

JOURNEES DE LA THERMO-ECOLOGIE  
CENTRE OCEANOLOGIQUE DE BRETAGNE  
15 - 16 NOVEMBRE 1976

METHODOLOGIE D'ETUDE DE LA MASSE D'EAU  
ASPECTS THEORIQUE ET PRATIQUE

L.A. RÔMAÑA et M. RYCKAERT

Centre Océanologique de Bretagne — Unité Littoral

Résumé :

Le problème de l'échantillonnage des masses d'eau suppose, au préalable, la définition d'un état de référence, de la notion de variation saisonnière et locale.

Ces dernières sont principalement liées aux conditions hydrodynamiques (courants de marée) et aux influences téluriques (apports fluviaux).

-Il sera mentionné, dans une première partie, les cas d'une mer sans marée (PORT-LA-NOUVELLE), d'une mer à marée (sites de la MANCHE) et d'un estuaire (LE BLAYAIS).

Les différentes stratégies d'échantillonnage seront exposées.

-Une mention particulière sera faite à propos des mers à marée : historique des méthodologies utilisées, point de vue Lagrangien et Eulerien, applications pratiques. Dans ce cas, les résultats relatifs aux sites de PALUEL, FLAMANVILLE et GRAVELINES seront présentés. Ceux-ci concerneront les domaines de l'hydrologie et du phyto-plancton.

Les recherches entreprises sur différents sites d'implantation éventuelle de centrales, permettent de caractériser ces zones (marines ou estuariennes) du point de vue biologique.

Ces sites diffèrent par leur emplacement géographique, leurs conditions hydrodynamiques, climatiques, édaphiques, mais tous risquent d'être perturbés par la construction puis la mise en service d'une centrale nucléaire.

Afin de reconnaître l'importance de l'effet de ces centrales sur le milieu vivant, il est nécessaire d'étudier, pendant un certain temps, l'état des écosystèmes présents permettant ainsi de définir ce que l'on appelle : "l'état de référence". Ces études portent sur la physique, la chimie, la biologie et la pollution des eaux.

Cinq sites sont actuellement en cours d'étude : PORT-LA-NOUVELLE (Méditerranée) LE BLAYAIS (estuaire de la Gironde), GRAVELINES, PALUEL et FLAMANVILLE (Manche).

Du point de vue de la masse d'eau, quel a été le choix des paramètres à étudier ? Quelles idées ont conduit au choix de la méthode d'échantillonnage adaptée à ces paramètres ?

- . Nous nous bornerons à indiquer, ici, que ces paramètres sont ceux généralement mesurés en océanographie classique, et qu'ils permettent d'aborder les questions posées.
- . L'utilisation des paramètres synthétiques du type ATP, ETS, enzymes digestives n'a pas été prise en compte lors de ces premières approches, mais il conviendra cependant de les utiliser ultérieurement.
- . Le choix de la stratégie d'échantillonnage fait appel aux notions de variations spatiale et temporelle.
- . A propos des variations locales, il faut rappeler que l'échelle géographique des études, dans le cas des centrales nucléaires, a été généralement limité à la tache thermique.

. D'autre part, l'unité de temps d'échantillonnage étant d'environ 12 heures, les variations d'ordre biologique seront considérées comme négligeables, pendant ce laps de temps.

Ceci exposé, chaque site a ses contraintes d'ordre hydrologique, caractéristiques de l'océanographie côtière. Elles peuvent se traduire soit par la présence de courants de marée importants, soit par la présence d'apports d'eau douce, soit encore par la combinaison des deux.

En France, l'ensemble des études en cours nous a conduit à adopter une stratégie d'échantillonnage propre à chaque site, tout en ayant présent à l'esprit la possibilité de comparer les sites entre eux.

Initialement, nous devions procéder de la façon suivante :

PORT-LA-NOUVELLE :

Les faibles courants permettant de considérer les eaux comme relativement stables du point de vue hydrodynamique, un réseau de stations a donc été établi en tenant compte uniquement de la disposition de la tache thermique.

GRAVELINES et PALUEL :

En plus de la tache thermique, il a fallu tenir compte de courants de marée importants. Le choix des stations d'étude a donc été fait à partir des diverses positions prises par les isothermes de surface, au cours d'un cycle complet de marée.

Comme pour le cas de PORT-LA-NOUVELLE, des radiales ont été dégagées, pour simplifier l'exploitation. Dans ce cas-ci, les points d'observations ont été alignés dans le sens général de la dérive.

LE BLAYAIS :

Il fallait ajouter aux courants de marée les caractéristiques du type estuarien: présence des côtes, apports importants d'eau douce variant au cours de l'année, conditions hydrodynamiques liées à ces apports, présence du bouchon vaseux, etc. Le choix d'un réseau de stations disposées en suivant l'axe de l'estuaire, et limitées en aval et en amont par l'excursion maximale de la tache thermique, nous a semblé le plus approprié.

Ces stations faisaient l'objet de prélèvements au cours d'un cycle de marée.

## I - METHODOLOGIE

Différents tatonnements sur les divers sites ont conduit aux résultats suivants :

- En ce qui concerne PORT-LA-NOUVELLE et LE BLAYAIS, le choix semblait justifié. Des changements de forme furent nécessaires pour LE BLAYAIS, mais le principe de la stratégie fut maintenu.
- Pour la Manche, par contre, l'évolution perpétuelle des masses d'eau, immobiles seulement pendant de courts laps de temps, compliquait grandement la tâche des chercheurs. Il arrivait parfois de prélever deux fois la même masse d'eau à des stations différentes.

Afin de remédier à ces difficultés, une nouvelle stratégie d'échantillonnage a été proposée, qui tenait compte des déplacements des masses d'eau, et dont le principe est le suivant :

En faisant appel à la terminologie de la mécanique des fluides, le principe porte, en fait, sur l'étude simultanée du déplacement d'une masse d'eau (point de vue lagrangien) et du suivi d'un point fixe (point de vue eulérien).  
Trois stations, incluant le point fixe, placées sur une radiale côte-large effectuée soit par étale de basse-mer, soit par étale de pleine mer de courant, permettent d'extrapoler les résultats sur la région proche de la centrale.

Le site idéal pour l'application de cette méthode implique la présence d'une côte rectiligne et de courants de marée parallèles à la côte, conditions réalisées à PALUEL.

Les sites de GRAVELINES et de FLAMANVILLE ayant des caractéristiques hydrodynamiques plus complexes, seul le point de vue eulérien y a été retenu.

La méthodologie expérimentée à PALUEL a été mise en pratique selon le diagramme de la figure 1. :

- . Etale : 1 radiale en face du site
  - point côtier à 0,5 mille de la côte
  - point moyen à 1,5 mille de la côte
  - point large à 2,5 milles de la côte
  - bouée lâchée pendant les prélèvements au point côtier (point fixe)

- . après radiale, prélèvements à l'endroit où se trouve la drogue,
- . retour sur le point fixe et prélèvements,
- . radiale au niveau de la fin de course de la drogue (mêmes distances de la côte que première radiale),
- . prélèvements au point fixe,
- . 1 station où se trouve la drogue,
- . prélèvements au point fixe,
- . sur le chemin du retour (ou de l'aller) une station hors tache thermique du futur rejet.

La méthodologie expérimentée (et actuellement employée) sur les sites de GRAVELINES et de FLAMANVILLE est la suivante :

- . prélèvements sur une radiale en face du site (3 stations) aux renverses de courants,
- . prélèvements en un point fixe (point médian de la radiale) toutes les 2 ou 3 heures pendant un cycle de marée,
- . prélèvements à l'embouchure du fleuve côtier proche du site (Aa, à GRAVELINES),
- . station hors tache thermique.

## II - RESULTATS

La méthodologie d'échantillonnage précédemment décrite a été expérimentée sur les sites de GRAVELINES et de PALUEL, en décembre 1975. La reconduction du programme écologique de ces deux sites est maintenant basée sur cette stratégie, ainsi que le programme du site de FLAMANVILLE, qui a commencé en juillet 1976.

Les résultats présentés correspondent à la campagne du 15/12/76 à GRAVELINES, aux campagnes PALUEL de décembre 75, février et septembre 76, et aux 3 premières campagnes de FLAMANVILLE (juillet, août et septembre 1976). Ces résultats seront abordés selon le plan suivant :

- prélèvements sur le trajet de la bouée dérivante,

- variations de quelques paramètres sur un cycle de marée ("intracampagnes")
- évolution de ces paramètres dans le temps ("intercampagnes").

### 1. Bouée dérivante :

Les courants régnants sur FLAMANVILLE (forts) et sur GRAVELINES (perturbations apportées par la digue), nous ont conduits à choisir le site de PALUEL pour l'expérimentation de prélèvements effectués sur le trajet d'une bouée dérivante.

Lors de la première campagne d'essais, la bouée n'a pas été retrouvée au moment de l'étale de pleine mer.

Lors de la deuxième campagne, un petit bateau suivait la bouée et permettait un repérage radar (et visuel) plus aisé. De cette manipulation, deux faits ressortent essentiellement :

- d'une part : la lourdeur de cette méthodologie (nécessité d'un deuxième bateau),
- d'autre part : les résultats des mesures correspondant au trajet de la bouée dérivante montrent que, dans les limites de temps d'un cycle de marée, une même masse d'eau (en admettant que la bouée ait bien suivi la même masse d'eau) semble subir peu de variation, par comparaison avec celles enregistrées en un point fixe.

Si tel est le cas, l'étude d'un point fixe devrait faire ressortir la symétrie des valeurs des paramètres autour de l'une et l'autre des étales (ou renverse) de courant.

### 2. Variations sur un cycle de marée ("intracampagnes")

Deux exemples seront pris au niveau de trois sites :

#### GRAVELINES :

Les résultats relatifs à quelques paramètres sont les suivants (fig. 2)

- variations verticales (au point fixe) : à un maximum de température en début de flot, correspondent un minimum de salinité et un maximum de chlorophylle. Les variations du nombre de cellules de phytoplancton semblent plus aléatoires.

Un second réchauffement de l'eau (moins important) est observé en fin de flot, accompagné d'une élévation de la salinité.

- variations horizontales : les valeurs représentent la moyenne des mesures effectuées sur la colonne d'eau. La symétrie des valeurs, de part et d'autre de l'étale (de flot), telle que les laissent supposer les résultats de la bouée dérivante, semble se vérifier ici.

#### PALUEL : (fig. 3)

La symétrie des valeurs, par rapport aux étales, est nettement apparente, aussi bien sur coupes verticales que sur coupes horizontales, excepté pour le phytoplancton, qui présente la particularité d'être plus abondant en fin de flot, avant la première mer et en début de flot suivant (cycle nyctéméral). Cette variation pourra peut-être s'expliquer après le dépouillement complet de cette campagne et des suivantes.

Contrairement à GRAVELINES, la dessalure s'observe à l'étale de flot, fait déjà constaté en décembre 75 et en février 76. On peut donc supposer que l'étude des résultats sur plusieurs campagnes permettra de préciser le rôle du cycle de marée dans les variations temporelles des paramètres.

### 3. Variations mensuelles ("intercampagnes").

De cette façon, l'évolution dans le temps de 3 paramètres a été suivie lors des trois premières campagnes de FLAMANVILLE (juillet, août et septembre).

#### TEMPERATURE : (fig. 4)

On note une certaine homogénéisation des valeurs sur la colonne d'eau, particulièrement à la renverse de flot. Les plus fortes températures s'observent en début de jusant, puis à la renverse de jusant en surface.

Les variations horizontales moyennes sur la colonne d'eau suivent le même schéma de répartition pour les 3 campagnes.

À la première radiale (renverse de flot) les valeurs suivent un gradient côte-large (homogénéisation verticale) et un gradient surface-fond, à la 2ème radiale (homogénéisation horizontale). Cela devrait pouvoir s'expliquer par l'hydrodynamique et demande à être vérifié lors des prochaines campagnes.

SALINITE (fig. 5)

La reproductibilité des variations de la salinité dans le temps est plus apparente que pour la température. L'homogénéisation verticale est générale. Une desalure apparaît à la renverse de jusant. La radiale de la renverse de flot présente un gradient de valeurs plus important que celle de jusant.

D'autre part, l'amplitude des variations enregistrées lors d'un cycle de marée est aussi importante que l'amplitude des variations observées d'une campagne à l'autre :

Mois	Valeur minimale	Valeur maximale	$\Delta S \text{ ‰}$
juillet	35,050	35,140	0,090
août	35,015	35,108	0,093
septembre	34,959	35,126	0,167
$\Delta S \text{ ‰}$	0,091	0,032	

PHYTOPLANCTON : (nombre de cellules par cc) (fig. 6)

L'homogénéisation verticale des valeurs se retrouve pour les trois campagnes (campagne 2 "incomplète") et un maximum correspond à la renverse de flot, également observé au niveau des variations horizontales. Les valeurs paraissent se répartir symétriquement de part et d'autre de l'étale de flot.

III - CONCLUSION

Ces résultats fragmentaires montrent que la méthodologie employée permet de suivre les variations d'une grande partie des paramètres hydrologiques, par rapport aux variations d'un cycle de marée. Cependant, une connaissance des conditions hydrodynamiques et climatiques correspondant à chaque campagne, est indispensable.





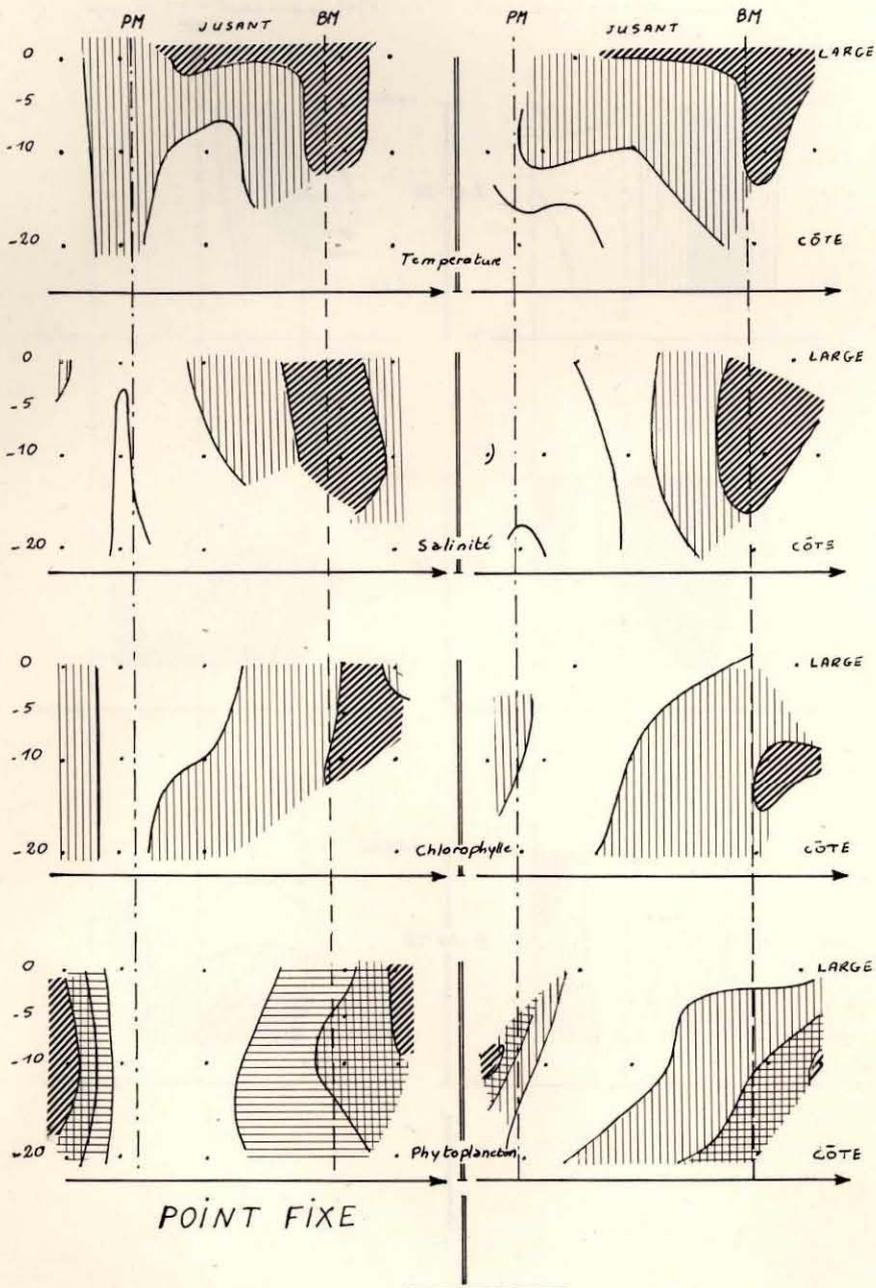
Fig. 3 PALUEL - 7-09-76

Fig. 4

FLAMANVILLE - Températures -

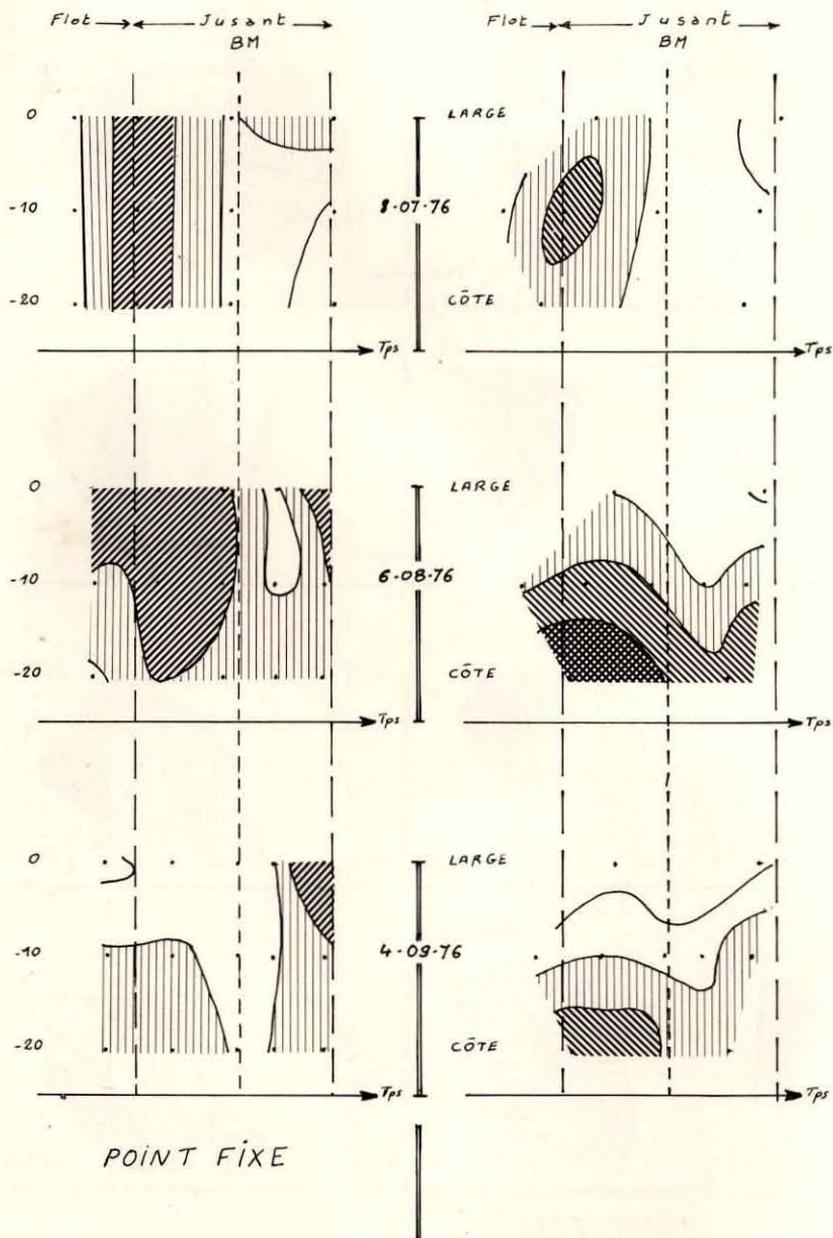


Fig. 5

FLAMANVILLE · Salinités

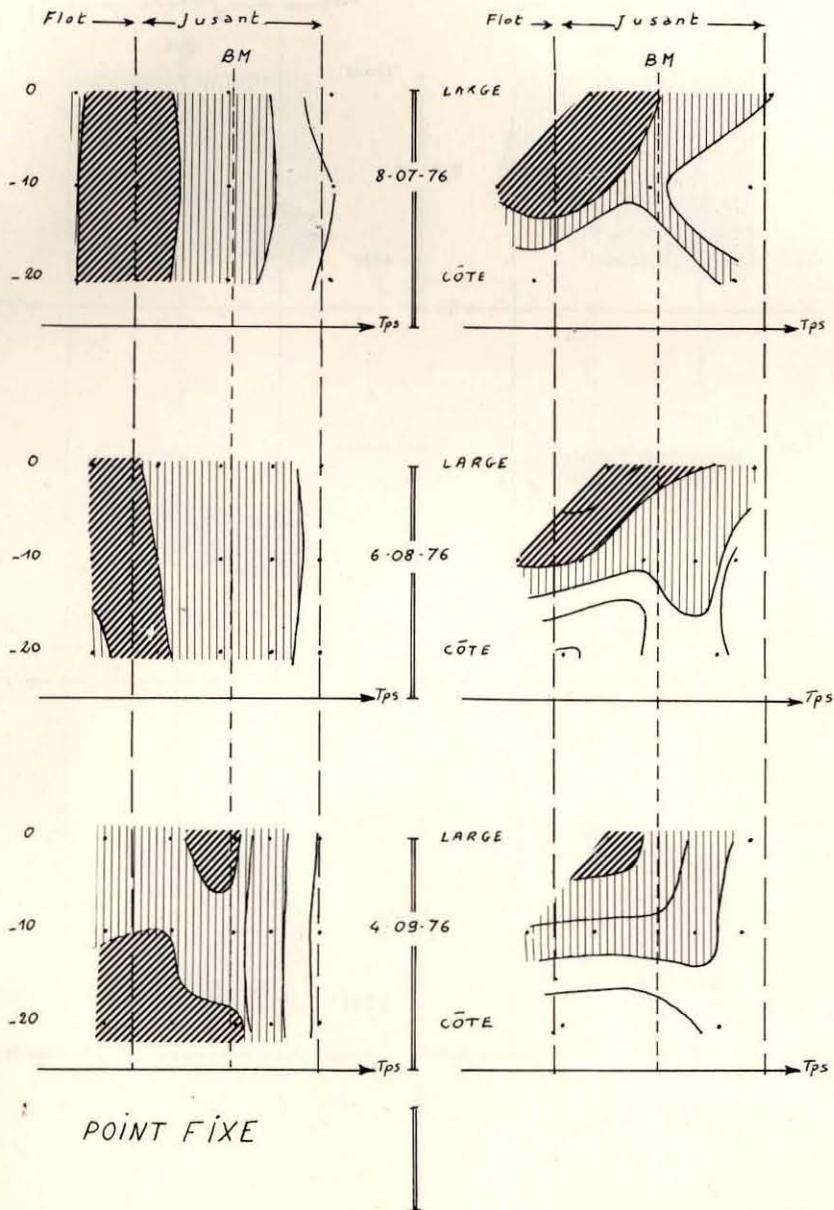


Fig. 6 FLAMANVILLE - Phytoplancton

