme satisfaisante, les différences relevées sur une même coupe étant partiellement liées au fait que le diffusiomètre exécute une mesure « ponctuelle » à une profondeur donnée, alors que le quanta-mètre intègre les effets sur la tranche d'eau séparant deux mesures consécutives.

### Conclusion

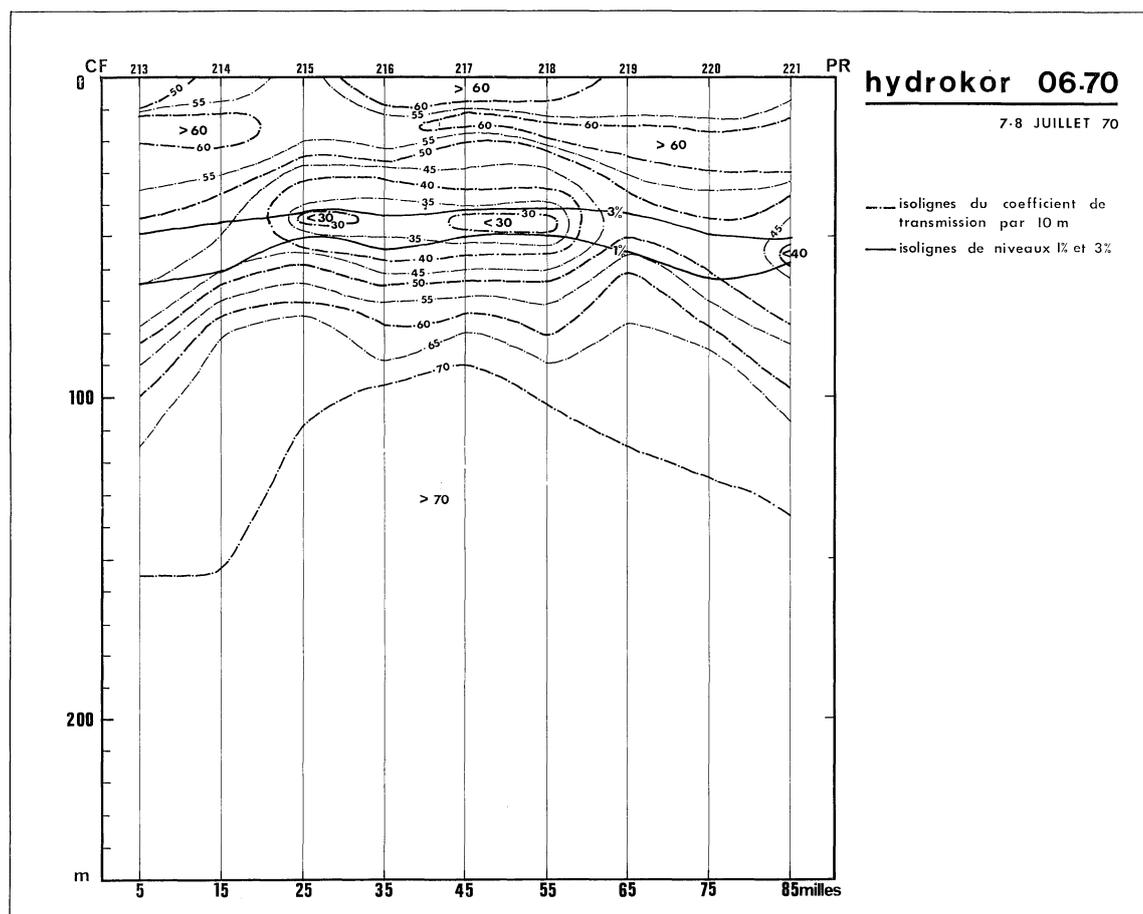
L'intérêt des méthodes présentées ici réside essentiellement dans le fait qu'elles font apparaître des structures liées directement ou indirectement à la structure hydrologique, et qu'elles permettent ainsi







de mieux suivre dans le temps et dans l'espace, l'évolution des phénomènes biologiques. En particulier, la zone centrale de divergence est marquée par la présence d'eaux limpides, les eaux plus turbides étant généralement liées à une activité biologique que rendent possible les conditions hydrologiques et les conditions d'éclairement. Les différentes zones sont aisément visualisées par les deux méthodes.



#### Références bibliographiques

- [1] PRIEUR (L.), 1970. — Photomètre marin mesurant un flux de photons (quantamètre). *Cah. océanogr.*, **12**, 5, pp. 493-501.
- [2] BAUER (D.) & IVANOFF (A.), 1971. — Description d'un diffusiomètre intégrateur. Quelques résultats concernant le coefficient de diffusion optique des eaux de mer. *Cah. océanogr.*, **23**, 9, pp. 827-839.
- [3] GOSTAN (J.), 1968. — Contribution à l'étude hydrologique du bassin Liguro-Provençal entre la Riviera et la Corse. *Thèse Doct. Etat, Fac. Sci., Paris.*