

NOTE SUR LE PROBLEME DE COHERENCE ENTRE MESURES D'ACTIVITES AUTOTROPHES
ET HETEROTROPHES DANS LES ECOSYSTEMES MARINS.

J.P. MOMMAERTS

Unité de Gestion Modèle Mer du Nord

Le problème d'une cohérence entre les mesures de production primaire et les mesures de consommation hétérotrophe fait actuellement l'objet de recherches actives, en particulier au sein du groupe 'Matières organiques' des A.C.

Je pense qu'il est utile de verser au dossier cette petite démonstration dont la première version (thèse, 1978) a été complétée en tenant compte de certaines remarques de C. Joiris.

I. Raisonnement

- 1°) On considère l'équation d'évolution, simplifiée, du compartiment phytoplanctonique :

$$\frac{dB}{dt} = (k-e-r)B$$

où B = biomasse
 k = taux de production (=productivité) primaire brute
 e = " " excrétion
 r = " " respiration

rem : e et r peuvent aussi s'exprimer comme des fractions de k, soit respectivement αk et βk

Dans l'hypothèse de stationnarité on a :

$$(k-e-r)B = 0$$

d'où $k = e + r = \alpha k + \beta k$ avec $\alpha + \beta = 1$

2°) Dans le cas d'une expérience de production primaire, on doit retrouver les résultats partiels suivants :

a) sur le filtre : production primaire nette apparente où α_k = excrétion
 $k' = k - \alpha_k - \beta k$ βk = respiration

b) dans le filtrat : excrétion apparente où α_k = fraction d'excrétion
 $e' = \alpha_k - \gamma \alpha_k$ assimilée par les
bactéries hétérotrophes

c) en partie sur filtre et dans filtrat (?) : production bactérienne nette

$b' = \alpha_k - \gamma \alpha_k$ où $\gamma \alpha_k$ = fraction perdue par res-
piration bactérienne

Le total [$k' + e' + b'$]-c-à-d ce qui est mesurable et correspond à la
notion expérimentale de productivité primaire - vaut, après simplification, :

$$K' = k(1 - \beta - \gamma \alpha)$$

II. Discussion

1°) On peut considérer une série d'hypothèses extrêmes allant dans le sens
de l'incohérence maximale entre K' et k :

a) $\alpha = 1$, c-à-d que 100 % de la production primaire sont excrétés
(hypothèse extrême). Etant en régime stationnaire, il
s'ensuit aussi que :

$$\beta = 1 - \alpha = 0$$

b) $x = 1$, c-à-d que 100 % de l'excrétion sont pris par les bactéries hétérotrophes (hypothèse extrême)

c) $y = 0.7$, c-à-d 30 % de l'uptake bactérien sont effectivement assimilés et 70 % sont perdus par respiration (hypothèse normale).

En introduisant ces valeurs dans l'expression $K' = (1 - \beta - yx\alpha) k$, on calcule le rapport maximal : $\frac{k}{K'} = 3.33$

Donc la production primaire brute réelle (non mesurable directement) ne peut être 3.33 fois plus grande que la production primaire mesurée.

2°) On peut inverser l'hypothèse sur les rapports entre excrétion et respiration phytoplantonique, de manière à ce que :

$\beta = 1$, c-à-d que 100 % de la production primaire soient respirés (hypothèse extrême). Etant en régime stationnaire, il s'ensuit aussi que :

$$\alpha = 1 - \beta = 0$$

Gardant les autres hypothèses ($x = 1$ et $y = 0.7$), on calcule le rapport maximal : $\frac{k}{K'} = \infty$

On voit donc qu'en théorie, la production primaire brute peut être considérablement plus grande que la production primaire mesurée.

3°) Par ailleurs, c'est bien la respiration du phytoplancton qui est essentiellement en cause. En effet, on peut montrer que, quelles que soient les valeurs relatives prises par α et β dans [$\alpha + \beta = 1$] la respiration bactérienne correspondant à l'assimilation de composés excrétés par le phytoplancton ne peut être plus de 2.33 fois plus grande que la production primaire mesurée. En effet, en combinant les deux expressions :

$$\text{respiration bactérienne} = yx\alpha k$$

$$\text{production laire mesurée} = (1 - \beta - yx\alpha) k$$

$$\text{on trouve : respiration bactérienne} = \frac{yx\alpha}{1 - \beta - yx\alpha} \cdot K'$$

III. Conclusion

Pour autant que le raisonnement qui précède soit correct dans ces grandes lignes, l'activité bactérienne hétérotrophe liée à la production primaire d'excréta ne peut excéder grandement la production primaire mesurée : le temps de turn-over de la matière organique extra-cellulaire serait donc plus long qu'annoncé sur base de mesures de $v_i O_2$ et de BOD_5 .

Par contre, avec la réévaluation de la production brute, la respiration phytoplanctonique pourrait avoir une importance beaucoup plus grande qu'on ne le suppose généralement. Il faut toutefois noter que certains auteurs avaient proposé cette hypothèse depuis longtemps (ex : Odum & al., 1963; Bunt, 1965 : voir annexes). Ceci serait également cohérent avec l'observation (cf. revue de Joiris, 1977) selon laquelle le rapport $\left[\frac{\text{respiration globale}}{\text{production laire mesurée}} \right]$ augmente sensiblement avec la profondeur mélangée du biotope.

Une des premières implications de cette démonstration serait donc que les modèles de circulation d'azote actuels, qui sont plutôt ajustés aux valeurs expérimentales de production primaire nette, ne doivent pas être radicalement modifiés.

Il semble enfin qu'une attention spéciale doive être donnée à l'étude de la respiration et de la photorespiration phytoplanctoniques afin de vérifier cette hypothèse (1°) bibliographie et 2°) expérimentation : ex. mesures de $v_i O_2$ à différentes intensités lumineuses et sur cultures axéniques).