

EEN ONDERZOEK NAAR DE KWALITEIT VAN HET MAASWATER IN FRANKRIJK EN BELGIE

door

Ph. JANSEN

RIVON-Mededeling no. 255

1. Inleiding

In de toelichting op de publikatie van het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg, Reeks XIV, betreffende het onderzoek van grindgaten langs de Maas van Wibaut-Iseebree Moens (1965) heb ik beschreven hoe de kwaliteit van het Maaswater in Nederland bij geringe afvoeren wordt bepaald door de activiteit van het fytoplankton.

In 1964 heeft het fytoplankton het zuurstofgehalte van het water van de Maas tussen Belfeld en Grave zodanig doen schommelen dat massale vissterften zijn opgetreden.

In opdracht van het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg is door de afdeling Waterzuivering van het Waterschap van de Geleen- en Molenbeek in 1966 een onderzoek ingesteld naar de herkomst en ontwikkeling van dit fytoplankton.

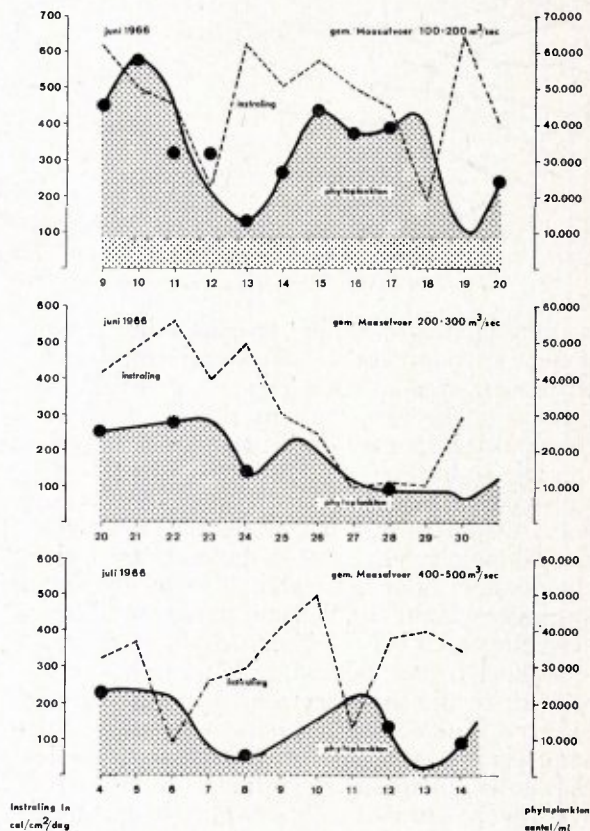
Ten behoeve van dit onderzoek is een bedrag van duizend gulden beschikbaar gesteld door het Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten behoeve van het Natuurbehoud (R.I. V.O.N.) te Zeist.

2. Het vooronderzoek

In de periode van 1 juni t/m 16 augustus 1966 zijn, ter oriëntering vooraf, regelmatig tellingen verricht van het plankton (aantal cellen/ml) in het Maaswater te Borgharen.

Nadien zijn de resultaten van de tellingen gebruikt bij het zoeken naar een verband tussen de planktondichtheid, de Maasafvoer en de op het vliegveld Zuid-Limburg gemeten instraling in cal/cm^2 per dag. Zie figuur 1. Uit deze figuur blijkt dat het aantal tellingen (zwarte punten) te gering is geweest voor een wetenschappelijk verantwoorde uitspraak. Vermoedelijk volgt de fytoplanktondichtheid (aantal cellen/ml) het verloop van de instraling ($\text{cal/cm}^2/\text{dag}$) met een vertraging van een tot twee dagen, met absolute waarden die omgekeerd evenredig zijn aan de Maasafvoer. In de maand juni heeft het fyto-

HET VERMOEDELIJK VERBAND TUSSEN DE GLOBALE INSTRALING EN DE PLANKTONDICHTHEID VAN HET MAASWATER TE BORGHAREN.



Figuur 1.

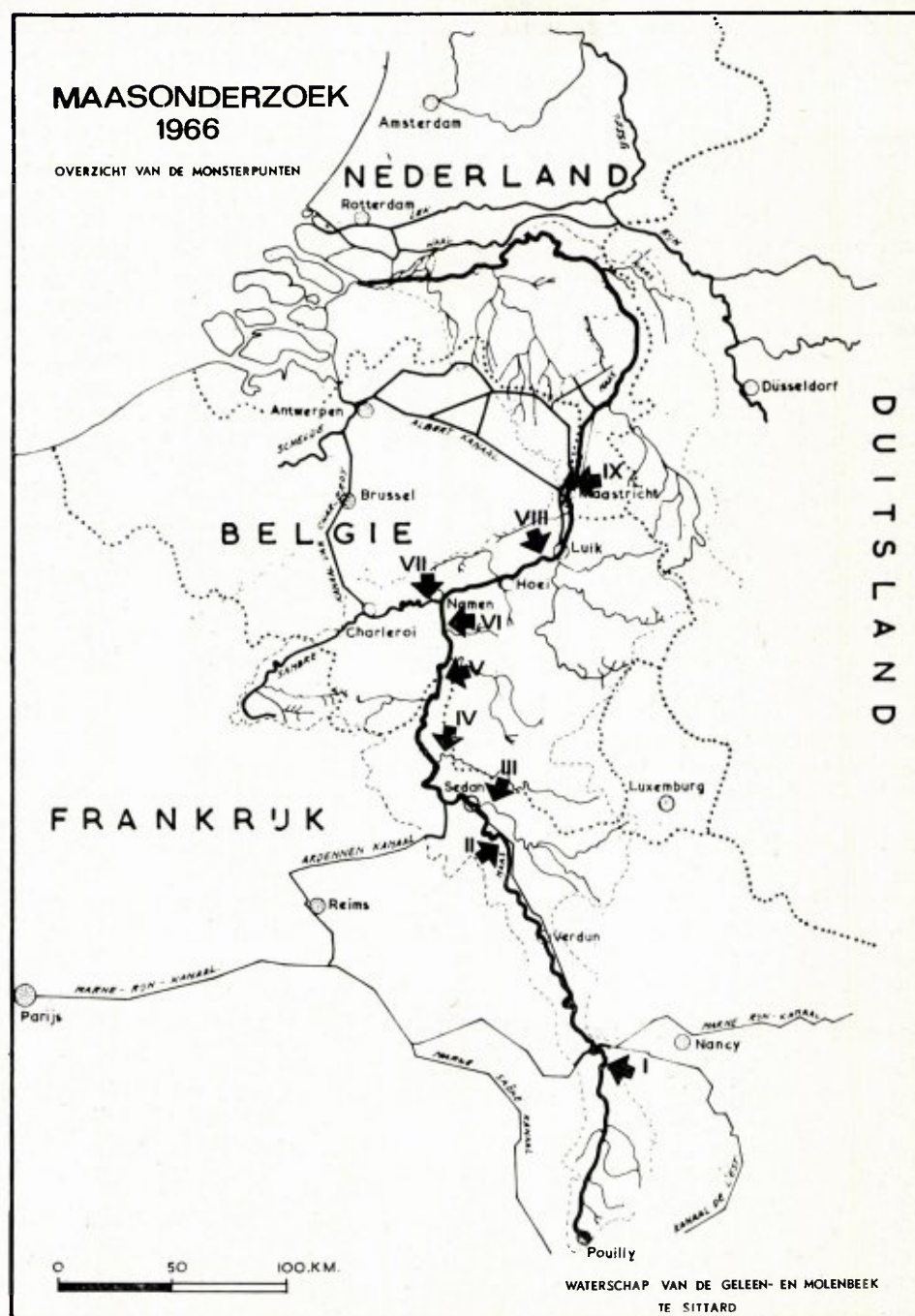
plankton een dichtheid bereikt van 60.000 cellen per ml. Dit maximum is niet hoog in vergelijking tot de resultaten van tellingen in 1964.

Het onderzoek heeft plaats gehad op 18 augustus bij een fytoplanktondichtheid van het Maaswater te Borgharen van 11.600 cellen/ml.

3. De keuze van de monsterpunten

Van Rossum (1962) heeft een beschrijving gegeven van de Maas van oorsprong tot uitmonding. Bij deze beschrijving is de volgende indeling gemaakt:

a) De Maas van de oorsprong af tot de kruising met het Marne-Rijnkanaal. Van belang voor het onderzoek zijn de door van Rossum genoemde brede bedding, vaste stu-



Figuur 2

wen en doorlatende, soms poreuze, ondergrond.

- b) De Maas van het Marne-Rijnkanaal tot Charleville-Mézières, een traject dat, voor zover zelf niet bevaarbaar, ten behoeve van de scheepvaart voorzien is van een lateraal kanaal.
- c) De Maas van Charleville-Mézières tot Maastricht, een insnijdende en gekanaliseerde rivier, waarop het afvalwater wordt geloosd van grote industriegebieden nabij Charleroi (door middel van de Sambre) en Luik.

De monsterpunten zijn vanuit de lucht (Piper Cub) zodanig gekozen dat de bemonstering op één dag heeft kunnen plaats hebben.

Als monsterpunt is gekozen:

- I — de Maas te Trousey nabij de kruising met het Marne-Rijnkanaal,
- II — de Maas te Inor, bovenstrooms van de uitmonding van de Chiers,
- III — de Chiers te Douzy,
- IV — de Semois te Monthermé,
- V — de Maas te Givet, nabij de Frans-Belgische grens,
- VI — de Maas te Wepion, bovenstrooms van de uitmonding van de Sambre,
- VII — de Sambre te Namen,
- VIII — de Maas te Ivoz, bovenstrooms van het industriegebied van Luik,
- IX — de Maas te Borgharen.

Het overige gedeelte van de Nederlandse Maas is niet onderzocht omdat het water in dit gedeelte van de Maas geregeld wordt gecontroleerd door het Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater te Voorburg.

4. Toelichting op de resultaten van het onderzoek

Tijdens het onderzoek zijn bepaald: de afvoer in m^3/sec ; het chloorion in mg/l ; de temperatuur in $^{\circ}\text{C}$; het zuurstofgehalte in mg/l en $\%$; het zuurstofgehalte na 48 uur in donker; het zuurstofgehalte na 48 uur in licht; het nitrietstikstofgehalte in mg/l ; het nitraatstikstofgehalte in mg/l ; het anorganisch ammoniakstikstofgehalte in mg/l ; het totaal ammoniakstikstofgehalte in mg/l ; het gehalte aan fosfor in mg/l (anorganisch orthofosfaat ion); het totaal fosforgehalte in mg/l ; de zuurgraad in pH-eenheden; het centrifugeplankton in aantal cellen $\times 10^3/\text{ml}$; het bezonken plankton in aantal cel-

len $\times 10^3/\text{ml}$; het netplankton in aantal cellen /ml .

4.1. De afvoer in m^3/sec .

Bij de ontwikkeling van het fytoplankton neemt de populatiedichtheid logaritmisch toe met de tijd tot een niveau dat wordt bepaald door de aanwezigheid van gemineraliseerde afvalstoffen, de temperatuur van het water en de intensiteit van de (zonne)instraling. Hierbij speelt de afvoer een belangrijke rol. Een geringere afvoer betekent immers een hogere concentratie van afvalstoffen en een langere tijd beschikbaar voor de ontwikkeling.

De meeste monsterpunten vallen samen met kunstwerken (stuwen) waarbij de waterafvoer snel kan worden vastgesteld, hetzij met behulp van stroomsnelheidsmetingen, hetzij met behulp van hydraulische formules welke op deze kunstwerken mogen worden toegepast.

De afvoercijfers van de Maas te Ivoz (punt VIII) en te Borgharen (punt IX) zijn verstrekt door het dienstdoende personeel van Société (Société Coopérative Liégoise Electricité) en Rijkswaterstaat.

De afvoer van de Maas te Sedan is vrij laag. Beneden Sedan neemt het debiet van de Maas toe door de uitmonding van de Chiers en de Semois. De gemeten afvoeren zijn momentopnamen en dienen dus ook als zodanig te worden beschouwd. Dit geldt vooral voor de monsterpunten VIII en IX omdat o.a. te Ivoz Maaswater wordt gebruikt voor het aandrijven van turbines (energieopwekking). Hierbij wordt de Maasafvoer kunstmatig beïnvloed en soms zelfs tijdelijk stopgezet. De onregelmatigheden in het afvoerverloop van de Maas tijdens de drogere perioden als gevolg van de energieopwekking te Luik, leiden tot verstoringen van het evenwicht tussen licht en fytoplanktondichtheid en derhalve tot plotselinge verlagingen van het zuurstofgehalte in de diepere gedeelten (voor de stuwen) tijdens de ochtenduren.

4.2. Het gehalte aan chloorionen

Er bestaat een relatie tussen de waterafvoer en het gehalte aan chloorionen, nl.

$$C = C_n + A/Q \quad \text{waarin:}$$

C = het gemeten gehalte aan chloorionen in mg/l

C_n = het natuurlijk gehalte

- aan chloorionen in mg/l
 A = de kunstmatige afvoer
 van chloorionen in gr/
 sec (chloorionen in af-
 valwater)
 Q = de gemeten afvoer in
 m³/sec.

Uit Q- en C-waarden te Borgharen, gemeten in de jaren 1955 en 1960 t/m 1964 (284 waarnemingen) zijn een C_n-waarde van ca. 15 mg/l en een A-waarde van ca. 1,5 kg/sec berekend. Dit zou kunnen betekenen dat gemiddeld per dag 215.000 kg keukenzout in de Maas boven Borgharen wordt geloosd.

Uit het overzicht van de resultaten van het onderzoek blijkt, dat:

- het gehalte aan chloorionen van het Maaswater boven Namen lager ligt dan de voor Borgharen berekende C_n-waarde (natuurlijk gehalte). Boven Namen wordt dus geen belangrijke hoeveelheid keukenzout geloosd;
- de kunstmatige zoutvracht van de Sambre 112.000 kg/dag bedraagt;
- door de Sambre het chloorgehalte van het Maaswater wordt verhoogd met ca. 100%;
- de kunstmatige zoutvracht van de Maas te Ivoz ca. 190.000 kg/dag bedraagt (bij een gemiddelde afvoer te Ivoz van 70 m³/sec per dag). Dit wijst er op dat de voornaamste kunstmatige chloorlozingen op de Maas plaats hebben tussen Wepion (punt VI) en Ivoz (punt VIII).

Tussen Ivoz (punt VIII) en Borgharen (punt IX) ontvangt de Maas het water van de Ourthe, de Vesdre, de Voer en de Jeker, waardoor het chloorgehalte van het Maaswater wordt verlaagd. Volledigheidshalve zij hier vermeld dat de afvoer te Borgharen mede wordt bepaald door onttrekkingen van water ten behoeve van het Albert- en Julianakanaal.

4.3. De temperatuur

Er is een direct verband tussen de oplosbaarheid van zuurstof in water en de temperatuur van dit water. Bij verhoging van de temperatuur neemt de oplosbaarheid van zuurstof in water af. Fundamenteel onderzoek van dit verband is o.a. verricht door *Truesdale, Downing en Lowden* (1955).

Wanneer niet voldoende licht (energie) be-

schikbaar is, heeft een temperatuursverhoging eveneens, indirect door middel van het fytoplankton, een negatieve invloed op het zuurstofgehalte van het water. Bij verhoging van de temperatuur stijgt namelijk de intensiteit van de ademhaling van het fytoplankton. Er wordt dan meer zuurstof aan het water onttrokken.

Door de relatief hogere watertemperaturen is de benedenloop van de Maas (Nederlands gedeelte) gevoeliger voor zuurstofdalingen als gevolg van de activiteit van het fytoplankton, dan de bovenloop (Frans gedeelte).

Voor de hoge temperatuur van het water van de Sambre geeft *Herry* (1959) een verklaring, namelijk:

- verwarming van het water van de Sambre door thermische centrales,
- lozing van warm afvalwater door de industrie.

4.4/5. Het zuurstofgehalte

Op 17 en 18 augustus 1955 is onder leiding van *Wibaut-Isebreë Moens* een onderzoek ingesteld naar de invloed van de stuw te Roermond op het zuurstofgehalte van het Maaswater. Bij dit onderzoek is gedurende vierentwintig uur om de twee uur het zuurstofgehalte bepaald boven en beneden de stuw. Boven de stuw is overdag een stijging van het zuurstofgehalte waargenomen en 's nachts een daling. Dit verloop van het zuurstofgehalte gedurende een etmaal heeft *Wibaut-Isebreë Moens* de dagperiodiciteit genoemd. In haar rapport „Rivierenonderzoek 1954-1955”, afdeling D, gaat zij hier nader op in en schrijft, dat de dagperiodiciteit van de opgeloste zuurstof een gevolg is van de fotosynthese of zuurstofproductie van het fytoplankton.

Eenzelfde dagperiodiciteit van het Maaswater te Luik, namelijk te Pont Neuf, Pont des Arches en Pont de l'Atlas blijkt uit gegevens van *Edeline* in het Maasverslag van het *Cebedeau* over 1964 (*Herry* e.a. 1965).

De op 18 augustus 1966 gemeten zuurstofgehalten wijzen eveneens op de aanwezigheid van een dagperiodiciteit van de opgeloste zuurstof in het Maaswater tussen Trousey en Borgharen. Dit wil dus zeggen, dat het gemeten zuurstofgehalte van het Maaswater praktisch op alle monsterpunten mede afhankelijk is van het tijdstip van de dag, waarop de meting is verricht.

Overzicht van de resultaten verkregen bij het onderzoek van de rivier de MAAS op 18 augustus 1966

Plaats van onderzoek	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1. afvoer in m ³ /sec	6	20	20	10	50	60	6	110	110
2. chloorion in mg/l	9	11	22	8	13	13	145	34	29
3. temperatuur in °C	17,0	18,0	16,0	18,0	19,5	18,5	22,5	20,0	20,0
4. zuurstofgehalte in mg/l	6,46	9,90	8,63	11,08	12,47	12,26	7,10	9,75	7,28
5. idem in ‰	69	108	90	121	140	135	84	110	82
6. zuurstofgehalte in mg/l na 48 uur in donker	1,5	5,9	7,3	9,3	9,6	9,1	5,2	7,7	5,8
7. zuurstofgehalte in mg/l na 48 uur in licht	23,5	18,8	11,8	11,1	24,9	29,5	12,8	25,1	19,0
8. nitrietstikstof in mg/l	0,05	0,05			0,04	0,11		0,06	0,17
9. nitraatstikstof in mg/l	0,20	0,85			0,65	0,60		1,10	1,55
10. anorg. amm. stikstof in mg/l	0,20	0,10			0,00	0,00		0,00	0,45
11. totaal amm. stikstof in mg/l	1,44	2,25			2,33	2,85		2,54	1,88
12. totaal stikstofgehalte in mg/l	1,69	3,15			3,02	3,56		3,70	3,60
13. fosfor in mg/l (anorg. orthofosfaation)	0,06	0,04			0,03	0,04		0,16	0,20
14. totaal fosfor in mg/l	0,13	0,13			0,75	2,47		0,23	1,22
15. zuurgraad in pH eenheden	7,8	7,9	7,9	9,0	8,4	8,2	7,7	8,1	7,4
CENTRIFUGE PLANKTON									
16. eencellige kleine groenwieren aantal x 10 ³ /ml	57,5	110,0	6,5	1,6	16,5	17,5	11,3	7,5	4,4
17. overige groen- en kiezelwieren aantal x 10 ³ /ml	20,5	5,5	0,7	0,3	24,5	29,0	4,6	7,5	6,7
BEZONKEN PLANKTON									
18. eencellige kleine groenwieren aantal x 10 ³ /ml	17,5	44,5	3,8	0,7	22,8	25,4		6,4	7,7
19. overige groen- en kiezelwieren aantal x 10 ³ /ml	8,9	3,1	1,0	2,3	10,3	18,6		10,3	4,2
NETPLANKTON									
20. eencellige kleine groenwieren aantal/ml	140	252	35	14	109	56		49	28
21. overige groen- en kiezelwieren aantal/ml	77	18	60	4	196	66		52	49

I = MAAS te Trousey om 8,30 uur
 II = MAAS te Inor om 11,15 uur
 III = CHIERS te Douzy om 12,15 uur
 IV = SEMOIS te Monthermé om 14,00 uur
 V = MAAS te Givet om 15,30 uur
 VI = MAAS te Wépion om 17,15 uur
 VII = SAMBRE te Namen om 18,30 uur
 VIII = MAAS te Ivoz om 19,45 uur
 IX = MAAS te Borgharen om 21,30 uur

4.6. Het zuurstofgehalte na 48 uur in het donker

Het zuurstofgehalte na 48 uur in donker (O_d) is afhankelijk van het gemeten zuurstofgehalte tijdens de monsternamming (O_m). Het verschil tussen beide zuurstofgehalten, ($O_m - O_d$) of het zuurstofverbruik van het Maaswater, neemt af van Troussey naar Borgharen van ca. 5 mg/l tot ca. 1 mg/l. Dit zuurstofverbruik ontstaat door:

- a) de ademhaling van het fytoplankton,
- b) de biochemische afbraak van de in de Maas of zijrivieren geloosde afvalstoffen (biochemisch zuurstofverbruik).

In het Maaswater is het gemeten zuurstofverbruik gedurende 48 uur in het donker voornamelijk een gevolg van de ademhaling van het fytoplankton.

In de kritieke periode van 1964 met een fytoplanktondichtheid te Borgharen van meer dan 100.000 cellen/ml zijn de watermonsters slechts gedurende één nacht op het laboratorium bewaard. De volgende ochtend is toen het zuurstofgehalte gemeten (zuurstofgehalte in mg/l na 12 uur in het donker). Aan de hand van deze zuurstofmetingen heeft men direkt kunnen vaststellen, waar de letale zuurstofgrens was overschreden c.q. waar die ochtend vissterften waren voorgekomen.

Tijdens het onderzoek van 18 augustus 1966 bedroeg de fytoplanktondichtheid te Borgharen ca. 11.600 cellen/ml. De tijdsduur van de donkerperiode is daarom op 48 uur gesteld.

Het zuurstofverbruik van het water van de Sambre is uitsluitend een gevolg van de biochemische afbraak van de op de Sambre geloosde afvalstoffen. Dit zuurstofverbruik is echter aanzienlijk lager dan uit de opgave van Herry (1962), nl. uit de 500.000 inwoners (exklusief industrie) van het stroomgebied van de Sambre, kan worden berekend. Vermoedelijk is het water van de Sambre door gebruik voor koeling in thermische centrales en menging met industrieel afvalwater gedeeltelijk gesteriliseerd. Ook bij het mikroskopisch onderzoek krijgt men de indruk dat door middel van de Sambre „dood” slib naar de Maas wordt afgevoerd.

Het biochemisch zuurstofverbruik van het water van de Sambre mag dan ook niet met behulp van het zuurstofgehalte na 48 uur in het donker worden berekend, maar dient na ver-

dunning en enting met bacteriën (uit rioolwater) te worden bepaald.

4.7. Het zuurstofgehalte na 48 uur in licht

Het zuurstofgehalte na 48 uur in licht, d.w.z. in een zuurstofflesje waarop het licht kan inwerken, geeft een indruk van het zuurstofproducerend vermogen van het in het watermonster aanwezige fytoplankton. Enkele grondslagen betreffende deze bepaling zijn beschreven door A d e m a en T i e t e m a (1964).

Voornoemde auteurs spreken over een „Sauerstoffentwicklung” hetgeen mijns inziens moet zijn een „zuurstofproducerend vermogen”. Het zuurstofflesje vormt namelijk een geheel andere biotoop voor het Maasfytoplankton dan de Maas zelf. Ik denk hierbij aan verschillen in fysische en chemische kenmerken van beide biotopen, zoals zuurstofgehalte, kalk-koolzuur-verhouding, temperatuur, lichtintensiteit, spectrale energieverdeling van het licht enz.

Uit eigen onderzoeken is gebleken, dat in het zuurstofflesje tijdens de incubatietijd (van 48 uur) een aanpassing plaats heeft. Er tracht zich een nieuw evenwicht in te stellen. De resultaten alsook de zuurstofproductie in het flesje worden in belangrijke mate mede bepaald door de soortenrijkdom van het fytoplankton in het watermonster. Het zijn vooral de diatomeeën, die zich tijdens de incubatietijd ontwikkelen, zoals *Cyclotella*, *Nitzschia* enz.

De resultaten van het onderzoek van 18 augustus 1966 wijzen op:

- een hoog zuurstofproducerend vermogen van het fytoplankton in het Maaswater vanaf Troussey tot Borgharen;
- een laag zuurstofproducerend vermogen van het water van de zijrivieren de Chiers, de Semois en de Sambre;
- een iets lager zuurstofproducerend vermogen te Inor, hetgeen vermoedelijk een gevolg is van de afwezigheid van bepaalde diatomeeën.

4.8/14. Het gehalte aan stikstof en fosfor

De elementen stikstof en fosfor behoren tot de voornaamste anorganische voedingsmiddelen van de planten, waartoe ook het fytoplankton behoort. Volgens S a w y e r en L a c k e y (1945) is een massale ontwikkeling c.q. algenbloei mogelijk bij nitraat- en fosfaatge-

halten van onderscheidenlijk 0,3 en 0,015 mg/l (= 0,066 mg NO₃-N/l en 0,005 mg PO₄-P/l).

Voor een eutroof meer met hinderlijke algenbloei gedurende de lente en zomer vermeldt *Sylvester* (1961) de volgende cijfers:

nitraatstikstof in mg/l	0,084
totaal am. stikstof in mg/l	0,340
fosfor in mg/l (anorg. orthofosfaat)	0,016
totaal fosfor in mg/l	0,076

Bij een vergelijking van deze cijfers met de overeenkomstige cijfers van de Maas te Borgharen (monsterpunt IX) blijkt dat het stikstof- en fosforgehalte van het Maaswater ongeveer het tienvoudige is van voornoemde gehalten, welke nodig worden geacht voor een massale fytoplanktonontwikkeling.

Blijkens het onderzoek op 18 augustus 1966 zou de Maas per dag (bij droog weer) afvoeren: de dagafvoer in m³ x het gehalte in mg/l = grammen per dag,
of ca. $80 \times 86400 \times 3,6 = 24.883.200$ grammen stikstof per dag
en ca. $80 \times 86400 \times 1,2 = 8.294.400$ grammen fosfor per dag.

Volgens *Grune* (1966), *Shapiro* en *Ribeiro* (1965) en *Nehring* (1964) kan de luchtstikstof door blauwgroenwieren (cyanophyceën) worden gefixeerd.

Omdat blauwgroenwieren slechts in zeer geringe hoeveelheden in het Maaswater zijn aangetroffen kan deze stikstoffixatie door blauwgroenwieren in het Maaswater worden verwaarloosd.

Ambühl (1966) vermeldt dat per inwoner per dag 3 gram fosfor en 12 gram stikstof worden geloosd. Overeenkomstige cijfers worden ook door *Bucksteeg* (1966) vermeld voor het Duitse Roergebied, nl.: 1110 kg stikstof en 266 kg fosfor per 226 inwoners (inclusief industrie) per jaar, of omgerekend 13,5 gram stikstof en 3,24 gram fosfor per inwoner per dag.

Toepassing van deze cijfers op de Maas boven Borgharen geeft: ca. 1.500.000 inwoners x 13,5 gr/inw = 20.250.000 gr stikstof/dag, ca. 1.500.000 inwoners x 3,24 gr/inw = 4.860.000 gr fosfor/dag.

De stikstof en fosfor welke als gevolg van het gebruik van meststoffen met het drainagewater van de agrarische gebieden op de Maas worden

geloosd, kunnen worden verwaarloosd, omdat dit drainagewater voornamelijk tot afvoer komt gedurende nattere jaargetijden.

Ofschoon bovenstaande schatting alsmede de daarbij gebruikte basiscijfers zeer globaal zijn, kan toch wel worden aangenomen dat een massale fytoplanktonontwikkeling mogelijk wordt gemaakt door de voedselrijkdom van het Maaswater. Deze rijkdom aan stikstof en fosfor is een gevolg van de normale lozingen van afvalwater van woon- en industriegebieden met ca. 1.500.000 inwoners.

De huidige rioolwaterzuiveringsinstallaties zijn volgens *Liebmann* (1965) slechts in staat 50% van de stikstof en 23% van de fosfor uit het rioolwater te elimineren. Door denitrificatie en uitvloeking met chemicaliën kan een stikstof- en fosforeliminatie worden behaald van 90%. Maar ook bij deze zuivering van al het afvalwater dat op de Maas wordt geloosd kan blijkens de resultaten van het onderzoek een massale ontwikkeling van het fytoplankton bij lage Maasafvoeren niet worden voorkomen.

4.15. De zuurgraad

Als gevolg van de opname van koolzuur door het fytoplankton in het licht treedt er een verschuiving op in het kalk-koolzuur-evenwicht in het water, waarbij de pH stijgt. Evenals het zuurstofgehalte wijst het verloop van de zuurgraad van het Maaswater op een dagperiodiciteit. De hoogste pH-waarden in de Maas zijn in de middaguren gemeten te Givet (monsterpunt V) en te Wepion (monsterpunt VI).

Opvallend is de eveneens hoge pH van het water van de Semois (monsterpunt IV). Het hoge zuurstofverzadigingspercentage van 121% en de geringe toename van het zuurstofgehalte in licht doen vermoeden dat dit een gevolg is van de koolzuurassimilatie van hogere, vaste waterplanten. *Schäperclaus* (1961) heeft kunnen aantonen dat door de assimilatie van Elodea de pH-waarde van water kan stijgen tot 10,3!

4.16/21. Het plankton

In mijn bespreking van „Annual Compilation of Data of the National Water Quality Network (*Jansen*, 1966) heb ik o.a. vermeld, dat de Europese onderzoekers veel aandacht be-

steden aan de zeldzame planktonsoorten; de Amerikaanse onderzoekers hebben daarentegen meer een oppervlakkige belangstelling voor de soorten die het sterkst zijn vertegenwoordigd en die bepalend zijn voor de waterkwaliteit.

Het Maasonderzoek van 18 augustus 1966 beperkt zich eveneens tot de telling van de grotere en belangrijke groepen. Hierbij onderscheidt men afhankelijk van de verdichtingsmethode:

- het centrifugeplankton, waarbij (door ons) 20 ml monsterwater gedurende 7 minuten wordt gecentrifugeerd met een toerental van 3000 omw. per min. Het verkregen bezinksel wordt gesuspenderd in een ml water;
- het bezonken plankton, waarbij (door ons) het plankton door toevoeging van 6 ml 40% formaline aan 1 liter water wordt gefixeerd. Na bezinking wordt afgezogen tot ca. 100 ml.
- het netplankton, waarbij (door ons) 25 liter water door een planktonnet (met openingen van ca. 50 μ) wordt gegoten. Het net wordt schoongespoeld in ca. 10 ml water.

Op het laboratorium van het waterschap worden de planktonmonsters meestal gecentrifugeerd. *Wibaut-Isebre Moens* (1964) heeft vooral het bezonken en netplankton in de Maas onderzocht.

Bij vergelijking van de tellingen van de drie planktonsoorten valt direct op dat het Maaswater aanzienlijk minder netplankton dan centrifuge- of bezonken plankton bevat. Hieruit blijkt dat door de openingen van het net een groot aantal wieren heenglippen (nannoplankton). Van het nannoplankton schrijft *Wibaut-Isebre Moens* in een van haar publikaties: „Geconstateerd werd, dat in de Maas het plankton en vooral het allerkleinste nannoplankton veel voorkwam”. Wij weten thans dat de verhouding tussen het net- en het centrifugeplankton varieert tussen 1:100 en 1:500. Het centrifuge- en bezonken plankton komen in orde van grootte met elkaar overeen. De verschillen ontstaan vermoedelijk door de hoeveelheden water, welke voor het centrifugeren (20 ml) en het bezinken (1000 ml) worden gebruikt.

Het fytoplankton van het Maaswater te Troussey (figuur 3) bestaat voornamelijk uit zeer kleine eencellige groenwieren, enige kie-

zelwieren (diatomeeën) en groene flagellaten.

Patrick en Reimer (1966) hebben aangetoond dat de diatomeeënflora meestal uit veel soorten is samengesteld. Een verontreiniging van het water zal volgens schrijvers leiden tot vermindering van het aantal soorten. Hetzelfde kan worden gezegd ten aanzien van de overige wieren. Zeer kleine eencellige groenwieren en groene flagellaten worden over het algemeen aangetroffen in verontreinigd water. De verontreinigingstoestand, waarin het water te Troussey is aangetroffen, is daarentegen gering (zie bijvoorbeeld het zuurstofgehalte na 48 uur in het donker), hetgeen wordt bevestigd door de aanwezigheid van Trichopterenlarven en trilhaarwormen aan de onderzijde van de stenen op de Maasbodem.

Hetzelfde mikroskopisch beeld treft men aan te Inor (figuur 4), waar de kleine eencellige wieren nog in sterke mate domineren. Door het praktisch ontbreken van diatomeeën en groene flagellaten is hier het zuurstofproducerend vermogen van het fytoplankton lager (zie 4.7).

Bij vergelijking van de afbeeldingen 3 en 4 dient er op te worden gewezen dat de mikrofoto's wel bij dezelfde vergroting, maar niet bij

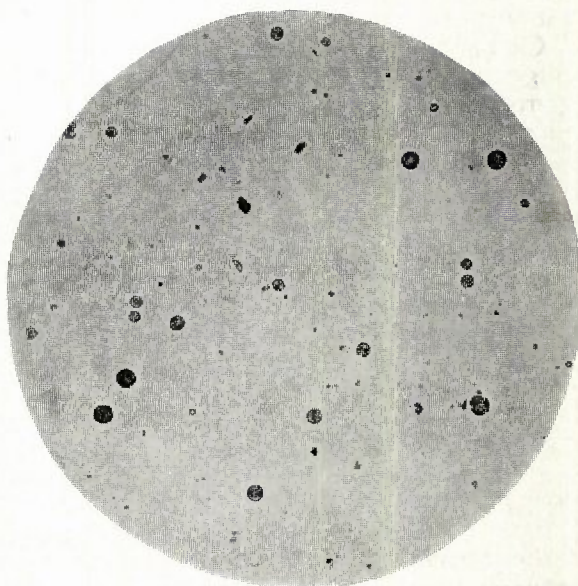


Fig. 3. Het Maaswater te Troussey (monsterpunt I) x 100.

Microfoto's fig. 3-7: Lab. voor planten-fysiologisch onderzoek, Wageningen.

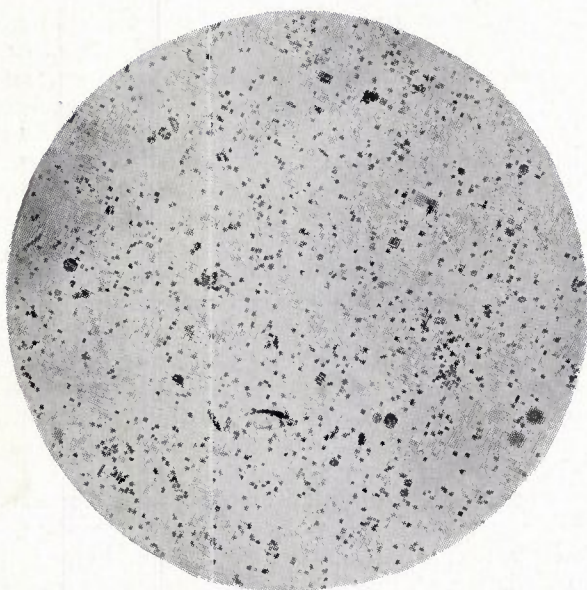


Fig. 4. Het Maaswater te Inor (monsterpunt II) x 100.

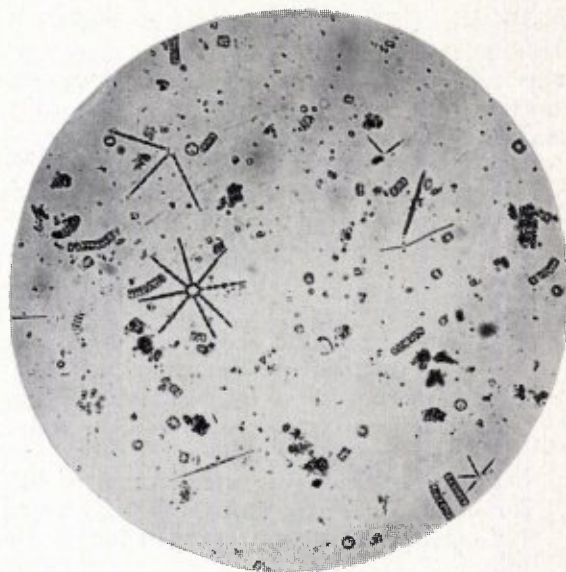


Fig. 6. Het Maaswater te Wepion (monsterpunt VI) x 100.

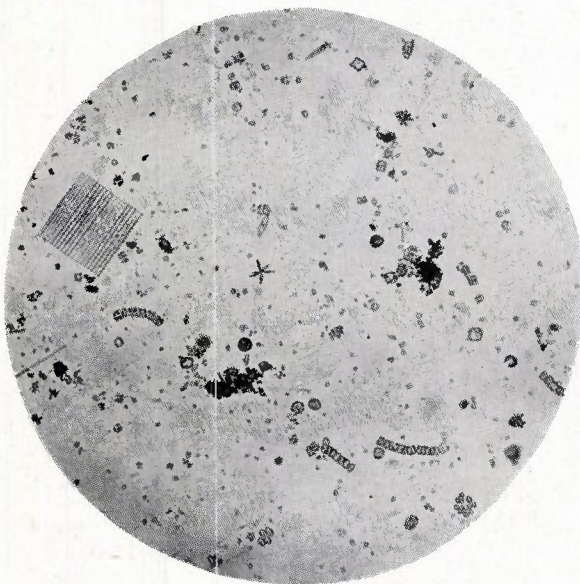


Fig. 5. Het Maaswater te Givet (monsterpunt V) x 100.

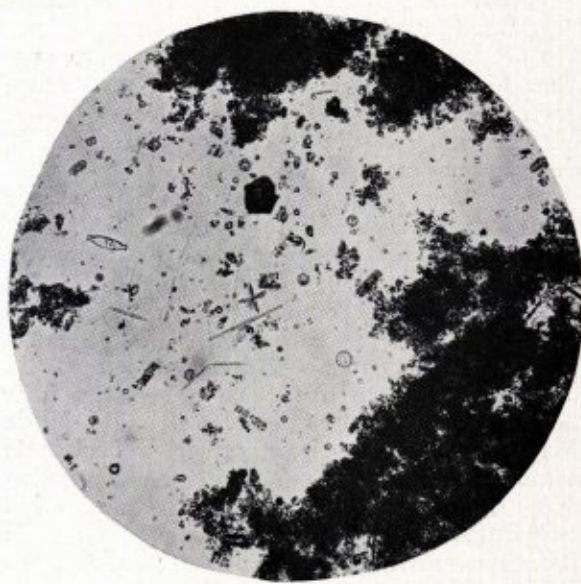


Fig. 7. Het Maaswater te Ivoz (monsterpunt VIII) x 100.

dezelfde concentratie van het fytoplankton zijn genomen. Het aantal cellen op de afbeeldingen zegt dus niets over absolute planktondichtheid.

Ook te Inor is het Maaswater praktisch niet verontreinigd. Door de incidentele lozingen van

afvalwater wordt het Maaswater slechts plaatselijk ernstig verontreinigd, hetgeen een selectieve invloed heeft op de (betrekkelijk eenzijdige) samenstelling van het fytoplankton van het Maaswater in Frankrijk.

Vanaf Sedan neemt het aantal fytoplanktonsoorten toe. Opvallend is hierbij het groot aantal Cyclotella-koloniën. Door vergroting van de Maasafvoer door de Chiers en de Semois zijn de lozingen van afvalwater niet in staat de kwaliteit van het Maaswater zodanig te beïnvloeden dat dit directe gevolgen heeft voor het fytoplankton (zie figuur 5 en 6).

Te Namen mondt de Sambre uit in de Maas. De kwaliteit van het water van de Sambre is op overzichtelijke wijze beschreven door Le Clerc en Beeckmans (1957). In het voorgaande is er reeds op gewezen dat de Sambre gedeeltelijk gesteriliseerd slib naar de Maas afvoert. Door dit slib heeft de Sambre, in tegenstelling tot de Maas die meer groen is, een bruine chocoladekleur. Het water van de Sambre heeft een negatieve en tweeledige invloed op de ontwikkeling van het fytoplankton in de Maas, namelijk:

- a) een vertroebeling, waardoor het licht minder diep in het Maaswater kan doordringen,
- b) coagulatie en bezinking van het fytoplankton in de Maas.

(zie figuur 7). Uiteraard is deze invloed het geringst in de perioden met geringe afvoeren. Blijkens de resultaten van onderzoeken in 1964 ontstaat in deze perioden weer een opleving van het fytoplankton beneden Borgharen, welke tot grote dichtheden en, zoals in 1964, tot vissterften kan leiden.

Conclusies

Het gehalte aan stikstof en fosfor van het Maaswater is zo hoog dat het fytoplankton zich gedurende de zomer massaal kan ontwikkelen. Deze ontwikkeling begint reeds in Frankrijk en kan belangrijke gevolgen hebben voor de kwaliteit van het Nederlandse Maaswater (vissterfte in 1964).

Het troebele rivierwater van de Sambre gaat de ontwikkeling van het fytoplankton in de Maas tegen en redt hierdoor de situatie op Belgisch grondgebied.

Door de zuivering van het afvalwater, dat op de Maas wordt geloosd, kan het stikstof- en fosforgehalte praktisch niet op het vereiste niveau worden teruggebracht. Hoogstens zal hierdoor een verschuiving optreden in de samenstelling van de wierenflora. Hierbij moet men echter

voorzichtig zijn. In vergelijking tot de Amerikaanse rivieren (Williams 1963) vormt de Maas door haar bijzondere planktonrijkdom reeds een uitzondering. Als waarschuwing kan men beschouwen de artikelen van: Fitch a.o. (1934) „Waterbloom as a cause of poisoning in domestic animals”, Gorham (1962) „Toxic algae” en (1965) „Toxic algae as a public health hazard”, Shelubsky (1951): „Observations on the properties of a toxin produced by Microcystis”, Wheeler a.o. (1942) „A contribution on the toxicity of algae”, Senoir (1960) „Algal poisoning in Saskatchewan”, Kalbe en Thiess (1964) „Entenmassensterben durch Nodularia-Wasserblüte am kleinen Jasmunder Bodden auf Rügen. Zur Vergiftung von Haustieren durch Blaualgenwasserblüte”, „Giftigheid van blauwalgen” (Water 51 (1967) 4 (23 febr.) blz. 96-97).

Voor Nederland is een goed beheer van de Maas met betrekking tot de waterkwaliteit noodzakelijk. Hierbij dienen de wateronttrekkingen tijdens perioden met geringe afvoeren zoveel mogelijk te worden beperkt.

Toekomstige onttrekkingen van water aan de Maas buiten Nederland vormen een direct gevaar voor de bruikbaarheid van het Limburgse Maaswater voor de industrieën, de land- en tuinbouw en veeteelt, de visserij en recreatie.



Vissterfte in de Maas te Bergen (L) in 1964.

Résumé

En 1964 le phytoplancton a fait fluctuer la teneur en oxygène de l'eau de la Meuse hollandaise de telle manière qu'une mortalité en masse des poissons eût lieu.

Le 18 août 1966 on a fait une recherche sur le

développement du phytoplancton dans l'eau de la Meuse en France et Belgique.

Les résultats des recherches en 1964 et 1966 révèlent:

- un développement primaire du phytoplancton commençant en France;
- un retardement de ce développement en Belgique par l'eau trouble de la Sambre;
- finalement une reprise nouvelle jusqu'à des concentrations à un degré très élevé en Hollande;

En rapport avec ce développement en masse du phytoplancton les prises d'eau de la Meuse pendant des périodes de décharges peu élevées doivent être limitées autant que possible.

Literatuur

- D. Adema en R. Tietema — Untersuchung der Sauerstoffentwicklung im Wasser der Maas durch Kohlensäureassimilation. Das Gas- und Wasserfach 105 (1964) 30 (24 juli) blz. 815-820.
- H. Ambühl — Der Einfluss chemischer Düngung auf stehende Oberflächengewässer. Das Gas- und Wasserfach 107 (1966) 14 (7 april) blz. 357-363.
- Anoniem — Giftigheid van blauwalgen. Water 51 (1967) 4 (23 febr.) blz. 96-97.
- W. Bucksteeg — Erschwerenisse der Trink- und Brauchwassergewinnung aus Oberflächenwasser durch Abwässereinleitungen. Wasser und Boden 18 (1966) 8 (aug.) blz. 261-265.
- C. P. Fitch a.o. — „Water bloom“ as a cause of poisoning in domestic animals. The Cornell Veterinarian XXIV (1954) 1 (jan) blz. 30-39.
- P. R. Gorham — Toxic Algae. Algae and Man. New York, 1964, blz. 307-336.
- P. R. Gorham — Toxic algae as a public health hazard. JAWWA 56 (1964) blz. 1481-1488.
- W. N. Grune — 1965 Literature Review. Marine and Estuarine Pollution. Journal Water Pollution Control Federation 38 (1966) 7 (juli) blz. 1119.
- S. Herry — La pollution des rivières par les eaux chaudes. Application à la Sambre. Bulletin du Centre Belge d'Etude et de Documentation des Eaux (1959) 46, blz. 226-235.
- S. Herry — Etude de la pollution du bassin mosan. La Revue du Centre Belge d'Etude et de Documentation des Eaux (1962) 220 (maart).
- S. Herry, F. Edeline, G. Lambert et R. Heuze — Etude des eaux de la Meuse en 1964. La Tribune du CEBEDEAU 18 (1965) 257 (april) blz. 170-185.
- Ph. Jansen — Boekbespreking. Annual Compilation of data of the National Water Quality Network, october 1, 1960 — september 30, 1961. Natuurhistorisch Maandblad 53 (1964) 9 (30 sept.) blz. 139.
- Ph. Jansen — De betekenis van het fytoplankton voor de kwaliteit van het Maaswater in Limburg. Natuurhistorisch Maandblad 54 (1965) 10 (27 okt.) blz. 130-134.
- L. Kalbe und D. Thiess. — Entenmassensterben durch Nodularia-Wasserblüte am Kleinen Jasmunder Bodden auf Rügen. Zur Vergiftung von Haustieren durch Blaualgenwasserblüte. Archiv für experimentelle Veterinärmedizin XVIII (1964) 3, blz. 535-555.
- E. Leclerc et I. Beeckmans — Les études de rivières au Cébédau et particulièrement celle de la Sambre. Bulletin mensuel du CEBEDEAU (1957) 73 (jan) blz. 20-24.
- H. Liebmann — Die 3. Reinigungsstufe und die Wasser- und Abwasserbelüftung. Band 12. Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flussbiologie (1965) blz. 379-380.
- D. Nehring — Untersuchungen über die Bindung von elementarem Stickstoff durch Mikroorganismen (Blaualgen). Zeitschrift für Fischerei und deren Hilfswissenschaften XII (1964) 3/4/5 (juli) blz. 307-318.
- R. Patrick and C. W. Reimer — The Diatoms of the United States. Volume I. (1966) (mei) blz. 80-81.
- H. van Rossum — De Maas van oorsprong tot uitmonding. Land en Water 6 (1962) 4, blz. 122-131.
- C. N. Sawyer and J. B. Lackey — Investigations of the odor nuisance occurring in the Madison Lakes, particularly Monona, Waubesa, Kegonsa from July 1943 to July 1944. Report of the Governor's Committee, Madison, Wisconsin (1945) blz. 1-92.
- W. Schäperclaus — Lehrbuch der Teichwirtschaft (1961) blz. 91.
- V. E. Senior — Algal poisoning in Saskatchewan. Canadian Journal of Comparative Medicine 24 (1960) 1 (jan) blz. 26-31.
- J. Shapiro and R. Ribeiro — Algal growth and sewage effluent in the Potomac Estuary. Journal Water Pollution Control Federation 37 (1965) 7 (juli) blz. 1034.
- M. Shelubsky — Observations on the properties of a toxin produced by Microcystis. Verhandlungen Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie XI (1951) blz. 362-366.
- R. O. Sylvester — Nutrient content of drainage water from forested, urban and agricultural areas. Algae and Metropolitan Wastes. Transactions of the 1960 Seminar (1961) blz. 87.
- G. A. Truesdale, A. L. Downing and G. F. Lowden — The solubility of oxygen in pure water and sea-water. Journal of Applied Chemistry 5 (1955) (febr.) blz. 53-62.
- R. E. Wheeler, J. B. Lackey and S. Schott — A contribution to the toxicity of algae. Public Health Reports 57 (1942) 45 (nov.) blz. 1695-1701.
- N. L. Wibaut-Isebreë Moens — Rivierenonderzoek 1954-1955. Afdeling D.
- N. L. Wibaut-Isebreë Moens — Onderzoek van grindgaten langs de Maas. Publikatie van het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg, Reeks XIV 1964 (1965) (okt.) blz. 13.
- L. G. Williams — Plankton Population Dynamics. National Water Quality Network. Supplement 2. (1963) (jan).