

Cette communication ne peut être citée sans autorisation préalable des auteurs

Conseil International pour
l'Exploration de la mer

C.M. 1981 / E : 58
Comité de la qualité de l'Environnement marin
en réf.: comité de l'océanographie biologique

Composition en éléments azotés minéraux et organiques
dissous de l'eau du bassin conchylicole de
Marennes-Oléron

par

HERAL M.*, ROBERT J.M.***, TRUQUET I.***, BARBAROUX O.***, GARNIER J.*,
RAZET D.*

RESUME : Les teneurs en sels minéraux azotés (ammoniacque, nitrites et nitrates) sont comparées aux teneurs en azote organique total et en urée. En été, à la moindre importance des apports telluriques en azote minéral s'ajoute la consommation par les micro et macrophytes ; cependant une importante réserve d'azote organique subsiste ($10 \mu\text{atg l}^{-1}$). Par contre, en hiver, l'azote organique ne représente que 10 % de l'azote total. Il est postulé que les populations d'huîtres sont à l'origine du cycle de production d'azote organique.

ABSTRACTS : Values of nitrogen nutrients (ammonia, nitrite and nitrate) are compared with values of total organic nitrogen and urea. In summer, the consumption by micro and macrophytes is added to less important telluric input of mineral nitrogen. However, an important provision of organic nitrogen remains ($10 \mu\text{atg l}^{-1}$). On the contrary, in winter, organic nitrogen does not represent more than 10 % of total nitrogen. The authors postulate that populations of oysters are at the starting point of the organic nitrogen production cycle.

- * Laboratoire cultures marines ISTPM 17390 La Tremblade
- ** Laboratoire biologie marine Faculté des Sciences de Nantes
- *** Laboratoire océanographie physique ISTPM Nantes

2

Dans le bassin de Marennes-Oléron, HERAL et al. (1980) mesurent la quantité de nourriture disponible pour les bivalves sous forme particulière détritique et phytoplanctonique. Parallèlement l'importance du phytoplancton vivant, dans l'engraissement de l'huître Crassostrea gigas, est confirmé par DESLOUS-PAOLI (1980). Ainsi les facteurs qui régissent la production primaire sont déterminants pour le contrôle de la production secondaire, en particulier de mollusques. Par ailleurs, dans un secteur voisin ostréicole de la côte atlantique, ROBERT et al. (1981) mettent en évidence par des tests d'enrichissements différentiels que l'azote est le premier facteur limitant de la croissance phytoplanctonique. De même, il apparait, par l'utilisation de tests biologiques, que des formes organiques azotées, non prises en compte par les analyses, sont responsables d'une production microalgale importante (ROBERT, 1979). C'est pourquoi, il nous a semblé nécessaire d'effectuer un bilan des différentes formes azotées présentes dans l'eau d'un bassin conchylicole où vivent plus de 100 000 tonnes d'huîtres afin de préciser les teneurs relatives, in situ de l'azote organique et plus particulièrement de l'urée par rapport à l'azote minéral total.

Méthodes d'études

Les prélèvements d'eau sont assurés au centre du bassin en un point fixe. Cette station est au coeur d'une forte activité conchylicole. Ce point central a été choisi après un calcul mathématique (HERAL et al. 1978) qui a mis en évidence que cette station est représentative des eaux du centre du bassin. Les prélèvements sont assurés en demi-cycle de marée en surface et au fond. Les résultats présentés dans cette note correspondent aux valeurs de la moyenne arithmétique calculées à partir de 8 prélèvements. Les échantillons sont prélevés deux fois par mois en vives eaux et en mortes eaux sur des fonds d'une profondeur de 5 mètres ne présentant pas de stratification.

Pour toutes les analyses, l'eau est filtrée sur filtre Whatman GFC.

L'ammoniaque est fixé immédiatement sur le bateau et est dosé par la méthode manuelle de KOROLEV (1969).

Les nitrites et les nitrates réduits en nitrites sont dosés, selon la méthode décrite dans STRICKLAND et PARSONS (1968) adaptée à l'autoanalyseur technicon par TREGUER et LECORRE (1975).

L'azote organique total est minéralisé selon le protocole décrit par ARMSTRONG et al. (1966 - 1968) avec une photooxydation due à une lampe à vapeur de mercure de 1 200 w. La minéralisation s'effectue pendant 12 heures et l'on dose ensuite les nitrites et nitrates.

L'urée est dosée par une adaptation de la réaction avec le diacétyl monoxime (NEWELL et al. 1967) à l'autoanalyseur technicon selon la méthode de AMINOT et KEROUEL (à paraître).

Résultats et discussions

Sels minéraux azotés

ammoniaque : les teneurs oscillent autour de $3 \mu\text{gatNl}^{-1}$ (fig. 1). Elles sont élevées en été 1979 dépassant $10 \mu\text{gatNl}^{-1}$. L'ion ammonium constitue généralement moins de 10 % du stock total d'azote, sauf en été où il peut représenter 40 % de l'azote total et être à cette époque la forme quasi unique d'azote minéral présent dans le milieu. Les apports telluriques hivernaux sont faibles ce qui permet de penser à une production endogène du bassin, en partie par minéralisation de matière organique et par excrétion de l'ensemble de la chaîne alimentaire : zooplancton, poissons et surtout mollusques. Par ailleurs, de nombreux auteurs ont confirmé que l'ammonium est utilisé préférentiellement aux nitrates par les microphytes. Ainsi VACCARO (1962) estime à 35 % la réutilisation directe de l'ammoniaque par le phytoplancton.

Evolution des teneurs en azote minral et organique de l'eau du bassin de Marennes-Oléron

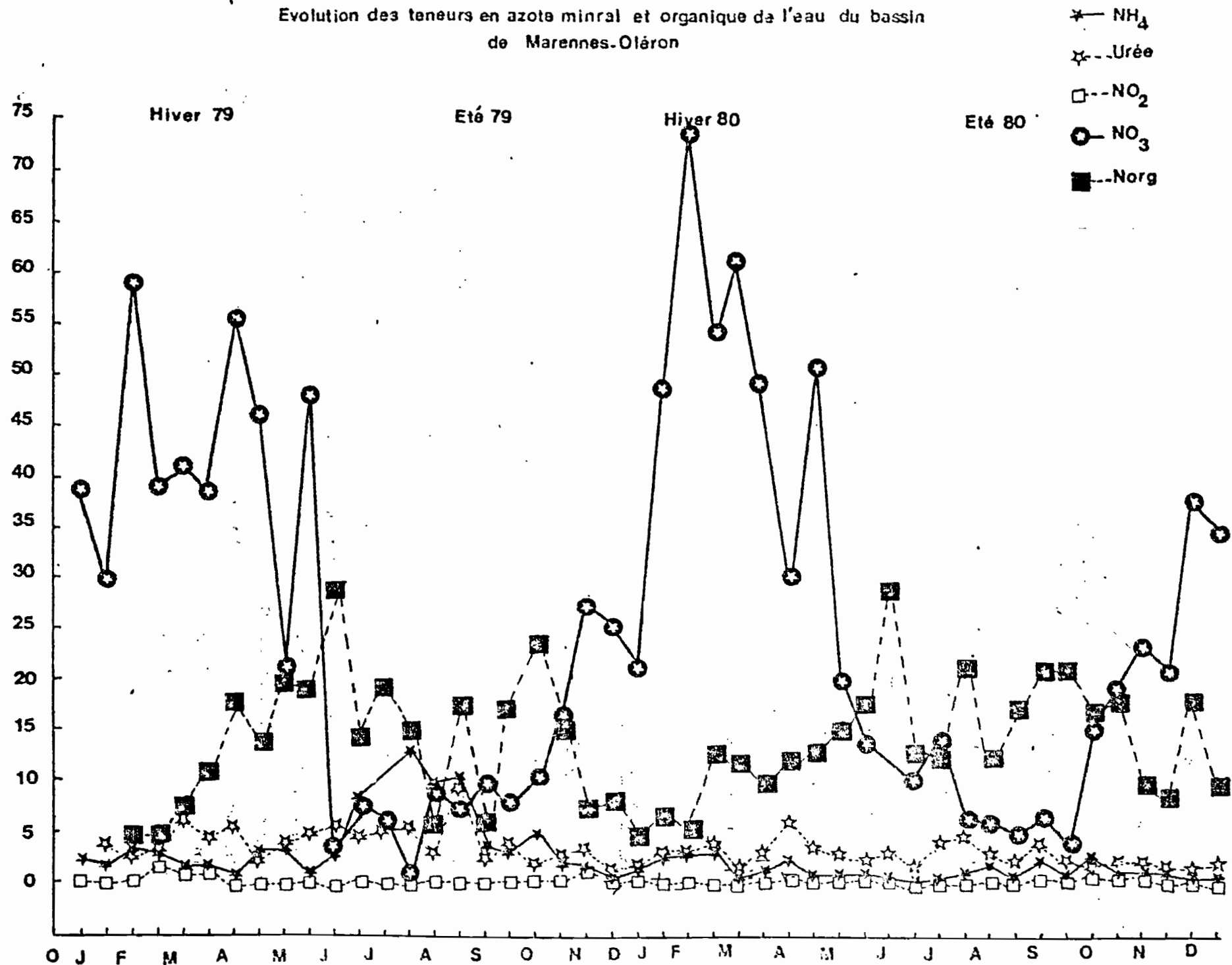


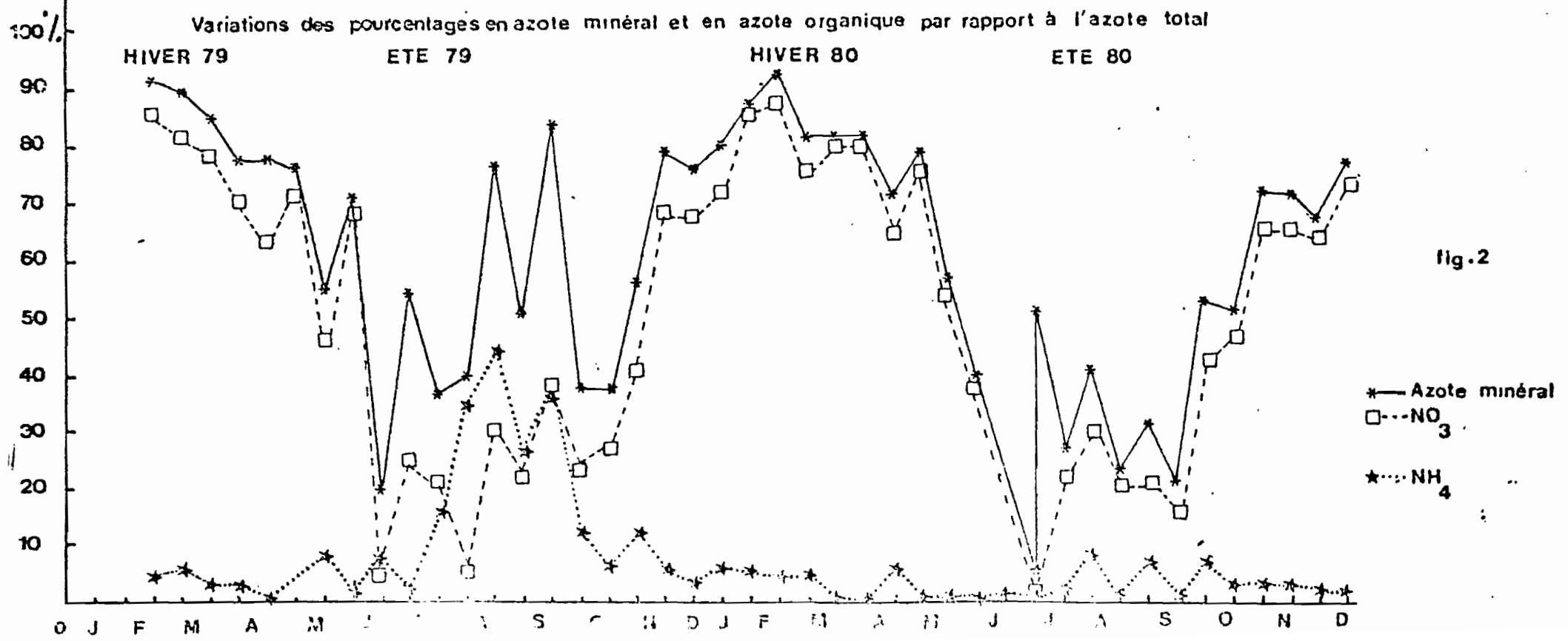
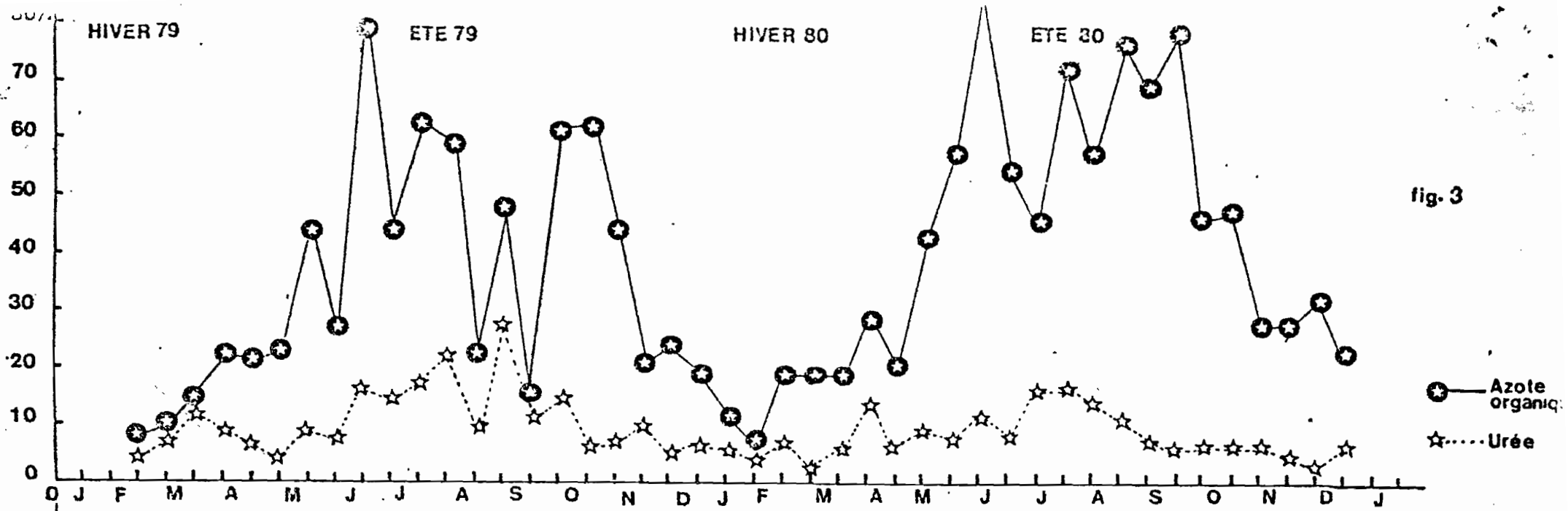
Fig.1

nitrite : Cette forme transitoire de l'azote en voie de minéralisation, est présente constamment à l'état de trace. Les valeurs maximales ne dépassent pas $1,5 \mu \text{gatNl}^{-1}$. Les nitrites ne représentent jamais plus de 4 % de l'azote total et ne peuvent contribuer ainsi, que d'une manière mineure à la production primaire quoiqu'ils soient directement assimilables par le phytoplancton.

nitrate : Leur évolution est caractérisée par un cycle saisonnier marqué par de très forts apports telluriques estuariens en hiver provenant de la Seudre et de la Charente avec, dans ces fleuves, des teneurs supérieures à $150 \mu \text{gatNl}^{-1}$. Ces apports sont dus à l'action combinée du lessivage des terres agricoles et des effluents d'origine industrielle ou domestique. Ainsi les teneurs hivernales, en nitrate, des eaux du bassin sont supérieures à $50 \mu \text{gatNl}^{-1}$ (fig. 1) et représentent une très forte contribution (7 à 80 %) à l'azote total (fig. 2). Par contre l'été, on constate un quasi épuisement des nitrates $0,5$ à $1 \mu \text{gatNl}^{-1}$ ce qui correspond à 2 % de l'azote total. Il est peu probable, vu le faible temps de transit des masses d'eau dans le bassin, que les nitrates aient, en aucune saison, une origine autochtone régénérée. Ils semblent correspondre uniquement aux apports d'eau douce. La forte baisse estival du stock de nitrates peut être due à une action combinée de consommation par les microphytes et macrophytes et de diminution des apports. Les fleuves, à leur débit d'étiage, présentent toujours des teneurs élevées en nitrate ($60 \mu \text{gatNl}^{-1}$) mais leur zone d'influence est très limitée et la quantité d'azote apportée dans le bassin s'en trouve réduite en l'absence de précipitations qui suppriment les apports dus au lessivage des terres agricoles.

Sels organiques azotés

Les teneurs en substances dissoutes organiques azotées sont fortes et présentent un cycle saisonnier marqué, inverse de celui des nitrates. En effet, contrairement à RILEY (1937) qui a mis en évidence



que le Mississippi est le vecteur d'importants apports de matières organiques azotées, les fleuves Charente et Sèvre n'en apportent guère. En période hivernale, les teneurs ne dépassent pas $6 \mu\text{gatNl}^{-1}$ représentant une contribution moyenne de 5 % seulement de l'azote total (fig. 3). Par contre, dès l'élévation de la température de l'eau, au printemps, on note une importante production de substances organiques qui se maintient en été pour augmenter de nouveau à l'automne. Ainsi l'azote organique dissous atteint au printemps $25 \mu\text{gatNl}^{-1}$ et représente de 60 à 90 % de l'azote total pendant l'été et l'automne. Cette production endogène est à mettre en parallèle avec l'excrétion azotée des mollusques. En effet BAYNE et SCULLARD (1977) notent que l'excrétion azotée des moules augmente sensiblement avec la température et l'activité physiologique des mollusques. De même, nos travaux en cours (HERAL, à paraître) mettent en évidence que l'huître Crassostrea gigas excrète un fort pourcentage d'azote organique dissous. Par ailleurs de nombreux travaux ont mis en évidence que divers composés organiques azotés simples sont utilisés par les algues. Ainsi BERLAND et al. (1974) ont montré que sur 28 espèces d'algues testées, plus de la moitié des substrats organiques étudiés sont consommés par 50 % des algues.

Urée : Les variations des teneurs en urée montrent un cycle saisonnier moins marqué que celui de l'azote organique total. Cependant les teneurs maximales ($5 \mu\text{gatNl}^{-1}$) ne correspondent pas aux apports telluriques et semblent d'origine endogène au bassin.

L'urée représente plus de 20 % de l'azote total au printemps, en été et en automne. Il faut remarquer que ces époques correspondent aux périodes d'excrétion active des mollusques. Mc CARTHY (1972) estime que l'urée peut jouer un rôle non négligeable dans la production du phytoplancton, représentant 26 % de l'azote total dans les eaux néritiques. Les teneurs en urée que nous trouvons sont légèrement moins élevées mais restent cependant du même ordre.

Conclusion

De nombreux travaux ont montré en laboratoire que l'azote organique : acides aminés, urée etc... interviennent dans les processus de croissance phytoplanctonique. L'utilisation récente de l'azote 15 confirme in situ, dans différents biotopes, que ces voies métaboliques sont actives (SLAWYK, 1980). Il reste cependant à préciser la signification écologique de l'assimilation hétérotrophe en quantifiant l'importance du substrat organique azoté disponible par rapport à l'azote minéral. Dans le bassin étudié, l'azote organique représentant 80 % de l'azote total en été, on peut penser que l'hétérotrophie azotée est loin de jouer un rôle mineur.

Par ailleurs, il semble délicat, en zone néritique particulièrement, de déduire des hypothèses en ce qui concerne les facteurs limitants de la croissance du phytoplancton à la seule vue des résultats d'analyse d'azote minéral sans prendre en compte les teneurs en azote organique.

Enfin, dans un travail futur, nous nous attacherons à préciser expérimentalement l'importance de l'excrétion organique des mollusques, à la mettre en relation avec les teneurs rencontrées dans le milieu, et à étudier leur assimilation par les microphytes.

BIBLIOGRAPHIE

- ARMSTRONG (F.A.J.), WILLIAMS (P.M.), STRICKLAND (J.D.H.), 1966. - Photo-oxidation of organic matter in sea water by ultraviolet radiation. *Nature*, Lond. Vol. 211 pp. 481 - 483.
- ARMSTRONG (F.A.J.); TIBBITTS (S.), 1968. - Photochemical combustion of organic matter in sea water, for nitrogen, phosphorus and carbon determination, *J. mar. biol. Ass. U.K.* 48, 143 - 152.
- BAYNE (B.L.), SCULLARD (C.), 1977. - Rates of nitrogen excretion by species of *Mytilus* (Bivalvia : Mollusca) *J. mar. biol. Ass. U.K.* 57, 355 - 369.
- BERLAND (B.), BONIN (D.), MAESTRINI (S.), 1974. - Etude expérimentale de l'influence de facteurs nutritionnels sur la production du phytoplancton de Méditerranée. Thèse doctorat d'état, Université Aix Marseille II n° A 09401 : pp. 239.
- DESLOUS-PAOLI (J.M.), 1980. - Contribution à l'étude de la biologie de l'huître *Crassostrea gigas* Thunberg dans le bassin et les olaires de Marennes-Oléron. Thèse 3ème cycle, Université Aix Marseille II : pp. 121.
- HERAL (M.), BERTHOME (J.P.), RAZET (D.), GARNIER (J.), 1978. - Etude hydrobiologique du bassin de Marennes-Oléron, un exemple : la sécheresse de l'été 1976. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.*, 42 (4) : 269 - 290.

- HERAL (M.), RAZET (D.), MAESTRINI(S), GARNIER (J.), 1980. - Composition de la matière organique particulaire dans les eaux du bassin de Marennes-Oléron. Apport énergétique pour la nutrition de l'huître. Note au CIEM. CM 1980/L : 44. Comité océanographie biologique en réf. : comité des mollusques et crustacés pp. 14.
- KOROLEFF (F.), 1969. - Direct determination of ammonia in natural waters as indophenol blue. *Int. Cons. Explor. Sea, C.M. 1969/C* : 9, 19 - 22.
- Mc CARTHY (J.J.), 1972. - The uptake of urea by natural populations of marine phytoplankton. *Limnol. Oceanogr.*, 17 : 738 - 748.
- NEWELL (B.S.), MORGAN (B.), CANDY (J.), 1967. - The determination of urea in sea water. *J. mar. Res.* 25, 201 - 202.
- RILEY (G.A.), 1937. - Significance of the Mississippi river drainage for biological conditions in the northern gulf of Mexico. *J. mar. Res.* 1, 60 - 74.
- ROBERT (J.M.), MAESTRINI (S.Y.), BAGES (M.), DRENO (J.P.), GONZALEZ - RODRIGUER, 1979. - Estimation au moyen de tests biologiques, de la fertilité pour trois diatomées des eaux de claires à huîtres de Vendée. *Océanol. Acta*, 2, 275 - 286.
- ROBERT (J.M.), MAESTRINI (S.Y.), HERAL (M.), RINCE (Y.), DRENO (J.P.), BEKER (L.), - Enrichissement expérimental d'eaux printalières de claires à huîtres en baie de Bourgneuf (Vendée - France) : Augmentation de la biomasse et utilisation des éléments nutritifs par les algues unicellulaires (A paraitre).

- SLAWYK (G.), 1980. - L'absorption de composés azotés par le phytoplancton marin : rôle dans la production primaire, relations avec la photosynthèse et les variables du milieu extra et intracellulaire. Thèse doctorat d'état, Université d'Aix - Marseille II pp. 213.
- STRICKLAND (J.D.H.), PARSONS (T.R.), 1968. - A practical handbook of sea water analysis. Bull. Fish. Res. Board of Canada. 167 - 311 pp.
- TREGUER (P.), LECORRE (P.), 1975. - Manuel d'analyse de sels nutritifs dans l'eau de mer (utilisation de l'autoanalyser II technicon R) Laboratoire d'océanologie chimique. Université de Bretagne Occidentale Brest 110 pp.
- VACCARO (R.F.), 1963. - Available nitrogen and phosphorus and the biochemical cycle in the Atlantic off New England. J. Mar. Res. 21 : 284 - 301 pp.