

# **KOPPELING VAN KOOLSTOF- EN STIKSTOFMETABOLISME VAN ALGEN EN BACTERIËN IN EEN ESTUARIËN PELAGISCH ECOSYSTEEM: BEPALEN DOOR MODELLEREN VAN EEN PULSE-CHASE EXPERIMENT MET <sup>13</sup>C-LABELLING**

Van den Meersche Karel

Universiteit Gent, Vakgroep Biologie, Afdeling Mariene Biologie  
Krijgslaan 281/S8, B-9000 Gent  
Huidig adres: Oude Torenstraat 39, NL-4401 EH Yerseke  
E-mail: k.vdmeersche@nioo.knaw.nl

## **Initiële doelstelling**

De dynamiek van algen en bacteriën is sterk gekoppeld (e.g. Ducklow *et al.*, 1993; Goosen *et al.*, 1997; Barbosa *et al.* 2001). Hoe dit gebeurt is het onderwerp van studie van deze thesis. Doelstelling was het onderzoeken van de resultaten van een pulse-chase experiment, waarbij <sup>13</sup>C-gelabeld DIC werd toegevoegd aan een batchcultuur. Met behulp van een computersimulatie kan inzicht verworven worden in de link tussen fytoplankton en bacteriëngroei en het belang van de microbiële loop in aquatische ecosystemen, in casu een estuarien ecosysteem met input van hoge nutriëntenladingen. Daartoe werd een dynamisch model geïmplementeerd dat de dynamiek van fytoplankton, zooplankton, bacteriën en anorganische en organische opgeloste materie beschrijft in een systeem met open koolstof- en energiebalans en gesloten stikstofbalans.

Door fitten van het model aan experimentele data kunnen koolstof- en stikstoffluxen tussen de verschillende compartimenten gekwantificeerd worden.

## **Methoden**

Voorafgaand aan deze thesis werd door NIOO-CEME een <sup>13</sup>C-pulse-chase experiment uitgevoerd in 80 liter-vaten gevuld met waterstalen uit het Randers Fjord Estuarium in Denemarken. Van twee replicaten werden concentraties gemeten van particulier en opgelost organisch materiaal (POM en DOM), anorganische koolstof, stikstof en fosfor, algen- en bacteriële PLFA (polar-lipid derived fatty acids), en pigmenten. Over een periode van 10 dagen werden dagelijkse metingen uitgevoerd. Incorporatie van <sup>13</sup>C in fytoplankton en bacteriële biomassa werd gekwantificeerd door koolstofisotopenanalyse van specifieke PLFA's.

Preliminaire analyse van de gegevens toonde aan dat traditionele modellen, waarbij de ecosysteem componenten met constante stoichiometrie (i.c. C:N ratio) beschreven worden, niet in staat zijn om de experimenten accuraat te beschrijven. Daarom werd een dynamisch model met een gekoppelde koolstof- en stikstofcyclus geïmplementeerd en gefit aan de data. Dit model is in essentie een combinatie van een ongebalanceerd groeimodel voor algen (Tett, 1998) en een gebalanceerd groeimodel voor bacteriën

(Anderson & Williams, 1998), uitgebreid met gekoppelde  $^{13}\text{C}$ -dynamiek. Het model omvat een expliciete beschrijving van N en C in algen, bacteriële biomassa (vaste C:N ratio), opgelost organisch materiaal (C en N in labiel en semi-labiel materiaal), C en N in detritus, zooplankton (vaste C:N ratio), nitraat, ammonium en opgeloste inorganische koolstof. Voor iedere koolstof pool werd ook een  $^{13}\text{C}$  pool beschreven.

Fitten van het model aan de data gebeurde manueel door aanpassen van een aantal kritische parameters, waarbij is getracht om zoveel mogelijk originele parameterwaarden te houden. Door de sterke koppeling tussen de processen is de moeilijkheid hierbij dat vaak een betere fit van een bepaalde observatie ten koste gaat van een slechtere fit van een andere.

## **Resultaten**

Drie fasen konden dankzij het model worden onderscheiden, met telkens sterk verschillende chemische condities voor de algengroei.

In de eerste vier dagen van het experiment werd een fytoplanktonbloei waargenomen, die beëindigd werd door uitputting van nutriënten. In deze fase was de bacteriële groei sterk gelimiteerd door de beschikbaarheid van opgeloste organische koolstof. Na de bloeifase werd de koolstof- en stikstofopname door algen ontkoppeld. In deze ongebalanceerde groeifase gaat de koolstofopname door algen door, maar de stikstofopname stagneert. Bijgevolg nam de C:N ratio van de algen sterk toe. Tegelijk begonnen de DOC-concentratie en de bacteriële biomassa te stijgen. In de laatste, stationaire fase stagneert ook de koolstofopname van de algen en hun biomassa neemt af. In deze derde fase is de microbiële loop dominant.

De uitkomsten van het model toonden verder aan dat onder nutriëntenlimitatie van de algengroei, een overconsumptie van anorganische koolstof gecompenseerd werd door een verhoogde exudatie van DOC (Tabel I): van 2.5% van de bruto primaire productie in de exponentiële fase over 13% in de ongebalanceerde groeifase naar 65% in de eindfase. Dit geëxudeerde DOC bleek de voornaamste koolstofbron voor bacteriën (Tabel II), belangrijker dan DOC geproduceerd door heterotrofe mechanismen: 44% in de bloeifase en 60% in de post-bloeifasen. Slechts een klein deel van deze koolstof kwam terecht in hogere trofische niveaus; het grootste deel werd gerespireerd door de bacteriën (ongeveer 80%).

Tabel I. Phytoplankton primaire productie en effluxen

	Bloom	Intermediate	Nutrient limited
<b>gross PP (mmolC/m<sup>3</sup>/d)</b>	<b>118.3</b>	<b>263.7</b>	<b>51.3</b>
>growth	98.8	186.5	-21.4
>respiration	13.0	30.7	9.4
>grazing & mortality	4.1	17.8	29.9
>DOC exudation	2.5	28.8	33.3
<b>N uptake (mmolN/m<sup>3</sup>/d)</b>	<b>15.3</b>	<b>0.6</b>	<b>0.0</b>
>growth	14.3	-1.1	-2.1
>grazing & mortality	0.6	1.6	2.1
>DON exudation	0.3	0.01	0.00

Tabel II. Karakteristieken van de bacteriële loop. Snelheden in mmol C m<sup>-3</sup> d<sup>-1</sup> en mmol N m<sup>-3</sup> d<sup>-1</sup>

	Bloom	Intermediate	Nutrient limited
DOC production	5.80	48.00	59.95
By exudation	2.54	28.75	33.29
By heterotrophic mechanisms	3.26	19.25	26.65
DOC uptake	7.18	30.21	59.75
Bacterial growth	1.36	5.74	11.35
DON production	0.84	1.64	2.30
By exudation	0.31	0.01	0.00
By heterotrophic mechanisms	0.53	1.63	2.30
DON uptake	0.91	1.48	2.23
Bacterial growth	0.27	1.13	2.23

## Referenties

- Anderson T.R., Williams P.J. le B. 1998. Modelling the seasonal cycle of dissolved organic carbon at station E<sub>1</sub> in the English Channel. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 46, 93-109
- Barbosa A.B., H.M. Galvao, P.A. Mendes, X.A. Alvarez-Salgado, F.G. Figueiras and L. Joint. 2001. Short-term variability of heterotrophic bacterioplankton during upwelling off the NW Iberian margin. *Progress in Oceanography* 51:339-359.
- Ducklow H.W., D.L. Kirchmann, H.L. Quinby *et al.* 1993. Stocks and dynamics of bacterioplankton carbon during the spring bloom in the Eastern Atlantic Ocean. *Deep-Sea Research II* 40(1-2):245-263.
- Goosen N.K., P. van Rijswijk, J. Kromkamp and J. Peene. 1997. Regulation of annual variation in heterotrophic bacterial production in the Schelde estuary (SW Netherlands). *Aquatic Microbial Ecology* 12(3):223-232.
- Tett P. 1998. Parameterising a microplankton model. Department of Biological Sciences, Napier University, Report ISBN 0 902703 60 9. 60p.