

20

PRISE SIMULTANEE DE QUATRE SOURCES D'AZOTE PAR LE MICROPHYTOBENTHOS DU CHENAL DE LAUZIERES (CHARENTE MARITIME - FRANCE) EN ETE

Y. COLLOS

Centre de recherche en Ecologie marine et Aquaculture (CREMA)
L'Houmeau, case 5, 17137 NIEUL-SUR-MER (FRANCE)

RÉSUMÉ - Des mesures de prise de nitrate, nitrite, ammonium et urée par du microphytobenthos incubé en mode confiné immédiatement après le prélèvement *in situ* ont permis de montrer l'absence d'interaction entre ces différentes sources d'azote. En particulier, on observe une relation linéaire entre prise de nitrate et prise d'ammonium, les valeurs absolues de prise de ce dernier étant environ 2 à 3 fois supérieures à celle du premier. Par ailleurs, on n'observe pas de phénomène de saturation du taux de prise d'ammonium jusqu'à des teneurs de 10 $\mu\text{g-at N.l}^{-1}$. Enfin, l'examen de la relation vitesse de prise-concentration pour les données groupées permet de conclure que la vitesse de prise d'azote dépend plus de la concentration que de l'état d'oxydation du composé azoté présent dans l'eau.

SUMMARY - Simultaneous uptake of nitrate, nitrite, ammonium and urea by microphytobenthos incubated in batch mode immediately after sampling do not show any kind of interactions. A linear relationship is found between nitrate uptake and ammonium uptake, the latter values being about 2 to 3 times higher than former. Ammonium uptake was not saturated by a substrate level of 10 μM , possibly indicating diffusion limited uptake. For all nitrogen sources, the uptake rate was related to the substrate concentration rather than the oxidation state of the nitrogen compounds.

INTRODUCTION

Malgré le nombre d'études assez élevé sur le sujet, les interactions de différentes sources d'azote lors de leur assimilation par les algues unicellulaires ne sont pas encore bien définies (Collos et Slawyk, 1980 ; Dortch et Conway, 1984 ; Syrett, 1981), ou donnent lieu à des controverses (Eppley *et al.*, 1969 ; Maestrini *et al.*, 1982).

La présence d'une biomasse microphytobenthique très élevée en été à l'interface terre-mer rend possibles des mesures simultanées de prise de différents composés azotés par des méthodes chimiques en temps réel. La présente étude a pour but, d'une part, d'estimer la prise d'azote par le microphytobenthos tapissant le chenal d'arrivée d'eau menant aux claires ostréicoles du bassin de Lauzières, et, d'autre part, d'étudier les interactions entre les différentes sources d'azote présentes dans les eaux et assimilées par ces algues.

METHODES

L'eau de mer est prélevée à marée haute dans le port du Plomb et stockée dans des bidons de 20 l en plastique, le tapis de diatomées benthiques est prélevé à marée basse dans le début du chenal de Lauzières (Port du Plomb) avec une plaque de plexiglass, puis le tout est posé dans un bac rectangulaire en plastique. De retour au laboratoire, 4 litres d'eau sont ajoutés de manière à ne pas perturber l'intégrité du tapis microbenthique. L'incubation se fait dans la lumière et la température ambiante du laboratoire. 10 ml d'eau sont immédiatement prélevés et les sels nutritifs suivants mesurés avec un analyseur au fluor continu de marque Skalar (Breda, Pays-Bas) : nitrate, nitrite, ammonium et urée. Les méthodes utilisées sont les méthodes standard Skalar (réactif de Griess pour le nitrite et le nitrate, après réduction sur colonne de cadmium-cuivre pour ce dernier, méthode au bleu d'indophénol pour l'ammonium et à la diacétylmonoxine pour l'urée). Des échantillons d'eau sont prélevés toutes les 15 minutes. L'eau recouvrant le tapis végétal est agitée doucement entre deux prélèvements.

RESULTATS

La figure 1 montre l'évolution des sels nutritifs dans l'eau recouvrant le tapis microphytobenthique. La capacité de prise d'azote est élevée puisque tous les sels nutritifs mesurés sont pratiquement épuisés en 6 heures. Le sel nutritif azoté présent en plus grande abondance est l'ammonium, suivi par le nitrite. En fin d'expérience, l'ammonium se stabilise autour de $1 \mu\text{g-at N.l}^{-1}$, le nitrite et le nitrate autour de $0,5 \mu\text{g-at N.l}^{-1}$. L'urée est prise activement puisqu'elle diminue de 4 à $1,5 \mu\text{g-at N.l}^{-1}$ en 4 heures.

Les mêmes tendances ont été observées lors d'une deuxième série d'observations réalisée sur un nouvel échantillon quatre jours plus tard. Les valeurs absolues de vitesse de prise d'azote en $\mu\text{g-at N.l}^{-1}.\text{h}^{-1}$ en fonction du temps sont représentées dans la figure 2. L'ammonium est le sel azoté le plus rapidement pris par les algues, suivi par l'urée en début d'expérience, le nitrate et le nitrite. Ces mêmes données, représentées sous une autre forme dans la figure 3 révèlent une relation linéaire entre prise de nitrate et prise d'ammonium.

Enfin, le même type de relation est trouvé entre vitesse de prise et concentration du composé azoté en question (Fig.4), sans phénomène apparent de saturation aux fortes teneurs en substrat.

DISCUSSION

Les deux séries d'observations réalisées à quatre jours d'intervalle sur des échantillons frais de microphytobenthos permettent d'arriver à un certain nombre de conclusions. Tout d'abord, la capacité de prise d'azote est considérable. Il semble qu'elle doive être attribuée en majeure partie au microphytobenthos. Des estimations de biomasse phytoplanctonique de l'eau n'ont pas été réalisées, mais le tableau 1 montre que les sels nutritifs n'ont pas évolué de manière significative entre les deux séries d'observations. Cette prise d'azote est probablement surestimée par les conditions de lumière régnant dans le laboratoire. En effet, le tapis végétal est recouvert par une couche d'eau bien plus importante *in situ*, ce qui réduit l'éclairement total reçu au cours de la journée. Il conviendra de recourir à des mesures de cet éclairement pour affiner ces estimations de prise d'azote *in situ*. En revanche, la prise d'ammonium est peut-être sous-estimée s'il existe un apport

METHODES

L'eau de mer est prélevée à marée haute dans le port du Plomb et stockée dans des bidons de 20 l en plastique, le tapis de diatomées benthiques est prélevé à marée basse dans le début du chenal de Lauzières (Port du Plomb) avec une plaque de plexiglass, puis le tout est posé dans un bac rectangulaire en plastique. De retour au laboratoire, 4 litres d'eau sont ajoutés de manière à ne pas perturber l'intégrité du tapis microbenthique. L'incubation se fait dans la lumière et la température ambiante du laboratoire. 10 ml d'eau sont immédiatement prélevés et les sels nutritifs suivants mesurés avec un analyseur au fluor continu de marque Skalar (Breda, Pays-Bas) : nitrate, nitrite, ammonium et urée. Les méthodes utilisées sont les méthodes standard Skalar (réactif de Griess pour le nitrite et le nitrate, après réduction sur colonne de cadmium-cuivre pour ce dernier, méthode au bleu d'indophénol pour l'ammonium et à la diacétylmonoxine pour l'urée). Des échantillons d'eau sont prélevés toutes les 15 minutes. L'eau recouvrant le tapis végétal est agitée doucement entre deux prélèvements.

RESULTATS

La figure 1 montre l'évolution des sels nutritifs dans l'eau recouvrant le tapis microphytobenthique. La capacité de prise d'azote est élevée puisque tous les sels nutritifs mesurés sont pratiquement épuisés en 6 heures. Le sel nutritif azoté présent en plus grande abondance est l'ammonium, suivi par le nitrite. En fin d'expérience, l'ammonium se stabilise autour de $1 \mu\text{g-at N.l}^{-1}$, le nitrite et le nitrate autour de $0,5 \mu\text{g-at N.l}^{-1}$. L'urée est prise activement puisqu'elle diminue de 4 à $1,5 \mu\text{g-at N.l}^{-1}$ en 4 heures.

Les mêmes tendances ont été observées lors d'une deuxième série d'observations réalisée sur un nouvel échantillon quatre jours plus tard. Les valeurs absolues de vitesse de prise d'azote en $\mu\text{g-at N.l}^{-1}.\text{h}^{-1}$ en fonction du temps sont représentées dans la figure 2. L'ammonium est le sel azoté le plus rapidement pris par les algues, suivi par l'urée en début d'expérience, le nitrate et le nitrite. Ces mêmes données, représentées sous une autre forme dans la figure 3 révèlent une relation linéaire entre prise de nitrate et prise d'ammonium.

Enfin, le même type de relation est trouvé entre vitesse de prise et concentration du composé azoté en question (Fig.4), sans phénomène apparent de saturation aux fortes teneurs en substrat.

DISCUSSION

Les deux séries d'observations réalisées à quatre jours d'intervalle sur des échantillons frais de microphytobenthos permettent d'arriver à un certain nombre de conclusions. Tout d'abord, la capacité de prise d'azote est considérable. Il semble qu'elle doive être attribuée en majeure partie au microphytobenthos. Des estimations de biomasse phytoplanctonique de l'eau n'ont pas été réalisées, mais le tableau 1 montre que les sels nutritifs n'ont pas évolué de manière significative entre les deux séries d'observations. Cette prise d'azote est probablement surestimée par les conditions de lumière régnant dans le laboratoire. En effet, le tapis végétal est recouvert par une couche d'eau bien plus importante *in situ*, ce qui réduit l'éclairement total reçu au cours de la journée. Il conviendra de recourir à des mesures de cet éclairement pour affiner ces estimations de prise d'azote *in situ*. En revanche, la prise d'ammonium est peut-être sous-estimée s'il existe un apport

de ce sel du sédiment sous-jacent, ou s'il y a régénération de ce composé dans l'eau de mer sous-jacente. Ces deux points n'ont pas pu être abordés dans la présente étude.

L'ammonium est incontestablement le sel nutritif qui est pris le plus rapidement. Néanmoins, c'est également celui qui se trouve en plus grande quantité dans l'échantillon d'eau de mer utilisé. (Fig.1).

L'observation la plus importante est celle contenue dans la figure 4 : à concentration égale, les vitesses de prise d'azote sont comparables, quel que soit le degré d'oxydation du composé considéré. A première vue, ceci peut apparaître en contradiction avec les données de la figure 3, où l'on voit que la prise d'ammonium est toujours au moins deux fois supérieure à celle du nitrate. Il faut ici rappeler que chaque point de la figure 3 représente une observation simultanée de deux taux mesurés à des concentrations différentes. L'ammonium se trouvant être, dans l'échantillon d'eau de mer utilisé, en plus forte abondance, sa vitesse de prise est plus élevée.

En revanche, lorsque les deux composés se trouvent à concentrations égales, la figure 3 montre qu'ils sont pris à des taux comparables. Ceci est peut-être dû au fait que ces algues doivent subir des périodes de carence à marée basse et que, dans ces conditions, elles assimilent simultanément toutes les sources d'azote disponibles (Conway, 1977).

-
- Collos Y. and Slawyk G. - Uptake and assimilation by marine phytoplankton. In : Primary productivity in the sea. pp 195-211. Ed. by P.G. Falkowski. New York : Plenum Press (1980).
- Conway H.L. - Interactions of inorganic N in the uptake and assimilation by marine phytoplankton. *Mar. Biol.* 39, 221-232 (1977).
- Dortch Q. and Conway H.L. Interactions between, nitrate and ammonium uptake : variation with growth rate, nitrogen source and species. *Mar. Biol.* 79, 151-164 (1984).
- Eppley *et al.* - Studies of nitrate reductase in marine phytoplankton. *Limnol. Oceanogr.* 14, 194-205 (1969).
- Maestrini *et al.* - Simultaneous uptake of ammonium and nitrate by oyster pond algae. *Mar. Biol. Lett.* 3, 143-153 (1982).
- Syrett P.J. Nitrogen metabolism of microalgae. *Can. Bull. Fish. aquat. Sci.* 210, 182-210 (1981).

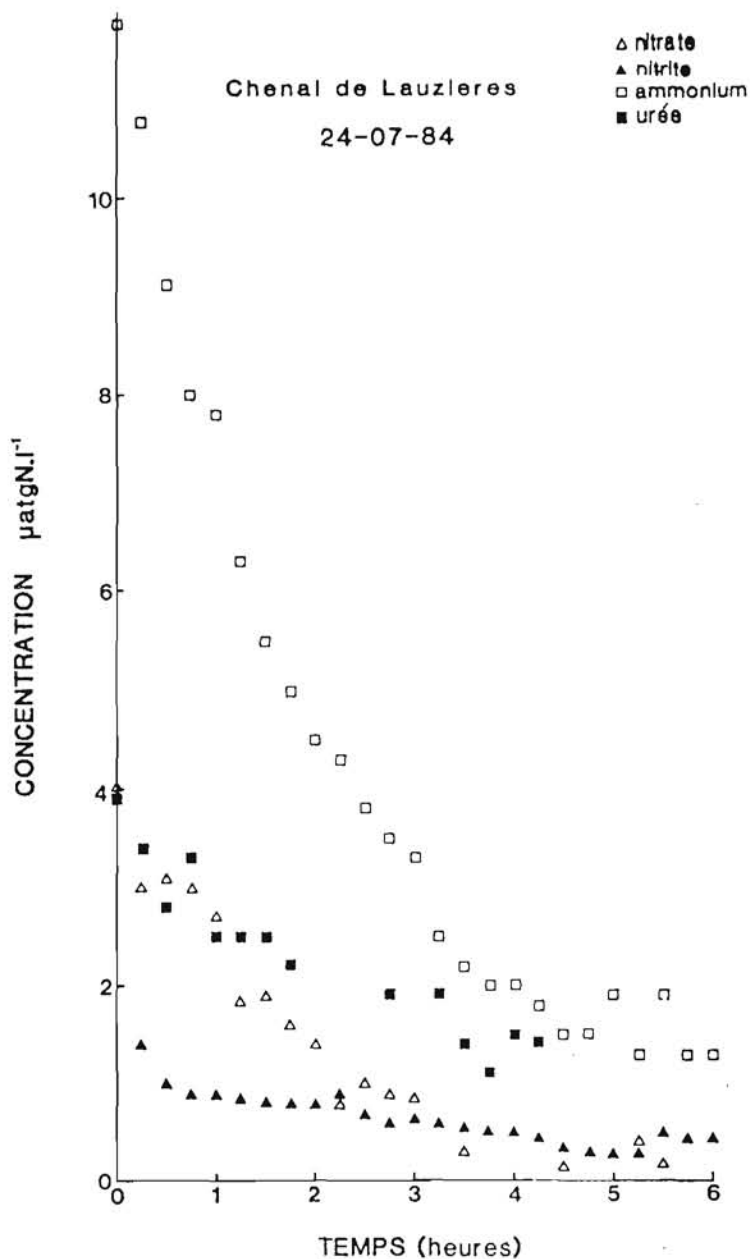


Figure 1 - Evolution des concentrations en sels nutritifs azotés en fonction du temps après addition d'eau de mer à un échantillon de microphytobenthos, ($\mu\text{atg N.l}^{-1}$).

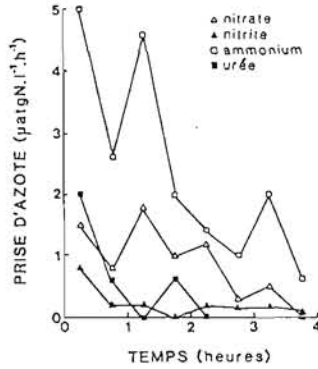


Figure 2 - Evolution des vitesses de prise de quatre sels nutritifs azotés en fonction du temps.

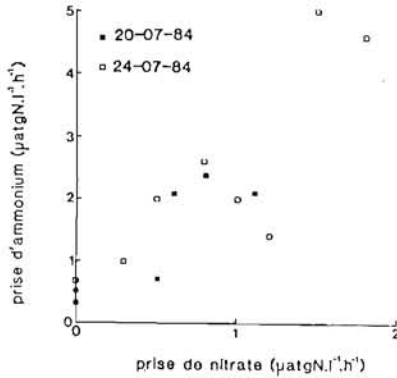


Figure 3 - Relation entre prise d'ammonium et prise de nitrate. Les symboles différents représentant deux séries d'observations effectuées sur deux échantillons différents à 4 jours d'intervalle.

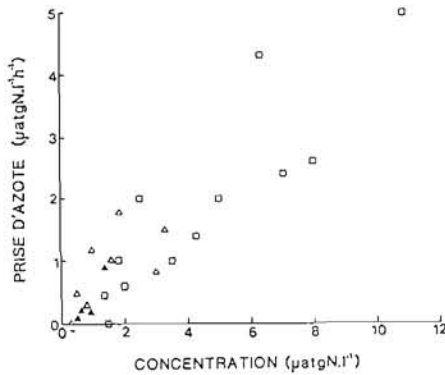


Figure 4 - Relation entre vitesse de prise et concentration. Symboles comme pour la figure 1. Données groupées de deux expériences différentes.

Jour	NO ₃	NO ₂	NH ₄	Urée
20-07-84	3,9	0,9	7,3	n.m.
24-07-84	4,1	0,7	7,3	3,9

TABLEAU I - EVOLUTION DES SELS NUTRITIFS AZOTES DISSOUS DANS 20 LITRES D'EAU DE MER STOCKEE DANS UN BIDON EN PLASTIQUE. n.m. = NON MESUREE.