

## MODELISATION D'UNE CULTURE PHYTOPLANCTONIQUE

THEBAULT J.M. et C. CELLARIO

Station Zoologique, Villefranche-sur-mer.

### Résumé

Un modèle de croissance de phytoplancton est élaboré à partir de données expérimentales obtenues en bac de culture. Plusieurs hypothèses sont formulées afin de cerner les processus prédominants impliqués dans l'évolution de cette culture. Ce modèle constitue une première approche d'un modèle plus général d'un écosystème marin.

### Introduction

L'emploi de modèles numériques dans l'étude des systèmes naturels permet une approche structurale de ces systèmes c'est-à-dire des interactions entre leurs différents constituants. Les fonctions mathématiques et les techniques informatiques permettant de réaliser de tels modèles sont généralement construites et ajustées à partir de données expérimentales.

L'ensemble des processus impliqués dans un système sont regroupés dans un modèle sous forme d'équations différentielles interdépendantes et fonction des variables de forçage. Les paramètres de ces équations sont alors optimisés afin d'ajuster l'évolution temporelle des variables d'état aux résultats observés dans le système naturel.

### Etude expérimentale d'un système :

#### Culture de phytoplancton marin en bacs

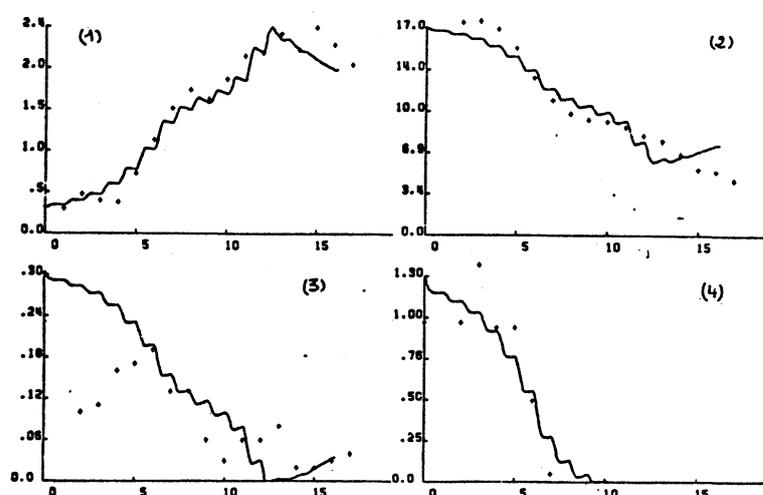
La culture estensemencée avec un inoculum de phytoplancton naturel dans un bac de 100 litres. Il y a un apport initial de sels minéraux (20  $\mu\text{atg/l}$  d'azote, 0,3  $\mu\text{atg/l}$  de phosphore, 1  $\mu\text{atg/l}$  de silice) au temps 0. Les différentes mesures ont été faites pendant 18 jours, à raison d'une fois par jour. Celles-ci consistent en l'enregistrement de l'énergie lumineuse totale reçue pendant la journée, la température de l'eau du bac, la concentration des trois sels minéraux dissous, le volume cellulaire des particules en suspension (2,5 à 129  $\mu\text{m}$  de diamètre). Les points expérimentaux sont représentés sur les figures 1, 2, 3, 4.

La quantité de cellules croît exponentiellement jusqu'au huitième jour, date de l'épuisement de la silice dans le milieu, puis après une brève décroissance, augmente jusqu'à l'obtention d'un plateau. Ce plateau correspond à l'équilibre qui s'est établi entre les besoins cellulaires en sels nutritifs et la reminéralisation de ceux-ci. La reminéralisation est effectuée par les bactéries liées à la matière organique provenant des cellules mortes.

### Essai de modélisation

Un modèle simple de croissance cellulaire en fonction de l'énergie lumineuse, de la température et des sels nutritifs disponibles recyclés à partir de la matière organique ne suffit pas à représenter le système. En effet dans ce cas, la population se stabilise au moment de la disparition de la silice dans le milieu lorsque les différents paramètres ont été correctement ajustés et que leurs valeurs sont compatibles avec celles qui sont mesurées biologiquement. Dans une première étape on s'interrogera sur la raison de la non-adéquation du modèle, émettra des hypothèses et on les introduira dans le modèle. Lorsque l'évolution des variables calculées sera satisfaisante, on pourra alors vérifier par un protocole expérimental approprié la vraisemblance de ces hypothèses. Dans le bac étudié ici, trois hypothèses sont émises :

- 1) il y a une succession de deux populations cellulaires, la deuxième appartenant à une espèce ne nécessitant pas de silice pour croître (ciliés par exemple) ;
- 2) on a mesuré les particules en suspension dans le milieu et non pas dans les cellules effectivement vivantes. Or le modèle se base sur la photosynthèse et la différence observée est due au comptage de cellules mortes qui n'ont pas encore sédimenté ;
- 3) les diatomées lors de l'épuisement du milieu en silice remobilisent une partie de celle-ci, contenue sous forme fixée dans les frustules, permettant ainsi pendant un certain temps la croissance de la population dont le contenu en silice est plus faible.



**Figure** : Evolution du phytoplancton ( $10^6 \mu\text{m}^3 \text{ml}^{-1}$ ) au cours du temps (jours). Les données expérimentales sont représentées par + et les résultats du modèle en trait plein.

(2) (3) (4) : évolution de l'azote, du phosphore et de la silice ( $\mu\text{atg.l}^{-1}$ ) en fonction du temps.

### Résultats

L'hypothèse (1) n'est pas incompatible avec une étude du spectre des tailles des particules au cours du temps (Nival, communication personnelle). Toutefois les diatomées constituant la population contiendraient une quantité de silice très supérieure à ce qui a été mesuré jusqu'à présent (Paasche, 1980).

Le modèle développé pour l'hypothèse (2) améliore peu les résultats. En effet, les sels minéraux contenus dans les cellules mortes ne sont pas rapidement disponibles du fait du temps de sédimentation. La quantité de particules totale calculée se stabilise alors à un niveau trop bas. De plus la quantité de silice contenue dans les cellules est trop élevée si l'on veut représenter correctement la disparition de ce sel dans le bac.

Enfin le modèle développé pour l'hypothèse (3) représente assez bien l'évolution de la population. On introduit alors des paramètres variant en fonction des conditions extérieures ou encore la notion d'adaptabilité du système à son milieu (Dugdale and al., 1981).

### Conclusion

A partir du moment où le modèle est satisfaisant, une telle démarche nous conduit vers un autre intérêt du modèle : son utilisation comme outil prédictif. L'étude théorique et expérimentale des effets d'impulsions imposées au système (température, intensité lumineuse, sels nutritifs), peut nous renseigner sur les réactions du système dans des conditions contrôlées. Nous pourrions alors étudier expérimentalement l'évolution d'un écosystème connu dans des conditions différentes de celles qui ont permis de calibrer le modèle correspondant. En ayant un corps cohérent d'hypothèses traduit par

les fonctions mathématiques, ces études théoriques seront très utiles pour évaluer les conséquences des perturbations apportées au milieu marin par les rejets urbains, les rejets de centrales thermiques, etc. Un tel modèle pourrait alors être exploité en Mer Ligure où la circulation côtière expose les masses d'eau contenant un système phytoplancton-sels minéraux-zooplancton à de brèves mais importantes perturbations à proximité des nombreuses agglomérations réparties le long de la Côte Nord.

#### Littérature citée

- CHAHUNEAU F., S. DES CLERS et J.A. MEYER. 1980. Les modèles de simulation en écologie lacustre. Présentation des différentes approches et analyse des modèles existants. *Acta Oecologica/Oecol. Gener.* Vol 1, n° 1, 27-50.
- DUGDALE R.C., B.H. JONES, J.R. and J.J. MACISAAC and J.J. GOERING. 1981. Adaptation of nutrient assimilation. In : *Canadian Bulletin of Fisheries and Aquatic Sciences*. Bull. 210, 234-250.
- PAASCHE E. 1980. Silicon content of five marine plankton diatom species measured with a rapid filter method. *Limnol. Oceanogr.* 25 (3), 474-480.

