

CONTRIBUTION À LA CONNAISSANCE DU PHYTOPLANCTON DE L'ATLANTIQUE NORD-EST ET DE LA MER DU NORD

par

A. LOUIS et R. CLARYSSE (*)

INTRODUCTION

Avant la colonisation des continents par les flores aériennes, les algues furent durant des périodes immémorables pratiquement les seuls producteurs des hydrates de carbone nécessaires à la vie animale. Même après l'apparition des plantes supérieures, elles sont restées exclusivement responsables de cette fonction en milieu marin, de sorte que leur activité photosynthétique continue à conditionner de fait la totalité de la biomasse animale marine.

Comme cette biomasse acquiert une importance de plus en plus considérable comme réserve nutritive d'une humanité en permanente croissance, il est d'une urgence capitale pour l'homme d'approfondir la connaissance de tous les stades de cette chaîne biologique.

Dans cette perspective la connaissance de la capacité photosynthétique globale des mers est devenue un problème central, qui d'ailleurs présente des aspects multiples et complexes.

Ce problème peut être approché de différentes manières, entr'autres par des déterminations périodiques de la quantité chlorophyllienne ou des matières élaborées. Si ces méthodes sont indispensables, elles ne peuvent fournir aucune information sur les agents responsables de cette activité chlorophyllienne, ni sur les causes des fluctuations de cette dernière. Par conséquent elles doivent nécessairement être complétées

(*) Les auteurs désirent exprimer ici toute leur gratitude à Monsieur Charles Nassel, commandant de l'O.324, qui, par son dévouement désintéressé et sa compétence en matière de navigation, a rendu possibles les nombreux prélèvements algologiques nécessaires à cette étude. Ils remercient également Monsieur Walrave, propriétaire du dit navire, pour les permissions nécessaires à ces récoltes.

par l'étude géographique et chronologique de la composition qualitative et quantitative des florules photosynthétisantes.

Si cette méthode floristique donne des informations numériques importantes et nécessaires sur les florules en action, elle doit être complétée à son tour par une étude volumétrique. En effet le volume des algues est en fonction directe avec la masse et corrélativement avec l'activité chlorophyllienne.

Ces méthodes permettront, dans les différentes zones maritimes et pour les époques différentes de l'année, l'évaluation aussi bien de l'activité chlorophyllienne globale que de la part quantitative des espèces respectives dans la dite activité.

Cette publication n'a d'autre but que d'ajouter aux données algologiques, déjà importantes, fournies par les auteurs antérieurs un complément d'information concernant la composition qualitative et quantitative des florules phytoplanctoniques successives de l'Atlantique nord-est et de la Mer du Nord.

Il importe pourtant de communiquer au préalable et de façon sommaire certaines données géographiques, topographiques, océanographiques, physiques et chimiques, nécessaires à l'interprétation écologique de certains résultats floristiques.

PARTIE ÉCOLOGIQUE

I. — *Positions géographiques, dates et heures des prélèvements*

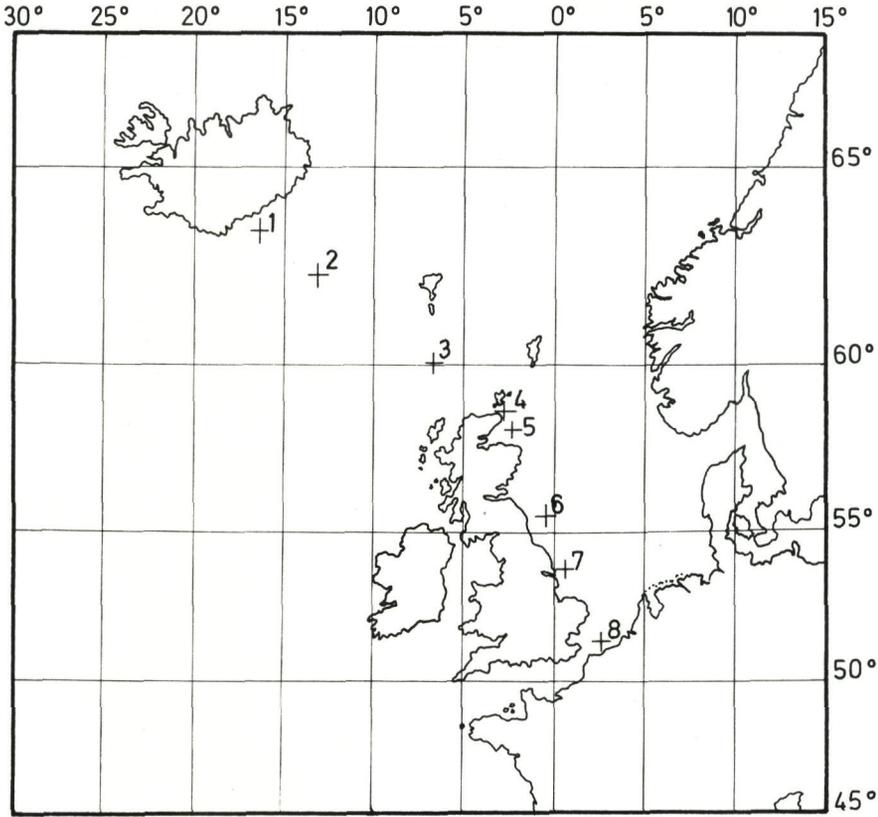
L'étude floristique envisagée est basée sur des récoltes périodiques faites en huit zones situées sur le trajet d'environ 1.800 km d'Ostende à l'Islande (cf. carte), au cours de deux périodes. Dix sept voyages eurent lieu en 1968 ; quatre voyages ultérieurs furent faits dans la période 1969-1970 dans le but de contrôler les résultats de la première période. 136 (17 × 8) des échantillons algaux récoltés sur ce trajet en 1968 et 32 (4 × 8) de ceux récoltés en 1969-1970 furent dénombrés.

Ces deux séries de voyages furent précédées en 1967 par quatre voyages de prospection, qui permirent le choix judicieux des zones à étudier ainsi que la mise au point des prélèvements.

Les tableaux I et II résument les positions géographiques ainsi que les dates et l'heure (G.N.T.) des prélèvements faits respectivement en 1968 et en 1969-1970.

Il faut signaler que le prélèvement qui devait normalement se faire dans la zone 4 au cours du 15^e voyage, a été fait plus au nord parce que les îles Orkney devaient être contournées par le nord, le passage habituel au sud ou au nord de l'île Stroma étant trop dangereux à cause de la tempête.

Zones des récoltes



Zones des récoltes

II. — *La représentativité des prélèvements*

En rapport avec ces données chronologiques et géographiques la question de la représentativité des prélèvements pourrait être soulevée. En effet tous les prélèvements furent faits dans les couches aquatiques superficielles ; en plus dans chaque zone les différents prélèvements eurent lieu à des moments différents de la journée. En conséquence on pourrait se demander dans quelle mesure l'échantillonnage a tenu ou devrait tenir compte, d'une part des migrations verticales périodiques (journalières ou autres) possibles, et d'autre part de la dispersion possible en nuées des associations algales.

Les circonstances suivantes constituent une certaine garantie contre les erreurs dues à l'existence possible de nébuleuses algales.

Tableau I
Positions géographiques, dates et heures – 1968

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	63° 29'N 16° 53'O 030168 0110	62° 06'N 12° 56'O 030168 1405	59° 56'N 07° 26'O 040168 1035	58° 42'N 03° 06'O 050168 0125	58° 10'N 02° 28'O 050168 0505	55° 36'N 00° 25'O 050168 2130	54° 12'N 00° 03'E 060168 0455	51° 25'N 02° 44'E 060168 2310
2	63° 29'N 16° 53'O 230168 1545	62° 26'N 13° 42'O 240168 0205	59° 49'N 06° 40'O 250168 0520	58° 43'N 03° 10'O 250168 1740	58° 08'N 02° 26'O 250168 2125	55° 28'N 00° 43'O 260168 1405	54° 12'N 00° 04'E 260168 2200	51° 31'N 02° 43'E 270168 1500
3	63° 28'N 16° 49'O 190268 1530	61° 55'N 12° 21'O 200268 0615	59° 44'N 07° 12'O 210268 0215	58° 42'N 03° 07'O 210268 1615	58° 09'N 02° 07'O 210268 2005	55° 43'N 00° 44'O 220268 1040	54° 13'N 00° 06'E 220268 2010	51° 26'N 02° 44'E 230268 1510
4	63° 34'N 16° 51'O 120368 1715	62° 32'N 13° 00'O 130368 0625	60° 13'N 07° 02'O 140368 0545	58° 42'N 03° 05'O 140368 1915	58° 03'N 02° 20'O 140368 2350	55° 54'N 00° 52'O 150368 1325	54° 18'N 00° 05'E 150368 2305	51° 27'N 02° 49'E 160368 1820
5	63° 31'N 17° 01'O 020468 2215	61° 58'N 12° 43'O 030468 1315	60° 11'N 07° 08'O 040468 0835	58° 42'N 03° 09'O 040468 2305	58° 15'N 02° 34'O 050468 0220	55° 50'N 00° 48'O 050468 1735	54° 09'N 00° 01'E 060468 0320	51° 31'N 02° 43'E 060468 2245
6	63° 34'N 17° 04'O 230468 2010	62° 04'N 13° 19'O 240468 1025	60° 06'N 07° 05'O 250468 0810	58° 42'N 03° 07'O 250468 2210	57° 57'N 02° 15'O 260468 0315	55° 32'N 00° 50'O 260468 1815	54° 16'N 00° 18'E 270468 0330	51° 27'N 02° 48'E 270468 2015

Tableau I (suite)

	1	2	3	4	5	6	7	8
7	63°32'N 17°18'O 140568 1745	61°52'N 13°03'O 150568 0900	59°56'N 07°10'O 160568 0645	58°43'N 03°09'O 160568 2130	58°10'N 02°28'O 170568 0130	55°38'N 00°22'O 170568 1745	54°03'N 00°17'E 180568 0140	51°31'N 02°44'E 180568 1830
8	63°32'N 17°17'O 040668 0900	62°14'N 12°56'O 050668 0030	59°55'N 07°12'O 050668 2250	58°43'N 03°08'O 060668 1325	58°04'N 02°21'O 060668 1750	56°15'N 00°32'O 070668 0525	54°10'N 00°21'E 070668 1845	51°29'N 02°52'E 080668 1235
9	63°31'N 17°08'O 100768 0225	62°04'N 12°44'O 100768 1635	59°57'N 07°22'O 110768 1320	58°42'N 03°07'O 120768 0450	58°07'N 02°24'O 120768 0950	55°38'N 00°27'O 130768 0220	54°12'N 00°12'E 130768 0945	51°28'N 02°46'E 140768 0435
10	63°30'N 15°52'O 310768 0555	62°20'N 12°31'O 310768 1815	59°36'N 05°58'O 010868 1630	58°42'N 03°08'O 020868 0450	58°12'N 02°30'O 020868 0845	55°35'N 00°25'O 030868 0125	54°42'N 00°00'E 030868 0935	51°24'N 02°40'E 040868 0345
11	63°30'N 17°11'O 200868 0745	61°48'N 12°22'O 210868 0215	60°08'N 06°42'O 220868 0120	58°42'N 03°05'O 220868 1645	58°10'N 02°27'O 220868 2020	55°50'N 00°26'O 230868 1120	54°03'N 00°26'E 230868 2305	51°29'N 02°34'E 240868 1630
12	63°38'N 15°51'O 100968 1330	62°22'N 12°34'O 110968 0240	60°13'N 06°58'O 120968 0120	58°43'N 03°08'O 120968 1340	58°08'N 02°19'O 120968 1710	55°13'N 00°22'O 130968 1135	53°58'N 00°42'E 130968 2030	51°27'N 02°36'E 140968 1135

Tableau I (suite)

	1	2	3	4	5	6	7	8
13	63° 36'N 15° 52'O 011068 2300	62° 22'N 12° 26'O 021068 1220	60° 18'N 06° 52'O 031068 0825	58° 42'N 03° 08'O 031068 2155	58° 10'N 02° 27'O 041068 0125	55° 48'N 01° 05'O 041068 1620	54° 07'N 00° 34'E 051068 0320	51° 31'N 02° 51'E 051068 2045
14	63° 34'N 15° 52'O 221068 2015	62° 18'N 12° 22'O 231068 0920	59° 56'N 06° 36'O 241068 0630	58° 42'N 03° 08'O 241068 2105	58° 10'N 02° 18'O 251068 0040	55° 48'N 00° 16'O 251068 1525	54° 08'N 00° 52'E 261068 0225	51° 21'N 02° 32'E 261068 1835
15	63° 29'N 16° 26'O 111168 1320	62° 24'N 12° 41'O 121168 0240	60° 18'N 06° 48'O 131168 0330	59° 32'N 03° 00'O 131168 1930	58° 15'N 01° 12'O 141168 0930	56° 04'N 00° 05'O 151168 0110	54° 02'N 01° 32'E 151168 1455	51° 27'N 02° 46'E 161168 0900
16	63° 31'N 16° 49'O 041268 0240	62° 18'N 12° 42'O 041268 1815	59° 40'N 07° 00'O 051268 1710	58° 42'N 03° 09'O 061268 0555	58° 09'N 02° 24'O 061268 1000	55° 33'N 00° 22'O 071268 0230	54° 05'N 00° 20'E 071268 1055	51° 28'N 02° 48'E 081268 0430
17	63° 26'N 16° 55'O 251268 2035	62° 12'N 12° 57'O 261268 1150	59° 58'N 06° 54'O 271268 1010	58° 43'N 03° 15'O 271268 2305	58° 02'N 02° 20'O 281268 0315	55° 40'N 00° 43'O 281268 1910	54° 15'N 00° 18'E 291268 0405	51° 27'N 02° 47'E 291268 2205

Tableau II
Positions géographiques, dates et heures – 1969-1970

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	63° 34'N 16° 53'O 040869 1010	62° 12'N 12° 49'O 050869 0220	60° 01'N 07° 02'O 050869 2330	58° 43'N 03° 08'O 070869 0255	58° 08'N 02° 23'O 070869 0800	55° 31'N 00° 15'O 080869 0210	54° 00'N 00° 22'E 080869 1230	51° 24'N 02° 44'E 090869 0755
2	63° 44'N 15° 36'O 281069 1810	62° 29'N 12° 19'O 291069 0520	60° 12'N 06° 53'O 301069 0235	58° 42'N 03° 09'O 301069 1710	58° 09'N 02° 18'O 301069 2255	55° 37'N 00° 16'O 311069 1505	54° 07'N 00° 57'E 011169 0225	51° 26'N 02° 48'E 011169 1925
3	63° 32'N 15° 45'O 100270 2335	62° 28'N 12° 44'O 110270 1150	60° 04'N 06° 51'W 120270 0825	58° 43'N 03° 14'O 120270 2355	58° 05'N 02° 15'O 130270 0335	55° 57'N 00° 26'O 130270 1925	54° 04'N 00° 23'E 140270 0430	51° 30'N 02° 42'E 140270 2100
4	63° 17'N 17° 31'O 160670 2230	61° 58'N 13° 12'O 170670 1150	59° 53'N 07° 22'O 180670 0910	58° 44'N 03° 10'O 180670 2320	58° 01'N 02° 25'O 190670 0410	55° 39'N 00° 10'O 190670 1955	53° 50'N 00° 22'E 200670 0535	51° 26'N 02° 44'E 200670 2320

D'abord l'échantillonnage dans chaque zone eut lieu dans un cercle dont le rayon mesurait à peu près dix milles. Ensuite les 25 litres d'eau de chaque échantillon algal furent récoltés sur une distance de deux milles environ. Enfin le nombre respectable de prélèvements — dix-sept échantillons par zone pour 1968 — constitue par lui-même une garantie non méprisante pour la représentativité des échantillons.

Quant aux migrations verticales, elles purent être détectées par d'autres auteurs aussi bien que par nous-même, dans certaines biotopes d'eau douce, plus ou moins stagnants, peu profonds, à faible pénétration lumineuse, à densité spécifique inférieure à celle des eaux salées et dont la florule algale se composa en majeure partie d'espèces ciliées et de ce fait plus ou moins mobiles.

En plus ces petits biotopes sont tous caractérisés par deux faits écologiques inhérents à leur nature. D'une part la masse réduite de leurs eaux permet un refroidissement nocturne notable, pouvant facilement atteindre cinq degrés Celsius en quelques heures ; ces refroidissements rapides sont aptes à provoquer des courants verticaux, capables de causer une certaine perturbation de la dispersion verticale algale. Cet effet de dispersion semble activé par l'existence de sources, émettant de l'eau à température inférieure à celle de l'eau de l'étang et provoquant également des courants verticaux. Des migrations verticales similaires ne purent être indiquées avec une probabilité suffisante en milieu marin. En effet d'une part le brassage des eaux sous l'effet des vents dans la couche dite de mixage tend à provoquer une dispersion plus ou moins homogène des algues — ainsi que des autres suspensoïdes — dans les couches supérieures. Ensuite le refroidissement nocturne des couches supérieures marines est de par l'énorme masse aquatique beaucoup moins important et moins rapide qu'en eau douce.

D'autre part on peut se demander comment les algues telles que les Centrales — précisément les plus nombreuses en milieu marin, mais dépourvues de tout mouvement autonome — pourraient se déplacer de façon autonome verticalement — et même horizontalement — sur des distances quelque peu importantes. Les mouvements des Pennales, encore très nombreuses, semblent également trop faibles pour permettre des déplacements autonomes quelque peu importants. D'ailleurs l'état suspensoïde de ces algues, surtout des Centrales, semble conditionné par une densité adéquate et par des dispositions morphologiques de flottement. Seuls parmi les groupements algaux importants, les Dinoflagellates, pourvues de flagelles, seraient en principe capables de mouvements et de déplacements plus importants. Il n'est pourtant pas démontré que ces mouvements soient de fait suffisants pour permettre des déplace-

ments autonomes verticaux et même horizontaux importants. Le fait d'ailleurs qu'un certain nombre de ces Dinoflagellates sont également équipés d'adaptations morphologiques de flottement, confirme dans une certaine mesure l'absence d'importants mouvements autonomes.

Quant aux moments différents des prélèvements dans les zones respectives, ils constituent précisément une garantie — si migrations il y a — pour l'obtention de moyennes représentatives.

L'analyse mathématique des facteurs n'a d'ailleurs pas permis la détection d'une corrélation quelconque entre l'heure de l'échantillonnage et la concentration algale.

Par conséquent le brassage des eaux superficielles sous l'action des vents neutralisant l'effet perturbant de courants verticaux possibles, l'absence de mouvements autonomes suffisants immobilisant en quelque sorte la florule algale, semblent contribuer à la réalisation d'une dispersion homogène algale dans ces couches supérieures.

L'effet des mouvements aquatiques horizontaux et de la dispersion en nébuleuses des algues semblent neutralisés — au moins en partie — par le nombre respectable des échantillons dans chaque zone.

Ajoutons, en devançant quelque peu l'exposé des faits, que les indices de fréquence, calculés pour les deux périodes des observations pour chaque espèce réperée, ne varient pas notablement ; les différences étant encore dues en grande partie à la fréquence fort différente des prélèvements (17 pour 1968 et 4 pour 1969-1970).

III. — *La profondeur des fonds*

Puisque la profondeur des fonds semble avoir une répercussion écologique sur la répartition géographique algale, ces profondeurs dans les zones des récoltes de 1968 sont consignées dans le tableau synoptique III. Elles furent déduites de l'appareil bathymétrique de bord pour les zones, 1 et 4 à 8 et des cartes bathymétriques ⁽¹⁾ pour les zones 2 et 3.

Il ressort de ces données que la zone 1 est située à la limite du plateau continental et du talus au sud-est de l'Islande. Les zones 2 et 3, typiquement pélagiques, sont situées au-dessus de la plaine abyssale en plein Gulfstream, la zone 4 sur le plateau continental au nord de l'Écosse et les zones 5 à 8 typiquement néritiques sur le shelf entre l'Angleterre et l'Europe continentale.

Cette délimitation des domaines néritiques et pélagiques correspond à une concentration algale très inégale, comme il ressortira des résultats

(1) *Scotland to Iceland Danish Government Charts and Admiralty Survey to 1947. With additions and corrections to 1960.*

présentés plus loin. La richesse biologique de la zone néritique s'explique par la haute teneur en sels nutritifs due au drainage des continents. En effet cette zone est géographiquement la première à recevoir les matières organiques catabolisées et autres de provenance continentale ; sa profondeur peu importante permet en outre une concentration de ces produits beaucoup plus grande que dans la province pélagique, atteinte seulement par une partie de ces apports continentaux et qui en plus y sont dispersés dans une masse d'eau beaucoup plus étendue en superficie et en profondeur.

Tableau III
Profondeur des fonds (mètres)

zones voyages	1	2	3	4	5	6	7	8
1	252	1.152	675	61	54	83	50	22
2	243	1.260	900	72	70	94	50	27
3	274	1.242	1.008	76	68	83	50	27
4	189	1.073	900	72	70	86	54	22
5	184	1.102	900	61	51	61	45	25
6	184	1.217	675	70	72	90	52	25
7	176	1.240	736	76	59	61	47	32
8	140	1.143	720	76	61	61	51	25
9	182	1.080	675	25	76	83	50	25
10	130	900	495	74	50	94	47	14
11	130	1.240	940	61	76	65	47	27
12	193	945	1.080	65	56	61	32	31
13	149	945	1.123	68	54	68	49	23
14	187	900	432	68	65	74	41	23
15	169	990	1.123	70	86	81	27	22
16	216	900	918	68	59	61	50	22
17	256	1.143	630	67	50	92	54	25

IV. — *L'effet des vagues*

Les mouvements verticaux des masses d'eau, dus à l'action du vent, provoquent un brassage plus ou moins important des couches superficielles. L'intensité de ce brassage et l'épaisseur de la couche — dite de mélange — dans laquelle il se fait sentir dépend des caractéristiques des vagues, surtout de leur amplitude. Celle-ci est déterminée par la persis-

Tableau IV
Force du vent (Echelle Beaufort)

		zones							
		1	2	3	4	5	6	7	8
	1968								
1	3-6 janvier	4-5	6-7	2-3	1-2	2-3	0	0	1-2
2	23-27 janvier	6-7	1	7-8	8-9	7-8	3-4	1-2	2-3
3	19-23 février	2-3	2-3	0-1	2-3	1-2	5-6	5-6	5-6
4	12-16 mars	7-8	4-5	2-3	5-6	6-7	6-7	1-2	8-9
5	2-6 avril	1-3	9-10	7-8	4-5	2-3	5-6	1-2	0-1
6	23-27 avril	3-4	4-5	4-5	1-2	0-1	2-3	2-3	1-2
7	14-18 mai	4-5	2-3	3-4	1-2	1-2	1-2	0	2-3
8	4-8 juin	8-9	4-5	7-8	0	2-3	2-3	1-2	2-3
9	10-14 juillet	2-3	1-2	1-2	0	2-3	1-2	0-1	2-3
10	31 juillet - 4 août	2-3	1-2	0-1	0	0	1-2	2-3	0-1
11	20-24 août	9-10	1-2	7-8	1-2	1-2	3-4	1-2	1-2
12	10-14 septembre	7-8	5-6	1-2	1-2	1-2	1-2	0	1-2
13	1-5 octobre	7-8	1-2	2-3	0	0	2-3	0	0
14	22-26 octobre	2-3	4-5	0-1	0	1-2	0-1	1-2	2-3
15	11-16 novembre	7-8	8-9	7-8	10-11	8-9	6-7	6-7	4-5
16	4-8 décembre	1-2	5-6	1-2	1-2	4-5	1-2	3-4	1-2
17	25-29 décembre	0	0-1	7-8	3-4	6-7	8-9	1-2	2-3

tance du vent, par sa direction, par la durée et la distance sur laquelle il se fait sentir sur les vagues, surtout par son intensité, ainsi que par la situation topographique et la profondeur des fonds dans les zones considérées.

Ce brassage a pour conséquence des déplacements montants aussi bien que descendants — constatés à plusieurs reprises — des particules en suspension, y compris des algues microscopiques, à travers la couche de mixage, provoquant finalement une dispersion homogène des particules et des algues dans la dite couche de mixage.

Il s'ensuit que le vent déterminerait dans une certaine mesure et au moins jusqu'à une certaine profondeur une concentration homogène des organismes phytoplanctoniques.

Simultanément la force du vent provoque par la turbulence qui s'ensuit une diminution quelquefois appréciable de la pénétration lumineuse et influe ainsi indirectement sur l'intensité de l'activité photosynthétique.

Pour ces motifs les valeurs de la force du vent, constatées par le commandant de bord à chaque prélèvement sont consignées dans le tableau IV. Elles permettent une évaluation de la turbulence des eaux au moment des prélèvements et corrélativement du brassage.

Il en ressort que dans l'Atlantique l'amplitude des vagues est plus grande que dans la Mer du Nord. Par conséquent l'épaisseur de la couche de mixage sera en moyenne plus grande dans l'Atlantique. Enfin l'épaisseur moyenne de la couche de mixage, maximale en janvier, décroît jusqu'en juillet, pour augmenter de nouveau jusqu'en décembre.

Quoiqu'il soit très difficile de déterminer exactement l'intensité du brassage dans les couches superficielles en fonction de la force du vent et plus difficile encore de connaître approximativement les variations des concentrations algales dues à ce brassage, il semble bien qu'il faille accepter un effet sensible de mixage dû à la turbulence à partir d'une force de vent supérieure à cinq Beaufort.

Dans cette supposition, 34 sur les 136 prélèvements effectués en 1968 auraient eu lieu dans des circonstances perturbées. Ils se répartissent géographiquement comme suit :

Zones	1	2	3	4	5	6	7	8	Totaux
Vent supérieur à Beaufort 5	7	5	6	3	4	4	2	3	34
Vent supérieur à Beaufort 7	6	2	6	2	2	1	—	1	20

Il en ressort que dans la Mer du Nord la plupart des prélèvements furent faits par temps plus au moins calme ; alors que dans la zone 1 près de l'Islande et dans la zone 3 en plein Atlantique, un nombre relativement important de prélèvements furent faits par mauvais temps.

Chronologiquement les prélèvements par temps perturbé (Vent supérieur ou égal à 5 Beaufort) sont répartis de manière dégressive comme suite :

Numéro du voyage	Nombre de prélèvements par temps perturbé	Voyages	Nombre de prélèvements par temps perturbé	Voyages	Nombre de prélèvements par temps perturbé
15	7	8	2	6	0
4	5	11	2	7	0
2	4	12	2	9	0
3	3	1	1	10	0
5	3	13	1	14	0
17	3	16	1		

V. — *Les courants marins*

Les courants marins influent, au moins dans une certaine mesure, sur la répartition géographique des algues. Dans le cadre de nos observations, ce facteur a une influence non négligeable. En effet, les zones situées le plus au nord (zones 2 et 3) se trouvent dans le prolongement nord-est du Gulfstream.

La zone 1, située au sud-est de l'Islande, est caractérisée par un léger mélange dû d'une part au courant oriental froid d'Islande, d'autre part à un apport d'eau douce du littoral islandais. Ce mélange est presque inexistant dans la zone 2.

Une partie des masses aquatiques emportées par la dérive nord atlantique forme une boucle dans la Mer du Nord en se courbant à une certaine distance du nord de l'Écosse vers le sud dans la partie occidentale de la Mer du Nord, pour se recourber vers le nord à la hauteur de Flamborough (zone 7) et s'écouler vers les côtes atlantiques de la Scandinavie. Cette boucle provoque un mélange des eaux atlantiques avec celles de la Mer du Nord dans les zones 4, 5, 6 et 7. Toutefois les zones 4 et 7 accusent un caractère plus littoral du fait de leur proximité des côtes anglaises. Ce mélange est quasi inexistant dans la zone 8, où les eaux typiques de la Mer du Nord dominent nettement.

L'influence de ces facteurs géographiques se fait distinctement sentir dans la température et la salinité des zones respectives.

VI. — *La température des couches aquatiques superficielles*

Le tableau V donne les températures des couches superficielles observées au cours des prélèvements (sauf pour janvier), ainsi que les moyennes chronologiques et zonales. Les températures moyennes minimales furent observées en février ; les plus élevées en août (alors que l'intensité lumineuse atteignait sa valeur maximale en juin).

La Mer du Nord par sa masse plus petite se refroidit et se réchauffe notablement plus vite que les eaux atlantiques. De fait les températures moyennes pour les zones 4 à 7 sont inférieures à celles des zones 2 et 3. De même les écarts des températures observées entre février et août y sont notablement plus importants que dans l'océan atlantique.

Écarts entre les températures maximales et minimales annuelles :

1	2	3	4	5	6	7	8
4,00° C	5,25° C	5,75° C	5,25° C	6,75° C	8,50° C	8,25° C	12,00° C

La zone 1 avait la température moyenne la moins élevée ; l'écart entre les températures maximale et minimale observées y était le plus

petit. Dans la Mer du Nord elle-même, les écarts les plus importants s'observaient dans la zone 8, la plus rapprochée du littoral. Dans l'Atlantique la température de la zone 3, située en plein Gulfstream fut plus élevée que dans les zones situées plus au sud, pour les mois février, mars, avril et décembre. Cette zone 3 accuse aussi la température moyenne la plus élevée.

Les valeurs consignées dans le tableau V, n'étant que des constatations faites une seule fois pour chaque zone à chaque voyage, se rapprochent de façon frappante des valeurs moyennes basées sur des observations nombreuses et prolongées, publiées par l'*Oceanic Atlas* (1). Ainsi la température maximale observée de l'eau ne dépassait que de 0,2° C la température maximale moyenne, à savoir 16,7° C contre 16,5°

Tableau V
Températures de l'eau observées (1968) – °C

zones voyages	zones								
	1	2	3	4	5	6	7	8	M.C. (1)
1	—	—	—	—	—	—	—	—	
2	—	—	—	—	—	—	—	—	
3	6	7	7,5	5,5	5,5	5	4,5	4	5,62
4	7	8	8,5	6,5	6	5,5	5,5	4,5	6,37
5	7	7,5	7,5	6	6	5,5	6	6	6,37
6	7	8,5	9,5	7	8	8,5	7	9	8,00
7	7	8	8,5	7,5	7,5	6,5	6	8,5	7,37
8	6,5	7,5	8	7	8	8,5	10	11	8,25
9	9	10,5	11,5	10	10	11	10	14,5	10,75
10	11	12,5	14,5	10,5	13	13	12	16	12,75
11	9	12	12	11	11,5	14	13,5	16	12,37
12	10	12	13	11,5	12	14,5	13	16,5	12,75
13	9	11	11	12	12	12,5	12	16	11,87
14	8	9,5	11,5	12	11,5	10,5	12	15	11,25
15	8,5	9,5	11	11	10	9	10	10	9,87
16	8	9	10	9,5	9	8,5	9	7	8,75
17	7	8	10	7	7	7	7,5	6	7,37
M.Z. (2)	8,66	9,33	10,26	8,93	9,13	9,26	8,79	9,66	

(1) M.C. : Moyenne chronologique

(2) M.Z. : Moyenne zonale.

(1) *Oceanic Atlas of the North Atlantic Ocean. Section 2. Physical Properties.* U.S. Naval Oceanic Office, 1967.

C ; la température minimale observée dépassait d'un degré la température minimale moyenne, à savoir 5° C contre 4° C.

Les températures de l'air observées restaient sensiblement inférieures à celles de l'eau durant les mois de janvier, février, mars et au commencement d'avril ; elles n'en différaient pas notablement de mai à novembre, à quelques rares exceptions près ; elles diminuaient sensiblement en décembre. Il en découle que les couches aquatiques superficielles sont refroidies par l'air en hiver et quelque peu chauffées en été. Il n'est pas certain que ces lents phénomènes thermiques puissent provoquer des courants verticaux suffisamment forts pour perturber le mélange homogène sous l'effet quasi permanent du vent dans les couches superficielles.

VII. — *La salinité*

C'est un fait notoire qu'à l'encontre de ce qui se passe dans les petits biotopes d'eau douce, la teneur en Cl⁻, ainsi que la teneur de plusieurs autres ions, accuse une stabilité remarquable en milieu marin à l'exception de quelques légères fluctuations dues à des facteurs différents. Le tableau ci-dessous donne pour les différentes zones les valeurs moyennes maximales et minimales de la salinité, ainsi que les écarts respectifs.

Salinité — Valeurs moyennes (1)

Zone	maximales	minimales	Ecart
1	35,00	35,00	0
2	35,25	35,25	0
3	35,25	35,25	0
4	35,00	34,75	0,25
5	34,75	34,50	0,25
6	34,75	34,50	0,25
7	34,50	34,25	0,25
8	34,25	34,25	0

La salinité ne subit donc pas de variations au cours de l'année dans les zones 1, 2, 3 et 8. Les écarts dans les autres zones sont peu importants et d'ailleurs d'égale ampleur. La salinité des zones 2 et 3 est la plus élevée ; elle est due à la salinité relativement haute du Gulfstream. La salinité quelque peu plus basse de la zone 1 est due au dégel des gletschers islandais déversant leurs eaux dans l'Océan, ainsi qu'au mélange avec les eaux quelque peu moins salines du courant islandais oriental. Les eaux de

(1) Valeurs extraites de l'*Océanographie Atlas of the North Atlantic Ocean. Section 2. Physical properties* U.S. Naval Oceanographic Office, 1967.

la zone 8, proche du littoral européen, accusent la plus basse salinité due à l'apport d'une masse notable d'eau douce par les grandes rivières drainant le nord de l'Europe occidentale nord. De même les légères variations annuelles des zones 4, 5, 6 et 7 sont manifestement dues au mélanges variables avec les eaux déversées par les rivières.

Si cette stabilité de la salinité, comme de certains autres facteurs chimiques et physiques, constitue par elle-même un facteur écologique d'importance capitale en créant des conditions favorables au développement des organismes, l'action de ce facteur est freinée par une insuffisance de sels nutritifs, nécessaires à un développement abondant de la vie.

VIII. — *L'énergie lumineuse*

Si l'énergie lumineuse est un des facteurs écologiques des plus importants, elle acquiert dans le cadre de cette étude une importance toute spéciale à cause de sa périodicité diurne et saisonnière très diverse dans les zones différentes, à la suite de leurs positions latitudinales différentes.

Cette situation est illustrée par le tableau VI réunissant les valeurs de l'intensité totale de l'énergie lumineuse (exprimée en cal. cm⁻² jour⁻¹) atteignant la surface des mers dans les différentes zones étudiées le 15^e jour de chaque mois (1). Les moyennes mensuelles pour l'ensemble des huit zones, ainsi que les moyennes zonales furent calculées à partir de ces données.

Il ressort de ce tableau qu'en moyenne le climat lumineux s'améliore de la zone 1, la moins favorisée, à la zone 8, la plus favorisée. Ce fait est dû à la durée diurne moyenne très divergente dans les différentes zones. Celle-ci est illustrée dans le tableau VII, donnant la durée moyenne du jour en heures pour les 4 latitudes sur lesquelles les zones étudiées sont situées (2). Il en ressort qu'au commencement et à la fin de l'année la durée du jour est moins longue dans les zones les plus nordiques.

Cette diversité lumineuse zonale influence de façon fort sensible la répartition géographique de certaines espèces.

IX. — *Les sels nutritifs*

Certains éléments nutritifs, tels que K⁺, Na⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, SO₄²⁻, Cl⁻, sont disponibles en quantités suffisantes et d'ailleurs relativement constantes. Il en est de même de l'O₂ et du HCO⁻; la présence de la vie jusque dans les régions abyssales en est une preuve irréfutable.

(1) G. E. HUTCHINSON, *A Treatise on Limnology I. Geography, Physics and Chemistry*. New-York, 1957, pp. 371.

(2) WIMPENNY, R. S., *The Plankton of the Sea*. Faber and Faber, London, 1966, pp. 166.

Tableau VI

Energie photique (cal. cm⁻² jour⁻¹)

	1	2	3	4	5	6	7	8	Moyenne
janvier	55	65	80	85	85	95	100	105	83,75
février	125	135	155	160	160	165	170	175	155,62
mars	205	215	240	250	255	270	285	300	252,50
avril	390	400	420	425	425	435	440	450	420,62
mai	550	555	560	560	555	555	550	550	554,37
juin	635	630	625	620	620	610	605	595	617,50
juillet	600	600	600	600	595	590	585	575	593,12
août	460	465	475	480	480	485	490	490	478,12
septembre	265	275	295	300	305	320	330	340	303,75
octobre	110	115	140	150	155	165	180	200	151,87
novembre	25	30	45	55	60	75	90	105	60,62
décembre	15	15	25	25	25	35	40	50	28,75
Moyenne	268,13	291,55	304,88	309,04	309,87	316,54	321,87	327,78	

Tableau VII
Durées moyennes de la journée (heures)

	65°N	60°N	55°N	50°N
janvier	4-5	6	6-7	7-8
février	7	7-8	9-10	10
mars	11-12	11-12	11-12	12
avril	15-16	15	14-15	14
mai	19	17-18	16-17	15-16
juin	21	19	17-18	17-16
juillet	19-18	18	17	16
août	17-16	16-15	15	15-14
septembre	12	12	12	12
octobre	8	9-8	11-10	11-10
novembre	5-4	6	7	8
décembre	3-2	5-4	6	7

Par contre la teneur de certains autres sels, tels les phosphates, les nitrates et les silicates, également nécessaires à la nutrition, est si faible, que d'après certains auteurs, leur réserve serait épuisée par un développement phytoplanctonique quelque peu intense. Cet épuisement provoquerait à son tour une diminution sensible de la concentration algale.

La consommation quasi complète des phosphates et de certains autres sels nutritifs à la suite de la floraison printanière expliquerait, d'après certains auteurs, la pénurie phytoplanctonique estivale des océans et des mers.

Cette pénurie algale estivale est un fait. Elle fut constatée à plusieurs reprises. Nous l'illustrerons d'ailleurs quantitativement plus loin pour les couches superficielles (tableaux XII à XXIII).

D'autre part ATKINS (1) a constaté dans le Canal, à tous les niveaux jusqu'aux fonds — peu profonds d'ailleurs — et durant plusieurs années consécutives, une diminution graduelle de la teneur en phosphates à partir du printemps jusqu'à l'été, suivie d'une augmentation plus ou moins graduelle de cette teneur jusqu'à l'hiver. Les teneurs en P_2O_5 variaient de 0,040 à 0,030 mg/l en hiver jusqu'à 0,005 à 0,001 mg/l en été. A la suite de ces constatations ATKINS — et certains autres auteurs — n'explique pas seulement la basse concentration algale estivale par la consommation presque entière de la réserve en phosphates à la suite de la

(1) ATKINS, W. R. G., The phosphate content of Sea water in relation of the Growth of the Algal Plankton. Part 3, *J. Mar. Biol. Ass. U.K. Cambridge University Press*, 1926, 14 (2), pp. 447-467.

floraison algale printanière, mais considère même la teneur en P_2O_5 comme un paramètre valable de la concentration algale.

Une périodicité analogue fut constatée par certains auteurs pour les nitrates et les silicates (1).

Certains indices toutefois semblent infirmer cette opinion. D'abord il fut constaté que la décroissance phytoplanctonique estivale précède la décroissance de la réserve des phosphates, de sorte qu'il semble difficile d'accepter que cette dernière décroissance soit la cause de la première. Ensuite, si la floraison algale printanière épuisait — comme Atkins le prétend — la réserve en phosphates, la floraison automnale — presque aussi intense que la printanière — irait de pair avec une croissance de cette teneur en P_2O_5 . Il est vrai qu'Atkins invoque la basse luminosité hivernale pour expliquer le minimum phytoplanctonique hivernal. Toutefois cette luminosité hivernale p. e. dans les zones 6, 7 et 8 reste encore supérieure aux luminosités printanières et automnales de certaines zones plus nordiques, et qui y permirent des concentrations algales supérieures aux concentrations hivernales des dites zones 6, 7 et 8.

COOPER (2) conteste à la teneur en phosphates toute valeur paramétrique de la concentration algale, sinon peut-être dans des zones très limitées et surtout dépourvues de déplacements importants des masses aquatiques.

En plus la consommation des sels nutritifs par une floraison algale n'est certainement pas le seul facteur important capable de provoquer une diminution de la concentration algale. Il est indéniable que tout développement zooplanctonique se fait au dépens d'une consommation de phytoplancton. CUSHING (3) considère même la périodicité zooplanctonique comme le régulateur principal sinon unique du phytoplancton.

Les protistes sont d'ailleurs loin d'être les seuls consommateurs des algues. De nombreux autres animaux marins puisent leur approvisionnement en hydrates de carbone et autres éléments nutritifs dans le phytoplancton.

Il faut donc au moins envisager avec RAYMONT (4) une action concordante de plusieurs facteurs, probablement divergents. Il n'est en effet pas impossible que certains facteurs physiques interviennent. On pourrait p. e. concevoir *a priori* que la forte luminosité estivale provoquerait une migration des organismes algaux vers des couches plus profondes, où ils ne seraient pas encore suffisamment connus ; sous condition toutefois de la possibilité de migrations verticales si importantes.

(1) RAYMONT, G. E., *Plankton and Productivity in the Oceans*. Pergamon Press, 1963, p. 269.

(2) COOPER, L. H. N., *Consumption of nutrient salts in the English Channel as a means of measuring production*.

(3) CUSHING, D. H., *The effect of Grazing in Reducing the primary production*. Rapp. Proc. Verb. Conseil Int. Explor. Mer., Copenhague, 1958, Vol. 144, pp. 35-37.

(4) RAYMONT, G. E., *op. cit.*

En outre le problème de la périodicité algale en milieu marin semble de nature bien plus complexe. En particulier certains faits d'ordre biochimique, jouant un rôle régulateur, semblent devoir être pris en considération. En effet s'il fut constaté que certaines espèces, telle *Ditylum Brightwelli* (West) Grunow, ne se développent en culture qu'en présence de vitamines déterminées, telles la thiamine ou la biotine (1), d'autres espèces s'y développent apparemment sans difficulté aucune en l'absence de ces mêmes substances. Ces expériences semblent indiquer que le mécanisme caryocinétique doit être amorcé par des facteurs biochimiques spécifiques. D'autre part l'acide bêta indol acétique put être révélé chromatographiquement aussi bien dans plusieurs organismes phyto- et zooplanctoniques que dans l'eau marine elle-même.

La provenance de ces matières vitaminées ainsi que leur spécificité n'est pas encore suffisamment éclaircie. Sont-elles d'origine organique, dues au catabolisme d'autres organismes, voire même d'autres algues ? Une réponse nette n'a pas encore été fournie. En tout cas un développement algal semble être conditionné par une concentration suffisante de métabolites extracellulaires, provenant d'autres espèces — animales ou phytoplanctoniques — précédentes.

Cette hypothèse est étayée par certains indices, entr'autres par l'apparition dans le milieu de matières vénéneuses lors de la floraison de certains Dinoflagellates ; par la succession constante de florules algales successives typiques pour chacun des petits biotopes d'eau douce, mais très variées d'un biotope à l'autre (2).

Il semble donc que le problème des fluctuations algales — aussi bien quantitatives que qualitatives — est trop complexe, pour que des considérations simplistes puissent y apporter une explication suffisamment valable. Il nécessite une urgente information — aussi bien floristique que biochimique — beaucoup plus ample.

PARTIE FLORISTIQUE

I. — Méthodes et notions préliminaires

Pour chaque résidu (75 à 100 cc) de la filtration de 25 l d'eau augmenté jusqu'à 102,5 cc avec de l'eau distillée, cinq préparations furent dénombrées systématiquement et quantitativement. Chaque préparation comportait deux gouttelettes de 0,041 cc chacune, prise avec une pipette soigneusement calibrée ; celle-ci fut rincée avant et après chaque emploi avec de l'eau et de l'alcool éthylique à 96 %. Ainsi le volume réellement

(1) GROSS, F., Notes on the culture of some marine plankton organisms. *J. Mar. Biol. Ass. U.K. Cambridge University Press*, 1957, 21, pp. 753-768.

(2) LOUIS, A. et PODOOR, N., Données concernant la florule et la biomasse numérique de quatre biotopes, *Biologisch Jaarboek*, 1970, pp. 111-150.

examiné comportait $5 \times 2 \times 0,041 \text{ ml.} = 0,41 \text{ ml.}$ ce qui correspondait à la 250^e partie du volume total de l'eau prélevée, à savoir 25 l. Il suffisait par conséquent de multiplier les résultats des comptages par dix, pour obtenir la concentration algale par litre.

Bien que les entités algales furent également comptées, les notions numériques, mentionnées dans cette étude, sont toutes relatives au nombre de cellules par litre. En effet chaque colonie algale fut exprimée par le nombre des cellules constituantes.

Ces comptages eurent pour résultat de déterminer dans chaque récolte et pour chaque espèce, variété ou forme, la fréquence numérique par litre.

A partir de ces fréquences numériques, deux types de moyennes furent calculées. D'abord les moyennes chronologiques, pour l'ensemble des 8 zones à chaque voyage, et qui seront indiquées comme fréquences moyennes chronologiques (F.M.C.) ; et les moyennes géographiques ou zonales, calculées pour chaque zone sur les données des 17 voyages, et indiquées comme fréquences moyennes zonales ou géographiques (F.M.G.).

Ces deux types de moyennes caractérisent les espèces dans les limites d'une part des zones respectives, et d'autre part des voyages respectifs.

Pour exprimer l'importance numérique de chaque espèce, variété ou forme, dans l'ensemble des différentes zones et au cours de l'année entière, (dans notre cas 1968) la notion d'indice de fréquence fut introduite.

Cet indice de fréquence se déduit aisément des dites fiches des espèces (cf. p. e. tableau XLII, p. 109). Ces fiches mentionnent les valeurs des fréquences moyennes géographiques (F.M.G.), qui sont en réalité les quotients des sommes verticales par le nombre des voyages, à savoir 17.

L'addition des huit fréquences moyennes géographiques, divisée par huit (ou le nombre des zones) donne l'indice de fréquence par l'espèce envisagée.

Ces indices de fréquence permettent une évaluation provisoire et approximative de la participation de l'espèce dans l'activité photosynthétique globale durant la période étudiée.

II. — *L'inventaire algal*

Les espèces repérées au cours des deux périodes d'observations sont consignées dans la liste systématique ci-dessous. Celle-ci mentionnera également à côté des indices de fréquence (I.F.) pour les deux périodes d'observation (1968 et 1969-70), le nombre de présences chronologiques (P.C.) c.à.d. le nombre des présences notées pour chaque espèce repérée au cours des deux périodes respectives.

Tableau VIII

	1968 17 voyages		1969-1970 4 voyages	
	P.C. 136	I.F.	P.C. 32	I.F.
CYANOPHYTES				
<i>Hormogonales</i>				
<i>Oscillatoria amphibia</i> C. A. Agardh	3	106	—	—
<i>O. brevis</i> (Kütz.) Gomont	1	3,12	—	—
CHRYSOPHYTES				
<i>Bacillariophytes</i>				
<i>Centrales</i>				
<i>Melosira nummuloides</i> (Dillwyn) Agardh	1	1,03	—	—
<i>M. sulcata</i> (Ehrenberg) Kützing	65	318	10	221
<i>Podosira stelliger</i> (Bailey) Mann	48	9,66	7	4
<i>Stephanopyxis turris</i> (Gréville et Arn.) Ralfs	15	16	2	1,56
<i>Skeletonema costatum</i> (Gréville) Cleve	36	530	6	1577
<i>Coscinosira polychorda</i> Gran	11	2,96	4	25
<i>C. Oestrupii</i> Ostenfeld	2	0,88	—	—
<i>Thalassiosira Nordenskiöldii</i> Cleve	19	21	2	2,81
<i>Th. decipiens</i> (Grunow) Jörgensen	13	5,95	3	10
<i>Th. hyalina</i> (Grunow) Gran	1	1,10	—	—
<i>Th. gravida</i> Cleve	83	1179	14	428
<i>Th. rotula</i> Meunier	1	0,51	—	—
<i>Th. bioculata</i> Grunow	1	0,01	—	—
<i>Coscinodiscus excentricus</i> Ehrenberg	61	34	9	40
<i>C. excentricus</i> Ehrenberg <i>var. fasciculata</i> Hustedt	7	0,51	1	0,31
<i>C. lineatus</i> Ehrenberg	22	2,94	5	11
<i>C. sublineatus</i> Grunow	31	18	3	1,56
<i>C. denarius</i> A. Schmidt	2	0,15	—	—
<i>C. curvatus</i> Grunow	9	0,73	—	—
<i>C. marginatus</i> Ehrenberg	1	0,07	—	—
<i>C. radiatus</i> Ehrenberg	42	5,70	3	1,87
<i>C. nodulifer</i> A. Schmidt	2	0,15	—	—
<i>C. Granii</i> Gough	2	0,22	—	—
<i>C. concinnus</i> W. Smith	1	0,07	—	—
<i>C. perforatus</i> Ehrenberg	4	0,29	2	0,62
<i>C. asteromphalus</i> Ehrenberg	3	0,22	—	—
<i>C. oculus iridis</i> Ehrenberg	3	0,15	2	0,62
<i>C. gigas</i> Ehrenberg	—	—	1	0,31
<i>Actinoptychus undulatus</i> (Bailey) Ralfs	30	6,12	4	3,44
<i>A. splendens</i> (Shadbolt) Ralfs	1	0,07	1	0,93
<i>Asteromphalus heptactis</i> (de Brébisson) Ralfs	4	0,36	1	0,93
<i>Aulacodiscus argus</i> (Ehrenberg) A. Schmidt	1	0,07	—	—
<i>Roperia tessellata</i> (Roper) Grunow	19	1,98	5	1,56
<i>Actinocyclus Ehrenbergii</i> Ralfs	9	0,88	1	0,93
<i>Corethron criophilum</i> Castracane	5	0,96	2	2,81
<i>Lauderia borealis</i> Gran	20	8,35	2	10

	1968		1969-1970	
	17 voyages		4 voyages	
	P.C.	I.F.	P.C.	I.F.
<i>Schroederella Schroederi</i> (Bergon) Pavillard	—	—	1	4328
<i>Dactyliosolen antarcticus</i> Castracane	4	0,73	5	3,75
<i>D. mediterraneus</i> H. Peragallo	2	0,29	—	—
<i>D. tenuis</i> (Cleve) Gran	38	85	3	1,25
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve	34	251	4	1542
<i>L. minimus</i> Gran	31	2365	8	359
<i>Guinardia flaccida</i> (Castracane) H. Peragallo	29	131	5	6,56
<i>Rhizosolenia fragilissima</i> Bergon	12	7,24	4	23
<i>Rh. delicatula</i> Cleve	1	3,38	6	52
<i>Rh. Stolterfothii</i> H. Peragallo	39	56	7	69
<i>Rh. styliformis</i> Brightwell	22	3,38	4	1,56
<i>Rh. Shrubsolei</i> Schröder	74	1670	16	233
<i>Rh. setigera</i> Brightwell	32	16	5	2,50
<i>Rh. hebetata</i> (Bailey) Gran <i>f. hiemalis</i> Gran	13	3,01	—	—
<i>Rh. hebetata</i> (Bailey) Gran <i>f. semispina</i> (Hensen) Gran	42	24	8	21
<i>Rh. alata f. alata</i> Brightwell	60	62	7	21
<i>Rh. alata f. gracillima</i> (Cleve) Grunow	38	488	8	43
<i>Bacteriastrium delicatulum</i> Cleve	7	2,42	2	0,62
<i>B. elongatum</i> Cleve	2	1,32	—	—
<i>B. varians</i> Lauder	11	34	1	113
<i>Chaetoceros atlanticus</i> Cleve	11	4,04	4	11
<i>Ch. atlanticus</i> Cleve <i>var. neapolitanus</i> (Schröder) Hustedt	3	2,28	1	1,56
<i>Ch. dichchaeta</i> Ehrenberg	—	—	1	3,12
<i>Ch. densus</i> Cleve	14	6,76	4	21
<i>Ch. danicus</i> Cleve	14	7,86	6	28
<i>Ch. borealis</i> Bailey	9	7,42	1	2,81
<i>Ch. concavicornis</i> Mangin	20	14	3	131
<i>Ch. concavicornis</i> Mangin <i>f. volans</i> (Schütt) Hustedt	5	0,81	—	—
<i>Ch. convolutus</i> Castracane	2	1,18	—	—
<i>Ch. peruvianus</i> Brightwell	11	3,16	5	9,06
<i>Ch. decipiens</i> Cleve	47	45	14	337
<i>Ch. mitra</i> Cleve	3	4,18	—	—
<i>Ch. Lorenzianus</i> Grunow	14	4,12	4	4,69
<i>Ch. compressus</i> Lauder	28	53	6	40
<i>Ch. didymus</i> Ehrenberg	27	35	6	826
<i>Ch. constrictus</i> Gran	17	15	1	3,12
<i>Ch. affinis</i> Lauder	9	6,91	1	3,75
<i>Ch. affinis</i> Lauder <i>var. Willei</i> (Gran) Hustedt	26	19	6	1624
<i>Ch. lacinosus</i> Schütt	45	233	6	135
<i>Ch. pelagicus</i> Cleve	—	—	1	39
<i>Ch. subtilis</i> Cleve	1	0,81	—	—
<i>Ch. crinitus</i> Schütt	5	25	—	—
<i>Ch. curvisetus</i> Cleve	20	16	5	92
<i>Ch. debilis</i> Cleve	56	703	11	2551
<i>Ch. socialis</i> Lauder	11	4784	2	3269

	1968		1969-1970	
	17 voyages		4 voyages	
	P.C.	I.F.	P.C.	I.F.
<i>Ch. radians</i> Schütt	4	2,57	—	—
<i>Ch. gracilis</i> Schütt	10	2,50	3	1,25
<i>Eucampia zodiacus</i> Ehrenberg	37	179	4	544
<i>Streptothecha thamesis</i> Shrubsole	6	0,88	1	2,81
<i>Bellerochea malleus</i> (Brightwell) Van Heurck	—	—	2	16
<i>Ditylum Brightwellii</i> (West) Grunow	24	7,79	4	12
<i>Triceratium alternans</i> Bailey	15	2,57	2	13
<i>Biddulphia sinensis</i> Gréville	4	0,88	2	17
<i>B. mobiliensis</i> Bailey	12	4,48	2	7,81
<i>B. rhombus</i> (Ehrenberg) W. Smith	4	0,73	2	0,93
<i>B. granulata</i> Roper	4	2,13	3	2,81
<i>B. aurita</i> (Lyngbye) de Brébisson et Godey	12	11	2	11
<i>Cerataulus Smithii</i> Ralfs	3	0,36	—	—
<i>Cerataulina Bergonii</i> H. Peragallo	42	68	8	17
<i>Pennales</i>				
<i>Grammatophora angulosa</i> Ehrenberg var.				
<i>islandica</i> (Ehrenberg) Grunow	1	0,07	—	—
<i>Plagiogramma Van Heurckii</i> Grunow	1	0,15	—	—
<i>Campylosira cymbelliformis</i> (A.S.) Grunow	2	2,43	—	—
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	1	0,36	—	—
<i>F. islandica</i> Grunow	10	18	—	—
<i>F. oceanica f. typica</i> Cleve	5	12	2	3,75
<i>F. oceanica</i> Cleve f. <i>convoluta</i> Gran	2	2,20	2	11
<i>F. oceanica</i> Cleve f. <i>torta</i> Gran	9	32	1	10
<i>Raphoneis surirella</i> (Ehrenberg) Grunow	8	3,38	—	—
<i>R. ampiceros</i> Ehrenberg	37	28	6	5,31
<i>Asterionella japonica</i> Cleve	37	442	7	3212
<i>A. kariana</i> Grunow	3	1,40	—	—
<i>Synedra Gaillonii</i> (Borge) Ehrenberg	5	1,91	—	—
<i>Thalassionema Nitzschioides</i> Grunow	39	90	11	295
<i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve et Grunow	17	4,48	2	0,93
<i>Th. Frauenfeldii</i> Grunow	9	1,10	1	0,31
<i>Gyrosigma hippocampus</i> (Ehrenberg) Hassall	1	0,07	—	—
<i>G. Wansbeckii</i> (Donkin) Cleve	5	3,38	2	0,93
<i>G. fasciola</i> (Ehrenberg) Cleve	10	1,84	—	—
<i>Pleurosigma naviculaceum</i> de Brébisson	31	6,46	8	6,56
<i>P. Normanii</i> Ralfs	65	21	9	12
<i>P. angulatum</i> W. Smith	8	0,66	1	0,31
<i>P. strigosum</i> W. Smith	2	0,22	1	0,31
<i>P. acutum</i> Norman	35	9,41	7	7,81
<i>Caloneis Westii</i> (W. Smith) Hendey	1	0,07	—	—
<i>Diploneis crabro</i> Ehrenberg	3	0,22	—	—
<i>Stauropsis cf. membranacea</i> (Cleve) Meunier	3	0,36	—	—
<i>Navicula digito-radiata</i> Gregory	9	4,26	1	0,31
<i>N. distans</i> Smith	55	11	7	5
<i>Amphora marina</i> Smith	1	0,07	—	—
<i>Epithemia gibberula</i> Kützing	1	0,15	—	—

	1968 17 voyages		1969-1970 4 voyages	
	P.C.	I.F.	P.C.	I.F.
<i>Bacillaria paxilifer</i> (O. F. Müller) Hendey	10	6,54	1	1,25
<i>Nitzschia sigma</i> (Kützting) W. Smith	21	2,13	1	0,93
<i>N. longissima</i> (Kützting) <i>f. parva</i> Van Heurck	94	72	16	46
<i>N. closterium</i> Smith	1	0,07	—	—
<i>N. seriata</i> Cleve	83	1221	17	2035
<i>Surirella fastuosa</i> Ehrenberg	1	0,07	—	—
COCCOLITHOPHORACEES				
<i>Scyphosphaera cf. Apsteini</i> Lohmann	4	0,44	1	0,31
<i>Coccolithus pelagicus</i> (Wallich) Schill.	31	83	9	38
SILICOFLAGELLATES				
<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg	55	17	12	7,81
<i>Distephanus speculum</i> (Ehrenberg) Haeckel	70	19	12	9,69
PYRROPHYTES				
<i>Prorocentracées</i>				
<i>Prorocentrum dentatum</i> Stein	7	1,10	—	—
<i>P. micans</i> Ehrenberg	20	2,35	4	11
<i>Peridiniacées</i>				
<i>Dinophysées</i>				
<i>Dinophysis hastata</i> Stein	1	0,07	1	0,62
<i>D. acuta</i> Ehrenberg	32	66	8	12
<i>D. norvegica</i> Claparède et Lachmann	14	3,31	4	3,44
<i>D. acuminata</i> Claparède et Lachmann	48	20	17	180
<i>D. arctica</i> Mereschkowsky	1	0,07	—	—
<i>D. rotundata</i> Claparède et Lachmann	34	4,41	11	5,31
<i>Peridiniées</i>				
<i>Glenodinium bipes</i> Paulsen	1	0,22	4	2,5
<i>Heterocapsa triquetra</i> (Ehrenberg) Stein	3	0,22	—	—
<i>Protoceratium reticulatum</i> (Claparède et Lachmann) Bütschli	15	3,38	10	5,31
<i>Gonyaulax triacantha</i> Jörgensen	2	0,15	1	0,31
<i>G. polygramma</i> Stein	8	0,88	2	0,93
<i>G. spinifera</i> (Claparède et Lachmann) Diesing	30	25	11	29
<i>G. Levanderi</i> (Lemmermann) Paulsen	1	0,07	—	—
<i>Goniodoma Ostenfeldii</i> Paulsen	7	5,00	1	0,62
<i>Diplopsalis lenticula</i> Bergh	1	0,07	—	—
<i>D. pillula</i> Ostenfeld	4	0,51	2	0,93
<i>Peridinium cerasus</i> Paulsen	39	12	12	8,44
<i>P. roseum</i> Paulsen	2	0,36	1	0,62
<i>P. ovatum</i> (Pouchet) Schütt	41	28	14	27
<i>P. breve</i> Paulsen	1	0,07	—	—
<i>P. pyriforme</i> Paulsen	2	0,15	—	—
<i>P. Steinii</i> Jörgensen	3	0,44	—	—

	1968		1969-1970	
	17 voyages		4 voyages	
	P.C.	I.F.	P.C.	I.F.
<i>P. pedunculatum</i> Schütt	6	0,81	1	0,31
<i>P. pellucidum</i> (Bergh) Schütt	23	5,66	9	19
<i>P. excentricum</i> Paulsen	1	0,59	—	—
<i>P. Granii</i> Ostenfeld	8	0,95	5	2,81
<i>P. mite</i> Pavillard	1	0,07	—	—
<i>P. depressum</i> Bailey	23	4,12	1	0,62
<i>P. oceanicum</i> Vanhöffen var. <i>oblongum</i> Aurivillius	3	0,29	1	0,31
<i>P. crassipes</i> Kofoid	17	2,87	7	3,75
<i>P. conicum</i> (Gran) Ostenfeld et Schütt	5	0,44	—	—
<i>P. conicoides</i> Paulsen	7	1,03	—	—
<i>P. pentagonum</i> Gran	2	0,22	—	—
<i>P. punctulatum</i> Paulsen	5	0,88	—	—
<i>P. achromaticum</i> Levander	1	0,22	—	—
<i>P. Thorianum</i> Paulsen	23	252	8	13
<i>P. faeroense</i> Paulsen	20	6,54	8	454
<i>P. brevipes</i> Paulsen	17	3,09	9	9,69
<i>Pyrophacus horlogicum</i> Stein	9	1,47	1	11
<i>Oxytoxum scolopax</i> Stein	1	0,07	1	0,31
<i>O. diploconus</i> Stein	1	0,15	—	—
<i>Ceratium tripos</i> (O. F. Müller) Nitzsch var. <i>atlantica</i> Ostenfeld	21	3,46	6	3,44
<i>C. tripos</i> (O. F. Müller) Nitzsch var. <i>subsalsa</i> Ostenfeld	27	4,78	1	0,31
<i>C. tripos</i> (O. F. Müller) Nitzsch f. <i>hiemalis</i> Paulsen	1	0,07	—	—
<i>C. macroceros</i> (Ehrenberg) Cleve	10	2,13	2	0,62
<i>C. intermedium</i> (Jørgensen) Jørgensen f. <i>spinifera</i> Paulsen	—	—	3	0,93
<i>C. intermedium</i> (Jørgensen) Jørgensen f. <i>typica</i> Paulsen	15	2,65	6	1,87
<i>C. intermedium</i> (Jørgensen) Jørgensen f. <i>frigida</i> Paulsen	2	0,15	—	—
<i>C. longipes</i> (Bailey) Gran var. <i>oceanica</i> Ostenfeld	27	32	8	4,37
<i>C. longipes</i> (Bailey) Gran var. <i>baltica</i> Ostenfeld	3	0,66	—	—
<i>C. lineatum</i> (Ehrenberg) Cleve	72	470	21	124
<i>C. furca</i> (Ehrenberg) Claparède et Lachmann	57	65	10	22
<i>C. fusus</i> (Ehrenberg) Claparède et Lachmann	71	81	19	104
<i>C. extensum</i> (Gourret) Schröder	1	0,51	2	1,25
<i>Podolampas palmipes</i> Stein	5	0,36	—	—
<i>Gymnodiniacées</i>				
<i>Amphidinium crassum</i> Lohmann	1	0,07	—	—
<i>Gymnodinium Lohmanni</i> Paulsen	52	38	16	67
<i>G. pseudonoctiluca</i> Pouchet	—	—	1	0,93

	1968		1969-1970	
	17 voyages		4 voyages	
	P.C.	I.F.	P.C.	I.F.
<i>Pyrocystacées</i>				
<i>Pyrocystis lunula</i> Schütt	28	5,81	3	1,56
CHLOROPHYTES				
<i>Halosphaeracées</i>				
<i>Halosphaera</i> cf. <i>viridis</i> Schmitz var. <i>minor</i> Lemmermann	8	0,73	3	0,93
spores en cystes (Pyrrophytes)	84	147	24	358

En tout 200 espèces, variétés et formes incluses, furent repérées durant l'ensemble des deux périodes ; 193 espèces en 1968 en 137 espèces en 1969-70.

Les nombres des espèces se répartissent comme suit :

	1968	1969-70	Totaux
Hormogonales	2	—	2
Centrales	90	72	95
Pennales	37	20	37
Coccolithophoracées	2	2	2
Silicoflagellates	2	2	2
Prorocentracées	2	1	2
Dinophysées	6	5	6
Péridiniées	48	31	49
Gymnodiniacées	2	2	3
Pyrocystacées	1	1	1
Halosphaeracées	1	1	1
<i>Totaux</i>	193	137	200

Sept espèces observées en 1969-70 ne furent pas repérées en 1968 ; 63 espèces récoltées en 1968 ne le furent pas en 1969-70. Ces espèces manquantes avaient toutes des indices de fréquence insignifiants, et n'avaient de ce point de vue qu'une importance fort relative sinon insignifiante pour l'activité photosynthétique globale. Une exception importante toutefois est à mentionner : *Schroederella Schroederi* (Bergon) Pavillard, dont l'index de fréquence moyenne atteignait 4.328 cellules/litre

pour la période de 1969-70, et qui se classait de ce fait au premier rang, malgré qu'elle ne fut réperée qu'une seule fois. Il s'agissait probablement d'un phénomène de floraison ; le nombre restreint de prélèvements n'a toutefois pas permis de le constater avec une suffisante certitude.

Cet exemple souligne pourtant la nécessité urgente de multiplier autant que possible les récoltes pour réperer toutes les espèces dont le rôle photosynthétique puisse avoir quelque importance.

A cette exception près et tenant compte que les moyennes de la seconde période d'observation furent calculées sur les résultats de quatre voyages, alors que celles de 1968 furent calculées sur les données de dix-sept voyages, les résultats de la seconde période confirment dans une mesure appréciable les résultats de 1968 ; en ce sens que les nombres de présences chronologiques ainsi que les fréquences moyennes sont généralement du même ordre.

III. — *Les fluctuations du nombre des espèces*

La richesse spécifique des florules subit des variations multiples aussi bien chronologiques que géographiques. Les tableaux IX et X donnent un aperçu de ces fluctuations.

Le tableau IX, résumant pour chaque groupement algal l'évolution chronologique du nombre des espèces, illustre simultanément et l'importance des taxa respectifs au point de vue de leur richesse spécifique et l'importance des facteurs chronologiques.

Le tableau X, mentionnant le nombre des espèces par zone et par voyage ainsi que les situations globales chronologiques et zonales, illustre plus spécialement les situations géographiques ou zonales au point de vue du nombre des espèces.

Une triple variation découle de l'analyse de ces tableaux :

1° Les variations systématiques ou la richesse spécifique des différents groupements algaux.

2° Les variations chronologiques ou les compositions quantitatives des différentes florules, réperées au cours de chacun des 17 voyages.

3° Les variations géographiques ou les différentes compositions quantitatives des florules propres à chacune des huit zones.

Conformément au tableau IX, les taxa algaux se classent comme suit sur base de la richesse en espèces dégressive :

1968

Tableau IX
Répartition chronologique du nombre des espèces

Taxa	Voyages																	Nombre total d'espèces
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Cyanophytes	—	—	—	—	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Centrales	28	27	30	30	38	44	40	27	38	41	45	48	42	50	51	36	33	90
Pennales	11	14	16	18	14	10	14	10	15	6	6	11	15	20	21	15	17	37
Bacillariophycées	39	41	46	48	52	54	54	37	53	47	51	59	57	70	72	51	50	127
Coccolithophoracées	2	—	2	—	—	—	—	1	1	—	2	1	2	1	1	1	1	2
Silicoflagellates	2	2	2	2	1	2	1	—	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Prorocentracées	1	1	1	—	1	1	—	—	1	1	2	2	2	2	1	—	—	2
Dinophysées	—	—	1	2	2	2	1	2	5	4	4	5	4	3	3	3	2	6
Péridiniées	6	3	5	—	6	12	17	10	30	22	27	26	19	17	8	6	8	48
Gymnodiniacées	1	—	—	—	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	—	2
Pyrocystacées	—	—	—	—	1	1	—	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—	1
Pyrrophytes	8	4	7	2	11	17	19	14	39	29	35	35	27	23	13	10	10	59
Chlorophytes	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	1	1
Totaux	52	47	57	52	65	74	74	52	96	78	90	97	89	97	89	64	64	193

	1968	
	Nombre des espèces	P.C.
Centrales	90	17
Peridiniées	48	17
Pennales	37	17
Diophysées	6	15
Cyanophytes	2	3
Coccolithophoracées	2	11
Silicoflagellates	2	16
Prorocentracées	2	12
Gymnodiniacées	2	13
Pyrocystacées	1	8
Halosphaeracées	1	5

Cette richesse spécifique est un premier indice de l'importance photosynthétique des différents taxa. Ce fait sera d'ailleurs confirmé dans ses grandes lignes par l'étude des fréquences moyennes (nombre des cellules/litre).

Toutefois la participation à l'activité photosynthétique des différents taxa n'est pas constante au cours de l'année. Ainsi la part des Bacillariophycées est proportionnellement plus grande durant les 5 premiers et les trois derniers voyages, alors que celle de Péridiniacées (Dinophysées et Péridiniées) est proportionnellement plus importante durant les voyages 6 à 14. En effet la richesse totale en espèces est pratiquement triplée au cours de cette dernière période ; alors que la richesse spécifique en Bacillariophycées n'y dépasse pas le double de celle des premiers ou derniers voyages.

L'analyse du même tableau IX (ainsi que du tableau X) montre en outre l'existence de trois maxima, situés respectivement au 6^e et 7^e voyage, au 9^e, du 12^e au 14^e voyage (23-24 avril et 14-18 mai ; 10-14 juillet ; 10-14 septembre, et 22-26 octobre). La richesse en espèces est minimale en décembre et janvier ainsi qu'en plein été pendant le 8^e voyage (4-8 juin), précisément à la période de la luminosité maximale.

Cette situation globale est déterminée en premier lieu par les Centrales et les Pennales ; ensuite par les Pyrrophytes, parmi lesquelles les Péridiniées étaient les plus nombreuses.

Les maxima printaniers ainsi que le minimum estival étaient synchronisés pour les deux taxa (Bacillariophycées et Pyrrophytes) à savoir respectivement au 7^e voyage (14-18 mai) et au 8^e voyage (14-18 juin). Par contre leurs maxima respectifs post-estivaux montraient un décalage

chronologique ; les Pyrrophytes l'atteignaient au cours du 9^e voyage (10-14 juillet), les Bacillariophycées au cours de 15^e voyage (11-16 novembre).

Tableau X
Fluctuations chronologiques et géographiques du nombre global des espèces (1968)

Zones Voyages	Zones								Total	F.M.C.
	1	2	3	4	5	6	7	8		
1	4	3	5	8	7	18	15	30	52	11
2	7	8	6	16	15	12	9	30	47	13
3	11	14	18	13	16	13	17	38	57	17
4	5	4	15	15	14	24	17	36	52	16
5	9	9	11	32	30	31	22	29	65	22
6	23	26	13	32	25	29	19	30	74	25
7	21	20	34	28	34	40	35	11	74	28
8	21	15	18	13	13	14	6	12	52	14
9	36	41	29	39	31	42	53	26	96	37
10	39	37	27	44	32	17	37	20	78	32
11	24	30	43	33	51	43	40	47	90	39
12	25	35	27	44	49	22	46	46	97	37
13	23	10	30	34	39	28	37	46	89	31
14	21	13	33	26	27	39	37	49	97	31
15	12	25	20	11	15	24	39	53	89	25
16	10	14	16	15	23	18	25	40	64	20
17	7	18	12	29	14	14	17	36	64	18
Total	104	107	107	120	111	115	113	116	193	
F.M.G.	18	19	21	25	26	25	28	34		

En outre des faits découlant de l'analyse du tableau IX, l'analyse du tableau X fait encore ressortir les faits suivants :

1^o Les zones 4 et 8 sont les plus riches en espèces ; ce sont précisément les deux zones les plus rapprochées des côtes et de ce fait parmi les moins profondes. Elles sont suivies en ordre dégressif des zones 6, 7 et 5, qui se trouvent également sur le shelf, mais à une distance quelque peu plus grande des côtes. Les zones pélagiques 2 et 3, les plus profondes, ont chacune un nombre d'espèces quelque peu plus petit. La zone 1, quoique nérito-pélagique, est la plus pauvre en espèces, ce qui s'explique probablement par un climat lumineux moins favorable.

2° La richesse spécifique moyenne zonale (F.M.G.) augmente pratiquement de la zone 1 à la zone 8, avec une stagnation dans les zones 4, 5 et 6.

Cette colonisation moyenne fait mieux ressortir que les nombres totaux des espèces répertoriées dans chaque zone, l'importance de la florule en action photosynthétique pour les zones respectives. Il en ressort que la richesse moyenne en espèces de la zone 8 est presque le double de celle de la zone 1.

3° De même l'analyse de la richesse spécifique moyenne chronologique (fréquence moyenne chronologique F.M.C.) fait ressortir que les florules moyennes les plus riches en espèces se situaient aux voyages 11 (20-24 août 1970), 9 (10-14 juillet 1968) et 12 (10-14 septembre 1968).

La floraison printanière (voyages 6 et 7) était assurée par des florules spécifiquement moins riches.

Le minimum estival, déjà mentionné à plusieurs reprises, ressort nettement avec une richesse spécifique moyenne très basse, dépassant à peine celle de janvier (voyages 1 et 2).

Ces faits devront être confrontés avec les conclusions découlant des fréquences numériques (nombre de cellules/litre).

IV. — *Les présences chronologiques*

Un autre moyen pour évaluer l'importance photosynthétisante d'une espèce algale est la durée de sa présence dans le milieu. Cette durée s'exprime par le nombre des prélèvements dans lesquelles l'espèce fut répertoriée, c.à.d. par le nombre de ses présences chronologiques (P.C.). Quoique celles-ci soient déjà communiquées dans les listes systématiques, il peut être utile de les analyser quelque peu plus amplement.

En tout il y a, pour 1968, 136 présences possibles, soit 17×8 fois. Aucune espèce ne fut permanente en ce sens qu'elle fut répertoriée dans tous les prélèvements de l'année 1968.

Il ressort du tableau XI, classant dégressivement les différentes catégories de présences chronologiques, que sur un total de 193 espèces, répertoriées en 1968 :

49 espèces ont	2 P.C. ou moins	92 espèces ont	8 P.C. ou moins
62 espèces ont	3 P.C. ou moins	100 espèces ont	9 P.C. ou moins
71 espèces ont	4 P.C. ou moins	105 espèces ont	10 P.C. ou moins
80 espèces ont	5 P.C. ou moins	110 espèces ont	11 P.C. ou moins
82 espèces ont	6 P.C. ou moins		etc.
87 espèces ont	7 P.C. ou moins		

Tableau XI
Répartition des catégories des présences chronologiques

P.C.	Nombre d'espèces						
94	1	48	2	30	2	14	4
83	2	47	1	29	1	13	2
74	1	45	1	28	2	12	3
72	1	42	3	27	3	11	5
71	1	41	1	26	1	10	5
70	1	39	3	24	1	9	8
65	2	38	2	23	3	8	5
61	1	37	3	22	2	7	5
60	1	36	1	21	2	6	2
57	1	35	1	20	5	5	9
56	1	34	2	19	2	4	9
55	2	32	2	17	4	3	13
52	1	31	4	15	4	2	15
						1	34

Si le nombre des espèces rares ou sporadiques est très élevé, inversement le nombre des espèces fréquentes est très réduit, comme il ressort de cette liste cumulative. Sur les 193 espèces repérées en 1968 :

- 1 espèce fut repérée dans 94 prélèvements
- 3 espèces furent repérées dans 83 prélèvements ou plus
- 4 espèces furent repérées dans 74 prélèvements ou plus
- 5 espèces furent repérées dans 72 prélèvements ou plus
- 6 espèces furent repérées dans 71 prélèvements ou plus
- 7 espèces furent repérées dans 70 prélèvements ou plus
- 9 espèces furent repérées dans 65 prélèvements ou plus
- 10 espèces furent repérées dans 61 prélèvements ou plus
- 11 espèces furent repérées dans 60 prélèvements ou plus
- 12 espèces furent repérées dans 57 prélèvements ou plus
- 13 espèces furent repérées dans 56 prélèvements ou plus
- 15 espèces furent repérées dans 55 prélèvements ou plus
- 16 espèces furent repérées dans 52 prélèvements ou plus.

Il faut en déduire que pour la plupart des espèces la période végétative est très courte. Aussi les espèces dominantes et fréquentes, telles qu'elles seront définies plus loin, seront toutes, à quelques rares exceptions près, des espèces à longue durée végétative.

V. — *Les fréquences numériques*

Si au niveau des groupements algaux, la richesse spécifique et les présences chronologiques fournissent déjà des indications précieuses sur leur

Tableau XII
Fréquences numériques (nombre de cellules / litre)
Cyanophytes

1968										
Voyages	Zones	1	2	3	4	5	6	7	8	F.M.C.
	1		—	—	—	—	—	—	—	—
2		—	—	—	—	—	—	—	—	—
3		—	—	—	—	—	—	—	—	—
4		—	—	—	—	—	—	—	—	—
5		—	—	—	—	—	—	—	100	12
6		—	—	—	13.570	800	—	—	—	1.796
7		—	—	—	—	—	—	—	—	—
8		—	—	—	—	—	—	—	—	—
9		420	—	—	—	—	—	—	—	52
10		—	—	—	—	—	—	—	—	—
11		—	—	—	—	—	—	—	—	—
12		—	—	—	—	—	—	—	—	—
13		—	—	—	—	—	—	—	—	—
14		—	—	—	—	—	—	—	—	—
15		—	—	—	—	—	—	—	—	—
16		—	—	—	—	—	—	—	—	—
17		—	—	—	—	—	—	—	—	—
F.M.G.		25	—	—	798	47	—	—	6	

participation à l'activité photosynthétique, la détermination des fréquences numériques des différentes espèces va compléter de façon importante ces premières indications, non pas seulement au niveau des groupements, mais aussi pour les espèces individuelles.

La première détermination concerne par conséquent la concentration numérique de chaque espèce dans chaque prélèvement. Les fréquences moyennes aussi bien chronologiques que zonales ainsi que les indices de fréquence se calculeront à partir de ces données de base.

Devant l'impossibilité de communiquer dans les limites de cette publication toutes les fréquences numériques pour chacune des 193 espèces répertoriées en 1968, il faut se limiter à la publication des fréquences pour les différents groupements algaux représentés dans le milieu étudié. Ces données sont réunies dans les tableaux XII à XXII, où seront également communiquées les fréquences moyennes chronologiques (F.M.C.) et les fréquences moyennes géographiques ou zonales (F.M.G.). Le tableau XXIII résumera la situation globale pour l'année 1968.

Tableau XIII

Fréquences numériques (nombre de cellules / litre)
Centrales

1968

Voyages	Zones								F.M.C.
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	40	10	—	80	50	770	720	2.170	480
2	100	50	40	270	180	350	570	2.550	514
3	30	130	380	130	400	330	320	5.110	854
4	200	50	440	1.180	2.080	1.280	990	7.910	1.766
5	100	190	200	35.370	52.970	16.440	3.960	4.550	14.222
6	6.480	7.970	5.960	48.690	6.870	41.010	15.920	33.010	20.739
7	7.020	5.510	580	770	620	3.690	30.230	1.180	6.200
8	48.870	1.390	11.160	1.740	700	1.030	14.040	29.000	13.491
9	242.370	42.270	2.860	2.130	390	3.760	13.340	36.510	42.954
10	6.540	4.300	5.830	17.230	3.240	400	53.370	33.310	15.527
11	1.060	4.530	7.070	3.540	14.690	5.360	14.950	30.340	10.192
12	3.980	14.220	2.820	3.230	29.710	10.150	10.070	21.130	11.914
13	310	150	4.620	3.450	11.400	1.440	1.530	415.740	54.830
14	450	230	1.600	550	350	10.200	1.970	187.610	27.370
15	100	820	260	230	110	1.040	3.760	67.470	9.224
16	60	80	110	170	250	490	790	4.570	777
17	10	390	120	1.720	460	720	1.140	7.600	1.520
F.M.C.	18.690	4.841	2.591	7.087	7.322	5.791	9.863	52.339	

Tableau XIV

Fréquences numériques (nombre de cellules / litre)
Pennales

1968		1	2	3	4	5	6	7	8	F.M.C.
Voyages	Zones									
	1	—	10	—	30	40	90	220	900	161
2	110	30	—	120	60	100	50	1.360	229	
3	40	180	690	290	300	190	610	6.920	1.152	
4	10	—	370	140	200	630	650	4.620	827	
5	260	—	50	830	1.560	650	300	100	469	
6	45.650	9.370	9.850	1.000	60	8.600	120	140	9.349	
7	2.010	3.660	160	70	440	1.860	14.240	140	2.822	
8	2.320	320	630	200	460	60	90	40	504	
9	1.090	2.230	810	320	150	310	7.960	790	1.707	
10	730	2.170	690	3.650	11.170	—	190	210	2.351	
11	12.680	6.790	8.850	1.460	2.990	1.510	860	1.160	4.537	
12	460	480	1.690	650	2.050	90	750	12.430	2.325	
13	30	20	420	540	630	280	290	1.560	471	
14	160	50	34.210	1.260	220	820	690	4.610	5.252	
15	140	180	2.140	270	250	70	2.260	4.480	1.224	
16	70	80	230	150	210	260	310	960	284	
17	30	80	80	430	160	180	320	1.390	34	
F.M.G.		3.870	1.504	3.581	671	1.232	924	1.759	2.459	

Tableau XV
Fréquences numériques (nombre de cellules / litre)
Coccolithophoracées

1968		1	2	3	4	5	6	7	8	F.M.C.
Voyages	Zones									
	1		-	-	10	-	-	10	-	-
2		-	-	-	-	-	-	-	-	-
3		-	10	10	-	10	-	-	-	4
4		-	-	-	-	-	-	-	-	-
5		-	-	-	-	-	-	-	-	-
6		-	-	-	-	-	-	-	-	-
7		-	-	-	-	-	-	-	-	-
8		-	120	30	-	-	-	-	-	19
9		-	190	70	30	10	-	-	-	37
10		-	-	-	-	-	-	-	-	-
11		20	10	70	-	-	-	-	-	12
12		10	-	60	50	10	-	-	-	16
13		30	-	50	-	-	-	-	-	10
14		-	20	-	-	20	9.800	90	-	1.241
15		-	-	40	-	50	450	-	-	67
16		10	-	10	-	30	20	-	-	9
17		-	10	10	-	-	-	-	-	2
F.M.G.		4	21	21	5	8	605	5	-	-

Tableau XVI
Fréquences numériques (nombre de cellules / litre)
Silicoflagellates

1968		1	2	3	4	5	6	7	8	F.M.C.
Voyages	Zones									
	1		—	—	40	20	—	20	20	10
2		10	—	20	—	30	10	—	10	10
3		10	10	20	30	20	40	10	20	20
4		10	—	10	—	30	140	80	40	39
5		20	50	10	30	—	—	—	—	14
6		—	20	10	—	—	—	10	—	5
7		—	—	10	—	—	—	—	—	1
8		—	—	—	—	—	—	—	—	—
9		60	90	40	110	130	130	40	—	75
10		20	190	90	—	80	—	10	20	51
11		10	40	560	90	120	220	90	40	146
12		40	30	130	30	20	20	90	20	47
13		10	—	120	20	10	10	20	30	27
14		20	30	30	—	40	130	80	240	71
15		20	10	40	10	40	20	60	90	36
16		—	10	20	—	20	10	10	10	10
17		10	10	10	70	10	20	30	270	54
F.M.G.		14	29	68	24	32	45	32	47	

Tableau XVII
Fréquences numériques (nombre de cellules / litre)
Prorocentracées

1968										
Voyages	Zones	1	2	3	4	5	6	7	8	F.M.C.
	1		—	—	—	—	—	—	—	10
2		—	—	—	—	10	—	—	10	2
3		—	—	10	—	—	—	10	—	2
4		—	—	—	—	—	—	—	—	—
5		—	—	—	10	—	—	—	20	4
6		—	—	—	10	—	—	—	20	4
7		—	—	—	—	—	—	—	—	—
8		—	—	—	—	—	—	—	—	—
9		—	—	—	—	—	10	—	—	1
10		10	—	10	—	—	—	—	—	2
11		—	—	20	—	—	20	—	10	6
12		—	10	80	10	—	—	—	90	24
13		—	—	—	10	—	10	—	20	5
14		10	—	10	—	—	—	—	10	4
15		—	—	20	—	—	—	—	—	2
16		—	—	—	—	—	—	—	—	—
17		—	—	—	—	—	—	—	—	—
F.M.G.		1,2	0,6	9	2,3	0,6	2,3	0,6	11	

Tableau XVIII
Fréquences numériques (nombre de cellules / litre)
Dinophysées

1968		1	2	3	4	5	6	7	8	F.M.C.
Voyages	Zones									
	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	10	-	-	-	-	-	-	-	-	1
4	-	-	10	-	-	-	10	-	-	2
5	-	-	-	-	10	-	-	-	20	4
6	-	10	-	-	-	270	10	-	40	41
7	40	-	180	10	140	30	10	-	-	51
8	-	-	10	-	20	10	-	-	-	5
9	190	30	-	30	60	260	620	-	60	156
10	60	30	10	70	50	70	290	30	30	76
11	-	10	-	40	260	250	170	80	80	101
12	20	40	-	20	590	10	280	180	180	142
13	30	-	-	20	170	140	6.890	210	210	932
14	-	10	10	50	80	-	500	20	20	83
15	-	-	-	-	20	20	10	-	-	6
16	-	20	-	-	40	-	50	-	-	13
17	-	-	-	10	-	-	-	-	20	4
F.M.G.	21	9	13	15	100	48	519	39		

Tableau XIX

Fréquences numériques (nombre de cellules / litre)
Péridiniées

1968

Zones		1	2	3	4	5	6	7	8	F.M.C.
Voyages										
1	10	10	10	20	—	—	10	—	10	7
2	—	10	30	—	—	—	10	—	—	6
3	20	20	—	—	10	—	10	—	20	10
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	10	—	20	20	30	30	50	—	50	22
6	10	1.470	20	20	2.230	2.230	9.020	170	380	1.665
7	250	50	1.010	400	5.500	5.500	13.910	1.970	20	2.888
8	30	—	10	50	80	80	180	30	10	48
9	4.680	2.240	1.930	1.950	6.760	6.760	3.600	3.490	440	3.136
10	4.700	1.460	950	4.980	1.130	1.130	1.050	25.200	240	4.963
11	690	480	1.880	1.100	4.830	4.830	4.050	2.020	980	2.003
12	460	330	690	540	1.910	1.910	190	700	1.000	727
13	290	110	890	510	360	360	1.210	5.730	1.970	1.383
14	60	20	300	50	330	330	1.420	1.110	80	421
15	40	50	80	40	20	20	90	30	10	45
16	20	30	30	10	30	30	30	30	10	23
17	30	40	30	—	—	—	40	20	10	21
F.M.C.	665	372	464	569	1.366	1.366	2.051	2.382	308	

Tableau XX

*Fréquences numériques (nombre de cellules / litre)
Gymnodiniacés*

1968		1	2	3	4	5	6	7	8	F.M.C.	
Voyages	Zones										
	1	-	-	-	-	-	-	20	-	-	2
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	-	-	-	-	-	-	-	-	20	2	
6	-	140	-	-	900	450	40	40	160	211	
7	20	20	70	40	50	70	-	-	-	34	
8	10	10	-	-	-	10	-	-	-	4	
9	1.010	760	140	80	10	10	10	10	-	252	
10	-	20	-	10	-	-	-	-	-	4	
11	30	10	50	40	40	10	10	10	-	24	
12	40	10	-	-	10	-	-	50	40	19	
13	40	70	-	-	130	-	-	-	30	34	
14	10	30	50	20	50	220	40	40	-	52	
15	-	-	10	-	-	-	-	-	10	2	
16	-	-	-	10	-	-	-	10	-	2	
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
F.M.G.	68	63	19	12	70	46	9	15			

Tableau XXI
Fréquences numériques (nombre de cellules / litre)
Pyrocystacées

1968

Voyages	Zones	1	2	3	4	5	6	7	8	F.M.C.
	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—	10	1
6	—	—	—	—	—	—	—	—	10	1
7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	—	—	—	10	1
9	—	—	90	—	10	60	—	—	30	24
10	20	—	10	20	10	40	80	—	—	22
11	—	—	10	20	40	30	10	50	—	20
12	—	—	80	20	50	—	—	10	—	20
13	10	—	20	20	10	10	—	—	—	9
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F.M.G.		2	—	12	5	7	8	5	7	

Tableau XXII
Fréquences numériques (nombre de cellules / litre)
Halosphaeracées

1968										
Zones	Voyages	1	2	3	4	5	6	7	8	F.M.C.
	1	—	—	—	—	—	10	—	—	1
	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	13	—	10	—	—	—	—	—	—	1
	14	—	—	—	—	—	20	10	—	4
	15	—	—	—	—	10	—	—	—	1
	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	17	—	—	—	10	—	10	20	—	5
	F.M.G.	—	0,6	—	0,6	0,6	2,3	1,8	—	

Tableau XXIII
Fréquences numériques (nombre de cellules / litre)
Situation globale

Zones										F.M.C.
Voyages	1	2	3	4	5	6	7	8	F.M.C.	
1	50	30	70	130	90	930	960	3.100	670	
2	220	90	90	390	280	470	620	3.930	761	
3	110	350	1.110	450	740	570	950	12.070	2.043	
4	220	50	830	1.320	2.310	2.060	1.720	12.570	2.635	
5	390	240	280	36.270	54.560	17.140	4.260	4.870	14.751	
6	52.140	18.980	15.840	63.290	11.130	59.090	16.260	33.760	33.811	
7	9.340	9.240	2.010	1.290	6.750	19.560	46.450	1.340	11.997	
8	51.230	1.750	11.840	1.990	1.260	1.290	14.160	29.060	14.072	
9	249.820	47.810	5.940	4.650	7.520	8.140	25.460	37.830	48.396	
10	12.080	8.170	7.570	25.960	15.680	1.560	79.140	33.810	22.996	
11	14.490	11.870	18.510	6.290	22.980	11.450	18.110	32.660	17.045	
12	5.010	15.120	5.550	4.550	34.350	10.460	11.940	34.900	15.235	
13	750	360	6.120	4.570	12.710	3.100	14.460	419.560	57.703	
14	710	390	36.210	1.950	1.090	22.610	4.490	192.570	32.502	
15	300	1.060	2.590	550	500	1.690	6.120	72.060	10.608	
16	160	220	400	340	580	810	1.200	5.550	1.157	
17	80	530	250	2.240	630	970	1.530	9.290	1.940	
F.M.C.	23.359	6.839	6.777	9.190	10.186	9.524	14.578	55.231		

Ces tableaux font ressortir les limites géographiques et chronologiques des différents groupements, ainsi que leur importance fréquentielle.

Les Cyanophytes et les Halosphaeracées, trop sporadiques et trop peu nombreuses, n'ont que peu d'importance photosynthétique. Tout au plus peut-on constater que les dernières semblent se confiner à la fin de la saison.

Les Coccolithophoracées, très peu nombreuses en général, absentes sur les côtes européennes montrent une préférence pour le milieu pélagique. Entraînées par la Dérive, elles connaissent encore une floraison importante en Mer du Nord.

Les Silicoflagellates, plus répandues que le groupe précédent, disparaissent quasi-complètement durant la dépression estivale. Leurs fréquences numériques sont également légèrement plus importantes. Elles accusent un maximum post-estival et une préférence probable pour le milieu pélagique.

Les Procoentracées, sporadiques et à concentrations insignifiantes, manifestent également une légère préférence pour le milieu pélagique ; leur maximum chronologique se situe à l'automne.

Les Dinophysées connaissent leur épanouissement maximal durant l'été et surtout durant l'automne. Leur concentration maximale se situe dans la zone 4 et la zone 7 ; dans cette dernière probablement due à un phénomène de floraison.

Les Gymnodiniacées, s'épanouissant ostensiblement de préférence du printemps à l'automne, sont pratiquement absentes durant l'hiver. Elles accusent deux maxima chronologiques séparés seulement par la dépression estivale pendant laquelle elles disparaissent presque complètement. Leur aire préférée semble se localiser près de l'Islande (zones 1 et 2) ; pourtant elles connaissent leur concentration maximale en zone 4, probablement entraînées par le Gulfstream.

La période d'épanouissement des Pyrocystacées se situe après la dépression estivale ; elles sont pratiquement absentes pendant la période hivernale. Géographiquement elles sont peu nombreuses ou absentes dans les zones 1 et 2.

Les groupements les plus importants sont sans doute les Centrales, les Pennales et les Péridiniées. Elles étaient d'ailleurs aussi les plus riches en espèces.

Les Centrales, moins fréquentes en hiver, connaissent trois maxima, dont les deux premiers sont séparés par la dépression estivale ; une dépression quantitativement moins importante mais chronologiquement plus longue sépare le deuxième et le troisième. Géographiquement elles accusent une nette préférence pour les zones littorales ; en effet leur fré-

quence numérique est de loin maximale dans la zone 8 ; elle est encore très importante en zone 1.

La répartition chronologique des Pennales est semblable à celle des Centrales ; leur fréquence numérique reste toutefois notablement inférieure. Géographiquement elles ne manifestent pas aussi nettement la même préférence littorale, quoique leurs F.M.G. y sont encore maximales, à l'exception de la zone 3.

Malgré une richesse spécifique et des fréquences chronologiques supérieures à celles des Pennales, les Péridiniées leur restent inférieures du point de vue de la fréquence numérique. Leur absence durant la période froide en est responsable. Géographiquement elles semblent manifester une légère préférence pour les zones 5, 6 et 7. Elles ne s'approchent pourtant que peu du littoral.

Quant à la situation générale (tableau XXIII) il suffit de constater que l'activité photosynthétique globale est maximale dans la zone littorale 8, suivie de la zone littorale 1 (où elle est peut-être freinée par une luminosité plus faible) ; elle est minimale dans les zones pélagiques les plus profondes.

Ces fréquences numériques constatées dans les zones étudiées restent très inférieures à celles constatées à plusieurs reprises dans le phytoplancton des biotopes d'eau douce ou saumâtre ⁽¹⁾.

L'étude des fréquences numériques se fait de préférence par l'analyse des tableaux synoptiques XXIV et XXV, qui illustrent respectivement les fluctuations des fréquences moyennes chronologiques et géographiques.

Les principales constatations découlant de l'analyse du tableau XXIV peuvent se formuler comme suit :

1° Au point de vue de la fréquence numérique le taxon le plus important est incontestablement celui des Centrales. Sa concentration numérique est dans 16 des 17 voyages supérieure à celui des Pennales, qui viennent au second rang, et qui sont suivies à leur tour par les Péridiniées. Ces trois taxa ont aussi la composition floristique la plus riche. Les autres taxa, d'ailleurs pauvrement représentés, sont — toujours au point de vue numérique — de loin moins importants, voire même insignifiants.

2° Les fréquences moyennes chronologiques globales varient dans des proportions extrêmement importantes ; de 670 cellules/litre (fin janvier)

(1) LOUIS, A. et PODOOR, N., Données concernant la Florule et la Biomasse numérique algale de quatre biotopes, *Biologisch Jaarboek*, 1970, pp. 109-150.

LOUIS, A. et AELVOET, G., Étude floristique et écologique de la florule algale de deux biotopes dans la vallée de la Dyle, *Hydrobiologia*, The Hague, Junk, 1969, pp. 385-496.

jusqu'à 57.703 (commencement octobre). Ces concentrations algales sont encore faibles comparées à celles rencontrées en eaux douces ou saumâtres.

3° La situation globale est caractérisée par trois maxima distincts, quoique de valeur inégale : un premier en fin d'avril, suivi de la dépression estivale ; un second en juillet, suivi également d'un minimum, et un troisième, le plus élevé, au commencement d'octobre, suivi d'une longue période avec minimum principal au commencement de janvier.

Tableau XXIV

Fréquences moyennes chronologiques (nombre de cellules/litre)

Voyages	Dates	Cyano- phytes	Centrales	Pennales	Coccolitho- phoracées	Silico- flagellates	Prorocen- tracées	Dino- physées	Peridi- niées	Gymno- diniacées	Pyro- cystacées	Chloro- phyccées	F.M.C. globale
1	3-6 janvier	—	480	161	2,5	14	1,25	—	7	2,5	—	1,25	670
2	23-27 janvier	—	514	229	—	10	2,5	—	6	—	—	—	761
3	19-23 février	—	854	1.152	4	20	2,5	1,25	10	—	—	—	2.043
4	12-16 mars	—	1.766	827	—	39	—	2,5	—	—	—	—	2.635
5	2-6 avril	12,5	14.222	469	—	14	4	4	22	2,5	1,25	—	14.751
6	23-27 avril	1.796	20.739	9.349	—	5	4	41	1.665	211	1,25	—	33.811
7	14-18 mai	—	6.200	2.822	—	1,25	—	51	2.888	34	—	—	11.997
8	4-8 juin	—	13.491	504	19	—	—	5	48	4	1,25	—	14.072
9	10-14 juillet	52	42.954	1.707	37	75	1,25	156	3.136	252	24	—	48.396
10	31 juil. - 4 août	—	15.527	2.351	—	51	2,5	76	4.963	4	22	—	22.996
11	20-24 août	—	10.192	4.537	12	146	6	101	2.003	24	20	—	17.045
12	9-14 sept.	—	11.914	2.325	16	47	24	142	727	19	20	—	15.235
13	1-5 octobre	—	54.830	471	10	27	5	932	1.383	34	9	1,25	57.703
14	22-26 octobre	—	27.370	5.252	1.241	71	4	83	421	52	—	4	32.502
15	11-16 nov.	—	9.224	1.224	67	36	2,5	6	45	2,5	—	1,25	10.608
16	4-8 déc.	—	777	284	9	10	—	13	23	2,5	—	—	1.157
17	25-29 déc.	—	1.520	34	2,5	54	—	4	21	—	—	5	1.940

4° Ces trois concentrations maximales se rencontrent dans les groupements algaux respectifs, quoique avec de légers décalages chronologiques.

Ces données sont nettement en contradiction avec l'opinion d'Atkins, attribuant le minimum estival à l'épuisement de la réserve de certains sels nutritifs surtout des phosphates ; en effet les concentrations algales maximales post-estivales correspondent à une teneur croissante des sels nutritifs.

La répartition géographique ou zonale de cette florule se déduit de l'analyse du tableau XXV qui résume les concentrations algales moyennes dans des différentes zones. Les constatations suivantes s'en dégagent :

1° Dans 7 des 8 zones la concentration des Centrales est la plus grande ; dans la zone 3 seulement elle est dépassée par celle des Pennales.

2° Dans 5 des 8 zones la concentration algale des Pennales est supérieure à celle des Péridiniées. Seulement dans les zones 5, 6 et 7 elle est dépassée par cette dernière.

Tableau XXV
Fréquences numériques moyennes géographiques
(nombre de cellules / litre)

	1	2	3	4	5	6	7	8
Cyano- phytes	25	—	—	798	47	—	—	6
Centrales	18.690	4.841	2.591	7.087	7.322	5.791	9.863	52.339
Pennales	3.870	1.504	3.581	671	1.232	924	1.759	2.459
Coccolitho- poracées	4	21	21	5	8	605	5	—
Silicoflagel- lates	14	29	68	24	32	45	32	47
Prorocen- tracées	1,2	0,6	9	2,3	0,6	2,3	0,6	11
Dinophy- sées	21	9	13	15	100	48	519	39
Peridi- niées	665	372	464	569	1.366	2.051	2.382	308
Gymnodi- niacées	68	63	19	12	70	46	9	15
Pyrocysta- cées	2	—	12	5	7	8	5	7
Chloro- phytes	—	0,6	—	0,6	0,6	2,3	1,8	—
Situation globale	23.359	6.839	6.777	9.190	10.186	9.524	14.578	55.231

3° Dans toutes les zones la concentration algale des autres groupes est beaucoup moins importante, voire même insignifiante.

4° Les concentrations globales sont de loin les plus importantes dans la zone 8 et secondairement dans la zone 1, toutes deux situées sur le shelf à proximité des côtes.

5° Cette concentration reste importante en zone 7.

6° Elle est sensiblement égale pour les zones 4, 5 et 6, toutes situées également sur le shelf.

7° Elle est minimale dans les zones pélagiques 2 et 3.

Ces différences de concentrations doivent être mises en rapport avec la proximité des côtes et avec la profondeur. Elles semblent s'expliquer par une différence de teneur en sels nutritifs. En effet les zones 8 et 1, et subsidiairement 4, 5, 6 et 7, les plus rapprochées des côtes, sont les premières à recevoir les matières nutritives apportées par le drainage des continents, et de plus ces matières y sont concentrées dans des masses d'eau moins vastes, par le manque de profondeur ; alors que l'océan reçoit une quantité moins importante de sels à la suite du plus grand éloignement des côtes et de la dispersion de ces matières dans des masses aquatiques beaucoup plus étendues en surface aussi bien qu'en profondeur.

8° Il y a un certain parallélisme entre les concentrations algales globales et le nombre des espèces dénombrées en 1968 dans chacune de ces zones. Nous n'osons toutefois pas affirmer une corrélation significative, quoiqu'elle nous semble probable.

Dans le but de comparer les fréquences moyennes phytoplanctoniques des huit zones étudiées avec celles rencontrées en eaux douces ou saumâtres nous résumerons dans le tableau XXVI, les fréquences moyennes phytoplanctoniques des 8 zones étudiées, des 4 estuaires belges (Zeebrugge, Blankenberg, Oostende et Nieuwpoort) du Zwin, d'un biotope saumâtre située à Lombardzijde et de quatre biotopes d'eau douce de l'intérieur du pays, dont les trois premiers sont alcalins et le quatrième acide (1).

En même temps sont mentionnées : les nombres des espèces repérées durant la période des observations, la teneur en Cl⁻, la valeur moyenne de la conductibilité de l'eau et la fréquence des récoltes exprimée en mois.

Il ressort de ce tableau que la concentration algale moyenne est en raison inverse avec la masse d'eau ; en effet les concentrations algales en eau douce sont de loin supérieures. La concentration algale de la

(1) LOUIS, A. et PODOOR, N., Données concernant la Florule et la Biomasse numérique de quatre biotopes, *Biologisch Jaarboek*, 1970, pp. 109-150.

zone 8 est pratiquement égale à celles observées à Zeebrugge et à Nieuwpoort, mais notablement supérieure à celle de Blankenberg et Oostende, ce qui est évidemment dû à un effet de pollution dans ces deux derniers estuaires. La fréquence remarquablement plus petite du Zwin, pourtant pas pollué, pourrait s'expliquer soit par la longue stagnation des eaux en ces biotopes, à laquelle les espèces marines ne semblent pas s'adapter facilement ; soit par l'isolement de ces algues en des petits biotopes pauvres en espèces où l'activité karyocinétique est freinée par une insuffisance d'auxines.

Tableau XXVI

	Nombre des espèces	F.M.	Teneur moyenne en Cl ⁻	Conductibilité moyenne	Nombre de prélèvements et durée
Islande (1)	104	23.349	20.274	36.000	17/12
Atlantic 1 (2)	107	6.839	20.353	37.000	17/12
Atlantic 2 (3)	107	6.777	20.353	38.000	17/12
Ile de Stroma (4)	120	9.190	20.353	37.000	17/12
Mer du Nord 1 (5)	111	10.186	20.215	36.000	17/12
Mer du Nord 2 (6)	115	9.524	20.116	36.000	17/12
Mer du Nord 3 (7)	113	14.578	20.254	36.000	17/12
Mer du Nord 4 (8)	116	55.231	19.841	36.000	17/12
Zeebrugge	164	55.612	12.410	24.200	14/12
Blankenberg	136	19.094	14.320	30.800	14/12
Oostende	153	28.844	12.470	27.100	14/12
Nieuwpoort	163	57.789	15.925	36.050	14/12
Zwin	98	14.789	12.890	29.400	14/12
Lombardzijde	155	1.052.194	3.650	13.960	16/12
M ₁	315	2.263.032	67	459	52/26
M ₂	233	81.558	61	498	52/26
M ₃	178	1.625.972	72	412	52/26
R ₁	184	51.571.841	36	140	49/24

La fréquence très basse du biotope M₂ semble provoquée par les «nettoyages» radicaux effectués pour le sport de la pêche dans ce biotope d'ailleurs très sain, mais frustré régulièrement de sa flore naturelle aussi bien périphtonique et pleistonique que phytoplanctonique superficielle ; provoquant ainsi simultanément la disparition partielle des sources des auxines nécessaires au mécanisme karyocinétique.

Ajoutons finalement que les concentrations phytoplanctoniques moyennes assez basses en mer, y sont largement compensées par les énormes masses aquatiques dans lesquelles ces concentrations sont dispersées.

VI. — *Espèces dominantes, fréquentes et sporadiques*

Les concentrations algales, constatées dans les zones respectives, ne sont pas constituées par une participation à parts égales de toutes les espèces dénombrées dans ces zones. Bien au contraire un très grand nombre, voire même la majorité des espèces répertoriées dans une zone, n'ont qu'une représentation numérique insignifiante. Seul un nombre restreint est numériquement et par conséquent photosynthétiquement important. Aussi la distinction en espèces dominantes, fréquentes et sporadiques s'impose.

Seront considérées comme *dominantes* les espèces dont le nombre de cellules dénombrées présente plus de 10 % du nombre total de cellules algales. Seront considérées comme *fréquentes* les espèces dont le nombre de cellules est situé entre 10 % et 1 % du nombre total de cellules algales dénombrées dans la zone où le biotope étudié. Les espèces dont le nombre de cellules algales par litre reste inférieur à 1 % du nombre total des cellules repérées sont considérées comme *sporadiques*.

L'importance numérique des diverses espèces se déduit aisément de l'analyse des listes dégressives des fréquences moyennes (pour les zones respectives), ou des listes dégressives des indices de fréquence (pour la totalité du domaine étudié). Ces dernières ont donc rapport à la situation générale de tout le domaine étudié.

Vu leur étendue, ces listes se limiteront au pourcentage cumulatif de 90 %.

La situation générale pour l'année 1968 est résumée dans le tableau XXVII. L'analyse de ce tableau montre que pour la totalité des huit zones étudiées et sur un total de 193 espèces repérées, seulement deux espèces étaient dominantes et 12 fréquentes. Il s'ensuit que 18 espèces sur 193 constituaient 90 % de la totalité du nombre total de cellules ; 73 sur 193 atteignaient 99 % de cette totalité ; ce qui signifie que les 120 autres espèces ne représentaient ensemble pas 1 % de la totalité des cellules.

La situation pour la période 1969-70 était similaire (tableau XXVIII). Sur un total de 137 espèces, trois étaient dominantes et douze fréquentes. Ces quinze espèces constituaient 90 % de la concentration totale des cellules. Les 99 % de cette concentration totale étaient constituées par seulement 55 espèces sur les 137 repérées.

La composition floristique de cette florule dominante et fréquente n'était pas identique dans les deux périodes. Il faut signaler surtout que l'espèce principale de 1969-70 n'y fut repérée qu'une seule fois sur quatre et ne fut pas repérée du tout en 1968 (tableaux XXVII et XXVIII).

Pour 1968, la situation dans les différentes zones était assez diverse

ainsi qu'il ressortira des différentes listes, rédigées pour la période 1968 et insérées dans les tableaux XXIX à XXXVI.

Les situations numériques dans les différentes zones sont résumées dans le tableau XXXVII, qui donne à côté du nombre total des espèces repérées dans chaque zone, le nombre des espèces dominantes et fréquentes, le nombre des espèces constituant ensemble respectivement 90 % et 99 % du nombre total des cellules ; ainsi que le nombre d'espèces qui ensemble ne dépassent pas 1 % de cette totalité.

Il en ressort qu'un nombre très restreint d'algues ont une représentation numérique importante, et par conséquent que l'activité photosynthétique d'une zone est assurée par un nombre restreint d'espèces, qui sont souvent différentes d'un biotope à l'autre.

L'aspect qualitatif est résumé dans les tableaux XXXVIII et XXXIX relatifs respectivement aux espèces dominantes et fréquentes dans les 8 zones étudiées.

Nous nous permettons de rappeler ici que les fréquences moyennes (F.M.) ainsi que les indices de fréquences (I.F.) ont tous rapport au nombre de cellules/litre.

Il en ressort que sur un total de 193 espèces repérées en 1968 seulement 30 étaient dominantes ou fréquentes. Douze entr'elles étaient dominantes et 29 fréquentes dans une ou plusieurs zones.

Parmi ces espèces importantes, *Nitzschia seriata* était la seule à atteindre des valeurs numériques élevées dans toutes les zones ; elle était en effet dominante dans les zones 2 et 3, et fréquente dans les autres zones.

Il ressort également de ces tableaux que la florule dominante et fréquente de chaque zone était en général assez divergente de celle des zones voisines. Il s'ensuit que dans les diverses zones l'activité photosynthétique était assurée par une florule assez diversifiée.

Tableau XXVII

Atlantique - Mer du Nord Liste dégressive des indices de fréquence

1968 193 espèces	I.F. global	P.C. 136	% I.F.	% I.F. cumulatif
<i>Chaetoceros socialis</i>	4.784	11	28,0	28,0
<i>Leptocylindrus minimus</i>	2.365	31	13,8	41,9
<i>Rhizosolenia Shrubsolei</i>	1.670	74	9,8	51,7
<i>Nitzschia seriata</i>	1.221	81	7,1	58,9
<i>Thalassiosira gravida</i>	1.179	83	6,9	65,8
<i>Chaetoceros debilis</i>	703	56	4,1	69,9
<i>Skeletonema costatum</i>	530	36	3,1	73,0
<i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i>	488	38	2,8	75,9
<i>Ceratium lineatum</i>	470	72	2,7	78,7
<i>Asterionella japonica</i>	442	37	2,5	81,2
<i>Melosira sulcata</i>	318	65	1,8	83,1
<i>Peridinium Thorianum</i>	252	23	1,4	84,6
<i>Leptocylindrus danicus</i>	251	34	1,4	86,1
<i>Chaetoceros lacinosus</i>	233	45	1,3	87,4
<i>Eucampia zodiacus</i>	179	37	1,0	88,5
<i>Guinarida flaccida</i>	131	29	0,7	89,3
<i>Oscillatoria amphibia</i>	106	3	0,6	89,9
<i>Thalassionema Nitzschioïdes</i>	90	30	0,5	90,4

Tableau XXVIII

Atlantique - Mer du Nord Liste dégressive des indices de fréquence

1969-1970 137 espèces	I.F. global	P.C. 32	% I.F.	% I.F. cumulatif
<i>Schroederella Schroederi</i>	4.328	1	16,7	16,7
<i>Chaetoceros socialis</i>	3.269	2	12,6	29,4
<i>Asterionella japonica</i>	3.212	7	12,4	41,9
<i>Chaetoceros debilis</i>	2.551	11	9,8	51,8
<i>Nitzschia seriata</i>	2.035	17	7,8	59,6
<i>Chaetoceros affinis var. Willei</i>	1.624	6	6,2	65,9
<i>Skeletonema costatum</i>	1.577	6	6,1	72,1
<i>Leptocylindrus danicus</i>	1.542	4	5,9	78,0
<i>Chaetoceros didymus</i>	826	6	3,2	81,2
<i>Eucampia zodiacus</i>	544	4	2,1	83,3
<i>Peridinium faeroense</i>	454	8	1,7	85,1
<i>Thalassiosira gravida</i>	428	14	1,6	86,8
<i>Leptocylindrus minimus</i>	359	8	1,3	88,2
<i>Chaetoceros decipiens</i>	337	14	1,3	89,5
<i>Thalassionema Nitzschioides</i>	295	11	1,1	90,6

Tableau XXIX

Zone I 105 espèces 1968	F.M.	% F.M.	% F.M. cumulatif	P.C.
<i>Leptocylindrus minimus</i>	13.696	58,2	58,2	4
<i>Chaetoceros debilis</i>	3.818	16,2	74,5	6
<i>Asterionella japonica</i>	2.761	11,7	86,2	2
<i>Nitzschia seriata</i>	953	4,0	90,3	10

Tableau XXX

Zone 2 108 espèces	1968	F.M.	% F.M.	% F.M. cumulatif	P.C.
<i>Leptocylindrus minimus</i>		2.532	36,5	36,5	4
<i>Nitzschia seriata</i>		1.406	20,3	56,9	8
<i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i>		801	11,5	68,4	5
<i>Chaetoceros laciniosus</i>		411	5,9	74,4	7
<i>Rhizosolenia Shrubsolei</i>		246	3,5	77,9	6
<i>Dactyliosolen tenuis</i>		179	2,5	80,5	8
<i>Chaetoceros debilis</i>		161	2,3	82,8	5
<i>Ceratium fusus</i>		131	1,8	84,7	9
<i>Chaetoceros compressus</i>		116	1,6	86,4	6
<i>Peridinium Thorianum</i>		112	1,6	88,0	3
Spores et cystes (Pyrrophytes)		88	1,2	89,3	11
<i>Gymnodinium Lohmanni</i>		63	0,9	90,2	9

Tableau XXXI

Zone 3 108 espèces	1968	F.M.	% F.M.	% F.M. cumulatif	P.C.
<i>Nitzschia seriata</i>		3.303	48,2	48,2	13
<i>Chaetoceros laciniosus</i>		960	14,0	62,2	8
<i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i>		646	9,4	71,7	6
<i>Dactyliosolen tenuis</i>		344	5,0	76,7	7
<i>Ceratium fusus</i>		166	2,4	79,1	12
<i>Nitzschia longissima f. parva</i>		162	2,3	81,5	9
<i>Leptocylindrus minimus</i>		137	2,0	83,5	1
<i>Rhizosolenia alata f. alata</i>		121	1,7	85,3	11
<i>Ceratium lineatum</i>		110	1,6	86,9	9
<i>Ceratium furca</i>		70	1,0	87,9	11
Spores et cystes (Pyrrophytes)		69	1,0	88,9	7
<i>Chaetoceros debilis</i>		55	0,8	89,7	3
<i>Dictyocha fibula</i>		54	0,7	90,5	9

Tableau XXXII

Zone 4 121 espèces 1968	F.M.	% F.M.	% F.M. cumulatif	P.C.
<i>Thalassiosira gravida</i>	3.668	39,7	39,7	13
<i>Oscillatoria amphibia</i>	798	8,6	48,4	1
<i>Skeletonema costatum</i>	702	7,6	56,0	6
<i>Chaetoceros debilis</i>	548	5,9	61,9	10
<i>Nitzschia seriata</i>	478	5,1	67,1	11
<i>Rhizosolenia Shrubsolei</i>	444	4,8	71,9	10
<i>Ceratium lineatum</i>	373	4,0	75,9	9
<i>Chaetoceros laciniatus</i>	225	2,4	78,4	9
<i>Chaetoceros compressus</i>	164	1,7	80,2	6
<i>Leptocylindrus minimus</i>	155	1,6	81,8	7
<i>Guinardia flaccida</i>	143	1,5	83,4	4
<i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i>	110	1,1	84,6	3
<i>Dactyliosolen tenuis</i>	88	0,9	85,5	4
<i>Chaetoceros decipiens</i>	82	0,8	86,4	7
Spores et cystes (Pyrrophytes)	78	0,8	87,3	13
<i>Thalassiosira Nordenskiöldii</i>	75	0,8	88,1	4
<i>Ceratium fusus</i>	75	0,8	88,9	7
<i>Melosira sulcata</i>	70	0,7	89,6	9
<i>Chaetoceros affinis var. Willei</i>	57	0,6	90,3	4
<i>Ch. curvisetus</i>	55	0,5	90,9	3

Tableau XXXIII

1968		F.M.	% F.M.	% F.M. cumulatif	P.C.
Zone 5	1968				
112 espèces					
	<i>Thalassiosira gravida</i>	3.546	33,1	33,1	10
	<i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i>	1.205	11,2	44,4	5
	<i>Nitzschia seriata</i>	1.050	9,8	54,2	12
	<i>Leptocylindrus danicus</i>	756	7,0	61,3	4
	<i>Ceratium lineatum</i>	690	6,4	67,7	10
	Spores et cystes (Pyrrophytes)	512	4,7	72,5	12
	<i>Peridinium Thorianum</i>	335	3,1	75,6	4
	<i>Chaetoceros debilis</i>	323	3,0	78,7	11
	<i>Bacteriastrum varians</i>	196	1,8	80,5	1
	<i>Guinardia flaccida</i>	156	1,4	81,9	4
	<i>Skeletonema costatum</i>	145	1,3	83,3	5
	<i>Eucampia zodiacus</i>	142	1,3	84,6	4
	<i>Rhizosolenia Shrubsolei</i>	112	1,0	85,7	8
	<i>Chaetoceros lacinosus</i>	94	0,8	86,6	7
	<i>Stephanopyxis turris</i>	86	0,8	87,4	4
	<i>Chaetoceros compressus</i>	80	0,7	88,1	4
	<i>Peridinium ovatum</i>	73	0,6	88,8	7
	<i>Chaetoceros decipiens</i>	72	0,6	89,5	8
	<i>Gymnodinium Lohmanni</i>	70	0,6	90,1	7

Tableau XXXIV

1968		F.M.	% F.M.	% F.M. cumulatif	P.C.
Zone 6	1968				
116 espèces					
<i>Leptocylindrus minimus</i>		1.495	15,3	15,3	4
<i>Peridinium Thorianum</i>		1.306	13,4	28,8	5
<i>Rhizosolenia Shrubsolei</i>		952	9,8	38,6	10
<i>Rh. alata f. gracillima</i>		848	8,7	47,3	8
<i>Thalassiosira gravida</i>		821	8,4	55,8	12
<i>Nitzschia seriata</i>		685	7,0	62,8	11
<i>Coccolithus pelagicus</i>		604	6,2	69,1	3
<i>Chaetoceros socialis</i>		483	4,9	74,0	3
<i>Ceratium lineatum</i>		449	4,6	78,7	11
<i>Melosira sulcata</i>		241	2,4	81,2	11
<i>Skeletonema costatum</i>		211	2,1	83,3	6
Spores et cystes (Pyrrophytes)		191	1,9	85,3	11
<i>Rhizosolenia hebetata var.</i> <i>semispina</i>		121	1,2	86,5	9
<i>Rh. alata f. alata</i>		96	0,9	87,5	8
<i>Guinardia flaccida</i>		88	0,9	88,4	4
<i>Ceratium fusus</i>		77	0,7	89,2	10
<i>Chaetoceros debilis</i>		74	0,7	90,0	5

Tableau XXXV

1968

Zone 7 114 espèces	1968	F.M.	% F.M.	% F.M. cumulatif	P.C.
<i>Rhizosolenia Shrubsolei</i>		3.829	24,9	24,9	10
<i>Skeletonema costatum</i>		3.096	20,1	45,1	6
<i>Ceratium lineatum</i>		1.697	11,0	56,2	8
<i>Nitzschia seriata</i>		1.183	7,7	63,9	9
<i>Leptocylindrus minimus</i>		874	5,6	69,6	5
<i>Thalassiosira gravida</i>		788	5,1	74,7	11
<i>Melosira sulcata</i>		514	3,3	78,1	15
<i>Dinophysis acuta</i>		449	2,9	81,0	7
<i>Guinardia flaccida</i>		321	2,0	83,1	6
<i>Ceratium furca</i>		228	1,4	84,6	7
<i>Ceratium longipes var. oceanica</i>		167	1,0	85,7	5
<i>Eucampia zodiacus</i>		148	0,9	86,6	8
<i>Rhizosolenia Stolterfothii</i>		129	0,8	87,5	10
<i>Nitzschia longissima f. parva</i>		119	0,7	88,3	17
<i>Peridinium Thorianum</i>		117	0,7	89,0	3
<i>Rhizosolenia alata f. alata</i>		98	0,6	89,7	5
<i>Asterionella japonica</i>		95	0,6	90,3	5

Tableau XXXVI

1968		F.M.	% F.M.	% F.M. cumulatif	P.C.
Zone 8	1968				
117 espèces					
<i>Chaetoceros socialis</i>		37.753	68,2	68,2	5
<i>Rhizosolenia Shrubsolei</i>		7.510	13,5	81,8	16
<i>Melosira sulcata</i>		1.622	2,9	84,7	16
<i>Leptocylindrus danicus</i>		1.101	1,9	86,7	9
<i>Eucampia zodiacus</i>		1.071	1,9	88,7	10
<i>Nitzschia seriata</i>		712	1,2	89,9	9
<i>Thalassionema Nitzschioides</i>		562	1,0	91,0	11
<i>Chaetoceros debilis</i>		559	1,0	92,0	10

Tableau XXXVII
Atlantique du Nord – Mer du Nord
 1968

	Total (1)	Nombre des espèces		Nombre des espèces à total cumulatif		
		dominantes	fréquentes	90 %	99 %	maximal 1 %
1	105	3	3	4	33	72
2	108	3	8	12	57	51
3	108	2	9	13	61	47
4	121	1	11	20	64	57
5	112	2	11	19	64	48
6	116	2	11	17	62	54
7	114	3	8	17	60	54
8	117	2	6	7	39	78
Situation globale	193	2	12	18	73	120

(1) Y compris les spores et cystes, pris pour une unité spécifique.

Tableau XXXIX
Espèces fréquentes
F.M.

1968								
Zones	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Nitzschia seriata</i>	953	—	—	478	1.050	685	1.183	712
<i>Ceratium lineatum</i>	279	—	110	373	690	449	—	—
<i>Rhizosolenia Shrubsolei</i>	254	246	—	444	112	952	—	—
<i>Chaetoceros laciniatus</i>	—	411	—	225	—	—	—	—
<i>Dactyliosolen tenuis</i>	—	179	344	—	—	—	—	—
<i>Chaetoceros debilis</i>	—	161	—	548	323	—	—	559
<i>Ceratium fusus</i>	—	131	166	—	—	—	—	—
<i>Chaetoceros compressus</i>	—	116	—	164	—	—	—	—
<i>Peridinium Thorianum</i>	—	112	—	—	335	—	—	—
Spores et cystes (Pyrrophytes)	—	88	69	—	512	191	—	—
<i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i>	—	—	646	110	—	848	—	—
<i>Nitzschia longissima f. parva</i>	—	—	162	—	—	—	—	—
<i>Leptocylindrus minimus</i>	—	—	137	155	—	—	874	—
<i>Rhizosolenia alata f. alata</i>	—	—	121	—	—	—	—	—
<i>Ceratium furca</i>	—	—	70	—	—	—	228	—
<i>Oscillatoria amphibia</i>	—	—	—	798	—	—	—	—

Tableau XXXIX (suite)

Espèces fréquentes

F.M.

1968	Zones	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Skeletonema costatum</i>		—	—	—	702	145	211	—	—
<i>Guinardia flaccida</i>		—	—	—	143	156	—	321	—
<i>Leptocylindrus danicus</i>		—	—	—	—	756	—	—	1.101
<i>Bacteriastrum varians</i>		—	—	—	—	196	—	—	—
<i>Eucampia zodiacus</i>		—	—	—	—	142	—	—	1.071
<i>Thalassiosira gravida</i>		—	—	—	—	—	821	788	—
<i>Coccolithus pelagicus</i>		—	—	—	—	—	604	—	—
<i>Chaetoceros socialis</i>		—	—	—	—	—	483	—	—
<i>Melosira sulcata</i>		—	—	—	—	—	241	514	1.622
<i>Rhizosolenia hebetata</i> var.									
<i>semispina</i>		—	—	—	—	—	121	—	—
<i>Dinophysis acuta</i>		—	—	—	—	—	—	449	—
<i>Ceratium longipes</i> var.		—							
<i>oceanica</i>		—	—	—	—	—	—	167	—
<i>Thalassionema Nitzschioides</i>		—	—	—	—	—	—	—	562

VII. — La dispersion géographique et chronologique des espèces

Un certain nombre des facteurs écologiques sont soit d'ordre chronologique soit d'ordre géographique. Par conséquent la répartition géographique et chronologique fournira des indications sur le comportement écologique des espèces respectives.

Il est aisé de classer chronologiquement et géographiquement les présences de chaque espèce dénombrée, exprimées par ses fréquences numériques, en y ajoutant aussi bien la fréquence moyenne chronologique que géographique. Ces tableaux, dénommés fiches écologiques spécifiques, ont été faits pour chaque espèce repérée aussi bien durant la première que durant la seconde période d'observation.

Alors que beaucoup d'espèces n'accusent que des présences sporadiques, trop rares pour en déduire quelque conclusion écologique valable, les fiches écologiques d'un certain nombre, par contre, se révèlent hautement intéressantes. En effet l'analyse « à vue » aussi bien que mathématique de ces fiches permet de distinguer un certain nombre de types de dispersion géographique et/ou chronologique. Ces types seront indiqués d'après l'espèce la plus caractéristique.

Il importe de signaler que plusieurs espèces pourraient être incluses dans plus d'un type écologique. Il faudrait en conclure que leur dispersion est influencée par des facteurs écologiques partiellement communs et partiellement différents.

1. Le type *Melosira sulcata*.

Figurée dans le tableau XL, la dispersion géographique et chronologique ainsi que les fréquences moyennes révèlent du point de vue chronologique une espèce hivernale, printanière et automnale ; du point de vue géographique une espèce néritique qui ne se répand dans le milieu océanique qu'au moment de son développement végétatif maximal.

Plusieurs Bacillariophycées accusent nettement une dispersion géographique et chronologique similaire, à savoir : *Podosira stelliger*, *Coscinodiscus excentricus*, *C. radiatus*, *C. sublineatus*, *Actinoptychus undulatus*, *Raphoneis amphiceros*, *Thalassionema Nitzschioides*, *Pleurosigma naviculaceum*, *P. Normanii*, *P. acutum*, *P. angulatum*. D'autres espèces semblent sensibles aux mêmes facteurs écologiques, quoique de façon moins nette. Parmi celles-ci *Rhizosolenia setigera*, *Roperia tessellata*, *Ditylum Brightwelli*, *Triceratium alternans*, *Biddulphia mobiliensis*, *Asterionella japonica*, *Bacillaria paradoxa* ; peut-être même *Eucampia zodiacus*.

Tableau XL
Melosira sulcata

	Zones		1	2	3	4	5	6	7	8	F.M.C.	P.C.
Voyages												
1	—	—	—	—	—	50	—	600	630	810	261	4
2	80	—	—	—	—	40	—	200	460	1.430	276	5
3	10	—	10	—	260	60	—	290	210	1.430	284	7
4	—	—	130	—	—	70	—	660	800	5.490	894	5
5	—	—	—	—	—	—	—	240	530	300	134	3
6	—	—	—	—	40	—	—	—	100	140	35	3
7	—	—	—	—	—	—	—	230	350	330	114	3
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	310	39	1
9	—	—	—	—	—	—	—	—	30	320	44	2
10	—	—	—	—	—	—	—	20	60	—	10	2
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	230	29	1
12	—	—	—	—	—	—	—	—	360	550	114	2
13	—	—	—	—	—	70	—	—	190	2.440	337	3
14	40	—	—	—	90	50	—	590	790	5.500	882	6
15	—	—	80	—	90	210	—	420	2.900	4.720	1.052	6
16	—	—	—	—	—	100	60	200	310	1.630	287	5
17	—	280	100	—	350	550	—	650	1.010	1.950	611	7
F.M.G.	8	16	19	—	52	70	—	241	514	1.622		17
P.C.	3	1	4	—	6	9	—	11	15	16	8	65

2. Le type *Dactyliosolen tenuis*.

Figurée dans le tableau XLI, la répartition géographique et chronologique ainsi que les fréquences moyennes révèlent une espèce à floraison estivale et automnale, avec une tendance nettement océanique.

Les espèces suivantes peuvent être assimilées à ce type : *Rhizosolenia styliformis*, *Chaetoceros peruvianus*, *Chaetoceros Lorenzianus*, *Ceratium fusus*. Peut-être faut-il y ajouter : *Ceratium tripos* var. *atlanticum*, *Dictyocha fibula*, *Rhizosolenia alata* f. *gracillima*, *Ceratium furca*, *C. intermedium* f. *typica*, *Thalassiothrix longissima* et *Ceratium lineatum* ; probablement aussi *Rhizosolenia hebetata* f. *hiemalis*.

3. Le type *Thalassiosira gravida*.

Figurée dans le tableau XLII, la dispersion géographique et chronologique ainsi que les fréquences moyennes révèlent une espèce à floraison estivale, avec une tendance néritique, sans pour cela s'approcher des côtes.

Les espèces suivantes accusent ce même type avec plus ou moins de netteté : *Thalassiosira Nordenskiöldii*, *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros curvisetus* ; probablement aussi *Chaetoceros decipiens*, *Ch. dedilis*, *Ch. lacinosus* et *Ch. compressus*.

4. Le type *Leptocylindrus danicus*.

A tendance chronologique printanière, estivale ou post-estivale cette espèce manifeste une nette tendance néritique et littorale (tableau XLIII).

Les espèces suivantes semblent accuser le même type : *Rhizosolenia Shrubsolei*, *Rh. setigera*, *Chaetoceros danicus*, *Eucampia zodiacus*, *Cerataulina Bergonii*, *Navicula digito-radiata*, *Dinophysis acuta* ; probablement aussi *Rhizosolenia Stolterfothii*, *Peridinium crassipes* et *Dinophysis rotundata*.

5. Le type *Guinardia flaccida*.

A dispersion géographique nettement néritique et à dispersion chronologique typiquement estivale (tableau XLIV), la répartition de *Guinardia flaccida* peut être comparée à celle de *Dinophysis norvegica*, *Pyrophacus horlogicum*, *Ceratium longipes* var. *oceanica*, *Pyrocystus lunula*. *Peridinium crassipes*, *P. brevipes*, *Ceratium tripos* var. *subsalsa* accusent un type écologique similaire. Ces espèces appartiennent presque exclusivement aux Pyrrophytes.

6. Le type *Leptocylindrus minimus*.

Typiquement et même étroitement estivale, mais sans tendance géographique nette, le type de dispersion écologique de *Leptocylindrus*

Tableau XLI
Dactylosolen tenuis

Zones	1	2	3	4	5	6	7	8	F.M.C.	P.C.
Voyages										
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	10	-	-	-	-	-	-	1,25	1
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	40	-	-	-	-	-	-	5	1
9	-	340	110	90	-	70,	-	-	76	4
10	20	2.120	360	-	20	-	-	30	319	5
11	10	70	2.890	880	210	90	50	-	525	7
12	150	40	260	30	70	-	-	-	69	5
13	-	-	1.120	500	240	40	50	-	244	5
14	60	120	990	-	20	40	-	-	154	5
15	30	310	110	-	10	-	-	-	57	4
16	20	-	-	-	-	-	-	-	2,5	1
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F.M.G.	17	179	344	88	33	14	6	1,8		10
P.C.	6	8	7	4	6	4	2	1	8	38

Tableau XLII
Thalassiosira gravida

Zones		1	2	3	4	5	6	7	8	F.M.C.	P.C.
Voyages											
1	—	—	—	—	—	—	—	—	490	61	1
2	—	—	—	—	20	20	10	—	220	34	4
3	—	—	—	—	30	10	—	30	40	14	4
4	—	—	—	—	750	1.390	290	90	150	334	5
5	20	10	20	26.770	50.360	13.180	3.010	700	11.759	8	
6	2.620	100	580	33.620	6.230	80	180	710	5.515	8	
7	50	10	30	240	30	30	20	—	51	7	
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	210	40	50	10	—	50	9.850	820	1.379	7	
10	10	10	—	50	—	—	30	—	12,5	4	
11	80	20	—	20	340	140	160	170	116	7	
12	20	10	—	390	560	20	—	150	144	6	
13	—	—	—	390	1.330	50	—	210	247	4	
14	40	20	70	40	—	50	—	1.350	196	6	
15	—	—	—	—	—	50	10	560	17	3	
16	10	—	—	—	10	10	10	220	32	5	
17	—	30	—	30	—	—	10	530	75	4	
F.M.G.	180	15	44	3.668	3.546	821	788	372		16	
P.C.	9	9	5	13	10	12	11	14	8	83	

Tableau XLIII
Leptocylindrus danicus

Zones Voyages	1	2	3	4	5	6	7	8	F.M.C.	P.C.
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	10	—	—	—	20	4	2
6	—	—	—	50	—	—	—	20	9	2
7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	30	—	—	—	—	—	—	—	4	1
9	490	20	—	40	—	—	50	4.850	681	5
10	—	—	—	330	890	30	—	—	156	3
11	30	—	—	—	7.930	270	30	9.400	2.207	5
12	—	—	—	40	4.010	20	670	3.540	1.035	5
13	—	—	—	40	30	10	140	—	27	4
14	—	—	—	100	—	110	—	740	119	3
15	—	—	—	—	—	—	—	70	9	1
16	—	—	—	—	—	—	—	30	4	1
17	—	—	—	30	—	—	—	50	10	2
F.M.G.	32	1,2	—	38	756	26	52	1.101	—	12
P.C.	3	1	—	8	4	5	4	9	7	34

minimus (tableau XLV) se retrouve chez les espèces suivantes : *Rhizosolenia fragilisma*, *Rh. hebetata* f. *hiemalis*, *Rh. hebetata* f. *semispina*, *Dinophysis acuminata*, *Protoceratium reticulatum*, *Gonyaulax spinifera*, *Goniodoma Ostenfeldii*, *Peridinium cerasus*, *P. ovatum*, *P. depressum*, *P. Thorianum*, *Gymnodinium Lohmanni* et *Peridinium Granii*. La dispersion écologique des spores et des cystes des Pyrrophytes, repérées abondamment au cours de 1968, peut être assimilée à ce type.

7. Le type *Pleurosigma Normanii*.

La dispersion écologique de *Pleurosigma Normanii* (tableau XLVI) est en plusieurs points similaire à celle de *Melosira sulcata*, c.à.d. principalement néritique et à dispersion chronologique quasi générale, à double fréquence numérique maximale, respectivement au printemps et à l'automne. Elle s'en différencie toutefois par une nette préférence pour la zone 7, manifestant ainsi un caractère moins littoral.

Cette même dispersion se retrouve chez *Gyrosigma fasciola* et *Navicula distans*.

8. Le type *Coccolithus pelagicus*.

La dispersion de *Coccolithus pelagicus*, post-estivale, automnale et même hivernale, à présence géographique générale sauf dans la zone littorale belge (tableau XLVII), se retrouve chez *Chaetoceros affinis* var. *Willei*, *Prorocentrum dentatum*, *Gonyaulax polygramma*, *Ceratium tripos* var. *atlantica* et *Podolampas palmipes*.

Les espèces réparties dans ces huit groupements accusaient presque toutes des présences assez nombreuses, ce qui permit en fait la détermination plus ou moins aisée du type de dispersion écologique.

Plusieurs autres espèces, à présences moins nombreuses mais toutefois encore suffisantes, ne semblent pas s'intégrer dans un de ces huit groupements, et se comportaient par conséquent écologiquement de façon au moins partiellement distincte. Elles semblent influencées surtout ou bien par des facteurs du type géographique ou bien du type chronologique.

Ainsi *Bacteriastrium delicatulum* essentiellement pélagique et post-estivale. De même *Chaetoceros atlanticus*, *Thalassiothrix Frauenfeldii* et *Podolampas palmipes* seulement répartie dans les zones 1, 2 et 3. *Chaetoceros crinitus* par contre semble limitée étroitement dans la Mer du Nord au cours d'une courte période post-estivale. *Chaetoceros socialis* surtout limitée dans la zone littorale 8, 6 et 7 d'octobre à décembre ; *Streptotheca thamesis* et *Fragilaria oceanica* f. *typica* accusent la même répartition écologique.

Tableau XIV

Guinardia flaccida

Zones		1	2	3	4	5	6	7	8	F.M.C.	P.C.	
Voyages	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2	-	-	-	-	-	-	-	10	1,25	1	
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	9	-	-	-	110	20	80	-	40	90	42	5
	10	670	50	20	1.470	640	-	-	4.000	4.670	1.440	7
	11	-	-	-	810	1.980	1.380	-	560	140	609	5
	12	30	-	-	40	10	30	820	30	30	120	6
	13	-	-	-	-	-	10	20	20	-	4	2
	14	-	-	-	-	-	-	-	-	20	2,5	1
	15	-	-	-	-	-	-	-	20	40	7	2
	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F.M.G.		41	3	1,2	143	156	88	321	294		8	
P.C.		2	1	1	4	4	4	6	7	8	29	

Tableau XLV
Leptocylindrus minimus

Zones		1	2	3	4	5	6	7	8	F.M.C.	P.C.
Voyages	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5	—	—	—	—	—	—	—	—	5	1
	6	—	3,030	—	200	—	24,120	—	—	150	3,437
	7	—	—	—	40	40	20	100	—	—	25
	8	140	—	—	620	30	330	14,040	70	—	1,904
	9	231,900	39,930	2,330	670	90	950	410	—	—	39,535
	10	140	30	—	1,040	—	—	—	—	—	151
	11	650	50	—	20	—	—	270	—	—	124
	12	—	—	—	50	100	—	—	—	—	19
	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
F.M.G.		13,696	2,532	137	155	15	1,495	874	13	—	8
P.C.		4	4	1	7	4	4	5	2	8	31

Tableau XLVI
Pleurosigma Normanii

Zones Voyages	1	2	3	4	5	6	7	8	F.M.C.	P.C.
1	-	-	-	10	10	-	20	-	5	3
2	10	-	-	20	-	-	10	70	14	4
3	-	-	-	10	-	10	30	10	7	4
4	-	-	-	20	-	100	130	80	41	4
5	-	-	10	20	70	60	40	-	25	5
6	-	-	-	10	-	-	-	-	1,25	1
7	-	-	-	-	10	20	20	-	6	3
8	-	-	-	-	-	-	10	-	1,25	1
9	-	-	-	-	-	-	380	420	100	2
10	-	-	-	20	-	-	110	-	16	2
11	-	-	-	-	10	-	-	40	6	2
12	-	-	-	-	-	10	20	30	7	3
13	-	-	10	10	10	-	-	20	6	4
14	10	20	20	20	50	-	80	20	27	7
15	10	20	10	20	10	-	220	10	37	7
16	20	20	30	40	40	40	30	-	27	7
17	20	-	20	20	30	80	70	-	30	6
F.M.G.	4	3,5	6	13	14	19	69	41		17
P.C.	5	3	6	12	9	7	14	9	8	65

Tableau XLVII
Coccolithus pelagicus

Zones		1	2	3	4	5	6	7	8	F.M.C.	P.C.
Voyages											
1		—	—	10	—	—	—	—	—	1,25	1
2		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3		—	—	10	—	10	—	—	—	2,5	2
4		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8		—	120	30	—	—	—	—	—	19	2
9		—	190	70	30	10	—	—	—	37	4
10		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11		20	10	50	—	—	—	—	—	10	3
12		10	—	60	50	10	—	—	—	16	4
13		10	—	50	—	—	—	—	—	7	2
14		—	20	—	—	20	9,800	90	—	1,241	4
15		—	—	40	—	50	450	—	—	67	3
16		10	—	10	—	30	20	—	—	9	4
17		—	10	10	—	—	—	—	—	2,5	2
F.M.G.		3	21	20	4,7	8	604	5	—	—	11
P.C.		4	5	10	2	6	3	1	—	7	31

RÉSUMÉ

Il ressort de cette étude que les principaux facteurs écologiques agissant dans le domaine étudié sont la lumière, déterminant des longueurs très inégales des jours, le vent, provoquant une couche de mélange à répartition plus ou moins homogène des organismes microscopiques et la profondeur des fonds, qui en corrélation avec la proximité du littoral déterminait la concentration des sels nutritifs.

L'étude floristique permet la détermination de la concentration algale dans les différentes zones au cours des différentes périodes de l'année, ainsi que les fluctuations quantitatives et qualitatives des diverses florules en activité photosynthétique.

Elle permet également la délimitation zonale et chronologique d'un grand nombre d'espèces du domaine étudié.

Les listes dégressives, basées sur les fréquences moyennes algales, révélèrent pour chaque zone les espèces photosynthétiquement importantes.

Finalement la nécessité urgente de prélèvements suffisamment nombreux fut mise en évidence par les phénomènes de floraison explosive de quelques espèces.