

Actions de recherches concertées
en Océanographie.

GROUPE DE TRAVAIL MATIERE ORGANIQUE.

Compte rendu de la réunion du 27 avril 1978.

rapporteurs: G. Billen, Lab. d'Océanographie, ULB
C. Joiris, Lab. v. Ekol. & Syst., VUB.

Faisant la synthèse des réunions de travail tenues antérieurement par le groupe, la discussion a permis :

I. d'expliciter la problématique traitée par le groupe en priorité.

II. de préciser les modes d'approches à adopter pour traiter de cette problématique.

III. d'identifier un certain nombre de problèmes techniques restant à résoudre pour mener à bien ces approches.

IV. de préciser la stratégie à adopter pour traduire cette approche lors des campagnes de mesures sur le terrain.

V. de suggérer des voies pour l'interprétation collective des données acquises lors des campagnes déjà réalisées. Dans ce cadre, certaines tâches précises ont été attribuées à des sous-groupes qui devront se réunir et transmettre leurs conclusions, même préliminaires, à l'ensemble du groupe.

I. Problématique .

En résumé, la problématique traitée par le groupe consiste à réaliser une description quantitative et à comprendre la régulation de la fourche Production primaire-Grazing-Activité bactérienne hétérotrophe, telle qu'elle est représentée schématiquement dans la Fig. 1.

Cette étude est motivée par les préoccupations suivantes:

- résoudre la contradiction apparue entre production primaire et activité hétérotrophe bactérienne lors des bilans annuels des transferts de carbone dans l'écosystème Mer du Nord (cf. C. Joiris. Helgoländer wiss. Meeresunters. 30, 611-621 (1977)).

- comprendre les raisons de la différence de structure des chaînes trophiques dans les zones côtières eutrophiées du Southern Bight (où la plus grande partie du recyclage planctonique s'effectue via les microorganismes) et les zones plus oligotrophes du Nord de la Mer du Nord et de la Manche (où la part de recyclage via le zooplancton semble prépondérante) (cf. C. Joiris. Communication présentée à la conférence "The Changing Sea-bird Populations of the North Atlantic". Aberdeen, 25-29 March 1977).

- obtenir un modèle réaliste de l'interaction matière organique - bactéries, tant dans les milieux pélagiques que dans les rivières et estuaires pollués et dans les sédiments (cf. G. Billen. Tech. Rep. OM/1978 08).
- comprendre le rôle de la matière organique comme complexant des métaux lourds dans la phase dissoute (cf. G. Gillain).

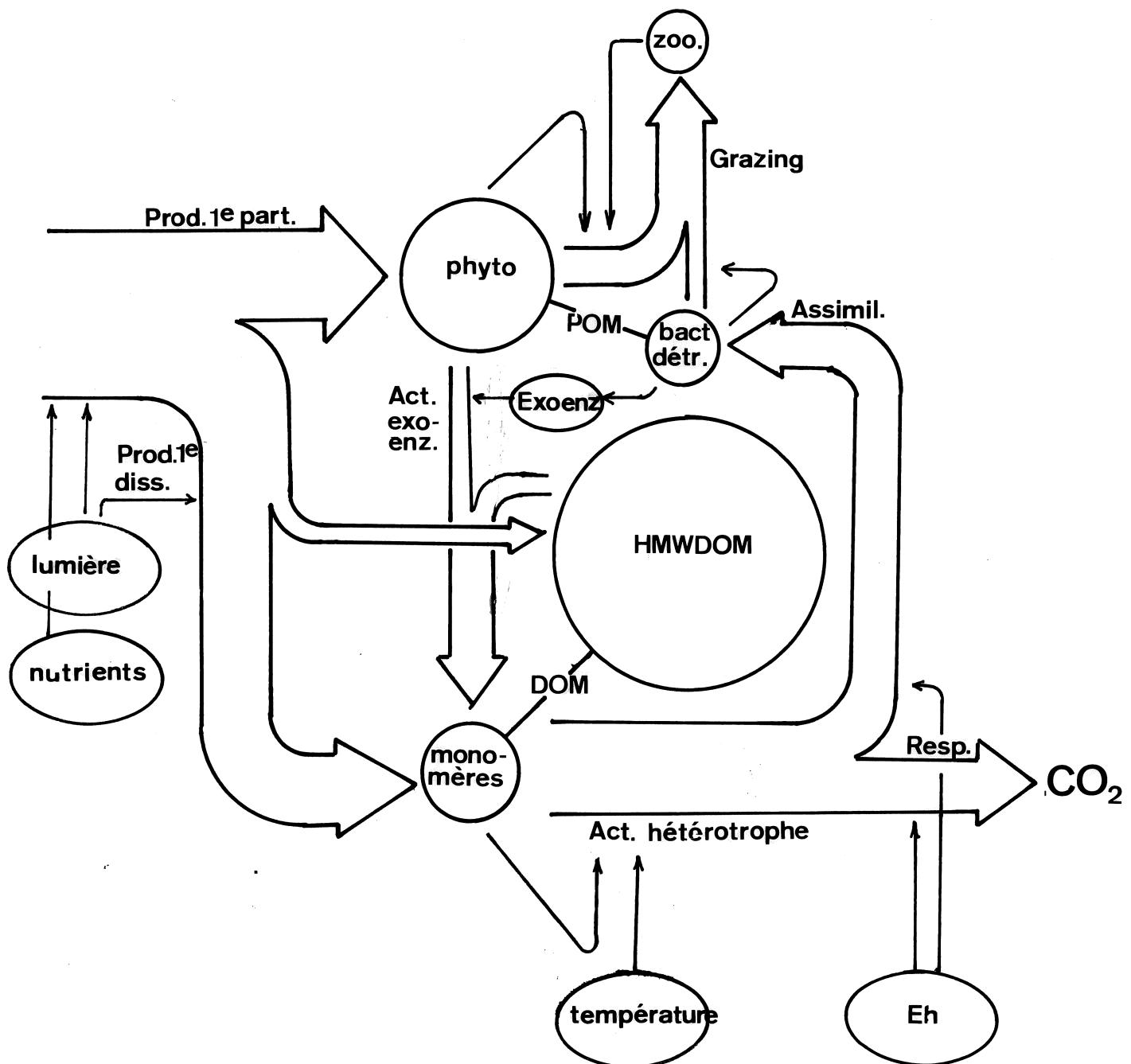


Figure 1. Représentation schématique de la fourche Production primaire-Grazing-Activité bactérienne hétérotrophe et de quelques uns parmi les principaux mécanismes de sa régulation.

II. Mode d'approche.

La problématique ainsi définie implique une analyse des phénomènes beaucoup plus fine que réalisée jusqu'à présent :

1. Affinement dans le temps.

Utilisant le même type d'approche que précédemment (bilan de mesures globales d'activité et examen des variations temporelles des paramètres statiques) mais appliquée sur des séries temporelles plus serrées, il est possible de préciser certaines interactions.

Ainsi, l'analyse des variations saisonnières et spatiales de la concentration en nutriments mesurée lors des campagnes de survey permet d'évaluer les valeurs minimales des flux de régénération ou d'uptake. Cette analyse a déjà été amorcée par Mommaerts (Tech. Rep. SURVEY 1978/02).

Ainsi aussi, l'analyse d'une série d'observation constituée par des échantillons quotidiens de zooplancton prélevés au West Hinder a permis à Bossicart (Rapport d'Activité ARC, 1977) de quantifier avec précision la dynamique des copépodes.

2. Spéciation chimique des stocks de matière organique et des activités biologiques.

S'il est exact que tout essai de compréhension ou de modélisation du fonctionnement d'un écosystème exige une certaine réduction des variables, c'est à dire la considération d'un nombre fini de compartiments regroupant divers composants de l'écosystème, il peut se faire qu'un choix arbitraire de la division en compartiments déforme la réalité des phénomènes et constitue un handicap sérieux à la compréhension des lois d'évolution du système. L'examen de la notion de "matière organique utilisable" suggère que ceci pourrait bien être le cas de la définition du compartiment "matière organique" utilisé dans la plupart des modèles d'écosystèmes aquatiques. Cette définition semble en effet avoir résulté le plus souvent de contingences opérationnelles plutôt que d'une analyse sérieuse des phénomènes impliqués sur le plan microbiologique.

Notre approche consistera donc à préciser au maximum la spéciation chimique de la matière organique dans le milieu marin (spéciation des stocks) et à identifier autant que possible sur quelles espèces chimiques portent les productions et les consommations de matière organique liées à l'activité biologique (spéciation des flux).

III. Techniques et Méthodes.

Pour mener à bien la spéciation chimique des stocks et des flux, un effort analytique et technique considérable a dû être entrepris par les membres du groupe. Nous faisons ici le point de l'état des mises au point réalisées.

1. Spéciation des stocks de matière organique.

a. Matière organique dissoute.

- Dosage de molécules individuelles.

• Acides Aminés. Une méthode de dosage des groupements amines primaires libres par fluorimétrie a été mise au point par Van Beveren (Rapport d'activité ARC 1977, Lab. d'Océanogr. ULB; annexe 12).

Le dosage des acides aminés libres individuels a été mis au point par Gillain (Rapport d'activité ARC 1977, Lab. d'Océanol. ULg III).

• Glucides. Le dosage des carbohydrates totaux en solution a été mis au point par J. Wijnants (mémoire de licence, Lab. v. Ekol. & Syst., VUB, sept. 1978) (méthode spectrophotométrique.).

Le Glucose libre est également dosé par méthode enzymatique directe (J. Wijnants, id.).

• Petits acides organiques. (G. Billen & J. Putman, Tech. Rep. OM 1978 04)

Le glycollate est dosé par une colorimétrie spécifique après concentration par adsorption-désorption sur oxyde d'aluminium.

Le Lactate et l'Acétate sont dosés sans concentration par méthode enzymatique au fluorimètre.

• Acides Gras. Les acides gras de C8 à C21 sont dosés après hydrolyse et extraction par chromatographie en phase gazeuse. (Elskens et Vandenhout, non encore publié).

- Dosages globaux.

• TOC. La mesure du carbone organique total doit encore être perfectionnée, notamment en ce qui concerne le problème de la volatilité de certains composés organiques lors des différentes étapes de la méthode (acidification et bullage des échantillons pour leur décarbonatation, évaporation de l'échantillon avant la pyrolyse)

• Ultrafiltration de la matière organique dissoute. Cette technique doit permettre une séparation de la DOM selon les critères de masse moléculaire $> 10\ 000$, > 1000 et > 500 . (A mettre au point sur la suggestion de J.M. Bouquenau, ULg).

b. Matière organique particulaire.

Le dosage des protéines, des hydrates de carbone et des lipides sur la matière particulaire a été mis au point par Van Beveren (Tech. Rep. OM / 1978 05).

2. Spéciation des flux.

a. Production primaire.

- Distinction de la production primaire particulaire et dissoute. (Mesure en cinétique de l'excrétion phytoplanctonique). C. Van Beveren, Tech. Rep. MO 1978 03 A. Bertels et J. Nijs, Tech. Rep. OM 1978 09.
- Spéciation chimique de la production particulaire. C. Van Beveren Tech. Rep. OM 1978 03
- Spéciation chimique de la production dissoute. Mise au point encore en cours par C. Van Beveren.

b. Grazing.

- Mesure du grazing sur phytoplancton vivant, par marquage au carbone 14. (Daro, Tech. Rep. OM 1978 07; Daro, 1977 Helgoländer wiss. Meeresunters (in press))
- Mesure du grazing sur les particules totales, au Coulter Counter (Cromboom,

c. Activité bactérienne hétérotrophe.

- Mesure globale de l'activité hétérotrophe: .par consommation initiale d'oxygène (mesure utilisée en routine depuis le programme CIPS par C. Joiris). .par incorporation anaplérotique de bicarbonate marqué. La signification quantitative de cette méthode reste cependant à préciser.
- Mesure de l'assimilation et de la respiration de substrats organiques individuels. (Putman et Billen, Tech. Rep. OM 1978 10).

IV. Stratégie des mesures de terrain.

La lourdeur technique des mesures à effectuer rend irréaliste une stratégie basée sur la répétition de surveys géographiquement étendus.

L'option retenue consiste à effectuer l'analyse détaillée de situations ponctuelles, dans lesquelles le maximum d'informations concernant la spéciation des stocks et des flux sont rassemblées sur le même échantillon d'eau (Campagnes "Matière Organique"). 5 campagnes de ce type ont été organisées à ce jour:

- du 18 au 26 juillet 1977
- du 18 au 21 octobre 1977
- du 4 au 7 avril 1978
- du 18 au 21 avril 1978
- du 16 au 19 mai 1978

au cours des quelles 3 stations ont été étudiées:

- Pas de Calais: point Calais $50^{\circ}57'30''N$ $1^{\circ}23'30''E$
- zone côtière belge: point Ostende $51^{\circ}24'00''N$ $2^{\circ}48'00''E$
- zone estuarienne: point Hansweert

Parallèlement, certains paramètres statiques et dynamiques sont mesurés en routine lors de campagnes de survey qui permettent de replacer les informations des campagnes ponctuelles approfondies dans le cadre de leurs variations géographiques et saisonnières.

V. Exploitation des résultats.

Les résultats acquis jusqu'ici, tant dans les campagnes de terrain que dans certaines expériences de laboratoire, permettent déjà de préciser, dans le cadre de la problématique générale définie ici, certaines voies de recherches particulières.

1. Vérification de la cohérence des méthodes.

a. Stocks de matière organique.

Comparaison systématique des mesures de TOC, de BOD et de l'ensemble des petits métabolites. Qu'appelle-t-on matière organique facilement (directement?) utilisable? Cette discussion pourrait être éclaircie par quelques mesures du spectre de taille moléculaire de la matière organique dissoute (ultrafiltration).

b. Activité hétérotrophe bactérienne.

Comparaison systématique des mesures de consommation d'oxygène, d'incorporation anaplérotope de bicarbonate, de l'ensemble des utilisations de petits métabolites. La vitesse globale d'activité hétérotrophe, mesurée par la consommation initiale d'oxygène est-elle explicable par la somme des utilisations de petits métabolites? Le cours de la cinétique de consommation d'oxygène, parfois avec un ralentissement très net après quelques heures, est-il explicable par l'épuisement de certains substrats?

2. Mécanisme des flux.

a. Production primaire.

- Limitation de la production primaire par les nutriments. Une synthèse des données disponibles devrait être faite à ce stade, regroupant les informations existantes concernant . l'effet de stimulation éventuel de la production primaire par des ajouts de nutriments (J. Nijs).

- . les mesures de nitrate réductase et d'assimilation des différentes formes d'azote par le phytoplancton (Somville).

- . les mesures en réacteur du Km d'assimilation des nutriments par les communautés naturelles de phytoplancton (Elskens).

- . Les évolutions saisonnières de concentration en nutriments dans la zone côtière (Mommaerts, Tech. Rep. SURVEY 1978 02).

- Régulation de l'excrétion phytoplanctonique. L'étude de l'effet de la lumière d'une part, de la concentration en nutriments d'autre part, sur la part de l'excrétion dans la production phytoplanctonique est entreprise respectivement par A. Bertels et C. Van Beveren.

b. Activité hétérotrophe bactérienne.

- Déterminisme de l'activité hétérotrophe. La relation observée entre la vitesse d'utilisation d'un substrat déterminé et la concentration de ce substrat (caractérisée par son temps de turnover) dans différents milieux géographiques et en différentes saisons doit en principe révéler les fondements du déterminisme de l'activité hétérotrophe. Retrouve-t-on, au niveau des substrats chimiquement définis, l'observation faite en ce qui concerne la BOD, d'un plus grand temps de turnover dans les zones du large que dans les zones côtières, à concentration pourtant identique?

- Voies de l'activité hétérotrophe. Le rôle relatif des métabolismes fermentatifs (réorganisation exoénergétique des substrats organiques sans intervention d'un oxydant extérieur) par rapport aux métabolismes respiratoires (oxydation du substrat organique aux dépends d'un oxydant extérieur) dans l'activité hétérotrophe globale peut être évaluée par comparaison des mesures d'activité hétérotrophe totale et de l'utilisation des principaux produits de fermentation (acétate, lactate, ethanol,...) (cf. G. Billen et J. Putman. Communication présentée au 5th International Symposium "Chemistry of the Mediterranean", 8-12 mai 1978, Rovinj, Yougoslavie).

c. Grazing.

- Relation vis à vis de la concentration en phytoplancton. Notamment: existence et signification d'un seuil de concentration en phytoplancton en dessous duquel le grazing est nul.
- Grazing sur phytoplanton vivant et sur particules détritiques. Part relative de l'un et de l'autre?

3. Nature des interactions.

a. Rôle de l'excrétion phytoplanctonique pour l'activité hétérotrophe bactérienne.

Les mesures cinétiques de l'excrétion phytoplanctonique avec filtration sélective permettent déjà d'approcher le problème de l'utilisation bactérienne des produits d'excrétion (cf. C. Van Beveren Tech. Rep. OM 1978 03). Une étude plus détaillée nécessite que des données plus nombreuses soient rassemblées sur la spéciation de l'excrétion phytoplanctonique et de l'activité hétérotrophe bactérienne.

b. Activité exoenzymatique.

L'étude de l'activité exoenzymatique devrait permettre de préciser le rôle joué, parallèlement à l'excrétion phytoplanctonique, par l'hydrolyse des particules et des macromolécules pour l'activité hétérotrophe.