

Technical Report

1973/06 BIOL.04

C.I.P.S.

Modèle mathématique de la
pollution en mer du Nord

MATIERES ORGANIQUES PARTICULAIRES

Croisière JONSDAP : septembre - octobre 1973

Ch. LANCELOT

Collectif de Bio-écologie Unité d'océanologie (Prof. J.BOUILLON)

Ce travail comprend une brève étude de la répartition de la matière organique particulière totale explicitée par les variations du paramètre Σ protéines + hydrates C + lipides dans le réseau défini par le modèle mathématique. Il comprend en outre un essai de répartition de la matière organique particulière en 2 sous-groupes définis et échantillonnes de manière identique aux fractions "total" et "nannoplanctonique" ^{des} pigments; c'est pourquoi nous gardons l'appellation net/nanno pourtant inadéquate dans l'étude ci-présente. Ainsi, la fraction "nanno" comprend la matière organique particulière de taille $< 25 \mu$ et limitée à 1μ (défini par la texture du filtre) alors que la fraction net (total-nanno) comprend tout ce qui est $> 25 \mu$ avec la restriction que tout organisme zooplanctonique visible a été écarté du filtre avant l'analyse.

L'approche qualitative concerne uniquement une discussion rapide des différentes valeurs du paramètre Protéines/hydrates C (P/H.C) au sein du réseau et ce dans les différentes fractions de matières particulières définies ci-dessus.

Les différents résultats sont repris dans les Tableaux I,II, III.

I. Aspect quantitatif

a) La distribution des matières organiques particulières totales exprimées en mg/m³ et illustrées par la carte 1a présente 2 points de concentrations élevées, dont l'un, situé au Sud du réseau et groupant les stations 1-2-1097-1099 et 1101 possède également les teneurs les plus élevées de chlorophylles, mais dont l'autre, faisant face aux estuaires et regroupant les points 5-1450-59-1691, caractérise les teneurs les plus basses en pigments photosynthétiques.

Les autres stations du réseau présentent des concentrations quasi identiques (500 à 600 mg/m³ en moyenne) avec toutefois des valeurs légèrement plus élevées le long de la côte exception faite du point 2689 où la valeur de MOP (424 mg/m³) ne dépasse pas celle des stations du large.

A partir de ces 2 points de concentrations élevées, on distingue 2 types de dilution de la matière organique particulaire :

- horizontale : dilution classique côte-large avec toutefois une diminution beaucoup plus brutale devant les estuaires
- verticale : la station 5 située à l'embouchure de l'Escaut semble être un point pivot à partir duquel on observe une dilution de concentration vers le Nord et vers le Sud.

La distribution des chlorophylles mettant en évidence une dilution opposée (Sud → Estuaire) il semblerait qu'il y ait, entre Ostende et Dunkerque, rencontre de 2 masses d'eau, l'une provenant du Pas de Calais et riche en phytoplancton, l'autre provenant de l'Escaut et charriant moult détritus.

b) La distribution de la matière organique particulaire suivant la taille est explicitée par l'évolution du paramètre net/nanno au sein du réseau ainsi qu'il l'a été fait pour les pigments chlorophylliens. Le tableau III et la carte 2 regroupent l'ensemble des valeurs de ce rapport calculé sur la matière particulaire exprimée soit par la somme protéines-hydrates C - lipides, soit par la somme Protéines hydrates de C, les teneurs en lipides faisant défaut pour nombre de stations. La fraction lipidique étant généralement peu importante comparée aux autres métabolites, cette "amputation" ne devrait pas influencer la discussion.

De l'examen de la carte 2, il ressort que la matière organique particulière de petite taille ($< 25\mu$) est la plus abondante (exception faite des stations 5-1691-1345) ce qui est en parfait accord avec les conclusions d'un travail de LENZ à propos de la distribution de taille de la matière détritique en eaux côtières.

Si l'abondance de la matière détritique supérieure à 25μ (Net) Nanno peut s'expliquer au point 5 et au point 1691 par des apports de l'Escaut et du Rhin, le point 1345 dont le comportement chlorophyllie est également anormal par rapport à ses voisins immédiats (la fraction netplancton contient un pourcentage élevé de phéo-pigments) ne peut s'expliquer à l'aide de nos seules données.

II. Aspect qualitatif

Si les données quantitatives donnent une estimation de la réserve d'énergie disponible selon la taille pour les organismes filtrants, la qualité de cette matière organique particulière variant avec le pourcentage de cellules mortes et vivantes précise cet apport calorifique. A ce titre, nous avons calculé les équivalents calorifiques des différents métabolites de manière à mieux chiffrer l'apport calorifique en chaque point du réseau. Les résultats reportés dans le tableau II et illustrés par la carte 1b montrent que les stations les plus énergétiques sont estuariennes : 5, ou côtières Sud : 1097 et 1099.

En outre, sachant d'une part que le taux protéique de la matière vivante est supérieur à celui des autres métabolites, compte tenu des variantes possibles dues à l'environnement marin, et d'autre part que les différentes actions destructrices (bactéries hétérotrophes par exemple) des détritus organiques conduisent à une transformation différentielle des constituants chimiques, à savoir une altération plus rapide des protéines par rapport aux hydrates de C (GORDON), le rapport Protéines/Hydrates C (NIVAL) semble être un bon paramètre indicateur de matière particulaire neuve ou ancienne selon qu'il est > 1 ou < 1 .

NB : les prélèvement se faisant à 2 m de profondeur, les valeurs les plus normales seront donc celles où P./H.C. > 1 .

a. Distribution de P./H.C. : fraction totale

Carte 3

On observe des valeurs positives sauf aux points estuariens 5 et 1691 au point côtier 68 et aux points 60 et 14 situés plus au large mais face aux estuaires. D'une manière générale, les valeurs les plus fréquentes sont 1.1 et 1.2 et les fluctuations le long d'un même transect sont peu importantes.

b. Distribution de P./H.C. : fraction nanno ($< 25\mu$)

Carte 4

Valeurs positives sauf au point estuaire 5 ainsi qu'en des points situés plus au large (curieusement équidistants de la côte), au Nord du réseau (69 et 70) et face à l'estuaire (1345, 1347 et 12).

c. Distribution de P./H.C. : fraction net ($> 25\mu$)

Carte 5

Eventail de valeurs très disparates : 0.12 à 8.53.

Ceci peut être dû d'une part aux différentes origines possibles de la matière organique particulaire de cette taille : elle peut comprendre des cellules de phytoplancton vivantes ou des fragments de tissus organisés (P./H.C. $\gg 1$) mais également des particules détritiques non neuves, à savoir des agrégats amorphes de particules détritiques plus anciennes (P./H.C. < 1), et d'autre part également à l'imprécision des mesures : en effet la fraction net est calculée par différence entre le total et la fraction préfiltrée 25μ , il y a donc cumul de 2 erreurs expérimentales.

D'une manière générale les valeurs < 1 se situent face aux estuaires et dans le Nord du réseau.

La principale conclusion que l'on peut tirer de l'ensemble de ces résultats est que, bien que l'on soit dans un système d'eaux côtières, la matière organique particulaire de petite taille ($< 25\mu$) est de loin plus importante (en parfait accord avec les travaux de LENZ) sauf aux estuaires qui caractérisent d'autre part un apport détritique non négligeable.

TABLEAU I : MATIERES ORGANIQUES PARTICULAIRES - résultats exprimés
en mg/m³

STATIONS	PROT.	HYD.C	LIP.	TOTAL	PROT.+ HYD.C	PROT./H.C
1total	580	536	50	1166	1016	1.08
nanno	-	510	70			
net	-	26				
2total	500	380	90	970	880	1.32
nanno	360	227	90	677	587	1.59
net	140	153	-	293	293	0.86
3total	235	217	80	532	452	1.08
nanno	-	-	-			
1097total	820	846	82	1748	1666	1
nanno	-	440	74			
net	-	406	8			
1099total	940	630	74	1644	1570	1.49
nanno	564	440	70	1074	1004	1.28
net	376	190	4	570	566	1.98
1101total	660	370	75	1105	1030	1.78
nanno	590	323	73	986	913	1.83
net	70	47	2	119	117	1.49
5total	925	1167	75	2167	2092	0.79
nanno	430	484	-		914	0.89
net	495	683	-		1178	0.72
55total	295	208	55	558	503	1.42
nanno	-	160	55	-		
net	-	48	-			
7total	345	250	70	665	595	1.38
NANNO	-	110	35			
net	-	140	35			
8total	305	222	81	608	527	1.37
nanno	192	210	-		402	0.91
net	113	12	-		125	9.42
1341total	760	615	-		1375	1.24
nanno	600	340	-		940	1.76%
net	160	275	-		435	0.58

STATIONS	PROT.	HYD.C	LIP.	TOTAL	PROT.+HYD.C	PROT./HYD.C
1345total	560	505	70		1065	1.11
nanno	190	195	-		385	0.97
net	370	310	-		680	1.19
1347total	-	290	62			
nanno	270	324	-		594	0.83
1450total	530	470	85	1085	1000	1.13
nanno	430	420	-		850	1.02
net	100	50	-		150	2
1454total	205	190	68	463	395	1.08
nanno	180	-	-			
net	25	-	-			
1456total	255	223	-		478	1.14
nanno	220	200	-		420	1.10
net	35	23	-		58	1.52
59total	568	270	70	908	838	2.10
nanno	250	-	-			
net	318	-	-			
12total	350	223	81	654	578	1.57
nanno	120	230	-		350	0.52
net	230	-	-			
60total	235	260	60	555	495	0.90
nanno	210	170	-		380	1.23
net	25	90	-		115	0.28
14total	150	185	45	380	335	0.81
nanno	145	143	-		288	1.01
net	5	42	-		47	0.12
2689total	230	137	57	424	367	1.68
nanno	-	-	-			
1691total	405	585	85	1075	990	0.69
nanno	210	150	-		360	1.40
net	195	435	-		630	0.49
1693total	290	175	50	515	465	1.66
nanno	140	125	40	305	265	1.12
net	150	50	10	210	200	3

STATIONS	PROT.	HYD.C	LIP.	TOTAL	PROT.+HYD.C	PROT./HYD.C
1695total	210	182	35	427	392	1.15
nanno	165	112	-		277	1.47
net	45	70	-		115	2.07
63total	475	210	100	785	685	2.26
nanno	405	198	-		603	2.04
net	70	12	-		82	5.83
16total	220	182	45	447	402	1.21
64total	460	270	95	825	730	1.70
nanno	445	218	-		663	2.04
net	15	52	-		67	0.29
17total	400	200	80	680	600	2
nanno	330	198	-		528	1.67
net	70	2	-		72	35
65total	295	218	72	585	513	1.35
nanno	-	202	-			
net	-	16	-			
18total	295	188	75	555	480	1.59
nanno	220	175	25	420	395	1.26
net	75	10	50	135	85	7.5
1989total	290	270	45	605	560	1.07
nanno	175	-	32			
net	115	-	13			
1993total	360	307	70	737	667	1.17
nanno	-	242	-			
net	-	65	-			
1995total	425	250	95	770	675	1.70
nanno	355	168	77	600	523	2.11
net	70	82	18	170	152	0.85
68total	365	437	75	877	802	0.83
nanno	235	180	-		415	1.31
net	130	257	-		387	0.51
21total	285	192	31	508	477	1.48
nanno	250	150	30	430	400	1.67
net	35	42	1	78	77	0.83
69total	350	283	56	689	633	1.24
nanno	205	241	50	496	446	0.85
net	145	42	6	193	187	3.45

STATIONS	PROT.	HYD.C	LIP.	TOTAL	PROT.+HYD.C	PROT./HYD.C
22total	265	266	52	583	531	1
nanno	170	161	25	356	331	1.06
net	95	105	27	227	200	0.90
70total	-	235	-			
nanno	140	180	65	385	320	0.78
net	-	55	-			
23total	190	168	20	378	358	1.13
nanno	165	165	-		330	1
net	25	3	-		28	8.33

TABLEAU II : Valeurs calorifiques des matières organiques exprimées en tant que combustibles physiques

Stations	Protéines K.cal./g.m3	Hydrates C	Lipides	Total
1 total	2.47	2.06	0.44	4.97
nanno	-	1.96	0.62	-
net	-	0.10	-	-
2 total	2.13	1.46	0.79	4.38
nanno	1.53	0.87	0.79	3.19
net	0.60	0.59	0	1.19
3 total	1	0.83	0.70	2.53
1097 total	3.49	3.26	0.72	7.47
nanno	-	1.69	0.65	-
net	-	1.57	0.07	-
1099 total	4	2.42	0.65	7.07
nanno	2.40	1.69	0.62	3.64
net	1.60	0.73	0.03	3.43
1101 total	2.81	1.42	0.66	4.89
nanno	2.51	1.24	0.64	4.39
net	0.30	0.18	0.02	0.50
5 total	3.93	4.49	0.66	9.08
nanno	1.83	1.86	-	-
net	2.10	2.63	-	-
55 total	1.25	0.80	0.48	2.53
nanno	-	0.62	0.48	-
net	-	0.18	-	-
7 total	1.47	0.96	0.62	3.05
nanno	-	0.42	0.31	-
net	-	0.54	0.31	-
8 total	1.30	0.85	0.71	2.86
nanno	0.82	0.81	-	-
net	0.48	0.04	-	-
1341 total	3.23	2.37		
nanno	2.55	1.31		
net	0.68	1.06		
1345 total	2.38	1.94		
nanno	0.81	0.75		
net	1.57	1.19		

Stations	Protéines	Hydrates C	Lipides	Total
1347 total	-	1.12	0.55	
nanno	1.15	1.25		
net	-	-		
1450 total	2.25	1.81	0.75	4.81
nanno	1.83	1.62	-	-
net	0.42	0.19	-	
1454 total	0.87	0.73	0.60	2.20
nanno	0.76	-		
net	0.11	-		
1456 total	1.08	0.86		
nanno	0.93	0.77		
net	0.15	0.09		
59 total	2.41	1.04	0.62	4.07
nanno	1.06	-		
net	1.35	-		
12 total	1.49	0.86	0.71	2.96
nanno	0.51	0.89		
net	0.98	-		
60 total	1	1.00	0.53	2.53
nanno	0.89	0.65		
net	0.11	0.35		
14 total	0.64	0.71	0.40	1.35
nanno	0.62	0.55		
net	0.02	0.16		
2689 total	0.98	0.53	0.50	2.01
1691 total	1.72	2.25	0.75	4.72
nanno	0.89	0.58		
net	0.83	1.67		
1693 total	1.23	0.67	0.44	2.34
nanno	0.60	0.48	0.35	1.43
net	0.63	0.19	0.09	0.91
1695 total	0.89	0.70	0.31	1.90
nanno	0.70	0.43	-	
net	0.19	0.27		
63 total	2.02	0.81	0.88	3.71
nanno	1.72	0.76		
net	0.70	0.05		

	Stations	Protéines	Hydrates C	Lipides	Total
16	total	0.94	0.70	0.40	2.04
64	total	1.96	1.04	0.84	3.84
	nanno	1.89	0.84		
	net	0.07	0.20		
17	total	1.70	0.77	0.70	3.17
	nanno	1.40	0.76		
	net	0.30	0.01		
65	total	1.25	0.84	0.63	2.72
	nanno	-	0.78		
	net	-	0.06		
18	total	1.25	0.71	0.66	2.62
	nanno	0.93	0.67	0.22	1.82
	net	0.32	0.04	0.44	0.80
1989	total	1.23	1.04	0.40	2.67
	nanno	0.74	-	0.28	-
	net	0.49	-	0.12	-
1993	total	1.53	1.18	0.62	3.33
	nanno	-	0.93		
	net	-	0.25		
1995	total	1.81	0.96	0.84	2.61
	nanno	1.51	0.65	0.68	1.84
	net	0.30	0.31	0.16	0.77
68	total	1.55	1.68	0.66	2.89
	nanno	1	0.69		
	net	0.55	0.99		
21	total	1.21	0.74	0.27	2.22
	nanno	1.06	0.58	0.26	1.90
	net	0.15	0.16	0.01	0.32
69	total	1.49	1.09	0.49	2.98
	nanno	0.87	0.93	0.44	2.24
	net	0.62	0.16	0.05	0.74
22	total	1.13	1.02	0.46	2.61
	nanno	0.72	0.62	0.22	1.56
	net	0.41	0.40	0.24	1.05
70	total	-	0.90		
	nanno	0.60	0.69	0.57	1.86
	net	-	0.21		

Stations	Protéines	Hydrates C	Lipides	Total
23 total	0.81	0.65	0.18	1.64
nanno	0.70	0.64		
net	0.11	0.01		

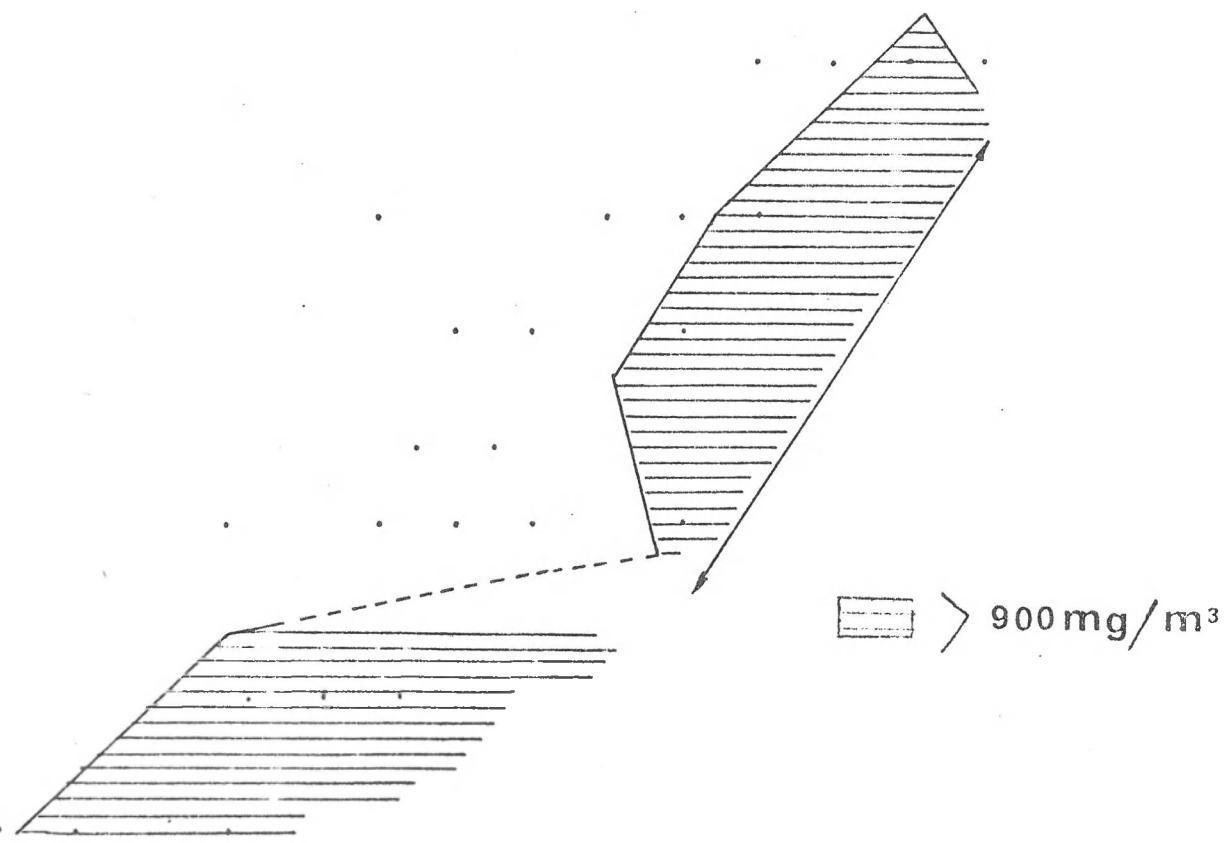
TABLEAU III : M.O.P. : rapport Net / Nanno

Stations	Protéines	Hyd. C	Lipides	Total	P. + H. C
1	-	0.05	-	-	-
2	0.39	0.72	-	0.45	0.35
3	-	-	-	-	-
1097	-	0.92	0.11	-	-
1099	0.67	0.43	0.06	0.53	0.56
1101	0.12	0.15	0.03	0.12	0.13
5	1.15	1.41	-	-	-
55	-	0.30	-	-	-
7	-	1.27	1	-	-
8	0.59	0.06	-	-	0.31
1341	0.27	0.81	-	-	0.46
1345	1.95	1.59	-	-	1.77
1347	-	-	-	-	-
1450	0.23	0.12	-	-	0.18
1454	0.14	-	-	-	-
1456	0.16	0.12	-	-	0.14
59	1.27	-	-	-	-
12	1.92	-	-	-	-
60	0.12	0.53	-	-	0.30
14	0.03	0.29	-	-	0.16
2689	-	-	-	-	-
1691	1.02	2.90	-	-	1.81
1693	1.07	0.40	0.25	0.69	0.75
1695	0.88	0.62	-	-	0.78
63	0.17	0.06	-	-	0.14
16	-	-	-	-	-
64	0.03	0.24	-	-	0.10
17	0.21	0.01	-	-	0.14
65	-	0.08	-	-	-
18	0.34	0.06	2	0.32	0.21
1989	0.66	-	0.41	-	-
1993	-	0.27	-	-	-
1995	0.20	0.49	0.23	0.28	0.29
68	0.55	1.43	-	-	0.93
21	0.14	0.28	0.03	0.18	0.19
69	0.71	0.17	0.12	0.39	0.42

Stations	Protéines	Hyd. C	Lipides	Total	P. + H. C
22	0.56	0.65	1.08	0.64	0.60
70	-	0.31	-	-	-
23	0.15	0.02	-	-	0.08

CHARTE 4.

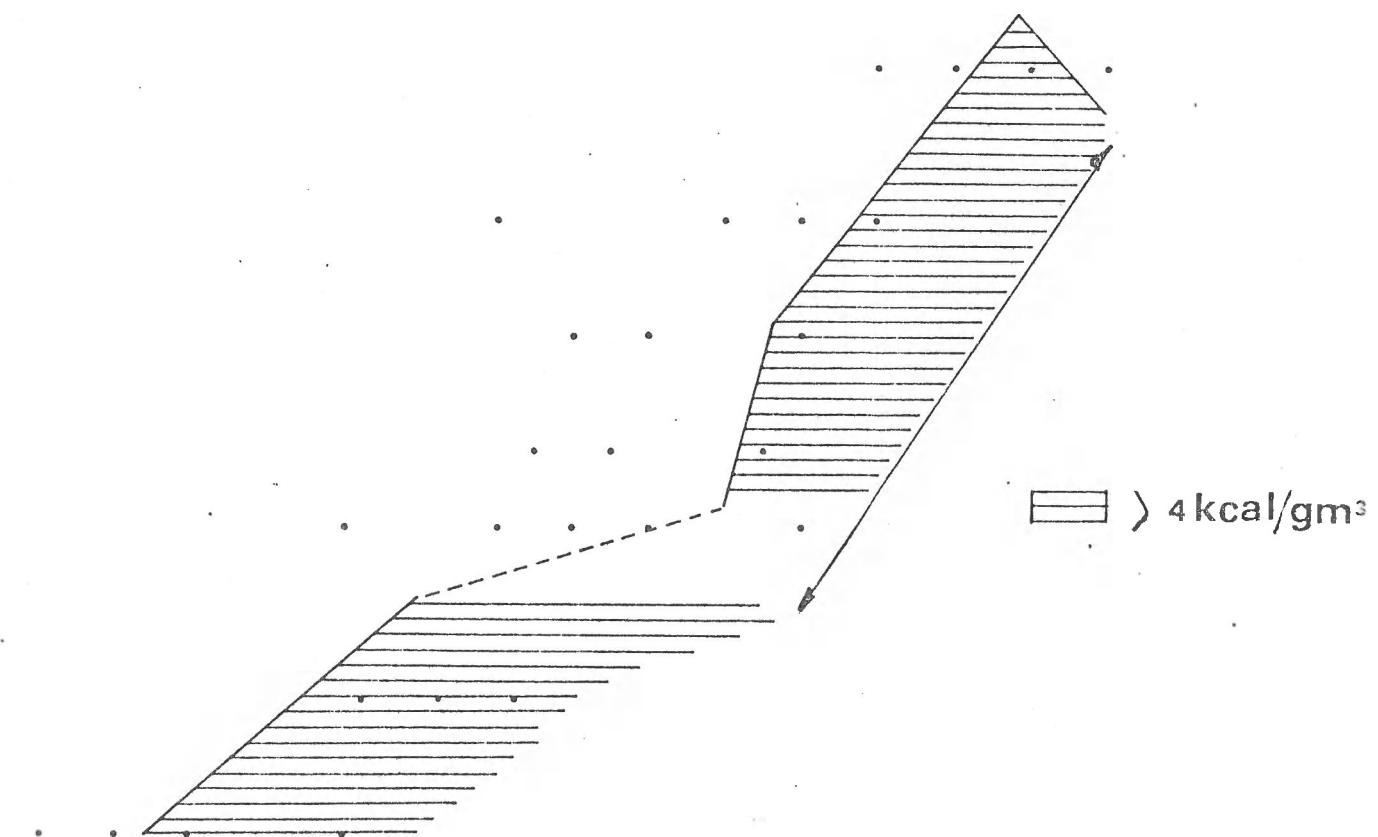
MATIERES ORGANIQUES PARTICULAIRES TOTALES
(exprimées en mg/m³)



CARTE 1b

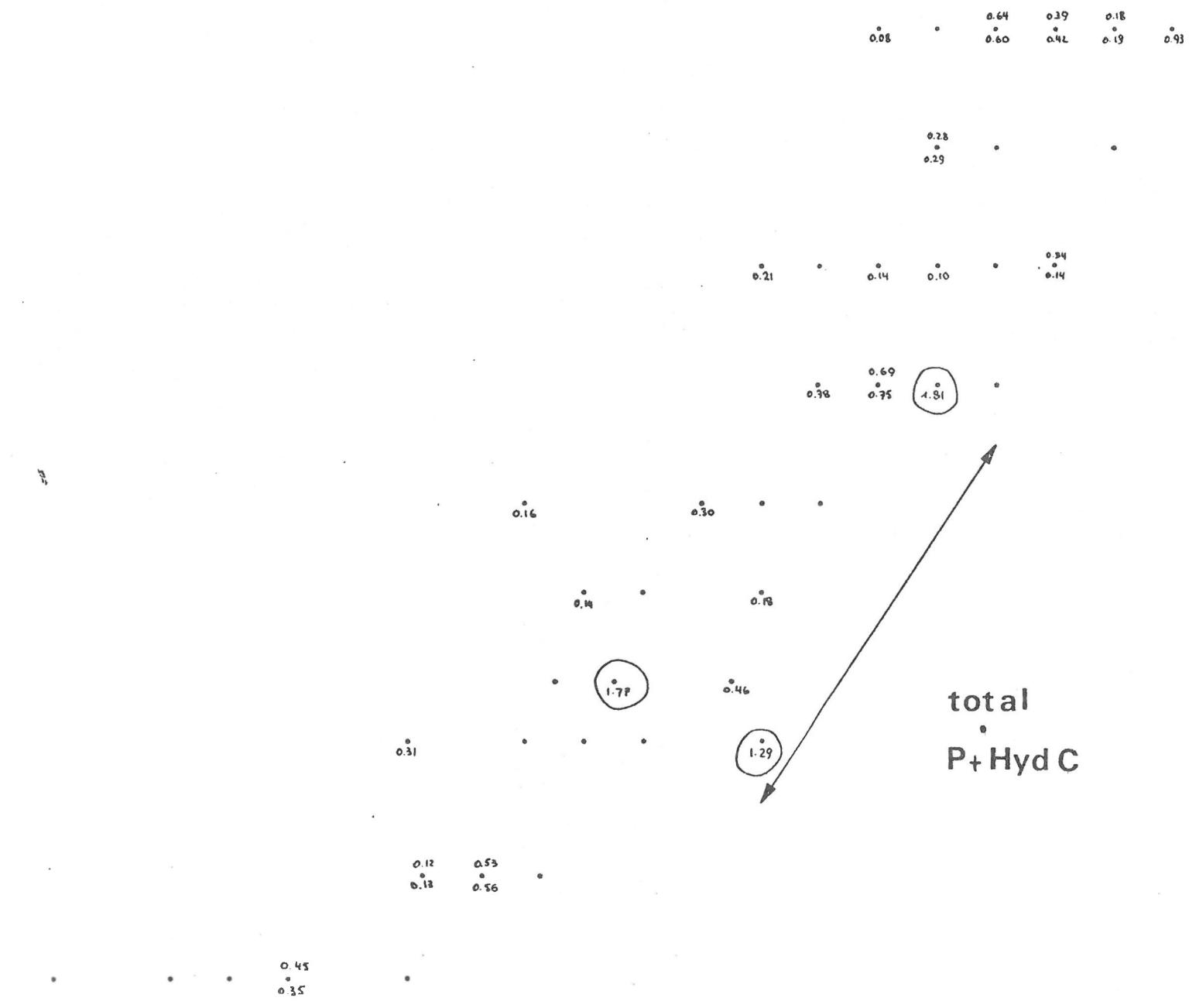
MATIERES ORGANIQUES PARTICULAIRES TOTALES

(exprimées en tant que combustibles physiologiques)



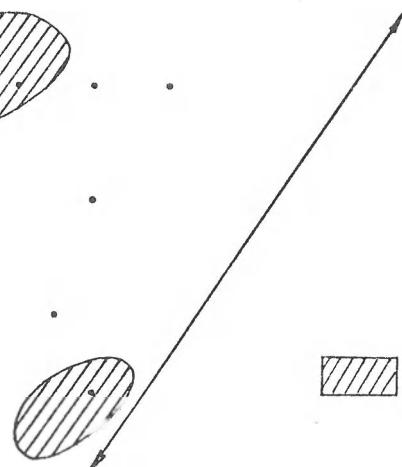
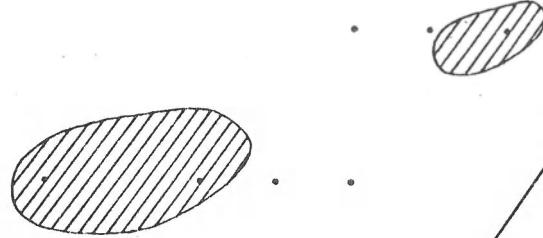
CARTE 2

rapport fraction "net,, / fraction "nanno,,



CARTE 3

RAPPORT Protéines/Hydrates de C
(fraction non préfiltrée)



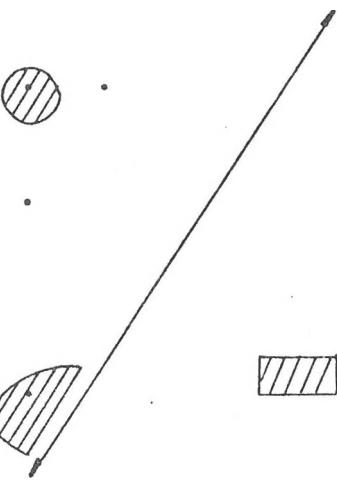
< 1

CARTE 4

RAPPORT Protéines/Hydrates de C
(fraction préfiltrée)



11



CARTE 5

rapport Protéines / Hydrates de carbone
calculé pour la fraction net planctonique

