

Évolution des populations planctoniques animales en Manche et au sud de la Mer du Nord

Zooplankton littoral
Climatologie
Morphologie côtière
Courants de marée
Effluents thermiques

Littoral zooplankton
Climatology
Coastal configuration
Tidal currents
Thermal effluents

Geneviève Le Fèvre-Lehoërff^a, Hubert Grosse^b, Annick Derrien^a

^a Centre National pour l'Exploitation des Océans (CNEXO), Centre Océanologique de Bretagne, BP 337, 29273 Brest cedex, France.

^b Station Marine de Wimereux, 28, avenue Foch, 62930 Wimereux, France.

RÉSUMÉ

L'écosystème pélagique (physique, chimie, plancton) a fait l'objet d'études selon des séries chronologiques. La simultanéité des séries sur plusieurs sites a mis en évidence des variations spatiales. Les différences interannuelles des abondances d'espèces zooplanktoniques ont été reliées aux événements climatiques majeurs (débit des fleuves, températures extrêmes). De plus, une meilleure compréhension des différences entre sites proches a été obtenue en tenant compte des caractéristiques propres du site : morphologie côtière, intensité des courants et stabilité des eaux.

Oceanol. Acta, 1983. Actes 17^e Symposium Européen de Biologie Marine, Brest, 27 septembre-1^{er} octobre 1982, 131-135.

ABSTRACT

Quantitative and qualitative variations of zooplankton species off the French coast, Eastern English Channel and Southern North Sea. Relations with climatic events and local characteristics

Observations have been made on time variation in the physical, chemical and biological characteristics of the pelagic ecosystem. Simultaneous studies in different places also shows evidence for space variations. Differences between years in zooplankton species abundance are linked to principal climatic events (flow of large rivers, extreme temperatures). A better understanding of differences in zooplankton between nearby places has been obtained by taking into account the coastal configuration currents systems and water stability.

Oceanol. Acta, 1983. Proceedings 17th European Marine Biology Symposium, Brest, France, 27 September-1 October, 1982, 131-135.

INTRODUCTION

Dans les zones très côtières, les changements observés dans la composition spécifique et les abondances des populations planctoniques résultent de l'interaction entre les causes naturelles de variations et les causes en relation avec les aménagements divers entraînant une pollution ou un déséquilibre dans l'écosystème. Il est prévu sur le littoral de la Manche (fig. 1), quatre centrales nucléaires de forte puissance qui utiliseront l'eau de mer comme système de refroidissement (Δt 11 °C à 15 °C pour un débit de 40 à 240 m³/s). Les conséquences

de tels aménagements sur le milieu pélagique côtier ne peuvent être estimées que si on en distingue les effets (transit, chocs thermiques et chlorés) des variations naturelles. L'état d'avancement des études scientifiques et la connaissance du milieu diffèrent selon les sites.

Des séries chronologiques sont actuellement disponibles pour Gravelines et Paluel depuis 1975. Gravelines, première centrale littorale construite, a été mise en service en 1980 avec augmentation progressive vers la puissance maximale prévue de 5 400 MW. Paluel sera fonctionnelle en 1983, Flamanville en 1985 et Penly en 1987. Aussi, pour la période 1974-1981 les 226 mis-

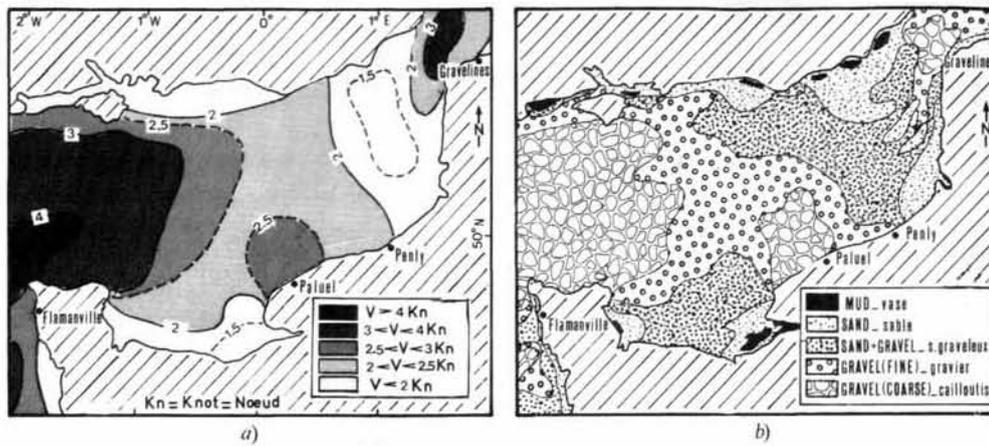


Figure 1

a) Cartes des vitesses maximales de courants en Manche orientale : b) distribution des sédiments de la Manche orientale [d'après les cartes du CNEXO (LCHF et EPSHOM) Gravelines, Penly, Paluel et Flamanville]. Sites d'implantation de centrales nucléaires sur le littoral français de la Manche.

a) *Maximum velocity of tidal currents in the Eastern English Channel ; b) map of the sediments of the Channel Gravelines, Penly, Paluel, Flamanville : sites of nuclear power plants along the French coast of the Channel.*

sions menées sur les zones côtières de la Manche ont apporté plusieurs types d'information :

- les données recueillies avant fonctionnement des centrales sont disponibles pour la période 1974-1980 à Gravelines, 1975-1982 à Paluel, 1976-1978 à Flamanville, 1978-1980 à Penly, ce qui permet de caractériser chaque site et les principaux événements climatiques pendant cette période ;
- les observations effectuées à Gravelines depuis 1980 sont destinées à estimer l'impact des rejets sur l'environnement.

MÉTHODES

Chaque mission comporte l'étude de l'ensemble du milieu pélagique : physique, chimie, microbiologie, phytoplancton et zooplancton, selon une stratégie commune de prélèvements (points, instants de la marée, haute et basse mer). Des modèles mathématiques et physiques et des mesures de courants effectués par le Laboratoire National d'Hydraulique (L.N.H.) fournissent les bases pour la sélection des zones à prospecter. Devant chaque site l'étude porte sur deux secteurs principaux, le premier sous l'influence des rejets et le second, zone de référence initiale. Le zooplancton est prélevé à l'aide du filet WP₂ à vide de maille 200 µm (UNESCO, 1968) muni d'un débit-mètre Tsurumi. Les résultats sont exprimés en nombre d'individus ou en poids sec par unité de surface (m²) ou par unité de volume (m³). Les récoltes se font habituellement par traits verticaux, ce qui fournit une estimation de l'abondance sur la colonne d'eau connue. Un complément d'informations est apporté dans le cas des eaux stratifiées (par dessalures ou échauffement) par un échantillonnage du niveau superficiel, au moyen d'un trait horizontal.

De plus, un filet WP₂ modifié à faible maillage (80 µm) permet de récolter les jeunes stades de certaines espèces de copépodes pour l'étude de leur reproduction et leur croissance. Les récoltes sont soit filtrées et congelées à bord puis séchées et pesées pour la mesure de la biomasse totale, soit fixées au formol (5 %) pour la détermination des espèces ou groupes zooplanctoniques.

RÉSULTATS

Ils concernent essentiellement les séries obtenues en conditions non perturbées, et dans une moindre mesure les observations faites au moment de la mise en service de Gravelines.

Séries en conditions non perturbées. Période 1974-1980

Chronologie

La période d'étude est trop restreinte pour déceler une évolution générale qui s'inscrirait dans les variations à long terme équivalentes à celles décrites, par exemple, dans le cycle de Russel (Russel *et al.*, 1971 ; Cushing, Dickson, 1976). Les séries chronologiques qui sont décrites ici ont permis de caractériser un cycle moyen annuel ou saisonnier, mais aussi d'analyser les différences interannuelles en les reliant aux événements météorologiques les plus remarquables. Sur l'ensemble de la Manche des constantes apparaissent : c'est tout d'abord une diversité spécifique faible ; une quinzaine d'espèces (principalement copépodes, appendiculaires, chaetognates, cnidaires, larves d'annélides et de crustacés) rendent compte de la biomasse zooplanctonique, forte surtout en Manche orientale. On peut constater sur chaque site la bonne reproductibilité des variations d'abondances des espèces. Le méroplancton et certaines

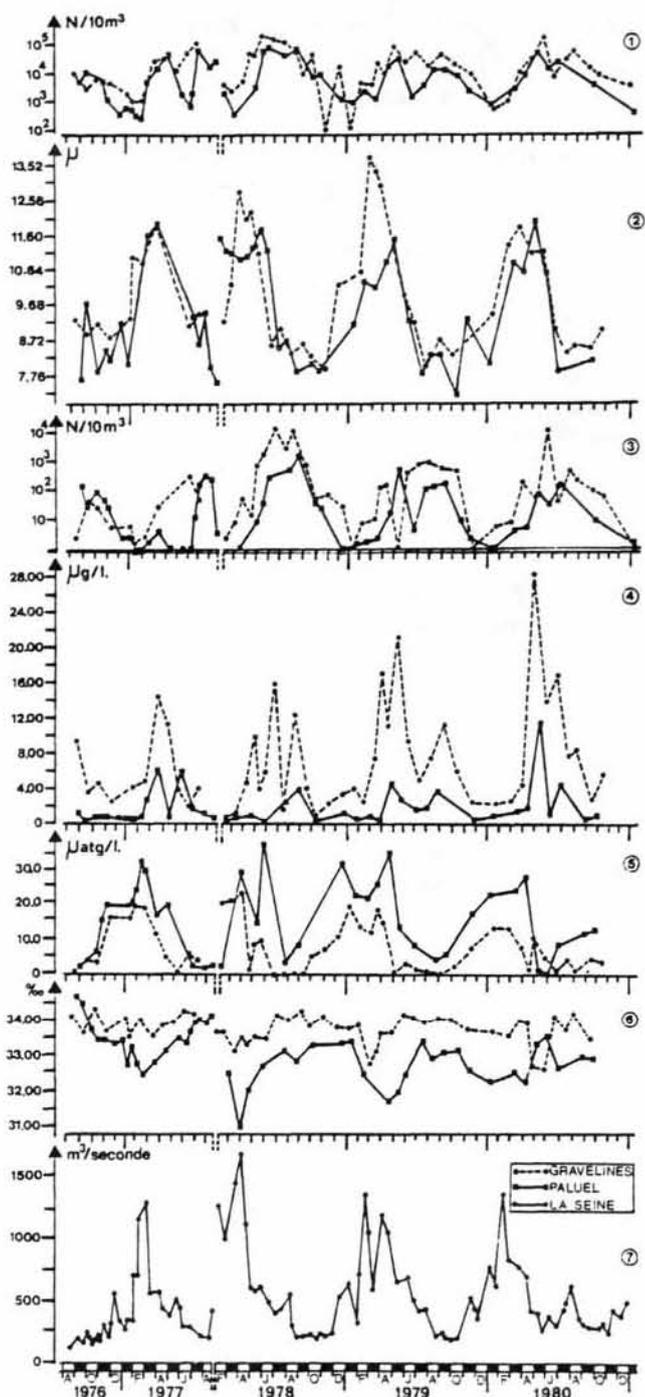


Figure 3

Comparaison des sites de Gravelines et Paluel. Variations quantitatives de : 1) zooplancton total ; 2) longueur des cephalothorax de *Centropages hamatus* ; 3) abondance de *Centropages hamatus* ; 4) quantité de chlorophylle *a* ; 5) nitrates ; 6) salinité ; 7) débit de la Seine.

Comparison of the sites of Gravelines and Paluel. Quantitative variations of : 1) total zooplankton ; 2) length of cephalothorax of *Centropages hamatus* ; 3) abundance of *Centropages hamatus* ; 4) chlorophyll *a* ; 5) nitrates ; 6) salinity ; 7) flow of River Seine.

zone affectée ne s'expliquent pas seulement par les écoulements des petites rivières, mais par l'arrivée des eaux de grands fleuves : la Seine (fig. 3.7) peut s'étendre vers Paluel, tandis que l'Escaut pourrait affecter Gravelines par extension des eaux vers le sud de la Mer du Nord sous l'effet des vents de Nord-Est (Grossel, 1982).

Structures spatiales en Manche orientale

Les événements climatiques majeurs, qu'ils soient périodiques (saisons) ou accidentels (été chaud 1976), n'ont pas les mêmes effets selon les secteurs étudiés. La comparaison régulière des sites fait apparaître entre eux des différences plus ou moins constantes. On remarque d'abord que la biomasse zooplanctonique, le nombre d'individus et leur amplitude de variations sont en moyenne plus fortes en Manche Est qu'en Manche Ouest. Cette différence d'abondance entre les deux régions concerne non seulement la densité des individus dans le milieu (nombres/m³), mais aussi la quantité totale rapportée à une surface de mer (nombres/m²). Le zooplancton total représente, en moyenne annuelle, 7 000 individus/m³ à Gravelines, contre 600/m³ à Flamanville. En tenant compte des profondeurs d'eau moyennes des deux régions (15 m à Gravelines et 30 m à Flamanville), la différence existe également : 100 000/m² à Gravelines et 15 000/m² à Flamanville. Un examen des résultats en Manche Est montre qu'il n'y a pas une simple diminution d'abondance du Nord au Sud, mais juxtaposition d'une mosaïque de secteurs de richesses différentes, par exemple Paluel et Penly proches géographiquement. On remarque que Paluel est à la fois plus pauvre en biomasse que Penly et Gravelines au Nord, mais aussi que la baie de Seine au Sud (Le Fèvre-Lehoërf, 1980). La comparaison des sites de Gravelines et de Paluel nous permet de mieux poser les problèmes de relation entre les facteurs d'environnement et la production planctonique. Par rapport à Gravelines, Paluel présente en moyenne une salinité plus faible, des sels nutritifs plus abondants et une plus faible quantité de chlorophylle *a* et de zooplancton (fig. 3). L'observation des résultats suggère les remarques suivantes : les plus faibles salinités de Paluel sont à relier avec les débits importants de la Seine (fig. 3.7), qui apportent de grandes quantités de phosphates et de nitrates. Le stock hivernal de nitrates avant le début des floraisons printanières est soit équivalent sur tous les sites, soit plus élevé à Paluel. Il est logique que le stock de sels à Paluel reste d'autant plus fort que la production primaire ne les a pas utilisés, mais on peut se demander pourquoi. Pour le zooplancton, on constate une bonne utilisation du phytoplancton par les herbivores. Gravelines est non seulement plus riche en zooplancton, mais la biométrie des copépodes montre que les tailles des individus de la même espèce y sont également plus grandes (Le Fèvre-Lehoërf, Quintin, 1981). Cette différence de taille ne s'explique pas seulement par des températures hivernales plus basses, mais aussi par une nourriture plus abondante à température égale.

Il semble que la plus grande pauvreté planctonique de Paluel pourrait s'expliquer par les très forts courants et le brassage intense devant la partie convexe du pays de Caux (fig. 1), avec un gradient décroissant des courants et de la granulométrie des fonds vers la baie de Seine d'une part, et la baie de Somme d'autre part (Cabioc, 1977), ce qui expliquerait le contraste entre Paluel et les régions voisines plus riches. De même, Gravelines est une zone où les courants sont moins intenses que dans le

Pas-de-Calais et présente une stabilité verticale des masses d'eau, suffisante pour que se développe une forte production. La morphologie de la côte est sans doute un facteur essentiel à prendre en compte pour expliquer les différences d'abondance du plancton entre zones très proches.

Observation après mise en service de Gravelines (avril 1980)

Les résultats sont encore insuffisants pour établir une comparaison avec la situation antérieure. Les premiers effets des rejets ont été visibles en 1981, provoquant une augmentation des écarts de températures entre le large et la côte (fig. 4.1) en septembre, et de la chlorophylle au printemps (fig. 4.3). Les causes dues au fonctionnement de la centrale, dilution et échauffement, peuvent accentuer l'hétérogénéité spatiale des masses d'eau sur l'axe côte-large étudié.

Il peut s'y ajouter les causes accidentelles mais naturelles (fortes dessalures de printemps déjà évoquées). Les effets depuis 1980 sur les espèces zooplanctoniques ne sont pas évidents, bien que nous constatons un certain appauvrissement de la zone très côtière pour certaines d'entre elles, par exemple *Euterpina acutifrons* et *Oikopleura dioica* (fig. 4.4 et 4.5).

CONCLUSION

Afin de connaître l'impact de rejets échauffés sur le milieu pélagique côtier, la part des variations naturelles périodiques ou accidentelles doit être mesurée. On a montré l'importance des structures permanentes comme la morphologie côtière, la force des courants, la stabilité verticale des eaux, sur l'abondance du zooplancton. Les événements accidentels non périodiques comme les dessalures par les grands fleuves (Seine, Escaut), les températures extrêmes (hivers très froids et étés très chauds) doivent être pris en compte dans une simple description à long terme. Une prévision de l'impact des rejets de la centrale sur le milieu ne peut être réaliste que si elle tient compte des effets cumulés des perturbations prévisibles et celles qui dans le milieu naturel se sont produites au moins une fois au cours des décennies passées, ainsi que de la connaissance de la biologie des espèces.

RÉFÉRENCES

- Cabioch L., Glaçon R., 1977. Distribution des peuplements benthiques en Manche orientale du cap d'Antifer à la baie de Somme. *C.R. Acad. Sci., Paris, Ser. D.*, **285**, 209-212.
- Crassous M. P., Érad É., Ryckaert M., 1981. Apparition des floraisons et successions saisonnières phytoplanctoniques sur quelques sites de la Mer du Nord, Manche et Atlantique, *Journées de la Thermoécologie, Nantes, novembre 1979, EDF Équipement* 1981, 53-69.
- Cushing D. H., Dickson R. R., 1976. The biological response in the sea to climatic changes, *Adv. Mar. Biol.*, **14**, 1-122.
- Glover R. S., Robinson G. A., Colebrook J. M., 1972. Plankton in the North Atlantic an example of the problems of analysing variability in the environment, in : *FAO marine pollution and sea life*, edited by M. Ruivo, Fishing news (Books) Ltd West Byfleet, Surrey and London, 439-445.

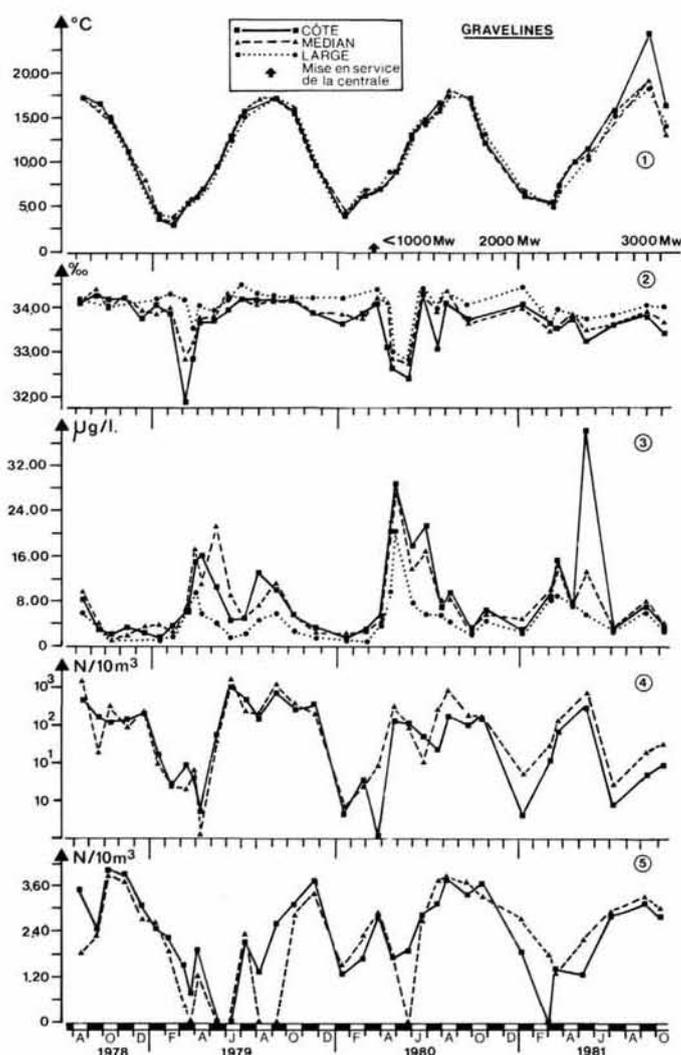


Figure 4

Comparaison des points selon un axe côte-large de : 1) température ; 2) salinité ; 3) chlorophylle *a* ; 4) abondance de *Oikopleura dioica* ; 5) abondance de *Euterpina acutifrons*.

Comparison of three stations from shore to sea : 1) temperature ; 2) salinity ; 3) chlorophyll *a* ; 4) abundance of *Oikopleura dioica* ; 5) abundance of *Euterpina acutifrons*.

- Grossel H., 1982. Étude de surveillance écologique de Gravelines. Hydrologie et phytoplancton, CNEXO pour EDF, 10-107.

- Le Fèvre-Lehoërf G., 1980. Zooplancton de la baie de Seine. Campagne Thalia 1978. Centre National pour l'Exploitation des Océans, Rapport COB/D.ELGMM, 129-151.

- Le Fèvre-Lehoërf G., Quintin J. Y., 1981. Étude comparative de la sensibilité des différentes espèces de copépodes aux variations de la température en Manche. Relations entre la taille des individus et les facteurs du milieu, 2^e journée de la Thermoécologie, Nantes, novembre 1979, EDF Équipement 1981, 71-86.

- Russell F. S., Southward A. J., Boalch G. T., Butler E. T., 1971. Changes in biological conditions in the English Channel off Plymouth during the last half century. *Nature*, **234**, 468-470.

- UNESCO, 1968. Zooplankton sampling. *UNESCO Monogr. Oceanogr. Methodol.*, **2**, 174 p.

