

C.I.P.S.

MODELE MATHEMATIQUE DE LA
POLLUTION EN MER DU NORD.

TECHNICAL REPORT

1973/Scheldt 09 Sed.03

CAMPAGNE "ESTUAIRE"
du 17 au 19 septembre 1973
(Marée basse)

Laboratoire de Chimie Industrielle
U.L.B.
par R. WOLLAST, O. BECKERS.

Les données fournies par le modèle mathématique unidimensionnel défini par WOLLAST (1972 *) ont été appliquées au cas de la silice dissoute afin de définir les zones de consommation et de production de silice dans l'Escaut au cours du mois de septembre. En outre, des mesures de production primaire *in vitro* ainsi que de chlorophylles-phaeophytines ont été réalisées en plus des mesures de routine pour tenter de relier ces différentes zones soit à un processus biologique de consommation par les diatomées, soit à un processus inorganique de production ou consommation de silice.

L'équation générale de base pour une variable conservative

$$\frac{\delta}{\delta x} = \nabla \left(-K \nabla + \frac{R}{\Omega} \right) \quad (1)$$

peut être réduite de manière satisfaisante dans le cas de l'Escaut à l'équation pour un régime stationnaire.

R débit d'amont

Ω section mouillée

K coefficient de diffusion turbulente.

Le cas de la silice est un peu plus compliqué car il s'agit essentiellement d'une variable non conservative et il faut ajouter dans ce cas un terme supplémentaire de consommation ou de production à l'équation (1).

Méthode.

Les apports de silice dissoute ont été calculés pour des sections de 5 km (K et Ω indépendants de x) à partir du profil longitudinal expérimental de silice dissoute en sommant les termes diffusifs ($K \Omega \frac{\delta SiO_2}{\delta x}$) et advectifs ($R SiO_2$) ; la différence entre ces sections donnant le terme de consommation (signe négatif) ou de production (signe positif). (voir graphique).

* Rapport de Synthèse (Escaut 1972) CIPS.

Discussion.

Le graphique indique deux zones de consommation liées à des mécanismes différents. On peut y distinguer des remontées attribuables à des apports latéraux beaucoup plus riches en silice dissoute (ex : égouts d'Anvers au km 73 et le canal de Hansweert au km 33). Il faut remarquer qu'une zone de consommation ne signifie pas qu'il n'y a pas de production et vice versa, mais simplement qu'un des processus l'emporte sur l'autre.

de l'embouchure au km 60 : cette région riche en oxygène ($> 5 \text{ mg O}_2/\text{l}$) de salinité élevée (15.5 g Cl⁻/l à 7.5 g Cl⁻/l) et de turbidité faible (~30 mg/l) est un biotope favorable au développement d'espèces phytoplanctoniques résistantes telles que les diatomées (WOLLAST 1971)*. La production primaire potentielle de la fraction microplanctonique ($> 25 \text{ microns}$) augmente vers l'amont et présente un maximum aux environs du km 40 qui pourrait peut-être s'expliquer par un enrichissement progressif en nutriments (ex. la concentration en silice dissoute passe de 0.4 ppm à l'embouchure à 4 ppm au km 60). L'examen des chlorophylles-phaeophytines de la fraction microplanctonique présente également deux maximum correspondant aux deux zones de consommation de silice (km 15 à 20 et au-delà du km 30). La corrélation calculée entre la silice dissoute et les chlorophylles-phaeophytines de la fraction microplanctonique pour les 13 premières stations est de + 0.87. Enfin, une estimation établie pour le mois indique qu'environ 50 % des quantités de silice consommées le sont dans cette région.

Les estimations nettes de consommation sont beaucoup plus difficiles à établir car il faut tenir compte des apports latéraux plus riches en silice, ainsi que de la remise en solution de silice par les sédiments et par des réactions chimiques éventuelles de dissolution à partir de la matière en suspension. Ce dernier processus est pour l'instant impossible à déterminer alors que les deux premiers représentent un supplément d'environ 30 % des quantités consommées.

* Study of the Behavior of dissolved silica in the estuary of the Scheldt. R. WOLLAST and F. DE BROEU. Geochimica et Cosmochimica Acta, 1971, Vol.35 pp. 613 to 620.

Tenant compte de ces remarques, les estimations nettes indiquent qu'environ $1,6 \text{ mg SiO}_2/\text{m}^3/\text{h}$ sont consommées dans la zone Hansweert-Doe, celles-ci sont du même ordre de grandeur que les valeurs trouvées dans l'estuaire de San Francisco (DOHERTY 1971) *. Toutefois, seules des mesures de production primaire *in situ* lors des blooms printaniers de diatomées pourront confirmer ces chiffres.

du km 50 au km 85 : Cette région de forte consommation (50 %) est liée à des réactions de type inorganique car les concentrations en oxygène dissous y sont très faibles ($< 1 \text{ mg O}_2/\text{l}$) et les turbidités élevées ($> 100 \text{ mg/l}$) excluant la présence de diatomées. La consommation se produit essentiellement dans la région anversoise lorsque la salinité croît et jamais en amont d'Anvers. Il s'agit vraisemblablement de réactions liées à la matière en suspension au contact d'électrolytes présents dans l'eau de mer. (LISS and SPENCER 1970)**

Il est enfin intéressant de noter que les mesures d'incorporation au carbone 14 dans la fraction totale continue à augmenter alors que celle de la fraction microplanctonique ($> 25\mu$) et les concentrations de chlorophylles sont nulles. Par ailleurs cette intense activité ~~de la fraction~~ ~~à 85 km~~ doit être liée à la lumière puisqu'elle ne se produit pas dans la bouteille noire. Il doit s'agir d'une activité bactérienne photosynthétique.

* Estimated Rates of Biological silica utilization San Francisco Bay Estuary by PETERSON,D.H., CONOMOS, T.J., BROENKOW, W.L. ; DOHERTY P.C. Am. Geophys. Union Trans. V. 52, n° 4, page 259.

** LISS P.S. and SPENCER C.P. (1970) Abiological processes in the removal of silicate from sea water. Geochim.Cosmochim. Acta, 34, 1073 - 1088.

CONCLUSIONS.

L'utilisation d'un modèle extrêmement simplifié a mis en évidence deux types de consommation de silice liés à des mécanismes différents pour le mois de septembre.

D'une part, une zone de consommation liée aux diatomées dans les 60 premiers kilomètres à partir de l'embouchure représentant 50 % des quantités consommées au cours du mois et d'autre part, une zone de consommation typiquement inorganique dans la région anversoise.

Remerciements.

Nous tenons à remercier Ch. LANCELOT-VAN BEVEREN pour l'aide apportée dans la mesure des chlorophylles ainsi que J.P. MOMMAERTS et J. NYS pour leur participation aux mesures de production primaire.

Tableau.

stations	silice dts. (ppm)	product.pum pot.		chlorophylles a		phaeophytines a	
		mge/m ³ /h. total	<25μ	mg Cie./m ³ total	<25μ	mg phaeo/m ³ total	<25μ
1	0,40	8,62	7,16	2,94	0,88	3,79	2,94
2	0,55	11,59	7,40	2,27	1,47	3,79	2,91
3	0,80	11,14	7,02	4,14	1,07	1,84	4,16
4	0,55	13,32	6,82	3,74	0,80	6,91	1,44
5	1,25	14,90	7,02	2,14	0,53	8,70	5,07
6	0,70	-	-	-	-	-	-
7	1,40	14,49	7,57	0,4	0,93	6,22	5,23
8	2,20	24,51	9,12	4,81	0,13	7,34	6,41
9	1,90	26,63	11,18	2,16	-	5,74	-
10	1,85	18,48	6,41	5,07	1,00	8,38	4,75
11	2,90	20,97	8,10	4	0,53	9,64	6
12	-	-	-	8,01	-	10,30	-
13	3,55	23,74	16,59	10,68	0,67	10,81	10,48
14	3,85	24,77	16,67	12,84 13,46	1,87 1,60	12,33 11,85	6,89 7,74
15	4,45	18,78	16	5,45	-	7,26	-
16	4,00	21,92	17,45	-	{ 0 0,8	-	{ 14,70 11,96
17	6,10	29,49	17,86	{ 17,78 14,20	3,50	{ 0,53 0,53	1,07
18	6,10	23,84	22,6	0	0,53	11,51	11,80
19	7,75	-	-	-	-	-	-
20	8,35	-	-	-	-	-	-
21	9,60	-	-	-	-	-	-
22	10,00	-	-	-	-	-	-
23	13,00	-	-	-	-	-	-
24	13,50	-	-	-	-	-	-

bilan de consommation et de production
de silice dissoute dans l'Escaut.

septembre 1973.

100+
g/sec

