

Institut royal des Sciences
naturelles de Belgique

Koninklijk Belgisch Instituut
voor Natuurwetenschappen

BULLETIN

MEDEDELINGEN

Tome XXXIV, n° 4
Bruxelles, février 1958.

Deel XXXIV, n° 4
Brussel, februari 1958.

ETUDES HYDROBIOLOGIQUES DES EAUX SAUMATRES
DE BELGIQUE.

I. — L'Escaut à Liefkenshoek (Doel).

par LUDO VAN MEEL (Bruxelles).

Au cours des années 1950 à 1953, nous avons eu l'occasion de faire de très nombreuses explorations hydrobiologiques en Basse-Belgique et avons visité à intervalles réguliers des eaux douces aussi bien que saumâtres. Désireux de valoriser ces travaux de recherche, nous nous sommes proposé de publier les résultats de nos investigations en deux séries distinctes consacrées à ces deux milieux différents. Sous le titre « Les eaux saumâtres de Belgique », nous traiterons successivement toutes les eaux saumâtres que nous avons pu examiner. Parmi les matériaux analysés, nous grouperons en même temps toutes les récoltes planctoniques que nous avons eu l'occasion de rassembler depuis 1935 environ.

Ce premier bulletin sera consacré à l'eau de l'Escaut maritime à la hauteur de Liefkenshoek (Doel). Dans la mesure du possible, des analyses d'eau accompagneront les listes d'organismes et nous essayerons de décrire la répartition des microphytes à la lumière des facteurs écologiques chimiques et physiques que nous avons pu noter. Afin de restreindre le volume des diverses notes, les noms spécifiques des organismes seront simplement mentionnés sans référence bibliographique ni iconographique et seront donc uniquement accompagnés de la répartition géographique et de quelques observations d'ordre écologique.

Les déterminations chimiques ont été réalisées en partie au bord même des eaux afin d'éviter des changements dans la concentration des éléments labiles au cours du transport. Afin d'éviter aussi les redites, les méthodes suivies et la bibliographie générale seront publiées ultérieurement, dans une synthèse au sujet des eaux saumâtres.

Nous tenons à remercier ici M. E. LELOUP, Docteur en sciences zoologiques, Directeur a. i. de l'Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique, de toutes les facilités accordées au cours des recherches, M. A. BENOIT, Ingénieur-Chimiste agricole, de l'aide technique au cours des analyses, surtout en ce qui concerne l'expérience du 5-VIII-1957 et J. DENAYER, préparateur à l'Institut, de son activité dévouée pendant les recherches sur le terrain et au laboratoire.

I. — GENERALITES.

Malgré tout l'intérêt que les chercheurs étrangers attachent à l'étude des estuaires de leurs pays respectifs, l'Escaut n'a, jusqu'à présent, fait l'objet que de fort peu de travaux. Seule l'étude de la faune et de la flore des rives, des slikke et des schorre, terrains inondables, a donné lieu à quelques publications parmi lesquelles il faut citer celles de : W. ADAM (1947), W. ADAM et E. LELOUP (1939), W. G. BEEFTINK (1956), W. CONRAD (1938, 1939, 1940), W. CONRAD et H. KUFFERATH (1912), E. LELOUP et B. KONIETZKO (1953), H. NYST (1855), M. POLL (1945), H. REDEKE (1902), J. SLOFF (1936), H. J. VAN LANGENDONCK (1931, 1932) et L. VAN MEEL (1937, 1938, 1939, 1941, 1942, 1949).

On rencontre néanmoins des notes ou des indications éparses chez J. MASSART (1908) et H. VAN HEURCK (1885). C'est ainsi que le premier de ces deux auteurs a publié dans son « Essai de géographie botanique des districts littoraux et alluviaux de la Belgique », une observation d'ordre très général : « A Lilloo, l'eau de l'Escaut varie beaucoup avec la marée, lorsque celle-ci est haute et fait refluer l'eau de la mer, les eaux d'amont opèrent une dilution appréciable, mais l'eau reste pourtant très salée. A Burght (en amont d'Anvers) la marée haute amène encore pas mal de sels marins qui ne disparaissent pas même totalement à marée basse ».

H. VAN HEURCK (1885), dans son « Synopsis des Diatomées de Belgique », cite un assez grand nombre de Diatomées sans donner toutefois des indications précises sur leur répartition dans le fleuve. Nous aurons l'occasion de revenir, plus loin, sur les indications de cet auteur.

Il en est à peu près de même en ce qui concerne les sciences appliquées, notamment l'hydrographie, pour lesquelles nous ne relevons que les noms de C. BONNET (1924), R. E. L. CODDE (1951), H. GILLES, L. VAN BRABANDT, J. MELOTTE, A. WEYTS et J. PIERROT (1908), R. E. L. CODDE, J. LAMOEN et J. E. L. VERSCHAVE (1953), A. KUMMER (1849), M. L. PETIT (1882), J. A. PIERROT (1908), A. STESSELS (1863, 1864, 1865, 1867, 1872), J. STINISSEN (1910, 1911), C. VAN MIERLO (1896, 1926), et L. VAN RAEMDONCK (1878). Quelques remarques d'ordre général se rencontrent dans l'Annuaire météorologique pour 1906 et chez P. BLANCHARD (1856) dans son ouvrage de base : « La Flandre ». Dans le même ordre d'idées on peut encore citer la monographie de A. et A. BELPAIRE (1855) : « De la plaine maritime depuis Boulogne jusqu'au Danemark ».

Si nous parcourons, au contraire, la littérature consacrée à l'histoire, la géographie et la géologie de l'Escaut et des terres qu'il traverse, nous

rencontrons les noms de A. BELPAIRE (1827), E. CAMBIER (1907), J. CORNET (1904), C. DAVID (1849), A. DE HOON (1852), J. DENUCE (s. d.), J. GOSSELET (1892-1893), J. KRUGER (1854), U. N. KUMMER (1886), J. LORIE (1895), DOM MANN (1773), A. MARCHAL (1852), J. MASSART (1908), F. PRIMIS (1937), A. SIRET (1870), J. STINISSEN (1910), E. VAN OVERLOOP (1898), A. VERHAEGEN (1881), E. J. VERSTRAETE (1898), A. WAUWERMANS (1877), G. WOLTERS (1847), pour ne nommer que les principaux. Signalons, enfin, le Recueil des lois et arrêtés, règlements etc., concernant l'Administration des eaux et des polders de la Flandre orientale de M. J. et G. WOLTERS (1896) intéressant à consulter à maint point de vue.

Mais, ces divers travaux, même les études techniques ne nous renseignent que fort peu au sujet des facteurs qui nous intéressent particulièrement au point de vue écologique, ce qui nous amena à écrire dans une publication relative au district poldérien de la vallée du Bas-Escaut belge (L. VAN MEEL, 1949) : « de même que sa florule, le chimisme de l'Escaut semble peu connu. Plusieurs problèmes se posent en effet. Jusqu'où le fleuve est-il vraiment saumâtre. A quel endroit rencontre-t-on encore des organismes halophiles. Quelles sont les algues caractéristiques du fleuve, sont-elles amenées par le flux ou proviennent-elles de la décharge des eaux poldériennes. Quelle est la répartition des algues dans le fleuve ». Autant de questions auxquelles, même après plusieurs années de recherches, il est difficile de répondre avec exactitude.

J. MASSART (1908), déjà cité plus haut, a publié des analyses de l'eau de l'Escaut à marée haute et marée basse respectivement à Lilloo et à Burght; les déterminations ont été faites le 19 avril 1904 (Table 1).

TABLE 1.
Analyse de l'eau de l'Escaut du 19-IV-1904
Résultats en g par litre.

	Lilloo		Burght	
	Marée haute	Marée basse	Marée haute	Marée basse
KCl	0,1818	0,1603	0,0478	0,0297
NaCl	8,4767	6,489	2,1630	0,6609
SO ₂	0,6181	0,4910	0,2129	0,1030
CaO	0,2645	0,2315	0,1653	0,1679
MgO	0,5620	0,4719	0,1729	0,0432

Dans la table 1 sont transcrites les données analytiques originales tandis que dans la table 2, ces dernières ont été recalculées sous leur forme ionique afin de permettre des comparaisons avec les valeurs obtenues au cours de nos propres recherches.

TABLE 2.
Analyse de l'eau de l'Escaut du 19-IV-1904
Résultats en ions g par litre. (1)

	Lilloo		Burght	
	Marée haute	Marée basse	Marée haute	Marée basse
[CO ₂]	[2,0158]	[1,5184]	[0,4928]	[0,1186]
Cl	5,2283	4,0124	1,3347	0,415
SO ₄	0,7415	0,5890	0,2554	0,1235
Ca	0,1890	0,1654	0,1181	0,1199
Mg	0,3389	0,2846	0,1042	0,026
Na	3,331	2,552	0,850	0,259
K	0,095	0,084	0,025	0,015

(1) Nous avons estimé l'alcalinité en nous basant sur l'analyse de la table 1 et l'avons placée entre parenthèses.

En 1949, nous avons publié les résultats de divers dosages occasionnels à divers points entre Breskens (Pays-Bas) et Gand. Ces résultats en Cl g par litre sont renseignés dans la table 3.

TABLE 3.
Chlorinités des eaux de l'Escaut en diverses localités.

Endroit	Date	Marée	pH	°C	Cl en g par litre
Breskens	27-VI-39	H	9,0	20,0	12,66
Berendrecht	15-IX-40	H	9,0	18,0	8,95
Doel	13-VIII-39	B	9,0	19,0	0,712
Lilloo	31-III-40	B	9,0		0,662
Lilloo	21-VII-40	½ H	7,7	14,5	5,47
Lilloo	21-VII-40	H	9,0	16,0	7,78
Lilloo	15-IX-40	H	9,0	18,0	9,91
Lilloo	15-XII-40	B	8,5	18,0	0,585
Lilloo	15-XII-40	H	8,5	18,0	1,097
Calloo	14-IV-40	B	7,7		0,331
Calloo	13-X-40	H	8,5	12,0	6,799
Kruisschans	25-III-40	B	9,0		0,437
Austruweel	5-V-40	H	7,7		0,265
Austruweel	12-IX-43	H	8,5	17,0	4,950
Austruweel	16-IX-43	½ H	8,5	17,0	4,350
Rupelmonde	4-VIII-40	B	7,7	19,0	0,331
Steendorp	26-IV-42	H	7,8	13,5	0,326
Buitenland	25-VII-43	B	7,2	19,2	0,514
Hingene	25-VII-43	H	7,6	19,2	0,122
Tamise	28-IV-40	B	7,5	14,0	0,132
Tamise	4-VIII-40	H	8,2	26,0	0,331
Tamise	1-IX-40	H	8,0	16,0	0,331
Wichelen	14-IX-41	H	7,7	17,5	0,134

En résumant cette table, on trouve les extrêmes suivants (Table 4).

TABLE 4.

	Cl g % Marée		pH Marée	
	Haute	Basse	Haute	Basse
Lilloo... ..	9,91	0,585	9,0	7,7
Tamise	0,331	0,132	8,2	7,5

A partir de 1950, les moyens mis à notre disposition par M. le Directeur de l'Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique, nous ont permis de reprendre notre étude où nous l'avions laissée en 1943. C'est le résultat de ces recherches qui fait l'objet de la présente publication.

Entretemps R. E. L. CODDE, Ingénieur en chef-Directeur des Ponts et Chaussées aux Services maritimes d'Anvers, publia en 1951 une étude physico-chimique du bassin maritime de l'Escaut. Il y traita uniquement de la variation de la chlorinité des eaux du fleuve. Cette étude fut bientôt suivie d'une seconde : R. E. L. CODDE, J. LAMOEN et J. E. L. VERSCHAVE (1953) sur la chlorinité de l'Escaut maritime.

Il n'est pas sans intérêt de lui emprunter ses conclusions au sujet du régime maritime. D'après R. E. L. CODDE (1951), le régime maritime de l'Escaut se caractérise :

1. — par une embouchure libre;
2. — par une amplitude de marée relativement forte à l'embouchure : l'amplitude moyenne annuelle y est de 3,76 m et celle des marées de syzygie et de quadrature, respectivement de 4,37 m et 2,98 m;
3. — par une pénétration lointaine de l'onde marée dans le bassin de l'Escaut : la limite amont de la partie maritime de l'Escaut se situe au barrage de Gentbrugge à 160 kilomètres de l'embouchure. Cette limite est artificielle, car en cet endroit, l'énergie de l'onde est loin d'être entièrement dégradée;
4. — par l'existence d'une marée fluviale qui développe une onde isolée, c'est-à-dire dont la durée d'évolution est toujours moindre que celle de la marée qui lui donne naissance à l'embouchure. Il s'ensuit que, sur l'Escaut, une onde marée y a toujours terminé entièrement sa propagation, avant que l'onde suivante commence à pénétrer dans le fleuve;
5. — par un débit d'amont très faible par rapport au volume du flot : à Anvers, situé à 83 kilomètres de l'embouchure, le débit normal ne représente guère plus de 10 % du volume de flot qui, à cet endroit, est évalué, en moyenne à 62 millions de m³;

6. — par un faible amortissement de l'onde marée: depuis l'embouchure jusqu'aux environs d'Anvers, l'amplitude augmente même en moyenne de 25 %, reste pratiquement stationnaire sur un parcours de 25 à 30 kilomètres, pour diminuer ensuite graduellement vers l'amont.

A Gentbrugge, limite extrême du bassin maritime, l'amortissement de l'onde n'est que de 52 %, quand le débit supérieur est normal.

II. — MESURES PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

A. — MESURES MENSUELLES.

Dans le but d'étudier de plus près les variations des eaux de l'Escaut, nous avons choisi comme localité de prélèvement, l'embarcadère au lieu-dit « Liefkenshoek » situé sur la rive gauche du fleuve, un peu en amont de Doel et presque en face de Lilloo, à une soixantaine de kilomètres de l'embouchure, et y avons effectué une visite mensuelle. L'existence de cet embarcadère devait nous faciliter, en effet, les prises d'eau et les mesures à faire « in situ ». La distance à parcourir ne nous a malheureusement pas permis de multiplier ces visites.

Les analyses d'eau de même que les prélèvements de microplancton ont eu lieu d'une manière ininterrompue depuis le 1-X-1950 jusqu'au 4-X-1951, couvrant ainsi un cycle annuel complet. Nous avons essayé, le plus possible, de faire nos prélèvements à marée haute. Comme le montre la table 5, ces recherches comprennent successivement: la température, le pH, l'alcalinité, l'oxygène dissous, le chlore, les sulfates, nitrates et phosphates, la silice, le calcium et le magnésium. En outre on a effectué chaque fois la mesure de la turbidité. Les résultats de cette recherche qui a duré treize mois sont rassemblés dans les tables 5 et 6.

Enfin, afin de permettre des comparaisons avec l'eau de la Mer du Nord à la hauteur du bateau-feu « West-Hinder », nous reproduisons ici le tableau récapitulatif clôturant une étude publiée précédemment (L. VAN MEEL, 1957) et donnant les moyennes de cinq années d'observation (Table 7).

TABLE 5.
Analyses mensuelles de l'eau de l'Escaut à Liefkenshoek (1950-1951).

Numéro Date	932 6-X	1004 9-XI	1021 7-XII	1043 19-I	1057 8-II	1075 15-III	1098 5-IV	1117 8-V	1132 14-VI	1145 10-VII	1169 2-VIII	1219 12-IX	1234 4-X
°C... ..	14,0	6,8	4,25	5,5	5,0	5,0	8,2	11,5	17,5	19,0	21,25	20,25	15,75
pH	7,3	6,8	7,0	7,5	7,73	7,7	7,65	7,25	7,6	7,85	7,6	7,6	7,5
Turbidité... ..	16,5	4,75	2,75	8,5	5,75	4,25	8,00	5,00	5,00	8,5	9,75	7,5	7,0
Oxyg. mg/l	6,250	6,687	7,469	8,660	6,164	9,803	5,81	4,204	5,518	4,873	4,999	4,821	5,298
cc/l	4,374	4,679	5,216	6,06	4,313	6,859	4,067	2,941	3,861	3,410	3,498	3,373	3,707
%	61,43	58,20	59,22	70,63	49,69	79,03	50,25	39,11	58,41	53,28	57,08	53,98	54,08
Alcalinité... ..	3,625	3,762	4,158	3,495	4,237	4,151	3,743	3,743	3,940	3,832	3,929	3,764	3,359
Cl g/l	5,818	7,144	2,214	0,452	0,504	4,326	0,243	1,781	4,725	6,741	11,100	4,467	5,324
SO ₄	0,900	1,037	0,502	0,139	0,233	0,675	0,093	0,419	0,454	0,263	0,209	0,654	0,631
Ca	0,192	0,214	0,135	0,108	0,108	0,168	0,104	0,128	0,175	0,208	0,276	0,171	0,185
Mg	0,309	0,503	0,181	0,054	0,054	0,308	0,039	0,142	0,335	0,468	0,723	0,317	0,373
NO ₃ mg/l	—	43,5	60,0	35,0	250,0	150,0	235,0	0	30,0	55,0	15,15	16,8	1,525
PO ₄	—	—	—	—	—	0,4	0	0	1,0	0,85	0,28	0,267	0
SiO ₂	—	21,14	267,5	107,0	42,8	26,75	58,85	94,16	18,08	—	26,75	29,96	29,36
Marée	H à MD	H	H à MD	B	MM	± H	MM	MM	± H	MM	MM	± H	MM

Signification des signes de marée : MM = mi-montante; H = haute; MD = mi-descendante; B = basse.

TABLE 6.
Résultats analytiques mensuels en milliéquivalents/litre.

Date	CO ₂	Cl	SO ₄	Ca	Mg
6 octobre ...	3,625	164,072	18,738	9,58	25,411
9 novembre .	3,762	201,466	21,59	10,678	41,365
7 décembre .	4,158	62,436	10,451	5,164	14,884
19 janvier ...	3,495	12,746	2,894	5,389	4,440
8 février ...	4,237	14,213	4,851	5,389	4,440
15 mars	4,151	121,996	14,053	8,383	23,328
5 avril	3,743	6,852	1,936	5,189	3,207
8 mai	3,743	50,225	8,723	6,387	11,677
14 juin	3,940	133,248	9,452	8,732	27,549
10 juillet ...	3,832	190,101	5,475	10,379	38,486
2 août	3,929	313,028	4,351	13,772	59,457
12 septembre .	3,764	125,972	13,616	8,532	26,069
4 octobre ...	3,759	150,141	13,137	9,231	30,674

TABLE 7.
Composition moyenne de l'eau de mer au large de la côte belge
durant la période 1951-1955.

Salinité Σ ‰	34,19	
Alcalinité HCl N ‰	2,454	
Sulfates SO ₄ g ‰	2,672	
Rapport Sulfates/Chlore	0,1412	
Ca ⁺⁺ mg ‰	452,3	
Rapport Ca/Cl	0,02393	
Mg ⁺⁺ mg ‰	1,3033	
Rapport Mg/Cl	0,06895	
	Maxima	Minima
Σ ‰	35,35	31,82
Cl g ‰	18,36	17,61
Alcalinité	2,893	2,060
Sulfates g ‰	2,7832	2,487
Ca mg ‰	479,9	401,6
Mg g ‰	1,3636	1,2150

B. — ESSAI D'UN CYCLE DE 24 HEURES.

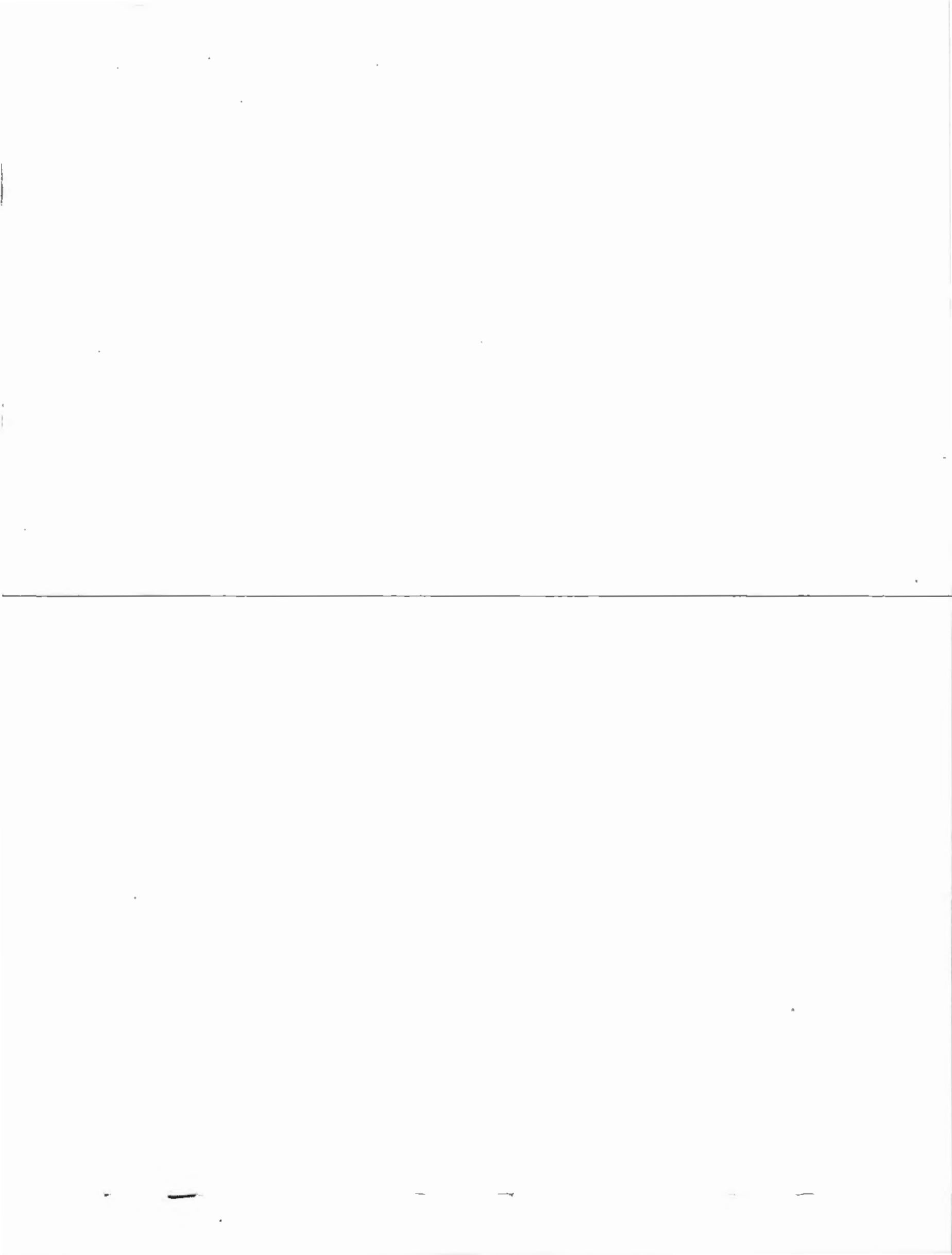
L'étude de nos résultats d'observations, effectuées un peu partout en basse et haute Belgique, nous avait incité depuis longtemps à faire des mesures durant vingt-quatre heures consécutives et d'heure en heure. Malgré le travail imposé par une telle série de recherches et nonobstant la distance considérable entre Doel et notre laboratoire à Bruxelles, nous n'avons pas hésité à camper sur place durant une semaine près du débarcadère de Liefkenshoek et à y transporter tout le matériel nécessaire aux opérations analytiques. Notre désir était en effet de déterminer les ions labiles comme CO₂ libre, NO₃, NO₂, P, Si, sur place même, afin d'éviter

TABLE 8.

Escaut à Liefkenshoek.

Variations des facteurs physico-chimiques au cours de 24 heures le 3-4, X-1951.

Numéro	Heure et Marée	Température °C	Turbidité *Snellen	pH mesuré	Oxygène			Alcalinité cc HCLN %	Cl g/l	CO ₂ libre mg/l	SO ₄ g/l	Ca g/l	Mg g/l	NO ₃ mg/l	NO ₂ mg/l	PO ₄ mg/l	SiO ₂ mg/l
					mg/l	cc/l	% Saturation										
1238	B 11.45	16.4	9,75	7,45	2,824	1,976	29,2	4,058	2,687	2,138	0,4957	0,143	0,201	16,25	0,035	0,38	66,24
1239	12.11	16,4	10,5	7,39	2,565	1,794	26,5	3,992	2,887	5,658	0,4838	0,146	0,216	14,31	0,036	0,38	53,5
1240	12.37	16,4	10,75	7,38	2,856	1,998	29,3	4,025	2,938	6,098	0,4919	0,147	0,219	15,93	0,036	0,36	53,5
1241	13.04	16,5	5,0	7,39	3,389	2,372	35,1	4,051	3,405	6,098	0,554	0,154	0,249	15,62	0,020	0,45	48,5
1242	13.31	16,7	6,0	7,37	3,502	2,451	36,4	3,953	3,561	6,978	0,566	0,157	0,261	12,31	0,038	0,31	53,5
1243	13.57	16,6	2,5	7,52	3,606	2,523	37,4	3,921	3,872	7,418	0,5799	0,162	0,280	11,93	0,036	0,34	53,5
1244	14.23	16,5	3,5	7,57	4,052	2,835	48,0	3,947	3,950	6,538	0,6152	0,163	0,284	1,5	0,025	0,36	53,5
1245	14.49	16,7	3,25	7,54	3,475	2,432	36,1	3,921	4,563	5,658	0,6306	0,173	0,324	9,07	0,025	0,36	53,5
1246	15.17	16,5	4,75	7,60	4,569	3,197	47,3	3,907	4,797	6,318	0,6422	0,176	0,340	15,5	0,030	0,38	48,1
1247	15.43	16,4	7,0	7,54	4,318	3,021	44,6	3,894	5,289	7,858	0,6416	0,184	0,374	0,0	0,025	0,36	53,5
1248	16.09	16,35	6,0	7,65	6,004	4,201	62,0	3,816	5,687	6,098	0,6409	0,191	0,398	0,25	0,030	0,36	48,1
1249	16.35	16,1	4,0	7,67	7,018	4,911	72,1	3,659	6,810	5,060	0,6409	0,208	0,472	0,25	0,020	0,36	53,5
1250	H 17.01	15,95	8,0	7,70	7,444	5,209	76,1	3,640	7,666	9,838	0,6448	0,222	0,529	0,0	0,011	0,36	18,1
1251	17.31	15,7	8,0	7,72	7,283	5,096	74,2	3,587	8,133	11,378	0,648	0,229	0,559	0,0	0,013	0,38	0,0
1252	18.02	15,5	11,5	7,70	5,870	4,107	74,7	3,626	7,752	11,598	0,6487	0,223	0,535	0,0	0,022	0,36	35,3
1253	18.32	15,6	9,0	7,77	7,395	5,175	75,2	3,607	7,891	11,048	0,6461	0,226	0,544	0,0	0,011	0,36	18,1
1254	19.03	15,6	11,0	7,71	7,234	5,062	73,6	3,679	7,744	13,138	0,6435	0,223	0,535	6,57	0,022	0,27	18,1
1255	19.33	15,4	4,5	7,78	7,277	5,092	73,7	3,783	7,960	12,698	0,6422	0,227	0,547	8,6	0,007	0,36	0,0
1256	20.04	15,0	11,0	7,70	6,514	4,558	65,4	3,718	6,733	11,818	0,6429	0,208	0,468	8,82	0,027	0,41	53,5
1257	20.34	15,0	7,5	7,60	5,916	4,140	59,4	3,679	6,119	10,058	0,6429	0,197	0,426	9,07	0,030	0,36	35,3
1258	21.05	14,45	9,0	7,53	5,543	3,879	55,0	3,672	5,661	13,248	0,6422	0,190	0,397	0,0	0,032	0,36	35,3
1259	21.35	14,4	7,75	7,55	7,316	3,720	52,7	3,714	5,134	9,728	0,6409	0,182	0,363	10,0	0,022	0,36	44,9
1260	22.06	14,4	9,25	7,49	4,319	3,022	42,8	3,711	4,684	8,298	0,639	0,175	0,334	0,0	0,032	0,29	35,3
1261	22.36	14,4	9,0	7,49	4,630	3,240	45,9	3,718	4,684	7,418	0,6396	0,175	0,334	10,0	0,033	0,31	35,3
1262	23.07	14,55	9,5	7,48	3,033	3,122	30,1	3,862	3,768	8,298	0,5971	0,160	0,274	12,7	0,053	0,36	44,9
1263	23.37	14,5	11,0	7,48	3,071	2,149	30,5	3,816	3,647	9,618	0,583	0,158	0,264	33,0	0,045	0,36	53,5
1264	B 0.08	14,2	10,0	7,41	2,972	2,080	29,3	3,894	3,137	10,498	0,5185	0,150	0,231	9,55	0,052	0,36	66,3
1265	0.35	14,1	8,5	7,41	2,001	1,400	19,7	3,914	2,947	9,618	0,4979	0,147	0,219	16,85	0,053	0,31	60,9
1266	1.01	14,3	13,0	7,35	1,806	1,264	17,88	3,927	2,757	10,938	0,4786	0,144	0,207	10,0	0,052	0,36	53,5
1267	1.27	14,4	8,5	7,38	2,169	1,518	21,51	3,914	2,913	9,398	0,4915	0,146	0,216	23,5	0,057	0,36	53,5
1268	1.53	14,6	5,5	7,4	2,428	1,699	24,18	3,907	3,448	13,138	0,5662	0,155	0,238	25,0	0,031	0,31	53,5
1269	2.19	14,6	5,0	7,4	2,985	2,089	29,74	3,842	3,397	12,478	0,5585	0,154	0,234	19,5	0,031	0,31	29,9
1270	2.45	13,0	2,5	7,5	4,219	2,952	40,5	3,979	3,898	11,158	0,6087	0,162	0,281	11,35	0,032	0,36	35,3
1271	3.12	13,3	4,25	7,5	3,468	2,426	33,5	3,999	3,976	11,158	0,6177	0,163	0,286	10,0	0,025	0,27	18,19
1272	3.38	13,9	7,0	7,5	4,929	3,449	48,3	3,855	4,848	10,718	0,6396	0,177	0,344	15,5	0,031	0,22	26,7
1273	4.03	14,0	7,0	7,6	2,879	2,015	28,3	3,894	4,995	10,828	0,6429	0,180	0,353	12,7	0,018	0,29	18,1
1274	4.30	15,0	5,0	7,49	5,750	4,024	57,8	3,868	5,471	11,818	0,6448	0,187	0,325	11,35	0,025	0,41	53,5
1275	4.58	14,9	5,0	7,6	6,972	4,878	69,9	3,613	7,796	9,618	0,6474	0,224	0,538	9,77	0,022	0,34	40,1
1276	5.25	14,9	7,5	7,61	7,139	4,995	71,6	3,587	7,882	9,618	0,6448	0,226	0,542	9,07	0,032	0,36	29,9
1277	5.55	14,8	8,0	7,62	6,327	4,427	63,3	3,653	8,176	11,378	0,6461	0,230	0,562	5,0	0,029	0,36	35,3
1278	6.25	14,6	7,75	7,64	6,596	4,615	65,7	3,613	8,159	9,398	0,6401	0,230	0,561	8,65	0,031	0,34	18,1
1279	6.55	14,7	7,5	7,65	6,701	4,689	66,9	3,666	8,003	9,618	0,6492	0,227	0,550	9,2	0,018	0,31	35,3
1280	7.25	14,8	7,5	7,60	6,499	4,548	65,0	3,659	7,709	8,738	0,6466	0,222	0,532	11,1	0,022	0,45	35,3
1281	7.55	14,5	3,0	7,61	6,457	4,518	64,1	3,718	8,081	7,858	0,6473	0,229	0,556	9,45	0,026	0,36	35,3
1282	8.25	14,3	8,0	7,59	4,722	3,304	46,7	3,711	6,871	7,858	0,6329	0,210	0,477	9,75	0,032	0,36	44,9
1283	8.55	15,2	8,0	7,58	4,326	3,027	43,6	3,672	6,24	7,858	0,6296	0,200	0,435	11,6	0,018	0,36	53,5
1284	9.25	15,7	6,0	7,51	5,107	3,574	52,1	3,685	5,79	6,978	0,6231	0,192	0,406	11,6	0,032	0,34	48,1
1285	9.55	15,8	4,75	7,6	4,251	2,980	43,5	3,816	5,289	6,098	0,6166	0,184	0,374	12,0	0,025	0,41	53,5
1286	10.25	16,2	7,25	7,53	4,069	2,847	41,9	3,764	4,909	7,748	0,6127	0,178	0,348	13,15	0,031	0,45	40,1
1287	10.55	16,2	7,5	7,51	2,794	1,955	28,7	3,845	4,46	7,858	0,6074	0,171	0,318	15,7	0,035	0,38	44,9
1288	11.25	16,6	5,25	7,49	3,569	2,497	37,0	3,927	4,183	9,618	0,5904	0,167	0,301	7,55	0,038	0,36	18,1
1289	11.55	16,9	7,5	7,5	2,090	1,462	31,8	3,947	3,431	9,618	0,5467	0,155	0,251	14,7	0,045	0,36	21,4
1290	B 12.25	16,8	7,0	7,45	1,826	1,278	19,0	3,999	3,267	9,178	0,514	0,152	0,240	10,55	0,050	0,36	48,1



les changements apportés à la composition de l'eau au cours du transport. Cela nous a permis de dresser un tableau complet groupant, au cours de deux marées hautes et deux marées basses, les observations chimiques et physiques comme le montre la table 8, et ceci, de demi-heure en demi-heure.

C. — EXPÉRIENCE DU 5-VIII-1957.

Afin de pouvoir procéder à la vérification de quelques détails dans nos observations, principalement en ce qui concerne le système du gaz carbonique, nous avons fait une série complémentaire comportant une marée montante, haute, descendante et basse, le 5 août 1957. Un temps beau, très propice, favorisa les opérations. Nous avons fait sur place la mesure du pH et de l'alcalinité par voie potentiométrique et la préparation des échantillons destinés à diverses mesures au laboratoire. En outre, nous avons prélevé chaque fois 100 d'eau dans un récipient séparé, et avons acidulé légèrement l'échantillon au moyen d'acide chlorhydrique concentré. Cet essai est destiné au dosage du calcium et l'acidification a pour but d'éviter toute précipitation de carbonate de calcium au cours du transport. Les dosages au laboratoire de l'Institut ont porté sur les ions suivants : Cl, SO₄, Ca, Mg, Na et K. Nous avons, en outre, profité de l'occasion pour prélever assez d'eau afin de pouvoir déterminer les éléments oligodynamiques suivants : Cu, Zn, As, Al, Fe, Fl, dont il sera question dans une autre publication. Dans ce but on a évaporé cinq litres d'eau chaque fois, on a pesé le résidu sec qui a ensuite été redissous dans l'eau distillée légèrement acidulée au moyen d'acide chlorhydrique concentré.

TABLE 9.

Analyse de l'eau de l'Escaut à Liefkenshoek
Expérience du 5-VIII-1957.

Marée Heure	Montante 8,24	Haute 11,12	Descendante 14,42	Basse 18,11
°C... ..	20,75	20,75	21,25	21,9
pH	7,4	7,57	7,52	7,49
Alcalinité... ..	3,585	3,386	3,381	3,632
Cl g ‰	6,586	8,752	7,712	5,599
SO ₄ g ‰	1,001	1,271	1,129	0,844
Ca g ‰	0,238	0,268	0,255	0,220
Mg g ‰	0,515	0,661	0,588	0,438
Na g ‰	3,520	4,670	4,150	2,970
K g ‰	0,155	0,224	0,181	0,149
NO ₃ g ‰... ..	9,250	7,425	8,050	9,150
NO ₂ g ‰... ..	2,720	1,780	2,200	3,260
PO ₄ g ‰... ..	0,382	0,275	0,340	0,340

Le résultat principal obtenu au cours de cette expérience a été l'établissement de quatre balances ioniques exactes permettant la comparaison avec celles obtenues au West-Hinder (L. VAN MEEL, 1957). On voit manifestement qu'à Liefkenshoek la proportion entre les divers ions est analogue à celle obtenue en eau de mer et cela pour les quatre marées examinées : basse, montante, haute et descendante. Ce qui montre que malgré la dilution opérée par les eaux d'amont, les relations entre ions fondamentaux CO_3 , Cl , SO_4 , Ca , Mg , Na , K , demeurent presque invariables. Le diagramme triangulaire montre, lui-aussi, une affinité très grande entre l'eau du Bas-Escaut à Doel et l'eau de la Mer du Nord en ce qui concerne les rapports entre ions (Table 9).

III. — CONSIDERATIONS GENERALES SUR LE CHIMISME DE L'EAU DE L'ESCAUT.

1. — MATIÈRES EN SUSPENSION.

L'eau de l'Escaut possède généralement une teinte grisâtre et ne présente guère un degré de transparence très élevé. La quantité de matières en suspension charriées par le fleuve est considérable. D'après diverses mesures, celles-ci varient beaucoup d'après les endroits, l'état de la marée et les périodes de forts courants. La quantité peut varier d'une centaine de milligrammes à plusieurs grammes au litre et se compose d'environ 25 % de matière organique.

Mesurée par l'ancienne méthode de SNELLEN, la turbidité se révèle très grande et les valeurs obtenues restent au bas de l'échelle : le maximum obtenu a été 16,5 en octobre 1950 et le minimum 4,25 en mars 1951. Ce qui montre bien que les matières colloïdales et les matières en suspension sont très élevées (Table 5).

Signalons à ce sujet qu'en 1926, C. VAN MIERLO, dans son étude sur le mécanisme des alluvions, par des mesures faites à la hauteur de Liefkenshoek, a été amené à établir quelques chiffres : « Si l'on veut se faire une idée, *in globo*, de ce que les eaux de l'Escaut contiennent de matières solides, on peut dire qu'il y a approximativement un décigramme d'alluvions par litre, exactement 104 grammes par mètre-cube. A la frontière hollandaise il passe, en effet, environ 140.000.000 de mètres cubes d'eau, de sorte que le débit solide amené par une marée serait de 14.500 tonnes correspondant à plus de 9.000 mètres cubes; bien entendu, cette quantité diminue à mesure qu'on va vers l'amont. En réalité, dans les conditions que nous venons de définir, il passe environ 36.000 mètres cubes de sables et de vases par jour dans une section voisine de la frontière hollando-belge ».

L'auteur fait remarquer en outre qu'il est probable que, sur le fond, il y a encore beaucoup plus de 200 g par mètre cube.

Si nous nous reportons à l'expérience de vingt-quatre heures d'octobre 1951, nous voyons en outre que la turbidité subit des fluctuations assez grandes pouvant aller de 2,5 à 13, ce dernier chiffre indiquant la transparence la plus élevée de ce jour. A titre documentaire, l'échelle de SNELLEN comporte un maximum de 30, correspondant à la transparence de l'eau distillée. A la marée basse de 0 h. 08, on a lu une turbidité de 13, c'est-à-dire la meilleure obtenue pendant les 24 heures. L'étales de marée basse a permis une sédimentation transitoire. On observe en outre, lorsqu'on porte les valeurs sur un graphique, que les deux valeurs les plus basses (turbidité = 2,5) ont été lues à marée mi-montante chaque fois. Il est probable que le flux occasionne des remous qui font remonter les substances sédimentées du fond et les remet en suspension (Table 8).

2. — CHLORE.

Les mesures mensuelles faites durant un cycle annuel ne nous permettent pas de définir exactement la chlorinité de l'eau de l'Escaut. Les valeurs cherchées ne pouvaient avoir d'autre but que de fixer nos analyses et nos récoltes dans un cadre complet dressé par un autre service. C'est ainsi que R. E. L. CODDE (1951) a publié une première étude sur la chlorinité. Nous lui empruntons quelques considérations.

R. E. L. CODDE considère le cas où plusieurs échantillons sont prélevés simultanément dans un même profil transversal et suppose que les prises aient eu lieu en rade d'Anvers.

On constate que la chlorinité est pratiquement la même dans toute l'étendue du profil; pas de stratifications, ni trace de courant laminaire d'eau salée, se déplaçant sous forme de coin, sous une couche d'eau douce, comme on le constate dans certaines rivières maritimes à grand débit d'amont, mais une masse pratiquement homogène.

L'explication doit être cherchée dans le brassage des eaux, qu'on observe dans le tronçon aval de l'Escaut, qui est encore plus ou moins à l'état divagant, et dans la turbulence des eaux occasionnée par les coudes prononcés du lit, en aval d'Anvers.

Au fur et à mesure que le flot s'accroît, les eaux passant devant Anvers, deviennent de plus en plus salées. La courbe de chlorinité présente une allure sinusoïdale, analogue à celle de la courbe locale des hauteurs d'eau, le maximum et le minimum se présentant respectivement aux moments des étales de flot et de jusant. Plus la marée est forte et plus grande est le maximum de la chlorinité. Pour Anvers, on peut admettre qu'une augmentation d'un mètre du niveau de la marée haute, provoque une augmentation du maximum de la chlorinité de 1 à 1,5 g de NaCl par litre.

Depuis janvier 1949, des échantillons de l'eau de l'Escaut sont prélevés devant Anvers, vers le moment des étales de la marée diurne et systéma-

tiquement analysés. Pour 1949, les valeurs extrêmes des moyennes décadales des maxima et minima augmentent continuellement, avec quelques fluctuations, depuis le commencement de l'année jusqu'au mois d'août, présentant alors un palier, pour diminuer ensuite rapidement à partir de la mi-octobre. On remarque que la branche montante est beaucoup plus longue que la branche descendante : pour porter la chlorinité de 5 à 10 g il a fallu 8 décades; un mois a suffi pour ramener la chlorinité de 10 à 5 g. La valeur moyenne, ainsi que l'amplitude de « l'onde de chlorinité » varient parallèlement à celles des valeurs extrêmes. A Anvers, pendant 1949, la chlorinité maximum a été de 16,2 g NaCl par litre (correspondant à 9,81 g Cl par litre) le 24 septembre à l'étales de flot, tandis que le minimum a été observé le 13 janvier à l'étales de jusant, avec 0,24 g NaCl par litre (correspondant à 0,145 g Cl ‰). L'amplitude maximum était de 10,08 g NaCl par litre, lors de la marée du 27 octobre 1949; le minimum de 1 g par litre, le 10 janvier 1949. Les moyennes décadales des cinq premiers mois de 1950 sont inférieures à celles de 1949. En février et mars, ces courbes présentent une inflexion; la moyenne des maxima tombe pour les deux premières décades, de février, de 4 g à 0,9 g. Cette chute est en corrélation avec la grande pluviosité de mi-février. R. E. L. CODDE tire une première conclusion de ses observations : « que la chlorinité des eaux de l'Escaut semble donc fort sensible à l'importance du débit d'amont ou, en d'autres termes, que ces deux variables présentent une affinité fonctionnelle indéniable ».

Parallèlement à la détermination de la chlorinité des échantillons pris devant Anvers, une étude systématique a été entamée, pour connaître la variation et l'amplitude de la chlorinité, tout le long de l'Escaut maritime pendant l'évolution entière d'une onde marée. Une dizaine de marées ont été ainsi étudiées en 1949 et depuis 1950, les échantillons sont prélevés une fois par semaine, dans une bonne vingtaine de postes du bassin maritime de l'Escaut. Dans la partie aval, de 40 à 50 km de longueur, la variation de la chlorinité est lente; la diminution est beaucoup plus rapide dans le tronçon suivant, qui s'étend jusque 50 à 60 kilomètres. Enfin, dans la partie supérieure du bassin maritime, la chlorinité à l'étales du jusant est identique à celle des eaux supérieures. Cette dernière zone a une longueur variable avec la saison et peut varier entre 45 et 65 kilomètres.

Pour la marée du 4 août 1949, les valeurs extrêmes à Anvers étaient de 11,7 et 6,5 g; l'amplitude maximum se présente au droit d'Anvers. Pour la marée du 13 janvier 1950, l'amplitude est maximum au droit de Liefkenshoek, une dizaine de kilomètres en aval d'Anvers, les valeurs maxima à Anvers même sont seulement de 4,58 et 0,78. A Anvers, ce mélange était pour la marée du 4 août 1949 : de 39 % d'eau de mer à l'étales de flot et de 22 % à l'étales de jusant. Pour la marée du 10 janvier 1950, par contre, les proportions étaient respectivement de 16 % et de 2,6 %.

Comme nous l'avons dit précédemment, les valeurs de Cl obtenues durant l'année 1950-1951 ne pouvaient être que des ordres de grandeur à comparer à des graphiques de chlorinité existants. On peut tout au plus les incorporer à des diagrammes établis par le Service Hydrographique (cfr. R. E. L. CODDE, 1951). A titre indicatif, le maximum observé à été de 11,100 g/litre en août 1951, le minimum de 0,254 g/litre en avril 1951 (Table 3). En ce qui concerne l'expérience du mois d'octobre, on a mesuré un maximum de 8,176 g/litre et un minimum de 2,687 g/litre.

Il était à prévoir que le diagramme de chlorinité suivrait exactement celui de l'étiage et la comparaison des deux graphiques est très instructive. On remarque surtout que la chlorinité plus élevée amenée par le flux demeure un certain temps à peu près constante avant de diminuer parallèlement à la marée descendante (Table 8).

L'onde de la chlorinité se propage parallèlement avec l'onde marée. Les maxima et les minima de chacune de ces ondes sont variables avec l'importance de l'amplitude de la marée et avec la saison. Cette dernière variation est la plus importante : l'augmentation de la salinité pendant la première moitié de l'année et la chute rapide vers la fin révèlent nettement l'influence agissante des facteurs hydrologiques et météorologiques sur les caractéristiques des eaux de l'Escaut.

La comparaison de nos chiffres mensuels (table 1) avec les observations de R. E. L. CODDE nous permet de dresser une courbe analogue à la sienne. Au mois d'août il a obtenu à Anvers un maximum de 11,7 g NaCl au litre, alors que nous obtenions à Liefkenshoek, en aval, la valeur de 11,1 g Cl par litre, c'est à dire pour faciliter la comparaison en transformant le chiffre cité par R. E. L. CODDE en chlorinité : $11,7 \times 0,606 = 7,09$ g Cl par litre.

3. — LE SYSTÈME DU GAZ CARBONIQUE.

Dans un travail antérieur (L. VAN MEEL, 1957) nous avons insisté sur l'importance de l'étude du système du gaz carbonique dans l'eau de mer. Cette même remarque est à faire pour le cas des eaux saumâtres.

Il ne nous est pas possible de nous étendre ici sur les données théoriques du sujet. Le problème a donné lieu à de très nombreuses publications, mais des mises au point telles sont encore à effectuer que l'élaboration même sommaire d'un aperçu général sortirait du cadre du présent travail. Nous nous contenterons donc d'examiner les relations entre l'acide carbonique libre, l'acide carbonique des bicarbonates et carbonates, le pH, mesurés tous les trois à Liefkenshoek durant 24 heures (Tables 10 et 11).

TABLE 10.
Système du gaz carbonique de l'eau de l'Escaut.
pH et alcalinité
Résultats mensuels.

Date	pH	Alcalinité
6 octobre 1950	7,3	3,625
9 novembre 1950	6,8	3,762
7 décembre 1950	7,0	4,158
19 janvier 1951	7,5	3,495
8 février 1951	7,73	4,237
15 mars 1951	7,7	4,151
5 avril 1951	7,65	3,743
8 mai 1951	7,25	3,743
11 juin 1951	7,6	3,940
10 juillet 1951	7,85	3,832
2 août 1951	7,6	3,929
12 septembre 1951	7,6	3,764
4 octobre 1951	7,5	3,359

TABLE 11.
Système du gaz carbonique de l'eau de l'Escaut.
Résultats obtenus au cours d'une observation demi-heuriale durant 24 heures.

Marée	Heure	CO ₂ libre mg litre	Alcalinité	pH	Marée	Heure	CO ₂ libre mg litre	Alcalinité	pH		
B	11,45	2,138	4,058	7,45	B	0,08	10,498	3,894	7,41		
	12,11	5,658	3,992	7,39		0,35	9,618	3,914	7,41		
	12,37	6,098	4,025	7,38		1,01	10,938	3,927	7,35		
	13,04	6,098	4,051	7,39		1,27	9,398	3,914	7,38		
	13,31	6,978	3,953	7,37		1,53	13,138	3,907	7,4		
	13,57	7,418	3,921	7,52		2,19	12,478	3,842	7,4		
	14,23	6,538	3,947	7,57		2,45	11,158	3,979	7,5		
	14,49	5,658	3,921	7,54		3,12	11,158	3,999	7,5		
	15,17	6,318	3,907	7,60		3,38	10,718	3,855	7,5		
	15,43	7,858	3,894	7,54		4,03	10,828	3,894	7,6		
	16,09	6,098	3,816	7,65		4,30	11,818	3,868	7,49		
	16,35	5,060	3,659	7,67		4,58	9,618	3,613	7,6		
	H	17,01	9,838	3,640		7,70	H	5,25	9,618	3,587	7,61
		17,31	11,378	3,587		7,72		5,55	11,378	3,653	7,62
		18,02	11,598	3,626		7,70		6,25	9,398	3,613	7,64
		18,32	11,048	3,607		7,77		6,55	9,618	3,666	7,65
19,03		13,138	3,679	7,71	7,25	8,738		3,659	7,60		
19,33		12,698	3,783	7,78	7,55	7,858		3,718	7,61		
20,04		11,818	3,718	7,70	8,25	7,858		3,711	7,59		
20,34		10,058	3,679	7,60	8,55	7,858		3,672	7,58		
21,05		13,248	3,672	7,53	9,25	6,978		3,685	7,51		
21,35		9,728	3,714	7,55	9,55	6,098		3,816	7,6		
22,06	8,298	3,711	7,49	10,25	7,748	3,764	7,53				
22,36	7,418	3,718	7,49	10,55	7,858	3,845	7,51				
23,07	8,298	3,862	7,48	11,25	9,618	3,927	7,49				
23,37	9,618	3,816	7,48	11,55	9,618	3,947	7,5				
					12,25	9,178	3,999	7,45			

Comparons entre elles les deux marées hautes et les trois marées basses (table 12).

TABLE 12.

Comparaison du système gaz carbonique pour deux marées hautes et trois marées basses.

Marées	Heure	pH	CO ₂ libre mg litre	Alcalinité	Ca mg litre	Mg mg litre
H	17,01	7,70	9,838	3,640	0,222	0,529
H	5,25	7,61	9,618	3,587	0,226	0,542
				± 3,6		
B	11,45	7,45	2,138	4,058	0,143	0,201
B	0,08	7,41	10,498	3,894	0,150	0,231
B	12,25	7,45	9,178	3,999	0,152	0,240
				± 4,0		

L'expérience de 24 heures montre clairement les points suivants :

1. — l'alcalinité est la plus élevée aux environs de la marée basse et ce dans les deux cas observés, ce qui prouve l'influence des eaux d'amont à ce point de vue.

2. — le pH atteint ses valeurs les plus élevées tout de suite après l'étale de marée haute, soit respectivement pour les deux marées étudiées pH = 7,78 et pH = 7,65.

3. — Le taux d'acide carbonique libre dissous atteint ses maxima depuis 17 h. 01 jusque 5 h. 25, durant un reflux et un flux.

Nous pensons que la seule interprétation à donner à ce phénomène est à chercher dans l'absence d'assimilation au cours des heures vespérales et nocturnes par les organismes à chlorophylle, permettant ainsi la concentration des gaz de fermentation.

Si nous considérons d'autre part les eaux de mer côtières, d'après des mesures faites à Wenduyn en août 1954, nous observons des pH compris entre pH = 8,18 et 8,12 à marée haute et pH = 8,10 et 7,86 à marée basse et à Zeebrugge le 22 mai 1957 pH = 8,05 le long de la plage et pH = 8,03 au bout du môle, on pourrait, nous semble-t-il, expliquer le pH très élevé à l'étale de marée haute par le taux d'acide carbonique libre élevé abaissant le pH très alcalin des eaux marines du flux.

Le pH aux marées basses correspond aux valeurs mesurées en amont. Il est moins élevé (pH = 7,35) (table 3). Nous avons obtenu, au cours des années 1940-1941, des valeurs de l'ordre de pH = 7,2 à marée basse

(région de Tamise), $\text{pH} = 7,7$ (à la hauteur de Rupelmonde) par exemple, toutes choses égales d'ailleurs.

La recherche d'une relation entre l'alcalinité et la chlorinité dans les sens des travaux de H. F. BRUST et C. L. NEWCOMBE (1940) donne un résultat très suggestif. Cette relation a d'ailleurs été étudiée à l'étranger respectivement par T. G. THOMPSON et R. U. BONNER (1931) et par P. H. MITCHELL et J. L. SOLINGER (1934). Le rapport alcalinité/chlorinité obtenu par ces auteurs pour les eaux étudiées par eux est de loin inférieur à celui trouvé au cours des visites mensuelles à Liefkenshoek; chez eux à 4,5 g Cl ‰, le rapport était de 0,175, à 7 g Cl ‰ il était de 0,154 et à 11 g ‰, il n'était plus que de 0,137. Le calcul de ce facteur pour les observations mensuelles donne les valeurs de la table 13.

TABLE 13.

Escaut à Liefkenshoek.
Facteur alcalinité/chlorinité.

	Alcalinité	Cl g ‰	Facteur
6 octobre 1950	3,625	5,818	0,623
9 novembre 1950	3,762	7,144	0,526
7 décembre 1950	4,158	2,214	1,878
19 janvier 1951	3,495	0,452	7,732
8 février 1951	4,237	0,504	8,406
15 mars 1951	4,151	4,326	0,959
5 avril 1951	3,743	0,243	15,403
8 mai 1951	3,743	1,781	2,101
14 juin 1951	3,940	4,725	0,833
10 juillet 1951	3,832	6,741	0,568
2 août 1951	3,929	11,100	0,353
12 septembre 1951	3,764	4,467	0,842
4 octobre 1951	3,359	5,324	0,630

L'application de ce calcul à l'eau de l'Escaut du 3-4-X-1951 durant vingt-quatre heures, en classant les chlorinités par ordre décroissant en regard de l'alcalinité correspondante nous permet de dresser la table suivante (table 14). Elle est beaucoup plus expressive que la table précédente (table 13).

TABLE 14.

Le rapport Alc/Cl à Liefkenshoek durant 24 heures.

Première marée		Facteur	Seconde marée		Facteur
Cl g ‰	Alcalinité		Cl g ‰	Alcalinité	
8,133	3,587	0,441	8,176	3,653	0,446
7,960	3,783	0,475	8,159	3,613	0,442
7,891	3,607	0,457	8,081	3,718	0,460
7,752	3,626	0,467	8,003	3,666	0,458
7,744	3,679	0,475	7,882	3,587	0,455
7,666	3,640	0,474	7,796	3,613	0,463
6,810	3,659	0,537	7,709	3,659	0,474
6,733	3,718	0,552	6,871	3,711	0,540
6,119	3,679	0,601	6,24	3,672	0,588
5,687	3,816	0,671	5,79	3,685	0,636
5,661	3,672	0,648	5,471	3,868	0,707
5,289	3,894	0,736	5,289	3,816	0,721
5,134	3,714	0,723	4,995	3,894	0,779
4,797	3,907	0,814	4,909	3,764	0,766
4,684	3,711	0,792	4,848	3,855	0,795
4,684	3,718	0,793	4,46	3,845	0,862
4,563	3,921	0,859	4,183	3,927	0,938
3,950	3,947	0,999	3,976	3,999	1,005
3,872	3,921	1,012	3,898	3,979	1,020
3,768	3,862	1,024	3,448	3,907	1,133
3,647	3,816	1,046	3,431	3,947	1,150
3,561	3,953	1,110	3,397	3,842	1,130
3,405	4,051	1,189	3,267	3,999	1,224
2,938	4,025	1,369	3,137	3,894	1,241
2,887	3,992	1,382	2,947	3,914	1,328
2,687	4,058	1,510	2,913	2,914	1,000
			2,775	3,927	1,415

Si d'autre part nous portons sur coordonnées respectivement les chlorinités et les alcalinités correspondantes, nous obtenons une fonction linéaire très nette. Aux basses chlorinités correspondent les alcalinités les plus élevées et réciproquement. On remarque donc encore une fois et très clairement l'influence des eaux d'amont.

4. — L'OXYGÈNE DISSOUS.

Comme il fallait s'y attendre, l'eau de l'Escaut est relativement pauvre en oxygène : recevant des eaux industrielles d'amont, les eaux du Rupel charriant les eaux très fortement polluées de la Nèthe et de la Senne, des eaux ménagères de la ville d'Anvers, le taux de l'oxygène devait s'en ressentir. Au cours de l'année d'observations mensuelles, les dosages ont donné un maximum de 9,803 mg/litre = 79,03 % de la saturation et un minimum de 4,204 g/litre = 39,11 % de la saturation (table 5). L'observation poursuivie durant 24 heures donne toutefois des valeurs un peu inférieures. Le minimum obtenu à l'étape de la seconde marée basse a été

de 1,806 mg/litre = 17,88 % de la saturation, le maximum, à la première marée haute était de 7,444 mg/litre = 76,1 % de la saturation (table 8).

La construction d'un diagramme des % de la saturation est très suggestive et montre très clairement que les maxima correspondent chaque fois aux marées hautes, ce qui était à prévoir puisque l'eau de mer amène de l'eau plus riche en oxygène. Une situation analogue a d'ailleurs été observée au cours de recherches récentes sur la biologie du port d'Ostende (S. LEFEVERE, E. LELOUP et L. VAN MEEL, 1956).

5. — LES SULFATES.

Au cours de douze mois d'observation nous avons pu noter des variations très notables dans les concentrations en sulfates. Le maximum a été 1,037 g % SO_4 , le minimum 0,093 g %, la première valeur correspondant à une marée haute, la seconde à une marée basse. L'allure des

TABLE 15.
Eau de l'Escaut à Liefkenshoek.
Rapport SO_4/Cl
Observations de 24 heures.

Première marée		Facteur	Seconde marée		Facteur
Cl g ‰	SO_4 g ‰		Cl g ‰	SO_4 g ‰	
8,133	0,648	0,0796	8,176	0,6461	0,0790
7,960	0,6422	0,0806	8,159	0,6401	0,0784
7,891	0,6461	0,0818	8,081	0,6473	0,0801
7,752	0,6487	0,0836	8,003	0,6492	0,0811
7,744	0,6435	0,0830	7,882	0,6448	0,0818
7,666	0,6448	0,0841	7,796	0,6447	0,0826
6,810	0,6409	0,0941	7,709	0,6466	0,0838
6,733	0,6429	0,0954	6,871	0,6329	0,0921
6,119	0,6429	0,1050	6,24	0,6296	0,1008
5,687	0,6409	0,1132	5,79	0,6231	0,1076
5,661	0,6422	0,1134	5,471	0,6448	0,1178
5,289	0,6416	0,1213	5,289	0,6166	0,1165
5,134	0,6409	0,124	4,995	0,6429	0,1287
4,797	0,6422	0,133	4,909	0,6127	0,1248
4,684	0,639	0,136	4,848	0,6396	0,1319
4,684	0,6396	0,136	4,46	0,6074	0,1361
4,563	0,6306	0,138	4,183	0,5904	0,1411
3,950	0,6152	0,155	3,976	0,6177	0,1553
3,872	0,579	0,149	3,898	0,6087	0,1561
3,768	0,5974	0,158	3,448	0,5662	0,1642
3,647	0,583	0,159	3,431	0,5467	0,1593
3,561	0,566	0,158	3,397	0,5585	0,1644
3,405	0,554	0,162	3,267	0,514	0,1573
2,938	0,4919	0,167	3,137	0,5185	0,1652
2,887	0,4838	0,167	2,947	0,4979	0,1689
2,687	0,4957	0,184	2,913	0,4915	0,1687
			2,775	0,4786	0,1724

graphiques est analogue à celles des étiages et chlorinité avec cette différence que les sommets sont beaucoup plus larges et que les teneurs assez élevées en sulfates s'observent assez longtemps autour la marée haute. Les maxima observés sont de loin inférieurs à ceux obtenus en Mer du Nord (table 7) et ne se rapprochent que de la moitié de ceux-ci. En effet le maximum de cinq années d'observation y est de 2,7832 g ‰, le minimum de 2,060 g ‰. Au cours de l'expérience de 24 heures, le maximum a été de 0,6487 g ‰, le minimum de 0,4786 g ‰.

En ce qui concerne le rapport Sulfates/Chlore, en eau de mer au « West-Hinder » (L. VAN MEEL, 1957) ce rapport s'établit 0,1412.

Si nous extrayons de ce tableau les chiffres correspondant aux marées hautes et aux marées basses, nous obtenons les valeurs de la table 16.

TABLE 16.

Rapports sulfates/chlore à marée haute et à marée basse.

Marées	Cl g ‰	SO ₄ g ‰	Rapport SO ₄ /Cl
B	2,687	0,4957	0,184
B	3,137	0,5185	0,1652
B	3,267	0,514	0,1573
H	7,666	0,6448	0,0841
H	7,882	0,6448	0,0818

6. — LES NITRITES.

Au cours des explorations mensuelles nous n'avons pas pu songer au dosage des nitrites. Ce n'est qu'au cours de l'expérience de 24 heures en octobre 1951, que l'occasion se présenta pour effectuer leur détermination quantitative (table 8).

Les concentrations les plus élevées se présentent à marée basse lors de la décharge des eaux d'égout. On a mesuré 0,057 mg/litre NO₂ une heure et demie après la marée basse de 0,08 h. La troisième marée basse à 12 h. 25 donna 0,050 mg/litre, alors que la toute première à 11 h. 45, ne donna que 0,035 mg/litre.

Les concentrations les plus faibles se mesurent aux environs de la marée haute. On a observé ainsi 0,007 mg/litre 2,5 h. après la marée haute de 17,01 h. C'est la valeur la plus basse obtenue au cours de ces vingt-quatre heures. Aux deux flux on a mesuré respectivement 0,011 et 0,032 mg/litre.

La comparaison du graphique des nitrites avec celui de la saturation de l'oxygène montre que les concentrations de ces deux substances dissoutes sont en raison inverse, surtout en ce qui concerne la marée basse

de 0,08 h. où la quantité d'oxygène est faible 17,88 % de la saturation correspondant à une teneur de nitrites de 0,052 mg litre NO_2 . La première marée haute de 17 h. 01 donne une saturation en oxygène de l'ordre de 76,1 % avec une teneur en NO_2 de 0,011 mg/litre. Le rapport est moins net, seulement esquissé, pour le second flux, mais le reflux suivant à 12 h. 25 donne de nouveau un taux relativement élevé, notamment 0,050 mg/litre.

Calculées en azote nitreux, N- NO_2 , les teneurs maxima observées deviennent respectivement : $0,057 \times 0,3045 = 0,017$ mg/litre et $0,050 \times 0,3045 = 0,015$ mg/litre. Cette concentration peut être estimée comme très minime et montre que même à marée basse l'autoépuration a atteint ici à Liefkenshoek un degré très élevé.

L'oxygène dissous, si minime soit-il, amené au flux détermine une oxydation en nitrates, de sorte que la teneur en N- NO_3 tombe respectivement à $0,011 \times 0,3045 = 0,0033$ et $0,032 \times 0,3045 = 0,0097$ mg N- NO_3 /litre, toutes concentrations inférieures aux tolérances qui d'après G. SIRJEAN (1951), pour les eaux potables, sont de l'ordre de 0,05 mg N- NO_3 /litre.

7. — LES NITRATES.

Les nitrates, au cours de l'expérience de 24 heures, varient entre 0 et 16,25 mg NO_3 litre, soit entre 0 et $16,25 \times 0,2259 = 3,67$ mg N- NO_3 litre. D'après G. SIRJEAN (1951), déjà cité, la tolérance est inférieure au taux de 6 mg N- NO_3 litre.

Au cours des visites mensuelles on a mesuré les quantités reprises dans la table 17.

TABLE 17.
Escaut à Liefkenshoek.
Mesures mensuelles.
Concentration en nitrates.

Date	NO_3 mg/ litre	N- NO_3 mg/ litre	Date	NO_3 mg/ litre	N- NO_3 mg/ litre
6 X 1950	—	—	5 IV 1951	235,0	53,08
9 XI 1950	43,5	9,82	8 V 1951	0,0	0,0
7 XII 1950	60,0	13,55	14 VI 1951	30,0	6,77
19 I 1951	35,0	7,90	10 VII 1951	55,0	12,42
8 II 1951	250,0	56,47	2 VIII 1951	15,15	3,42
15 III 1951	150,0	33,88	12 IX 1951	16,8	3,79
			4 X 1951	1,525	0,34

Au cours de l'année 1950-1951, les concentrations en nitrates ont atteint un taux très élevé. La plus haute que nous ayons eu l'occasion de mesurer était de 250,0 mg NO_3 litre soit 56,47 mg N- NO_3 litre au mois de février. Au mois d'août elle se montait encore à 235,0 mg NO_3 litre. Elles correspondaient toutes les deux à une marée mi-montante.

Le flux apporte, en général, peu ou pas de nitrates; au reflux, par contre, ils sont plus abondants et proviennent sans aucun doute des eaux d'amont.

Si nous comparons les chiffres obtenus durant 24 heures à Liefkenshoek (table 8), à quelques données sur la Mer du Nord (L. VAN MEEL, 1957), nous voyons que dans l'eau de l'Escaut les nitrates exprimés en NO_3 mg/litre oscillent entre 0 et 250 mg/litre. En Mer du Nord, au West-Hinder, ils ne sont présents qu'en quantités infimes, variant durant trois années d'observations de 1951 à 1953, de 0 à 2,90 mg/litre. L'origine des nitrates dosés dans l'eau de l'Escaut maritime est donc à chercher indiscutablement en amont dans les eaux résiduaires, les eaux de ruissellement, les apports par l'eau de pluie.

L'expérience du 5-VIII-1957 est aussi significative (table 9) : à marée haute, on note 7,425 mg NO_3 /litre, à marée descendante 8,050 mg et à marée basse 9,150 mg/litre.

Quant aux résultats analytiques mensuels de 1950-1951, nous y trouvons un minimum de 0 en mai et un maximum de 250 mg en février. Cette dernière valeur relevée à marée basse, elle-aussi.

Nous voulons saisir l'occasion pour signaler que les hydrobiologistes ont une tendance à négliger les apports de l'azote par l'eau de pluie, comme ceux de l'anhydride carbonique d'ailleurs; on a pu calculer ainsi que dans certaines régions de l'Europe il y a environ 0,36 mg de N-NO_3 et de N-NH_3 en solution par litre d'eau de pluie. En supposant une moyenne annuelle de 1.650 mm d'eau de pluie, on obtient un apport total en azote d'environ 600 mg N par mètre carré, soit 6 kg N par hectare. On voit immédiatement l'intérêt qu'il peut y avoir à relever la pluviométrie d'une région étudiée. A ce sujet nous avons pu observer dans une région de la Belgique que nous étudions régulièrement, une brusque augmentation de l'azote nitrique sous ses trois formes coïncidant exactement avec les chutes de pluie. Comme il s'agit ici d'un phénomène qui s'est passé au mois d'octobre, durant lequel aucune fumure importante n'a été effectuée dans les environs immédiats, il ne peut être question ici d'une source d'azote due uniquement à l'eau de ruissellement.

8. — LES PHOSPHATES.

Le taux des phosphates a varié durant l'année d'observation de 0 à 1,0 mg PO_4 par litre. Au cours de l'expérience de 24 heures, le maximum enregistré a été de 0,45 mg litre et le minimum, de 0,22 mg PO_4 par litre (tables 5 et 8).

Durant l'année 1950-1951, les relevés mensuels montrent des variations de 0 à 0,4 mg PO_4 /litre. Il n'y a malheureusement pas moyen de tirer des conclusions de quelques chiffres relevés. Dans notre publication déjà mentionnée (L. VAN MEEL, 1957) au sujet du milieu marin au West-Hinder, nous avons montré qu'en 1951 on a mesuré des teneurs variant de 0,083 à 0,275 mg PO_4 par litre. En 1953, la concentration est

tombée à zéro à partir du mois de juillet. On voit qu'ici aussi la quantité de PO_4 est inférieure à celle mesurée dans les eaux du Bas-Escaut. L'interprétation des résultats de l'expérience de 24 heures du 3-4-X-1957 n'est pas facile. En général, les concentrations sont de l'ordre de 0,36 mg PO_4 /litre. On observe quelques pointes coïncidant avec l'étalement de marée basse, puis avec la marée mi-descendante, puis deux maxima avec le nouveau reflux. Sans avoir une netteté comme pour les nitrates, on pourrait toutefois voir dans ces quelques faits que les phosphates proviennent aussi essentiellement des eaux d'amont. Ces pointes correspondent à des concentrations de 0,45 et 0,41 mg PO_4 /litre, nettement supérieures à celles de l'eau de mer. Il n'y a pas d'augmentation notable aux marées hautes. On mesure ici 0,36 mg PO_4 /litre.

Pour le moment c'est tout ce que l'on peut déduire des chiffres obtenus au cours de nos recherches.

9. — LA SILICE.

Durant l'année 1950-1951, on a relevé des concentrations variant de 18,08 à 267,5 mg SiO_2 /litre (table 5). L'expérience de 24 heures, le 3-4-X-1951 montre des variations de 0 à 66,3 mg/litre (table 8). Les plus hautes concentrations correspondent aux marées basses, dans les grandes lignes, les minima se trouvent aux environs des marées hautes. Nous avons rassemblé dans la table 18 les teneurs aux deux flux : 18,1 et 29,9 mg/litre, et aux trois reflux : 66,34-66,3 et 48,1 mg SiO_2 /litre. La comparaison avec l'eau de la Mer du Nord au West-Hinder (L. VAN MEEL, 1957) montre que les concentrations dans l'eau du bas-Escaut maritime sont très supérieures à celles observées en mer ou on relève, en effet, qu'en 1953 SiO_2 s'élève de 1,77 à 4,28 mg/litre de janvier à la mi-mai; on mesure SiO_2 = zéro de mai à la mi-décembre et à la fin de l'année on obtient 1,49 mg/litre. L'influence des eaux d'amont en ce qui concerne les teneurs en Silice est donc indéniable.

TABLE 18.

Variations nitrites-nitrates, phosphates-silice au cours de 24 heures pour deux marées hautes et trois marées basses successives. Résultats en mg/litre.

Marée	Heure	Nitrites NO_2	Nitrates NO_3	Phosphates PO_4	Silice SiO_2
H	17,01	0,011	0,0	0,36	18,1
H	5,25	0,032	9,07	0,36	29,9
B	11,45	0,035	16,25	0,38	66,34
B	0,08	0,052	9,55	0,36	66,3
B	12,25	0,050	10,55	0,36	48,1

10. — LE CALCIUM.

Le calcium a été dosé au cours de nos visites mensuelles, durant l'expérience des 24 heures et l'expérience du 5-VIII-1957. Au cours des visites mensuelles on a noté un minimum de 0,104 g Ca par litre en juin et un maximum de 0,276 g litre en août 1951. Il n'y a pas lieu de faire des remarques particulières à ce sujet. Il n'en est pas de même pour l'expérience des 24 heures. Les deux maxima atteints sont respectivement 0,229 et 0,230 g Ca par litre autour des marées hautes; les minima : 0,143, 0,144 et 0,153 g Ca par litre autour de chacune des marées basses. Afin de permettre des comparaisons, on a calculé le rapport Ca/Cl pour les résultats obtenus au cours de l'expérience de 24 heures.

TABLE 19.

Eau de l'Escaut à Liefkenshoek.
Expérience de 24 heures du 3-4-X-1951. Rapport Ca/Cl.

Ca g/l	Cl g/l	Ca/Cl	Ca g/l	Cl g/l	Ca/Cl
B. 0,143	2,687	0,05321	B. 0,150	3,137	0,04781
0,146	2,887	0,05057	0,147	2,947	0,04988
0,147	2,938	0,05003	0,144	2,757	0,05223
0,154	3,405	0,04522	0,146	2,913	0,05012
0,157	3,561	0,04408	0,155	3,448	0,04495
0,162	3,872	0,04183	0,154	3,397	0,04533
0,163	3,950	0,04126	0,162	3,898	0,04155
0,173	4,563	0,03791	0,163	3,976	0,04099
0,176	4,797	0,03668	0,177	4,848	0,03650
0,184	5,289	0,03478	0,180	4,995	0,03603
0,191	5,687	0,03358	0,187	5,471	0,03418
0,208	6,810	0,03054	0,224	7,796	0,02873
0,222	7,666	0,02895	0,226	7,882	0,02867
H. 0,229	8,133	0,02815	H. 0,230	8,176	0,02813
0,223	7,752	0,02876	0,230	8,159	0,02818
0,226	7,891	0,02864	0,227	8,003	0,02836
0,223	7,744	0,02879	0,222	7,709	0,02879
0,227	7,960	0,02851	0,229	8,081	0,02833
0,208	6,733	0,03089	0,210	6,871	0,03056
0,197	6,119	0,03219	0,200	6,24	0,03205
0,190	5,661	0,03356	0,192	5,79	0,03316
0,182	5,134	0,03544	0,184	5,289	0,03478
0,175	4,684	0,03736	0,178	4,909	0,03625
0,175	4,684	0,03736	0,171	4,46	0,03834
0,160	3,768	0,04246	0,167	4,183	0,04090
B. 0,158	3,647	0,04332	0,155	3,431	0,04517
			B. 0,152	3,267	0,04652

La comparaison du rapport Ca/Cl moyen à marée haute à celui obtenu pour l'eau de mer (table 7) donne :

$$\text{Rapport Ca/Cl eau de mer} = 0,02393$$

$$\text{Rapport Ca/Cl moyen à marée haute} = 0,02814$$

11. — LE MAGNESIUM.

En ce qui concerne le magnésium, des considérations analogues s'y appliquent. Pour les relevés mensuels (table 5), on a noté un maximum de 0,723 g Mg par litre en avril et deux minima de 0,054 g Mg par litre respectivement en janvier et février. En ce qui concerne l'expérience des 24 heures (table 8), on a établi le rapport Mg/Cl (table 20).

TABLE 20.

Eau de l'Escaut à Liefkenshoek.
Expérience de 24 heures du 3-4-X-1951. Rapports Mg/Cl.

Mg g/l	Cl g/l	Mg/Cl	Mg g/l	Cl g/l	Mg/Cl
B. 0,201	2,687	0,07480	B. 0,231	3,137	0,07363
0,216	2,887	7481	0,219	2,947	7431
0,219	2,938	7454	0,207	2,757	7508
0,249	3,405	7312	0,216	2,913	7415
0,261	3,561	7329	0,238	3,448	6902
0,280	3,872	7231	0,234	3,397	6888
0,284	3,950	7189	0,281	3,898	7208
0,324	4,563	7100	0,286	3,976	7193
0,340	4,797	7087	0,344	4,848	7095
0,374	5,289	7071	0,353	4,995	7067
0,398	5,687	6998	0,385	5,471	7037
0,472	6,810	6930	0,538	7,796	6900
0,529	7,666	6900	0,542	7,882	6876
H. 0,559	8,133	6873	H. 0,562	8,176	6873
0,535	7,752	6901	0,561	8,159	6875
0,544	7,891	6893	0,550	8,003	6872
0,535	7,744	6908	0,532	7,709	6901
0,547	7,960	6871	0,556	8,081	6880
0,468	6,733	6950	0,477	6,871	6842
0,426	6,119	6961	0,435	6,24	6971
0,397	5,661	7012	0,406	5,79	7012
0,363	5,134	7070	0,374	5,289	7071
0,334	4,684	7130	0,348	4,909	7089
0,334	4,684	7130	0,318	4,46	7130
0,274	3,768	7271	0,301	4,183	7195
B. 0,264	3,647	7238	0,251	3,431	7315
			B. 0,240	3,267	7346

Ici aussi, les deux maxima 0,559 g litre et 0,562 g litre correspondent aux deux marées hautes et les minima 0,201-0,231 et 0,240 aux trois marées basses. La comparaison du rapport Mg/Cl moyen à marée haute, obtenu pour l'Escaut au même facteur pour l'eau de mer donne le résultat suivant :

$$\text{Rapport Mg/Cl eau de mer} = 0,06895$$

$$\text{Rapport Mg/Cl moyen à marée haute} = 0,06873$$

TABLE 21.
Balances ioniques. Expérience de 24 heures du 3-4-X-1951.

Marée Heure	anions litre	Milliéqui- valents	%	cations litre	Milliéqui- valents	%
basse 12 h 38	Alcalin. 4,058	4,05	4,50	Ca ⁺⁺ 0,143 g	7,13	7,91
	SO ₄ = 0,4957 g	10,32	11,44	Mg ⁺⁺ 0,201 g	16,52	18,32
	Cl ⁻ 2,687 g	75,77	84,05	Na ⁺ + K ⁺ →	66,49	73,77
		90,14	99,99		90,14	100,00
mi-mont- tante 14 h 23	Alcalin. 3,947	3,94	3,08	Ca ⁺⁺ 0,163 g	8,13	6,34
	SO ₄ = 0,6152 g	12,80	9,99	Mg ⁺⁺ 0,284 g	23,35	18,22
	Cl ⁻ 3,950 g	111,39	86,92	Na ⁺ + K ⁺ →	96,65	75,43
		128,13	99,99		128,13	99,99
haute 17 h 01	Alcalin. 3,640	3,64	1,56	Ca ⁺⁺ 0,222 g	11,07	4,74
	SO ₄ = 0,6448 g	13,42	5,75	Mg ⁺⁺ 0,529 g	43,50	18,64
	Cl ⁻ 7,666 g	216,18	92,68	Na ⁺ + K ⁺ →	178,67	76,60
		233,24	99,99		233,24	99,98
mi-des- cendante 20 h 04	Alcalin. 3,718	3,72	1,79	Ca ⁺⁺ 0,208 g	10,38	5,01
	SO ₄ = 0,6429 g	13,38	6,46	Mg ⁺⁺ 0,468 g	38,48	18,59
	Cl ⁻ 6,733 g	189,87	91,73	Na ⁺ + K ⁺ →	158,11	76,39
		206,97	99,98		206,97	99,99
basse 0 h 08	Alcalin. 3,894	3,89	3,78	Ca ⁺⁺ 0,150 g	7,48	7,26
	SO ₄ = 0,5185 g	10,79	10,47	Mg ⁺⁺ 0,231 g	18,99	18,43
	Cl ⁻ 3,137 g	88,40	85,76	Na ⁺ + K ⁺ →	76,61	74,32
		103,08	100,01		103,08	100,01
mi-mont- tante 2 h 45	Alcalin. 3,979	3,98	3,14	Ca ⁺⁺ 0,162 g	8,08	6,39
	SO ₄ = 0,6087 g	12,67	10,01	Mg ⁺⁺ 0,281 g	23,10	18,26
	Cl ⁻ 3,898 g	109,92	86,84	Na ⁺ + K ⁺ →	95,38	77,36
		126,57	99,99		126,56	100,01
haute 5 h 25	Alcalin. 3,587	3,58	1,50	Ca ⁺⁺ 0,226 g	11,27	4,71
	SO ₄ = 0,6448 g	13,42	5,61	Mg ⁺⁺ 0,542 g	44,57	18,63
	Cl ⁻ 7,882 g	222,27	92,89	Na ⁺ + K ⁺ →	183,44	76,66
		239,27	100,00		239,28	100,00
mi-des- cendante 8 h 25	Alcalin. 3,711	3,71	1,76	Ca ⁺⁺ 0,210 g	10,48	4,97
	SO ₄ = 0,6329 g	13,17	6,26	Mg ⁺⁺ 0,477 g	39,23	18,62
	Cl ⁻ 6,871 g	193,76	91,98	Na ⁺ + K ⁺ →	160,95	76,40
		210,64	100,00		210,66	99,99
11 h 25	Alcalin. 3,927	3,93	2,93	Ca ⁺⁺ 0,67 g	8,33	6,21
	SO ₄ + +0,5904 g	12,29	9,16	Mg ⁺⁺ 0,301 g	24,75	18,45
	Cl ⁻ 4,183 g	117,96	87,91	Na ⁺ + K ⁺ →	101,09	75,34
		134,18	100,00		134,17	100,00
basse 12 h 25	Alcalin. 3,999	3,99	3,74	Ca ⁺⁺ 0,152 g	7,58	7,10
	SO ₄ + +0,514 g	10,70	10,02	Mg ⁺⁺ 0,240 g	19,73	18,47
	Cl ⁻ 3,267 g	92,13	86,24	Na ⁺ + K ⁺ →	79,51	74,41
		106,82	100,00		106,82	99,98

12. — POTASSIUM ET SODIUM.

Ces deux corps ont été dosés uniquement afin de permettre l'établissement de balances ioniques exactes. Leurs concentrations ne donnent lieu à aucun commentaire.

13. — LE RAPPORT SO_4/Ca .

Le calcul du rapport Ca/Cl (table 7) a permis de montrer pour les deux marées hautes, que le rapport s'établit 0,02814 très éloigné de celui obtenu en Mer du Nord au « West-Hinder » (L. VAN MEEL, 1957) qui est de 0,02393, alors que nous avons supposé qu'au flux ces rapports auraient été très voisins.

Pour le Magnesium, au contraire, nous avons obtenu un rapport analogue sinon identique : en mer $Mg/Cl = 0,06895$ et à Liefkenshoek = 0,06873. Nous avons cru pouvoir supposer un comportement spécial du calcium. Dans le but de vérifier jusqu'à quel point il nous était permis de suivre notre hypothèse nous avons calculé des balances ioniques et le % de milliéquivalents totaux pour les principaux états de marée durant 24 heures (table 21).

Nous avons reporté ces valeurs en % sur un graphique de travail, non publié, qui nous a montré qu'en réalité ces % ne varient pas dans de très larges mesures, sauf en ce qui concerne le calcium et l'ion sulfurique. Nous avons alors extrait de la table 21, les % des ions aux principaux états de marée choisis dans ce but (table 22).

TABLE 22.

Variations à plusieurs états de marée des divers ions en % des milliéquivalents totaux.

Marée	Basse	Mi-montante	Haute	Mi-descendante	Basse	Mi-montante	Haute	Mi-descendante	11 h 25	Basse
CO_2	4,50	3,08	1,56	1,79	3,78	3,14	1,50	1,76	2,93	3,74
SO_4	11,44	9,99	5,75	6,46	10,47	10,01	5,61	6,26	9,16	10,02
Cl	84,05	86,92	92,68	91,73	85,76	86,84	92,89	91,98	87,91	86,24
Ca	7,91	6,34	4,74	5,01	7,26	6,39	4,71	4,97	6,21	7,10
Mg	18,32	18,64	18,64	18,59	18,43	18,26	18,63	18,62	18,45	18,47
Na	73,77	76,60	76,60	76,39	74,32	77,36	77,66	76,40	75,34	74,41

On remarque tout de suite que le magnesium reste pratiquement constant, de même que les alcalins, le chlore ne variant que dans des limites assez étroites : 84,05 à 92,89 %. Nous ne pensons pas devoir tenir compte de l'ion CO_2 . Au contraire, le calcium varie de 4,74 % à 7,91 % et l'ion

sulfurique de 5,61 % à 11,44 %. Nous avons été frappés par les % très rapprochés pour Ca et SO₄ à certains moments et avons composé alors une table supplémentaire (table 23) groupant les % du Ca en regard des % du SO₄ et avons calculé alors un rapport hypothétique SO₄/Ca en partant des % des milliéquivalents. Ce rapport, pour tous les états de marée envisagés oscille entre 1,5 et 1,18.

TABLE 23.
Eau de l'Escaut à Liefkenshoek
Expérience de 24 heures
Calcium et sulfates à certains états de marée. % de milliéquivalents.

Marée	Ca %	SO ₄ %	Rapport des % SO ₄ /Ca
Basse	7,91	11,44	1,4
Mi-montante	6,34	9,99	1,5
Haute	4,74	5,75	1,2
Mi-descendante	5,01	6,46	1,2
Basse	7,26	10,47	1,4
Mi-montante	6,39	10,01	1,5
Haute	4,71	5,61	1,18
Mi-descendante	4,97	6,26	1,2
11,25 h	6,21	9,16	1,4
Basse	7,10	10,02	1,39

Un fait remarquable se manifeste pour deux marées hautes et mi-descendantes : à ce moment ce rapport est 1,2 ou très voisin. Le graphique de travail est aussi formel à ce sujet.

Nous pensons pouvoir conclure de ces calculs qu'aux environs de la marée haute il doit probablement se produire une précipitation de CaSO₄ conduisant à la réduction du rapport de % SO₄/Cl. On assisterait alors à une décalcification physico-chimique avec enrichissement ultérieur de la vase en SO₄. Le retour à un rapport plus élevé durant les autres états de marée serait alors dû aux nouveaux apports par flux et reflux. Il est trop tôt pour conclure définitivement à l'existence réelle de ce phénomène. D'autres recherches et calculs seront nécessaires et il ne peut être question ici que d'une hypothèse.

* * *

En ce qui concerne les limites à assigner à l'eau saumâtre et à l'eau de mer, nous nous tiendrons aux définitions suivantes :

Classification proposée par H. C. REDEKE (1933) :

Eaux oligohalines :	0,1 à 1,0 g Cl ‰
a-mésahalines :	1,0 à 5,0
b-mésahalines :	5,0 à 10,0
polyhalines :	10,0 g Cl ‰

Vers la même époque J. VALIKANGAS a proposé une subdivision poussée un peu plus loin :

	salinité
Eaux douces :	0,0 à 0,5
oligohalines :	0,5 à 3,0 (eaux saumâtres)
meiomesohalines :	3,0 à 8,0-10,0 »
pleiomesohalines :	8,0(10,0) à 16,5 »
polyhalines :	16,5 à 30,0 »
Eau de mer :	> 30,0 ‰

La limite supérieure pour les eaux saumâtres a été fixée à 17 g Cl ‰, correspondant à une salinité totale de $\pm 30,0$ g ‰, l'eau de mer côtière ayant une salinité d'environ $\pm 30,0$ ‰ et l'eau de la mer du Nord proprement dite possédant ± 35 ‰.

Comme limite inférieure entre l'eau douce et l'eau saumâtre + H. C. REDEKE (1948) a adopté une chlorinité de 0,1 g Cl ‰, étant donné que toutes les eaux situées en terrain surélevé, donc sur le diluvium et dans les dunes où un mélange avec de l'eau de mer est exclu, possèdent une chlorinité tout au plus de 100 mg Cl au litre.

En ce qui concerne le plancton des eaux saumâtres, P. VAN OYE (1920) a proposé les termes suivants :

Oligohyphalmyroplancton, lorsque la teneur en sel ne dépasse pas 15 ‰;

Polyhyphalmyroplancton, lorsque la teneur varie de 15 à 30 ‰;

Haliplancton, teneur en sel au delà de 30 ‰.

IV. — LE MICROPLANCTON.

L'étude du microplancton faisant l'objet de cette publication est basée sur des prélèvements mensuels faits au débarcadère de Liefkenshoek, sur une observation de vingt-quatre heures et sur des prélèvements occasionnels faits entre 1939 et 1940. Nous avons en outre eu l'occasion d'étudier du plancton récolté par nous-même à Breskens, dans l'Escaut occidental. Si nous ajoutons à cela les anciens relevés épars dans la littérature, nous pouvons estimer que nous disposons d'un matériel assez considérable permettant d'utiles comparaisons.

A. — LES ANCIENNES OBSERVATIONS.

Pour ces observations il faut se contenter des seuls renseignements fournis par H. VAN HEURCK dans son « Synopsis des Diatomées de

Belgique » (1885) quoique des données précises sur l'endroit de récolte fassent la plupart du temps complètement défaut. On ne sait pas non plus, dans la majorité des cas, faire une discrimination entre les espèces planctoniques et benthiques, les auteurs de cette époque ne s'occupant pas encore de limnologie mais avant tout de systématique et tout étant encore à créer à ce premier point de vue.

Nous nous contenterons donc d'énumérer simplement ici les espèces accompagnées de la mention : Escaut. Nous relevons ainsi successivement : *Mastogloia exigua*, *Navicula peregrina*, *Navicula salinarum*, *Navicula viridula* var. *Slesvicensis*, *Navicula gregaria*, *Navicula interrupta*, *Navicula didyma*, *Navicula Smithii*, *Navicula pretexta*, *Navicula forcipata*, *Navicula crucicula*, *Navicula crucicula* var. *protracta*; *Navicula palpebralis* (embouchure de l'Escaut), *Navicula palpebralis* var. *angulosa*, *Navicula formosa*, *Navicula amphisbaena* var. *subsalsis* et *forma major*, *Schizonema Smithii* (embouchure de l'Escaut), *Schizonema crucigerum*, *Scoliopleura tumida*, *Pleurosigma angulatum*, *Pleurosigma angulatum* var. *elongatum*, *Pleurosigma Hippocampus*, *Pleurosigma balticum* var. *Brebissonii*, *Pleurosigma Spencerii* var. *curvula*, *Pleurosigma Fasciola*, *Pleurosigma macrum*, *Pleurosigma eximium*, *Cocconeis dirupta*, *Raphoneis amphiceros*, *Raphoneis Caduceus* (Escaut à Anvers et à Flessingue), *Grammatophora serpentina*, *Rhabdonema arcuatum*, *Nitzschia navicularis*, *Nitzschia circumscuta* (Flessingue), *Nitzschia sigma* var. *intercedens*, *Nitzschia spectabilis*, *Nitzschia vitrea*, *Surirella striatula* var. *biplicata*, *Surirella Gemma*, *Surirella ovalis* var. *Crumena* (Anvers, commune dans l'Escaut), *Surirella ovalis* var. *salina*, *Campylodiscus parvulus*, *Campylodiscus Echeneis*, *Melosira Westii*, *Melosira sulcata*, *Bellerochea malleus*, *Biddulphia aurita*, *Biddulphia rhombus*, *Biddulphia rhombus* var. *trigona*, *Biddulphia granulata*, *Biddulphia turgida*, *Biddulphia Smithii*, *Biddulphia Favus*, *Biddulphia alternans*, *Biddulphia sculpta*, *Auliscus sculptus*, *Eupodiscus argus*, *Actinoptychus undulatus*, *Actinoptychus splendens*, *Hyalodiscus stelliger*, *Cyclotella striata*, *Actinocyclus Ralfsii*, *Coscinodiscus subtilis* var. *normanii*.

Le Prodrome de la Flore belge par E. DE WILDEMAN et TH. DURAND (1898-1907) reprend toutes ces espèces de même que la Flore des algues de Belgique par E. DE WILDEMAN (1896). Nous y trouvons en outre : *Amphora marina*, *Navicula Beyrichiana*, *Pleurosigma strigile*. Il est probable que beaucoup d'espèces accompagnées de la mention : Anvers (saumâtre) se rapportent à l'Escaut, mais, devant l'incertitude nous ne les avons pas mentionnées dans le présent travail.

En 1912, W. CONRAD et H. KUFFERATH ont publié quelques espèces trouvées par eux à divers endroits du fleuve : *Navicula peregrina*, *Navicula didyma*, *Rhabdonema arcuatum*, *Surirella ovalis* var. *ovata*, *Chaetoceros varians*, *Chaetoceros Wighamii*, *Melosira Westii*, *Biddulphia Favus*, *Eucampia Zoodiacus*, *Raphoneis amphiceros*, *Raphoneis amphiceros* var.

rhomboica, *Grammatophora serpentina*, *Campylodiscus Clypeus*, *Rhizosolenia imbricata*, *Ditylium Brightwellii*, *Coscinodiscus subtilis*.

A. C. J. VAN GOOR (1923) a publié dans une étude sur le nanoplancton de la Mer du Nord méridionale les noms de quelques espèces récoltées dans l'Escaut oriental par H. C. REDEKE : *Coscinodiscus excetricus*, *Actinoptychus undulatus*, *Rhizosolenia Stolterfothii*, *Rhizosolenia setigera*, *Streptotheca thamensis*, *Biddulphia aurita*, *Biddulphia regia*, *Biddulphia rhombus*, *Ditylium Brightwellii*, *Biddulphia alternans*, *Ceratium fusus*.

Nous ne pouvons clôturer cette énumération sans faire mention du magnifique travail de + W. CONRAD et H. KUFFERATH (1954) sur les eaux saumâtres de Lilloo. A côté de l'étude proprement dite de ces biotopes particuliers, le mémoire renferme quelques renseignements sur les organismes du plancton de l'Escaut empruntés soit à H. VAN HEURCK, soit à L. VAN MEEL, leurs recherches n'ayant pas été étendues jusqu'à l'eau de l'Escaut.

B. — LES OBSERVATIONS ENTRE 1939 ET 1940.

Les récoltes effectuées durant cette période ne répondent pas à un plan général préétabli. Elles furent faites lors de nos recherches sur les eaux poldériennes lorsque notre route nous amenait à proximité du fleuve. Nous noterons donc uniquement l'inventaire obtenu par l'analyse microscopique. Nos moyens ne nous permettaient pas de faire davantage à cette époque.

4-VI-1939. Escaut à Lilloo : *Pediastrum duplex var. reticulatum*, *Biddulphia rhombus*, *Biddulphia sinensis*, *Bellerochea malleus*, *Rhizosolenia longiseta*, *Biddulphia regia*, *Hyalodiscus stelliger*, *Coscinodiscus radiatus*, *Coscinodiscus subtilis*.

27-VI-1939. Escaut à Breskens : *Guinardia flaccida*, *Peridinium conica*, *Cerataulus Smithii*, *Ditylium Brightwellii*, *Biddulphia regia*, *Thalassiosira rotula*, *Pediastrum Boryanum*, *Asterionella japonica*, *Rhizosolenia setigera*, *Coscinodiscus subtilis*, *Actinoptychus undulatus*, *Coscinodiscus concinnus*, *Chaetoceros danicus*, *Biddulphia rhombus*, *Biddulphia alternans*.

Le même jour à marée haute dans le petit port de Breskens nous avons noté : *Chaetoceros danicus*, *Thalassiosira rotula*, *Thalassiosira decipiens*, *Coscinodiscus concinnus*, *Guinardia flaccida*, *Asterionella japonica*, *Rhizosolenia longiseta*, *Biddulphia regia*, *Melosira splendens*.

31-III-1940. Escaut à Lilloo : Marée descendante. *Scenedesmus quadricauda* (2 et 4 cellules), *Coscinodiscus subtilis* (assez abondant), *Ankistrodesmus setigerus* (assez abondant).

14-IV-1940. A la hauteur de Calloo : *Biddulphia rhombus*, *Coscinodiscus subtilis*, *Coscinodiscus excentricus*, *Pleurosigma angulatum*, *Surirella Smithii*.

5-V-1940. A la hauteur d'Austruweel : *Asterionella formosa* (abondant), *Synura uvella*, *Scenedesmus obliquus*, *Pediastrum Boryanum*, *Fragilaria capucina*, *Scenedesmus quadricauda* (cénobe à 10 cellules), *Coscinodiscus subtilis* (très abondant), *Synedra Ulna*, *Synedra acus*, *Pediastrum duplex*, *Eudorina elegans*.

21-VII-1940. Lilloo; Marée descendante : *Crucigenia Tetrapedia*, *Merismopedia tenuissima*, *Ankistrodesmus falcatus*, *Scenedesmus acuminatus*. Toutes espèces très rares.

Le même jour à marée haute nous avons trouvé : *Scenedesmus acuminatus*, *Closterium acerosum*, *Crucigenia Tetrapedia*.

15-IX-1940. A la hauteur de Berendrecht : *Crucigenia Tetrapedia*, *Kirchneriella lunaris*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Chaetoceros* sp., *Asterionella formosa*, *Tabellaria fenestrata*, *Biddulphia sinensis*, *Coscinodiscus subtilis*, *Biddulphia rhombus*.

15-XII-1940. A la hauteur de Lilloo; Marée basse : *Scenedesmus quadricauda*, *Synedra acus*, *Asterionella formosa*.

28-IX-1940. A la hauteur de Calloo; Marée descendante : *Scenedesmus acuminatus*, *Pediastrum duplex*, *Tabellaria fenestrata*, *Pinnularia viridis*, *Closterium pronum*, *Synedra acus*.

C. — LES OBSERVATIONS MENSUELLES DE 1950-1951.

Nous avons rassemblé dans la table 24 le résultat de nos observations durant cette période. La population phytoplanctonique a été dénombrée chaque fois et le résultat exprimé en %.

D. — EVOLUTION DU MICROPLANCTON AU COURS DE 24 HEURES. EXPÉRIENCE DU 3-4-X-1951.

Au cours de nos observations physiques et chimiques durant vingt-quatre heures, nous avons prélevé à des intervalles horaires un échantillon de phytoplancton ce qui nous permet de dresser la table 25 donnant ainsi la succession des éléments du plancton au cours d'une journée complète.

L'examen de cette table montre que *Coscinodiscus subtilis*, *Cyclotella comta* et *Biddulphia rhombus* sont les éléments principaux et dominants de ce plancton d'octobre. Si nous groupons tous nos résultats par classes et sous-classes : Bacillariophyceae, Chlorophyceae et Cyanophyceae, c'est la première classe qui domine de loin.

TABLE 24.
Population phytoplanktonique à Liefkenshoek.
Relevés mensuels 1950-1951.

Mois	1950			1951									
	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
<i>Coscinodiscus subtilis</i>	52	70	95	100	90	80	68	85	70	40	90	85	60
<i>Pleurosigma fasciola</i>	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Asterionella japonica</i>	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Scenedesmus obliquus</i>	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25
<i>Rhizosolenia hebetata</i> fa <i>semispina</i>	2	2	—	—	—	—	—	—	—	10	—	—	—
<i>Surirella gemma</i>	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Synedra acus</i>	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cyclotella comta</i>	4	12	5	—	10	20	20	10	25	45	10	10	15
<i>Closterium acerosum</i>	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Triceratium Favus</i>	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Biddulphia rhombus</i>	—	4	—	—	—	—	12	—	5	5	—	5	—
<i>Biddulphia regia</i>	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Biddulphia alternans</i>	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Actinoptychus undulatus</i>	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—

E. — LES OBSERVATIONS AU COURS DE L'EXPÉRIENCE DU 5 AOÛT 1957.

Nous avons récolté du microplancton respectivement à marée mi-montante, haute, mi-descendante en basse. Les organismes se répartissent comme suit :

TABLE 26.
Relevé du microplancton le 5-VIII-1957.

	mi-montante	haute	mi- descendante	basse
<i>Cyclotella comta</i>	52 %	48 %	64 %	74 %
<i>Coscinodiscus subtilis</i>	36	36	26	16
<i>Melosira moniliformis</i>	4	8	6	4
<i>Actinopterychus undulatus</i>	4	—	—	—
<i>Cerataulus Smithii</i>	2	—	—	—
<i>Synedra acus</i>	—	4	—	—
<i>Raphoneis amphiceros</i>	—	—	4	—
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	—	—	—	4
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	2	4	—	—
<i>Oocystis solitaria</i>	—	—	—	2

Le groupement par classes et sous-classes donne l'aspect suivant :

TABLE 27.
Relevé du microplancton le 5-VIII-1957.

Marée	mi-montante	haute	mi- descendante	basse
Bacillariophyceae	98 %	96 %	100 %	94 %
Chlorophyceae (Protococcales) ...	2	4	—	6

Les observations faites toutes les heures au sujet de la succession du plancton au cours de vingt-quatre heures ne montrent pas de relations effectives entre les facteurs chimiques relevés et le plancton. A chaque prélèvement horaire on a pu dénombrer une population de Bacillariophycées de 80 à 100 %. Toutefois, nous estimons que l'influence du flux et du reflux joue un certain rôle dans la composition de ce plancton car on remarque que les seuls éléments des Chlorophycées et des Cyanophycées ont été relevés entre flux et reflux (11 h. 45 à 17 h. 01) et entre marée basse et marée haute (0 h. 08 et 5 h. 25), ce qui tend à montrer que ces planctontes proviendraient bien de décharges d'eaux poldériennes en amont, probablement dans les environs immédiats de Liefkenshoek.

Au cours de l'expérience du 5 août 1957, la situation est moins nette. On remarque cependant qu'à marée basse les Protococcales ont une pré-

sence relative de 6 % contre 2 et 4 % respectivement à marée mi-montante et marée haute.

V. — REPARTITION GEOGRAPHIQUE. ECOLOGIE DES ESPECES PLANCTONIQUES.

Afin de rendre la consultation de ces pages et de nos publications futures au sujet des eaux saumâtres plus facile, nous énumérons ci-après la définition des termes écologiques utilisés dans le système des halobiontes tel qu'il a été établi par R. W. KOLBE (1927).

1. — EUHALOBES.

Organismes dont le développement maximum et la répartition se situent entre 30 et 40 ‰ de salinité, donc dans l'eau de mer.

2. — MESOHALOBES.

Organismes dont le développement maximum et la répartition se situent à des salinités inférieures à 5 ‰. On subdivise les organismes de ce groupe en :

a) Halophiles, dont le développement peut-être stimulé par de petites concentrations salines; se présentent pour cette raison en grandes quantités dans les eaux saumâtres; leur véritable milieu est cependant l'eau douce.

b) Indifférents. Organismes des eaux douces. On les appelle aussi parfois limnophiles. Les formes euryhalines de ce groupe peuvent, dans certaines circonstances s'avancer assez loin dans l'eau saumâtre. Contrairement au groupe précédent des halophiles, le nombre des individus diminue avec l'augmentation de la concentration saline.

c) Halophobes. Espèces sténohalines, évitant le sel. Elles craignent même les moindres concentrations de sels normalement dissous dans les eaux douces.

Signalons, en outre, que H. J. STAMMER (1935) a préconisé une subdivision des organismes marins de la manière suivante :

Organismes sténohalins (typiquement marins)	Salinité 25 - 35 ‰
euryhalins	15 - 25 ‰
pleiomésosalins	8 - 15 ‰
meiomésosalins	2 à 3 - 8 ‰

On appelle encore holoeuryhalins, les organismes communs à l'eau douce et à l'eau marine : salinité de 0 à 35 ‰.

L'analyse de la table 24 permet de faire les observations suivantes :

1. — Au cours de douze mois de prélèvements mensuels, trois espèces seulement ont constitué la population microplanctonique, en des proportions différentes mais notables, ce sont : *Coscinodiscus subtilis* et *Cyclotella comta* pour les Bacillariophycées et *Aphanizomenon flos-aquae* pour les Cyanophycées. Deux de ces trois espèces se sont montrées toute l'année : *Coscinodiscus subtilis* et *Cyclotella comta*.

2. — La comparaison de la fréquence de ces trois espèces avec la chlorinité montre (table 28) que les deux diatomées principales sont à considérer comme mésahalobes, presque comme euhalobes (mois d'août 1951), elles sont b-mesohalines à polyhalines.

TABLE 28.
Fréquences des espèces dominantes par rapport
à la salinité 1950-1951.

Mois	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
<i>Coscinodiscus subtilis</i> %	52	70	95	100	90	80	68	85	70	40	90	85	60
<i>Cyclotella comta</i> % ...	4	12	5	—	10	20	20	10	25	45	10	10	15
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> %	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C1 gr %	5,8	7,1	2,2	0,4	0,5	4,3	0,2	1,7	4,7	6,7	11,1	4,4	5,3

Ces données permettent de faire d'utiles comparaisons avec d'autres estuaires similaires. H. C. REDEKE (1932) donne comme caractéristiques de l'estuaire du Rhin, les organismes phytoplanctoniques : *Tabellaria fenestrata* var. *asterionelloides*, *Stephanodiscus astraea* et *Melosira helvetica*.

Pour l'estuaire de la Meuse il note : *Eudorina elegans*, *Melosira annulata*, *Cyclotella laevissima*, *Stephanodiscus Hantzschii*, *Asterionella gracillima*, *Diatoma elongatum*, *Fragilaria crotonensis*, *Synedra acus*, var. *delicatissima*, *Nitzschia acicularis*, *Nitzschia actinastroides*.

Pour le Hollands Diep il renseigne les espèces suivantes : *Stephanodiscus Hantzschii*, *Diatoma elongatum*, *Fragilaria crotonensis*, *Synedra acus* var. *delicatissima*, *Tabellaria fenestrata* var. *asterionelloides*, *Asterionella gracillima*, *Eudorina elegans*.

Coscinodiscus Rothi constitue la masse principale du plancton. Certaines diatomées néritiques sont parfois abondantes : *Biddulphia sinensis*, *Chaetoceros sociale* et d'autres.

K. THIEMANN (1934) décrit pour l'Elbe inférieure, à marée descendante la situation suivante : la diatomée *Coscinodiscus Rothi* var. *Normanii* est particulièrement abondante. R. VOLK avait déjà constaté en 1903, que cette espèce qu'il déterminait comme *Coscinodiscus Normanii*, était dominante. Cette espèce était déterminée comme *Coscinodiscus subtilis* par A. HETZSCHEL (1928) et fut considérée par lui comme élément principal d'une association planctonique des estuaires des grands fleuves de l'Allemagne de l'Ouest comprenant *Coscinodiscus subtilis* et le copépode *Eurytemora affinis*.

Malgré que cette diatomée appartienne aux espèces marines, elle possède cependant un caractère fortement euryhalin, une large répartition géographique dans les eaux douces des fleuves et elle y atteint des maxima considérables. Nous avons d'ailleurs attiré l'attention dans l'énumération systématique des espèces planctoniques, qui clôt ce travail, sur l'écologie toute particulière de *Coscinodiscus subtilis*.

Dans l'Elbe, les espèces de *Scenedesmus* et *Coscinodiscus Normanii* diminuent en quantité à mesure de l'augmentation de la salinité.

Malgré le nombre forcément restreint d'observations, nous pouvons cependant, en première approximation, décomposer cette liste en Chlorophycées et Bacillariophycées, afin de permettre une comparaison entre le plancton des eaux en aval d'Anvers et celles en amont de la même localité.

Sur 27 espèces au total, on dénombre 16 Chlorophycées, 7 Bacillariophycées et 4 varia, soit respectivement : 59,2 - 25,9 et 14,8 %. La table 29 montre la composition du microplancton en aval et en amont d'Anvers.

TABLE 29.
Composition centésimale du microplancton
en aval et en amont d'Anvers.

	Amont	Aval
Chlorophycées	16 soit 59,2 %	15 soit 23,07 %
Bacillariophycées	7 soit 25,9 %	46 soit 70,76 %
Varia	4 soit 14,8 %	4 soit 6,15 %

Il n'y a donc aucun obstacle à affirmer qu'en première approximation le microplancton en aval d'Anvers est caractérisé par 70 % de Diatomées et 23 % de Chlorophycées, alors que celui d'amont est composé de 59 % de Chlorophycées et de 25 % de Diatomées seulement. Des observations plus nombreuses et plus fréquentes permettraient sans aucun doute de serrer la vérité de plus près. Quoi qu'il en soit, les chiffres publiés ici permettent de se faire une idée de la situation.

La comparaison de ces données avec les chiffres de chlorinité de la table 3 nous autorise à situer la limite de répartition de ces deux popula-

tions entre Anvers et Rupelmonde, c'est à dire assez près d'Anvers à la hauteur plus que probablement du confluent du Rupel où, d'après le graphique publié par R. E. L. CODDE (1951) la concentration en chlorure de sodium est en moyenne de l'ordre de 6 à 7 grammes au litre maximum et de 1 g au minimum, soit respectivement 3,6 à 4,2 g Cl ‰ et de 0,6 au minimum en se basant sur les chiffres obtenus le 4-VIII-1949 et le 13-I-1950, ces valeurs ne constituant pas une moyenne.

Si nous décomposons la liste des espèces renseignées dans l'énumération systématique en espèces marines et dulcicoles, nous obtenons les proportions suivantes : sur les 65 espèces dénombrées entre Berendrecht et Anvers, nous trouvons :

Espèces typiquement marines :	40	soit	61,5 %
Espèces dulcicoles :	25		38,5 %
Total			65

D'autre part, la répartition en groupes systématiques nous donne les proportions suivantes :

Chlorophycées	15	soit	23,07 %
Bacillariophycées	46	soit	70,76 %
Varia	4	soit	6,15 %

La plupart des espèces marines ayant été décrites comme néritiques, il n'est pas étonnant par conséquent qu'on les trouve dans le plancton de l'estuaire.

Nous disposons de quelques observations sur le microplancton en amont d'Anvers que nous publions ci-après afin de pouvoir établir une comparaison entre ces deux biotopes parfaitement différents de l'Escaut.

28-IV-1940. Tamise : *Asterionella formosa*, *Coscinodiscus lacustris*, *Coscinodiscus subtilis*, *Crucigenia Tetrapedia*, *Cyclotella comta*, *Merismopedia tenuissima*, *Scenedesmus quadricauda*.

4-VIII-1940 : *Asterionella formosa*, *Actinastrum Hantzschii*, *Ceratium hirundinella*, *Closterium aciculare*, *Coscinodiscus subtilis*, *Coelastrum microporum*, *Microcystis flos-aquae*, *Pediastrum Boryanum*, *Scenedesmus acuminatus*, *Scenedesmus quadricauda*, *Tabellaria fenestrata*, *Tetrastrum multisetum*.

1-IX-1940. Tamise : *Asterionella formosa*, *Actinastrum Hantzschii*, *Closterium linea*, *Coscinodiscus subtilis*, *Crucigenia quadrata*, *Dictyosphaerium Ehrenbergianum*, *Fragilaria crotonensis*, *Pediastrum duplex*, *Pediastrum Boryanum*, *Pediastrum Tetras*, *Scenedesmus acuminatus*, *Scenedesmus quadricauda*, *Synedra acus*.

14-IX-1941. Wichelen : *Asterionella formosa*, *Coelastrum microporum*, *Coscinodiscus subtilis*, *Euglena acus*, *Pediastrum duplex var. reticulatum*, *Scenedesmus obliquus*.

Le problème que nous touchons ici n'est pas neuf car presque immédiatement après l'établissement de la définition du terme plancton par V. HENSEN, F. SCHUTT (1893) écrit qu'il ne peut être question d'un plancton propre aux grands fleuves, puisque tous les organismes flottants sont dirigés vers la mer et que la véritable origine du potamoplancton est à chercher dans les ruisseaux et les petits affluents tributaires du fleuve en amont. C'est ici que naît la florule qui apparaît en aval. En 1898, O. ZACHARIAS émit l'avis que le potamoplancton est trop important pour qu'il puisse provenir uniquement du cours supérieur. Il estimait qu'il faut plutôt désigner les méandres et les anses tranquilles où le plancton se multiplie et d'où il est entraîné plus loin dans le fleuve. En 1899, C. ZIMMER se basant sur ses travaux concernant l'Oder proposa la classification du potamoplancton en trois groupes distincts :

- 1) le plancton eupotamique groupant les organismes qui croissent en eau courante, s'y reproduisent et forment la masse principale du potamoplancton;
- 2) le plancton tychopotamique qui naît et se reproduit uniquement dans les eaux calmes et est entraîné ensuite vers l'eau courante sans s'y reproduire toutefois;
- 3) le plancton eupotamique, adapté surtout à l'eau courante.

Non sans raison C. A. KOFOID attira l'attention en 1908 sur le fait que de telles subdivisions ont un sens plutôt d'ordre terminologique que biologique.

Contrairement à ce qui se passe dans les mers, les organismes planctoniques d'eau douce ne possèdent de rapport d'aucune sorte avec le substrat, de sorte que l'on peut trouver toutes les transitions possibles.

Les observations faites au cours des cinquante dernières années (J. DES CILLEULS, 1928 et W. KRIEGER, 1927) peuvent être résumées comme suit :

Lorsque se pose la question de savoir s'il existe un potamoplancton, c'est à dire si l'on trouve en général des organismes en eau courante, la réponse est affirmative. Le plancton de beaucoup de fleuves l'un par rapport à l'autre, est même d'une grande richesse en espèces et en individus.

A la question s'il existe un potamoplancton spécifique, c'est à dire composé d'organismes que l'on n'observe point dans les eaux tranquilles, la réponse est absolument négative. Il existe bien des espèces possédant quelques variétés fluviatiles, mais ces exceptions ne nous permettent toutefois pas de maintenir le groupe des autopotamiques de la classification de C. ZIMMER puisqu'il existe dans le benthos aussi bien que dans le necton de nombreuses formes autopotamiques, comme chez les poissons par exemple.

Comme le potamoplancton comprend les mêmes espèces que celui des eaux tranquilles (Héléoplancton dans le sens de O. ZACHARIAS) on a pu se convaincre très tôt que ce sont bien les anses tranquilles d'où le potamoplancton est originaire et d'où un courant d'eau riche en plancton, surtout à marée haute, est entraîné vers le fil de l'eau. La reproduction éventuelle de ces organismes entraînés (se conduisant ainsi comme eupotamiques ou tychopotamiques dans le sens de O. ZIMMER) dépend en premier lieu de l'espèce même et ensuite des conditions locales.

C'est en premier lieu le facteur « courant » par lequel les lacs et les fleuves se différencient entre eux en ce qui concerne leur plancton. Le cycle vital des organismes planctoniques est lié à une certaine constance du milieu. Ils forment pour la plupart, à des époques déterminées, des stades de repos (hypnosporos) qui descendent vers le fond du lac et retournent seulement dans l'eau libre sous leur forme végétative lorsque des circonstances favorables le leur permettent. Cet état de choses n'est évidemment pas possible dans les fleuves de sorte que c'est l'amont (c'est à dire les eaux stagnantes) qui doit nécessairement fournir et, constamment, de nouvelles quantités de plancton.

Il tombe sous les sens que le développement du potamoplancton est d'autant plus mauvais que la vitesse du courant est plus grande, loi qui a été établie par B. SCHRODER (1897, 1899) lors de ses recherches planctoniques sur l'Oder. Lorsque la vitesse du courant dépasse 1 m sec, les conditions deviennent de plus en plus défavorables pour le plancton (A. BEHNING). En dessous de cette valeur, les conditions vitales se rapprochent de celles de l'eau stagnante.

On peut se demander dès lors ce qui se passe lorsque, à marée haute, les associations algales d'un méandre parviennent dans le fleuve. Il se produit là un changement très brusque de milieu, lié à une modification profonde de tous les facteurs écologiques. Les algues aboutissent tout d'un coup dans une eau possédant une autre température, un chimisme différent et des conditions de vitesse toutes différentes. Cette variation rapide entraîne la mort pour la plupart des organismes et ce ne sont que ceux possédant une résistance particulière qui parviennent à se maintenir. C'est ainsi que B. BISCHOFF (1922) au cours de ses travaux sur le Dnièpre inférieur a pu montrer que les petits organismes unicellulaires se maintiennent, alors que les formes coloniales périssent. Les longues chaînettes de certaines Bacillariophycées, les bandes de *Fragilaria* et les filaments de *Melosira* ne peuvent continuer d'exister au sein du courant et de grandes espèces des Dinophyceae comme *Ceratium* et *Peridinium* sont rapidement détruites à cause de leur fragilité. Ce sont les Diatomées qui résistent le mieux grâce à une solide paroi cellulaire. Toutefois celles-ci ne se maintiennent que si la vitesse du courant n'est pas trop grande.

La reproduction éventuelle des planctontes dans le fleuve dépend en premier lieu de la vitalité des diverses formes, différente suivant les espèces et les biotopes. La présence en quantités variables de substances nutritives revêt aussi une importance capitale dans ce cas particulier. Le

mélange hétéroclite d'espèces appartenant aux associations les plus diverses constitue ainsi une caractéristique particulière du potamoplancton.

C'est pourquoi J. DES CILLEULS parle d'un plancton d'emprunt englobant des espèces appartenant aussi bien aux régions pélagique que benthique.

CH. JURGENSEN (1934) fit la même observation sur le plancton du Main. Dans les eaux tranquilles du cours d'eau, les éléments planctoniques prédominent alors que ces derniers cèdent le pas aux espèces benthiques dans le fleuve même. La vitesse du courant joue ici un rôle considérable car, plus elle est grande, plus important sera le mélange et plus considérable aussi le nombre d'organismes benthiques enlevés au fond. Tout au contraire, un fleuve à courant lent pourra héberger un plancton ne se différenciant en rien de celui d'un lac (F. GESSNER, 1955).

Dans une étude précédente (L. VAN MEEL, 1949) nous avons touché à ce problème et nous y avons repris d'ailleurs l'opinion de J. DES CILLEULS : un plancton d'emprunt provenant des rives, des bras morts, des petits étangs ou marécages situés au voisinage du fleuve. P. VAN OYE (1927) est d'un avis analogue.

En ce qui concerne les eaux de l'estuaire dont nous traitons ici, nous devons en outre prendre en considération la différence de salinité entre l'eau de ces bras morts et celle de l'eau de l'Escaut proprement dite. C. BROCKMAN (1929) considéra l'eau saumâtre des estuaires comme un milieu impropre à la vie et de ce fait destructeur. D'après lui, il est certain que le plancton périt à cause des variations de la salinité. Toutefois les recherches de K. THIEMANN (1934) sur le comportement du plancton dans plusieurs estuaires étudiés par lui obligent le biologiste à reconsidérer la question. D'après les lois de la pression osmotique on doit admettre que les organismes transportés par les eaux fluviales, au reflux, sont soumis à l'influence d'une plus forte concentration saline des eaux saumâtres environnantes et que la plasmolyse se manifeste alors avec une mort subséquente; au flux, les organismes transportés périssent par suite de la turgescence accrue des cellules, le protoplasme tend à s'extérioriser avec destruction de l'organisme. On a constaté qu'à leur contact avec l'eau saumâtre les formes d'eau douce diminuent et ne se rencontrent plus qu'isolément dans les eaux côtières à basses salinités. Les Bacillariophycées marines ne se montrent dans l'eau saumâtre des fleuves qu'en quantités minimales alors qu'elles sont abondantes dans les eaux côtières.

VI. — CONCLUSIONS.

Au début de ce travail, comme d'ailleurs dans une publication précédente (L. VAN MEEL, 1949), nous nous sommes posé les questions suivantes :

- 1) jusqu'où le fleuve est-il vraiment saumâtre;
- 2) à quel endroit rencontre-t-on encore des organismes halophiles;
- 3) quelles sont les algues caractéristiques du fleuve;
- 4) sont-elles amenées par le flux ou proviennent-elles de la décharge des eaux poldériennes;
- 5) quelle est la répartition des algues dans le fleuve.

Il y a moyen de répondre complètement à certaines de ces questions, partiellement à d'autres.

1. — En nous basant sur la subdivision proposée par H. C. REDEKE (1933) nous voyons qu'à Tamise (tables 3 et 4) l'eau de l'Escaut oscille entre 0,331 et 0,132 g Cl ‰, c'est à dire qu'elle est à classer dans la catégorie des eaux oligohalines. R. E. L. CODDE (1951) y a mesuré 0,6 g Cl ‰ au minimum. Pour J. VALIKANGAS (1933) elle serait aussi oligohaline mais l'auteur considère déjà ces eaux comme saumâtres. Nous estimons que Tamise, située à une centaine de kilomètres de l'embouchure de l'Escaut constitue la limite de l'eau de l'Escaut saumâtre. Nous avons même indiqué plus haut que celle-ci serait à rechercher à la hauteur de Rupelmonde, en aval du confluent du Rupel. Il faut considérer en effet que le sel dosé dans ces eaux n'est pas nécessairement constitué de NaCl amené par le flot, mais qu'il est en partie constitué par du chlorure de sodium amené d'amont et provenant soit de sources industrielles soit de sources humaines ménagères. Il y a là un problème assez difficile à résoudre. Quoi qu'il en soit, du point de vue strictement écologique, ces quantités de chlorure de sodium, quelle que soit leur origine, permettent de classer les eaux comme oligohalines.

2. — Entre Berendrecht et Anvers, comme nous l'avons montré plus haut, nous avons dénombré 40 espèces marines et 25 espèces dulcicoles. Au delà on ne rencontre plus d'espèces marines. On pourrait donc admettre Anvers comme extrême limite pour la répartition des espèces typiquement halophiles.

3. — Quant à la question des algues caractéristiques du fleuve, nous avons dénombré les classes en aval et en amont d'Anvers (table 29) : en aval les diatomées dominent (70,76 ‰), en amont ce sont les Chlorophycées (59,2 ‰).

À Liefkenshoek, comme nous l'avons déjà dit : *Coscinodiscus subtilis* et *Cyclotella comta* sont les espèces dominantes. En amont d'Anvers on se trouve en présence d'une association comprenant surtout des Protococcales : *Scenedesmus*, *Pediastrum*, *Coelastrum* avec des Diatomées : *Asterionella*, *Coscinodiscus subtilis*, *Tabellaria*, *Fragilaria* et *Synedra*. Il est assez difficile de se prononcer nettement en ce qui concerne cette région.

4. — Quant à savoir si ces algues planctoniques sont amenées par le flux, pour la région en aval d'Anvers, si nous nous basons sur les données de la table 25 obtenue par une analyse planctonique horaire durant vingt quatre heures, nous pouvons dire uniquement que le phénomène est très obscur en ce qui concerne cette unique expérience et qu'il est nécessaire de la reprendre au moins une fois par saison si on veut avoir une idée exacte de ce qui se passe.

Au point de vue des rapports éventuels entre les concentrations en substances nutritives et un plancton quantitativement pauvre, à diatomées nettement prédominantes, comme nous l'avons montré plus haut, il n'y a pas lieu de rechercher une corrélation quelconque. Malgré la richesse relative du milieu, le plancton, pris dans le sens quantitatif, n'est certainement pas en relation directe avec les matières nutritives en présence. Si on compare d'ailleurs les listes planctoniques anciennes, malgré leur imperfection, à nos relevés actuels, on est en droit, nous semble-t-il, de conclure à une régression qualitative très nette. Il n'y a pas de doute que les influences humaines du dernier demi-siècle sont à la base de cette régression. A ce point de vue, la situation en mer est significative : à des concentrations beaucoup plus faibles en SiO_2 , la quantité de diatomées montre une abondance comme on n'en rencontre pas à la hauteur de Doel-Liefkenshoek. Il nous manque malheureusement des points de comparaison avec l'aspect physico-chimique d'autrefois, celui-ci n'ayant, à notre connaissance, jamais été entièrement établi. On peut difficilement se baser sur l'analyse faite autrefois en 1904 (table 2), car elle est incomplète et peut donner lieu à des commentaires au sujet de son exactitude.

Doit-on adopter simplement l'hypothèse de K. THIEMANN (1934) sur l'action de la pression osmotique très variable dans les estuaires avec plasmolyse et mort subséquente ? Des recherches futures plus approfondies nous montreront probablement la voie. Il y a encore une autre hypothèse : c'est la présence de quantités considérables de détritus en suspension rendant inévitablement la pénétration des rayons lumineux particulièrement difficile et tendant, par conséquent, à diminuer l'action photosynthétique des algues du plancton. C'est un fait à vérifier plus tard avec des moyens appropriés.

Un autre facteur à rechercher est l'action des éléments oligodynamiques qui sont certainement présents dans l'eau de l'Escaut et dont les concentrations sont encore inconnues. Quoi qu'il en soit l'hypothèse de K. THIEMANN est séduisante et simple et mérite qu'on s'y attache.

VII. — ENUMERATION SYSTEMATIQUE
DES ESPECES PLANCTONIQUES.

Classe CHLOROPHYCEAE (Isokontae).

Eudorina elegans EHRENBERG C. G., 1838.

Localité. — Austruweel (5-V-1940). District poldérien; eaux saumâtres, mares; eaux douces, étangs, canaux, éclusettes.

R. VERSCHAFFELT (1929): espèce oligo- en mesohaline, saprophile, optimum en eau oligosaprobe, aussi en eau mesosaprobe. Oligohaline et a-mesohaline; W. KLOCK (1930): oligohalobe, euryhaline, indifférente.

Ankistrodesmus falcatus (CORDA O.) RALFS J., 1848.

Localités. — Lilloo (21-VII-1940); Liefkenshoek (4-X-1951). District poldérien: eaux saumâtres, mares; eaux douces, mares, canaux, éclusettes.

Ankistrodesmus setigera (SCHRODER B.) WEST G. S., 1908.

Localité. — Lilloo (31-III-1940). District poldérien: eaux saumâtres, canaux; eaux douces, étangs, éclusettes.

Kirchneriella lunaris (KIRCHNER O.) MOBIUS M., 1894.

Localité. — Berendrecht (15-IX-1940). District poldérien: eaux saumâtres, canaux, eaux douces, étangs, éclusettes.

Crucigenia Tetrapedia (KIRCHNER O.) WEST W. et G. S., 1902.

Localités. — Berendrecht (15-IX-1940); Lilloo (21-VII-1940). District poldérien: eaux saumâtres, mares, canaux, eaux douces, étangs, mares, éclusettes.

Scenedesmus acuminatus (LAGERHEIM C.) CHODAT R., 1902.

Localités. — Lilloo (21-VII-1940); Calloo (28-IX-1941); Liefkenshoek (5-VIII-1957) à marée basse. District poldérien: eaux saumâtres étangs, canaux, éclusettes; eaux douces, étangs, mares, canaux éclusettes. W. KLOCK (1930): oligohalobe, indifférente.

Scenedesmus obliquus (TURPIN P. J.) KUTZING F. T., 1833.

Localités. — Liefkenshoek (4-X-1950); Austruweel (5-V-1940).
W. KLOCK (1930): euryhaline, indifférente, oligohalobe.

Rarement à Liefkenshoek. Le 4-X-1950, cette espèce ne constituait que 2 % de la population planctonique.

District poldérien: eaux saumâtres, étangs, mares; eaux douces, étangs mares, éclusettes.

Scenedesmus quadricauda

(TURPIN P. J.) DE BREBISSON A., 1835.

Localités. — Lilloo (31-III-1940; 15-XII-1940); Liefkenshoek (4-X-1940); Austruweel (5-V-1940)

W. KLOCK (1930): euryhaline, indifférente, oligohalobe. Liefkenshoek (5-VIII-1957).

Pour *Scenedesmus quadricauda*, l'histogramme de fréquence par rapport à divers facteurs écologiques principaux, se présente sous la forme suivante:

Par rapport à la température:

25 à 30° C	14 % de présences
20 25	38
15 20	16
10 15	22
5 10	10
0 5	0

Par rapport au pH:

6,5 à 7,0	7 % de présences
7,0 7,5	20
7,5 8,0	32
8,0 8,5	24
8,5 9,0	17

Par rapport à la chlorinité en Cl g par litre:

0,0 à 0,1	6 % de présences
0,1 1,0	68
1,0 5,5	20
5,5 10,0	6

District poldérien: eaux saumâtres, étangs, mares, canaux; eaux douces: étangs, mares, éclusettes.

Pediastrum Boryanum (TURPIN P. J.) MENEGHINI G., 1940.

Localités. — Breskens (27-VI-1939); Austruweel (5-V-1940).

District poldérien; eaux saumâtres, étangs, mares, canaux; eaux douces : tous les biotopes. W. KLOCK (1930) : oligohalobe, indifférente, euryhaline.

Pediastrum duplex MEYEN F. J. F., 1829.

Localités. — Calloo (28-IX-1941); Austruweel (5-V-1940).

District poldérien : eaux douces, étangs, mares. W. KLOCK (1930) : oligohalobe, indifférente, euryhaline.

Pediastrum duplex MEYEN F. J. F.

var. *reticulatum* LAGERHEIM G., 1882.

Localité. — Lilloo (4-VI-1939).

District poldérien : eaux douces, tous les biotopes.

Pediastrum simplex (MEYEN F. J. F. p.p.) LEMMERMANN E., 1897.

Localité. — Liefkenshoek (4-X-1951).

District poldérien : eaux douces, étangs.

Pediastrum Tetras (EHRENBERG C. G.) RALFS J., 1844.

Localité. — Liefkenshoek (4-X-1951).

District poldérien : eaux douces, étangs, mares, canaux.

Oocystis solitaria WITTROCK V. B., 1879.

Localité. — Liefkenshoek (5-VIII-1957).

Closterium acerosum (SCHRANK F.) EHRENBERG C. G., 1828.

Localités. — Lilloo (21-VII-1940); Liefkenshoek (4-X-1950).

District poldérien : eaux saumâtres, mares; eaux douces, étangs, mares, canaux.

W. KRIEGER (1937) : *Closterium acerosum* est une des rares desmidiées supportant un degré élevé d'eutrophie : pH = 7,0 à 8,0.

Closterium pronum DE BREBISSON A., 1856.

Localité. — Calloo (28-IX-1941).

Classe CHRYSOPHYCEAE.

Synura uvella EHRENBERG C. G., 1838.

Localité. — Austruweel (5-V-1940).

F. VERSCHAFFELT (1929) : ubiquiste, oligohaline, rarement a-mesohaline, saprophile, optimum en eau oligosaprobe, aussi en eau mesosaprobe. W. KLOCK (1930) : euryhaline, indifférente. oligohalobe. District poldérien : eaux saumâtres, étangs, canaux, éclusettes; eaux douces : tous les biotopes.

Le calcul de l'histogramme de fréquence par rapport à divers facteurs écologiques pour l'ensemble du district poldérien du Bas-Escaut, donne les chiffres suivants :

Par rapport au Cl en g litre :

0,0 à 0,1	12 % de présences
0,1 1,0	88
1,0 5,5	—
5,5 10,0	—

Par rapport à la température :

0,0 à 5,0	—
5,0 10,0	28 % de présences
10,0 15,0	40
15,0 20,0	32
20,0 25,0	—
25,0 30,0	—

Par rapport au pH :

7,0 à 7,5	40 % de présences
7,5 8,0	32
8,0 8,5	16
8,5 9,0	12

Classe BACILLARIOPHYCEAE.

Melosira moniliformis (MULLER O. F.) AGARDH C. A., 1824.Synonyme. — *Melosira Borreri* R. GREVILLE. 1833.

Localités. — Liefkenshoek (4-X-1951); Liefkenshoek (5-VIII-1957) présent à marée mi-montante, haute, mi-descendante et basse.

M. V. LEBOUR (1930) : forme littorale, tychopélagique, salinités basses. W. KLOCK (1930) : forme littorale de la Mer du Nord et de la Baltique, euhalobe et euryhaline. F. HUSTEDT (1930) : eaux marines et saumâtres des côtes européennes, surtout en Europe septentrionale; forme littorale, rare dans le plancton côtier. + W. CONRAD et H. KUFFERATH (1954) : mésosalobe (?), euhalobe (?), euryhaline.

Melosira Westii SMITH W., 1856.

Localité. — Anvers (1912).

Cyclotella comta (EHRENBERG C. G.) KUTZING F. T., 1849.

Localités. — Liefkenshoek (1950-1951), pratiquement toute l'année; Liefkenshoek (5-VIII-1957) en quantités appréciables, à marée mi-montante, haute, mi-descendante et basse, respectivement avec 52,48, 64 et 74 % de présences. W. KLOCK (1930) : oligohalobe, indifférente, euryhaline. R. W. KOLBE (1927) : oligohalobe.

District poldérien : eux saumâtres : étangs; eaux douces : étangs, canaux.

Hyalodiscus stelliger BAILEY J. W., 1854.

Localité. — Lilloo (4-VI-1939).

M. V. LEBOUR (1930) : néritique, tychopélagique. Salinité élevée.

Coscinodiscus concinnus SMITH W., 1856.

Localité. — Breskens (27-VI-1939).

M. V. LEBOUR (1930) forme tempérée néritique dans les eaux froides, salinités élevées.

Coscinodiscus excentricus EHRENBERG C. G., 1839.

Localité. — Calloo (14-IV-1940).

W. KLOCK (1930) : typiquement euhalobe et très probablement très faiblement euryhaline.

Coscinodiscus subtilis EHRENBERG C. G., 1841.

Localités. — Breskens (27-VI-1939); Berendrecht (15-IX-1940); Lilloo (31-IV-1940) (4-VI-1940); Calloo (14-IV-1940); Liefkenshoek

(1950-1951, pratiquement toute l'année); Austruweel (5-V-1940); Liefkenshoek (5-VIII-1957) à toutes les marées, mi-montante, haute, mi-descendante, basse respectivement 36, 36, 26 et 16 % de la population phytoplanctonique M. V. LEBOUR (1930) : forme néritique. W. KLOCK (1930) : mésohalobe.

L'espèce a encore été observée par nous-même le 13-VIII-1939 à Doel dans une écluette; dans le chenal d'évacuation des wateringues de Lilloo le 31-III-1940 et le 15-XII-1940; dans le Melkader à Calloo, le 13-VIII-1940 et le 13-X-1940.

Cette diatomée est beaucoup plus commune en amont d'Anvers dans toutes les eaux plus ou moins directement en relation avec l'Escaut, c'est à dire les canaux d'évacuation avec leurs écluettes.

District poldérien : eaux saumâtres et eaux douces : tous les biotopes.

Le calcul de l'histogramme de fréquence par rapport à divers facteurs écologiques pour l'ensemble du district poldérien du Bas-Escaut, donne les chiffres suivants :

Par rapport au Cl en g ‰ :

0,0 à 0,1	74 % de présences
0,1 1,0	14
1,0 5,5	8
5,5 10,0	4

Pour les polders maritimes en aval d'Anvers :

Par rapport à la température :

25,0 à 30,0° C	10 % de présences
20,0 25,0	25
15,0 20,0	15
10,0 15,0	30
5,0 10,0	15
0,0 5,0	5

Par rapport au pH :

7,0 à 7,5	4 % de présences
7,5 8,0	28
8,0 8,5	36
8,5 9,0	32

Pour les polders fluviaux en amont d'Anvers :

Par rapport à la température :

25,0 à 30,0° C	20 % de présences
20,0 25,0	24
15,0 20,0	32
10,0 15,0	16
5,0 10,0	8
0,0 5,0	0

Par rapport au pH :

7,0 à 7,5	26,8 % de présences
7,5 8,0	33
8,0 8,5	33
8,5 9,0	7,2

Actinoptychus splendens (EHRENBERG C. G.) RALFS J., 1861.

Localités. — Breskens (27-VI-1939); Liefkenshoek (8-V-1952 et 4-X-1952).

M. V. LEBOUR (1930) : néritique. H. C. REDEKE in P. J. VAN BREEMEN (1905) : Escaut oriental.

District poldérien : eaux saumâtres : mares.

Actinoptychus undulatus (BAILEY J. B.) RALFS J., 1861.

Localité. — Liefkenshoek (5-VIII-1957), marée mi-montante.

M. V. LEBOUR (1930) : néritique.

Thalassiosira decipiens (GRUNOW A.) JORGENSEN E., 1905.

Localité. — Breskens (27-VI-1939).

M. V. LEBOUR (1930) : néritique.

District poldérien : eaux saumâtres : éclusettes.

Thalassiosira rotula MEUNIER A., 1910.

Localité. — Breskens (27-VI-1939).

M. V. LEBOUR (1930) : néritique.

District poldérien : eaux saumâtres : éclusettes.

Guinardia flaccida (CASTRACANE F.) PERAGALLO H., 1892.

Localité. — Breskens (27-VI-1939).

M. V. LEBOUR (1930) : néritique. H. C. REDEKE in P. J. VAN BREEMEN (1905) : Escaut oriental.

Rhizosolenia hebetata BAILEY J. W.
fa *semispina* (HENSEN V.) GRAN H. H., 1905.

Localité. — Liefkenshoek (6-X-1950; 14-VII-1951).

Rhizosolenia imbricata BRIGHTWELL T.
var. *Schrubsolei* (CLEVE P. T.) VAN HEURCK H., 1899.

Localité. — Anvers (1912).

Rhizosolenia longiseta ZACHARIAS O., 1893.

Localités. — Breskens (27-VI-1939); Lilloo (4-VI-1939).
G. HUBER-PESTALOZZI (1942): euplanctonique, sporadique, eaux eutrophes.

District poldérien: eaux saumâtres: éclusettes.

Rhizosolenia setigera BRIGHTWELL T., 1858.

Localité. — Breskens (27-VI-1939).

M. V. LEBOUR: néritique.

Chaetoceros danicus CLEVE P. T., 1889.

Localité. — Breskens (27-VI-1939).

M. V. LEBOUR (1930): néritique, salinités basses.

District poldérien: eaux saumâtres, mares.

Chaetoceros Wighamii BRIGHTWELL T., 1856.

Localité. — Hansweert (VI-1910).

M. V. LEBOUR (1930) néritique. W. KLOCK (1930): mésosalobes, euryhaline.

District poldérien: eaux saumâtres. étangs.

Bacteriastrium varians LAUDER H., 1863.

Synonyme. — *Chaetoceros varians* H. VAN HEURCK, 1885.

Localité. — Doel (II-1909).

Biddulphia alternans

(BAILEY J. W.) VAN HEURCK H., 1880-1881).

Localités. — Breskens (27-VI-1939); Liefkenshoek (9-XI-1950).
 M. V. LEBOUR (1930) : néritique. H. C. REDEKE in P. J. VAN BREEMEN
 (1905) : Escaut oriental (le plus abondant au mois de septembre).

Biddulphia Favus (EHRENBERG C. G.) VAN HEURCK H., 1885.

Localités. — Liefkenshoek (9-XI-1950; 4-X-1951); Anvers (1912)
 M. V. LEBOUR (1930) : néritique. H. C. REDEKE in P. J. VAN BREEMEN
 (1905) : Escaut oriental.

Biddulphia granulata ROPER F. C. S., 1859.

Localité. — Liefkenshoek (4-X-1951).
 M. V. LEBOUR (1930) : néritique.

Biddulphia regia (SCHULZE M.) OSTENFELD C. H., 1908.

Localités. — Breskens (27-VI-1939); Lilloo (4-VI-1939); Lief-
 kenshoek (9-XI-1950).
 M. V. LEBOUR (1930) : néritique.
 District poldérien : eaux saumâtres : éclusettes.

Biddulphia rhombus (EHRENBERG C. G.) SMITH W., 1856.

Localités. — Breskens (27-VI-1939); Berendrecht (15-IX-1940);
 Lilloo (4-VI-1939); Liefkenshoek (IV, VI, VII, IX, X, XI-1951); Calloo
 (31-III-1940).
 M. V. LEBOUR (1930) : néritique. H. C. REDEKE in P. J. VAN BREEMEN
 (1905) : Escaut oriental.
 District poldérien : eaux saumâtres : étangs, éclusettes; eaux douces :
 canaux.

Biddulphia sinensis GREVILLE R., 1866.

Localités. — Berendrecht (15-IX-1940); Lilloo (4-VI-1939);
 Liefkenshoek (4-X-1951).
 M. V. LEBOUR (1930) : néritique.

Bellerocha malleus (BRIGHTWELL T.) VAN HEURCK H., 1881.

Localité. — Lilloo (4-VI-1939).

M. V. LEBOUR (1930) : néritique; W. C. REDEKE in P. J. VAN BREEMEN (1905) : Escaut oriental.

Cerataulus Smithii RALFS J., 1861.

Localités. — Breskens (27-VI-1939); Liefkenshoek (5-VIII-1957) à marée mi-montante.

Ditylium Brightwellii (WEST W.) GRUNOW A., 1881.

Localités. — Breskens (27-VI-1939); Austruweel (1912).

M. V. LEBOUR (1930) : néritique.

Eucampia Zoodiacus EHRENBERG C. G., 1839.

Localité. — Bath.

M. V. LEBOUR (1930) : néritique.

Fragilaria capucina DESMAZIERES J. B., 1825.

Localité. — Austruweel (5-V-1940); M. V. LEBOUR (1930) : dulcicole; W. KLOCK (1930) : oligohalobe, indifférente, euryhaline; R. W. KOLBE (1927) : oligohaline (halophobe?); G. HUBER-PESTALOZZI (1941) : tychoplanctonique, normalement surtout littorale, très répandue dans les eaux les plus diverses, surtout eutrophes.

Synedra acus KUTZING F. T., 1844.

Localités. — Lilloo (15-IX-1940); Liefkenshoek (6-X-1950); Calloo (28-IX-1941); Austruweel (5-V-1940); Liefkenshoek (5-VIII-1957) à marée haute.

W. KLOCK (1930) : oligohalobe, indifférente, euryhaline.

R. W. KOLBE (1927) : oligohalobe.

District poldérien : eaux saumâtres et douces : tous les biotopes.

Pour tout le district poldérien du Bas-Escaut, le calcul des histogrammes de fréquence donne pour *Synedra acus* :

Par rapport à la température :

25 à 30° C	0 % de présences
20 25	6
15 20	22
10 15	35
5 10	31
0 5	6

Par rapport au pH :

7,7 à 7,5	24 % de présences
7,5 8,0	30
8,0 8,5	26
8,5 9,0	20

Par rapport à la chlorinité en Cl g %

0,0 à 0,1	14 % de présences.
0,1 1,0	73
1,0 5,5	9
5,5 10,0	4

Synedra Ulna (NITZSCH C. L.) ERHENBERG C. G., 1838.

Localité. — Austruweel (5-V-1940).

W. KLOCK (1930) : oligohalobe, indifférente, euryhaline; R. W. KOLBE (1927) : indifférente, euryhaline; G. HUBER-PESTALOZZI (1942) : forme littorale, très répandue dans les eaux les plus diverses, tychoplanctoniques.

District poldérien : eaux saumâtres : canaux, eaux douces : tous les biotopes.

Raphoneis ampiceros EHRENBERG C. G., 1844.

Localités. — Anvers (1912); Liefkenshoek (5-VIII-1957), marée mi-descendante.

Asterionella formosa HASSALL A. H., 1855.

Localités. — Berendrecht (15-IX-1940), Lilloo (15-XII-1940); Austruweel (5-V-1940).

G. HUBER-PESTALOZZI (1942) : *Asterionella formosa* est un organisme euplanctonique très répandu et abondant.

Plusieurs auteurs ont signalé *Asterionella gracillima* en Mer du Nord et en eaux saumâtres. Depuis les recherches systématiques de ces dernières années, on est en droit de se demander si les observations ne

s'adressaient pas en réalité à *Asterionella formosa*. Quoi qu'il en soit, nous indiquons ci-après les données de la littérature en ce qui concerne *Asterionella gracillima*.

M. V. LEBOUR (1930) : signale *Asterionella gracillima* en Mer du Nord mais sans détails, dulcicole. W. KLOCK (1930) : euryhaline, oligohalobe, indifférente. R. W. KOLBE (1927) : oligohalobe. D'après G. HUBER-PESTALOZZI (1942), *Asterionella formosa* est un organisme euplanctonique très répandu et abondant.

District poldérien : eaux saumâtres : étangs, mares; eaux douces : tous les biotopes.

Pour *Asterionella formosa* l'histogramme de fréquence pour tout le district poldérien présente l'aspect suivant :

Par rapport à la température :

25 à 30° C	12 % de présences
20 25	16
15 20	40
10 15	22
5 10	6
0 5	4

Par rapport au pH :

6,5 à 7,0	0 % de présences
7,0 7,5	24
7,5 8,0	38
8,0 8,5	30
8,5 9,0	8

Par rapport à la chlorinité en Cl g ‰ :

0,0 à 0,1	12 % de présences
0,1 1,0	72
1,0 5,5	12
5,5 10,0	4

Asterionella japonica CLEVE P. T., 1878.

Localités. — Breskens (27-VI-1939); Liefkenshoek (6-X-1950).
M. V. LEBOUR (1930) : néritique.

Tabellaria fenestrata (LYNGBYE H. C.) KUTZING F. T., 1844.

Localités. — Berendrecht (15-IX-1940); Calloo (28-IX-1941).

R. W. KOLBE (1927) : Halophobe (?); G. HUBER-PESTALOZZI (1942) : forme euplanctonique, largement répandue et abondante, eaux eutrophes

et mésotrophes, supporte les eaux légèrement saumâtres, mais est alors généralement plus rare.

District poldérien : eaux saumâtres et douces : tous les biotopes.

Pour *Tabellaria fenestrata*, l'histogramme de fréquence par rapport à quelques-uns des principaux facteurs écologiques se présente de la façon suivante :

Par rapport à la température :

25 à 30° C	0 % de présences
20 25	12
15 20	23
10 15	28
5 10	35
0 5	2

Par rapport au pH :

7,0 à 7,5	19 % de présences
7,5 8,0	37
8,0 8,5	27
8,5 9,0	17

Par rapport à la chlorinité en Cl g ‰ :

0,0 à 0,1	14 % de présences
0,1 1,0	74
1,0 5,5	12
5,5 10,0	10

Grammatophora serpentina (RALFS J.) EHRENBERG C. G. 1844.

Localité. — Austruweel (1910).

M. V. LEBOUR (1930) : néritique.

Navicula didyma (EHRENBERG C. G.) KUTZING F. T., 1844.

Localité. — Anvers (1912).

Navicula peregrina (EHRENBERG C. G.) KUTZING F. T., 1844.

Localité. — Anvers (1912).

W.KLOCK (1930) : mesohalobe; R. W. KOLBE (1927) : mesohalobe.

Pinnularia viridis (NITZSCH C. L.) EHRENBERG C. G., 1838.

Localités. — Calloo (28-IX-1941); Liefkenshoek (4-X-1951).

W. KLOCK (1930) : oligohalobe, indifférente. R. W. KOLBE (1927) : oligohalobe.

Pleurosigma fasciola SMITH W., 1852.

Localité. — Liefkenshoek (6-X-1950).

W. KLOCK (1930) : euryhaline, euhalobe.

District poldérien : eaux saumâtres : éclusettes.

Pleurosigma angulatum (QUECKETT J.) SMITH W., 1853.

Localité. — Calloo (14-IV-1940).

W. KLOCK (1930) : euhalobe.

Surirella gemma EHRENBERG C. G., 1839.

Localité. — Liefkenshoek (6-X-1950).

W. KLOCK (1930) : euryhaline, euhalobe.

Surirella Smithii RALFS J., 1842.

Localité. — Calloo (14-IV-1940).

District poldérien : eaux douces, étangs, mares.

Campylodiscus Clypeus EHRENBERG C. G., 1840.

Localité. — Anvers (1912).

W. KLOCK (1930) : mesohalobe, euryhaline.

Classe DINOPHYCEAE.

Peridinium conicum

(GRAN H. H.) OSTENFELD C. H. et SCHMIDT J., 1901.

Localité. — Breskens (27-VI-1939).

F. SCHILLER (1937) : néritique et océanique, souvent très abondante dans les eaux côtières. Dans les eaux chaudes et froides de toutes les mers.

Classe SCHIZOPHYCEAE.

Aphanizomenon flos-aquae (LINNE C.) RALFS J., 1850.

Localité. — Berendrecht (15-IX-1940; 6-X-1950).

W. KLOCK (1930) : oligohalobe, indifférente, euryhaline. C. HUBER-PESTALOZZI (1938) : euplanctonique. Se rencontre aussi dans des eaux légèrement salées. L. GEITLER (1932) : même remarque.

District poldérien : eaux saumâtres : étangs, mares, canaux, eaux douces : étangs, éclusettes.

Merismopedia tenuissima LEMMERMANN E., 1898.

Localité. — Lilloo (21-VII-1940).

G. HUBER-PESTALOZZI (1938) : planctonte facultatif, aussi en eaux saumâtres.

District poldérien : eaux saumâtres : mares, canaux, eaux douces : mares.

RÉSUMÉ.

On a étudié dans ce travail les caractéristiques physico-chimiques de l'eau de l'Escaut à la hauteur de Liefkenshoek (Doel) mensuellement durant un an et les variations de la population phytoplanctonique. Les principaux facteurs Cl, CO₃, SO₄, Ca et Mg ont été analysés, de même que NO₂, NO₃, PO₄ et SiO₂ et on a essayé de comparer leurs comportements entre eux. On a établi des listes planctoniques mensuelles, de même qu'une étude basée sur des prélèvements horaires durant 24 heures. On a pu montrer ainsi que l'eau de l'Escaut à cet endroit est analogue, dans les rapports entre ions, à l'eau de mer; que le phytoplancton composé avant tout de diatomées comprend 40 espèces typiquement marines, soit 61,5 % de la population totale; qu'au delà d'Anvers on ne rencontre plus d'espèces marines. Le travail est clôturé par une liste systématique des espèces et variétés mentionnant toutes les espèces récoltées entre les environs de Doel (en aval d'Anvers) et Tamise (en amont d'Anvers), avec quelques données au sujet de leur écologie

INSTITUT ROYAL DES SCIENCES NATURELLES DE BELGIQUE.