

## SEDIMENTOLOGISCH ONDERZOEK VAN DE SPUIKOM TE OOSTENDE

door

R. WOLLAST en F. DEHAIRS  
Laboratoire de Chimie Industrielle — U.L.B.  
Laboratorium voor Analytische Scheikunde — V.U.B.

### I. INLEIDING

Jonge sedimenten vertegenwoordigen een belangrijke bron van nutrients, wegens continue accumulatie van organisch detritus, afkomstig van afgestorven organismen. Door bacteriële en chemische activiteiten kan dit organisch materiaal verwerkt worden tot anorganische molekulen. Deze molekulen kunnen terug vrijkomen en als nutrients ten goede komen van het benthos en het plankton. Voor mariene milieus beschikt men hierover, over weinig of geen kwantitatieve resultaten, wat in hoofdzaak te wijten is aan de complexiteit van deze milieus. Dank zij de Spuikom te Oostende, beschikt men echter over een eenvoudiger marien model, vergelijkbaar met een zoetwatermeer. Dit maakt dat de Spuikom reeds lang een geliefkoosd werkterrein is van ekologen. De studie die hier werd voltrokken bestaat er ten eerste in uit het bepalen van de samenstelling der sedimenten en ten tweede uit het bepalen van de relaties tussen de aard van het sediment en de aard en concentratie van een reeks factoren, die karakteristiek zijn voor de organische en chemische activiteit. De samenstelling van het sediment en de hiermee samengaande aanwezigheid van bepaalde nutritieve elementen kunnen de aard van het benthos en het plankton sterk beïnvloeden.

De Spuikom heeft de vorm van een lus, in O-W richting gestrekt. De gemiddelde diepte, bedraagt ongeveer 1,5 m. In de Z-rand zijn 3 kleine sluizen aanwezig, die in verbinding staan met het Noord-Eede kanaal, dat op zijn beurt in verbinding staat met de haven. Bij hoog tij kan er langs hier water naar binnen stromen. In de W-uitehoek zijn de grote sluizen gelegen, die de directe verbinding met de haven afsluiten.

## II. METHODEN

— De oppervlakte van de kom werd onderverdeeld met een rooster van 30 punten. Op elk der 30 punten werd met een „mudsnapper”, een bodemstaal genomen, dat nadien gedroogd werd bij 110° C.

— Mineralogisch gezien bestaat een sediment hoofdzakelijk uit 3 groepen konstituenten: de kleien, de carbonaten en de detritische elementen (hoofdzakelijk = kwarts, veldspaten).

Kleigehalte, gehalte aan carbonaten en gehalte aan detritische elementen werden met enkele snelle analyses nagegaan, nl. door de % gewichtsverliezen na te gaan bij verhitting tot 550° C en 1.000° C. Het gewichtsverlies bij 550° is te wijten aan de verbranding van het organisch materiaal en aan de verdamping van H<sub>2</sub>O gebonden aan de kleien; het verlies tussen 550° en 1.000° geeft het gehalte aan carbonaten weer, het totale verlies tussen 110° en 1.000° tenslotte, geeft een onrechtstreeks idee van de hoeveelheid detritische elementen: een groot verlies wijst op weinig detritische elementen en *vice versa*.

— Het gehalte aan organisch materiaal werd bepaald door het gehalte aan oxideerbaar materiaal na te gaan en werd uitgedrukt in % organische C. De methode der K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> reductie door de sedimenten werd hier toegepast.

— Door van het % gewichtsverlies bij 500°, het % organisch materiaal af te trekken, bekomt men het % H<sub>2</sub>O gebonden aan de kleien, dat rechtstreeks evenredig is met het kleigehalte.

— Cu, Zn, Mn, Fe, S, P zijn de elementen die werden gekozen om hun verspreiding na te gaan in functie van de samenstelling van het sediment. Cu, Zn, Mn en Fe behoren tot de voornaamste elementen, verantwoordelijk voor de chemische activiteit; S en P kunnen parameters zijn van een organische activiteit. De concentraties van al deze elementen, met uitzondering van P dat colorimetrisch werd geanalyseerd, werden met de X-stralen-fluorescentietechniek bepaald.

— De relatie tussen al deze factoren onderling werden met een statistische analyse nagegaan. Correlatiecoëfficiënten werden volgens de Bravais-Pearson methode bepaald. Coëfficiënten in absolute waarde groter dan 0,42 zijn significant met een 95% veiligheidsgrens.

— Correlaties tussen de sedimenten zelf tenslotte, werden bepaald op basis van het kleigehalte, het gehalte aan carbonaten, het gehalte aan detritische elementen en het gehalte aan organisch materiaal. Daar het bij zulke correlaties kan gebeuren dat waarden in verschillende dimensies uitgedrukt, onderling moeten vergeleken worden, werden deze correlaties berekend vanaf de gereduceerde waarden der concentraties van deze 4 factoren.

$$\text{gereduceerde waarde : } Z = \frac{\bar{X}_i - \bar{X}}{\sigma_x}$$

$\bar{X}$  = gemiddelde concentratie

$\sigma_x$  = standaard deviatie

Met een 95% veiligheidsmarge zijn enkel correlaties in absolute waarde > 0,89 significant.

### III. RESULTATEN

Tabel I

*% gewichtsverlies bij 550° ; % verlies tussen 550° en 1.000° ;  
% verlies bij 1.000° en % organisch materiaal*

	% verlies bij 550°	% verlies tussen 550° en 1000°	% verlies bij 1000°	% organisch materiaal
1	4,13	5,68	9,81	3,1
2	6,93	7,17	14,10	3,8
3	6,56	4,59	11,15	3,5
4	6,68	5,32	12,00	4,6
5	7,95	8,50	16,45	3,6
6	12,71	6,47	19,18	4,75
7	7,23	6,12	13,35	3,0
8	13,47	6,06	19,53	5,95
9	9,00	6,61	15,61	4,2
10	10,99	5,11	16,10	3,9
11	9,70	6,00	15,70	4,2
12	5,76	5,82	11,58	3,2
13	7,75	6,98	14,73	4,5
14	3,43	4,18	7,61	2,9
15	7,65	6,59	14,24	3,76
16	12,21	4,40	16,61	5,5
17	12,19	5,33	17,52	5,1
18	13,83	4,64	18,47	6,0
19	13,00	4,91	17,91	5,9
20	10,66	6,69	17,35	5,35
21	11,62	5,84	17,46	5,7
22	12,67	4,50	17,17	5,2
23	14,11	4,06	18,17	5,6
24	11,13	4,65	15,78	4,9
25	10,15	4,39	14,54	4,7
26	5,60	4,45	10,05	2,9
27	5,72	4,91	10,63	2,1
28	8,26	5,53	13,79	4,5
29	12,26	5,01	17,27	6,0
30	4,01	3,42	7,43	0,8

N.B. Het % detritische elementen werd niet weergegeven, het volstaat hiervoor het % verlies bij 1.000° af te trekken van 100.

Tabel II  
*Concentraties van Zn, S, Fe, Cu, Mn en P in ppm*  
 N.B. : De P conc. is uitgedrukt in ppm P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

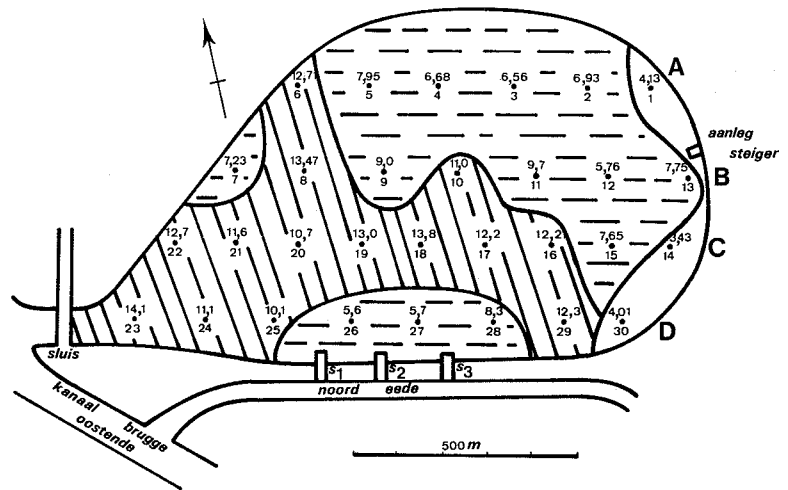
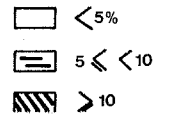
	Zn	S	Fe	Cu	Mn	P
1	81	4213	8696	18	1575	1299
2	110	2268	13103	20	2133	1540
3	110	4257	14555	23	1791	1700
4	95	4104	12006	22	1765	1620
5	113	3466	15707	21	1996	1820
6	117	6607	19317	23	2898	2160
7	115	2822	14046	26	1514	1580
8	169	4201	20178	29	2204	1860
9	104	3189	14180	24	1743	2180
10	108	3649	14983	26	1960	2220
11	133	3738	17842	32	1986	2320
12	106	2876	13177	26	1668	1620
13	113	4418	14731	28	1976	1960
14	86	3492	7933	18	1445	1240
15	117	3332	13421	26	1867	1980
16	140	5352	18256	28	2136	3008
17	181	4482	18114	31	1926	2500
18	194	4836	18736	32	2388	3180
19	97	5141	19854	28	2237	3540
20	165	4823	20312	30	2116	3380
21	160	4980	20948	27	2113	3280
22	149	3913	19703	35	2515	2740
23	153	4671	18478	33	2279	3380
24	133	5075	18412	24	2244	3340
25	144	2769	18031	27	1885	1640
26	99	1937	11214	21	1521	1860
27	88	3910	10005	17	1668	1720
28	131	3860	16302	22	1996	1720
29	172	4147	19125	31	2223	1960
30	61	1802	7717	18	1408	1640

Kaarten 1-2-3-4 geven respectievelijk het % verlies bij 550° ; het % verlies tussen 550° en 1.000°, het % organisch materiaal en het % verlies bij 550° — % O.M. weer.

Uit deze correlatiematrix blijkt dat er groepen van sterk geïntercorreleerde factoren bestaan, waarvan de voornaamste gevormd wordt door het % verlies bij 550° ; het % verlies bij 1.000° en de Fe en Mn concentraties. Een andere groep wordt gevormd door het % verlies bij 550°, de Zn, Cu, en P concentratie.

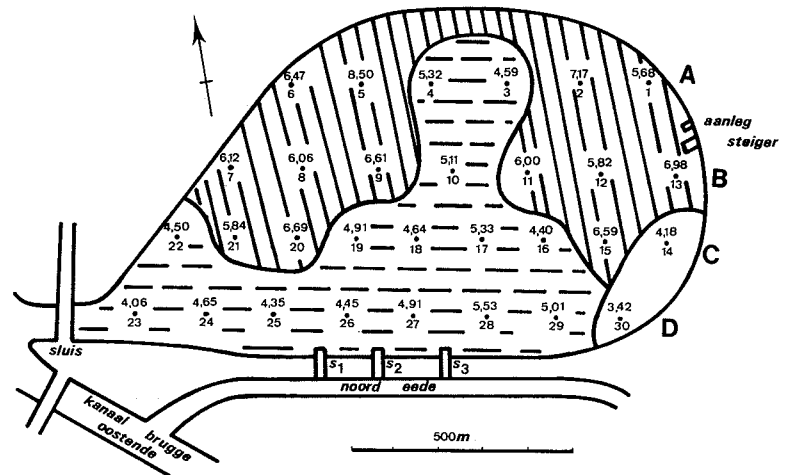
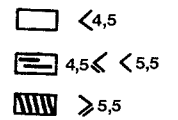
kaart 1

% gewichtsverliezen  
bij 550° c



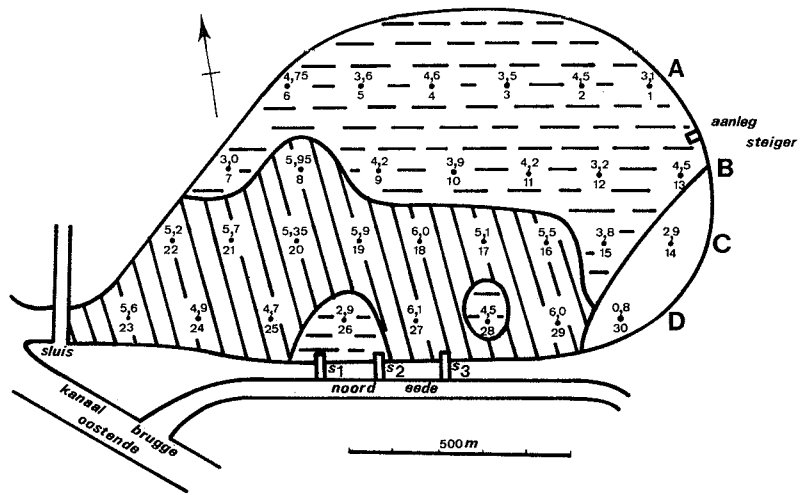
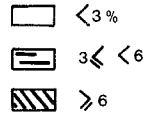
kaart 2

% gewichtsverliezen  
tussen 550° en 1000° c



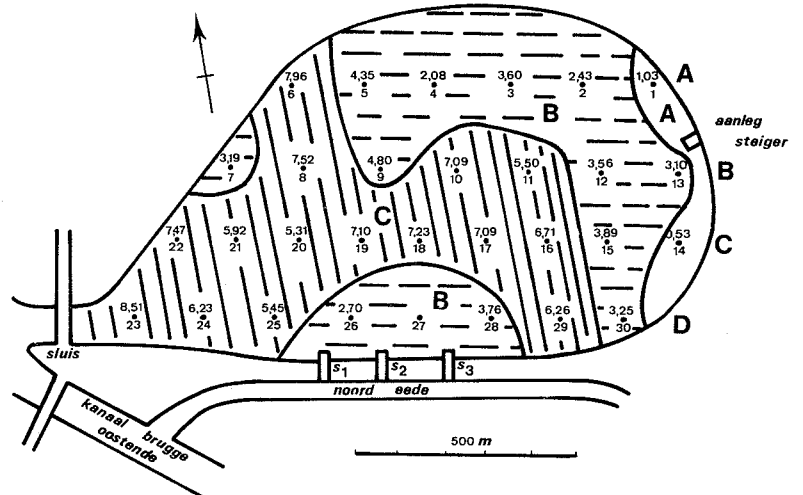
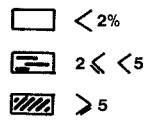
kaart 3

% organisch materiaal



kaart 4

% water gebonden  
aan klei



A: zand  
B: zandige klei  
C: klei

Tabel III

Correlatiematrix voor 9 factoren : Zn, S, Fe, Cu, Mn, P,  
% verlies bij 550°; % verlies bij 1.000° en % O.M.

$|R| > 0,42$  is significant.

	% verlies 550°	%verlies 1000°	% O.M.	Zn	S	Fe	Cu	Mn	P
% verlies 550°	1,00000	0,93781	0,76980	0,79193	0,63512	0,92263	0,79860	0,83512	0,78620
% verlies 1000°	0,76980	1,00000	0,74591	0,75189	0,61645	0,92545	0,74084	0,84357	0,67361
% O.M.	0,76980	0,74591	1,00000	0,69251	0,64997	0,73741	0,55989	0,68764	0,59953
Zn	0,79193	0,75189	0,69251	1,00000	0,42683	0,81627	0,79417	0,59843	0,63438
S	0,63512	0,61645	0,64997	0,42683	1,00000	0,61461	0,35961	0,71122	0,51617
Fe	0,92263	0,92545	0,73741	0,81627	0,61461	1,00000	0,79194	0,81118	0,75665
Cu	0,79860	0,74084	0,55989	0,79417	0,35961	0,79194	1,00000	0,56594	0,71688
Mn	0,83512	0,84357	0,68764	0,59843	0,71122	0,81118	0,56594	1,00000	0,59715
P	0,78620	0,67361	0,59943	0,63438	0,51617	0,75665	0,71688	0,59715	1,00000

Tabel IV

*Correlatiematrix der correlaties tussen % verlies bij 550° — % organisch materiaal (met % klei), % verlies tussen 550° en 1.000° (met % carbonaten), 100% — % verlies bij 1.000° (= % detritische elementen) en % organisch materiaal.*

$|R| > 4,2$  is significant.

	% verlies bij 550° — % O. M.	%verlies tussen 550° en 1.000°	100% — % verlies bij 1.000°	% O. M.
% verlies bij 550° — % O.M.	1,00000	— 0,09685	— 0,87348	0,53482
% verlies tus- sen 550° en 1.000°	— 0,09625	1,00000	— 0,29069	0,04127
100% — % ver- lies bij 1000°	— 0,87348	— 0,29069	1,00000	— 0,75139
% O.M.	0,53482	0,04127	— 0,75139	1,00000

Uit deze tabel blijken sterke anticorrelaties tussen het kleigehalte en het gehalte aan detritische elementen ; tussen het % organisch materiaal en de detritische elementen en een zwakke positieve correlatie tussen gehalte aan organisch materiaal en kleifractie.

Punten met onderling significant gecorreleerde sedimenten, werden in kaart 5 uitgezet. Hieruit blijkt dat er 2 grote onafhankelijke zones bestaan die onderling zelfs geanticorreleerd zijn. De vorm van deze zones volgt in grote lijnen de verspreiding van de meeste onderzochte factoren.

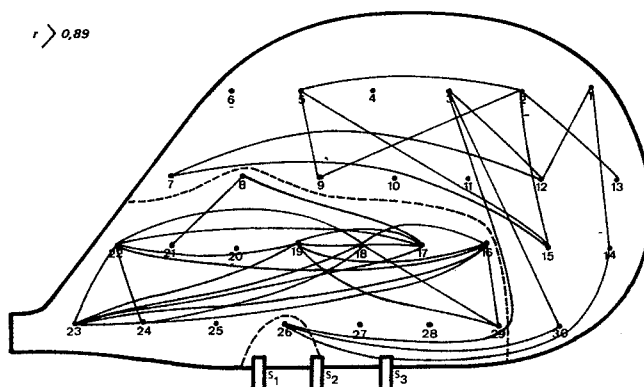
#### IV. BESPREKING

— Fe is sterk gecorreleerd met het verlies bij 550° en meer precies met de kleifractie. In jonge sedimenten komt Fe hoofdzakelijk voor onder de vorm van Fe-oxide- en Fe-hydroxydevlokken. Deze vlokken zijn door elektrostatische interacties sterk gebonden aan de vlokken der kleifractie, vandaar de positieve correlatie tussen beide factoren. Mn komt ook onder de vorm van oxiden en hydroxiden voor en is eveneens gebonden aan de kleifractie.



kaart 5

korrelaties tussen de 30 punten  
op basis van: %verlies bij 550° — % o.m.;  
% verlies ts 550° en 1000°; 100 — %  
verlies bij 1000°: % o.m



s<sub>1</sub> s<sub>2</sub> s<sub>3</sub> : de 3 kleine sluizen

Cu en Zn zijn eveneens gecorreleerd met het kleigehalte. De oorzaak light hier waarschijnlijk bij een adsorptieproces van de Cu-Zn ionen op de geladen oppervlakken der kleipartikels.

— Een iets zwakkere correlatie tussen P, Fe en de kleien, zou erop wijzen dat P hoofdzakelijk gebonden is aan Fe (chemisch, als een weerslag van  $\text{FePO}_4$  of fysisch, door adsorptie van Fe oxide-Hydroxide vlokken), of geadsorbeerd wordt op de kleifractie. In de literatuur bestaan er aanwijzingen voor een Fe-P band (Serruya 1971). Onder reductieve omstandigheden zouden aldus fosfaationen samen met  $\text{Fe}^{++}$  ionen in oplossing komen, oxidatieve omstandigheden zorgen voor een onoplosbare  $\text{Fe}^{+++}$  vorm, P precipiteert mee. De zwakke correlatie tussen P en het organisch materiaal wijst erop dat P een slechte parameter is voor het organisch materiaal. Een sterke correlatie tussen Mn en Fe, zou er kunnen op wijzen dat Mn ook op de Fe-hydroxiden kan geadsorbeerd zijn.

In sedimenten komt Fe ook zeer dikwijls onder de vorm van Pyriet ( $\text{FeS}_2$ ) voor.

Hier bestaat er slechts een zwakke correlatie tussen Fe en S wat erop wijst dat Fe niet zozeer onder de pyrietvorm voorkomt. De sterke anticorrelatie tussen organisch materiaal en detritische elementen wijst

erop dat tussen beide factoren geen interacties bestaan, wat wel het geval is tussen organisch materiaal en de kleien. De aard van deze interacties is echter nog niet volledig gekend. In de literatuur wordt gewag gemaakt van mogelijke ionuitwisselingen tussen beide factoren (Degens 1965).

De anticorrelatie tussen de verspreiding der kleien en der detritische elementen, ontstaat door het feit dat er een selectieve sedimentatie optreedt. De detritische elementen maken de grove fraktie uit en worden het vlugst neergezet, terwijl de fijne kleifraktie langer in suspensie blijft, en door de stroming verder kan afgezet worden.

De verspreiding der carbonaten, lijkt niet gebonden aan die der kleien. Waarschijnlijk zijn de meeste carbonaten van biogene oorsprong en komen ze hoofdzakelijk voor als aragoniet en calciet. Deze verspreiding kan een weerspiegeling zijn van de verspreiding van  $\text{CaCO}_3$  secreterend benthos en meer precies der Mollusken. De hoogste carbonaat gehalten worden immers gevonden in de zones die bestaan uit zandige klei en zand (zie kaarten 2 en 4) en die een tamelijk vast substraat bieden in tegenstelling met de kleiige zone.

Daar de kleien positief gecorreleerd zijn met de meeste onderzochte factoren, geeft hun verspreiding het meest complete overzicht der chemische en organische activiteiten ter hoogte van het sediment — wateroppervlak. De grootste concentraties worden steeds in het centrale en W-deel gevonden, gemiddelde concentraties in het N en NO-deel en het gebied voor de kleine sluisen en de laagste concentraties tegen de O-rand. Bij het leeglaten der kom, wat regelmatig gebeurt van september tot april, kan een gedeelte van het lichte materiaal (slib, organisch detritus) weggesleurd worden uit de perifere zones en afgezet worden in de diepere centrale van W-delen van de kom.

De stroming, bij hoogtij, vanuit de 3 kleine sluisen in de Z-rand beïnvloed de bodemsamenstelling van het kleine gebied ervoor. Licht materiaal wordt meegesleurd en zet zich eveneens in het centrale deel af. De samenstelling van deze enklave, wordt hierdoor zo beïnvloed, dat dit gebied moet gerekend worden bij de zone die uit zandige klei bestaat.

Deze zones met de hoogste concentraties moeten daarom niet noodzakelijk zones van een hoge benthosproductiviteit zijn. Een hoog kleigehalte is immers synoniem van een kleine korrelgrootte, wat impliceert dat er weinig ruimte is voor het interstitiële water en dat er weinig  $\text{O}_2$  aanwezig is. De aanwezige  $\text{O}_2$  zal daarenboven nog opgebruikt worden door oxidatie van organisch detritus, waar de zones zeer rijk aan zijn.

Daarbij komt nog dat, wegens de O<sub>2</sub> depletie, bepaalde bacteriën, aangepast aan een anaërobe ademhaling, anorganisch gebonden zuurstof als waterstofacceptor gebruiken. Nitraten, nitrieten, sulfaten kunnen op deze wijze gereduceerd worden. Het milieu wordt sterk reductief en ongeschikt voor het macrobenthos.

Anderzijds echter kunnen deze kleiige zones, door accumulatie van organisch detritus en verwerking ervan tot anorganische, nutritieve elementen, een belangrijke rol spelen in de planktonische productiviteit.

#### SAMENVATTING

Dertig sedimentstalen van de spuikom te Oostende werden geanalyseerd voor gehalte aan kleien, detritische elementen, carbonaten, organisch materiaal en hun Zn, S, Fe, Cu, Mn en P concentratie werd bepaald. Vervolgens werden de correlaties tussen al deze factoren onderling bepaald. De verspreiding van de meeste factoren bleek gebonden aan die der kleien.

#### RÉSUMÉ

Trente échantillons des sédiments du bassin de chasse à Ostende furent analysés pour leur contenance en argiles, éléments détritiques, carbonates et matière organique ; leur concentration en Zn, S, Fe, Cu, jmn et P fut également déterminée. Les corrélations existant entre ces facteurs furent calculées ; il en résulta que la distribution de la plupart de ceux-ci est liée à celle des argiles.

#### REFERENTIES

- ADLER, I. (1966). X ray emission spectrography in Geology. *Elsevier publishing Company*.
- CARRITT, D. E. and GOODGAL, S. (1954). Sorption reactions and some ecological implications. *Deep Sea Research*, **1** : 224-243.
- DEBYSER, J. (1961). Contribution à l'étude géochimique des vases marines Institut français de Pétrole. *Soc. des éditions Technip*. Paris.
- DEGENS, E. T. (1965). Geochemistry of sediments. *Prentice Hall inc. Englewood Cliffs, N.Y.*
- LELOUP, (1965). La flore et la faune du bassin de chasse d'Ostende. *Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique. Mémoire n° 154*.
- SERRUYA, C. (1971). Lake Kinneret : the nutrient chemistry of the sediments. *Limnology and oceanography*, vol. 16, n° 3, p. 510.

