

CENTRUM VOOR AGROBIOLOGISCH ONDERZOEK

COMMISSIE TNO VOOR ONDERZOEK INZAKE  
NEVENWERKINGEN VAN BESTRIJDINGSMIDDELEN  
EN VERWANTE VERBINDINGEN

GEBRUIK VAN EEN MICRO-ECOSYSTEEM  
BIJ HET ONDERZOEK NAAR NEVENEFFECTEN VAN  
HET HERBICIDE DICHLOBENIL IN WATER

Ir. G.D. Butijn

CABO-verslag nr. 37

februari 1983

37  
CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS



0000 0013 7360

ISN=173045-23

## SUMMARY

A comparative study was set up to assess possible zootoxic and ecological effects of the application of the herbicide dichlobenil (Casoron G-SR) in a ditch and in indoor micro-ecosystems (MES) derived from it.

The ditch was divided into four 100 m<sup>3</sup> sections. Two sections were treated with the herbicide at 2 g.m<sup>-3</sup> (a.i.). The MES were created by filling each of nine 235 l (net) glass containers with unfiltered water, *Elodea nuttallii*, macrobenthos and bottom mud from the ditch, and washed sand. The systems were allowed to stabilize in the laboratory for approx. 90 days prior to the application. Treatment levels were 0, 2, 5 and 15 g.m<sup>-3</sup> (a.i.). The monitoring programs for both outdoor and indoor experiments included twelve chemical variables, macrophyte and phytoplankton composition and density, and population densities of up to 98 zoöplankton and macrobenthos taxa. The experiments were terminated at 165-216 days after treatment.

Much higher dichlobenil levels and pH values developed in the MES than in the ditch, due to the glass plates that were placed on the aquaria. In both the ditch and the MES higher plants were killed as a result of the treatment; the growth of filamentous green algae was stimulated in all treated systems. Considerable variability of population densities allowed only a limited number of animal species and species groups to be identified as directly or indirectly being inhibited or stimulated by the treatment. The two experiments showed similar results in some respects, however.

It is argued, that certain modifications of the MES technique used in this study are required in order to develop a more responsive system.

## VOORWOORD

Medio 1977 besloot de Commissie TNO voor Onderzoek inzake Nevenwerkingen van Bestrijdingsmiddelen en verwante verbindingen (CNB) een subsidie beschikbaar te stellen voor een eenjarig vooronderzoek, uit te voeren bij het Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (CABO) te Wageningen. Doel van dit onderzoek was, door middel van een literatuurstudie vast te stellen welke perspectieven het gebruik van zogenoemde aquatische micro-ecosystemen biedt bij de beoordeling van de risico's van milieuvreemde stoffen.

Het onderzoek mondde uit in een literatuurrapport, dat een systematisch overzicht gaf over het tot dan verrichte onderzoek op dit gebied. Mede op basis van het literatuurrapport kon een voorstel tot voortzetting van het project in de vorm van een experimenteel onderzoek worden geformuleerd. Nadat de CNB hieraan haar goedkeuring had gehecht en financiële ondersteuning had toegezegd, werd in oktober 1978 een begin gemaakt met de voorbereiding van de diverse experimenten. Dit verslag heeft betrekking op het experimentele gedeelte van het onderzoek, dat begeleid werd door een daartoe ingestelde commissie, samengesteld uit leden van de Contactgroep Water van de CNB.

Aan de volgende personen en instanties ben ik in het bijzonder dank verschuldigd voor de waardevolle bijdragen aan het onderzoek:

- voor de advisering betreffende het onderzoek: de project-begeleidingscommissie, bestaande uit: dr.ir. R.J. Dortland (RWS), dr.ir. H. de Heer (IOB), dr. K. Kersting (RIN), dr. A.G.M. Willems (Duphar B.V.) en drs. J.C.J. van Zon (Euroconsult; voorheen werkzaam bij het CABO), alsmede drs. M. Smies (Shell, Internationale Petroleum Mij. B.V.);
- voor de dagelijkse begeleiding: drs. J.C.J. van Zon (projectleider);
- voor de technische voorbereiding en uitvoering: de CABO-medewerkers B.J. Hoogers en C.A. Hoveyn en de studenten M. Crezée, Th. Dekker, J. Heres en J.H. Janse;
- voor de behandeling van de proefsloot met Casoron G-SR: J. Oosterhof (Duphar B.V.);
- voor de dichlobenil-analyse van water- en bodemonsters: Duphar B.V.;
- voor de beschikbaarstelling van de proefsloot: de Organisatie tot Verbetering van de Binnenvisserij (OVB).

<u>INHOUDSOPGAVE</u>	<u>Blz.</u>
Summary	3
Voorwoord	4
1. Inleiding	6
1.1. Aquatische micro-ecosystemen	6
1.2. Micro-ecosystemen en risico-beoordeling	7
1.3. Doel en aard van dit onderzoek	8
2. Materiaal en methoden	10
2.1. De modelstof	10
2.2. Algemene proefopzet	11
2.2.1. Dimensionering	11
2.2.2. Fasering	12
2.3. De veldproef	13
2.4. De laboratoriumproef	14
2.5. Aanvullende proeven	15
2.6. Verwerking der waarnemingsgegevens	16
2.6.1. Correcties en transformaties	16
2.6.2. Statistische verwerking	19
3. Resultaten	21
3.1. De veldproef	21
3.1.1. Fysische en chemische variabelen	21
3.1.2. Biologische variabelen	22
3.2. De laboratoriumproef	24
3.2.1. Fysische en chemische variabelen	24
3.2.2. Biologische variabelen	25
3.3. Aanvullende proeven	27
4. Bespreking van de resultaten	29
4.1. De veldproef	29
4.2. De laboratoriumproef	30
4.3. Aanvullende proeven	31
4.4. Evaluatie van de gebruikte micro-ecosystemen	31
5. Conclusies	34
6. Samenvatting	35
7. Literatuur	36
Lijst van symbolen en eenheden	40
Lijst van aangetroffen organismen	42
Lijst van tabellen en figuren	48
Tabellen en figuren	50

## 1. INLEIDING

### 1.1. Aquatische micro-ecosystemen

In toenemende mate wordt bij ecologisch en milieutoxicologisch onderzoek gebruik gemaakt van micro-ecosystemen (MES) (Harris 1980; Ringelberg & Kersting, 1978). Een MES is een onder kunstmatige milieu-omstandigheden verkerend ecosysteem (zie ook Beyers, 1963). Ten minste één milieufactor is in alle MES van kunstmatige aard, namelijk de begrenzing van het systeem. Daarnaast kan het energie- en materiaaltransport naar en vanaf het systeem een kunstmatig karakter dragen. Ook kan de samenstelling van de levensgemeenschap afwijken van een natuurlijke structuur. Deze factoren maken het mogelijk om door middel van manipulatie het gedrag van deze ecosystemen te bestuderen. Dit betekent dat MES in principe niet alleen inzicht kunnen verschaffen in fundamentele ecologische processen, maar ook kunnen bijdragen tot een juiste beoordeling van milieurisico's van fysische en chemische verstoringen. Zowel aquatische (waartoe we ons nu zullen beperken) als terrestrische systemen lenen zich daartoe.

In het begin van de jaren vijftig zijn de eerste serieuze experimenten met MES uitgevoerd (Kuhl & Mann, 1952). Hoewel sindsdien enige belangrijke resultaten zijn bereikt (zie bijvoorbeeld Cooke, 1971; Metcalf, 1977; Ringelberg & Kersting, 1978), is nog veel onderzoek nodig naar de voorspellende waarde van de experimenten.

De tot nu ontwikkelde systeem kan men, vanuit biologisch oogpunt beschouwd, indelen in twee groepen (Ringelberg & Kersting, 1978):

1. gnotobiotische systemen ("defined systems");
2. semi-natuurlijke systemen ("derived systems").

ad 1. De levensgemeenschap van de gnotobiotische MES bestaat uit een beperkt aantal soorten organismen, die afkomstig zijn uit laboratorium-cultures. De abiotische componenten zijn gewoonlijk eveneens van bekende samenstelling, en de fysische milieu-omstandigheden zijn in het algemeen gestandaardiseerd. Er is geen uitwisseling van organismen met de omgeving mogelijk (Hairston et al., 1968; Taub, 1976). In een wat minder rigoreuze variant is permanente of incidentele invoer van bepaalde organismen mogelijk (Ringelberg & Kersting, 1978).

Gnotobiotische systemen lenen zich bij uitstek voor fundamenteel onderzoek naar de transportroutes, het lot en de biologische effecten van een stof. Behalve de bovengenoemde factoren dragen daartoe ook de relatief eenvoudige replicerbaarheid van de opstellingen en de niet onbevredigende reproduceerbaarheid van de proefuitkomsten bij (Heath, 1979; Taub, 1976). De levensduur is variabel, maar kan in sommige gevallen oplopen tot enige jaren, zodat bestudering van effecten op lange termijn mogelijk is (Ferens & Beyers, 1972; Kersting, 1975, 1978; De Zwart, 1980). Een veelbelovende wijze van ontwerpen en analyseren van experimenten is de holistische systeembenadering. Men maakt hierbij gebruik van het feit dat complexe systemen, zoals MES, bij een verstoring boven een zekere intensiteit een karakteristiek overgangsgedrag vertonen tot een nieuwe evenwichtstoestand is bereikt. Het overgangsgedrag is bepaald door het verloop van de curve in de toestandsruimte, die gedefinieerd is door een aantal systeem-variabelen, zoals zuurgraad en zuurstofgehalte (Levandowsky, 1977). Enige effecten van cadmium in MES konden door analyse van de curves (fase-diagrammen) worden vastgesteld (Heath, 1979). Ook bij onderzoek met chemostaten is deze methode reeds met succes toegepast (Harder, 1979). Enige proeftechnische eisen waaraan gnotobiotische MES moeten voldoen zijn de

volgende. De afmetingen dienen voldoende groot te zijn, zodat verstoring door bemonsteringen beperkt blijft. Anderzijds zijn te grote afmetingen niet gewenst, omdat dit ten koste zou gaan van het aantal systemen per proef en daarmee van de statistische verwerkbaarheid van de meetgegevens. Ook moeten aan het begin van de experimenten van elke populatie voldoende individuen (eventueel met een juiste verdeling naar leeftijd en geslacht) aanwezig zijn om een zekere kans op instandhouding van de populaties te waarborgen. Tot slot moeten de proeven zodanig zijn opgezet, dat onderscheid kan worden gemaakt tussen natuurlijke veranderingen en veranderingen ten gevolge van een experimentele belasting (behandeling) van de systemen.

In het algemeen mag worden gesteld, dat gnotobiotische MES, mits zij een of meer functionele eigenschappen bezitten die ook in natuurlijke systemen voorkomen, informatie kunnen geven over de potentiële gevolgen van verstoringen, in termen van de genoemde functionele eigenschappen. Inzicht in de werkelijke gevolgen van verstoringen kan men in principe uitsluitend verkrijgen uit veldproeven. Aangezien het uitvoeren van veldproeven om diverse redenen vaak ongewenst of zelfs onmogelijk is kan het gebruik van semi-natuurlijke MES eventueel een alternatief zijn.

ad 2. De levende en niet-levende componenten van semi-natuurlijke MES zijn rechtstreeks afkomstig uit een natuurlijk ecosysteem. Een beschrijving van de samenstelling is dan ook slechts ten dele mogelijk. De systemen staan onder invloed van natuurlijke of gestandaardiseerde fysische milieuomstandigheden, en kunnen gesloten of open zijn. In het laatste geval is weliswaar uitwisseling van levend en niet-levend materiaal met de omgeving mogelijk, maar een volledig natuurlijk patroon hierin ontbreekt in verband met de kunstmatige begrenzing. Ook voor semi-natuurlijke MES geldt als voorwaarde voor een zinvolle toepassing, dat zij een lange levensduur hebben (Dortland, 1980), functionele eigenschappen bezitten, die ook in veldsystemen aanwezig zijn (Giddings & Eddlemon, 1978; Oviatt et al., 1980; Perez et al., 1977) en aan de proeftechnische eisen voldoen. Daarnaast dient voornamelijk aan een aantal andere voorwaarden te zijn voldaan, te weten de aanwezigheid van zoveel mogelijk natuurlijke componenten, en een zo uitgebreid mogelijk meetprogramma (Grice & Menzel, 1978; Reed, 1978). De laatstgenoemde voorwaarden kunnen vervallen, zodra uit voortgezet onderzoek is gebleken in hoeverre de samenstelling van en het meetprogramma voor de MES voor een specifieke toepassing vereenvoudigd kunnen worden.

## 1.2. Micro-ecosystemen en risico-beoordeling

Gezien het complexe karakter van onderzoek met MES lijkt het gewenst om, voorafgaand aan de bespreking van doel en aard van dit project, in het kort aan te geven hoe de rol van MES binnen het totale milieu-onderzoek kan worden afgebakend. In tegenstelling tot veel andere typen van biologisch onderzoek, moet de onderzoeker die gebruik maakt van MES zelf zijn studie-object bouwen, alvorens hij waarnemingen kan doen. Dit betekent dat het ontwerp van systeem en meetprogramma optimaal kan en moet zijn gericht op beantwoording van een aantal specifieke, tevoren geformuleerde vragen. Deze vragen kunnen betrekking hebben op fundamenteel-ecologische eigenschappen in onbelaste toestand en op de veranderingen die in MES kunnen optreden ten gevolge van een belasting (bijvoorbeeld de verhouding fotosynthese/respiratie en de opbouw van voedselketens). De uit-

komsten van onderzoek van het laatstgenoemde type kunnen, in combinatie met aanvullende gegevens, leiden tot schatting van milieurisico's. Onder "milieurisico" kan men verstaan: de kans op biologische schade ten gevolge van de aanwezigheid in het milieu van een stof in een feitelijke of voorspelde concentratie (Cairns, 1980). Van biologische schade is sprake indien introductie van een stof in een bepaald milieu leidt tot door de mens ongewenst geachte effecten in populaties of tot een ontregeling van het harmonisch functioneren van het betreffende ecosysteem (vergelijk Hueck, 1977).

Slechts aan de hand van experimenteel ecologisch onderzoek kan men bepalen, welke kenmerkende functionele eigenschappen een ecosysteem bezit en onder welke omstandigheden (belasting met een stof) deze ontregeld raken. Zodra voldoende waarnemingsgegevens beschikbaar zijn, kan men het milieurisico formuleren in termen van (milieu-)toxiciteit en beschikbaarheid voor opname in organismen. Een voorbeeld van de procedure die men kan volgen in weergegeven in fig. 1. Volgens het schema leveren basisgegevens over de stof en resultaten van onderzoek onder gestandaardiseerde, semi-natuurlijke en eventueel natuurlijke omstandigheden elk hun eigen bijdrage aan de risicobeoordeling. In twee fasen van de toetsingsprocedure kan men gebruik maken van MES. Het snel opsporen van mogelijke effecten (screening) geschiedt met behulp van een reeks gnotobiotische systemen die onder uiteenlopende, maar gestandaardiseerde omstandigheden worden belast. In een latere fase kan geïntegreerd onderzoek met semi-natuurlijke MES een indruk geven van de werkelijke gevolgen van een belasting.

Andere, maar verwante beslissingsschema's geven onder andere Draggan & Giddings, 1978; Hueck, 1977; Tooby, 1978 en Cairns et al., 1978 geeft tevens een aantal numerieke waarden voor de uitkomsten van toetsen, op grond waarvan wordt beslist of nader onderzoek onder gestandaardiseerde omstandigheden noodzakelijk is. Het voert te ver om de verschillende argumenten te bespreken die aan de keuze van deze numerieke waarden ten grondslag liggen of kunnen liggen. Wel lijkt het van belang, dat ook voor de Nederlandse situatie dergelijke waarden worden vastgesteld. Een aantal er van kan waarschijnlijk betrekkelijk snel worden ingevuld; voor het kiezen van andere (waaronder kritieke waarden voor de uitkomsten van experimenten met MES) is nog aanvullend onderzoek nodig.

### 1.3. Doel en aard van dit onderzoek

Het project was gericht op beantwoording van de volgende vraag: in hoeverre zijn de effecten die bij introductie van een bepaalde milieuvreemde stof in een bepaald type MES worden gevonden, overdraagbaar naar een veldsituatie en omgekeerd?

Om redenen, vermeld in de voorgaande paragrafen, lenen semi-natuurlijke MES zich onder bepaalde voorwaarden voor onderzoek dat een redelijk betrouwbare voorspelling geeft van werkelijke milieu-effecten. De mate waarin een voorspeld effect overeenkomt met een werkelijk effect, kan rechtstreeks worden vastgesteld aan de hand van vergelijkende, en zo mogelijk simultaan uitgevoerde experimenten in het MES en het daarmee verwante veld-systeem. Ook in dit project is voor een dergelijke benadering gekozen. De keuze impliceerde onder andere dat een vrij omvangrijk meetprogramma moest worden opgesteld. Hierdoor kon slechts één modelstof worden gebruikt.

Van de in oppervlaktewateren aanwezige milieuvreemde stoffen nemen herbiciden een bijzondere plaats in. Gezien het effect dat met het gebruik

van deze stoffen wordt beoogd, oefenen deze een potentieel sterkere invloed uit op het functioneren van ecosystemen dan vele andere milieuvreemde stoffen. Herbiciden worden immers toegepast om planten uit een systeem te verwijderen. De planten spelen als voedselproducent, schuil- en broedplaats en anderszins een essentiële rol binnen ecosystemen. Als bovendien uit laboratorium-onderzoek bekend is, dat een herbicide onder bepaalde omstandigheden tevens giftig is voor dierlijke organismen en gedurende langere tijd biologisch beschikbaar blijft, dient men er rekening mee te houden dat bij gebruik van het middel naast gewenste ook ongewenste effecten kunnen optreden. Een herbicide met bovengenoemde eigenschappen is dichlobenil, althans wanneer het wordt toegepast in stilstaand water. Deze stof werd daarom als modelstof gekozen.



## 2. MATERIAAL EN METHODEN

### 2.1. De modelstof

Er bestaan twee granulaatformuleringen van dichlobenil (2,6-dichloorbenzonitril): Casoron G en Casoron G-SR. De laatste bevat 20% dichlobenil en is een zogenaemde slow-release formulering. Dit wil zeggen dat de biologisch actieve component langzaam uit de granule vrijkomt, en dus gedurende langere tijd potentieel beschikbaar is voor opname in organismen. Om deze reden werd in de experimenten de formulering Casoron G-SR gebruikt. Geen van beide middelen is in Nederland toegelaten voor toepassing direct in oppervlaktewater. Het gebruik van Casoron G als bestrijdingsmiddel tegen waterplanten is alleen toegestaan in tijdelijk droogstaande sloten, wanneer met redelijke zekerheid mag worden aangenomen dat gedurende twee maanden na toepassing geen water door de sloot stroomt (Plantenziektenkundige Dienst, 1978). In een aantal andere landen mag de stof rechtstreeks in oppervlaktewater worden toegepast.

Een aantal fysisch-chemische eigenschappen van dichlobenil is samengevat in tabel 1. Met name de grote vluchtigheid van de stof is opvallend. Omzettingsprodukten van dichlobenil zijn: 2,6-dichloorbenzamide, 3- en 4-hydroxyverbindingen en conjugaten. De omzetting verloopt in weinig gevoelige plantesoorten relatief snel (Verloop, 1976; Verloop & Nölle, 1972). In zoogdieren wordt dichlobenil binnen vier dagen na dosering grotendeels in de vorm van polaire metabolieten uitgescheiden (Griffiths et al., 1966; Wit & Van Genderen, 1966a). Metabolisme in vissen treedt nauwelijks op. Na opname in karper, guppy, goudvis en regenboogforel vindt afgifte van de stof en zijn eventuele metabolieten aan het water plaats in een mate die afhankelijk is van de concentratie in het water. Het gevolg is, dat de accumulatiefactor over betrekkelijk lange tijd constant (15 à 20) blijft (Bolier et al., 1973; Verloop et al., 1974; Wiersma-Roem et al., 1978).

De acute toxiciteit is voor een twintigtal aquatische invertebraten bekend en varieert in het algemeen van 7 tot 25 g.m<sup>-3</sup> (laagste waarde 2,8 g.m<sup>-3</sup> voor de amphipode *Hyalella azteca*; Wilson & Bond, 1969), in termen van 24- of 96 uur LC<sub>50</sub> of EC<sub>50</sub> (immobilisatie). Tijdens kortlopende proeven bleek dat de opname van algen als voedsel en de filtreersnelheid bij de cladoceer *Daphnia magna* reeds worden geremd bij blootstelling aan ca. 0,1 g.m<sup>-3</sup> dichlobenil (Kersting & Van der Honing, 1980). *Daphnia magna* werd als enige herbivoor in een bijna gnotobiotisch MES gedurende ca. 150 dagen blootgesteld aan dichlobenil. De concentratie waarboven de gemiddelde populatie-grootte terugloopt, kon in dit eerste experiment nog niet worden bepaald (Kersting, 1978). De 24- tot 96 uur LC<sub>50</sub>-waarden voor vissen (bekend voor ongeveer zestien soorten) zijn vergelijkbaar met die voor de invertebraten. De gevoeligste soort is *Rasbora heteromorpha* met 4.2 g.m<sup>-3</sup> (Tooby & Hursey, 1975). Tijdens kortlopende proeven zijn bij vissen storingen in motorische functies geconstateerd bij concentraties vanaf 6 g.m<sup>-3</sup> (Bolier et al., 1973). Ten gevolge van langdurige blootstelling aan 0.3 tot 0.7 g.m<sup>-3</sup> kunnen sublethale effecten optreden, zoals hypertrofie en hyperplasie van de secundaire kieuwlamellen (Wiersma-Roem et al., 1978). Andere afwijkingen zijn gevonden in lever, nier en hart van intacte zoogdieren en in weefselkweken. In reproductieproeven met ratten vond groeiremming plaats in de tweede generatie (Van Genderen & Van Esch, 1968). Er zijn aanwijzingen, dat metabolieten van dichlobenil fungeren als ontkoppelaars van de oxidatieve fosforylering (Wit & Van Genderen, 1966b).

## 2.2. Algemene proefopzet

### 2.2.1. Dimensionering

In verband met het doel van het project werd gekozen voor een vergelijkend onderzoek naar de effecten van de toepassing van dichlobenil onder natuurlijke en geconditioneerde omstandigheden. Onder beide soorten van omstandigheden diende een deel van de systemen met het herbicide te worden behandeld en een ander deel niet te worden behandeld. Eventuele verschillen tussen de meetgegevens als gevolg van de behandeling kunnen aldus onderscheiden worden van die, welke het gevolg zijn van het verschil in milieu-omstandigheden. Van belang bij de proefopzet is, dat de grootte van een effect dat nog juist kan worden vastgesteld, zo klein mogelijk is. Voor een gegeven aantal systemen geldt dat deze drempelwaarde wordt verlaagd door het aantal herhalingen op te voeren, het aantal behandelingen te verkleinen of de variabiliteit tussen herhalingen te reduceren (Crow & Taub, 1979). Een afname van de variabiliteit kan worden gerealiseerd door onder andere cross-inoculatie (Neill, 1975), door het kiezen van de minst veranderlijke variabelen (indien mogelijk) en de variabelen die de best reproduceerbare tijdseries opleveren, en door de meetfrequenties te optimaliseren. Er zijn aanwijzingen (Crow & Taub, 1979), dat meetseries van ecosysteemparameters, zoals zuurstofgehalte en optische dichtheid, zich beter lenen voor statistische verwerking dan meetseries die op individuele componenten van het systeem (bijvoorbeeld organismen) betrekking hebben.

In ons geval was vooral de minimaal noodzakelijk geachte grootte van de objecten beperkend voor het aantal behandelningsniveaus en het aantal herhalingen voor elk niveau. Bovendien bleef het aantal waarnemingen per tijdserie beperkt, doordat de complexiteit van de systemen het noodzakelijk maakte veel systeem- en component-variabelen te meten. Men name van semi-natuurlijke zoetwater-MES zijn nog weinig specifieke gegevens bekend over de invloed van schaalverkleining op de diverse eigenschappen van de systemen. Giddings & Eddlemon (1977) vonden weinig verschil voor wat betreft chemische en biologische parameters tussen in het laboratorium opgestelde MES van 7 tot 70 l. Ook halvering van in de open lucht opgestelde MES van 3 m<sup>3</sup> leidde niet tot een duidelijk verschil in ontwikkeling tussen beide subsystemen (Dortland, 1980). Wel resulteerde de introductie van slechts 3 gram vis in een MES van 0,7 kubieke meter reeds in abnormale verhoudingen tussen de hoeveelheden organische koolstof, chlorofyl a en zoöplankton (Jassby et al., 1977).

Op basis van de beschikbare informatie en om praktische redenen is gekozen voor een verdeling van de oorspronkelijke sloot in vier compartimenten (elk ca. 100 kubieke meter) en voor het bouwen van negen MES, elk met een netto inhoud van 235 liter. Behalve volumeverkleining als zodanig kunnen ook de geringere diepte (beperking van de verticale migratie van zoöplankton) en het grotere relatieve wand-, water- en bodemoppervlak tot ecologische verstoringen aanleiding geven. De laatstgenoemde factor beïnvloedt onder andere het transport van de modelstof. Indien de stof uit granules vrijkomt, luidt de vergelijking die de verandering in de tijd beschrijft van de hoeveelheid opgeloste stof in een rechthoekig bassin als volgt (zie ook Dudzik et al., 1979):

$$1bh \frac{dc}{dt} = albJ_G - 1bJ_B - 1bhC - 2h(1+b)J_W - 1bJ_L \quad (I)$$

waarin

- a = fractie van het bodemoppervlak dat bezet wordt door granules
- b = breedte van het systeem
- c = concentratie van de modelstof in de waterkolom
- C = netto snelheid van omzetting en opname (door planten) in de waterkolom, per volume-eenheid
- h = waterdiepte
- $J_B$  = netto snelheid van opname van de stof in de bodem, per oppervlakte-eenheid
- $J_G$  = netto snelheid waarmee de stof uit de granules vrijkomt, per oppervlakte-eenheid
- $J_L$  = netto snelheid waarmee de stof aan het wateroppervlak vervluchtigt per oppervlakte-eenheid
- $J_W$  = netto snelheid waarmee transport van de stof naar de wanden plaatsvindt per oppervlakte-eenheid
- l = lengte van het systeem
- t = tijd

Na deling van beide leden van (I) door de factor  $lbh$  verkrijgen we:

$$\frac{dc}{dt} = \frac{a}{h} J_G - \frac{1}{h} J_B - C - \frac{2(1+b)}{lb} J_W - \frac{1}{h} J_L \quad (II)$$

Alle termen in (II), behalve de derde, zijn afhankelijk van de grootte van het systeem (in par. 2.3 en 2.4 worden afmetingen en dergelijke vermeld). Door invullen van de waarden van  $l$ ,  $b$  en  $h$  in (II) kan men voor de slootsectoren berekenen, dat de afname van de lengte ten opzichte van de oorspronkelijke sloot vrijwel geen invloed heeft op het transport naar de "wanden", en in het geheel niet van invloed is op de andere fluxen. Voor de MES geldt evenwel, dat effecten ten gevolge van de verandering van de verschillende fluxen twee- tot tienmaal zo groot worden als in de oorspronkelijke sloot het geval is. De werkelijke afwijkingen in de grootte van effecten in de aquaria kunnen aanzienlijk verschillen van de hier genoemde waarden, doordat de "constanten" in (II) zich zullen wijzigen. Immers, in de MES is bijvoorbeeld sprake van andere wand- en bodemeigenschappen. Ook de mengingsgraad van het water zal verschillen ten gevolge van de afwezigheid van wind en ten gevolge van afkoeling langs de wanden (zie par. 2.4). In verband hiermee is sprake van een andere diffusiesnelheid en dus concentratie-opbouw van de modelstof. De concentratie-opbouw lijkt echter vooral te worden bepaald door de netto vervluchtigingsnelheid, die door de afdekking van de aquaria zeer beperkt is.

Het feit dat men a priori gedragsverschillen tussen MES en veldsystemen moet verwachten, moet niet zonder meer als een inherente tekortkoming van MES-experimenten worden beschouwd. Het dwingt juist tot nader onderzoek van dimensieerings- en verwante problemen, waarbij eenvoudige wiskundige modellen, zoals (II), een rol kunnen spelen. Dergelijk nader onderzoek kan niet alleen bijdragen tot het ontwerp van optimaal functionerende MES, maar kan tevens de interpretatie van eerdere MES-proeven vergemakkelijken.

### 2.2.2. Fasering

Voorafgaand aan veld- en laboratoriumproef werden in de sloot op drie data zoöplankton- en macrofaunamonsters genomen. De samenstelling van de levensgemeenschap bleek voldoende overeen te komen met wat men ge-

woonlijk in een Nederlandse sloot aantreft, om uitvoering van de proef in de betreffende sloot te rechtvaardigen. Tevens werd in het laboratorium tussen november 1978 en maart 1979 een voor-onderzoek met drie MES uitgevoerd, teneinde enige speciale meetmethoden te ontwikkelen, het meetprogramma voor de hoofdproef vast te stellen en een indruk te verkrijgen van de ontwikkeling van de levensgemeenschap onder geconditioneerde omstandigheden. Twee MES werden daarbij belast met dichlobenil. In april 1979 werd de sloot door middel van waterdichte damwanden in vier compartimenten verdeeld. Medio mei 1979 werd gestart met de inrichting van de aquaria die tijdens de hoofdproef zouden worden gebruikt, met materiaal uit de proef-sloot. De behandeling van de sloot met het herbicide vond in de gebruikelijke toepassingsperiode plaats, en wel op 22 mei 1979. Dosering van het middel in de MES kon door een vertraagde ontwikkeling van de MES en door onvoorziene extra werkzaamheden aan de sloot pas op 22 augustus 1979 plaatsvinden. De slootproef werd beëindigd op 5 november 1979 (167 dagen na behandeling); de metingen in de MES werden afgesloten tussen 3 februari en 25 maart 1980 (165-216 dagen na dosering).

### 2.3. De veldproef

De veldproef werd uitgevoerd in de weinig verstoorde voormalige afvoersloot van het proefbedrijf van de Organisatie tot Verbetering van de Binnenvisserij (OVb) te Beesd. De sloot staat aan één zijde via een duiker in verbinding met andere watergangen. De bodem bestaat hoofdzakelijk uit zandige en venige rivierklei, bedekt met gemiddeld 20 centimeter organisch slib en detritus. De sloot heeft een geringe water-afvoerende functie. Van de zes slootcompartimenten werden er vier in het onderzoek betrokken. Fig. 2 geeft een schematisch overzicht van afmetingen, compartimentering en behandeling met Casoron G-SR. De behandeling bestond uit het doseren in twee compartimenten van een hoeveelheid van het middel, overeenkomend met een berekende concentratie van 2 gram per kubieke meter. Fig. 3 toont de sloot ca. 2 maanden na de behandeling.

Gedurende de proefperiode werden periodiek (4- tot 8-maal) metingen verricht aan variabelen die (potentieel) relevant geacht worden voor de beoordeling van:

1. zoötoxische effecten
2. fytotoxische effecten
3. effecten op ecosysteemniveau

ad 1 De betreffende variabelen zijn:

- het gehalte aan dichlobenil in water ( $\text{g.m}^{-3}$ ) en bodem ( $\text{mg.kg}^{-1}$  natgewicht). Bemonstering op ten minste vier plaatsen per object. Grootte van de monsters in beide gevallen: 150 ml.
- de grootte van de diverse zoöplankton-populaties (aantal individuen per 235 l; de inhoud van een MES is 235 l). Primaire monstergrootte (vijf gecombineerde submonsters): 40 l.
- de grootte van de diverse macrofauna-populaties (aantal individuen per  $\text{m}^2$ ; het bodemoppervlak van een MES is  $1 \text{ m}^2$ ). Monstergrootte  $1.25 \text{ m}^2$ .

ad 2 De betreffende variabelen zijn:

- het gehalte aan dichlobenil (zie hierboven).
- de hoeveelheid hogere planten (% bedekking). De bedekkingsgraad werd op het oog geschat.

- de hoeveelheid draadalgen (% bedekking). De bedekkingsgraad werd op het oog geschat.
- de hoeveelheid fytoplankton (relatieve frequentie). De relatieve frequentie is het percentage gestandaardiseerde microscopische gezichtsvelden waarin een bepaald taxon wordt waargenomen (Hoogers, 1978). Primaire monstergrootte: 1 l.
- de concentraties van de nutriënten:  $\text{NH}_4^+$ ;  $\text{NO}_3^-$ ; ortho-P; totaal-P;  $\text{Ca}^{2+}$ ;  $\text{Mg}^{2+}$  ( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  of  $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Monstergrootte 1 l.

ad 3 De betreffende variabelen zijn:

- zuurgraad.
- zuurstofgehalte ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ).
- geleidingsvermogen ( $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ ).
- chemisch zuurstofverbruik ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ).
- watertemperatuur ( $^{\circ}\text{C}$ ).
- neerslag (mm); gegevens afkomstig van weerstation Culemborg.
- waterpeil (cm).
- globale straling ( $\text{J}\cdot\text{cm}^{-2}$ ); gegevens afkomstig van weerstation De Bilt.

Van het water- en bodemmateriaal in elk compartiment werd respectievelijk minder dan 0.05% (van het watervolume) en 0.5% (van het bodemoppervlak) per maand onttrokken ten behoeve van bemonsteringen.

#### 2.4. De laboratoriumproef

De laboratoriumproef werd uitgevoerd in een ruimte waarin geconditioneerde omstandigheden heersten ten aanzien van temperatuur (lucht:  $15^{\circ}\text{C}$ ; MES  $18 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) en belichting (TL, Philips type 34; 14L:10D; intensiteit direct boven het wateroppervlak gemiddeld 8400 lux). In de klimaatkamer werden negen MES zodanig opgesteld, dat van elk paar MES met een gelijke behandeling er één onder en de ander boven in de proefruimte werd geplaatst; dit in verband met mogelijke temperatuursverschillen (fig. 4 en 5).

Ieder MES bestaat uit een glazen aquarium met een netto inhoud van 235 liter. De afmetingen zijn vermeld in fig. 5. Bij de constructie is het gebruik van kunststoffen zo veel mogelijk vermeden, gezien het grote absorberende vermogen van een aantal kunststoffen ten aanzien van dichlo-benil. In elk aquarium is een scherm met daarin een verticale spleet aangebracht, zodat twee gedeeltelijk gescheiden compartimenten ontstaan. De compartimentering compenseert het gebrek aan fysische heterogeniteit enigszins en kan de ecologische stabiliteit ten goede komen (Lichtenstein et al., 1978). De bodem bestond uit een laag van 1 centimeter slib en gezeefd detritus, afkomstig uit de proefsloot, waarop een 4 centimeter dikke laag gewassen zand, afkomstig van een zandafgraverij te Lunteren. De aquaria werden gevuld met vers aangevoerd ongefiltreerd water uit de sloot. In de bodem van elk aquarium werd vervolgens ca. 600 gram (versgewicht) aan planten (Gewone Waterpest, *Elodea nuttallii*) aangebracht, die afkomstig waren uit een proefbassin te Wageningen. De planten konden niet uit de sloot worden betrokken, omdat ze - hoewel dominant - daarin nog niet voldoende ontwikkeld waren. De hoeveelheid plantenmateriaal was gelijk aan die welke aan het einde van de voorproef uit het onbehandelde aquarium was geoogst (eveneens *Elodea*). Tot slot werd een deel van de slootbodem ter grootte van 9 vierkante meter (het gezamenlijk bodemoppervlak van de MES) bemonsterd. De in het monster aanwezige makrofauna werd verzameld, voor zover mogelijk gedetermineerd, geteld en gelijkelijk verdeeld over de negen aquaria. Gedurende zes weken werden wekelijks water-

monsters uit de negen systemen genomen, samengevoegd en herverdeeld over de aquaria. De wanden werden regelmatig, en in elk geval vóór iedere lichttransmissie-meting, ontdaan van aangegroeide algen en andere organismen. Glazen platen bedekten de aquaria om de verduchting van het toe te passen herbicide te verminderen.

Zes MES werden behandeld met dichlobenil (Casoron G-SR) in de maximaal bereikbare concentraties 2, 5 en 15 gram actieve stof per kubieke meter (twee herhalingen per behandelingsniveau). Het middel werd op acht uniform verdeelde plaatsen in de aquaria op de bodem gebracht door middel van een buis die juist boven de doseringsplaats werd gehouden. De overige drie MES werden niet behandeld. Uit een van de onbehandelde aquaria zijn op de 89e dag na de doseringsdatum de planten met de hand verwijderd; op dit tijdstip verkeerden de planten in de meeste behandelde aquaria in de afstervingsfase. Op deze wijze was een vergelijking mogelijk tussen de gecombineerde effecten (voor de fauna) van dichlobenil en de afsterving van planten enerzijds, en de effecten van uitsluitend verwijdering van planten anderzijds.

Zowel voor als na de behandeling werd een meetprogramma uitgevoerd, dat grotendeel gelijk was aan het programma voor de slootproef. De afwijkende variabelen, eenheden en meetmethoden zijn:

- de lichtintensiteit (lux).
- het waterpeil: bemonsterings- en verdampfingsverliezen werden aangevuld met respectievelijk leidingwater en gedestilleerd water.
- de hoeveelheden hogere planten, draadalgen en fytoplankton. Als primaire maat diende de relatieve lichttransmissie (golflengte groter dan 600 nanometer) door de aquaria. Deze waarde is het gemiddelde van ca. 70 afzonderlijke metingen per meetdatum per aquarium, op evenzovele uniform verdeelde meetplaatsen; zie ook fig. 4 en par. 2.6.1.
- zoöplankton: determinatie en telling in monster, samengesteld uit acht submonsters van elk 1 liter, die met een speciaal daartoe ontworpen apparaat (fig. 6) werden genomen op vaste plaatsen in de aquaria.
- makrofauna: determinatie en telling van de dieren, voor zover zichtbaar van buiten de aquaria (denkbeeldige monsternamen met variabele steekproefgrootte; zie par. 2.6.1.).
- bodembemonstering ten behoeve van het gehalte aan dichlobenil. De monsterplaatsen lagen steeds tussen de doseringsplaatsen, zodat de kans op verlies aan materiaal in de vorm van granules Casoron, en daarmee de kans op onjuiste analyseresultaten, minimaal was. Bovendien kon op deze wijze, ondanks de beperkte hoeveelheid bodemmateriaal, toch een relatief groot aantal monsters worden genomen.

Gedurende de gehele proefperiode werd uit elk aquarium van water en bodemmateriaal in totaal respectievelijk 5% en 5 tot 7% verwijderd als gevolg van bemonsteringen. Van het fytoplankton en zoöplankton werd in totaal respectievelijk 36 en 45% van het biologisch materiaal bemonsterd.

## 2.5. Aanvullende proeven

Waarnemingen die tijdens de voorproef werden verricht aan de Bronblaashoornslak (*Physa fontinalis*) wekten aanvankelijk de indruk, dat dit dier in de behandelde MES vaker in rust verkeerde dan in het onbehandelde systeem. Omdat tevens bekend is (Harman, 1974), dat slakken een groot aantal pesticiden en andere giftige stoffen in hun weefsels en schelp kunnen concentreren, is getracht de waarde van het dier vast te stellen als indicator-organisme voor blootstelling aan dichlobenil. Als toxiciteitscriterium werd de bewegingsactiviteit gekozen. De metingen werden verricht aan

MES-populaties en geïsoleerde populaties. In het laatste geval werd de meting tevens geautomatiseerd ten behoeve van continue registratie. In fig. 7 is de proefopstelling voor automatische registratie van de bewegingsactiviteit schematisch weergegeven.

## 2.6. Verwerking van de waarnemingsgegevens

### 2.6.1. Correcties en transformaties

#### 2.6.1.1. Macrofauna

Het aantal dieren van een gegeven populatie dat tijdens de opnamen in de aquaria wordt waargenomen, wordt beïnvloed door verscheidene factoren: de beweeglijkheid, grootteverdeling, kleurverschil met de omgeving en micro-habitat (bodem, planten, water) van het dier, de doorzichtigheid van de aquaria, enzovoort. In deze paragraaf wordt aangegeven, hoe en onder welke aannamen een correctie in de waargenomen aantallen is aangebracht voor verschillen in lengteverdeling en micro-habitat van de dieren, en de doorzichtigheid van de aquaria.

Stel voor een gegeven populatie:

- a)  $i$  = het nummer van de lengteklasse van een individu ( $1 \leq i \leq n$ ).  
Alle klassen hebben dezelfde breedte.
- b)  $N_{\text{tot},e,i}$  = het totale aantal individuen binnen een lengteklasse  $i$  dat aan het einde van de proef (tijdens de afbraak van een MES op tijdstip  $t=t_e$ ) wordt gevonden.
- c)  $N_{L,e,i}$  = het aantal individuen binnen een lengteklasse  $i$  dat men direct voorafgaand aan de afbraak, dus tijdens de laatste opname op tijdstip  $t=t_e$ , onder optimale omstandigheden had kunnen tellen. Onder "optimale omstandigheden" wordt hier verstaan die (denkbeeldige) omstandigheden, waarbij het aantal waargenomen exemplaren slechts wordt beperkt door de lengte. Men kan zich de aquaria in dit geval voorstellen als volkomen doorzichtig en zonder planten, algen en storend bodem-materiaal.

Ingezien kan worden, dat de verhouding  $N_{L,e,i}/N_{\text{tot},e,i}$  als functie van  $i$  de volgende eigenschappen bezit:

- 1) De functie is monotoon stijgend en nadert asymptotisch tot 1.
- 2) De functie gaat door de oorsprong.

Er is nog een derde eigenschap aanwezig. Zolang objectieve (bij voorkeur geïnstrumenteerde) telmethoden ontbreken is de waarnemer genoodzaakt zijn meetgegevens te corrigeren op grond van een (subjectieve) schatting van de systematische waarnemingsfout. In ons geval kwamen de twee waarnemers op grond van hun ervaringen tot de conclusie dat van het totaal aantal dieren binnen de lengteklasse 3.5-4.5 mm ( $i=4$ ; klassebreedte steeds 1 mm) de helft onder de optimale omstandigheden geteld had kunnen worden. Er wordt dus een punt ( $i; N_{L,e,i}/N_{\text{tot},e,i}$ ) = (4; 0.5) geacht te bestaan. De keuze van het type functie dat ( $N_{L,e,i}/N_{\text{tot},e,i}$ ) beschrijft, is in wezen van secundair belang (mits aan de drie genoemde voorwaarden wordt voldaan); voorbeelden zijn exponentiële en hyperbolische functies. Hoewel het exponentiële model in soortgelijke situaties wellicht het vaakst wordt toegepast, is in ons geval gekozen voor een hyperbool. Deze kan met bovenstaande gegevens eenduidig worden beschreven door

$$N_{L,e,i}/N_{\text{tot},e,i} = 1/(i+4) \quad (\text{III})$$

De alternatieve, exponentiële functie luidt:

$$N_{L,e,i} / N_{tot,e,i} = 1 - \exp\left(\frac{i}{4} \ln 0.5\right) \quad (\text{IIIa})$$

Het blijkt dat de grootste (maar nog betrekkelijk geringe) afwijking tussen de twee curven wordt bereikt bij  $i = 17$  (lengteklasse 16.5-17.5 mm). Dit is een lengte die de meeste dieren niet bereiken.

Stel

$$N_{L,e} = \sum_{i=1}^n N_{L,e,i}$$

dan geldt volgens (III):

$$N_{L,e} = \sum_{i=1}^n \{N_{tot,e,i} \cdot i/(i+4)\} \quad (\text{IV})$$

Indien het totale aantal aanwezige dieren (de populatiegrootte op tijdstip  $t=t_e$  wordt voorgesteld door  $N_{tot,e}$ , kan men de verhouding van het totale aantal waarneembare en aanwezige dieren voor tijdstip  $t=e$  volgens (IV) berekenen uit

$$N_{L,e} / N_{tot,e} = \frac{\sum_{i=1}^n \{N_{tot,e,i} \cdot i/(i+4)\}}{N_{tot,e}}$$

De gemeten waarden van de functie  $N_{L,e} / N_{tot,e}$  zijn voor de verschillende taxa weergegeven in tabel 16. Uit de tabel blijkt, dat de verschillen tussen de MES in het algemeen zeer gering zijn, ondanks het feit dat de systemen zich in uiteenlopende richtingen hebben ontwikkeld en op verschillende tijdstippen werden afgebroken. Het is daarom aannemelijk te stellen dat gedurende de proef op ieder tijdstip  $t$  voor ieder taxon bij benadering gold:

$$N_{L,t} / N_{tot,t} = N_{L,e} / N_{tot,e} = \text{constant} \quad (\text{V})$$

De betreffende constante is vermeld in tabel 16. Om de populatiegrootte  $N_{tot,t}$  te kunnen bereiken, is een vergelijking nodig waaruit  $N_{L,t}$  wordt afgeleid.

Stel  $A_e$  is het aantal individuen van een taxon dat tijdens de laatste opname (op tijdstip  $t=t_e$ ) is waargenomen in een aquarium. Men kan inzien dat voor een dier met een gegeven micro-habitat een linear verband bestaat tussen de verhouding  $A_e / N_{L,e}$  en de doorzichtigheid van het betreffende aquarium (voorgesteld door de gemiddelde relatieve lichttransmissie  $D_{tot,e}$ , gemeten op tijdstip  $t=t_e$ ), dus

$$A_e / N_{L,e} = p D_{tot,e} + q \quad (\text{VI})$$

waarin  $p$  en  $q$  constanten zijn. Voor elk van de drie functionele groepen van taxa (bodembewoners, plantenbewoners en waterbewoners) kan men vervolgens door middel van lineaire regressie de waarden van  $p$  en  $q$  berekenen (zie tabel 17). Om eerder vermelde redenen mag worden gesteld dat (VI) in ggeneraliseerde vorm bij benadering luidt:



$$A_t / N_{L,t} = D_{p,tot,t} + q \quad (VII)$$

Vergelijking (VII) levert voor elke gemeten waarde  $D_{tot,t}$  de verhouding  $A_t/N_{L,t}$  en daarmee  $N_{L,t}$ . Na substitutie van  $N_{L,t}$  in (V) volgt daaruit voor elk tijdstip  $t$  de gezochte gecorrigeerde waarde van de populatiegrootte ( $N_{tot,t}$ ). Deze waarde is bij de verdere verwerking van de gegevens gebruikt.

#### 2.6.1.2. Fytoplankton, draadalgen en hogere planten

Bij de uitvoering van de lichttransmissie-metingen valt achtereenvolgens op een aantal plaatsen een lichtbundel horizontaal door de aquaria. Het invallende licht kan geabsorbeerd of verstrooid worden door (zuiver) water, fytoplankton, draadalgen en/of hogere planten, aannemende dat de bijdrage hieraan door kolloïdale deeltjes enz. te verwaarlozen is. Voor elk tijdstip  $t$  is de totale gemiddelde relatieve lichttransmissie ( $D_{tot,t}$ ) dus het produkt van de gemiddelde relatieve lichttransmissiewaarden van resp. water ( $D_{water}$ ), fytoplankton ( $D_{f,t}$ ), draadalgen ( $D_{d,t}$ ) en hogere planten ( $D_{p,t}$ ) ( $0 \leq D \leq 1$ ):

$$D_{tot,t} = D_{water} \cdot D_{f,t} \cdot D_{d,t} \cdot D_{p,t} \quad (VIII)$$

Gedefinieerd worden:

$$D_{water} = 1$$

en

$$D_{d+p,t} = D_{d,t} \cdot D_{p,t}$$

Verg. (VIII) kan men nu schrijven als

$$D_{d+p,t} = D_{tot,t} / D_{f,t} \quad (IX)$$

$D_{f,t}$  en de daarvan afgeleide extinctie  $E_f = \ln(1/D_{f,t})$  worden bepaald door de lichttransmissie op plaatsen in de aquaria waar geen draadalgen of hogere planten aanwezig zijn, afzonderlijk te registreren. Omdat ook  $D_{tot,t}$  bekend is, volgt  $D_{d+p,t}$  eenvoudig uit (IX). In veldproeven is gevonden dat draadalgen de plaats van de hogere planten overnamen, zodra deze waren gedood na toepassing van dichlobenil (Newbold, 1974). In verband hiermee is aangenomen dat de som van de gewichten van draadalgen en hogere planten ( $G_{d+p,t}$ ) in alle MES gedurende de proef lineair veranderde van beginwaarde ( $G_{d+p,o}$  bij  $t = t_o$ ) naar eindwaarde ( $G_{d+p,e}$  bij  $t = t_e$ ). De vergelijking van deze rechte is dus

$$G_{d+p,t} = (G_{d+p,e} - G_{d+p,o}) (t - t_o) / (t_e - t_o) + G_{d+p,o} \quad (X)$$

Uit (X) volgt rechtstreeks  $G_{d+p,t}$  voor alle  $t$ .

In afzonderlijke experimenten werd het verband onderzocht tussen de relatieve lichttransmissie en het gewicht van draadalgen en van hogere planten (afkomstig uit een van de behandelde, en een van de onbehandelde MES). Het verband bleek goed te kunnen worden beschreven door de exponentiële functies:

$$D_{d,t} = k_d e^{m_d G_{d,t}} \quad (XI)$$

waarin  $k_d = .984$ ;  $m_d = -.043$ ; corr. coëff. =  $-.991$  en

$$D_{p,t} = k_p e^{m_p G_{p,t}} \quad (XII)$$

waarin  $k_p = 1.029$ ;  $m_p = -0.14$ ; corr.coëff. =  $-.984$

De vergelijkingen (XI) en (XII) kunnen worden gecombineerd tot

$$D_{d+p,t} = k_d k_p e^{m_d G_{d,t} + m_p G_{p,t}} \quad (XIII)$$

Stel:

$$k_d k_p = k$$

dan kan (XIII) achtereenvolgens worden geschreven als:

$$\ln D_{d+p,t} = \ln k + m_d G_{d,t} + m_p (G_{d+p,t} - G_{d,t})$$

$$\ln D_{d+p,t} = \ln k + (m_d - m_p) G_{d,t} + m_p G_{d+p,t}$$

$$G_{d,t} = (\ln D_{d+p,t} - m_p G_{d+p,t} - \ln k) / (m_d - m_p) \quad (XIV)$$

Aannemende, dat (XIV) geldt voor alle  $t$  en dat de coëfficiënten  $k$ ,  $m_d$  en  $m_p$  onafhankelijk van  $t$  zijn, volgt uit (XIV) na substitutie van (IX) en (X):

$$G_{d,t} = (\ln D_{tot,t} - \ln D_{f,t} - m_p (G_{d+p,t} - G_{d+p,o})) (t - t_o) / (t_e - t_o) + G_{d+p,o} - \ln k / (m_d - m_p) \quad (XV)$$

In het rechter lid van (XV) zijn  $t_o$ ,  $D_{tot,t}$  en  $D_{f,t}$  meetgegevens en de overige termen constanten, zodat  $G_{d,t}$  voor alle meettijdstippen  $t$  bekend is. Tot slot volgt  $G_{p,t}$  uit

$$G_{p,t} = G_{d+p,t} - G_{d,t} \quad (XVI)$$

### 2.6.2. Statistische verwerking

Voorafgaande aan de statistische verwerking dienden de - eventueel gecorrigeerde en getransformeerde - meetgegevens te worden gesynchroniseerd. Daartoe werd voor elke tijdreeks een aantal nieuwe punten met intervallen van 30 dagen gegenereerd door middel van een numeriek interpolatieprogramma. Het programma gebruikt subroutine IQHSCU van IMSL (benadering door een derdegraadsfunctie voor elk oorspronkelijk interval).

Van een aantal variabelen binnen elk systeem mag op theoretische gronden worden verwacht dat zij met elkaar zijn gecorreleerd. In deze gevallen is de lineaire correlatie-coëfficiënt berekend en als "significant" beschouwd indien meer dan 80% van de variantie wordt verklaard. Met het oog op eventuele na-ijling van effecten zijn de correlatieberekeningen uitgevoerd door vertragingen van 0,30 en 60 dagen. Verschillen tussen gemiddelden van tijdseries van gelijke variabelen, gemeten in verschillende systemen, zijn tweezijdig (5%) getoetst met de Symmetrietoets van Wilcoxon (Wilcoxon Signed Rank Test).

### 3. RESULTATEN

#### 3.1. De veldproef

##### 3.1.1. Fysische en chemische variabelen

Ten gevolge van een zeer grote hoeveelheid neerslag op 31 mei en 1 juni (64 en 32 mm; zie fig 8) nam de watertoevoer naar de proefslot zo-  
danig toe, dat het peil tijdelijk tot boven het maaiveld steeg. Door af-  
stroming in westelijke richting via berm en damwanden bereikte daarbij  
een geringe hoeveelheid dichlobenil vanuit compartiment 2 het onbehandelde  
compartiment 3. Dat de omvang van de besmetting van sector 3 beperkt  
bleef, blijkt uit de gemeten concentraties dichlobenil in water en bodem:  
maximaal 0.03 en 0.02 g/m<sup>3</sup>. Het water in het behandelde compartiment 4  
moet in een overigens onbekende mate zijn verdund met water uit sector 3.  
Op dezelfde wijze kan in sector 2 verdunning zijn opgetreden ten gevolge  
van een overstort vanuit sector 1. Uit de peilverhoging bleek, dat de  
hoeveelheid water in alle compartimenten tijdelijk bijna verdubbelde. De  
verdubbeling van het chloride-gehalte (fig. 9) later in het seizoen hangt  
hiermee mogelijk samen; overigens is het concentratieverloop in "normale"  
jaren niet bekend. Door uit elk compartiment gemiddeld ca. 200 m<sup>3</sup> water  
te verpompen naar een belendende watergang en door het gedeeltelijk openen  
van de duiker aan de westzijde, kon het peil binnen enkele dagen tot een  
aanvaardbaar niveau worden teruggebracht.

Nog tijdens de regenperiode werden de eerste water- en moddermonsters  
ten behoeve van dichlobenil-analyse genomen. In beide behandelde comparti-  
menten bedroeg het gehalte in water en bodemmateriaal 0.1 en 4-6 g/m<sup>3</sup>  
(fig. 10 en 11). Vervolgens (en mogelijk al eerder) daalde de concentratie  
in zowel water- als bodemfase voortdurend. Na ongeveer 90 dagen kon de  
stof niet meer worden aangetoond (detectiegrens 0.01 g/m<sup>3</sup>). Uit fig. 8  
blijkt, dat de gemiddelde globale straling en de watertemperatuur tegen  
het einde van de proef (in het najaar) snel afnemen, zoals te verwachten  
is. De fotosynthese-activiteit en dus de zuurstof-productie namen (mede  
daardoor) af, hetgeen - afhankelijk van de zuurstofconsumptie - resul-  
teerde in een daling van het zuurstofgehalte (fig. 16). Deze daling zette  
in de onbehandelde compartimenten reeds na ca. 2 maanden in. Het zuurstof-  
gehalte was een maand na dosering in de behandelde slootgedeelten bedui-  
dend lager dan in de onbehandelde sectoren. In eerstgenoemde compartimenten  
werden vanaf augustus evenwel relatief hoge concentraties gemeten, waarbij  
de verzadigingswaarde meerdere malen werd benaderd en overschreden. Het  
verloop van de zuurgraad (fig. 15) vertoonde opvallend weinig variatie,  
nergens werden pH-waarden kleiner dan 7.3 of groter dan 7.9 gemeten.

Van de nutriënten kon nitraat slechts eenmaal, en ammonium in het ge-  
heel niet worden aangetoond. De hoge detectiegrens van de gebruikte bepa-  
lingsmethoden was hieraan mede debet. Niettemin mag worden gesteld dat  
zeer hoge concentraties niet optraden. Er bestond tussen de compartimenten  
aanvankelijk weinig verschil ten aanzien van het gehalte aan ortho-fosfaat  
(fig. 17), maar allengs ontwikkelde zich een gradiënt, waarbij aan de wes-  
telijke kop van de sloot tot vijfmaal zo hoge waarden werden gemeten als  
aan het oostelijk uiteinde. De concentratie totaal-fosfaat (fig. 18) volg-  
de, hoewel minder uitgesproken, een zelfde patroon. Vergelijking van beide  
variabelen leert, dat de gemineraliseerde fosfaat-fractie (de verhouding  
ortho/totaal-fosfaat) vanaf september aan het westelijk uiteinde eveneens  
aanmerkelijk groter werd dan aan de andere zijde, waar de fractie geduren-  
de de gehele proef binnen de grenzen 0.2 en 0.3 bleef. In compartiment 1  
was het Calcium-gehalte (fig. 19) tijdelijk lager dan dat in de overige

compartimenten; de algemene trend was echter een toename van de concentraties. Dit gold ook voor de nutriënt magnesium (fig. 20), dat zich in de verschillende slootgedeelten vrijwel identiek gedroeg. De ontwikkeling van het geleidingsvermogen (fig. 22) vertoonde grote overeenkomsten met dat van een aantal nutriënten, met name calcium. Evenals bij het fosfaatgehalte het geval was, leek bij het chemisch zuurstofverbruik sprake van een gradiënt. Deze was evenwel aan het begin van de proef reeds aanwezig (hoogste waarden in comp. 4 en laagste in comp. 1) en kenmerkte zich door een relatief laag niveau in de periode juli-augustus (fig. 21).

### 3.1.2. Biologische variabelen

#### 3.1.2.1. Planten

Tijdens de eerste verkenning in de nazomer van 1978 bleek dat in de gehele sloot een betrekkelijk soortenrijke, door *Elodea nuttallii* gedomineerde vegetatie aanwezig was. Tevens werden kleine hoeveelheden draadalg en fytoplankton waargenomen. Direct voorafgaand aan de behandeling met dichlobenil op 22 mei 1979 domineerde *Elodea* eveneens: de bedekkingsgraad van de plant in de verschillende compartimenten bedroeg 40 tot 70%; zie fig. 12. De ca. 20 overige hogere plantensoorten (zie de lijst van aangetroffen organismen) werden in zeer geringe dichtheden (individuele bedekkingsgraden 5% of minder) aangetroffen, regelmatig verspreid over de gehele sloot en de gehele proefperiode. Slechts *Nuphar luteum*, *Lemna gibba* en *Spirodela polyrhiza* bereikten in de loop van het seizoen in het onbehandelde compartiment 3 een bedekkingsgraad van ca. 10%. *Elodea* bleek zeer gevoelig voor dichlobenil: reeds een week na de toepassing vertoonden de planten vergiftigingssymptomen, zoals zwartkleuring van de internodiën en verhoogde breekbaarheid. Vanaf ca. 2 weken na de dosering vond afsterving op grote schaal plaats. De gezamenlijke bedekkingsgraad van de hogere planten daalde vervolgens snel tot 5% of minder. In de onbehandelde slootgedeelten handhaafden de hogere planten zich evenwel in dezelfde dichtheid (comp. 3) of breidden zich nog uit (comp. 1). Opgemerkt moet worden, dat in het met dichlobenil tijdelijk besmette comp. 3 bij *Elodea* lichte vergiftigingssymptomen optraden, terwijl in het niet besmette comp. 1 alle hogere planten gezond bleven.

Tijdens de toepassing van het herbicide kwamen slechts op een enkele plaats in de sloot draadalg (voornamelijk de groenalg *Vaucheria*) voor; zie fig. 13. De bedekkingsgraad steeg in de onbehandelde slootgedeelten in beperkte mate (comp. 3) of in het geheel niet (comp. 1). In de behandelde sectoren daarentegen ontwikkelden de draadalg (eveneens voornamelijk *Vaucheria*) zich zodanig, dat na 3 tot 5 maanden een volledige bedekking werd bereikt. Tegen het eind van de proef nam de bedekkingsgraad in de compartimenten 1 en 2 weer af, mogelijk door seizoensinvloeden.

Hoewel de relatieve frequentie van fytoplankton in watermonsters niet meer dan een globale indruk geeft van de werkelijke dichtheid, wijzen de gegevens uit fig. 14 er op dat de werkelijke dichtheid waarschijnlijk geen uitzonderlijke hoge waarden heeft bereikt. Ook uit visuele beoordeling van het water tijdens de monsternamen bleek dat van bloei geen sprake was. In de onbehandelde slootgedeelten en in compartiment 2 werd na 3 tot 4 maanden een maximum bereikt. Een duidelijk verschil in frequentiepercentage tussen behandelde en onbehandelde systemen kan uit de gegevens niet worden afgeleid. Van de 94 algensoorten en -geslachten die in de lijst van aangetroffen organismen zijn vermeld, kwamen 48 uitsluitend in de sloot, 12 uitsluitend in de aquaria en 34 in zowel sloot als aquaria voor. Opvallend is het vrij grote aantal pennate diatomeeën en het beperkte aantal blauwwieren.

### 3.1.2.2. Dieren

In de sloot werden in totaal 98 elkaar niet overlappende taxa aange- troffen (voornamelijk soorten en geslachten). In elk compartiment bleef gedurende de gehele proefperiode het aantal taxa ongeveer gelijk. Het dichtheidsverloop van de populaties, gerangschikt in alfabetische vol- orde, is weergegeven in de tabellen 2 en 3. Van het zoöplankton zijn met de meeste individuen (tot meer dan  $10^5$  exemplaren per 235 l) vertegen- woordigd: *Copepoda*, *Rotatoria* en van deze met name de groep *Colurella/ Lecane/Lepadella*. Dichtheden van ongeveer  $10^4$ - $10^5$  exemplaren per 235 l bereikten: *Arcella*, *Centropyxis*, *Chydorus*, *Conochilus*, *Cyclops/ Canthocamptus*, *Keratella quadrata*, *Ostracoda*, *Pleuroxus*, *Polyarthra* en *Vorticella*. Om een indruk te verkrijgen van de dichtheidsspreiding wer- den op 5 november 1979 uit elke slotsector vijf monsters genomen; uit elk daarvan werden drie submonsters onderzocht. De dichtheidsspreiding werd uitgedrukt in de standaardafwijking over de vijf monsters, hoewel niet getoetst werd of van een normale verdeling sprake was. De standaardafwij- king van het gemiddelde, berekend over alle sectoren en zoöplankton- taxa, bedroeg 22-138% (gemiddeld 65%). Deze spreiding was ongeveer ge- lijk aan die in de mengmonsters, genomen op andere tijdstippen. De grootste makrofauna-populaties (tot meer dan 500 exemplaren per  $m^2$ ) wa- ren: *Asellus*, *Bithynia* en *Valvata piscinalis*. Dichtheden van ongeveer 50-500 exemplaren per  $m^2$  bereikten: *Anisus vortex*, *Asellus aquaticus*, *Asellus meridianus*, *Bithynia leachi*, *Bithynia tentaculata*, *Coleoptera*, *Diptera* (juv.), *Helobdella stagnalis*, *Hirudinea*, *Hydracarina*, *Oligochaeta*, *Physa fontinalis*, *Sphaeriidae* en *Tricladida*. In alle sectoren werd een sterke daling waargenomen van het aantal nauplii als percentage van het totale aantal Copepoden: de gemiddelden (berekend over alle compartimen- ten) tijdens de dosering en 150 dagen daarna bedroegen respectievelijk 97 en 10%. Betrekkelijk veel zoöplankton-populaties bereikten omstreeks augustus/september een maximale omvang; bij makrofauna-organismen was dit minder duidelijk het geval.

De tabellen 10 en 11 geven een overzicht van de procentuele verschil- len in gemiddelde populatiedichtheid tussen de compartimenten. Uit de ge- gevens kan worden afgeleid dat in 34% van de gevallen waarin toetsing mo- gelijk was, de dichtheid in het onbehandelde compartiment 3 significant hoger was dan in het eveneens onbehandelde compartiment 1. Een signifi- cant lagere dichtheid in compartiment 3 ten opzichte van compartiment 1 kwam in 17% van de gevallen voor. In de behandelde slootgedeelten 2 en 4 waren de populatiedichtheden echter gemiddeld in 13% van de gevallen sig- nificant hoger en bij 24% lager dan die in de sectoren 1 en 3.

Uit de gegevens van de tabellen 2 en 3 en figuur 10 is de correla- tiegraad tussen het dichlobenilgehalte in het water en de populatiedicht- heden berekend. De berekening is uitgevoerd voor vertragingen van 0, 30 en 60 dagen. De tekens van de correlatiecoëfficiënt  $r$  zijn, indien  $r^2 > 0.80$ , weergegeven in de tabellen 6 en 7. Men kan uit de tabellen af- leiden, dat het aantal positieve en negatieve correlaties, als percentage van het aantal gevallen waarin de correlatieberekening mogelijk was, bij momentaan optreden van een effect resp. 12 en 0% is. Bij een veronder- stelde vertraging van het effect van 30 dagen bedragen deze waarden res- pectievelijk 1 en 0%, en indien een verband zich pas na 60 dagen zou manifesteren respectievelijk 23 en 3%.

Bij een beschouwing van de verdeling van de organismen over de tro- fische niveaus (tabel 14) blijkt, dat betrekkelijk veel algivoor en carni- voor zoöplankton en detritivoor makrofauna aanwezig was. De herbivore, zoöplankton-etende en makrofauna-etende macrofauna is met minder indivi-

duen vertegenwoordigd, en obligaats detritivoor zoöplankton ontbreekt geheel. Opmerkelijk is de toename in de loop van het seizoen van het herbivore, en de afname van het zoöplankton-etende makrofauna. Een duidelijk verband tussen de behandeling met dichlobenil en het aantal individuen per trofisch niveau is uit de gegevens niet af te leiden.

In fig. 40 is voor elke slootsector de waarde van de diversiteitsindex  $H'$  in de loop van de proef weergegeven. Er lijkt geen eenduidig verband te bestaan tussen de diversiteit en de behandeling met het herbicide of de tijd. Dit geldt ook voor de grootte die de uniformiteit van de verdeling van het aantal individuen over de soorten weergeeft: de "evenness"-index  $J' = H'/\log_2 S$ , waarin  $S$  het aantal soorten (of andere taxa) voorstelt.

### 3.2. De laboratoriumproef

#### 3.2.1. Fysische en chemische variabelen

Temperatuur en belichtingsregime waren gedurende de proef gestandaardiseerd; de desbetreffende waarden zijn vermeld in par. 2.4.

Als controle op de juiste compensatie van verdampings- en bemonsteringsverliezen met resp. gedestilleerd en leidingwater werd het chloridegehalte gemeten (fig. 23). De concentratie varieerde vrij aanzienlijk (ongeveer 50 tot 80  $\text{g.m}^{-3}$ ), evenwel zonder duidelijke relatie met de behandeling met het herbicide, of met de tijd. De concentratie-opbouw van dichlobenil in het water (fig. 24) verliep opmerkelijk traag: pas na drie tot vijf maanden werd in alle systemen, met uitzondering van 4B, een maximum bereikt. In systeem 4B zou waarschijnlijk na meer dan zes maanden een maximum zijn bereikt, overeenkomend met ongeveer een derde van de theoretisch bereikbare concentratie. Voor de andere systemen, behalve 4A, gold dezelfde verhouding. De concentratie-opbouw van het dichlobenil in bodemmateriaal (fig. 25) verliep traag. Uit fig. 30 blijkt, dat het zuurstofgehalte (gemeten ca. acht uur na het begin van de lichtperiode) zich in het algemeen in de omgeving van de verzadigingswaarde ( $9.4 \text{ g.m}^{-3}$ ) bewoog. In de vier aquaria met het hoogste behandelingsniveau bleef de concentratie gewoonlijk beneden de verzadigingswaarden. Opgemerkt moet worden, dat ten gevolge van de interpolatieprocedure een kenmerk van de oorspronkelijke curves is vervaagd. Het betreft hier de perioditeit (maxima na ongeveer 25 en 90 dagen, minima na ongeveer 50 en 140 dagen) die in de meeste systemen optrad. In aquarium 1C liep het zuurstofgehalte na het verwijderen van de planten tijdelijk sterk terug. Uit incidentele metingen bleek, dat de concentratie 's nachts slechts met ten hoogste  $1 \text{ g.m}^{-3}$  daalde. Een zelfdeperiodiciteit als in het zuurstofgehalte is in verzwakte vorm ook gevonden in de oorspronkelijke pH-gegevens. (De pH-metingen werden steeds halverwege de lichtperiode uitgevoerd.) Deze periodiciteit is gesuperponeerd op een andere karakteristieke verandering, die ook in de gesynchroniseerde gegevens tot uiting komt (fig. 29): twee tot drie maanden na het begin van het experiment bereikte de pH in alle systemen een maximum. Deze bedroeg in de aquaria met de drie laagste behandelingsniveaus ruim 10, en in de overige aquaria 8 en 9.5. Vervolgens daalde de pH in MES 3A en 3B geleidelijk tot minder dan 8, terwijl de zuurgraad in de overige systemen zich op het eerder bereikte peil handhaafde. Ook in MES 1C herstelde de pH zich na het verwijderen van de planten in anderhalve maand tot dit niveau. Uit incidentele metingen bleek, dat de pH 's nachts met slechts enkele tienden van een eenheid daalde.

De concentraties aan ammonium- en nitraatstikstof bleven vrijwel voortdurend beneden de - overigens hoge - detectiegrens. Bij het ortho-fosfaat-gehalte (fig. 31) lijkt het voor de meeste aquaria ondanks de grote fluctuaties een dalende tendens waarneembaar. Een zelfde patroon lijkt aanwezig in het concentratieverloop van het totaal-fosfaat (fig. 32). Vergelijking van beide figuren leert dat de gemineraliseerde fosfaatfractie in de systemen met de twee laagste behandelingsniveaus gedurende de proef betrekkelijk constant (ca. 0.2) bleef, maar in de overige aquaria sterk varieerde (van 0 tot meer dan 0.9). Zowel bij calcium (fig. 33) als magnesium (fig. 34) was sprake van een zeer gelijkmatige verandering van de concentraties. Voor de eerstgenoemde nutriënt gold voorts, dat een hoger behandelingsniveau gepaard ging met een hogere maximum-concentratie (uitgezonderd MES 4B). De ontwikkeling van het geleidingsvermogen (fig. 36) toonde sterk overeenkomst met die van het calcium-gehalte. Opmerkelijk is de hoge piekwaarde in het chemisch zuurstofverbruik (fig. 35) kort na de toepassing in het bijzonder bij de twee hoogste behandelingsniveaus.

### 3.2.2. Biologische variabelen

#### 3.2.2.1. Planten

In bijna alle aquaria verkeerden de hogere planten (*Elodea nuttallii*) in de periode voorafgaand aan de toepassing van het herbicide in een volgens visuele waarnemingen normale conditie, zij het dat geen duidelijke groei optrad. Bij de planten in systeem 4A werd reeds kort nadat de aquaria waren ingericht, enige vergeling van de bladeren en necrose waargenomen. De vegetatie handhaafde zich in de onbehandelde systemen op ongeveer het oorspronkelijke peil. *Elodea* vertoonde in de meeste behandelde aquaria reeds kort na de dosering dezelfde symptomen van vergiftiging als tijdens de slootproef. De verwijdering van de planten uit MES 1C bleek niet volledig te zijn geweest, getuige de - zeer geringe - hergroei van *Elodea*.

Slechts in de aquaria met het hoogste behandelingsniveau, en vooral in systeem 4A, was sprake van een duidelijke ontwikkeling van draadalg (hoofdzakelijk de groenalg *Cladophora* en in geringere mate de blauwalgen *Oscillatoria* en *Anabaena flos aquae*; zie fig. 27). De aanzet tot de groei van de draadalg in MES 4A en 4B vond vrijwel onmiddellijk na de dosering van het herbicide plaats.

Gedurende de eerste twee maanden nadat de aquaria waren ingericht, ontwikkelde het fytoplankton (met name diatomeeën) zich in alle aquaria aanzienlijk, zonder dat overigens van een echte bloei kon worden gesproken. Twee maanden later zette waarschijnlijk de afstervingsfase in, zodat ca. 120 dagen na de doseringsdatum in vrijwel alle systemen weer lage, min of meer stabiele niveaus werden bereikt.

#### 3.2.2.2. Dieren

Ten gevolge van het verschil in waarnemingsmethoden was gedurende het laboratorium-experiment een minder volledige determinatie van de macrofauna mogelijk dan tijdens de slootproef. Om deze reden, en doordat toename van het initiële aantal soorten in de aquaria gedurende de proef in principe onmogelijk was, bleef het totale aantal aangetroffen, elkaar niet overlappende taxa beperkt tot 52. In de meeste MES bleef het aantal taxa tijdens het experiment ongeveer gelijk of daalde enigszins. Het dichtheidsverloop verloop van de populaties, gerangschikt in alfabetische volgorde, is weergegevens in de tabellen 4 en 5. Van het zoöplankton zijn met de meeste



individuen (tot meer dan  $10^5$  exemplaren per 235 l) vertegenwoordigd: *Copepoda*, *Rotatoria* en van deze met name de groep *Colurella/Lecane/Lepadella*. Dichtheden van ongeveer  $10^4$ - $10^5$  exemplaren per 235 l bereikten: *Anuraeopsis fissa*, *Arcella*, *Cephalodella*, *Chydorus*, *Cyclops/Canthocamptus*, *Nematoda*, adulte *Copepoda* en nauplii. Om een indruk te verkrijgen van de dichtheidsspreiding werden ca. 80 dagen na de behandeling de acht submonsters per aquarium niet gecombineerd, maar afzonderlijk onderzocht. De dichtheidsspreiding werd uitgedrukt in de standaardafwijking over de acht submonsters, hoewel niet getoetst werd of hier van een normale verdeling sprake was. De standaardafwijking van het gemiddelde, berekend voor *Copepoda*, *Cladocera* en *Rotatoria* in alle systemen, bedroeg 29-114% (gemiddeld 58%). Deze spreiding was ongeveer gelijk aan die in de mengmonsters genomen op andere tijdstippen. Het aantal nauplii varieerde, schijnbaar onafhankelijk van het behandelingsniveau, in het algemeen van 50 tot 58% van het totale aantal *Copepoda*. Slechts enkele taxa vertoonden een gelijksoortig dichtheidsverloop in alle of vrijwel alle systemen. Voorbeelden zijn *Trichocerca rattus*, *Hydraecarina*, *Physa fontinalis* en *Sphaeriidae*. De grootste makrofauna-populaties (tot meer dan 500 exemplaren per  $m^2$ ) waren: *Asellus*, *Lymnaea stagnalis*, *Oligochaeta*, *Valvata piscinalis* en de groep *Gyraulus albus/Gyraulus crista/Segmentina/Valvata cristata* (de laatstgenoemde groep bestond aan het eind van het experiment hoofdzakelijk uit *Gyraulus albus*). Dichtheden van ongeveer 50 tot 500 exemplaren per  $m^2$  bereikten: *Bithynia*, *Coleoptera* (voornamelijk bestaande uit juveniele dieren), *Heteroptera*, *Physa fontinalis*, *Planorbis carinatus* en *Triolabida*.

De tabellen 12 en 13 geven een overzicht van de procentuele verschillen in gemiddelde populatiedichtheid tussen de aquaria. Uit de gegevens kan worden afgeleid, dat in 13% van de gevallen waarin toetsing mogelijk was, in het onbehandelde MES 1B van een significant hogere dichtheid sprake was dan in het eveneens onbehandelde MES 1A. Een significant lagere dichtheid kwam in 23% van de gevallen voor. In de met 2, 5 en 15  $g \cdot m^{-3}$  dichlobenil behandelde systemen 2(A en B), 3(A en B) en 4(A en B) waren de gemiddelde populatiedichtheden in respectievelijk 27, 20 en 23% van de gevallen significant hoger, en in respectievelijk 22, 28 en 31% van de gevallen lager dan die in de onbehandelde systemen.

Uit de gegevens van de tabellen 4 en 5 en fig. 24 is de correlatiegraad tussen het dichlobenilgehalte in het water en de populatiedichtheden berekend. De berekening is uitgevoerd voor vertragingen van 0, 30 en 60 dagen. Voor  $r^2 > 0.80$  zijn de tekens van de correlatiecoëfficiënt weergegeven in de tabellen 8 en 9. Men kan uit de tabellen afleiden, dat het aantal positieve correlaties als percentage van het aantal gevallen waarin de correlatieberekening mogelijk was bij momentaan optreden van een effect in de systemen 2(A en B), 3(A en B) en 4(A en B) gemiddeld alle 2% bedraagt, terwijl het percentage negatieve correlaties respectievelijk 13, 16 en 10% is. Bij een veronderstelde vertraging van 30 dagen bedroegen deze waarden respectievelijk 4,4 en 0% voor de positieve en respectievelijk 2, 4 en 15% voor de negatieve correlaties. Indien een verband zich pas na 60 dagen zou manifesteren, zijn de waarden respectievelijk 2,7 en 0% voor de positieve, en respectievelijk 17, 10 en 16% voor de negatieve correlaties. In verband met de grote veranderingen in de zuurgraad die in elk van de aquaria gedurende de proef optraden, is op dezelfde wijze als dit voor de dichlobenil-concentratie geschiedde, de correlatiegraad berekend tussen de populatiedichtheden enerzijds, en het verschil van de gemeten pH en de waarde 7 anderzijds. De resultaten zijn eveneens weergegeven in de tabellen 8 en 9. Men kan uit de tabellen af-

leiden, dat het aantal positieve correlaties, als percentage van het aantal gevallen waarin de correlatieberekening mogelijk was, bij moment van optreden van een effect in de aquaria 1(A en B), 2(A en B), 3(A en B) en 4(A en B) gemiddeld respectievelijk 0.2 en 4% bedraagt, terwijl het percentage negatieve correlaties respectievelijk 4, 0, 0 en 2% is. Bij een veronderstelde vertraging van 30 dagen bedragen deze waarden alle 0% voor de positieve, en respectievelijk 10, 2, 4 en 0% voor de negatieve correlaties. Indien een verband zich pas na 60 dagen zou manifesteren, zijn de waarden respectievelijk 5, 0, 2 en 2% voor de positieve, en resp. 18, 2, 12 en 5% voor de negatieve correlaties.

Bij beschouwing van de verdeling van de organismen over de trofische niveaus (tabel 15) blijkt dat betrekkelijk veel (enkele honderden tot duizenden exemplaren per MES) algivoor en carnivoor zoöplankton en detritivoor makrofauna aanwezig was. De herbivore en makrofauna-etende makrofauna is per aquarium en per monstertijdstip met enige tientallen, en het zoöplankton-etende makrofauna met slechts enkele individuen vertegenwoordigd. Obligaat detritivoor zoöplankton ontbreekt geheel. Een duidelijke toe- en afname van de aantallen in de loop van het experiment vindt in geen van de MES plaats. Slechts in de onbehandelde systemen 1A en 1B te kent zich bij het carnivoor zoöplankton mogelijk een dalende tendens af. Bij het laagste behandelingsniveau lijkt het aantal carnivore zoöplankton-organismen ten opzichte van het aantal in de controle-aquaria toe te nemen, maar bij hogere doseringen weer terug te lopen. De dichtheid van het detritivore makrofauna lijkt in sommige behandelde systemen gemiddeld hoger dan in de controle-systemen.

In fig. 41 is voor elk aquarium de waarde van de diversiteitsindex  $H'$  in de loop van de proef weergegeven. Er lijkt geen eenduidig verband te bestaan tussen de diversiteit en het behandelingsniveau of de tijd. Dit geldt ook voor de "evenness"-index  $J'$  (zie par. 3.1.2.2 en fig. 40 voor de definities van  $H'$  en  $J'$ ).

De gegevens van de tabellen 4 en 5 wijzen erop, dat het verwijderen van de planten uit MES 1C bij sommige taxa of combinaties van taxa een afname van de dichtheid tot gevolg had. Het betreft de volgende groepen: *Anuraeopsis fissa*, *Centropyxis/Difflugia*, *Colusella/Lecane/Lepadella*, *Mytilinea mucronata*, *Nematoda*, *Ostracoda*, *Trichotria* en de *Gyraulus albus*-groep. Een min of meer duidelijke toename van de dichtheid werd geconstateerd bij *Lymnaea stagnalis*, *Physa fontinalis* en *Heteroptera*.

Gedurende het experiment zijn tellingen verricht van het aantal op de aquariumwanden aanwezige *Copepoda* en *Cladocera* (voor zover met de loupe zichtbaar). In de loop van de proef bleek bij onderzoek van de watermonsters, dat beide groepen verscheidene soorten en geslachten omvatten, en dat de wand-fracties klein waren ten opzichte van de totale populaties. Om deze redenen kon aan de uitkomsten van de wandtellingen geen specifieke waarde worden gehecht, zodat deze hier niet vermeld worden.

### 3.3. Aanvullende proeven

De bewegingsactiviteit van geïsoleerde populaties van de slak *Physa fontinalis* bij blootstelling gedurende enkele uren aan verschillende concentraties dichlobenil werd gemeten met de hand en met behulp van de opstelling die schematisch is weergegeven in fig. 7. De populaties werden blootgesteld aan 0; 1.0; 3.0 en 10.0  $\text{g.m}^{-3}$  (handmeting) en aan 1.3; 2.8 en 11.5  $\text{g.m}^{-3}$  (automatische meting). De resultaten zijn weergegeven in fig. 38. Bij 1  $\text{g.m}^{-3}$  was de met de hand gemeten activiteit van de dieren

nog gemiddeld 99% van die van de controle-populatie, bij  $3 \text{ g.m}^{-3}$  72% en bij  $10 \text{ g.m}^{-3}$  slechts 16%. De uitkomsten van de automatische metingen weken hiervan enigszins af. De resultaten voor elk dier afzonderlijk zijn af te lezen uit fig. 39. Hierin is voor de slakken, blootgesteld aan 3 en  $10 \text{ g.m}^{-3}$  dichlobenil de activiteit tijdens belasting weergegeven als functie van de activiteit vóór de belasting. We zien dat bij de hoogste concentratie de mediane verplaatsing van alle, en bij de middelste concentratie van bijna alle dieren afneemt. Ter vergelijking werd tevens de activiteit van de in de MES aanwezige slakken van deze soort met de hand gemeten. Voor wat betreft de activiteit van de slak in de aquaria werden geen significante verschillen tussen de behandelingsniveaus gevonden. De metingen daar zijn echter niet erg uitgebreid geweest. Voor een meer gedetailleerde beschrijving van de proeven met *Physa* zij verwezen naar het desbetreffende stageverslag (Janse, 1980).

#### 4. BESPREKING VAN DE RESULTATEN

##### 4.1. De veldproef

In het Indicatief Meerjarenprogramma Water (IMP) (Anon., 1981) zijn voor de verschillende typen oppervlaktewateren voorlopige waterkwaliteitsdoelstellingen vermeld. Aan sloten van het type dat in dit onderzoek beschreven is, mogen op grond van het IMP tamelijk hoge kwaliteitseisen worden gesteld. Dit betekent, dat de waterkwaliteit duidelijk beter zou moeten zijn dan de zogenoemde basiskwaliteit, en dat de soortensamenstelling en de verdeling van functies binnen het ecosysteem in grote lijnen zouden moeten overeenkomen met de natuurlijke samenstelling, resp. verdeling.

Het begrip "basiskwaliteit" wordt in het IMP omschreven als "een zodanige kwaliteit van het oppervlaktewater dat het geen overlast voor de omgeving veroorzaakt (.....), goede levenskansen biedt voor een aquatische levensgemeenschap (.....) en dat tevens ecologische belangen buiten het water (.....) worden beschermd". De normen ten aanzien van de fysisch-chemische waterkwaliteit, voor zover deze op door ons gemeten parameters betrekking heeft, luiden:

---

temperatuur	< 25 °C
zuurstof	> 5 g.m <sup>-3</sup>
pH	6.5-9
chloride	< 200 g.m <sup>-3</sup>
totaal-fosfaat	< 0,2 g.m <sup>-3</sup> (P)
nitraat + nitriet	< 10 g.m <sup>-3</sup> (N)
ammonium + ammoniak	< 1 g.m <sup>-3</sup> (N)

---

Uit vergelijking van deze waarden met de eigen meetgegevens (fig. 8, 9, 15, 16, 18) blijkt, dat de fysisch-chemische waterkwaliteit van de onbehandelde slootgedeelten in het algemeen ruimschoots beter was dan de basiskwaliteit. De chemische karakteristiek van deze compartimenten benaderde die van naburige oppervlaktewateren, zoals blijkt uit gegevens van de Werkgroep Biologische Waterbeoordeling (1977).

Het concentratie-verloop van dichlobenil in water en bodem kwam ongeveer overeen met hetgeen elders werd gemeten in veldproeven met Casoron G (Pieters & De Boer 1971; Frank 1972; Niehuss & Börner 1971; Ogg 1972; Rice et al. 1974; Walsh et al. 1971). De "slow-release" eigenschap van de formulering Casoron G-SR kwam tegen de verwachting in dus niet duidelijk tot uiting. Van de overige parameters leek alleen het zuurstofgehalte in het water verband te houden met de behandeling: omstreeks een maand na de toepassing bleef de concentratie in de behandelde sectoren het verst beneden de waarden in de controle-sectoren. Bij de interpretatie van de sterk variabele zuurstofgegevens is overigens enige voorzichtigheid geboden. Mogelijk kon de functie van de hogere planten als zuurstofproducent na hun afsterven pas na enige weken worden overgenomen door fytoplankton en (vooral) draadalgen.

De Werkgroep Biologische Waterbeoordeling geeft in haar rapport voorbeelden van kensoorten van het fytoplankton voor het milieutype waartoe ook de proefsloot behoort. Een aantal kensoorten (*Melosira granulata*; *Trachelomonas lefevri*) kwam dan ook voor in de proefsloot, echter alleen

in de niet behandelde gedeelten, en in lage dichtheden. Onduidelijk is of de afwezigheid van kensoorten in de behandelde compartimenten is toe te schrijven aan de toepassing van het herbicide. Bij enige afzonderlijke taxa wijzen de dichtheidsgegevens in de richting van een relatie met de behandeling (afname bij *Cocconeis* en toename bij *Eunotia* na behandeling). De gegevens zijn echter ontoereikend voor een betrouwbare uitspraak. Dit geldt eveneens ten aanzien van de dichtheidsverschillen tussen de behandelde en onbehandelde compartimenten voor het gezamenlijke fytoplankton.

Uit de gegevens over de populatiedichtheid van de dierlijke organismen blijkt, dat een significante afname van de dichtheid in de behandelde slootgedeelten ten opzichte van de controle-sectoren bij meer taxa voorkomt (*Arcella*, *Mytilinea mucronata*, *Tricocerca rattus*, *Vorticella* en *Trichoptera*) dan een toename (alleen *Testudinella*).

De resultaten van de correlatieberekeningen tussen populatiedichtheden van zoöplankton en makrofauna en dichlobenilgehalte in het water wijzen op een overwegend positieve correlatie. Gezien de snelle daling van de concentratie van het herbicide, die reeds na enkele dagen inzette, is het echter niet uitgesloten, dat bij de correlatieberekeningen voor te lange vertragingstijden van het effect (30 en 60 dagen) is gekozen.

De toename in de loop van de proef van de herbivore makrofauna ten koste van de zoöplankton-etende makrofauna is waarschijnlijk een gevolg van de ontwikkeling van hogere planten en draadalgen.

#### 4.2. De laboratoriumproef

De periode van drie maanden tussen het opstellen van de MES en de behandeling was voor de meeste chemische en in mindere mate voor de biologische componenten voldoende om zich te stabiliseren. In ander onderzoek met afgeleide MES werden zowel kortere (Harte, 1978; Harris, 1980; Balk, 1979; Giddings & Eddlemon, 1979) als langere (Dortland, 1980; Ringelberg, 1977; Vervelde & Ringelberg, 1977; Bruning et al., 1978) tijden voor evenwichtsinstelling gehanteerd.

Gedurende de gehele proefperiode na de dosering bleef dichlobenil aantoonbaar in water en bodem. De formulering voldoet daardoor - althans onder de gegeven proefomstandigheden - aan een van de voorwaarden die aan een stof bij gebruik in chronisch toxicologisch onderzoek moeten worden gesteld. Tijdens een experiment met Casoron G-SR, toegepast in open modelvijvers in de concentratie  $2 \text{ g.m}^{-3}$ , werd tot ca. 20 dagen na dosering een soortgelijke concentratie-opbouw in het water waargenomen (Gijswijt, 1981).

In onze systemen reageerden de hogere planten vertraagd op de behandeling, mogelijk doordat deze op het moment van de toepassing niet in een duidelijke groeifase verkeerden. Als oorzaak van de groeistilstand kan de pH genoemd worden, die gedurende het grootste deel van de proefperiode hoog was als gevolg van de geringe diffusie van  $\text{CO}_2$  over het grensvlak lucht-water (zie ook Giddings & Eddlemon, 1979). Een sub-optimale belichting kan ook oorzaak van de groeistilstand zijn geweest. Voor wat betreft de overige chemische parameters is het verloop van het chemisch zuurstofverbruik opmerkelijk. De maxima kort na de toepassing kunnen duiden op het vrijkomen van organische stof uit de planten (autolyse?).

Van de significante verschillen in populatiedichtheid van de dierlijke organismen tussen behandelde en onbehandelde systemen wijzen er wat meer op afname als gevolg van de behandeling (o.a. *Nematoda* en de *Planorbis albus*-groep) dan op toename (waarschijnlijk alleen *Tricoladida*). De resultaten van de correlatieberekeningen tussen populatiedichtheid en

dichlobenilgehalte wijzen op een overwegend negatieve correlatie. Tussen populatiedichtheden enerzijds en de afwijking van de pH van de waarde 7 anderzijds werden vrijwel geen significante correlaties gevonden. In geen van beide gevallen kwam tot uiting bij welke vertragingstijd het effect het grootst was. Gijswijt (1981) verrichte waarnemingen aan zoöplankton, aanwezig in modelvijvers die eveneens behandeld waren met Casoron G-SR in de berekende concentratie  $2 \text{ g.m}^{-3}$  dichlobenil. Uit de tellingen van het zoöplankton is in die proef geen schadelijk effect op de aantallen van deze organismen waargenomen.

Voor de door ons gebruikte MES leverde indeling van de organismen naar voedselvoorkeur geen duidelijk beeld op van de trofische relaties, dus evenmin van de eventuele invloed daarop van de behandeling.

De gebruikte diversiteits- en "evenness"-indexen boden geen mogelijkheid tot eenduidige interpretatie van de gegevens. Wel is opmerkelijk, dat zowel in behandelde als onbehandelde systemen de gemiddelde waarde van eerstgenoemde index ongeveer gelijk is aan die, welke Reed (1976) vond tijdens verschillende verstoringproeven met afgeleide MES. Bryfogle & McDuffett (1979) maten een afname van de diversiteit als gevolg van belasting van een MES met het herbicide simazine. Ook Burks & Wilhm (1977) vonden een afname van de diversiteit in een MES, blootgesteld aan industrieel afvalwater. Overigens bestaat nog veel onzekerheid omtrent de eventuele ecologische betekenis van diversiteits- en soortgelijke indexen (Hurlbert, 1971).

#### 4.3. Aanvullende proeven

Uit metingen aan geïsoleerde populaties van de slak *Physa fontinalis* bleek, dat de bewegingsactiviteit van het dier reeds kort na blootstelling aan concentraties van  $1.0 - 3.0 \text{ g.m}^{-3}$  dichlobenil en hoger significant verminderd was. Hoewel metingen aan het dier in de MES geen bevestiging van deze waarneming konden geven (moeilijk uitvoerbare tellingen; lage dichlobenil-concentraties) mag niet worden uitgesloten dat remming van de bewegingsactiviteit van de slak ook binnen ecosystemen kan optreden. Ecologische gevolgen van deze remming zijn echter onbekend.

#### 4.4. Evaluatie van de gebruikte micro-ecosystemen

De in dit onderzoek gebruikte MES kunnen, voor zover deze niet werden behandeld, worden gekarakteriseerd als semi-natuurlijke systemen waarvan de ontwikkeling door een nieuw ingestelde evenwichtssituatie sterk is afgeremd. Dit blijkt niet alleen uit het feit, dat een aantal taxa zich in de aquaria niet heeft kunnen handhaven en niet kon worden vervangen door immigrerende soorten, maar ook uit de remming van de groei van de hogere planten (als gevolg van de ongunstige milieu-omstandigheden). Het effect van behandeling van de MES komt onder andere tot uiting in een (tijdelijke?) vergroting van de dichtheidsfluctuaties van vele populaties, en in de dominantie van groene draadalg. Niettemin bleef in alle systemen gedurende de gehele proefperiode een levensgemeenschap in stand die met de ten dienste staande waarnemingstechnieken en door de vorm en grootte van de aquaria betrekkelijk goed kon worden geobserveerd.

Tussen de proefsloot en de daarvan afgeleide MES werden tal van verschillen en overeenkomsten geconstateerd. Van de chemische parameters week de zuurgraad in de MES het sterkst af van de in de sloot gemeten waarden. Voorts was er sprake van een duidelijke discrepantie in de concentratie-

opbouw van dichlobenil in water en bodem tussen binnen- en buitenproef. De mate van overeenkomst tussen beide proeven voor wat betreft de soorten-samenstelling was tamelijk groot: de meeste in de sloot aangetroffen organismen werden eveneens in de MES gevonden. Voorbeelden van groepen die in beide proeven betrekkelijk rijk aan individuen waren zijn: *Elodea* (onbehandelde systemen), draadvormige groenalgen (behandelde systemen), *Arcella*, *Asellus*, *Bithynia*, *Chydorus*, *Cyclops/Canthocamptus*, *Oligochaeta*, *Tricladida* en *Valvata piscinalis*.

De uitsluiting van seizoensinvloeden tijdens de laboratoriumproeven is er mogelijk de oorzaak van geweest, dat bepaalde karakteristieke ontwikkelingen, zoals die van het aantal nauplii als fractie van het totale aantal Copepoda, en het bezettingspatroon van sommige trofische niveaus, niet plaats vond in de MES. De waarnemingsgegevens van de MES-proeven wezen op een overwegend negatieve correlatie tussen de concentratie van dichlobenil in het water en de populatiedichtheden van de dierlijke organismen. Deze tendens werd in de slootproef niet teruggevonden, waarschijnlijk als gevolg van het te geringe aantal waarnemingen tijdens de eerste fase van de proef, toen de concentratie van het herbicide slechts korte tijd vrij hoog was. Zowel in de sloot als in de MES was het aantal taxa waarvan de dichtheid als gevolg van de behandeling significant afnam, groter dan het aantal waarvan de dichtheid toenam. Opgemerkt moet worden, dat aan "significante" correlaties en verschillen niet volledig de gebruikelijke voorspellende waarde mag worden toegekend, in verband met het geringe aantal vrijheidsgraden en de mogelijke interactie tussen behandeling en milieufactoren.

Om deze reden werden de gegevens ook op de volgende, alternatieve wijze geëvalueerd. Voor elk taxon kan men uit de tabellen 2 tot en met 12 een indicatie afleiden omtrent dichtheidsveranderingen, geassocieerd met de behandeling van sloot en MES. De indicaties leveren gezamenlijk voor elk taxon een remmende, een stimulerende, dan wel een onduidelijke tendens op. Bij toepassing van deze methode blijkt, dat waarschijnlijk een teruggang optrad bij *Arcella*, *Centropyxis/Diffugia*, *Mytilinea mucronata*, *Rotatoria*, *Ostracoda*, *Trichotria* en *Gyraulus*. Van een mogelijke stimulering was sprake bij *Simocephalus*, *Hirudinea*, *Oligochaeta*, *Testudinella* en *Tricladida*. Van alle overige groepen was de respons twijfelachtig.

Volgens beide evaluatiemethoden was het aantal nadelig beïnvloede taxa groter dan het aantal in hun ontwikkeling gestimuleerde groepen. In de sloot werden evenwel over het algemeen andere taxa dan in de MES positief, respectievelijk negatief beïnvloed. De overeenkomst tussen beide systemen was in dit opzicht dus gering. Hieruit blijkt, dat het uitgevoerde MES-onderzoek onvoldoende in staat was om te voorspellen, welke effecten verbonden kunnen zijn aan het gebruik van het herbicide dichlobenil in oppervlaktewater. Niettemin bestaan er enige overeenkomsten tussen beide typen systemen en werden er enige aanwijzingen gevonden voor effecten op de fauna in zowel sloot als MES.

Het is niet uitgesloten, dat de MES-procedure tot een gevoeliger en beter te hanteren systeem kan worden ontwikkeld. Men zou dit kunnen bereiken door eenvoudiger MES in te richten en de meetprogramma's te beperken tot die variabelen, waarvan de variantie binnen de behandelingen significant kleiner is dan die tussen de behandelingen. De bedoelde selectie van variabelen zou kunnen plaatsvinden op basis van vooronderzoek met enigszins complexere systemen, zoals de in dit rapport beschreven MES.

Uit dit onderzoek bleek bijvoorbeeld, welke organismen zich in de aquaria niet voortplanten, zodat kan worden overwogen deze tijdens een eventueel vervolgonderzoek niet te observeren. Het betreft enige Rotatoria (*Brachionus rubens*, *Euchlanis*, *Filinia longisetata*, *Polyarthra* en *Rotaria neptunia*), Chydoridae (*Alona*, *Peracantha*, *Pleuroxus*), *Ceriodaphnia*, *Hydracarina*, *Odonata* en *Odonata* en *Sphaeriidae*. Ook het meten van enige chemische variabelen (de concentraties van de respectievelijke nutriënten) en de dichtheidsmeting van het fytoplankton zouden achterwege kunnen blijven.

Op deze wijze kan wellicht gelegenheid worden geschapen, meer herhalingen per behandelingsniveau in te zetten en de bemonsteringsfrequenties te verhogen, zodat een betere statistische evaluatie mogelijk wordt.



## 5. CONCLUSIES

1. Het is mogelijk, een van een bestaand slootmilieu afgeleid MES in te richten in het laboratorium en dit gedurende tenminste 270 dagen in stand te houden.
2. Alle in het onderzoeksprogramma opgenomen variabelen konden in de MES worden gemeten, met uitzondering van de concentratie van de modelstof in de bodem (de monsternamen veroorzaakte aanzienlijke opwerveling van bodemmateriaal). Enige nieuwe meet- en bemonsteringstechnieken werden ontwikkeld en met succes toegepast. Dit betrof: (a) een methode om de dichtheid van waterplanten in de MES te meten; (b) een methode voor de bemonstering van zoöplankton; (c) een correctiemethode voor omrekening van macrofauna-waarnemingen in dichtheden.
3. In de sloot en de MES werden in totaal 200 taxa bepaald. Hiervan kwamen 96 uitsluitend voor in de sloot, 14 uitsluitend in de MES en 90 in beide typen systemen. Van de diertaxa kwam 64% zowel in de sloot als in de MES voor. De in de sloot dominante soorten waren voor een deel ook in de MES dominant.
4. Toepassing van de modelstof in slootcompartimenten leidde na 15 dagen tot maximale concentraties in het water van 0,1 mg/l, welke vervolgens afnamen en na 100 dagen beneden de detectiegrens kwamen. Deze lagere dan nominale concentratie was gedeeltelijk het gevolg van watertransport tussen de behandelde slootcompartimenten door zware regenval. Toepassing van de modelstof in de MES bij doseringen van 2, 5 en 15 mg/l leidde tot concentraties in het water van 0,75-3 mg/l, met geringe verschillen tussen de hoogste doseringen. Relatief hoge concentraties bleven tot het einde van de proef gehandhaafd, doordat verdamping van de modelstof door glasplaten op de aquaria werd tegengegaan.
5. In de MES liep de pH op van 7 tot 10-11, met name in die behandelingen, waar geen of geringe sterfte van waterplanten optrad. Incidentele meting van zuurstofgehalte en chemisch zuurstofverbruik gaven indicaties van veranderingen, maar deze waren niet eenduidig. Continue registratie lijkt noodzakelijk om duidelijke veranderingen vast te leggen. Andere chemische variabelen vertoonden geen bepaald patroon.
6. In de behandelde slootcompartimenten verdwenen de hogere planten binnen 15 dagen, waarna deze werden vervangen door een draadalgenpopulatie. In de met hoge doseringen behandelde MES stierven de hogere planten ook af, maar trager dan in de sloot. In de MES met de laagste dosering (nominaal 2 mg/l) vond aan het eind van de proefperiode enige afsterving van hogere planten plaats. Het verschil in effect tussen sloot en MES hangt samen met het feit, dat de planten in de MES zich niet meer in een fase van strekkingsgroei bevonden.

7. Zoöplankton- en macrofaunapopulaties vertoonden zowel in de sloot als in de MES grote verschillen in dichtheid tussen duplo's en in de tijd. Mede daardoor werden in geen van beide typen systemen ondubbelzinnige effecten van de behandeling op populaties gevonden. Uit de gecombineerde gegevens van de tabellen 2 tot en met 12 mag slechts met terughoudendheid worden geconcludeerd, dat de behandeling geassocieerd was met een (al dan niet tijdelijke) teruggang van *Arcella*, *Centropycis/Diffugia*, *Mytilinea mucronata*, *Rotatoria*, *Ostracoda*, *Trichotria* en *Gyraulus*, en met een (al dan niet tijdelijke) toename van *Simocephalus*, *Testudinella*, *Oligochaeta*, *Tricladida* en *Hirudinea*. Niet duidelijk is, of er sprake is van effecten van dichlobenil of van veranderingen als gevolg van de wijziging in de plantendichtheid.
8. Het onderzoek kenmerkte zich door een ongunstige verhouding tussen de verrichte arbeid en de rechtstreeks bruikbare informatie die het opleverde. Dit moet vooral worden toegeschreven aan de grote dichtheidsvariëaties van de populaties, waardoor de variantie tussen de behandelingen vaak niet kon worden onderscheiden van die binnen de behandelingen.
9. Samenvattend moet worden geconcludeerd, dat het gebruikte type MES in de huidige opzet nog niet geschikt is als onderzoeksinstrument voor de beoordeling van effecten van de modelstof of andere herbiciden in het aquatisch milieu. De opzet zal vereenvoudigd dienen te worden, bij voorkeur met handhaving van het "derived system"-principe.

## 6. SAMENVATTING

Een vergelijkend onderzoek werd uitgevoerd naar eventuele zoötoxische en ecologische effecten van toepassing van het herbicide dichlobenil (formulering Casoron G-SR) in een sloot en daarvan afgeleide, in het laboratorium opgestelde micro-ecosystemen (MES).

De sloot werd verdeeld in vier compartimenten van elk 100 m<sup>3</sup>. Twee ervan werden behandeld met het herbicide in de concentratie 2 g.m<sup>-3</sup> (a.i.). De MES bestonden uit glazen aquaria (netto inhoud 235 l), gevuld met ongefiltreerd water, *Elodea nuttallii*, macrofauna en modder (alle afkomstig uit de sloot) en gewassen zand. De systemen konden zich gedurende ongeveer 90 dagen stabiliseren voordat het herbicide werd toegepast. De gebruikte doseringen waren 0, 2, 5 en 15 g.m<sup>-3</sup> (a.i., nominaal). De meetprogramma's voor beide experimenten omvatten 12 chemische variabelen, de samenstelling en dichtheid van maximaal 98 taxa van zoöplankton- en macrofauna-organismen. De proeven werden 165 tot 216 dagen na de behandelingsdatum beëindigd.

In de MES werden veel hogere dichlobenil-concentraties gemeten dan in de sloot, doordat op de aquaria glasplaten waren geplaatst. Ook de pH-waarden in de MES waren hoger. Zowel in de sloot als in de MES met de twee hoogste doseringen stierven de hogere planten door de behandeling af, waardoor de groei van groene draadalgen werd gestimuleerd. Als gevolg van een grote variatie in populatiedichtheden kon bij slechts een beperkt aantal diersoorten of groepen van soorten min of meer duidelijk worden vastgesteld, dat deze in de behandelde systemen werden geremd dan wel gestimuleerd.

In sommige opzichten kwamen de resultaten van de twee experimenten echter met elkaar overeen. Betoogd wordt, dat de MES-techniek die in dit onderzoek is gebruikt, enigszins gewijzigd moet worden om te kunnen komen tot een beter bruikbaar onderzoeksinstrument.

7. LITERATUUR

- ANON. (1979) *Herbicide Handbook* (Weed Science Soc. of America, Champaign, Illinois), 154-160.
- ANON. (1981) *Indicatief meerjarenprogramma Water 1981-1984* (Ministerie van Verkeer en Waterstaat)
- BALK, F. (1979) Micro-ecosysteem onderzoek naar de effecten van glyfosaat op aquatische levensgemeenschappen. Stageverslag PD.
- BEYERS, R.J. (1963) The metabolism of twelve aquatic laboratory microcosms. *Ecol. Monogr.* 33 281-306.
- BOLIER, G. et al. (1973) The toxicity of the herbicide dichlobenil to goldfish. *Meded. Fak. Landbouwwet. Gent* 38, 733-740.
- BRANSON, D.R. (1978) Predicting the fate of chemicals in the aquatic environment from laboratory data. In: J. Cairns Jr. et al. (eds.): *Estimating the hazard of chemical substances to aquatic life*. ASTM Rep. no. STP 657, 55-70.
- BROCKWAY, D.L. et al. (1979) Development, replicability and modeling of naturally derived microcosms. *Intern. J. Environ. Studies* 13, 149 - 158.
- BRUNING, K. et al. (1978) Properties of an aquatic micro-ecosystem: III. Development of the decomposer subsystem and the phosphorus output stability. *Verh. Int. Verein. Limnol.* 20, 1231-1235.
- BRYFOGLE, B.M. & W.F. McDuffett (1979). Algal succession in laboratory microcosms as affected by an herbicide stress. *Amer. Midland Naturalist* 101, 344 - 354.
- BURKS, S.L. & J.L. Wilhm (1977) Bioassays with a natural assemblage of benthic macro-invertebrates. In: F.L. Mayer & J.L. Hamelink (eds.): *Aquatic toxicology and hazard evaluation*. ASTM Rep. no. STP 634, 127 - 136.
- CAIRNS, J. Jr. (1980) Estimating hazards. *Bioscience* 30, 101 - 107.
- et al. (1978) (eds.) *Estimating the hazard of chemical substances to aquatic life*. An. Soc. Testing Materials Rept. no. STP 657.
- COOKE, G.D. (1971) Aquatic laboratory microsystems and communities. In: J. Cairns Jr. (ed.). *The structure and function of fresh-water microbial communities*. Research Div. Monogr. 3 (Virginia Polytechnic Inst. and State Univ., Blacksburg, Virginia), 47 - 85.
- CROW, M.E. & F.B. Taub (1979) Designing a microcosm bioassay to detect ecosystem level effects. *Intern. J. Environ. Studies* 13, 141 - 147.
- DORTLAND, R.J. (1980) Toxicological evaluation of parathion and azinphosmethyl in freshwater model ecosystems. *Agric. Res. Rept.* (Wageningen) 898.
- DRAGGAN, S. & J.M. Giddings (1978) Testing toxic substances for protection of the environment. *Science Total Environ.* 9, 63 - 74.
- DUDZIK, M. et al. (1979) Some considerations in the design of aquatic microcosms for plankton studies. *Intern. J. Environ. Studies* 13, 125 - 130.
- FERENS, M.C. & R.J. Beyers (1972) Studies of a simple laboratory micro-ecosystem: effects of stress. *Ecology* 53, 709 - 713.
- FRANK, P.A. (1972). Herbicidal residues in aquatic environments. In: *Amer. Chem. Soc.: Fate of organic pesticides in the aquatic environment*. Adv. Chemistry Series 111, 135 - 148.
- GENDEREN, H. van & G.J. van Esch (1968). Toxicology of the herbicide dichlobenil and its main metabolites. *Ed. Cosmet. Toxicol.* 6, 261 - 269.

- GIDDING, J. & G.K. Eddlemon (1977) Effects of microcosm size and substrate type on aquatic microcosm behaviour and arsenic transport. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 6, 491 - 507.
- & - (1978) Photosynthesis/respiration ratios in aquatic microcosms under arsenic stress. Water Air Soil Pollut. 9, 207 - 212.
- & - (1979) Some ecological and experimental properties of complex aquatic microcosms. Intern. J. Environ. Studies 13, 119 - 123.
- GIJSWIJT, M.J. (1981) Intern rapport Duphar B.V.
- GRICE, G.D. & D.W. Menzel (1978) Controlled ecosystem pollution experiment: effect of mercury on enclosed water columns. VIII. Summary of results. Mar. Sci. Commun. 4, 23 - 33.
- GRIFFITHS, M.H. et al. (1966) Biochem. J. 98, 770.
- HAIRSTON, N.G. et al. (1968) The relationship between species diversity and stability: an experimental approach with protozoa and bacteria. Ecology 49, 1091 - 1101.
- HARDER, A. (1979) Structured model of bacterial growth and tests with activated sludge in a one-stage and two-stage chemostat. Agric. Res. Rept. (Wageningen) 886.
- HARMAN, W.N. (1974) (Hoofdstuk 9) in: C.W. Hart & S.L.H. Fuller (eds.): Pollution ecology of freshwater invertebrates (Academic Press, New York).
- HARRIS, W.F. (1980) (ed.) Microcosms as potential screening tools for evaluating transport and effects of toxic substances. EPA Rep. no. EPA-600/3-80-042.
- HARTE, J. et al. (1978) Aquatic microcosms for assessment of effluent effects. (Lawrence Berkeley Laboratory, Univ. of California, Berkeley, California) Rep. no. EPRI EA-936.
- HEATH, R.T. (1979) Holistic study of an aquatic microcosm: theoretical and practical implications. Intern. J. Environ. Studies 13, 87 - 93.
- HOOGERS, B.J. (1978) Een methode om veranderingen in het planktonbestand vast te leggen. CABO-rapport no. 18.
- HUECK, H.J. (1977) Beoordeling van watervervuiling teweeggebracht door chemicaliën. TNO project 77-2.
- HURLBERT, S.H. (1971) The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. Ecology 52, 577 - 586.
- ILLIES, J. (1978) (ed.) Limnofauna europea (Gustav Fischer Verlag, Stuttgart).
- ISENSEE, A.R. (1976) Variability of aquatic model ecosystem derived data. Intern. J. Environ. Studies 10, 35 - 41.
- JANSE, J.H. (1980) Enige milieutoxische effecten van het herbicide dichlobenil in water: experimenten met een micro-ecosysteem. Stage-verslag CABO.
- JASSBY, A. et al. (1977) Trophic structure modifications by planktivorous fish in aquatic microcosms. EPA Rep. no. EPA-600/7-77-096.
- KERSTING, K. (1975) The use of micro-ecosystems for the evaluation of the effect of toxicants. Hydrobiol. Bull. 9, 102 - 108.
- (1978) Experiments with dichlobenil in a micro-ecosystem. Proc. EWRS 5th int. symp. aquatic weeds, 269-277.
- & H. van der Honing (1980) Effect of the herbicide dichlobenil on the feeding and filtering rate of *Daphnia magna*. Verh. Internat. Verein. Limnol. 21.
- KUHL, H. & H. Mann (1952) Rhythmische Veränderungen im Chemismus von Aquarienwasser. Z.f. Fischerei 1, 7 - 27.

- LEVANDOWSKY, M. (1977) Multispecies cultures and microcosms. In: O. Kinne (ed.): Marine Ecology 3 (Wiley-Interscience, London), 1399 - 1458.
- LICHTENSTEIN, E.P. et al. (1978) A compartmentalized microcosm for studying the fate of chemicals in the environment. J. Agr. Fd. Chem. 26, 948 - 953.
- MCCONNEL, W.J. (1965) Relationship of the herbivore growth to rate of gross photosynthesis in microcosms. Limnol. Oceanogr. 10, 539 - 543.
- METCALF, R.L. (1977) Model ecosystem approach to insecticide degradation: a critique. Ann. Rev. Entomol. 22, 241 - 261.
- MIYAZAKI, S. et al. (1975) Metabolism of dichlobenil by micro-organisms in the aquatic environment. J. Agric. Fd. Chem. 23, 365 - 368.
- NEILL, W.E. (1975) Experimental studies of microcrustacean competition, community composition and efficiency of resource utilization. Ecology 56, 809 - 826.
- NEWBOLD, C. (1974) The ecological effects of the herbicide dichlobenil within pond ecosystems. Proc. EWRC 4th int. symp. aquatic weeds, 37 - 52.
- NIEHUSS, M. & H. Börner (1971) Persistenz und Verteilung von Diuron, Dichlobenil, Dalapon und Paraquat nach Einsatz in Entwässerungsgräben. Z. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz 78, 385 - 397.
- OGG, A.G. (1972) Residue in ponds treated with two formulation of dichlobenil. Pestic. Monit. J. 5, 356 - 359.
- OVIATT, C.A. et al. (1980) An exploratory analysis of microcosm and ecosystem behaviour using multivariate technique. Man Ecol. Prog. Ser. 2, 179 - 191.
- PEREZ, K.T. et al. (1977) The importance of physical and biotic scaling to the experimental simulation of a coastal marine ecosystem. Helgoländer wiss. Meeresunters. 30, 144 - 162.
- PIELOU, E.C. (1969) An introduction to mathematical Ecology. (Wiley-Interscience, New York).
- PIETERS, A.J. & F.G. de Boer (1971) Dichlobenil in the aquatic environment. Proc. EWRC 3rd int. symp. aquatic weeds, 183 - 191.
- PLANTENZIEKTENKUNDIGE DIENST (1978) Bestrijding van waterplanten. Bericht 78 - 18.
- REED, C.C. (1976) Species diversity in aquatic micro-ecosystems. D.A. Thesis. Univ. of Northern Colorado, Greeley, Colorado.
- (1978) Species diversity in aquatic micro-ecosystems. Ecology 59, 481 - 488.
- RICE, C.P. et al. (1974) Persistence of dichlobenil in a farm pond. J. Agric. Fd. Chem. 22, 533 - 534.
- RINGELBERG, J. (1977) Properties of an aquatic micro-ecosystem: II. Steady-state phenomena in the autotrophic subsystem. Helgoländer wiss. Meeresunters. 30, 134 - 143.
- & K. Kersting (1978) Properties of an aquatic micro-ecosystem: I. General introduction to the prototypes. Arch. Hydrobiol. 83, 47 - 68.
- STREHLE, H. & D. Krauter (1976) Das Leben im Wassertropfen (Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart).
- TAUB, F.B. (1976) Demonstration of pollution effects in aquatic microcosms. Intern. J. Environ. Studies 10, 23 - 33.
- TOOBY, T.E. (1978) A scheme for the evaluation of hazards to non-target aquatic organisms from the use of chemicals. Proc. EWRS 5th Int. symp. aquatic weeds, 287 - 294.

- & P.A. Hursey (1975) Acute toxicity of 102 pesticides and miscellaneous substances to fish. *Chem. & Ind.* 12, 523 - 526.
- VERLOOP, A. (1976) Use of radiotracer studies in the estimation of conjugated and bound metabolites of dichlobenil in field crops. In: D.P. Kaufman et al. (eds.) *Bound and conjugated pesticide residues* (Amer. Chem. Soc., Washington, D.C.) Symp. Ser. no. 29, 173 - 177.
- & W.B. Nölle (1972) *Das Herbizid Dichlobenil und seine Abbauprodukte in Böden und Gewässern*. *Coho. Reihe Verein. Wasser-, Boden-, Lufthyg.*, Berlin Dahlem 37, 85 - 89.
- et al. (1974) The fate of the herbicide dichlobenil in fresh-water fish. *Proc. EWRC 4th. Int. symp. aquatic weeds*, 186 - 191.
- VERVELDE, G. & J. Ringelberg. (1977) *Experimentation with ecosystems*. 3, 261 - 267.
- WALSH, G.E. & P.T. Heitmuller (1969) Effects of herbicides on the biota and energy budget of a coastal pond system. *Progress Rept.* (Bureau of Commercial Fisheries, Gulf Breeze, Florida), Circular no. 335.
- et al. (1971) Uptake and effects of dichlobenil in a small pond. *Bull. Environ. Caram. Toxicol.* 6, 279 - 288.
- WIERSMA-ROEM, W.J. et al. (1978) *Proc. EWRS 5th int. symp. Aquatic weeds*, 261 - 268.
- WILSON, D.C. & C.E. Bond (1969) The effects of the herbicides diquat and dichlobenil (Casoron) on pond invertebrates. Part 1. Acute toxicity. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 98, 438 - 443.
- WIT, J.G. & H. van Genderen (1966a) *Biochem. J.* 98, 698.
- & - (1966b) *Biochem. J.* 101, 707.
- ZON, J.C.J. van. (persoonlijke mededeling).
- ZWART, D. de (1980) The long-term effects of subile temperature rises on aquatic micro-ecosystems. Report, Dept. of Aquatic Ecology, Univ. of Amsterdam, Amsterdam.

Lijst van symbolen en eenheden.

$A_e$	= aantal individuen van een populatie dat tijdens (1) de laatste opname (op tijdstip $t_e$ ) is waargenomen.
$A_t$	= aantal individuen van een populatie dat tijdens (1) een opname op tijdstip $t$ is waargenomen.
$a$	= oppervlak granules gedeeld door oppervlak bodem (1)
$b$	= breedte van een systeem (m)
$C$	= netto snelheid van omzetting en opname (door (1) planten) in de waterkolom, per volume-eenheid. ( $g\ m^{-3}d^{-1}$ )
$c$	= concentratie van de modelstof in de water- (1) kolom. ( $g\ m^{-3}$ )
$D_{d,t}$	= gemiddelde relatieve lichttransmissie door (1) draadalgen op tijdstip $t$
$D_{f,t}$	= gemiddelde relatieve lichttransmissie door (1) fytoplankton op tijdstip $t$
$D_{p,t}$	= gemiddelde relatieve lichttransmissie door (1) planten op tijdstip $t$
$D_{tot,e}$	= gemiddelde relatieve lichttransmissie door (1) fytoplankton, draadalgen en hogere planten op tijdstip $t_e$
$D_{tot,t}$	= gemiddelde relatieve lichttransmissie door (1) fytoplankton, draadalgen en hogere planten op tijdstip $t$
$D_{water}$	= relatieve lichttransmissie door water =1 (1)
$G_{d,t}$	= gewicht van draadalgen op tijdstip $t$ (g)
$G_{d+p,o}$	= gewicht van draadalgen plus hogere planten (g) op tijdstip $t_o$
$G_{d+p,e}$	= gewicht van draadalgen plus hogere planten (g) op tijdstip $t_e$
$G_{d+p,t}$	= gewicht van draadalgen plus hogere planten (g) op tijdstip $t$
$G_{p,t}$	= gewicht van hogere planten op tijdstip $t$ (g)
$h$	= waterdiepte van een systeem (m)
$i$	= nummer van de lengteklasse van een individu (1)
$J_B$	= netto snelheid waarmee de modelstof in de (1) bodem wordt opgenomen, per oppervlakte-een- heid ( $g\ d^{-1}$ )

$J_G$	= netto snelheid waarmee de modelstof uit de granules vrijkomt, per oppervlakte-eenheid	$(g\ d^{-1})$
$J_L$	= netto snelheid waarmee de modelstof aan het wateroppervlak verdampt, per oppervlakte-eenheid	$(g\ d^{-1})$
$J_W$	= netto snelheid waarmee transport van de modelstof naar de wanden plaats vindt, per oppervlakte-eenheid	$(g\ d^{-1})$
$k$	= produkt van $k_d$ en $k_p$	(1)
$k_d$	= constante; zie Verg. (XI)	(1)
$k_p$	= constante; zie Verg. (XII)	(1)
$l$	= lengte van een systeem	(m)
$m_d$	= constante; zie Verg. (XI)	$(g^{-1})$
$m_p$	= constante; zie Verg. (XII)	$(g^{-1})$
$N_{L,e}$	= het totaal aantal individuen van een populatie dat onder optimale omstandigheden waarneembaar zou zijn op tijdstip $t_e$	(1)
$N_{L,e,i}$	= het aantal individuen in lengteklasse $i$ van een populatie, dat onder optimale omstandigheden waarneembaar zou zijn op tijdstip $t_e$	(1)
$N_{L,t}$	= het totaal aantal individuen van een populatie dat onder optimale omstandigheden waarneembaar zou zijn op tijdstip $t$	(1)
$N_{tot,e}$	= het totaal aantal individuen van een populatie op tijdstip $t_e$	(1)
$N_{tot,e,i}$	= het totaal aantal individuen in lengteklasse $i$ van een populatie op tijdstip $t_e$	(1)
$N_{tot,t}$	= het totaal aantal individuen van een populatie op tijdstip $t$	(1)
$n$	= maximale waarde van $i$	(1)
$p$	= constante; zie Verg. (VII)	(1)
$q$	= constante; zie Verg. (VII)	(1)
$t$	= tijd	(d)
$t_o$	= tijdstip waarop intichting van de MES voltooid werd	(d)
$t_e$	= tijdstip van afbraak van een MES	(d)

---



Lijst van aangetroffen organismen<sup>1)</sup>

1. <u>Planten</u>	
CHLOROPHYTA	<u>Scenedesmaceae</u>
<u>Chaetophoraceae</u>	S Scenedesmus acuminatus
M cf. Chaetophora	M S. quadricauda
<u>Characiaceae</u>	<u>Ulotrichaceae</u>
SM Characium	SM Ulothrix
<u>Chlamydomonadaceae</u>	<u>Vaucheriaceae</u>
SM Chlamydomonas	SM Vaucheria
S Chlorogonium	<u>Volvocaceae</u>
<u>Cladophoraceae</u>	SM Eudorina
SM Cladophora	M Gonium pectorale
<u>Coleochaetaceae</u>	S Pandorina morum
SM Coleochaete	SM Volvox aureus
<u>Desmidiaceae</u>	<u>Zygnemataceae</u>
SM Closterium acerosum	SM Mougeotia
S C. monoliferum	SM Spirogyra
S C. rostratum	
M Cosmarium	EUGLENOPHYTA
<u>Haematococcaceae</u>	<u>Euglenaceae</u>
S Haematococcus lacustris	S Euglena acus
<u>Hydrodictyaceae</u>	S E. oxyuris
M Pediastrum boryanum	S E. spirogyra
M P. duplex	S Lepocinclis ovum
<u>Microsporaceae</u>	S L. salina
S Microspora	SM Phacus acuminatus
<u>Oedogoniaceae</u>	S P. aenigmaticus
SM Oedogonium	S P. caudatus
<u>Oocystaceae</u>	SM P. longicauda
S Ankistrodesmus	S P. pleuronectes
M Tetraedon caudatum	S P. pusillus
<u>Phacotaceae</u>	S Trachelomonas abrupta
S Phacotus lenticularis	S T. cf. curta
<u>Protococcaceae</u>	S T. hispida
SM Protococcus	S T. lefevrei
	S T. oblonga
	SM T. volvocina

- PYRRHOPHYTA
- Ceratiaceae
- M Ceratium hirundinella
- Cryptomonadaceae
- S Cryptomonas
- SM Peridinium cinctum
- CHRY SOPHYTA
- Achnanthaceae
- SM Cocconeis
- Araphidineae
- S Diatoma elongatum
- S D. vulgare
- SM Synedra ulna
- Chlorotheciaceae
- S Ophiocitium
- Chrysococcaceae
- S Chrysococcus biporus
- S C. cf. rufescens
- Coscinodiscaceae
- S Cyclotella
- S Melosira granulata
- S M. varians
- Epithemiaceae
- SM Epithemia
- S Phopalodia
- Fragilariaceae
- SM Fragilaria capucina
- SM F. construens
- Gomphonemataceae
- SM Gomphonema acuminata
- S G. constrictum
- Heterotrichaceae
- M Tribonema
- Mollomonadaceae
- S Mallomonas tonsurata
- Monoraphidineae
- SM Achnanthes hungarica
- S Rhoicosphenia curvata
- Naviculaceae
- S Amphora ovalis
- S Caloneis
- Cymbella aspera
- SM Gyrosigma
- S Navicula cincta
- S N. cuspidata
- S N. gracilis
- SM N. radiosa
- S Pinnularia mesolepta
- S Stauroneis
- Nitzschiaceae
- S Nitzschia acicularis
- SM N. linearis
- SM N. sigmoidea
- Raphidiodineae
- S Eunotia
- Surirellaceae
- SM Cymatopleura elliptica
- SM C. solea
- SM Surirella ovalis
- Synuraceae
- S Synura uvella
- Tribonemataceae
- S Tribonema
- CYANOPHYTA
- Chroococcaceae
- S Gomphosphaeria
- M Merismopedia
- Nostoceceae
- SM Anabaena cylindrica
- Oscillatoriaceae
- SM cf. Lyngbya
- SM Oscillatoria limnetica

Rivulariaceae

M Gloeotrichia

BRYOPHYTA

Hypnaceae

S Acrocladium cuspidatum

PTERIDOPHYTA

Equisetaceae

S Equisetum fluviatilis

S E. palustre

SPERMATOPHYTA

Callitrichaceae

S Callitriche platycarpa

Gramineae

S Agrostis stolonifera

S Glyceria maxima

S Phalaris

S Phragmites australis

Hydrocharitaceae

SM Elodea nuttallii

Iridaceae

S Iris pseudacarus

Lemnaceae

S Lemna gibba

S L. trisulca

S Spirodela polyrhiza

Nymphaeaceae

S Nuphar luteum

S Nymphaea alba

Polygonaceae

S Polygonum amphibium

Potamogetonaceae

S Potamogeton crispus

S P. natans

Sparganiaceae

S Sparganium erectum

2. Dieren<sup>2)</sup>

<u>PROTOZOA</u>	S	Platyias
RHIZOPODA	SM	Keratella cochlearis
<u>Testacea</u>	SM	K. quadrata
SM Arcella	SM	Notholca acuminata
SM Centropyxis	SM	Anuraeopsis fissa
SM Diffugia	SM	Euchlanis
	SM	Mytilinia mucronata
ACTINOPODA	SM	Trichotria
cS <u>Heliozoa</u>	SM	Lepadella
	SM	Colurella
CILIATA	S	Squatinella
<u>Peritricha</u>		<u>Lecanidae</u>
SM Vorticella	SM	Lecane
<u>Spirotricha</u>		<u>Notommatidae</u>
aS Tintinnidium	cSM	Cephalodella
	S	Monommata
<u>PLATHELMINTHES</u>		<u>Trichocercidae</u>
SM TRICLADIDA	cS	Trichocerca rattus
<u>Dugesiidae</u>		<u>Asplanchnidae</u>
mS Dugesia cf. lugubris	S	Asplanchna
<u>Planariidae</u>		<u>Synchaetidae</u>
mS Polycelis nigra	SM	Polyarthra
mS P. tenuis	cS	Synchaeta
<u>Dendrocoelidae</u>		<u>Testudinellidae</u>
mS Dendrocoelum lacteum	S	Testudinella
	S	Pompholyx
<u>NEMATHELMINTHES</u>	SM	Filinia longiseta
ROTATORIA		<u>Conochilidae</u>
<u>Philodinidae</u>	S	Conochilus
SM Rotaria neptunia		
SM R. rotatoria	SM	NEMATODA
<u>Brachionidae</u>		<u>MOLLUSCA</u>
SM Brachionus bidens		GASTROPODA
S B. calyciflorus		<u>Valvatidae</u>
SM B. rubens	dSM	Valvata cristata
S B. urceolaris	dS	V. piscinalis

dSM Bithyniidae

dS Bithynia leachi

dS B. tentaculata

Physidae

hSM Physa fontinalis

Lymnaeidae

SM Lymnaea stagnalis

hS L. peregra

Planorbidae

S Anisus contortus

SM A. vortex

SM Gyraulus albus

SM G. crista

SM Segmentina

S Planorbarius corneus

SM Planorbis carinatus

S P. planorbis

LAMELLIBRANCHIATA

dSM Sphaeriidae

ANNELIDA

SM ILOGOCHAETA

SM HIRUDINEA

Glossiphoniidae

mS Glossiphonia complanata

mS G. heteroclita

mS Helobdella stagnalis

mS Theromyzon tessulatum

mS Hemiclepsis marginata

Piscicolidae

mS Piscicola geometra

Herudidae

mS Haemopis sanguisuga

mS Erpobdella octoculata

mS E. testaceae

ARTHROPODA

zSM HYDRACARINA

CRUSTACEA

Phyllopoda

Bosminidae

aSM Bosmina

Daphniidae

aSM Ceriodaphnia

aSM Daphnia longispina

aSM D. pulex

aSM Simocephalus

Chydoridae

SM Alona

SM Chydorus

S Eurycerus

SM Graptoleberis

SM Peracantha

SM Pleuroxus

SM Ostracoda

Copepoda

Temoridae

S Eurytemora

Diaptomidae

SM Diaptomus

Canthocamptidae

SM Canthocamptus

Cyclopidae

SM Cyclops

Isopoda

dSM Asellidae

dS Asellus aquaticus

dS A. meridianus

Amphipoda

S Gammaridae

INSECTA  
Collembola  
S Ephemeroptera  
hS Baetidae  
dS Caenidae  
mSM Odonata  
S Zygoptera  
SM Heteroptera  
SM Coleoptera  
Gyrinidae  
mS Gyrinus  
hS Haliplidae  
hS Haliplus  
S Peltodytes caesus  
mS Hydroporidae  
mS Hyphydrus ovatus  
M Graptodytes pictus  
S Dytiscidae  
mS Hydrophilidae  
mS Megaloptera  
Sialidae  
S Sialis  
SM Trichoptera  
hS Lepidoptera  
S Diptera  
Chaoboridae  
zS Chaoborus  
Chironomidae  
zS Tanypodinae  
hS Orthoclaadiinae  
dM Chironomini  
Ceratopogonidae  
zS Bezzia

VERTEBRATA

PISCES

S Pungitius pungitius

AMPHIBIA

S cf. Triturus

- 1) M = aanwezig in een of meer micro-eco-systemen.  
S = aanwezig in een of meer sloot-compartimenten.  
a = voornamelijk algivoor zoöplankton.  
c = voornamelijk carnivoor zoöplankton.  
d = voornamelijk detritivoor macrofauna.  
h = voornamelijk herbivoor macrofauna.  
m = voornamelijk macrofauna-etende macrofauna.  
z = voornamelijk zoöplankton-etende macrofauna.
- 2) Taxonomische indeling volgens Illies (1978) en Strehle & Krauter (1976).

Lijst van tabellen en figuren

---

<u>tabel</u> <u>nr.</u>	<u>blz.</u>
1. Enige fysisch-chemische eigenschappen van dichlobenil	50
2. Sloot: dichtheidsverloop van zoöplanktonpopulaties	51
3. Sloot: dichtheidsverloop van macrofaunapopulaties	59
4. MES: dichtheidsverloop van zoöplanktonpopulaties	69
5. MES: dichtheidsverloop van macrofaunapopulaties	78
6. Sloot: correlaties tussen dichlobenilgehalte in water en dichtheden van zoöplanktonpopulaties	85
7. Sloot: correlaties tussen dichlobenilgehalte in water en dichtheden van macrofaunapopulaties	86
8. MES: correlaties tussen dichlobenilgehalte en pH-verschil enerzijds en dichtheden van zoöplanktonpopulaties	87
9. MES: correlaties tussen dichlobenilgehalte en pH-verschil enerzijds en dichtheden van macrofaunapopulaties anderzijds	92
10. Sloot: verschillen tussen gemiddelde dichtheden van zoöplanktonpopulatie	96
11. Sloot: verschillen tussen gemiddelde dichtheden van macrofaunapopulaties	100
12. MES: verschillen tussen gemiddelde dichtheden van zoöplanktonpopulaties	102
13. MES: verschillen tussen gemiddelde dichtheden van macrofaunapopulaties	105
14. Sloot: verdeling van de organismen over de trofische niveaus	107
15. MES: verdeling van de organismen over de trofische niveaus	108
16. MES: de verhouding per taxon van het totaal aantal waarneembare en aanwezige dieren	110
17. MES: coëfficiënten en correlatiecoëfficiënt van de functie $A_e/N_{L,e} = pD_{tot,e} + q$	111
 <u>figuur</u> <u>nr.</u>	
1. Een schema voor vaststelling van het milieurisico van een stof	112
2. Sloot: omgeving, compartimentering en behandeling (schematisch)	113
3. Sloot: overzicht d.d. juli 1979	114
4. MES: overzicht van een deel van de proefopstelling	115
5. MES: bouw, afmetingen en opstelling van de aquaria	116
6. MES: bemonsteringsapparaat voor zoöplankton (schematisch)	116
7. Proefopstelling voor automatische registratie van de bewegingsactiviteit van proefdieren	116
8. Sloot: fysische metingen	117
9. Sloot: chloride	118
10. Sloot: dichlobenil in water	118

Lijst van tabellen en figuren (vervolg)

<u>figuur</u> <u>nr.</u>	<u>blz.</u>
11. Sloot: dichlobenil in bodemmateriaal	118
12. Sloot: hogere planten	119
13. Sloot: draadalgen	119
14. Sloot: fytoplankton	120
15. Sloot: zuurgraad	121
16. Sloot: zuurstof	121
17. Sloot: ortho-fosfaat	122
18. Sloot: totaal-fosfaat	122
19. Sloot: calcium	123
20. Sloot: magnesium	123
21. Sloot: chemisch zuurstofverbruik	124
22. Sloot: elektrisch geleidingsvermogen	124
23. MES: chloride	125
24. MES: dichlobenil in water	126
25. MES: dichlobenil in bodemmateriaal	127
26. MES: hogere planten	128
27. MES: draadalgen	129
28. MES: fytoplankton	130
29. MES: zuurgraad	131
30. MES: zuurstof	132
31. MES: ortho-fosfaat	133
32. MES: totaal-fosfaat	134
33. MES: calcium	135
34. MES: magnesium	136
35. MES: chemisch zuurstofverbruik	137
36. MES: elektrisch geleidingsvermogen	138
37. Voedselrelaties in MES en sloot (vereenvoudigd)	139
38. Gemiddelde relatieve bewegingsactiviteit van <i>Physa fontinalis</i> (geïsoleerde populaties) voor en tijdens blootstelling aan dichlobenil	140
39. Mediane verplaatsing van <i>Physa fontinalis</i> (geïso- leerde populaties) voor en tijdens blootstelling aan dichlobenil	140
40. Sloot: diversiteit van de dierlijke organismen	141
41. MES: diversiteit van de dierlijke organismen	142



Tabel 1. Enige fysisch-chemische eigenschappen van dichlobenil.

grootheid	eenheid	waarde	temp.	lit.
dampspanning	mm Hg	$5.5 \times 10^{-4}$	20°C	3)
oplosbaarheid <sup>1)</sup>	g.m <sup>-3</sup>	18	20°C	3)
initiële halve- ringstijd <sup>1)</sup>	dagen	10	20-22°C <sup>2)</sup>	4)

1) in water

2) in aanwezigheid van vissen; bepaling incl. omzettingsprodukten

3) Anon., 1979

4) Verloop et al., 1974

Tabel 2. Sloot: dichtheidsverloop van zooplanktonpopulaties<sup>1)</sup>

taxon comp.	tijd (dagen na behandeling)					
	0	30	60	90	120	150
<b>Alona</b>						
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
3	-	-	0.06	-	-	-
4	-	-	0.06	-	-	-
<b>Anuraeopsis fissa</b>						
1	-	-	0.21	-	-	-
2	-	-	0.21	-	-	-
3	-	3.38	0.43	0.02	0.20	-
4	-	2.47	0.05	-	-	-
<b>Arcella</b>						
1	0.06	0.33	4.38	24.4	7.02	33.7
2	0.06	0.47	1.74	10.4	3.16	0.86
3	0.94	1.22	11.2	58.5	39.8	16.9
4	0.24	0.24	0.13	10.2	57.1	27.3
<b>Asplanchna</b>						
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	0.01	0.21
3	-	0.06	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-
<b>Bosmina</b>						
1	0.06	0.06	-	-	-	-
2	0.06	0.06	-	-	-	-
3	-	0.06	-	-	-	0.01
4	-	-	-	-	-	-
<b>Brachionus</b>						
1	-	0.96	-	-	-	-
2	0.12	0.06	-	-	-	0.01
3	0.29	0.95	-	-	-	-
4	0.06	0.20	0.06	0.20	-	-

Tabel 2 (vervolg 1)

taxon comp.	tijd (dagen na behandeling)					
	0	30	60	90	120	150
Brachionus bidens						
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
3	-	0.91	-	-	-	-
4	-	0.06	-	-	-	-
Brachionus calyciflorus						
1	-	0.06	-	-	-	-
2	0.06	-	-	-	-	-
3	0.06	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-
Brachionus rubens						
1	-	-	-	-	-	-
2	-	0.01	-	-	-	0.01
3	-	0.06	-	-	-	-
4	-	0.09	-	0.07	0.20	-
Brachionus urceolaris						
1	-	0.91	-	-	-	-
2	-	0.06	-	-	-	-
3	0.24	-	-	-	-	-
4	0.06	-	-	-	-	-
Centropyxis/Diffugia						
1	0.06	0.50	21.0	19.3	-	2.56
2	0.06	0.71	2.71	10.7	7.80	0.98
3	0.94	1.02	10.8	28.5	27.8	3.10
4	0.24	1.12	1.61	2.51	13.3	13.2
Cephalodella						
1	0.06	-	0.04	1.34	0.12	0.04
2	-	0.06	-	-	-	-
3	-	0.06	-	-	-	0.01
4	-	-	-	-	-	0.01
Ceriodaphnia						
1	-	-	0.01	0.23	0.02	0.23
2	-	-	0.01	0.23	0.02	0.23
3	-	-	0.01	0.23	0.02	0.23
4	-	-	0.06	-	-	-

Tabel 2 (vervolg 2)

taxon comp.	tijd (dagen na behandeling)					
	0	30	60	90	120	150
<b>Chydorus</b>						
1	-	-	1.48	20.2	2.67	2.02
2	-	-	0.98	26.8	10.1	1.86
3	-	-	0.24	7.88	15.1	4.36
4	-	-	0.01	1.40	6.48	4.92
<b>Colurella/Lecane/Lepadella</b>						
1	0.24	0.23	11.8	80.3	12.8	-
2	0.47	0.23	6.68	102	37.5	-
3	3.76	0.51	15.3	252	14.9	0.77
4	0.71	0.06	3.70	18.8	75.2	2.88
<b>Conochilus</b>						
1	-	1.89	8.48	3.75	-	-
2	-	15.1	13.3	2.00	2.76	-
3	-	91.2	1.99	0.78	-	-
4	-	6.59	1.63	1.29	0.16	-
<b>Copepoda</b>						
1	9.93	11.1	27.4	143	21.4	60.1
2	18.6	7.80	26.0	142	90.6	30.8
3	35.8	33.0	20.9	75.6	24.5	2.97
4	2.61	10.6	10.7	30.5	52.7	6.31
<b>Copepoda (juv.)</b>						
1	9.87	9.77	18.6	87.0	10.9	3.94
2	18.1	5.94	19.5	89.0	46.9	0.99
3	33.4	30.0	16.7	56.6	15.0	0.44
4	2.59	9.00	8.84	24.7	37.3	0.84
<b>Copepoda (ad.)</b>						
1	0.06	1.38	8.76	56.4	10.5	56.2
2	0.47	1.86	6.53	53.2	43.7	29.8
3	2.41	3.07	4.29	19.0	9.46	2.52
4	0.29	1.61	1.86	5.79	15.4	5.46

Tabel 2 (vervolg 3)

taxon comp.	tijd (dagen na behandeling)					
	0	30	60	90	120	150
<b>Cyclops/Canthocamptus</b>						
1	0.06	0.47	8.76	56.4	10.5	56.2
2	0.47	0.95	6.10	53.2	43.7	29.8
3	2.35	1.94	4.24	19.0	9.46	2.52
4	0.24	0.48	1.64	5.79	15.4	5.46
<b>Daphnia</b>						
1	4.70	1.06	-	-	-	0.01
2	7.52	0.74	1.78	0.24	0.24	0.25
3	6.11	1.73	0.05	-	-	0.11
4	1.18	2.96	0.32	1.83	1.23	0.15
<b>Daphnia longispina</b>						
1	-	-	-	-	-	0.01
2	-	0.69	1.79	0.19	-	0.29
3	-	1.80	-	-	-	0.60
4	-	-	-	-	-	1.00
<b>Daphnia pulex</b>						
1	4.70	-	-	-	-	-
2	7.52	-	0.06	0.02	0.21	-
3	6.11	-	-	-	-	-
4	1.18	-	-	-	-	-
<b>Diaptomus</b>						
1	-	0.91	-	-	-	-
2	-	0.91	0.43	-	-	-
3	0.06	1.13	0.05	-	-	-
4	0.06	1.13	0.21	-	-	-
<b>Euchlanis</b>						
1	-	-	-	-	-	0.01
2	-	-	-	-	-	-
3	0.06	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	0.01
<b>Filinia longiseta</b>						
1	-	-	0.06	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
3	-	0.01	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-

Tabel 2 (vervolg 4)

taxon comp.	tijd (dagen na behandeling)					
	0	30	60	90	120	150
<b>Graptoleberis</b>						
1	-	-	2.56	19.1	2.91	0.63
2	-	-	0.44	4.23	2.14	-
3	-	0.07	0.53	1.46	1.01	-
4	-	-	-	-	-	-
<b>Heliozoa</b>						
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	0.01	0.26	0.22
4	-	-	0.06	0.08	0.28	0.47
<b>Keratella</b>						
1	0.06	6.07	0.26	-	-	0.01
2	0.12	3.62	0.47	-	-	0.01
3	1.18	74.0	0.10	-	0.01	0.09
4	0.24	64.0	0.10	0.01	0.06	0.06
<b>Keratella cochlearis</b>						
1	-	4.45	0.21	-	-	-
2	-	3.16	0.42	-	-	0.01
3	-	3.39	0.05	-	-	0.01
4	-	1.45	0.04	0.01	0.06	0.01
<b>Keratella quadrata</b>						
1	0.06	1.13	0.05	-	-	0.01
2	0.06	0.48	0.05	-	-	0.01
3	0.94	74.0	0.05	-	0.01	0.09
4	0.24	62.6	0.05	-	0.01	0.06
<b>Monommata</b>						
1	-	-	0.02	0.69	0.39	-
2	-	-	0.02	0.69	0.39	-
3	-	-	0.25	7.78	0.35	-
4	-	-	0.01	0.10	0.66	-
<b>Mytilinea mucronata</b>						
1	-	-	2.00	5.41	0.47	0.47
2	-	0.23	0.06	0.05	-	-
3	-	0.76	0.83	-	-	-
4	-	0.06	0.06	-	-	-

Tabel 2 (vervolg 5)

taxon comp.	tijd (dagen na behandeling)					
	0	30	60	90	120	150
<b>Nematoda</b>						
1	-	-	0.02	0.67	0.02	0.26
2	0.06	-	-	-	0.02	0.24
3	0.06	0.06	-	-	-	0.01
4	-	0.06	0.06	0.02	0.44	-
<b>Notholca</b>						
1	0.06	-	-	-	-	-
2	0.12	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-
<b>Notholca acuminata</b>						
1	0.06	-	-	-	-	-
2	0.06	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-
<b>Ostracoda</b>						
1	-	0.10	8.77	13.6	2.06	6.88
2	0.06	0.24	5.26	16.4	11.8	3.41
3	0.06	0.19	4.44	14.5	9.03	5.22
4	0.06	0.53	2.71	2.46	5.10	14.6
<b>Peracantha</b>						
1	-	-	0.95	3.67	2.42	1.59
2	-	-	0.27	6.03	1.27	-
3	-	0.01	0.07	0.63	2.21	0.02
4	-	-	0.01	0.29	0.68	-
<b>Platyias</b>						
1	-	-	0.07	0.23	-	0.02
2	-	-	-	-	-	-
3	-	0.01	-	-	0.16	-
4	-	0.01	0.06	0.01	0.21	-
<b>Pleuroxus</b>						
1	-	-	1.38	2.82	1.01	1.85
2	-	-	0.96	23.2	14.8	-
3	-	0.06	0.04	3.31	9.37	0.74
4	-	-	0.01	2.05	18.3	7.98

Tabel 2 (vervolg 6)

taxon comp.	tijd (dagen na behandeling)					
	0	30	60	90	120	150
<b>Polyarthra</b>						
1	-	0.91	-	-	-	0.04
2	0.24	1.35	0.24	0.21	-	-
3	2.35	4.26	-	-	0.01	0.07
4	0.24	1.13	0.47	14.0	0.14	0.02
<b>Rotaria</b>						
1	-	-	-	-	-	-
2	-	0.06	-	-	-	-
3	0.06	-	0.06	0.02	0.21	-
4	-	-	-	-	0.01	0.06
<b>Rotaria neptunia</b>						
1	-	-	-	-	-	-
2	-	0.06	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-
<b>Rotaria rotatoria</b>						
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
3	0.06	-	0.06	0.02	0.21	-
4	-	-	-	-	0.01	0.06
<b>Rotatoria</b>						
1	0.94	12.5	26.6	117	14.5	2.87
2	1.65	21.9	25.6	110	43.1	3.64
3	19.7	177	29.9	263	17.3	7.50
4	4.00	73.8	8.05	35.5	36.1	7.51
<b>Simocephalus</b>						
1	-	-	0.28	0.73	0.18	0.06
2	-	-	0.07	0.32	1.34	-
3	-	-	0.09	0.52	0.64	0.21
4	-	-	0.07	0.31	1.46	0.99
<b>Squatinella</b>						
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	0.01	0.45	-	-
3	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-



Tabel 2 (vervolg 7)

taxon comp.	tijd (dagen na behandeling)					
	0	30	60	90	120	150
Testudinella						
1	-	0.06	-	-	0.01	0.07
2	-	0.06	0.10	0.68	0.43	0.22
3	0.94	0.23	0.05	-	-	-
4	-	0.06	0.24	0.11	0.71	0.44
Trichocerca rattus						
1	-	0.06	-	12.7	5.62	0.22
2	0.47	-	-	-	-	-
3	5.64	-	-	-	-	-
4	0.94	-	-	-	-	-
Trichotria						
1	0.24	-	0.51	7.14	0.20	0.05
2	-	-	0.13	1.79	0.18	-
3	0.06	0.01	0.25	0.03	0.43	-
4	-	-	0.01	0.54	0.93	-
Vorticella						
1	-	-	-	0.01	0.54	12.0
2	-	-	-	-	0.01	0.66
3	-	-	0.01	0.24	0.36	4.83
4	-	-	-	0.08	0.27	0.77

1) aantallen x 10<sup>-3</sup> per 235 liter

Tabel 3. Sloot: dichtheidsverloop van macrofaunapopulaties<sup>1)</sup>

taxon comp.	tijd (dagen na behandeling)					
	0	30	60	90	120	150
<i>Anisus contortus</i>						
1	-	-	-	-	-	2
2	-	-	-	2	2	2
3	-	-	1	-	2	2
4	-	-	-	-	-	1
<i>Anisus vortex</i>						
1	-	1	6	6	18	16
2	-	3	29	58	52	21
3	1	1	49	46	30	19
4	1	-	5	29	19	14
<i>Asellus</i>						
1	6	98	96	83	118	70
2	11	67	424	93	635	543
3	2	27	303	345	478	531
4	11	63	183	12	100	285
<i>Asellus aquaticus</i>						
1	4	17	41	56	51	41
2	3	25	193	54	333	317
3	-	11	186	199	238	382
4	3	24	117	5	50	189
<i>Asellus meridianus</i>						
1	2	81	55	27	67	29
2	8	42	231	39	302	226
3	2	16	117	146	240	149
4	8	39	66	7	50	96
<i>Baetidae (juv.)</i>						
1	2	1	1	-	2	-
2	-	-	-	-	2	11
3	2	-	-	-	4	2
4	2	-	-	-	1	7
<i>Bezzia (juv.)</i>						
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	1	-
3	-	-	2	-	2	1
4	-	-	-	-	-	4

Tabel 3. (vervolg 1)

taxon comp.	tijd (dagen na behandeling)					
	0	30	60	90	120	150
<b>Bithynia</b>						
1	22	23	30	45	172	129
2	66	39	92	428	706	541
3	22	22	276	528	577	526
4	14	6	47	95	112	258
<b>Bithynia leachi</b>						
1	6	12	10	6	56	10
2	9	17	34	124	279	275
3	12	18	123	141	227	439
4	6	4	23	22	36	163
<b>Bithynia tentaculata</b>						
1	16	11	20	39	116	119
2	57	22	58	304	427	266
3	10	4	153	387	350	87
4	8	2	24	73	76	95
<b>Caenidae (juv.)</b>						
1	-	6	2	-	2	1
2	1	-	-	-	7	4
3	1	-	-	-	1	1
4	-	-	-	-	-	1
<b>Chaoborus (juv.)</b>						
1	-	58	1	-	-	-
2	2	45	7	-	-	1
3	3	59	3	2	-	1
4	3	6	2	1	-	-
<b>Coleoptera (juv.)</b>						
1	1	3	14	5	4	2
2	16	-	5	5	39	14
3	5	-	19	8	20	12
4	12	2	7	2	9	17
<b>Coleoptera (ad.)</b>						
1	2	3	6	40	46	30
2	5	2	12	19	41	29
3	3	-	19	24	37	17
4	5	1	11	10	42	19

Tabel 3 (vervolg 2)

taxon comp.	tijd (dagen na behandeling)					
	0	30	60	90	120	150
<i>Dendrocoelum lacteum</i>						
1	-	-	3	2	6	2
2	3	2	6	-	6	3
3	-	-	8	2	-	-
4	-	4	8	-	1	15
<i>Diptera (juv.)</i>						
1	-	58	1	-	-	-
2	2	59	18	3	4	2
3	4	61	9	2	10	22
4	4	6	28	19	11	16
<i>Dugesia</i>						
1	18	2	3	2	22	6
2	10	3	7	-	5	9
3	-	1	7	2	-	-
4	6	1	6	-	2	2
<i>Dytiscidae (ad.)</i>						
1	-	-	5	10	17	17
2	-	-	10	8	22	13
3	-	-	17	21	28	13
4	-	-	8	9	32	15
<i>Ephemeroptera (juv.)</i>						
1	2	7	3	-	4	1
2	1	-	-	-	9	15
3	3	-	-	-	3	12
4	2	-	-	-	1	8
<i>Erpobdella octoculata</i>						
1	-	-	1	7	30	46
2	-	-	-	14	23	10
3	1	-	2	14	16	12
4	-	-	2	3	16	21
<i>Erpobdella testacea</i>						
1	-	-	3	13	14	3
2	-	-	8	14	29	11
3	-	-	3	2	-	1
4	-	-	-	6	14	12

Tabel 3 (vervolg 3)

taxon comp.	tijd (dagen na behandeling)					
	0	30	60	90	120	150
<b>Gammaridae</b>						
1	-	-	-	6	1	1
2	-	-	-	1	2	4
3	-	-	2	2	1	7
4	-	-	-	-	1	2
<b>Glossiphonia complanata</b>						
1	-	-	-	2	2	4
2	-	-	3	4	8	9
3	-	-	4	7	9	7
4	-	-	4	18	6	20
<b>Glossiphonia heteroclita</b>						
1	-	4	4	-	2	4
2	-	4	11	4	11	12
3	-	-	7	-	3	5
4	-	2	10	-	16	27
<b>Gyraulus albus</b>						
1	-	-	2	-	-	-
2	-	-	-	-	-	1
3	-	-	-	1	-	-
4	-	-	-	-	-	-
<b>Gyraulus crista</b>						
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	2
3	-	-	-	-	-	4
4	-	-	-	-	-	-
<b>Gyraulus albus + G. crista + Segmentina + Valvata cristata</b>						
1	-	15	2	-	7	96
2	3	28	68	59	92	318
3	-	143	193	357	173	509
4	-	14	47	76	44	298
<b>Gyrinus (ad.)</b>						
1	-	1	-	-	1	-
2	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-

Tabel 3 (vervolg 4)

taxon comp.	tijd (dagen na behandeling)					
	0	30	60	90	120	150
<i>Haemopsis sanguisuga</i>						
1	-	-	-	-	-	-
2	1	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-
Haliplidae						
1	3	3	11	32	29	15
2	12	2	3	15	56	30
3	6	-	16	9	30	16
4	14	1	9	3	19	20
Haliplidae (ad.)						
1	2	2	1	30	28	13
2	5	2	2	11	19	16
3	3	-	2	3	9	4
4	5	1	3	1	10	4
Haliplidae (juv.)= Haliplus (juv.)						
1	1	1	3	2	1	2
2	7	-	1	4	36	14
3	3	-	14	6	21	12
4	9	-	6	2	9	16
<i>Helobdella stagnalis</i>						
1	-	2	5	1	4	20
2	1	-	18	15	39	35
3	-	1	4	2	2	3
4	-	-	4	25	49	100
<i>Hemiclepsis marginata</i>						
1	-	-	2	-	-	-
2	-	-	-	1	1	-
3	-	-	1	1	1	2
4	-	1	2	-	1	2
Heteroptera						
1	-	1	4	10	8	4
2	2	-	-	3	14	37
3	-	-	2	5	7	5
4	3	2	1	-	7	17

Tabel 3 (vervolg 5)

taxon comp.	tijd (dagen na behandeling)					
	0	30	60	90	120	150
Heteroptera (juv.)						
1	-	1	2	1	2	2
2	-	-	-	-	5	6
3	-	-	2	-	5	1
4	1	2	-	-	3	6
Heteroptera (ad.)						
1	-	-	2	9	6	2
2	2	-	-	3	9	30
3	-	-	-	5	2	3
4	2	-	1	-	4	11
Hirudinea						
1	1	6	15	24	54	77
2	3	4	43	56	111	78
3	1	3	27	27	31	33
4	-	3	23	55	104	184
Hydracarina						
1	14	-	1	7	1	-
2	56	3	7	5	3	1
3	26	5	6	15	3	4
4	68	4	9	2	-	-
Hydrophilidae (juv.)						
1	-	1	1	-	1	-
2	6	-	-	-	-	-
3	2	-	1	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-
Hydroporidae (juv.)						
1	-	1	1	-	1	-
2	-	-	-	-	1	-
3	-	-	1	-	-	-
4	-	-	-	-	1	-
Hyphydrus ovatus (juv.)						
1	-	-	2	3	-	-
2	3	-	3	1	1	-
3	-	-	3	2	-	-
4	3	2	1	-	-	-

Tabel 3 (vervolg 6)

taxon comp.	tijd (dagen na behandeling)					
	0	30	60	90	120	150
<b>Lepidoptera (juv.)</b>						
1	-	-	-	-	5	-
2	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-
<b>Lymnaea peregra</b>						
1	-	-	1	-	2	3
2	-	-	-	1	-	2
3	-	-	4	1	1	1
4	-	-	1	3	2	3
<b>Lymnaea stagnalis</b>						
1	-	-	-	-	-	3
2	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	3	-
4	-	-	-	-	1	-
<b>Oligochaeta</b>						
1	18	49	4	-	1	8
2	10	38	18	33	33	81
3	-	4	91	22	4	9
4	6	4	48	59	21	60
<b>Orthocladinae (juv.)</b>						
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
3	-	-	1	-	3	-
4	-	-	-	-	2	-
<b>Peltodytes caesus (juv.)</b>						
1	-	-	7	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-
<b>Physa fontinalis</b>						
1	-	3	58	5	61	78
2	-	6	13	1	76	119
3	-	3	29	19	25	19
4	-	1	8	-	6	40



Tabel 3 (vervolg 7)

taxon comp.	tijd (dagen na behandeling)					
	0	30	60	90	120	150
<i>Piscicola geometra</i>						
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
3	-	-	1	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-
<i>Planorbarius corneus</i>						
1	-	-	-	-	-	2
2	-	-	-	-	-	2
3	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	1
<i>Planorbis carinatus</i>						
1	1	1	1	1	7	7
2	14	1	2	44	41	54
3	10	1	11	24	15	7
4	-	1	1	10	6	6
<i>Planorbis cf. planorbis</i>						
1	-	-	5	-	-	-
2	-	-	6	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-
4	-	-	4	-	-	-
<i>Polycelis</i>						
1	2	3	34	21	27	7
2	2	14	42	-	13	27
3	2	2	45	6	2	-
4	8	9	53	-	1	4
<i>Polycelis nigra</i>						
1	2	-	9	5	8	2
2	2	6	2	-	5	10
3	1	-	13	-	1	-
4	6	3	23	-	1	1
<i>Polycelis tenuis</i>						
1	1	2	6	10	8	2
2	1	2	15	-	5	9
3	2	-	10	4	-	-
4	2	-	4	-	-	2

Tabel 3 (vervolg 8)

taxon comp.	tijd (dagen na behandeling)					
	0	30	60	90	120	150
<b>Pungitius pungitius</b>						
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-
<b>Segmentina</b>						
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	1	-	-	-
3	-	-	-	3	4	9
4	-	-	-	-	1	15
<b>Sialis (juv.)</b>						
1	-	-	2	-	-	-
2	-	-	2	10	1	-
3	-	-	-	-	-	1
4	-	-	-	3	1	1
<b>Sphaeriidae</b>						
1	12	45	5	1	1	19
2	13	59	13	14	10	14
3	11	104	127	22	7	35
4	7	31	11	53	9	16
<b>Tanypodinae (juv.)</b>						
1	-	-	-	-	-	-
2	-	1	1	1	1	-
3	-	1	1	-	1	4
4	-	-	-	2	-	7
<b>Theromyzon tessulatum</b>						
1	-	-	-	1	2	-
2	-	-	2	2	-	-
3	-	-	2	1	-	2
4	-	-	-	2	2	2
<b>Trichoptera (juv.)</b>						
1	2	10	-	-	9	6
2	-	4	2	-	4	2
3	-	-	-	5	3	1
4	-	2	-	-	-	-

Tabel 3 (vervolg 9)

taxon comp.	tijd (dagen na behandeling)					
	0	30	60	90	120	150
<b>Tricladida</b>						
1	20	5	40	25	55	15
2	15	19	55	-	24	39
3	2	3	60	10	2	-
4	14	14	67	-	4	27
<b>cf. Triturus</b>						
1	-	-	-	4	-	-
2	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	7	-	-
4	-	-	-	-	-	-
<b>Valvata cristata</b>						
1	-	15	-	-	7	96
2	3	28	67	59	92	315
3	-	143	193	353	169	498
4	-	14	47	76	43	283
<b>Valvata piscinalis</b>						
1	67	272	6	4	84	64
2	146	255	125	176	104	126
3	126	316	1110	137	529	561
4	107	105	117	271	106	184
<b>Zygoptera (juv.)</b>						
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-

1) aantallen per m<sup>2</sup>

Tabel 4. MES: dichtheidsverloop van zooplankton-populaties<sup>1)</sup>

taxon MES	tijd (dagen na behandeling)								
	-30	0	30	60	90	120	150	180	210
<b>Alona</b>									
1A	1.07	4.27	0.85	0.09	0.06	-	-	-	-
B	-	1.60	-	-	-	-	-	-	-
C	0.36	0.36	-	-	-	-	-	-	-
2A	-	1.07	-	-	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3A	0.36	0.53	0.15	-	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4A	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	0.36	0.53	-	-	-	-	-	-	-
<b>Anuraeopsis fissa</b>									
1A	-	14.4	32.0	54.0	7.58	51.8	40.4	23.6	8.00
B	-	-	3.04	1.89	1.11	16.2	2.55	3.16	0.98
C	-	7.82	0.21	6.70	0.38	2.02	2.60	0.57	-
2A	5.07	9.07	19.6	7.49	10.9	93.7	2.24	0.33	-
B	-	1.07	3.01	1.07	1.63	18.5	4.15	-	-
3A	-	2.67	4.26	53.7	-	65.9	658	342	-
B	-	-	1.78	8.79	0.50	2.73	4.97	0.50	-
4A	-	-	0.25	1.97	0.01	0.16	1.37	-	-
B	-	1.07	0.53	0.53	27.6	22.8	10.2	-	-
<b>Arcella</b>									
1A	8.54	1.60	3.09	0.49	-	-	-	-	-
B	0.36	0.53	3.95	1.41	-	-	-	-	-
C	1.78	2.85	2.24	1.41	0.44	0.33	-	-	-
2A	6.14	1.60	0.52	0.63	0.10	0.33	-	-	-
B	1.42	0.53	1.17	0.87	0.10	-	-	-	-
3A	20.6	5.33	1.36	0.16	0.12	1.00	0.19	-	-
B	4.98	1.60	3.19	1.34	0.07	0.99	0.12	0.48	-
4A	21.3	1.60	1.84	0.05	0.06	-	-	-	-
B	6.76	2.67	0.75	0.19	-	-	-	-	-
<b>Bosmina</b>									
1A	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2A	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3A	-	-	-	-	0.24	-	-	-	-



Tabel 4 (vervolg 2)

taxon	tijd (dagen na behandeling)									
MES	-30	0	30	60	90	120	150	180	210	
<b>Chydorus</b>										
1A	3.20	24.5	30.7	11.3	1.33	0.44	0.11	-		1.07
B	0.36	50.7	18.8	8.85	1.28	4.79	2.38	0.64		0.13
C	2.13	48.4	49.2	28.4	1.29	3.86	2.34	0.81		2.67
2A	0.27	33.6	36.1	45.5	16.1	7.91	0.50	5.22		
B	-	51.7	22.0	23.2	4.39	15.7	10.4	10.1		
3A	0.36	46.9	33.1	26.4	0.32	5.77	8.96	2.74		
B	2.49	32.0	34.2	9.13	1.75	2.03	5.22	1.98		
4A	0.36	13.3	6.51	3.13	-	1.09	0.47			
B	2.67	16.5	7.52	14.2	2.77	7.04	6.53			
<b>Colurellia/Lecane/Lepadella</b>										
1A	28.1	107	33.0	24.2	0.97	0.69	3.88	3.67		3.20
B	24.2	20.3	34.7	10.7	9.93	90.5	23.5	12.3		4.85
C	43.0	212	26.3	14.1	2.88	16.3	24.0	6.92		13.3
2A	51.7	157	81.5	23.1	5.42	81.3	72.9	57.1		
B	12.8	116	48.9	25.1	10.8	85.6	30.8	16.3		
3A	39.8	471	38.5	43.5	16.0	121	51.2	12.0		
B	57.6	81.1	35.2	16.8	2.73	9.71	10.1	96.3		
4A	39.8	41.1	19.7	8.53	3.24	14.4	9.59			
B	65.1	33.6	6.72	6.58	6.62	74.0	162			
<b>Copepoda</b>										
1A	100	77.4	53.8	28.9	4.93	9.18	7.09	3.23		5.34
B	15.6	130	23.0	14.6	9.93	44.0	34.7	21.8		7.86
C	51.2	67.6	72.8	43.9	11.5	18.7	9.91	4.30		4.80
2A	42.7	107	38.2	68.8	7.81	26.5	19.2	59.1		
B	13.5	63.1	43.3	31.2	10.9	35.9	23.7	30.7		
3A	21.7	90.2	44.8	44.9	4.46	34.0	50.5	21.2		
B	91.4	76.8	64.9	35.1	6.74	12.4	14.4	23.9		
4A	31.3	77.9	25.1	10.7	6.10	23.6	17.2			
B	154	157	46.4	25.5	3.28	12.9	10.6			
<b>Copepoda (juv.)</b>										
1A	77.9	61.9	49.5	21.2	3.11	7.75	6.31	2.68		2.13
B	14.2	109	23.0	7.86	6.06	21.7	16.8	12.1		4.86
C	48.7	59.7	63.5	37.0	10.2	12.0	6.54	3.11		3.20
2A	42.1	76.3	31.0	55.1	5.74	17.2	14.9	46.1		
B	13.2	51.9	36.2	23.7	9.69	25.7	18.6	26.1		
3A	19.6	75.7	35.4	29.7	3.15	25.9	42.9	18.0		
B	86.8	69.9	55.6	29.1	5.65	10.6	11.7	16.7		
4A	27.4	56.5	19.4	7.98	4.57	16.8	13.0			
B	143	118	37.2	19.2	1.32	7.00	6.23			

Tabel 4 (vervolg 3)

taxon	tijd (dagen na behandeling)									
MES	-30	0	30	60	90	120	150	180	210	
<b>Copepoda (ad.)</b>										
1A	22.4	15.5	4.34	7.73	1.81	1.43	0.77	0.55	3.20	
B	1.42	21.3	5.01	6.75	3.87	22.4	17.8	9.63	2.99	
C	2.49	7.82	9.32	6.94	1.26	6.67	3.37	1.19	1.60	
2A	0.53	30.4	7.22	13.7	2.07	9.27	4.21	13.0		
B	0.36	11.2	7.13	7.56	1.16	10.1	5.13	4.62		
3A	2.13	14.4	9.36	15.3	1.31	8.11	7.62	3.16		
B	4.62	6.94	9.27	5.95	1.09	1.81	2.73	7.15		
4A	3.91	21.3	5.73	2.72	1.53	6.81	4.13			
B	10.3	38.9	9.22	6.23	1.96	6.00	4.37			
<b>Cyclops/Canthocamptus</b>										
1A	22.4	15.5	4.34	7.73	1.81	1.43	0.77	0.55	3.20	
B	1.42	21.3	5.01	6.75	3.87	22.4	7.04	9.63	2.99	
C	2.49	7.82	9.32	6.94	1.27	6.67	3.37	1.19	1.60	
2A	0.53	30.4	7.22	13.7	2.07	9.27	4.21	13.0		
B	0.36	11.2	7.13	7.56	1.16	10.1	5.13	4.61		
3A	2.13	14.4	9.36	15.3	1.31	8.11	7.62	2.30		
B	4.62	6.94	9.27	5.95	1.09	1.83	8.10	5.30		
4A	3.91	21.3	5.73	2.72	1.43	6.31	4.03			
B	10.3	38.9	9.05	6.22	1.96	5.95	4.37			
<b>Daphnia</b>										
1A	-	-	-	-	0.13	-	-	-	0.53	
B	-	-	0.36	-	0.06	-	-	-	-	
C	-	-	0.12	-	-	0.38	-	-	2.67	
2A	0.28	0.53	-	-	-	-	-	-	-	
B	0.36	-	-	-	0.06	-	-	0.12	-	
3A	0.71	-	-	-	0.11	-	-	-	-	
B	0.36	-	0.18	-	0.34	6.52	20.4	23.5	-	
4A	-	0.53	0.99	1.12	1.43	2.39	1.79	-	-	
B	0.36	-	0.27	0.55	0.27	0.52	0.42	-	-	
<b>Diaptomus</b>										
1A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
B	-	-	-	-	-	-	-	2.13	-	
4A	-	-	-	-	0.11	0.51	0.10	-	-	
B	-	-	0.14	-	-	-	-	-	-	

Tabel 4 (vervolg 4)

taxon	tijd (dagen na behandeling)									
MES	-30	0	30	60	90	120	150	180	210	
<b>Euchlanis</b>										
1A	-	-	-	0.06	-	-	-	-	-	-
B	0.36	-	0.10	-	-	-	-	-	-	-
C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2A	-	-	0.14	-	-	-	-	-	-	-
B	-	-	0.14	-	-	-	-	-	-	-
3A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	-	-	0.23	-	-	-	-	-	-	-
4A	0.36	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Filinia longiseta</b>										
1A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4A	0.36	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Graptoleberis</b>										
1A	-	-	1.52	0.11	0.11	-	-	-	-	-
B	-	1.07	0.59	0.80	0.13	0.03	0.43	0.25	0.42	-
C	-	0.36	2.18	0.26	0.89	0.54	0.59	0.10	-	-
2A	-	-	0.30	0.64	0.10	0.36	-	-	-	-
B	-	0.53	0.59	0.47	-	-	-	0.11	-	-
3A	0.36	0.53	1.09	0.04	-	-	-	-	-	-
B	-	-	1.04	0.11	0.06	0.04	0.43	0.54	-	-
4A	0.36	-	-	-	-	0.01	0.30	-	-	-
B	-	-	0.58	0.98	0.17	0.51	0.24	-	-	-
<b>Keratella cochlearis</b>										
1A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C	-	0.36	-	-	-	-	-	-	-	-
2A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3A	0.71	-	-	-	0.06	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4A	3.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	0.06	-	-	-	-	-



Tabel 4 (vervolg 5)

taxon	tijd (dagen na behandeling)									
	MES	-30	0	30	60	90	120	150	180	210
<i>Keratella quadrata</i>										
1A		0.71	1.07	0.21	-	0.19	-	-	-	-
B		-	0.53	0.60	-	0.31	0.54	0.09	-	-
C		0.36	-	0.14	-	0.38	0.22	0.41	0.09	-
2A		0.53	-	-	-	0.18	-	-	-	-
B		-	-	-	-	-	-	-	-	-
3A		-	0.53	-	0.06	-	-	-	-	-
B		0.36	-	-	-	0.12	-	-	-	-
4A		1.78	-	-	0.91	0.04	-	-	-	-
B		0.36	-	-	-	0.32	0.01	0.30	-	-
<i>Mytilinea mucronata</i>										
1A		1.42	1.07	1.61	0.52	0.11	-	-	-	-
B		-	0.53	1.28	1.07	0.43	2.92	0.44	-	-
C		-	1.78	2.13	0.03	-	-	-	-	-
2A		0.53	2.13	1.79	-	0.03	0.40	-	-	-
B		-	3.20	1.16	0.51	0.18	0.55	0.34	0.62	-
3A		1.07	8.54	0.16	-	0.06	1.00	0.03	-	-
B		0.36	1.07	1.18	0.97	0.23	1.13	0.95	2.05	-
4A		1.42	5.33	0.73	-	0.10	0.58	0.01	-	-
B		0.36	11.7	5.20	4.13	0.32	1.81	2.52	-	-
<i>Nematoda</i>										
1A		3.20	0.53	10.0	4.69	0.19	0.53	0.53	0.53	-
B		1.42	2.67	3.82	2.93	1.00	2.87	0.80	0.12	-
C		1.42	4.27	2.92	4.07	0.08	0.25	1.20	0.07	-
2A		2.13	13.9	5.71	0.86	0.94	14.9	41.5	24.4	-
B		0.71	6.40	6.39	3.15	0.30	5.10	23.9	22.7	-
3A		3.56	5.87	4.00	2.35	0.43	4.36	3.58	0.62	-
B		2.49	3.73	0.34	-	0.13	-	-	-	-
4A		3.20	1.07	0.70	0.02	-	-	-	-	-
B		2.85	0.53	-	-	0.03	0.60	0.63	-	-
<i>Notholca acuminata</i>										
1A		-	0.53	0.59	-	0.06	-	-	-	-
B		-	-	0.17	0.06	0.17	1.00	0.16	-	-
C		-	0.36	-	0.50	0.01	0.35	-	-	-
2A		-	-	-	-	0.05	0.35	-	-	-
B		-	-	0.26	0.07	0.30	1.20	0.94	3.40	-
3A		-	-	-	-	0.03	0.61	0.63	0.05	-
B		-	-	-	-	0.25	0.54	0.12	-	-
4A		-	-	0.10	0.04	-	-	-	-	-
B		0.71	1.07	-	-	-	-	-	-	-



Tabel 4 (vervolg 7)

taxon	tijd (dagen na behandeling)									
	MES	-30	0	30	60	90	120	150	180	210
<b>Rotaria neptunia</b>										
1A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4A	-	-	0.12	0.05	-	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Rotaria rotatoria</b>										
1A	-	-	-	-	-	-	-	-	0.31	-
B	-	-	-	-	-	-	-	-	0.16	-
C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3A	-	-	-	-	-	-	0.01	0.30	0.01	-
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	0.36	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Rotatoria</b>										
1A	53.7	139	79.4	83.2	11.0	53.5	44.8	27.9	13.3	
B	29.9	30.4	53.1	20.6	13.5	114	28.1	17.5	7.15	
C	63.3	240	38.5	27.9	5.23	19.6	27.1	7.49	21.4	
2A	65.3	186	120	82.3	17.5	203	138	84.5		
B	15.3	142	63.4	29.7	15.0	115	50.3	38.3		
3A	49.8	520	49.0	104	17.9	200	718	358		
B	69.0	92.8	44.4	32.1	4.28	17.0	16.6	321		
4A	62.9	57.1	23.4	12.2	3.95	23.0	15.4			
B	86.4	58.1	14.8	12.8	35.7	103	190			
<b>Simocephalus</b>										
1A	1.42	0.53	1.91	2.10	0.15	-	-	-	0.53	
B	-	1.60	3.67	0.97	0.33	-	-	-	-	
C	0.71	1.07	0.91	2.44	-	-	-	-	0.53	
2A	-	0.53	1.19	1.66	-	0.48	3.94	9.92		
B	-	1.07	1.90	3.68	0.50	1.39	0.22	0.03		
3A	0.36	1.07	3.35	3.16	0.18	2.22	4.97	1.74		
B	0.36	0.53	3.08	0.01	0.18	-	-	-		
4A	-	1.60	0.46	0.06	0.08	1.17	0.48			
B	0.71	19.2	4.46	3.88	0.35	1.17	1.55			

Tabel 4 (vervolg 7)

taxon MES	tijd (dagen na behandeling)								
	-30	0	30	60	90	120	150	180	210
<b>Trichotria</b>									
1A	9.25	0.53	3.17	1.04	0.16	-	-	-	-
B	1.42	2.67	6.68	3.54	0.82	1.88	0.27	-	-
C	6.40	4.27	1.81	0.71	-	-	-	-	-
2A	0.80	2.13	0.17	-	0.06	0.99	0.72	3.08	-
B	0.36	6.94	4.34	0.49	0.53	3.04	3.41	5.71	-
3A	2.49	7.47	2.31	0.91	0.07	0.77	1.71	0.09	-
B	4.62	2.67	2.31	3.95	0.10	-	-	3.93	-
4A	10.3	2.13	0.73	0.46	0.10	1.29	1.68	-	-
B	8.89	3.20	0.59	0.63	0.24	0.85	0.61	-	-
<b>Vorticella</b>									
1A	-	1.07	-	-	-	-	-	-	-
B	-	-	0.18	-	0.07	0.04	0.47	0.26	-
C	-	1.42	-	-	-	-	-	-	-
2A	-	1.07	0.46	0.06	0.05	0.36	-	-	-
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3A	-	0.53	-	-	0.06	-	-	-	-
B	29.2	-	-	-	-	-	-	-	-
4A	4.98	-	-	-	-	-	-	-	-
B	12.8	-	0.17	0.04	-	-	-	-	-

1) aantallen x 10<sup>-3</sup> per 235 liter



Tabel 5. (vervolg 1)

taxon	tijd (dagen na behandeling)										
	MES	-60	-30	0	30	60	90	120	150	180	210
<b>Coleoptera</b>											
1A	22	8	-	25	-	3	5	-	-	-	3
B	36	80	71	36	8	30	23	16	2	6	6
C	29	34	30	90	-	-	-	-	1	-	-
2A	24	9	-	32	-	-	5	14	4	-	-
B	32	51	100	34	26	23	10	10	4	-	-
3A	24	9	-	-	1	-	-	-	1	-	-
B	25	18	7	-	-	4	6	-	-	-	-
4A	41	106	132	10	25	20	30	190	-	-	-
B	22	8	-	31	6	11	6	1	-	-	-
<b>Coleoptera (juv.)</b>											
1A	20	7	-	25	-	3	5	-	-	-	-
B	33	78	70	36	8	30	23	15	2	5	5
C	26	33	30	90	-	-	-	-	-	-	-
2A	22	8	-	32	-	-	5	14	-	-	-
B	29	50	100	33	26	23	10	10	1	-	-
3A	21	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	23	17	7	-	-	4	6	-	-	-	-
4A	39	105	132	10	25	20	30	190	-	-	-
B	20	8	-	31	6	11	6	-	-	-	-
<b>Coleoptera (ad.)</b>											
1A	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3
B	3	2	1	-	-	-	-	-	-	-	1
C	3	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-
2A	2	1	-	-	-	-	-	-	4	-	-
B	3	1	-	1	-	-	-	-	3	-	-
3A	3	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-
B	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4A	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<b>Graptodytes pictus</b>											
1A	3	8	5	-	-	-	-	-	-	-	-
B	1	-	-	-	3	7	6	10	10	4	4
C	2	-	-	-	2	5	6	4	4	-	-
2A	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3A	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	-	2	4	-	-	3	3	-	-	-	-
4A	1	-	1	1	-	1	2	3	-	-	-
B	-	-	-	-	-	1	2	3	-	-	-

Tabel 5 (vervolg 2)

taxon	tijd (dagen na behandeling)									
MES	-60	-30	0	30	60	90	120	150	180	210
<b>Gyraulus albus + G. crista + Segmentina + Valvata cristata</b>										
1A	-	-	23	69	452	626	510	891	1801	3652
B	10	-	259	352	461	548	517	277	289	599
C	23	45	162	323	389	403	149	85	46	
2A	-	-	514	1386	2874	3273	3601	3500	3324	
B	-	-	140	411	567	526	605	603	674	
3A	-	-	387	1461	1530	696	534	483	597	
B	146	381	414	216	339	853	1302	857		
4A	5	38	166	65	80	105	15	23		
B	81	181	136	23	10	11	7	1		
<b>Heteroptera</b>										
1A	15	32	27	100	81	91	63	34	24	45
B	12	26	18	15	4	33	87	121	43	36
C	6	15	23	93	30	65	158	158	195	
2A	5	13	14	30	27	10	20	65	37	
B	2	9	21	36	17	28	37	50	64	
3A	-	-	5	15	45	68	48	35	8	
B	14	38	38	32	44	80	107	127		
4A	-	-	22	94	90	102	95	26		
B	13	36	39	39	64	35	27	12		
<b>Hydracarina</b>										
1A	21	8	12	-	-	-	-	-	-	-
B	28	17	5	-	-	-	-	-	-	-
C	23	16	4	-	-	-	-	-	-	-
2A	24	6	-	-	-	-	-	-	-	-
B	23	6	-	-	-	-	-	-	1	
3A	27	15	4	-	4	-	-	-	1	
B	23	6	-	-	-	-	-	-		
4A	23	6	-	-	-	-	-	-		
B	29	21	12	-	-	-	-	-		
<b>Lymnaea stagnalis</b>										
1A	-	-	72	412	638	809	725	756	520	438
B	-	1	4	7	6	112	526	818	829	1403
C	-	-	-	-	4	3	121	344	153	
2A	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
B	-	-	-	3	-	-	-	-	-	
3A	-	-	35	338	566	562	534	509	403	
B	-	2	7	5	5	141	643	926		
4A	-	-	19	59	67	51	21	61		
B	1	2	3	123	130	88	71	48		

Tabel 5. (vervolg 4)

taxon	tijd (dagen na behandeling)									
MES	-60	-30	0	30	60	90	120	150	180	210
<i>Odonata (juv.)</i>										
1A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	-	-	2	22	4	35	47	-	-	-
C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2A	-	-	2	7	-	5	6	-	-	-
B	-	-	-	7	2	17	18	-	-	-
3A	-	-	-	-	6	16	6	-	-	-
B	-	-	-	5	-	18	29	-	-	-
4A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oligochaeta</i>										
1A	12	39	130	613	44	55	48	47	29	531
B	13	-	431	313	304	333	-	15	436	4226
C	12	-	639	1574	890	1329	894	106	204	-
2A	13	370	517	1380	1484	952	506	626	1270	-
B	13	-	358	671	1079	415	383	389	511	-
3A	14	1353	1268	11	178	157	819	2085	3829	-
B	11	229	175	94	49	110	655	1883	-	-
4A	13	-	876	1149	3129	1617	323	1508	-	-
B	12	-	268	976	926	985	1381	867	-	-
<i>Physa fontinalis</i>										
1A	18	48	38	15	19	14	20	29	28	5
B	7	22	27	23	20	20	15	14	66	30
C	1	3	7	7	9	7	43	24	33	-
2A	-	-	23	42	45	47	43	29	22	-
B	5	21	38	32	46	35	41	45	46	-
3A	4	26	57	44	71	56	52	54	26	-
B	2	8	14	11	12	17	33	31	-	-
4A	7	28	49	98	168	134	92	65	-	-
B	8	19	19	30	32	22	15	6	-	-
<i>Planorbis carinatus</i>										
1A	3	-	9	6	28	-	4	10	11	4
B	8	2	-	-	-	-	-	-	-	-
C	13	19	16	10	50	29	20	19	15	-
2A	-	-	35	12	14	15	13	19	16	-
B	5	-	6	40	26	20	11	1	7	-
3A	17	26	27	54	7	6	2	-	7	-
B	6	-	2	-	8	5	2	6	-	-
4A	21	41	48	58	24	17	13	12	-	-
B	28	95	209	345	403	284	167	166	-	-



Tabel 5. (vervolg 5)

taxon	tijd (dagen na behandeling)									
MES	-60	-30	0	30	60	90	120	150	180	210
<b>Planorbis cf. planorbis</b>										
1A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
2A	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
B	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-
3A	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4A	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
B	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-
<b>Sphaeriidae</b>										
1A	32	8	-	-	-	-	-	-	-	-
B	29	5	4	-	-	-	-	-	-	-
C	32	8	-	-	-	-	-	-	-	-
2A	32	8	-	-	-	-	-	-	-	-
B	32	8	-	-	-	-	-	-	-	-
3A	32	8	-	-	-	-	-	-	4	-
B	32	8	-	-	7	-	-	-	-	-
4A	32	8	-	-	-	-	-	-	-	-
B	21	-	14	17	8	-	-	-	-	-
<b>Trichoptera</b>										
1A	-	-	13	69	47	37	31	5	-	-
B	3	7	11	5	4	25	32	12	1	-
C	1	-	-	-	4	-	-	-	-	-
2A	-	-	1	-	-	2	7	4	-	-
B	9	31	53	26	32	53	59	33	23	-
3A	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
B	16	39	29	18	18	25	26	7	-	-
4A	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
B	10	30	42	52	27	25	24	26	-	-
<b>Tricladida</b>										
1A	46	11	-	-	7	3	4	-	-	5
B	53	20	6	-	-	-	-	-	-	2
C	51	12	-	-	10	65	65	4	-	-
2A	50	15	-	6	-	2	3	-	-	-
B	47	8	2	18	17	8	-	-	13	-
3A	45	11	2	-	1	12	32	56	85	-
B	54	34	19	14	-	7	21	31	-	-
4A	41	6	12	29	32	30	37	34	-	-
B	49	23	20	26	6	16	5	7	-	-

Tabel 5. (vervolg '6)

taxon MES	tijd (dagen na behandeling)									
	-60	-30	0	30	60	90	120	150	180	210
Valvata piscinalis										
1A	1516	3422	2694	2365	1021	551	112	168	226	418
B	115	113	419	866	770	277	214	-	-	22
C	-	-	735	1257	1038	1317	889	164	222	
2A	526	1279	1813	4335	3248	624	438	743	325	
B	86	381	1173	782	808	421	281	571	674	
3A	2306	6339	5023	1225	529	362	257	320	416	
B	260	438	517	1383	629	762	714	264		
4A	373	1132	2005	1070	660	156	286	763		
B	230	372	434	626	94	211	301	124		

1) aantallen per MES (aantallen per m<sup>2</sup>)

Tabel 6. Sloot: correlaties tussen dichlobenilgehalte in water en dichtheden van zoöplanktonpopulaties.

taxon	teken van corr.-coëfficiënt <sup>1)</sup>					
	2 (2)			4(2)		
	0	30	60	0	30	60
compart.nr. (behand. in g.m <sup>-3</sup> ) vertraging (dagen)						
Arcella	0	0	+	0	0	0
Brachionus	0	.	.	0	0	.
Canthocamptus/Cyclops	0	0	0	0	0	0
Centropxyis/Difflugia	0	0	+	0	0	0
Ceriodaphnia	0	0	0	.	.	.
Chydorus	0	0	+	0	0	0
Colurella/Lecane/Lepadella	0	0	+	0	0	0
Conochilus	+	0	0	+	0	0
Copepoda	0	0	+	0	0	0
Copepoda (juv.)	0	0	+	0	0	0
Copepoda (ad.)	0	0	0	0	0	0
Daphnia	0	0	0	0	0	+
Diaptomus	.	.	.	+	.	.
Graptoleberis	0	0	+	.	.	.
Heliozoa	.	.	.	0	0	0
Keratella	+	0	.	+	0	-
Monommata	0	0	+	0	0	0
Mytilinea	+	0	.	.	.	.
Nematoda	.	.	.	0	0	0
Ostracoda	0	0	+	0	0	0
Peracantha	0	0	+	0	0	0
Platyia	.	.	.	0	0	0
Pleuroxus	0	0	0	0	0	0
Polyarthra	+	.	.	0	0	+
Rotatoria	0	0	+	0	0	0
Simocephalus	0	0	0	0	0	0
Testudinella	0	0	+	0	0	0
Trichotria	0	0	+	0	0	0
Vorticella	.	.	.	0	0	0

- 1) . = gegevens ontoereikend voor berekening van correlatie-coëfficiënt  
 0 = geen duidelijke correlatie ( $r^2 < 0.8$ )  
 + = positieve correlatie ( $r^2 > 0.8$ )  
 - = negatieve correlatie ( $r^2 > 0.8$ )

Tabel 7. Sloot: correlaties tussen dichlobenilgehalte in water- en dichtheden van macrofaunapopulaties.

compart.nr. (behand. in g.m <sup>-3</sup> ) vertraging (dagen)	teken van corr.-coëfficiënt <sup>1)</sup>					
	2 (2)			4 (2)		
	0	30	60	0	30	60
Anisus contortus	0	0	0	.	.	.
A. vortex	0	0	+	0	0	+
Asellus	0	0	0	0	0	0
Bithynia	0	0	0	0	0	0
Chaoboridae (juv.)	+	.	.	0	.	.
Chironomidae (juv.)	+	0	0	0	0	0
Coleoptera	0	0	0	0	0	0
Coleoptera (juv.)	0	0	0	0	0	0
Coleoptera (ad.)	0	0	0	0	0	0
Gyraulus albus/G. crista/ Segmentina/Valvata cristata	0	0	0	0	0	0
Heteroptera	0	0	0	0	0	.
Hirudinea	0	0	0	0	0	0
Hydracarina	0	+	0	0	0	.
Lymnaea peregra	.	.	.	0	0	0
Oligochaeta	0	0	0	0	0	0
Physa fontinalis	0	0	0	0	0	0
planorbis carinatus	0	0	0	0	0	0
Sialis	0	0	.	0	0	+
Sphaeriidae	+	0	0	0	0	+
Trichoptera (juv.)	0	0	0	.	.	.
Tricladida	0	0	-	0	0	0
Valvata piscinalis	0	0	0	0	0	0

1) zie voetnoot tabel 6

Tabel 8. MES: correlaties tussen dichlobenilgehalte en pH-verschil enerzijds en dichtheden van zoöplanktonpopulaties anderzijds.

MES-nr. (be- hand. in g.m <sup>-3</sup> )	vertraging (dagen)	teken van corr. coëfficiënt <sup>1)</sup>					
		dichlobenil (conc. in water)			pH-7		
		0	30	60	0	30	60
<b>Alona</b>							
1A (0)					0	0	.
1B (0)					.	.	.
2A (2)	.	.	.	.	.	.	.
2B (2)	.	.	.	.	.	.	.
3A (5)	.	.	.	.	.	.	.
3B (5)	.	.	.	.	.	.	.
4A (15)	.	.	.	.	.	.	.
4B (15)	.	.	.	.	.	.	.
<b>Anuraeopsis fissa</b>							
1A (0)					0	0	0
1B (0)					0	0	0
2A (2)	0	0	0	0	0	0	0
2B (2)	0	0	0	0	0	0	-
3A (5)	0	0	0	0	0	0	0
3B (5)	0	0	0	0	0	0	0
4A (15)	0	0	0	0	0	0	0
4B (15)	0	0	0	0	0	0	+
<b>Arcella</b>							
1A (0)					.	.	.
1B (0)					0	0	.
2A (2)	0	0	.	0	0	0	.
2B (2)	0	0	.	0	0	0	.
3A (5)	-	0	0	0	0	0	0
3B (5)	0	0	0	0	0	0	0
4A (15)	0	-	.	0	0	0	.
4B (15)	.	.	.	.	.	.	.
<b>Canthocamptus/Cyclops</b>							
1A (0)					0	0	-
1B (0)					0	0	0
2A (2)	0	0	0	0	0	0	-
2B (2)	0	0	0	0	0	0	0
3A (5)	0	0	0	0	0	0	0
3B (5)	0	0	0	0	0	0	0
4A (15)	-	0	0	0	0	0	0
4B (15)	0	0	0	0	0	0	0

- 88 -  
Tabel 8. (vervolg 1)

taxon	teken van corr. coëfficiënt <sup>1)</sup>						
	vertraging (dagen)	dichlobenil (conc. in water)			pH=7		
		0	30	60	0	30	60
<b>Centropyxis/Difflugia</b>							
1A (0)				0	0	.	
1B (0)				0	0	.	
2A (2)	0	0	.	0	0	.	
2B (2)	0	.	.	0	.	.	
3A (5)	.	.	.	.	.	.	
3B (5)	0	0	.	0	0	.	
4A (15)	0	0	.	0	0	.	
4B (15)	0	0	.	0	0	.	
<b>Cephalodella</b>							
1A (0)				-	0	0	
1B (0)				.	.	.	
2A (2)	0	0	.	0	0	.	
2B (2)	0	.	.	0	.	.	
3A (5)	-	.	.	0	.	.	
3B (5)	.	.	.	.	.	.	
4A (15)	.	.	.	.	.	.	
4B (15)	0	0	0	0	0	0	
<b>Chydorus</b>							
1A (6)				0	0	-	
1B (0)				0	0	0	
2A (2)	0	0	0	0	0	0	
2B (2)	0	0	0	0	0	0	
3A (5)	-	0	0	0	0	0	
3B (5)	0	0	0	0	0	-	
4A (15)	-	-	0	0	0	0	
4B (15)	0	0	0	0	0	-	
<b>Colurella/Lecane/Lepadella</b>							
1A (0)				0	0	-	
1B (0)				0	0	0	
2A (2)	0	0	0	0	0	0	
2B (2)	0	0	0	0	0	0	
3A (5)	0	0	0	0	0	0	
3B (5)	-	0	0	0	0	-	
4A (15)	-	0	0	0	0	0	
4B (15)	0	0	0	0	0	0	

Tabel 8. (vervolg 2)

taxon	teken van conc. coefficient <sup>1)</sup>					
	Vertraging (dagen)	dichtheits (conc. in water)			pH-7	
MES-nr. (be- hand. in g.m <sup>-3</sup> )		0	30	60	0	30
<b>Copepoda (ad.)</b>						
1A (0)				0	0	-
1B (0)				0	0	0
2A (2)	0	0	0	0	0	-
2B (2)	0	0	0	0	0	0
3A (5)	0	0	0	0	0	0
3B (5)	0	0	0	0	0	-
4A (15)	-	0	0	0	0	0
4B (15)	0	0	0	0	0	0
<b>Daphnia</b>						
1A (0)				.	.	.
1B (0)				.	.	.
2A (2)	.	.	.	.	.	.
2B (2)	.	.	.	.	.	.
3A (5)	.	.	.	.	.	.
3B (5)	0	0	0	0	0	0
4A (15)	0	0	0	0	0	0
4B (15)	0	0	0	0	0	0
<b>Diaptomus</b>						
1A (0)				.	.	.
1B (0)				.	.	.
2A (2)	.	.	.	.	.	.
2B (2)	.	.	.	.	.	.
3A (5)	.	.	.	.	.	.
3B (5)	.	.	.	.	.	.
4A (15)	0	0	0	0	0	0
4B (15)	.	.	.	.	.	.
<b>Graptoleberis</b>						
1A (0)				0	0	.
1B (0)				0	0	0
2A (2)	0	0	.	0	0	.
2B (2)	0	.	.	0	.	.
3A (5)	.	.	.	.	.	.
3B (5)	0	0	0	0	0	0
4A (15)	.	.	.	.	.	.
4B (15)	0	0	0	0	0	-

Tabel 8 (vervolg 3)

taxon	teken van corr. coefficient <sup>1)</sup>						
	Vertraging (dagen)	dichlobenil (conc. in water)			pH=7		
		0	30	60	0	30	60
<b>Keratella</b>							
1A (0)				0	.	.	
1B (0)				0	0	0	
2A (2)	.	.	.	.	.	.	
2B (2)	.	.	.	.	.	.	
3A (5)	-	.	.	0	.	.	
3B (5)	.	.	.	.	.	.	
4A (15)	.	.	.	.	.	.	
4B (15)	.	.	.	.	.	.	
<b>Mytilinea mucronata</b>							
1A (0)				0	0	.	
1B (0)				0	0	0	
2A (2)	0	.	.	0	.	.	
2B (2)	-	0	0	0	0	0	
3A (5)	-	0	.	0	0	.	
3B (5)	0	0	0	0	0	0	
4A (15)	-	0	0	0	0	0	
4B (15)	0	0	0	0	0	0	
<b>Ostracoda</b>							
1A (0)				0	0	.	
1B (0)				0	0	-	
2A (2)	0	0	-	0	0	0	
2B (2)	-	0	0	0	0	0	
3A (5)	0	0	0	0	0	0	
4A (15)	0	0	0	0	0	0	
4B (15)	0	0	0	0	0	0	
<b>Rotatoria</b>							
1A (0)				0	0	0	
1B (0)				0	0	0	
2A (2)	0	0	0	0	0	0	
2B (2)	0	0	0	0	0	0	
3A (5)	0	0	0	0	0	-	
3B (5)	-	0	0	0	0	-	
4A (15)	-	0	0	0	0	0	
4B (15)	0	0	+	0	0	0	



Tabel 8 (vervolg 4)

taxon	tabel van corr. coëfficiënt <sup>1)</sup>						
	MES-nr. (behand. in g.m <sup>-3</sup> )	dichlobenil (conc. in water)			pH-7		
		Vertraging (dagen)	0	30	60	0	30
<b>Simocephalus</b>							
1A (0)					0	0	.
1B (0)					0	-	.
2A (2)		0	0	0	0	0	0
2B (2)		0	0	-	0	0	-
3A (5)		0	0	0	0	0	0
3B (5)		0	0	.	0	0	.
4A (15)		0	0	0	0	0	0
4B (15)		0	0	0	0	0	0
<b>Trichocerca rattus</b>							
1A (0)					.	.	.
1B (0)					0	0	.
2A (2)		-	0	0	0	0	0
2B (2)		-	0	.	0	0	.
3A (5)		.	.	.	.	.	.
3B (5)		.	.	.	.	.	.
4A (15)		.	.	.	.	.	.
4B (15)		.	.	.	.	.	.
<b>Trichotria</b>							
1A (0)					0	0	.
1B (0)					0	0	0
2A (2)		0	0	0	0	0	0
2B (2)		0	0	-	0	0	0
3A (5)		-	0	0	0	0	-
3B (5)		0	0	.	0	0	.
4A (15)		0	0	0	0	0	0
4B (15)		0	0	0	0	0	0
<b>Vorticella</b>							
1A (0)					.	.	.
1B (0)					0	0	0
2A (2)		0	0	.	0	0	.
2B (2)		.	.	.	.	.	.
3A (5)		.	.	.	.	.	.
3B (5)		.	.	.	.	.	.
4A (15)		.	.	.	.	.	.
4B (15)		.	.	.	.	.	.

1) zie voetnoot tabel 5

Tabel 9. MES: correlaties tussen dichlobenilgehalte en pH-verschil enerzijds en dichtheden van macrofauna-populaties anderzijds.

MES-nr. (behand. in g.m <sup>-3</sup> )	vertraging (dagen)	teken van corr.-coëfficiënt <sup>1)</sup>					
		dichlobenil (conc. in water)			pH-7		
		0	30	60	0	30	60
<b>Anisus vortex</b>							
1A (0)					0	0	+
1B (0)					.	.	.
2A (2)		0	.	.	.	.	.
2B (2)		0	0	0	0	0	0
3A (5)		.	.	.	.	.	.
3B (5)		0	0	-	0	0	0
4A (15)		0	.	.	0	.	.
4B (15)		.	.	.	.	.	.
<b>Asellus</b>							
1A (0)					0	0	0
1B (0)					0	-	0
2A (2)		.	.	.	0	0	0
2B (2)		.	.	.	0	0	0
3A (5)		0	0	0	0	0	-
3B (5)		0	0	0	0	0	0
4A (15)		0	0	0	0	0	0
4B (15)		0	-	-	+	0	0
<b>Bithynia</b>							
1A (0)					0	0	0
1B (0)					0	-	.
2A (2)		0	0	0	0	0	0
2B (2)		0	0	-	0	0	0
3A (5)		0	+	0	0	0	0
3B (5)		0	0	0	+	0	0
4A (15)		0	0	0	+	0	0
4B (15)		0	0	0	0	0	0
<b>Coleoptera</b>							
1A (0)					0	-	.
1B (0)					0	0	0
2A (2)		0	0	0	0	0	0
2B (2)		-	0	0	0	0	0
3A (5)		.	.	.	.	.	.
3B (5)		0	.	.	0	.	.
4A (15)		0	0	0	0	0	0
4B (15)		0	0	0	0	0	0

Tabel 9. (vervolg 1)

taxon	teken van corr.-coëfficiënt <sup>1)</sup>						
	MES-nr (be- hand. in g.m <sup>-3</sup> )	dichlobenil (conc. in water)			pH-7		
		vertraging (dagen)	0	30	60	0	30
<b>Coleoptera (juv.)</b>							
1A (0)					0	-	.
1B (0)					0	0	0
2A (2)		0	0	.	0	0	.
2B (2)		-	0	.	0	0	0
3A (5)		.	.	.	.	.	.
3B (5)		0	.	.	0	.	.
4A (15)		0	0	0	0	0	0
4B (15)		0	0	0	0	0	0
<b>Coleoptera (ad.)</b>							
1A (0)					.	.	.
1B (0)					.	.	.
2A (2)		.	.	.	.	.	.
2B (2)		.	.	.	.	.	.
3A (5)		.	.	.	.	.	.
3B (5)		.	.	.	.	.	.
4A (15)		.	.	.	.	.	.
4B (15)		.	.	.	.	.	.
<b>Gyraulus albus + G. crista + Segmentina + Valvata cristata</b>							
1A (0)					0	0	0
1B (0)					0	0	0
2A (2)		0	+	+	0	0	0
2B (2)		+	+	0	0	+	0
3A (5)		0	0	-	0	0	0
3B (5)		0	0	0	0	0	0
4A (15)		0	0	0	0	0	0
4B (15)		0	-	0	0	0	0
<b>Heteroptera</b>							
1A (0)					0	0	0
1B (0)					0	0	0
2A (2)		0	0	0	0	0	0
2B (2)		0	0	0	0	0	0
3A (5)		0	0	0	0	0	+
3B (5)		0	+	+	0	0	0
4A (15)		0	0	0	0	0	0
4B (15)		0	0	-	0	0	0

taxon	teken van corr.-coëfficiënt <sup>1)</sup>					
	MES-nr. (be- hand. in g.m <sup>-3</sup> )	dichlobenil (conc. in water)			pH-7	
vertraging (dagen)	0	30	60	0	30	60
<i>Lymnaea stagnalis</i>						
1A (0)				0	0	+
1B (0)				0	0	0
2A (2)	.	.	.	.	.	.
2B (2)	.	.	.	.	.	.
3A (5)	+	0	0	0	0	0
3B (5)	0	0	+	0	0	0
4A (15)	0	0	0	0	0	0
4B (15)	0	-	-	0	0	0
<i>Oligochaeta</i>						
1A (0)				0	0	0
1B (0)				0	0	0
2A (2)	0	0	-	0	0	0
2B (2)	0	0	-	0	0	0
3A (5)	0	0	0	0	-	0
3B (5)	0	0	0	0	0	0
4A (15)	0	0	0	0	0	0
4B (15)	0	0	0	0	0	0
<i>Physa fontinalis</i>						
1A (0)				0	0	0
1B (0)				0	0	0
2A (2)	0	0	0	0	0	0
2B (2)	0	0	0	0	0	0
3A (5)	0	0	-	0	0	0
3B (5)	0	0	0	0	0	0
4A (15)	0	0	-	0	0	0
4B (15)	0	-	-	0	0	0
<i>Planorbis carinatus</i>						
1A (0)				0	0	.
1B (0)				.	.	.
2A (2)	.	0	0	0	0	0
2B (2)	0	-	0	0	0	0
3A (5)	0	-	0	0	0	0
3B (5)	0	0	0	0	0	0
4A (15)	0	-	-	0	0	0
4B (15)	0	0	-	0	0	0

Tabel 9. (vervolg 3)

taxon	teken van corr.-coëfficiënt <sup>1)</sup>						
	MES-nr. (be- hand. in g.m <sup>-3</sup> )	dichlobenil (conc. in water)			pH-7		
		vertraging (dagen)	0	30	60	0	30
<b>Trichoptera (juv.)</b>							
1A (0)					0	0	0
1B (0)					0	0	0
2A (2)		0	0	0	0	0	0
2B (2)		0	0	0	0	0	0
3A (5)		.	.	.	.	.	.
3B (5)		.	.	.	.	.	.
4A (15)		.	.	.	.	.	.
4B (15)		0	0	0	0	0	0
<b>Tricladida</b>							
1A (0)					0	0	.
1B (0)					0	0	0
2A (2)		0	0	0	0	0	.
2B (2)		0	.	-	0	.	0
3A (5)		0	0	.	0	0	0
3B (5)		0	0	+	0	-	0
4A (15)		+	0	0	0	0	0
4B (15)		0	0	0	0	0	0
<b>Valvata piscinalis</b>							
1A (0)					0	0	0
1B (0)					0	0	-
2A (2)		0	0	-	0	0	0
2B (2)		-	0	0	0	0	0
3A (5)		-	-	-	0	0	0
3B (5)		0	0	0	0	0	0
4A (15)		-	0	0	0	0	0
4B (15)		0	0	0	0	0	0
<b>Zygoptera (juv.)</b>							
1A (0)					.	.	.
1B (0)					-	0	0
2A (2)		0	0	.	0	0	.
2B (2)		0	0	0	0	0	0
3A (5)		0	0	0	0	0	0
3B (5)		0	0	.	0	0	.
4A (15)		.	.	.	.	.	.
4B (15)		.	.	.	.	.	.

1) zie voetnoot tabel 6

Tabel 10. Sloot: verschillen tussen gemiddelde dichtheden van zoöplankonpopulaties

		procentueel verschil in dichtheid <sup>1)</sup>	
compart. (a)	3	compart. (b) 2	4
Anuraeopsis fissa			
1	1819*	.	.
3		-95*	-38*
Arcella			
1	84	-76*	36
3		-87*	-26
Asplanchna			
1	.	.	.
3		267	.
Bracionus			
1	.	.	-46
3		.	-58
B. rubens			
1	.	.	.
3		.	500*
Centropyxis/Difflugia			
1	66*	-47	-26
3		-68*	-56*
Cephalodella			
1	-96*	-96*	-99*
3			
Ceriodaphnia			
1	-51*	0	-88*
3		104*	.
Chydorus			
1	5	51*	-51
3		44	-54*
Colurella/Lecane/Lepadella			
1	173*	39*	-4
3		-49	-65

Tabel 10. (vervolg 1)

procentueel verschil in dichtheid <sup>1)</sup>			
compart. (a)	3	compart. (b) 2	4
<b>Conochilus</b>			
1	566	135	-32
3		-65	-90
<b>Copepoda</b>			
1	-29	16	-58*
3		64	-41
<b>Copepoda (juv.)</b>			
1	9	29	-41
3		19	-45
<b>Copepoda (ad.)</b>			
1	-69	2	-77
3		233*	-25
<b>Cyclops/Canthocamptus</b>			
1	-70	1	-78
3		240*	-27
<b>Daphnia</b>			
1	39*	87*	33*
3		35	-4
<b>D. longispina</b>			
1	23900*	29500*	.
3		23	.
<b>D. pulex</b>			
1	.	66*	.
3		.	.
<b>Diaptomus</b>			
1	36*	.	54*
3		8	
<b>Graptoleberis</b>			
1	-88*	-73*	-100*
3		122	
<b>Heliozoa</b>			
1	.	.	.
3		-100*	82*

Tabel 10. (vervolg 2)

procentueel verschil in dichtheid <sup>1)</sup>			
compart. (a)	compart. (b)		
	3	2	4
Keratella			
1	1078	-34	907*
3		-94	-15
K. cochlearis			
1	26	.	-66
3		4	-55
K. quadrata			
1	5907*	-52	4937*
3		-99*	-16
Mytilinea mucronata			
1	-81	-96*	-99*
3		-79	.
Nematoda			
1	-87*	-67*	-40
3		146	346*
Ostracoda			
1	7	18	-19
3		11	-24
Peracantha			
1	-66*	-12*	-89*
3		158	-67*
Platyias			
1	-47	-100*	-9
3		.	71*
Pleuroxus			
1	92	452	301
3		188*	110
Polyarthra			
1	604	115	1584*
3	.	-70	139
Rotaria rotatoria			
1	.	.	.
3		-100	-80



Tabel 10. (vervolg 3)

compart. (a)	procentueel verschil in dichtheid <sup>1)</sup>		
	3	compart. (b) 2	4
Rotaria			
1	195*	18	-5
3		-60	-68
Simocephalus			
1	17	38	126
3		19	94
Testudirella			
1	771	964*	1014*
3		22	28
Trichocerca rattus			
1	-70	-98*	-95*
3		.	.
Trichotria			
1	-90	-74*	-82
3		169	.
Vorticella			
1	-57	-95*	-91*
3		-88	-79

$$1) \text{ procentueel verschil in dichtheid} = \left( \frac{\bar{N}(b) - \bar{N}(a)}{\bar{N}(a)} \right) \times 100\%$$

waarin

$\bar{N}(a)$  = aantal individuen per 235 liter water, afkomstig uit systeem (a), gemiddeld over de periode t= 0 tot en met t= 150.

$\bar{N}(b)$  = idem voor systeem (b).

\* = gemiddelden significant (p<0.05 tweez.) verschillend .

. = gegevens ontoereikend voor statistische toetsing .

Tabel 11. Sloot: verschillen tussen gemiddelde dichtheden van macrofaunapopulaties.

compart. (a)	procentueel verschil in dichtheid		
	3	compart. (b) 2	4
Anisus vortex			
1	211*	247*	45
3		12	-53*
Asellus			
1	258*	276*	39
3		5	-61*
Bithynia			
1	363*	345*	26
		-4	-73*
Chironmidae (juv.)			
1	.	.	.
3		-9	89
Chironomini (juv.)			
1	.	.	.
3		-22	44
Coleoptera			
1	5	20	-12
3		14	-17
Coleoptera (juv.)			
1	121*	172	69
		23	-23
Coleoptera (ad.)			
1	-21*	-15	-31
3		8	-12
Gyraulus albus + G. crista + Segmentina + Valvata cristata			
1	1046*	373*	299*
3		-59*	-65*
Heteroptera			
1	-30*	107	11
3		195	58
Hirudinea			
1	-31	67	109
3		142	203

Tabel 11 (vervolg 1)

compart. (a)	procentueel verschil in dichtheid		
	3	compart. (b) 2	4
Hydracarina			
1	157*	226*	261
3		27	41
Oligochaeta			
1	63	166	148
3		64	52
Physa fontinalis			
1	-54*	5	-73*
3		126	-42
Planorbis carinatus			
1	278*	767*	33
3		129	-65*
Sphaeriidae			
1	269*	48*	53
3		-60*	-59
Trichoptera (juv.)			
1	-67	-56*	-93*
3		33	78
Tricladida			
1	-52	-5	-21
3		97	64
Valvata piscinalis			
1	459*	88*	79
3		-67*	-68*

1) procentueel verschil in dichtheid =  $\frac{\bar{N}(b) - \bar{N}(a)}{\bar{N}(a)} \times 100\%$ , waarin

$\bar{N}(a)$  = aantal individuen per m<sup>2</sup> bodem-  $\bar{N}(a)$  oppervlak, afkomstig uit systeem (a) gemiddeld over de periode t= 0 tot en met t= 150

$\bar{N}(b)$  = idem voor systeem (b)

\* = gemiddelden significant (p<0.05 tweezijdig) verschillend

. = gegevens ontoereikend voor statistische toetsing

Tabel 12. MES: verschillen tussen gemiddelde dichtheden van zoöplankton-populaties.

MES nr. (a)	procentueel verschil in dichtheid <sup>1)</sup>						
	MES nr. (b)						
	1A	2A	2B	3A	3B	4A	4B
Alona							
1A	-70*	-80*	-100*	-87*	-100*	-100*	-90*
1B		-33	-100*	-58	-100*	-100*	-67
Anuraeopsis fissa							
1A	-88*	-29	-85*	292	-91*	-98*	-69*
1B		477*	19	3065*	-24	-85	153
Arcella							
1A	8	-39	-49	58	41*	-32	-30
1B		-43	-52	46	31	-36	-35
Centropyxis/Difflugia							
1A	414*	55	50	-53	42	126*	130
1B		-70	-71	-91*	-72	-56	-55
Cephalodella							
1A	-74*	-29*	-74	-80	-90*	-76*	34
1B		170*	-2	24*	.	.	406
Chydorus							
	27	104*	86*	78*	23*	-64	-20
		61	47*	40	-3	-72*	-37
Colurella/Lecane/Lepadella							
1A	12	148*	87*	337*	-8	-43	71*
1B		122*	67*	291*	-18	-49	53*
Copepoda							
1A	41	48	15	48	16	-11	41
1B		4	-19	5	-18	-37*	0
Copepoda (juv.)							
1A	23	34	11	42	22*	-21	26
1B		9	-10	15	-1	-36*	3
Copepoda (ad.)							
1A	144*	112*	34	78*	-12	34	111*
1B		-13	-45*	-27	-64	-45*	-14
Cyclops/Canthocamptus							
1A	110*	112*	34	78*	5	32	110*
1B		1	-36*	-16	-50	-37*	0

Tabel 12. (vervolg 1)

MES nr. (a)	procentueel verschil in dichtheid <sup>1)</sup>						
	MES nr. (b)						
	1A	2A	2B	3A	3B	4A	4B
Daphnia							
1A	.	.	.	.	21008*	6246	1462
1B		26	-86*	.	6433*	1564*	333*
Graptoleberis							
1A	75	-20	-9	-5	-3	-82	43
1B		-54	-48*	-46	-45	-90*	-19
Keratella quadrata							
1A	41	-88	-100*	-60*	-92	-35	-57
1B		-91	-100*	-72*	-94*	-54*	-70*
Mytilinea mucronata							
1A	102	31	80	196	67	104	676*
1B		-35	-11	47	-17	1	235*
Nematoda							
1A	-15	372	175	25	-75*	-89*	-89
1B		452	221	46	-70*	-87*	-87*
Notholia acuminata							
1A	32	-66	135	8	-23	-88	-9
1B		-74*	78*	-19*	-42*	-91*	-31
Ostracoda							
1A	79	45	-20	-43	-64	-70	-13
1B		-19	-55*	-69*	-80*	-83*	-52
Rotatoria							
1A	-37	82*	1	292	-50*	-67*	1
1B		188*	60*	520*	-20	-48*	60
Simocephalus							
1A	40	66	87*	219*	-19	-18	553*
1B		19	33	128*	-42	-41	356*
Trichocerca ruttus							
1A	9	85*	46	200	-88*	-86*	
1B		69*	34	175	-89*	-87*	-21
Trichotria							
1A	224*	-17	283*	170	84	30	35
1B		-74*	18	-17	-43*	-60	-61*

Tabel 12. (vervolg 2)

MES nr. (a)	procentueel verschil in dichtheid <sup>1)</sup>						
	MES nr. (b)						
	1A	2A	2B	3A	3B	4A	4B
Vorticella							
1A	-29	87	.	-22	-100	-100	-72
1B		163	.				

1) zie voetnoot tabel 10

Tabel 13. MES: verschillen tussen gemiddelde dichtheden van macrofaunapopulaties

MES nr. (a)	procentueel verschil in dichtheid <sup>1)</sup>						
	MES nr. (b)						
	1A	2A	2B	3A	3B	4A	4B
<i>Anisus vortex</i>							
1A	-93*	-87*	-74*	-96*	-91*	-90*	-100*
1B		86	271*	-43	-29	43	-100
<i>Asellus</i>							
1A	52	-81*	54	-77*	348*	-86*	1450*
1B		-87*	1	-85*	195	-91*	942*
<i>Bithynia</i>							
1A	-92*	24	-87*	-56*	15*	-87	-93*
1B		1473*	63*	457*	1358*	60*	-8
<i>Coleoptera</i>							
1A	458*	55	515*	-97*	-49	1133*	67
1B		-72*	10	-100*	-91*	121	-70*
<i>Coleoptera (juv.)</i>							
1A	452*	55	512*	-100*	-49	1133*	64
1B		72*	11	-100*	-91*	124	-70*
<i>Gyraulus albus/G. crista/Segmentina/Valvata cristata</i>							
1A	-6	489*	11	98	55	-82*	-93*
1B		528*	18	111*	65	-81*	-92*
<i>Heteroptera</i>							
1A	-30	-58*	-52	-46*	8	8	-46*
1B		-40	-32	-22	54*	54	-22
<i>Lymnaea stagnalis</i>							
1A	-57*	-100*	-100*	-25*	-49*	-92*	-86*
1B		-100*	-100*	73	17	-81*	-69
<i>Odonata (juv.)</i>							
1A							
1B		-89*	-60*	-75*	-53*	-100*	.
<i>Oligochaeta</i>							
1A	51	490	255*	387*	220	828*	466*
1B		292*	136*	224	113	516	287*

Tabel 13. (vervolg 1)

MES nr. (a)	procentueel verschil in dichtheid <sup>1)</sup>						
	MES nr. (b)						
	1A	2A	2B	3A	3B	4A	4B
<i>Physa fontinalis</i>							
1A	-12	70*	76*	147*	-13	349*	-8
1B		92*	99*	181*	-1	409*	4
<i>Planorbis carinatus</i>							
1A	.	89	83	68	-60*	202*	2661*
1B		.	.	.	.	.	.
Trichoptera (juv.)							
1A	-56	-93*	27	-98*	-39	-99	-3
1B		-84*	188*	-96*	38	-98*	120*
Tricladida							
1A	-57	-21	221	636*	557*	1143*	471*
1B		83	650*	1617*	1433*	2800*	1233*
<i>Valvata piscinalis</i>							
1A	-63*	62*	-42	12	-38	-29	-74*
1B		340*	59	203	68*	94	-30

1) zie voetnoot tabel 11



Tabel 14. Sloot: verdeling van de organismen over de trofische niveau's<sup>1)</sup>

trof. niveau compart.	tijd (dagen na behandeling)					
	0	30	60	90	120	150
algivoor zoöplankton (x1000)						
1	4.76	1.12	0.29	0.96	0.20	0.29
2	7.58	0.80	1.86	0.78	1.59	0.48
3	6.11	1.79	0.15	0.75	0.64	0.32
4	1.18	2.96	0.44	2.13	2.69	1.14
detritivoor zoöplankton						
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-
carnivoor zoöplankton (x1000)						
1	0.06	0.06	0.04	14.1	5.74	0.26
2	0.47	0.06	-	-	-	-
3	5.64	0.06	-	0.01	0.26	0.23
4	0.94	-	0.06	0.08	0.28	0.48
herbivoor makrofauna						
1	-	3	59	5	68	81
2	-	6	13	2	76	121
3	-	3	33	20	26	20
4	-	1	9	3	8	43
detritivoor makrofauna						
1	107	438	137	133	375	282
2	236	420	654	711	1455	1224
3	161	469	1816	1032	1591	1653
4	139	205	358	431	327	743
zoöplankton-etende makrofauna						
1	14	58	2	7	1	-
2	58	48	14	5	4	2
3	29	64	11	17	5	6
4	71	10	11	3	-	4
makrofauna-etende makrofauna						
1	21	11	57	49	121	96
2	18	23	100	66	136	117
3	3	5	87	37	35	35
4	14	17	90	58	109	212

1) zoöplankton: aantallen per 235 liter  
makrofauna: aantallen per m<sup>2</sup>

Tabel 15. MES: verdeling van de organismen over de trofische niveaus

trof.niveau MES-nr	tijd (dagen na behandeling)					
	0	30	60	90	120	150
algivoor zoöplankton (x1000)						
1A	0.53	1.91	2.10	0.28	-	-
1B	1.60	4.03	0.97	0.39	-	-
2A	1.07	1.19	1.66	-	0.45	3.94
2B	1.60	1.90	3.68	0.56	1.39	0.22
3A	1.07	3.35	3.16	0.53	2.22	4.97
3B	0.53	3.26	0.01	0.52	6.52	36.1
4A	2.13	1.45	1.18	1.51	3.57	1.59
4B	19.2	4.73	4.43	0.63	1.69	1.77
detritivoor zoöplankton						
1A	-	-	-	-	-	-
1B	-	-	-	-	-	-
2A	-	-	-	-	-	-
2B	-	-	-	-	-	-
3A	-	-	-	-	-	-
3B	-	-	-	-	-	-
4A	-	-	-	-	-	-
4B	-	-	-	-	-	-
carnivoor zoöplankton (x 1000)						
1A	8.54	0.65	0.54	0.05	0.47	0.07
1B	4.80	0.46	0.40	0.17	-	-
2A	7.47	0.78	0.35	0.48	1.50	1.02
2B	5.87	0.28	0.35	0.08	0.55	0.05
3A	12.3	0.19	-	0.13	-	-
3B	0.53	0.60	-	-	-	-
4A	3.20	-	-	-	-	-
4B	4.27	0.74	-	0.07	0.38	6.55
herbivoor makrofauna						
1A	38	15	19	14	20	29
1B	27	23	20	20	15	14
2A	23	42	45	47	43	29
2B	38	32	46	35	41	45
3A	57	44	71	56	52	54
3B	14	11	12	17	33	31
4A	49	98	168	1	92	65
4B	19	30	32	22	15	6

Tabel 15. (vervolg 1)

trof.niveau MES-nr.	tijd (dagen na behandeling)					
	0	30	60	90	120	150
<b>detritivoor makrofauna</b>						
1A	2810	3091	1315	866	493	646
1B	749	1568	1006	548	317	18
2A	1855	4841	3748	1045	645	956
2B	1303	997	1192	930	733	600
3A	5118	1257	698	531	392	516
3B	619	1751	984	2017	2376	1279
4A	2075	1399	1231	381	387	1032
4B	1811	5755	3709	2832	2607	1403
<b>zoöplankton-etende makrofauna</b>						
1A	12	-	-	2	2	-
1B	5	-	-	-	-	-
2A	-	-	-	-	-	-
2B	-	-	-	-	-	-
2B	-	-	-	-	-	-
3A	4	-	4	-	-	-
3B	-	-	-	-	-	-
4A	-	-	-	-	-	-
4B	12	-	-	-	-	-
<b>makrofauna-etende makrofauna</b>						
1A	-	-	7	3	4	-
1B	8	22	4	35	47	-
2A	2	13	-	7	9	-
2B	2	25	19	25	18	-
3A	2	-	7	28	38	56
3B	19	19	-	25	50	31
4A	12	29	32	30	37	34
4B	20	26	6	16	5	7

1) zoöplankton: aantallen per MES - aantallen per 235 l  
 makrofauna: aantallen per MES - aantallen per m<sup>2</sup>

Tabel 16. MES: de verhouding per taxon van het totaal aantal waarneembare en aanwezige dieren

taxon	$N_{L,e}/N_{tot,e}$	$\pm \sigma^1)$	micro-habitat
Asellus	0.69	0.04	
Bithynia	0.75	0.05	
Coleoptera (juv.)	0.67	0.00	bodem
Oligochaeta	0.75	0.00	
Valvata piscinalis	0.56	0.00	
Anisus vortex	0.65	0.06	
Gyraulus albus-groep <sup>2)</sup>	0.55	0.08	
Lymnaea stagnalis	0.65	0.23	
Physa fontinalis	0.67	0.06	planten
Planorbis carinatus	0.75	0.04	
Trichoptera (juv.)	0.66	0.01	
Tricladida	0.72	0.11	
Coleoptera (ad.)	0.64	0.01	water
Heteroptera			
Hydracarina			

1) Gemiddelde en standaardafwijking voor maximaal negen MES.

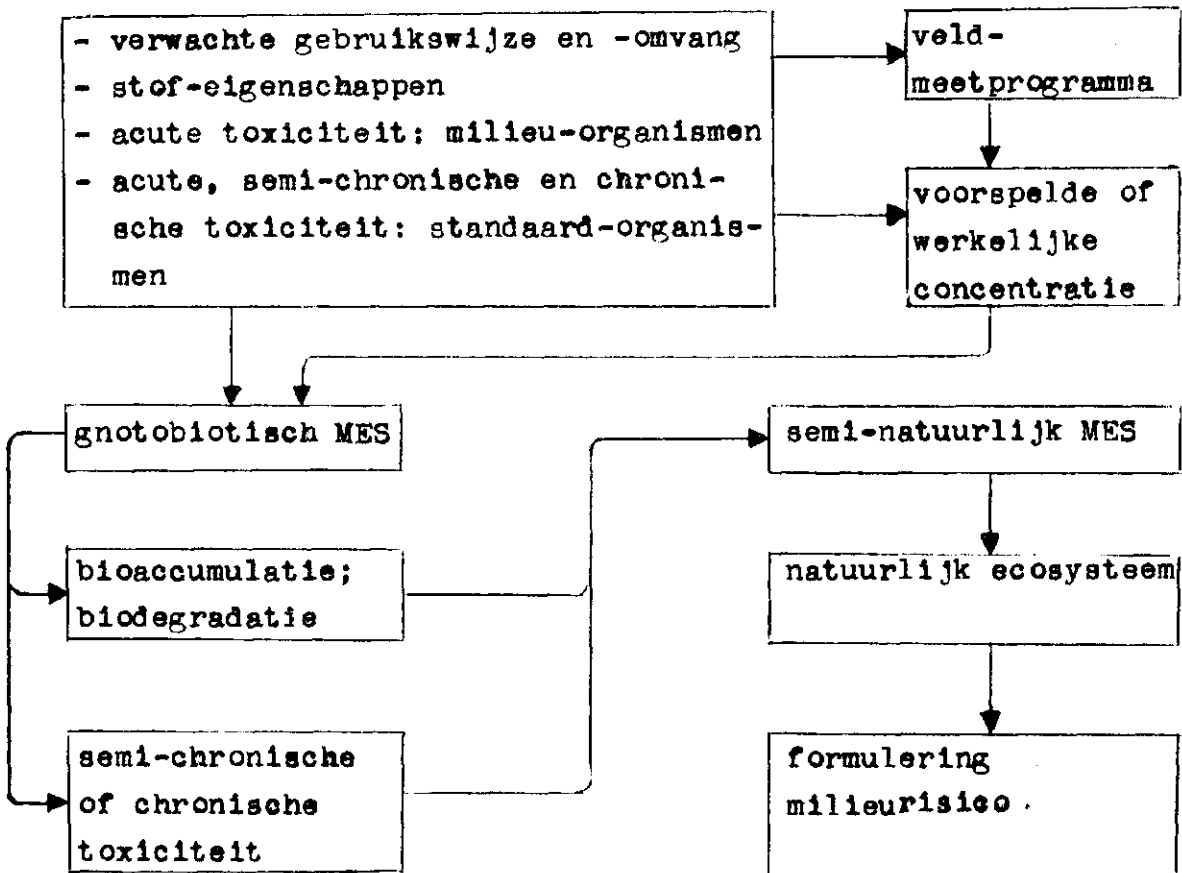
2) Omvat: Gyraulus albus, G. crista, Segmentina en Valvata cristata.

Tabel 17. MES: coëfficiënten en correlatiecoëfficiënten van de  
functie  $A_e/N_{L,e} = pD_{tot,e} + q$  1)

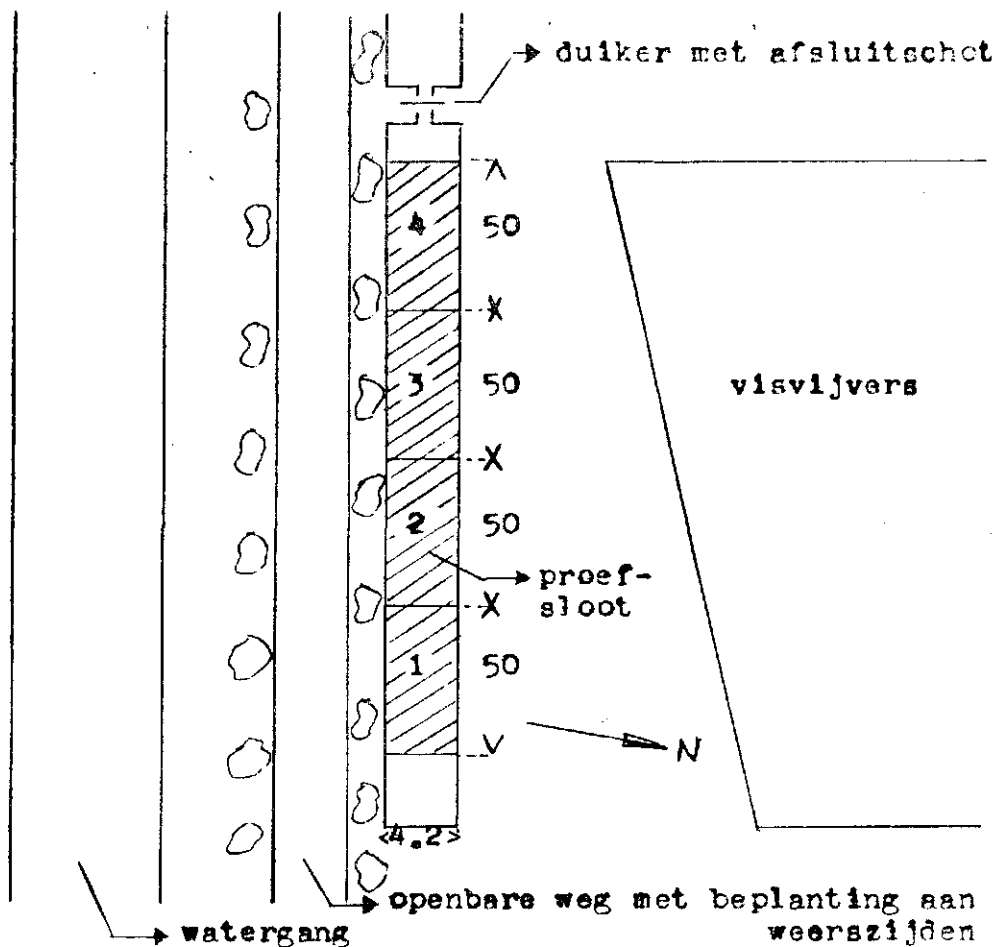
	p	q	correlatie-coëfficiënt
bodembewoners	0.17	0.04	0.54
plantbewoners	0.41	0.35	0.58
waterbewoners	0.32	0.13	0.44

1) Voor toelichting zie par. 2.6.1.1.

Fig. 1. Een schema voor vaststelling van het milieurisico van een stof.<sup>1)</sup>



1) uitvoering van sommige toetsen is facultatief; voor toelichting zie tekst.



**Fig. 2. Sloot: omgeving, compartimentering en behandeling (schematisch).**  
afstanden in meters; compartimenten 1 en 3: onbehandeld; compartimenten 2 en 4: behandeld met Casoron G-SR; gemiddelde waterdiepte: 0.7 m.



Fig. 3. Sloot: overzicht d.d. juli 1979.  
Voorgrond: compartiment 1 (onbehandeld).



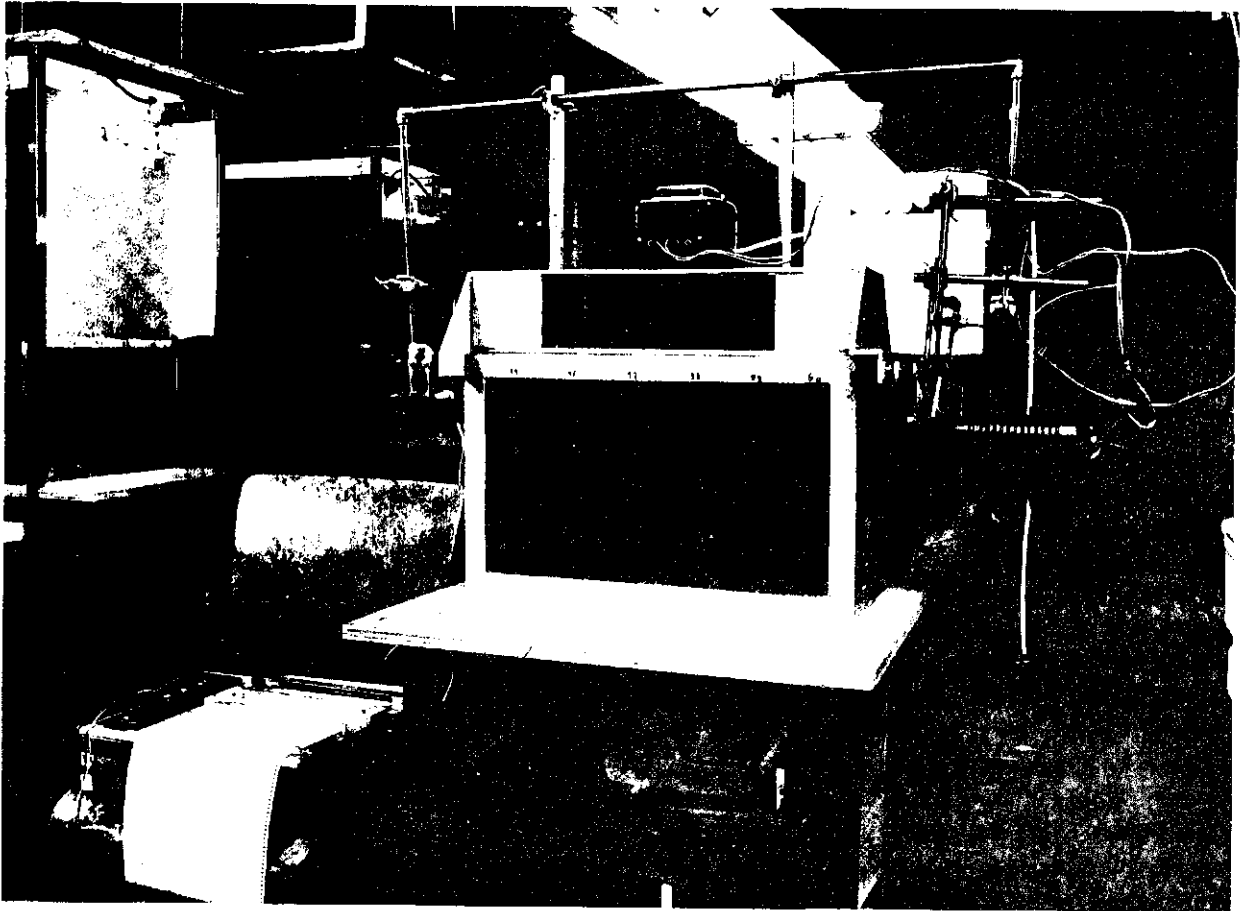
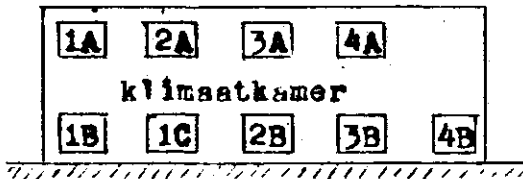
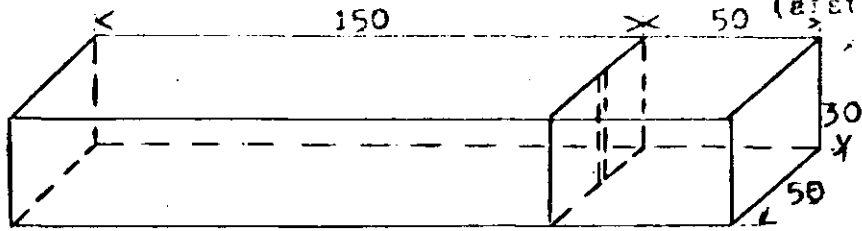


Fig. 4. MES: overzicht van een deel van de proefopstelling.

Fig. 5. MES: bouw, afmetingen en opstelling van de aquaria.



MES : behandeling met dichlofenil (theor. conc. in g.m <sup>-3</sup> )			
1A : 0	2A : 2	3A : 5	4A : 15
1B : 0	2B : 2	3B : 5	4B : 15
1C : 0			

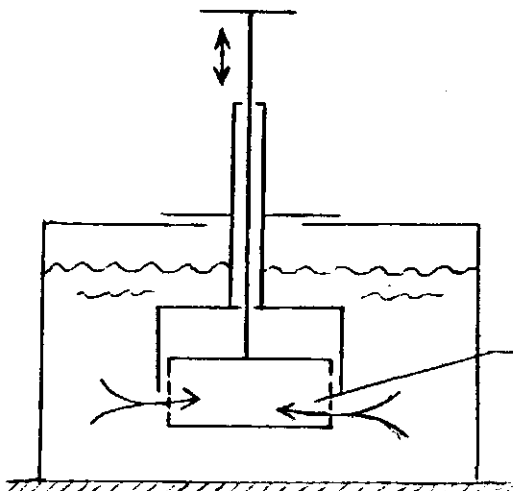


Fig. 6. MES: bemonsterings-apparaat voor zoö-plankton (schematisch).

aluminium cylinder (200 ml).  
aan beide zijden afsluitbaar

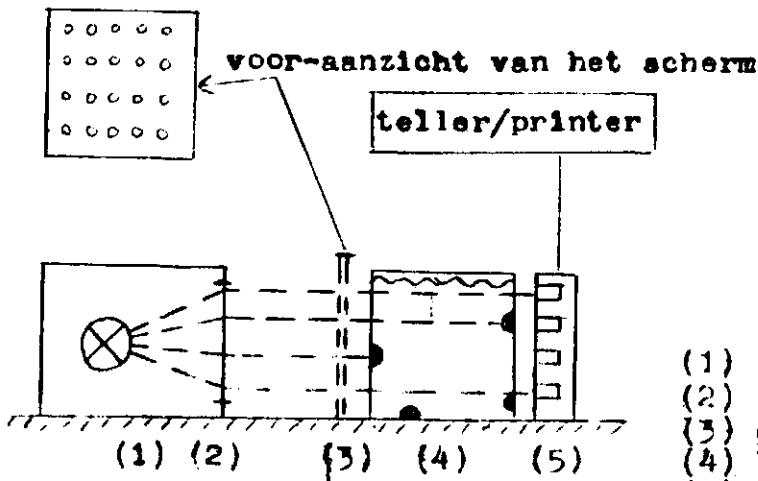
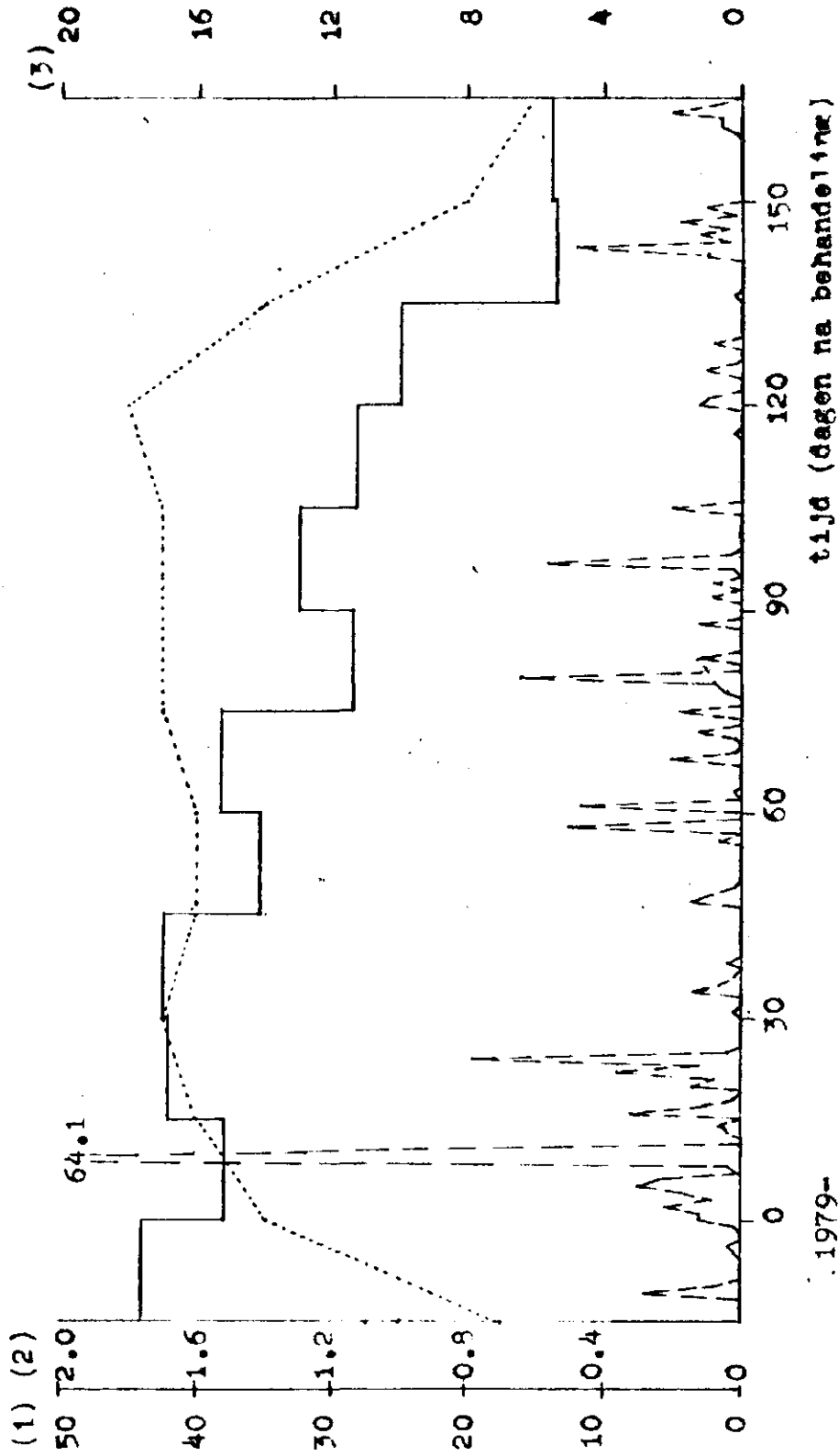


Fig. 7. Proefopstelling voor automatische registratie van de bewegingsactiviteit van proefdieren.

- (1) lichtbron
- (2) lens (+)
- (3) geperforeerd scherm
- (4) bak met proefdieren
- (5) fotocellen

Fig. 8. Sloop: fysische metingen.  
(1) --- neerslag (mm.d<sup>-1</sup>)  
(2) — globale straling: 15-daagse gemiddelden (kJ.cm<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup>)  
(3) ..... watertemperatuur (°C)



1979-  
05-22

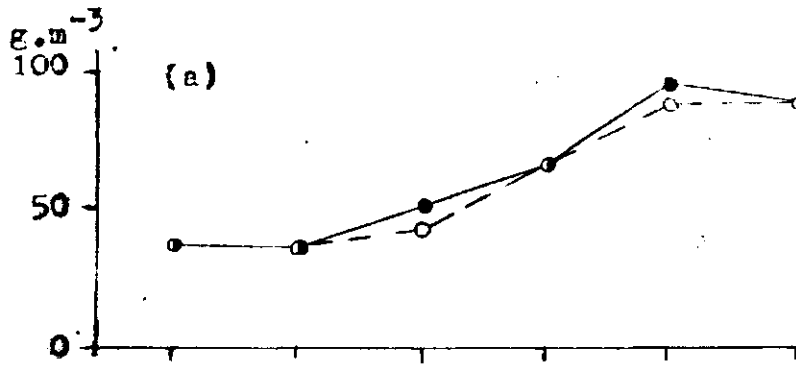
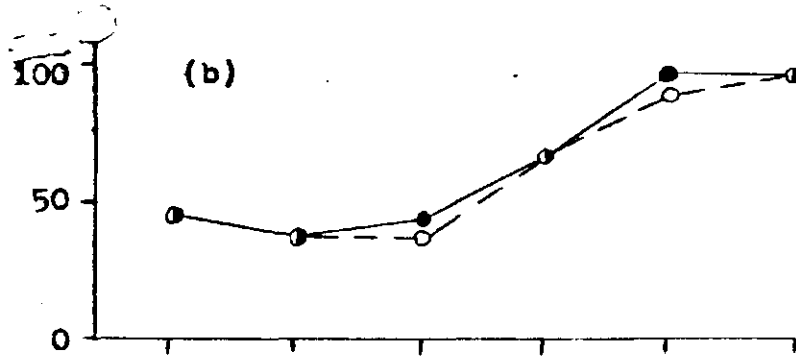


Fig. 9. Sloot: chlorid.  
gesynchroniseerde gegevens voor onbehandelde (a) en behandelde (b) compartimenten.

● — ● comp. 1  
○ — ○ comp. 3



● — ● comp. 2  
○ — ○ comp. 4

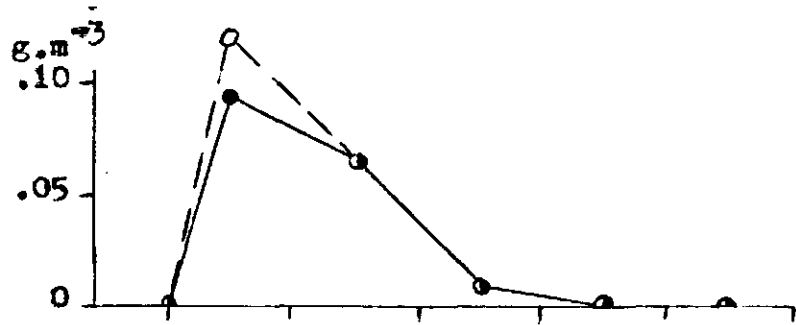


Fig. 10. Sloot: dichlo-benil in water.

legenda: zie Fig. 9b

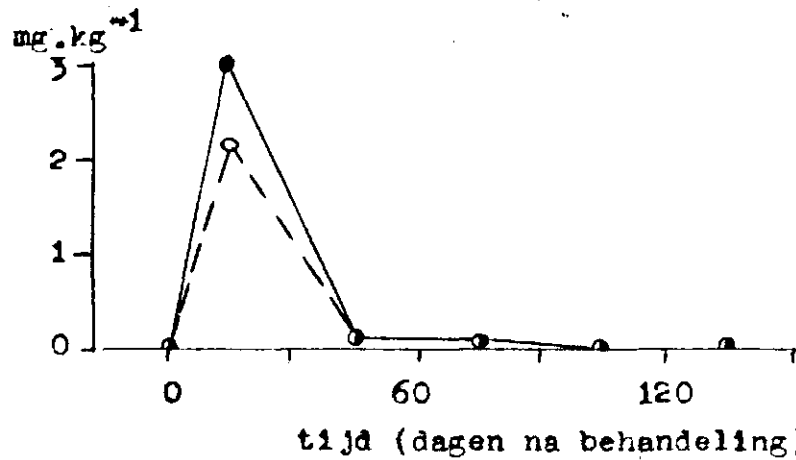


Fig. 11. Sloot: dichlo-benil in bodemmateriaal.

legenda: zie Fig. 9b

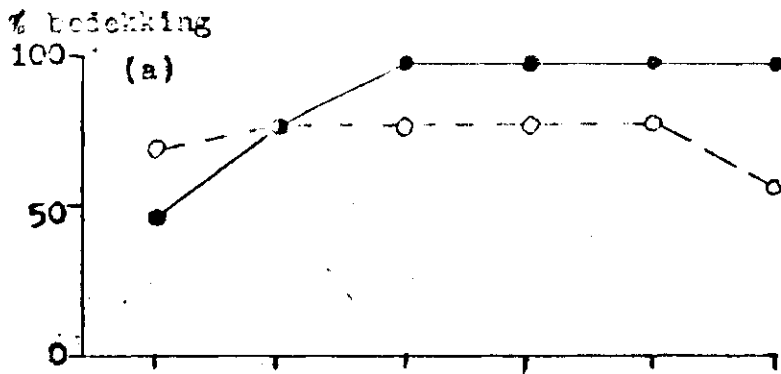


Fig. 12. Sloot; hogere planten.  
legenda: zie Fig. 9

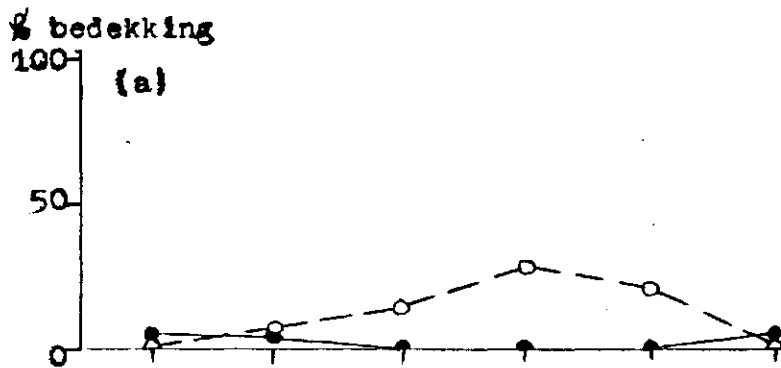
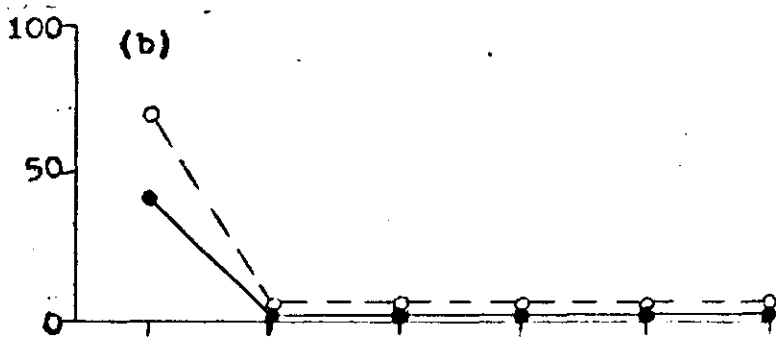
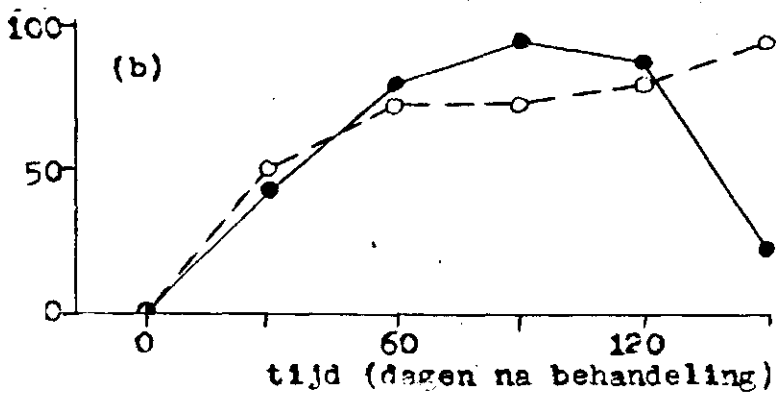


Fig. 13. Sloot; draad-  
algen.  
legenda: zie Fig. 9



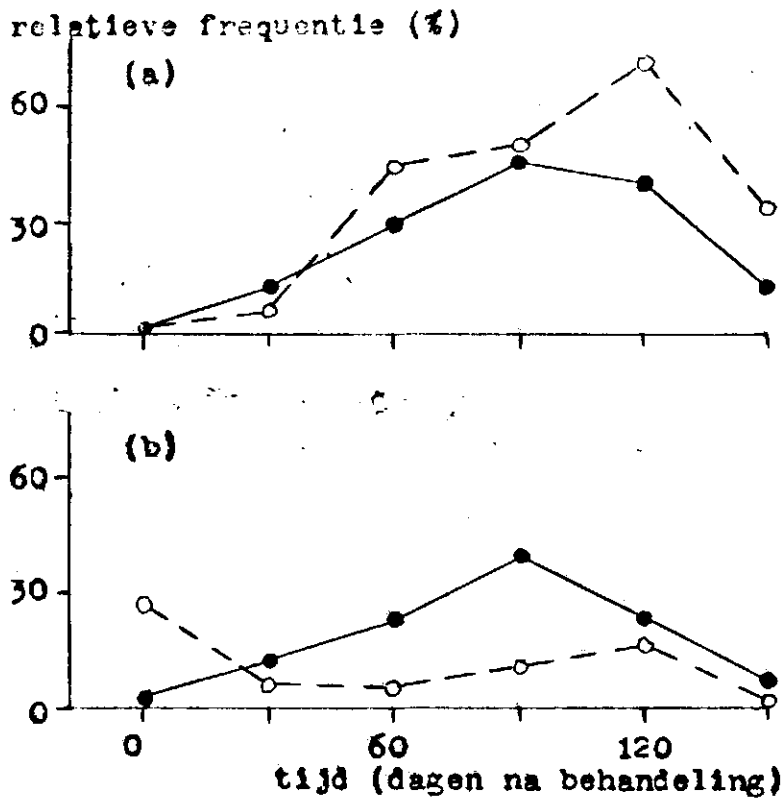


Fig. 14. Sloot: fytoplankton.

legenda: zie Fig. 9

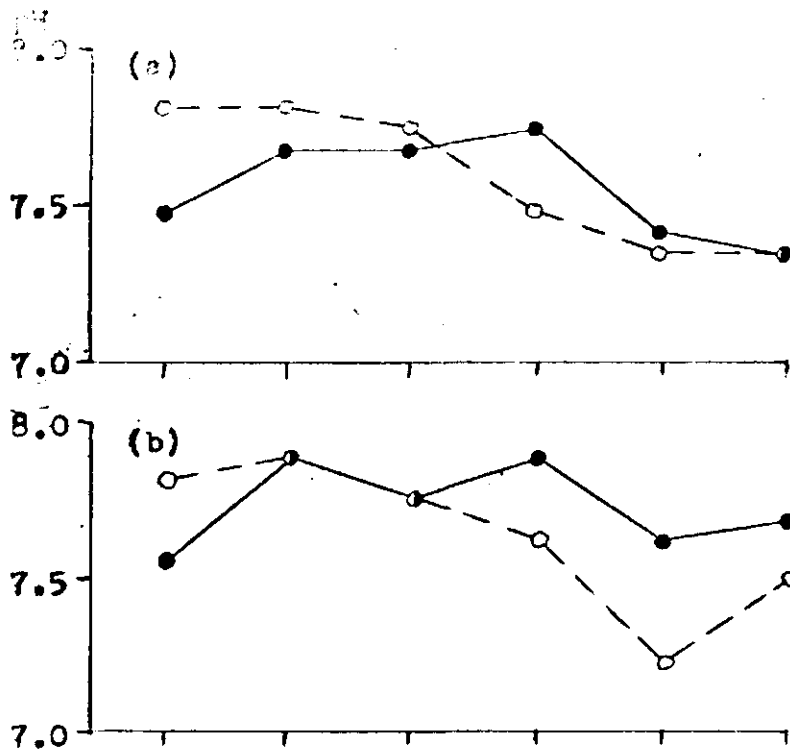


Fig. 15. Sloop: zuurgraad.  
legenda: zie Fig. 9

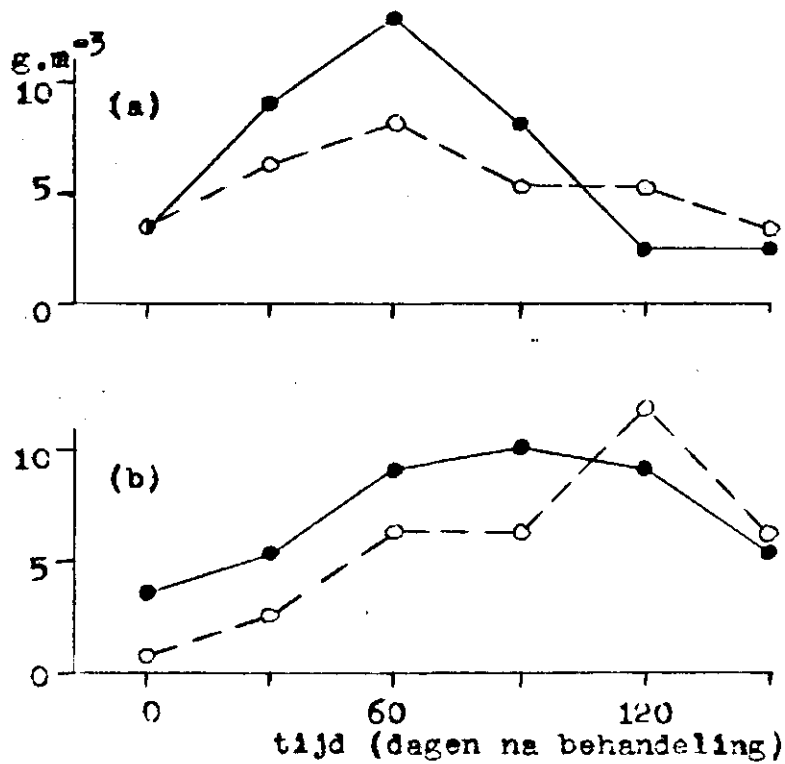


Fig. 16. Sloop: zuurstof.  
legenda: zie Fig. 9

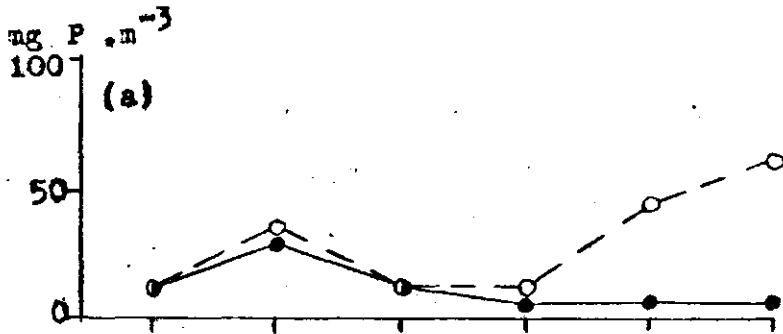


Fig. 17. Sloot; ortho-fosfaat.

legenda: zie Fig. 9

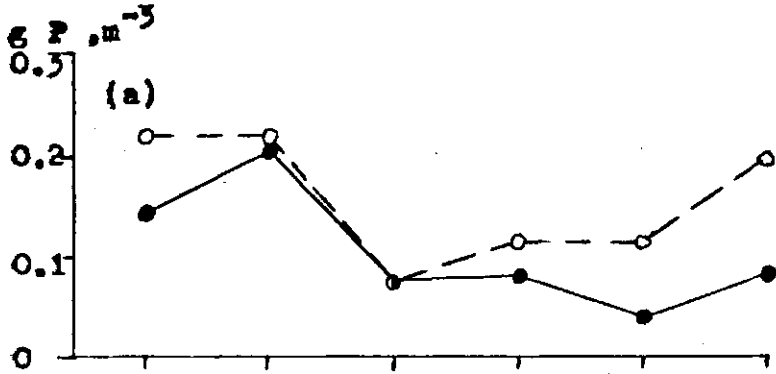
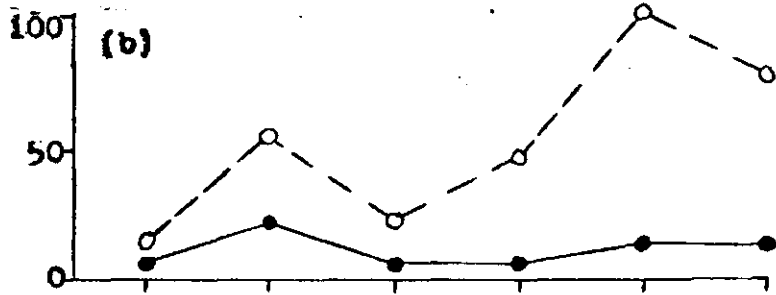
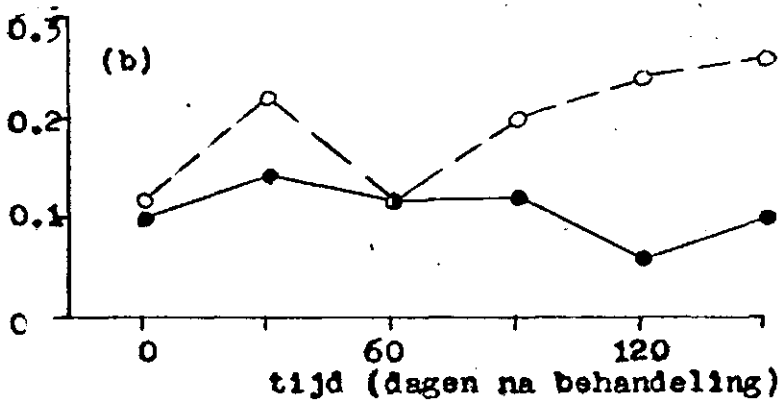


Fig. 18. Sloot; totaal-fosfaat.

legenda: zie Fig. 9





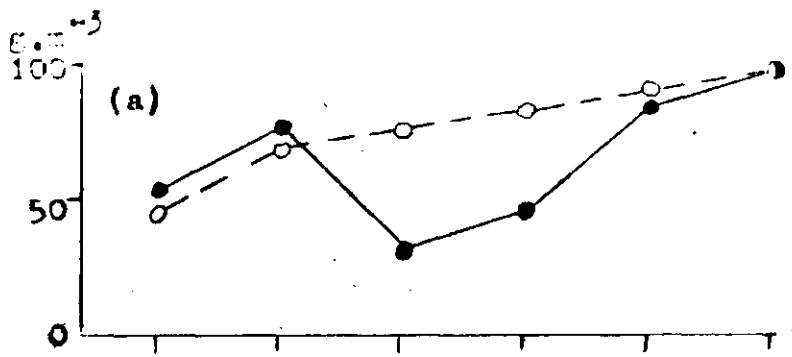


Fig. 19. Sloop:  
calcium.  
legenda: zie Fig. 9

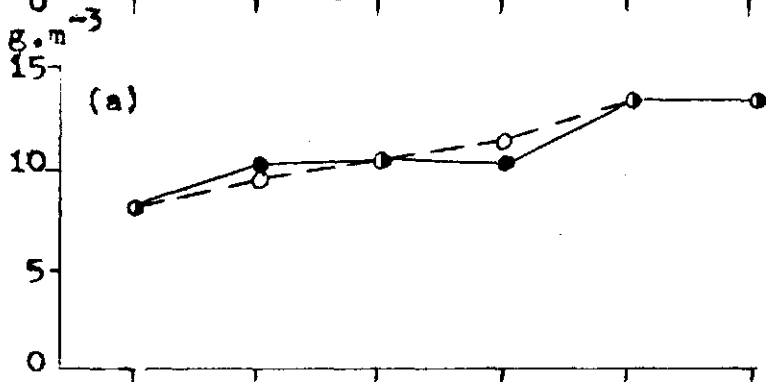
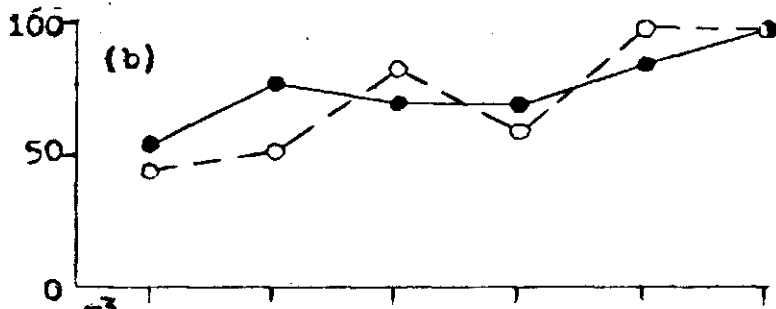
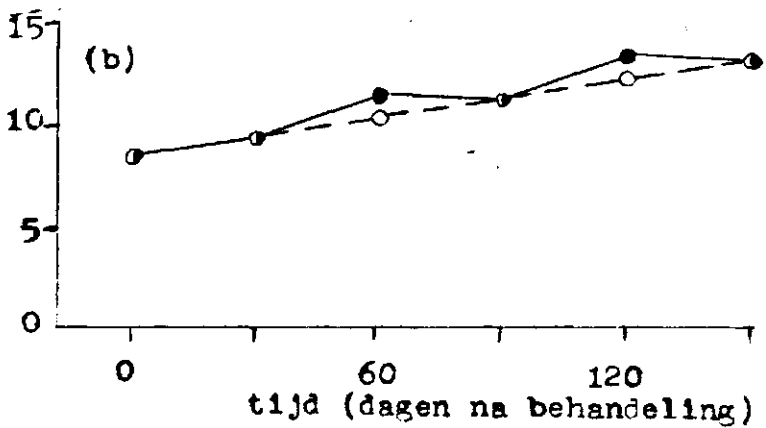


Fig. 20. Sloop:  
magnesium.  
legenda: zie Fig. 9



tijd (dagen na behandeling)

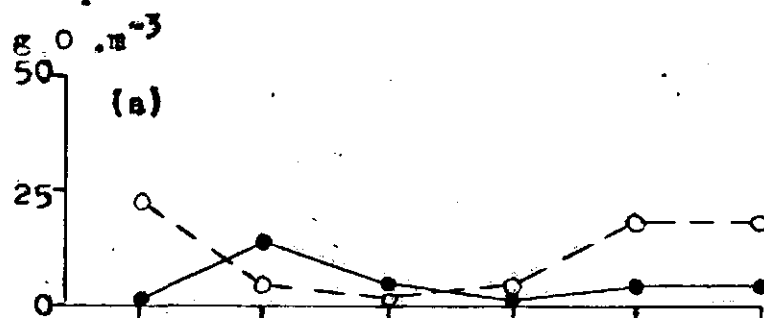


Fig. 21. Sloot: chemisch zuurstofverbruik.

legenda: zie Fig. 9

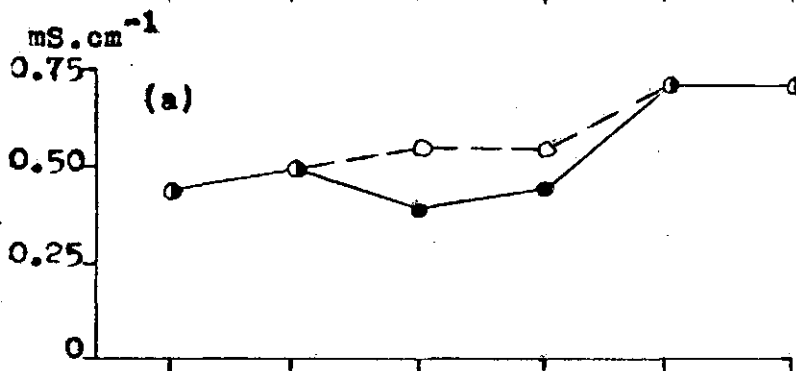
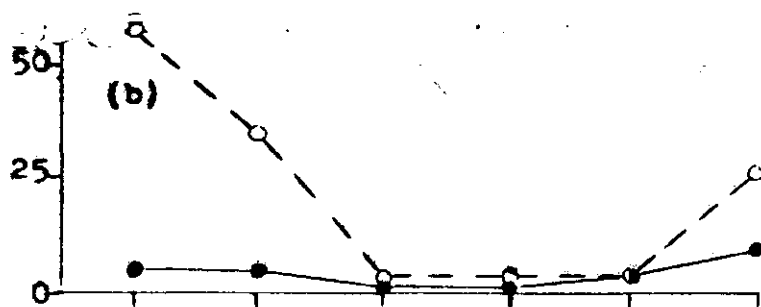
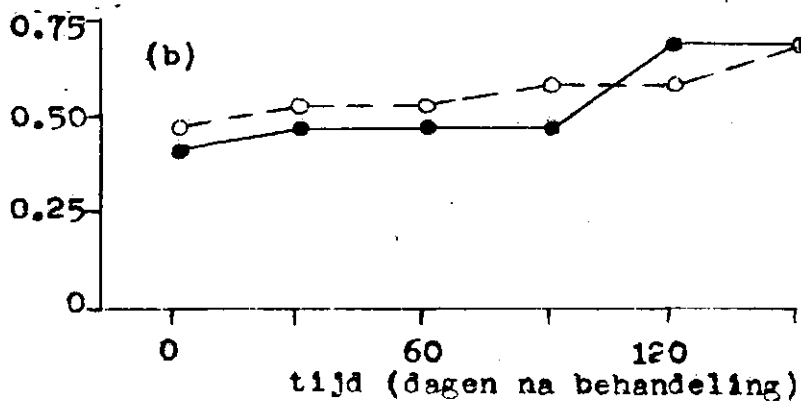


Fig. 22. Sloot: elektrisch geleidingsvermogen.

legenda: zie Fig. 9



tijd (dagen na behandeling)

Fig. 23. MES: chloride.

Fig. MES	dosering	symb. MES	oorspronkelijke gegevens
(a) 1A,B,C	0 g.m <sup>-3</sup>	●—●	..A
(b) 2A,B	2 g.m <sup>-3</sup>	○—○	..B
(c) 3A,B	5 g.m <sup>-3</sup>	*—*	1C
(d) 4A,B	15 g.m <sup>-3</sup>	↑	1C; planten met de hand verwijderd op t = 89

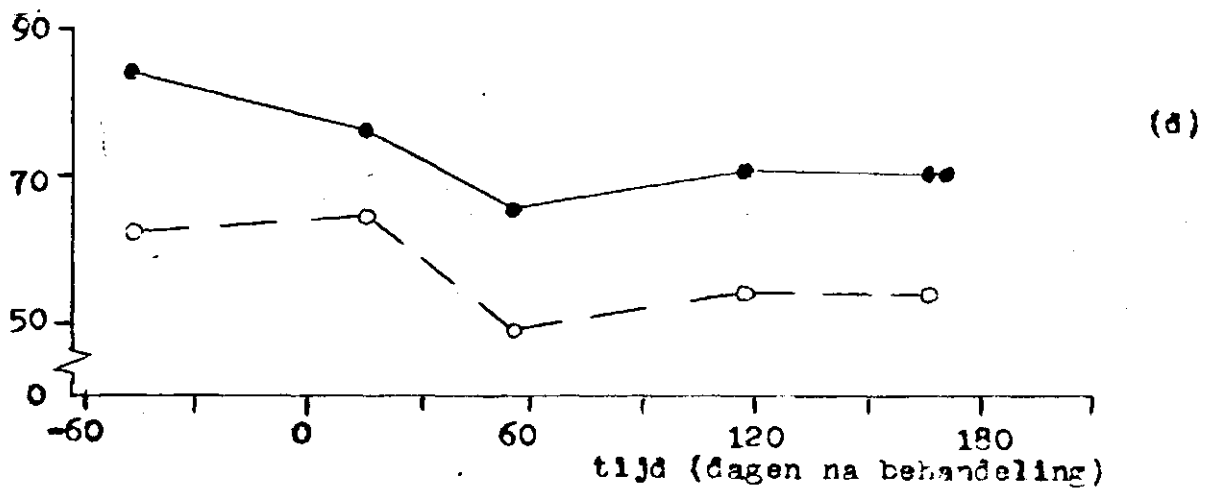
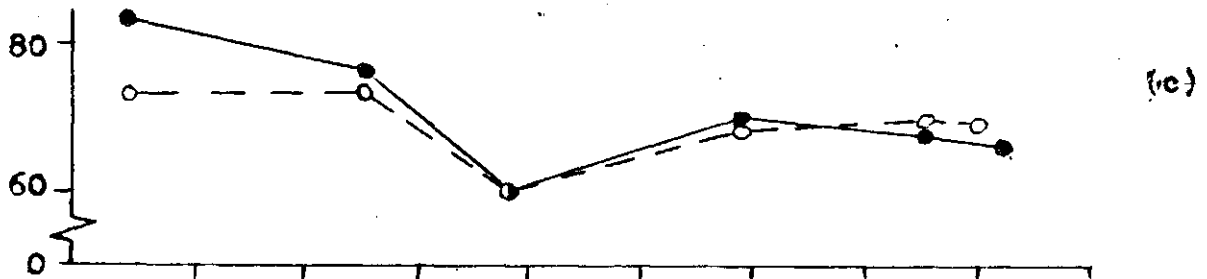
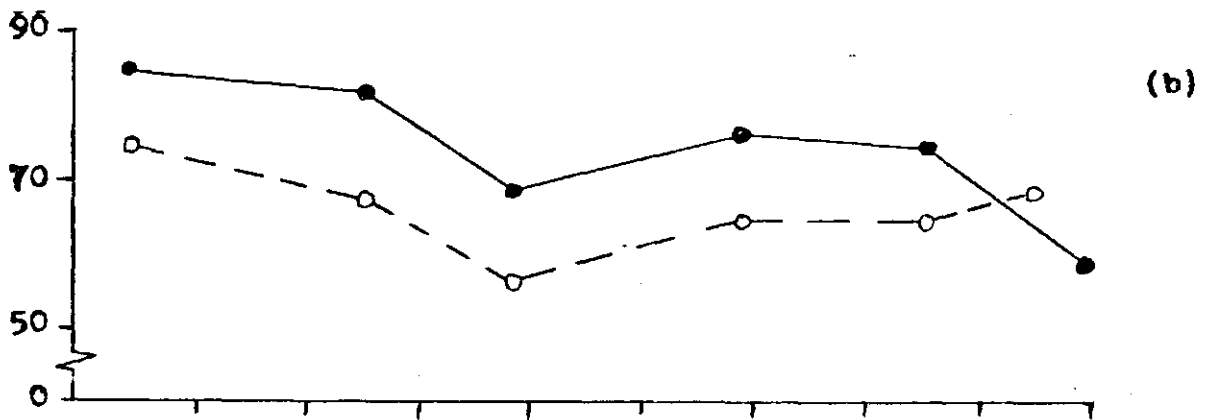
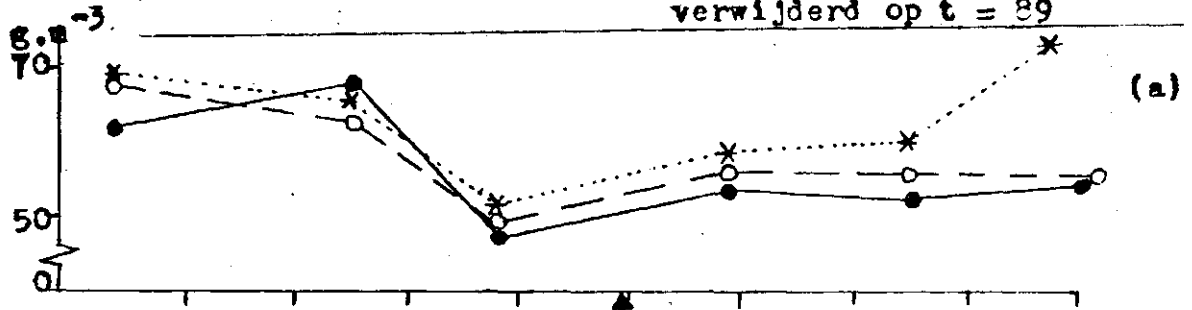
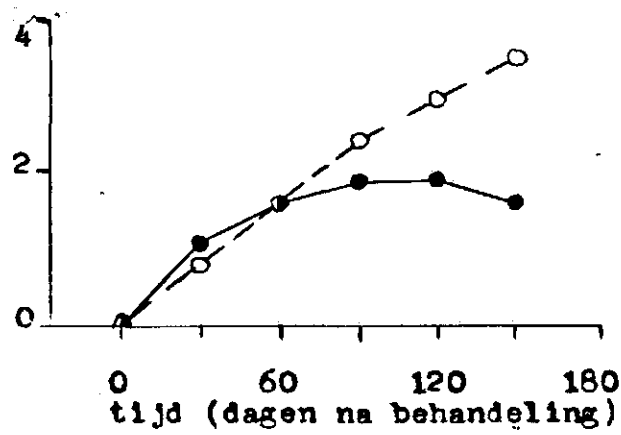
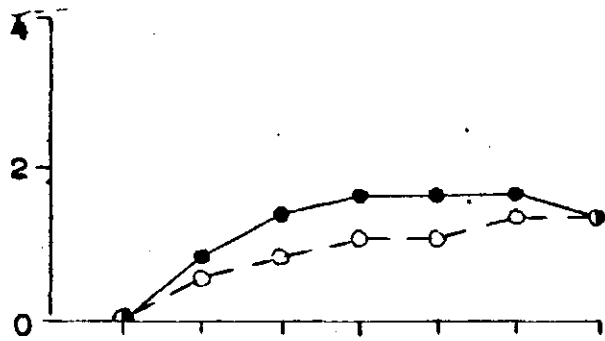
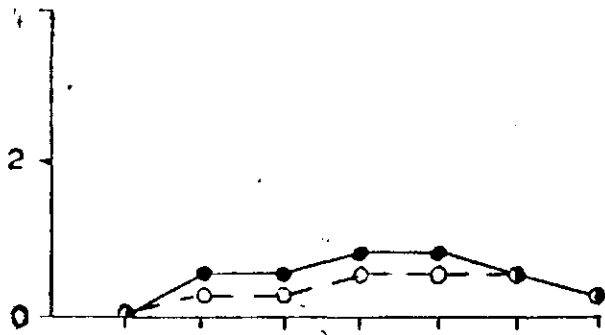


Fig. 24. WGD: stichting 41  
in filter.

legenda: zie Fig. 23  
gesynchroniseerde gegevens



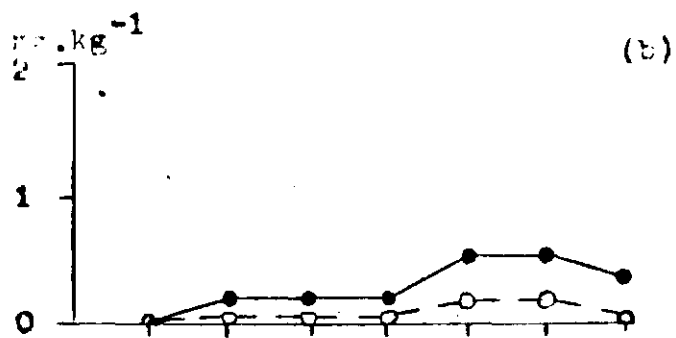
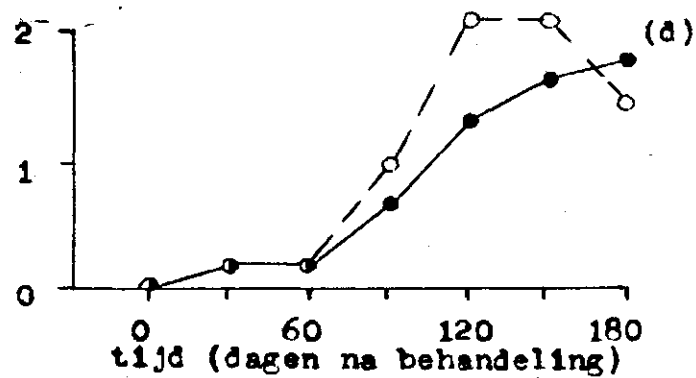
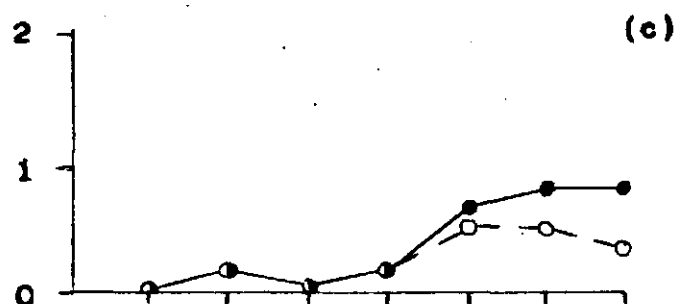


Fig. 25. MES: dichlobenil  
in bodemmaterieel.

legenda: zie fig. 23  
gesynchroniseerde gegevens



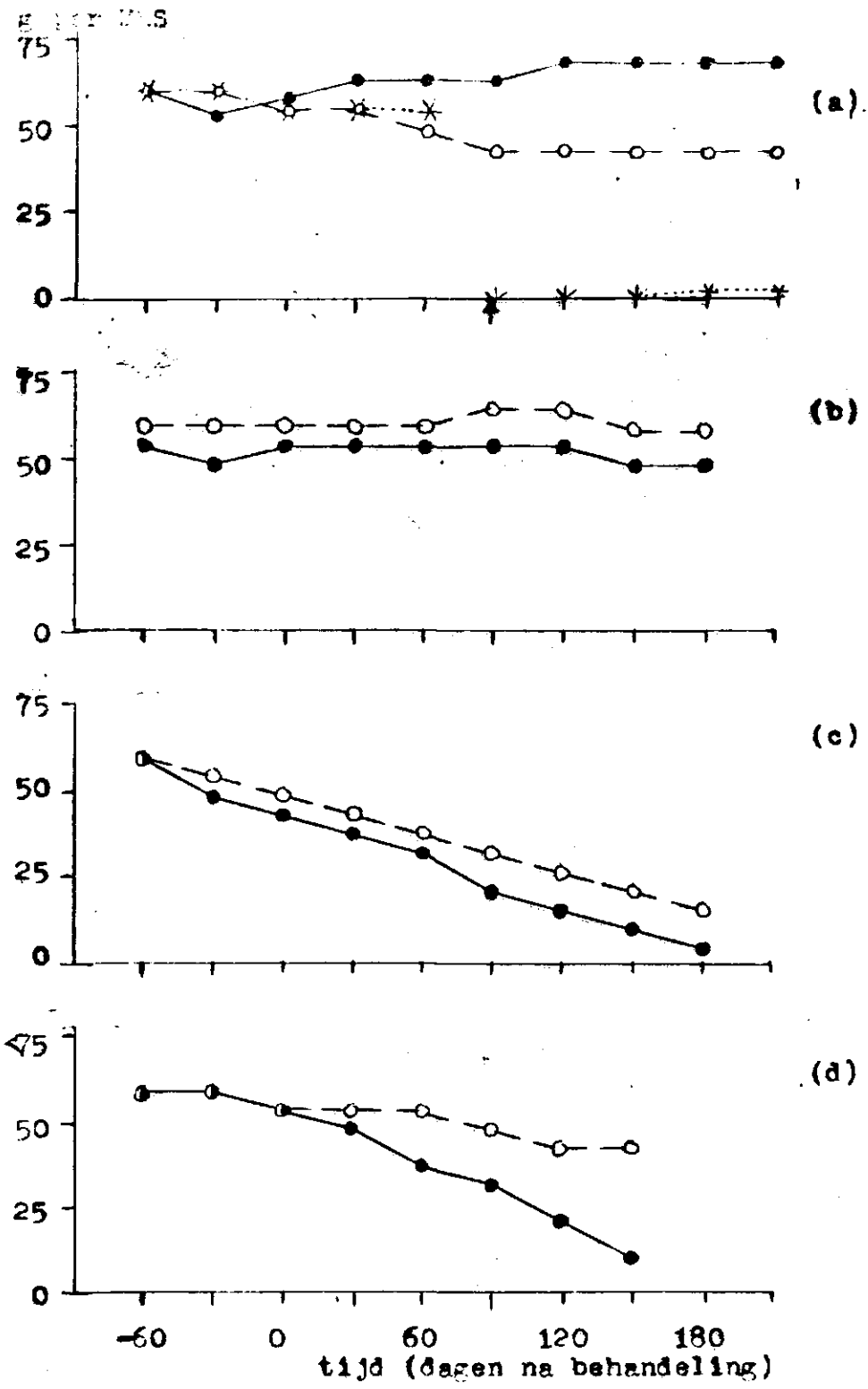


Fig. 26. MES: hogere planten.  
legenda: zie Fig. 23; gesynchroniseerde gegevens

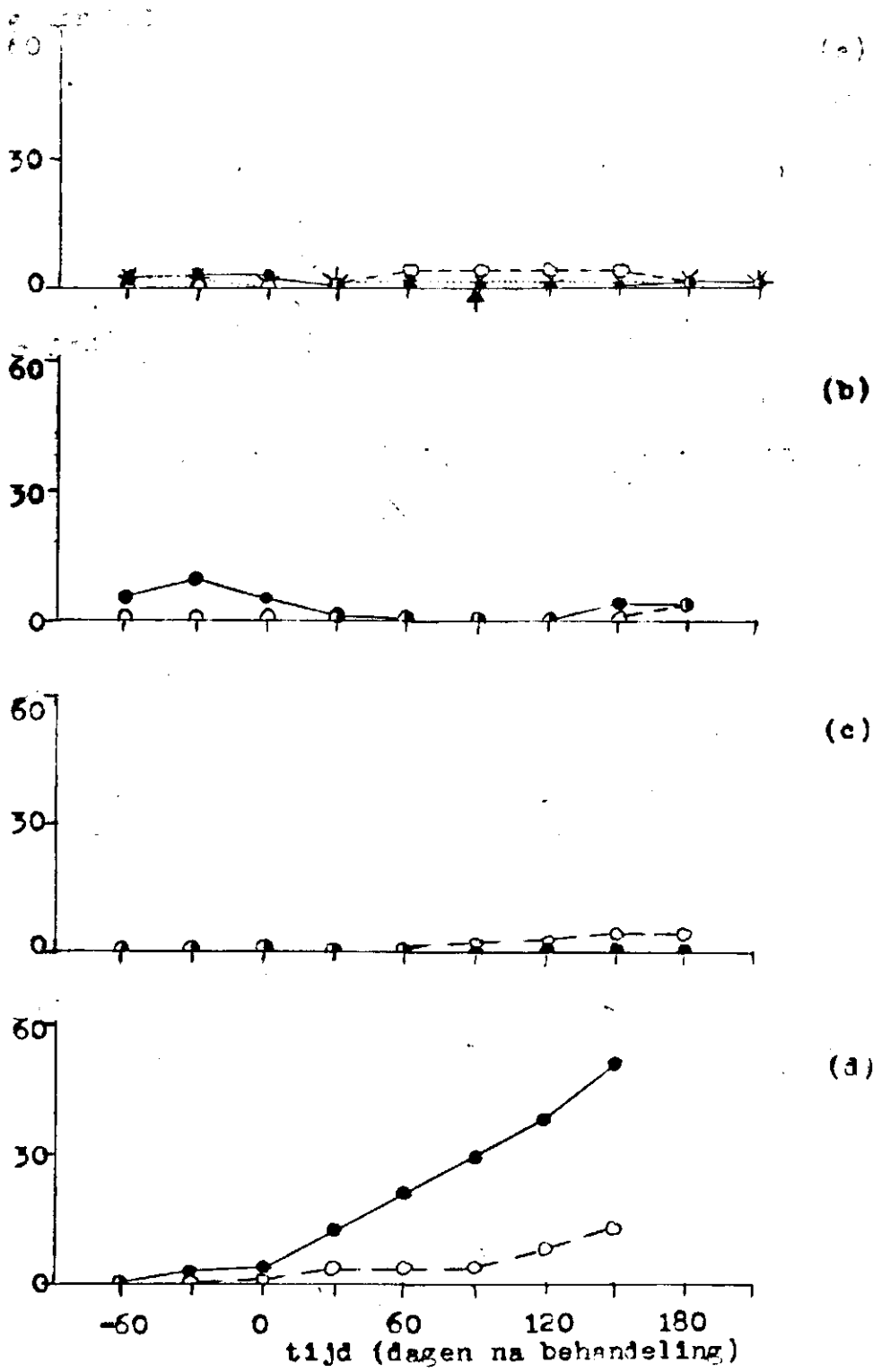


Fig. 27. MES; draadalgen.

legenda: zie Fig. 23; gesynchroniseerde gegevens

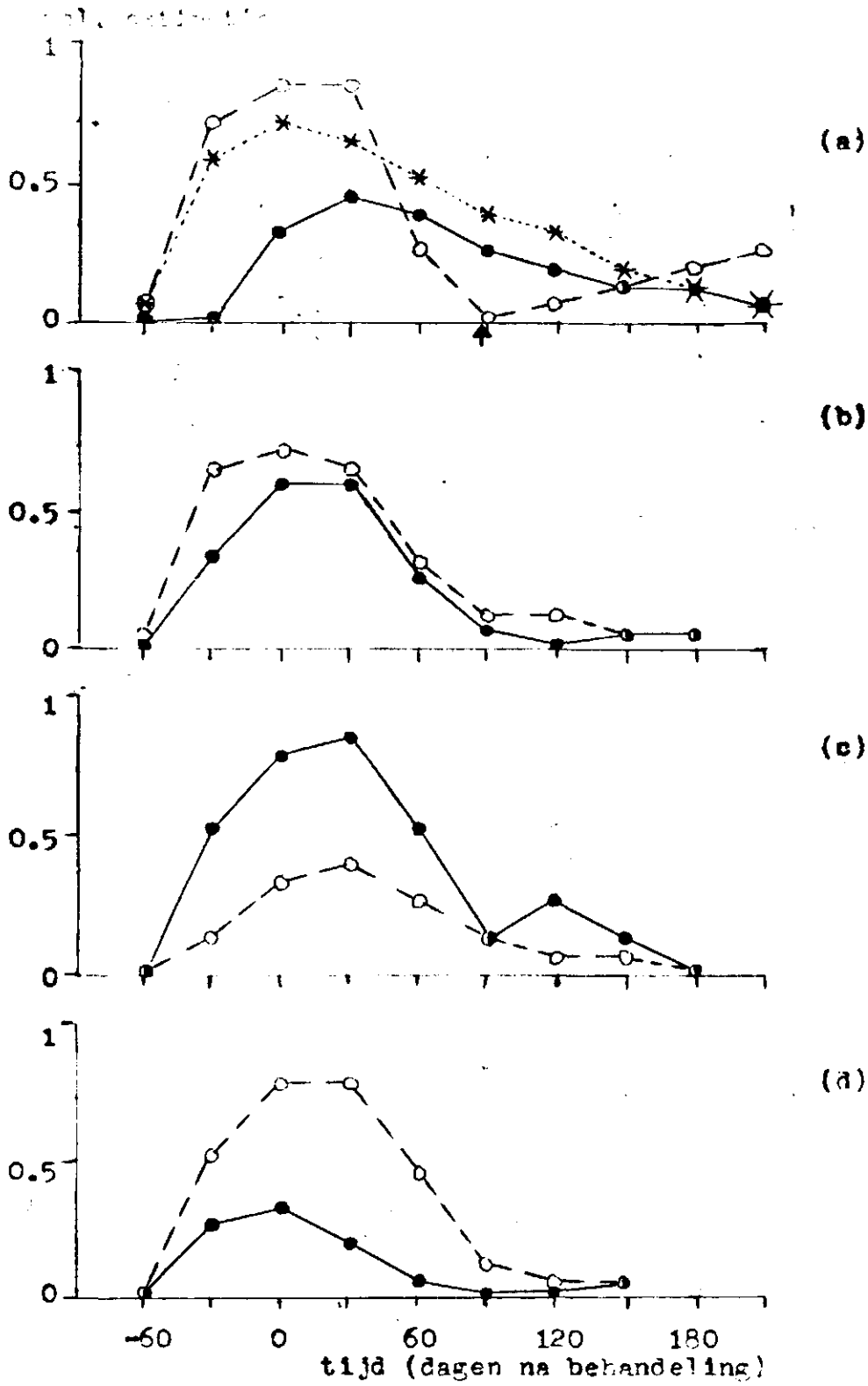


Fig. 28. MES: fytoplankton.

legenda: zie Fig. 23; gesynchroniseerde gegevens



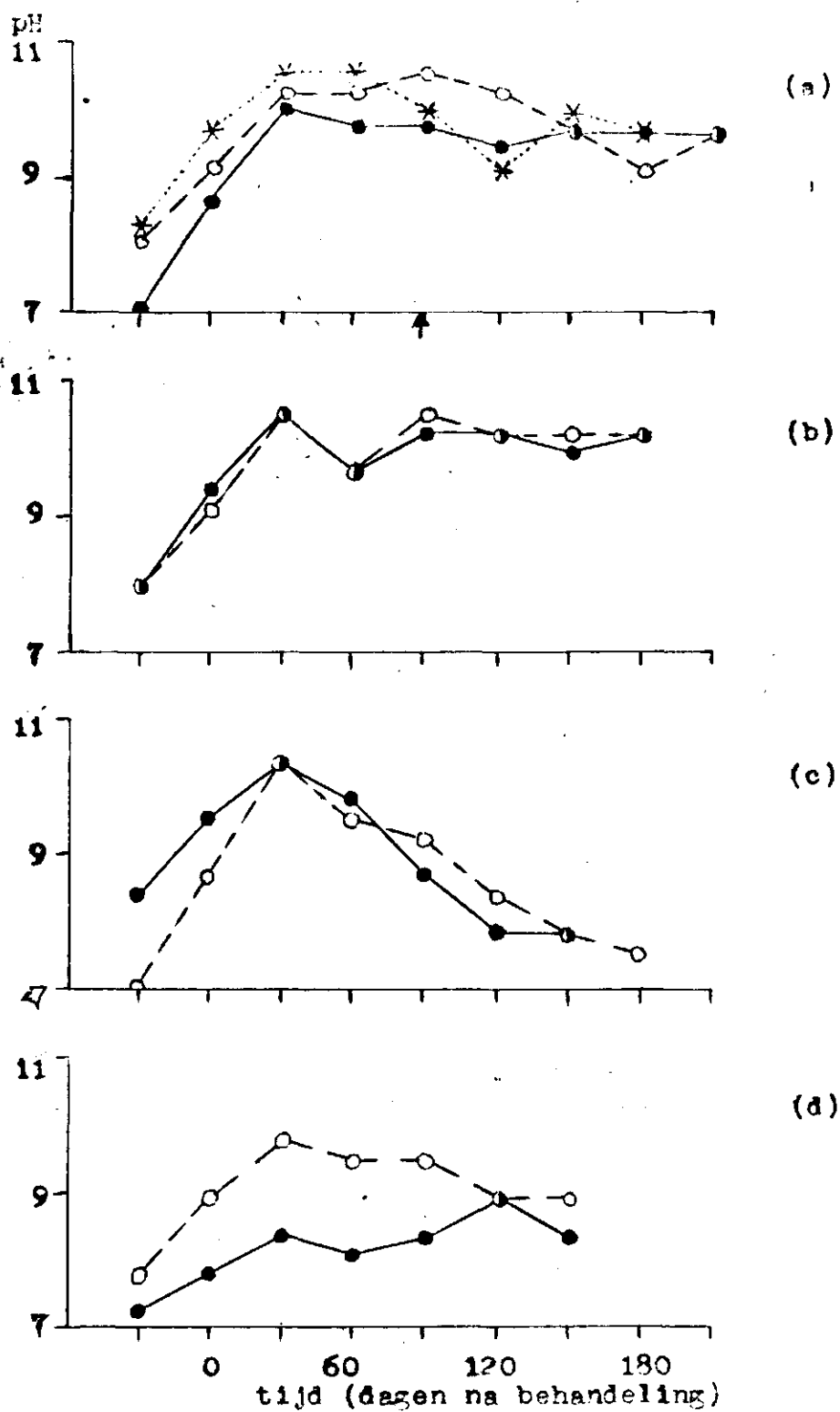


Fig. 29. MES: zuurgraad.

legenda: zie Fig. 23; gesynchroniseerde gegevens

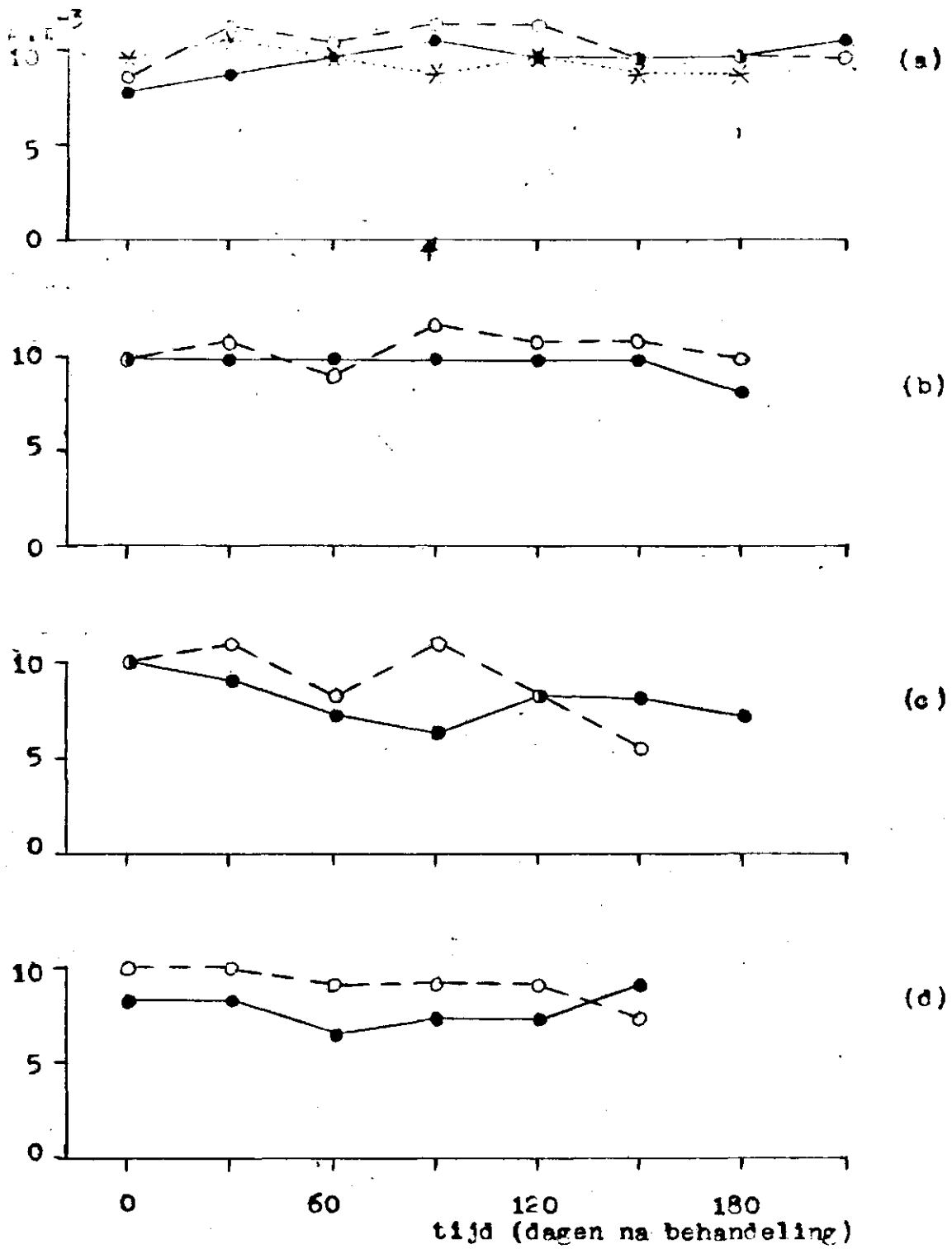


Fig. 30. MES: zuurstof.

legenda: zie Fig. 23; gesynchroniseerde gegevens

Fig. 31. MES: ortho-fosfaat. legenda: zie Fig. 23

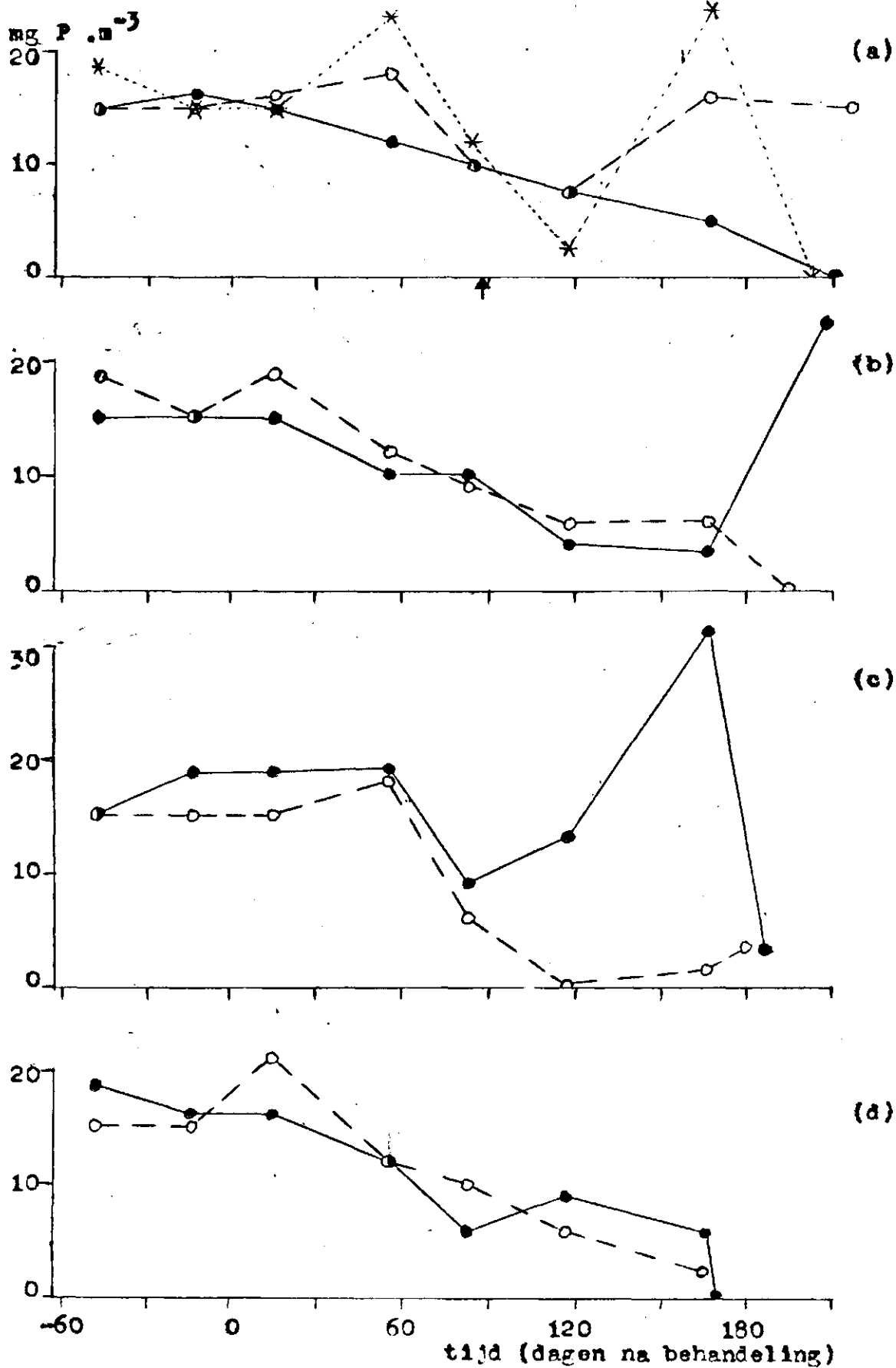


Fig. 32. MES: totaal-fosfaat, legenda: zie Fig. 23

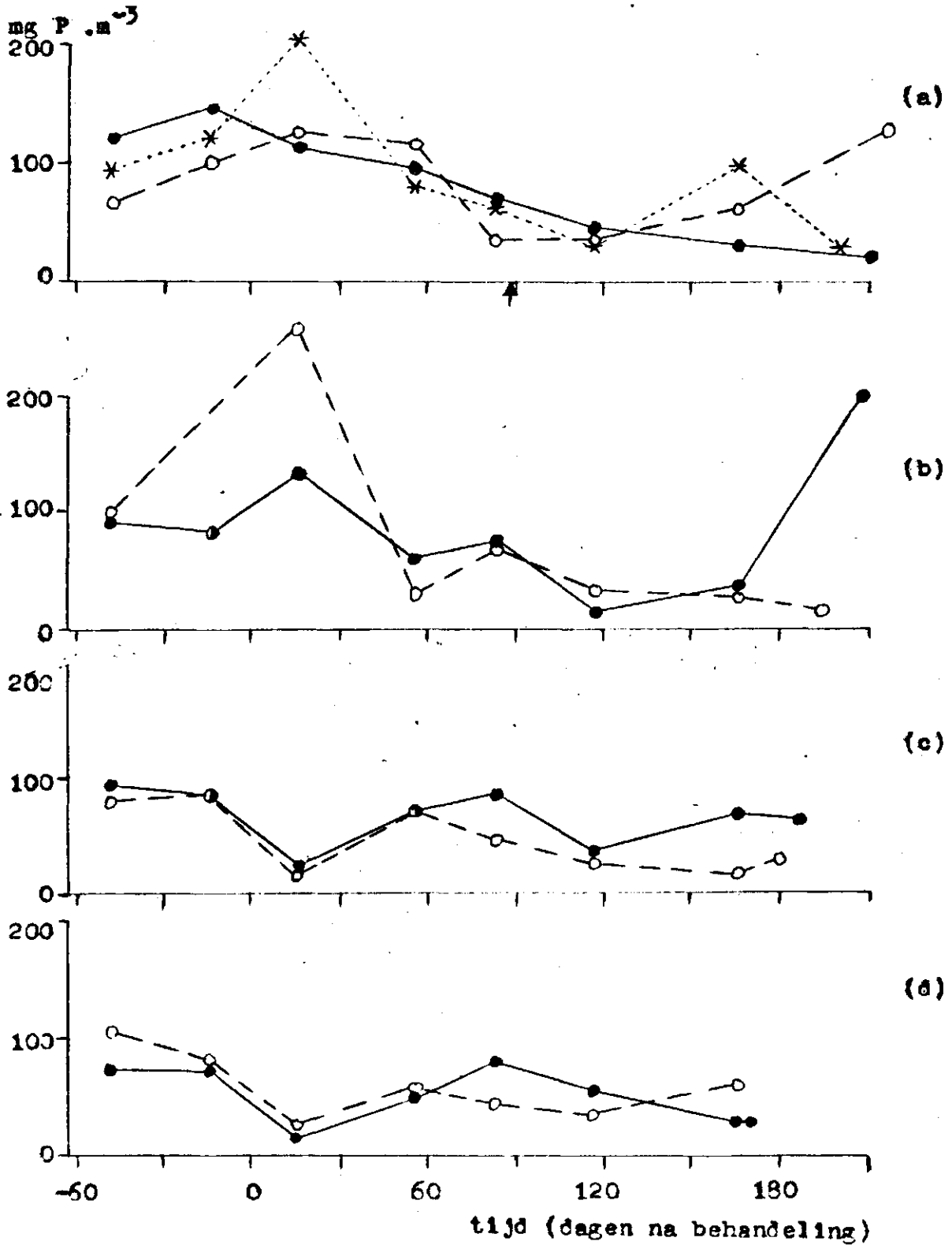


Fig. 33. MES: calcium. legenda: zie Fig. 23

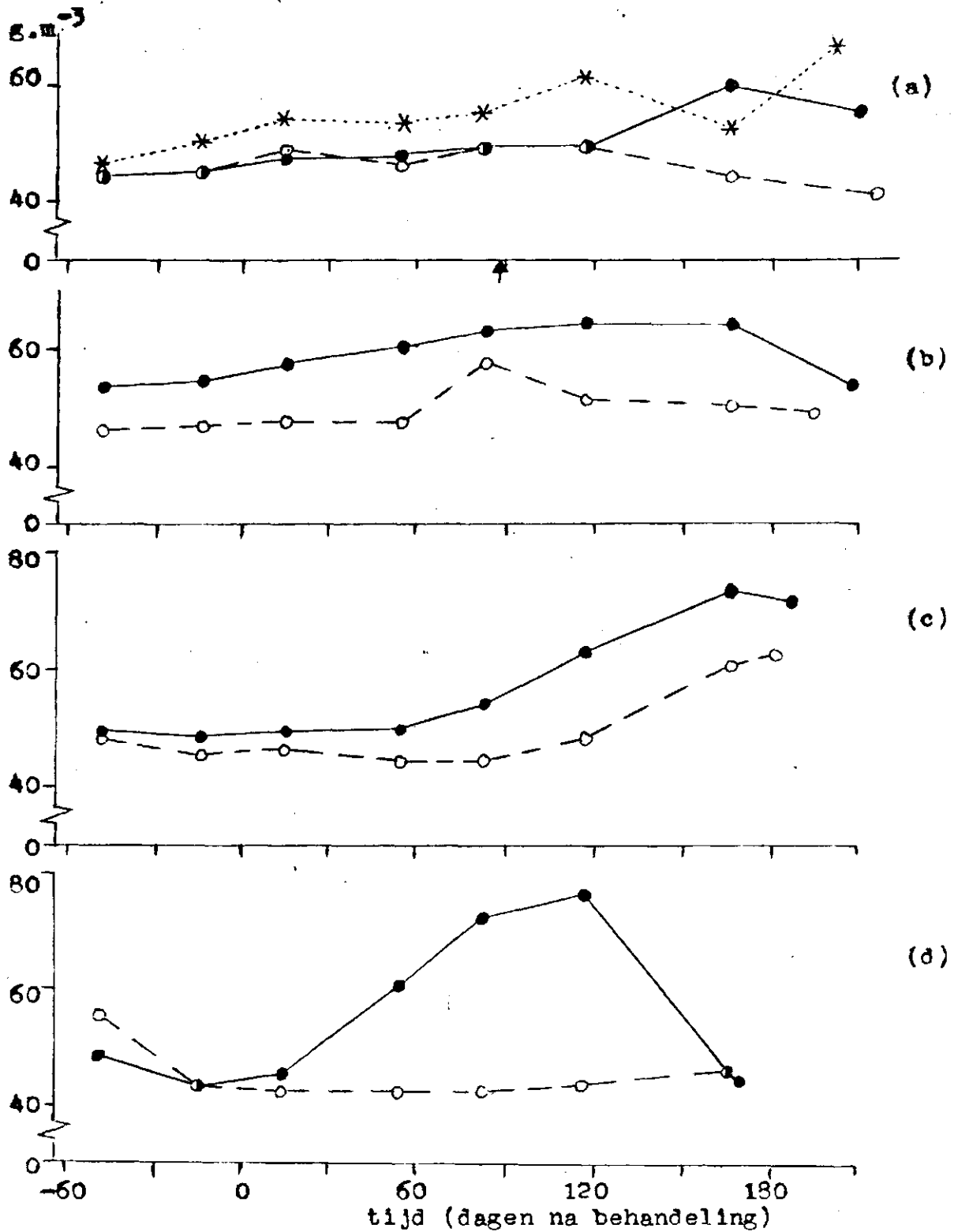


Fig. 34. MB3: magnesium, legenda: zie Fig. 23

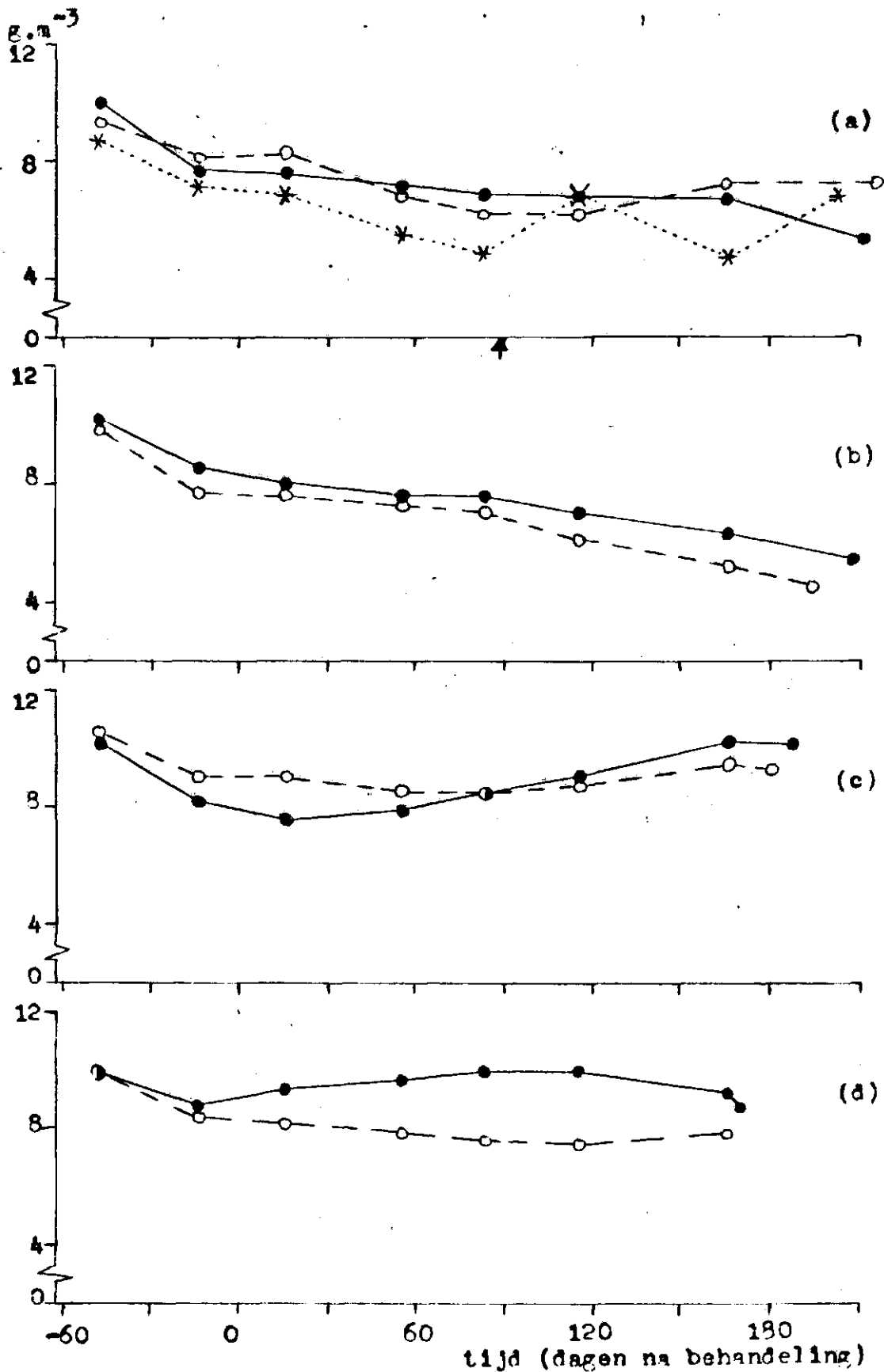


Fig. 35. MES: chemisch zuurstofverbruik.  
legendas zie Fig. 23

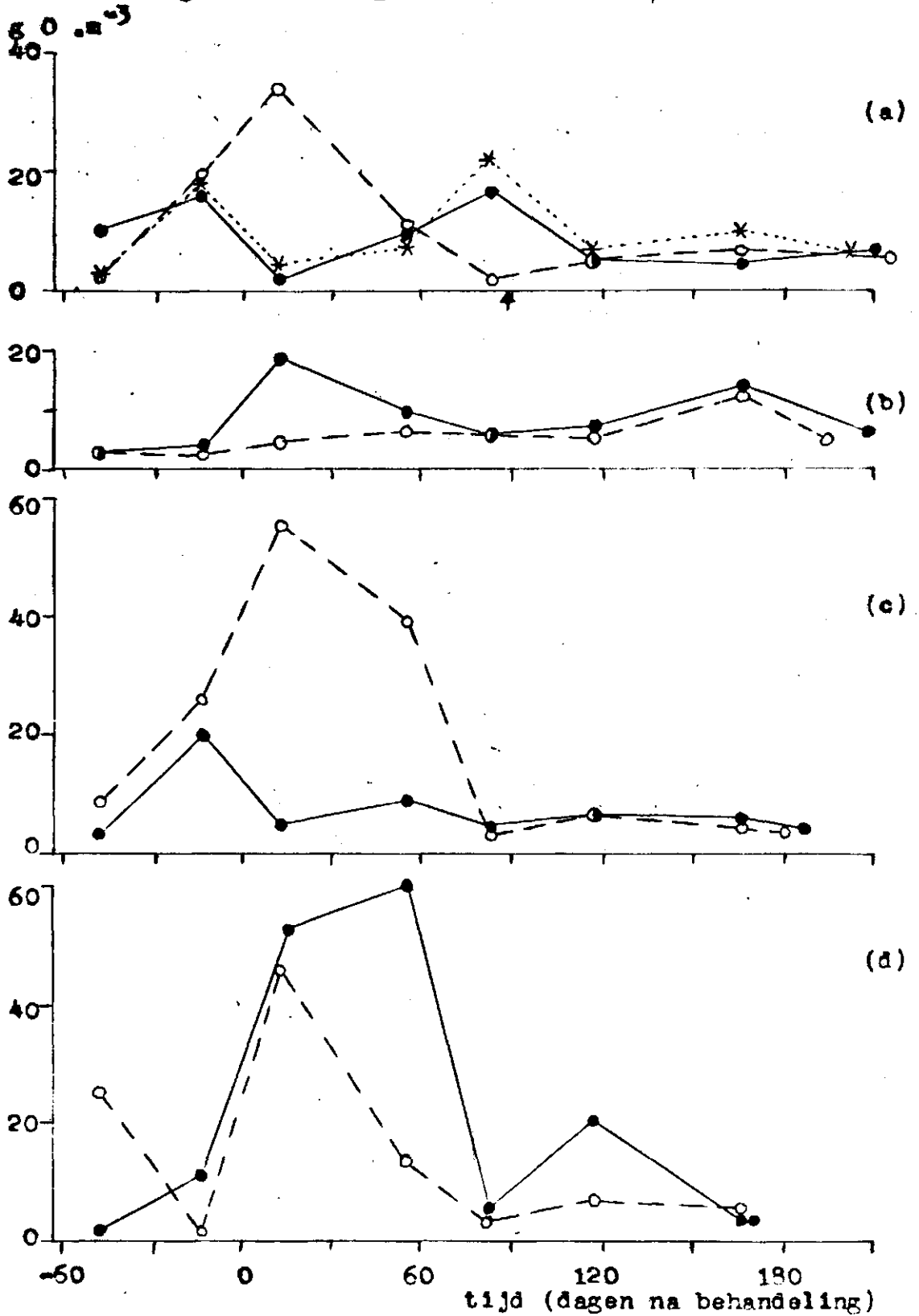
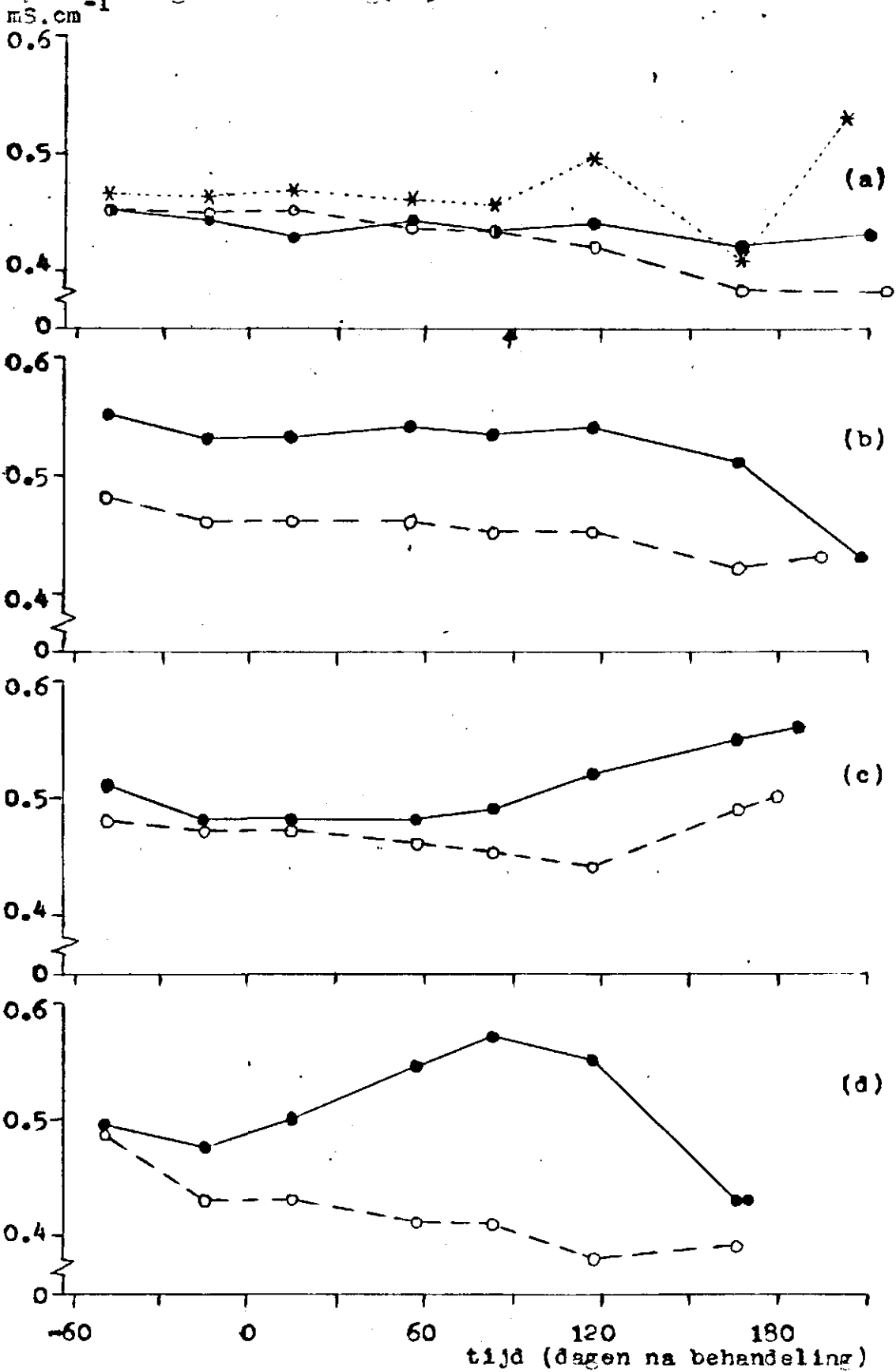


Fig. 30. EEG: elektrische geleiding van hersen.  
-1 legenda: zie Fig. 23





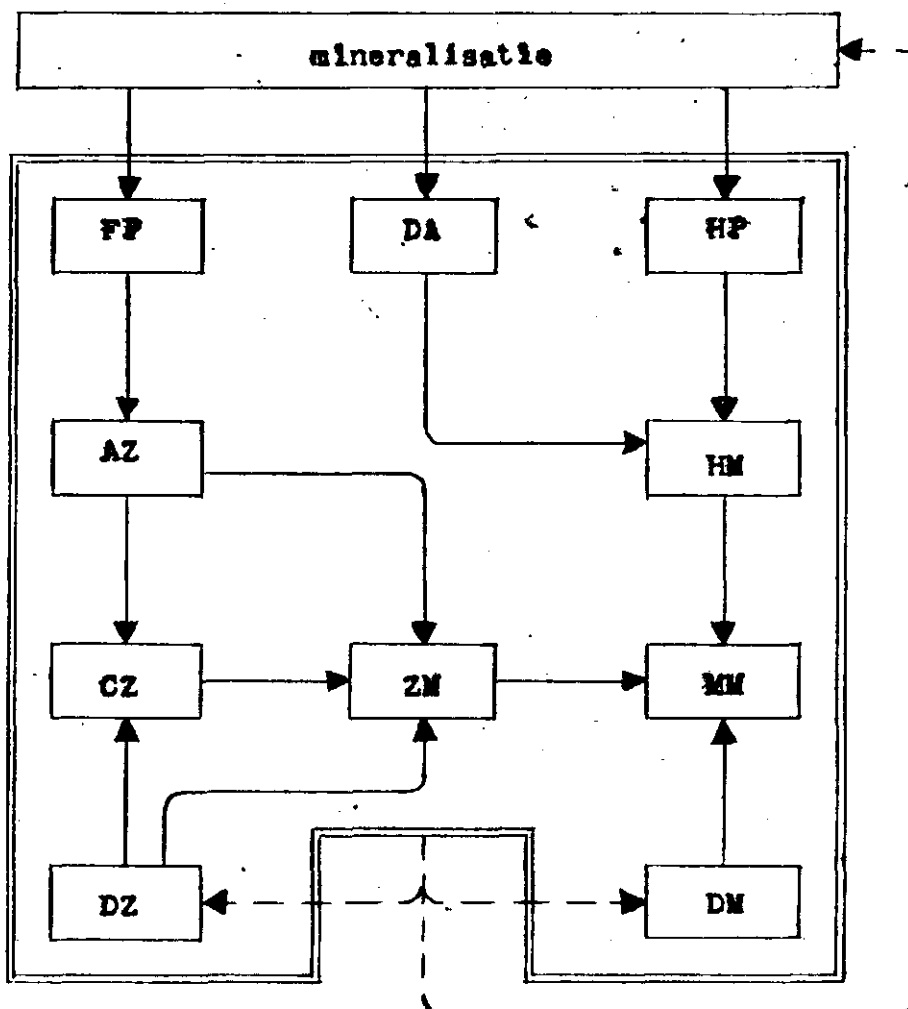


Fig. 37. Voedselrelaties in MES en sloop (vereenvoudigd).

—> opbouw  
 - - -> afbraak

AZ = algivoor zoöplankton  
 CZ = carnivoor zoöplankton  
 DA = draadalgen  
 DM = detritivoor makrofauna  
 DZ = detritivoor zoöplankton

FP = fytoplankton  
 HM = herbivoor makrofauna  
 HP = hogere planten  
 MM = makrofauna-etende makrofauna  
 ZM = zoöplankton-etende makrofauna

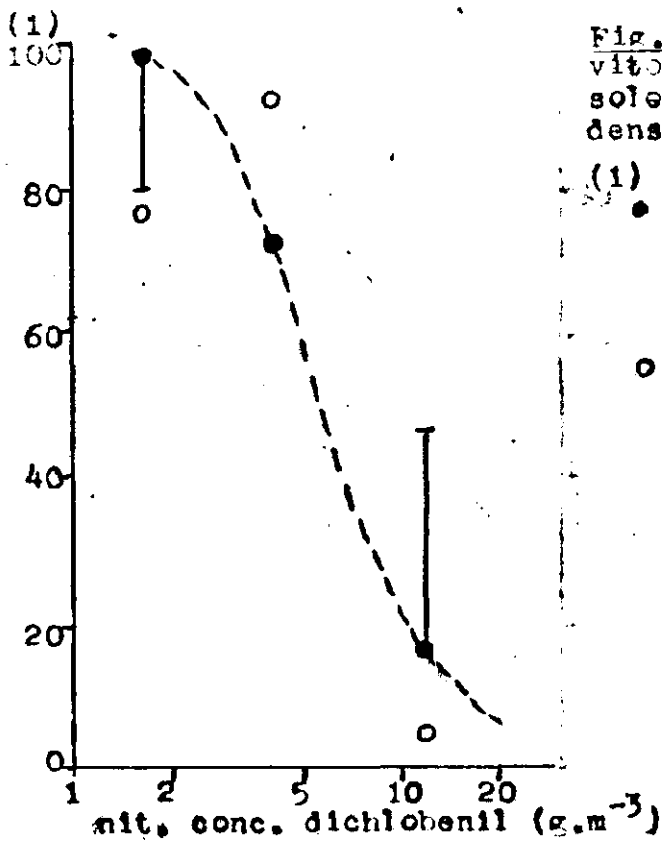


Fig. 38. Relatieve bewegingsactiviteit van *Physa fontinalis* (geïsoleerde populaties) voor en tijdens blootstelling aan dichlobenil.

- (1)
- mediane verplaatsing per dier per 20 minuten als % van controle, gemiddeld over 20 dieren en 7 uur blootstelling - standaardafwijking.
  - gemiddeld aantal lichtstraalonderbrekingen per 20 dieren per 30 minuten als % van controle, gedurende 7 uur blootstelling.

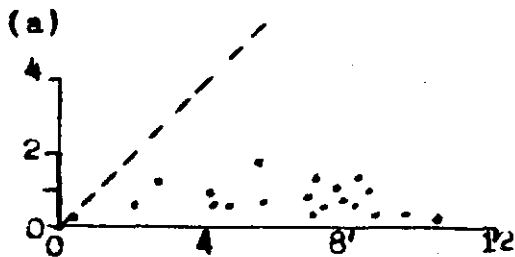
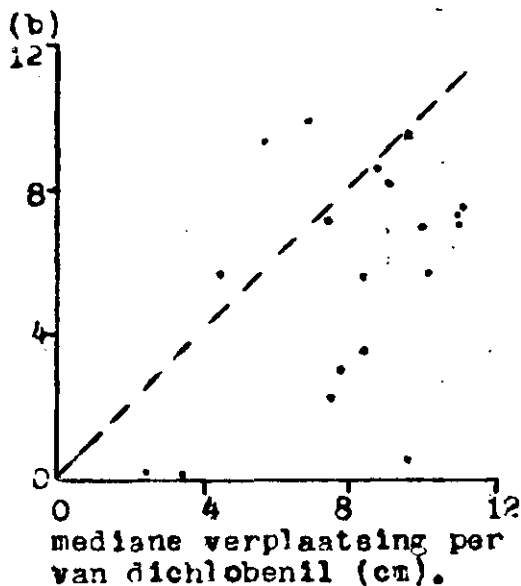
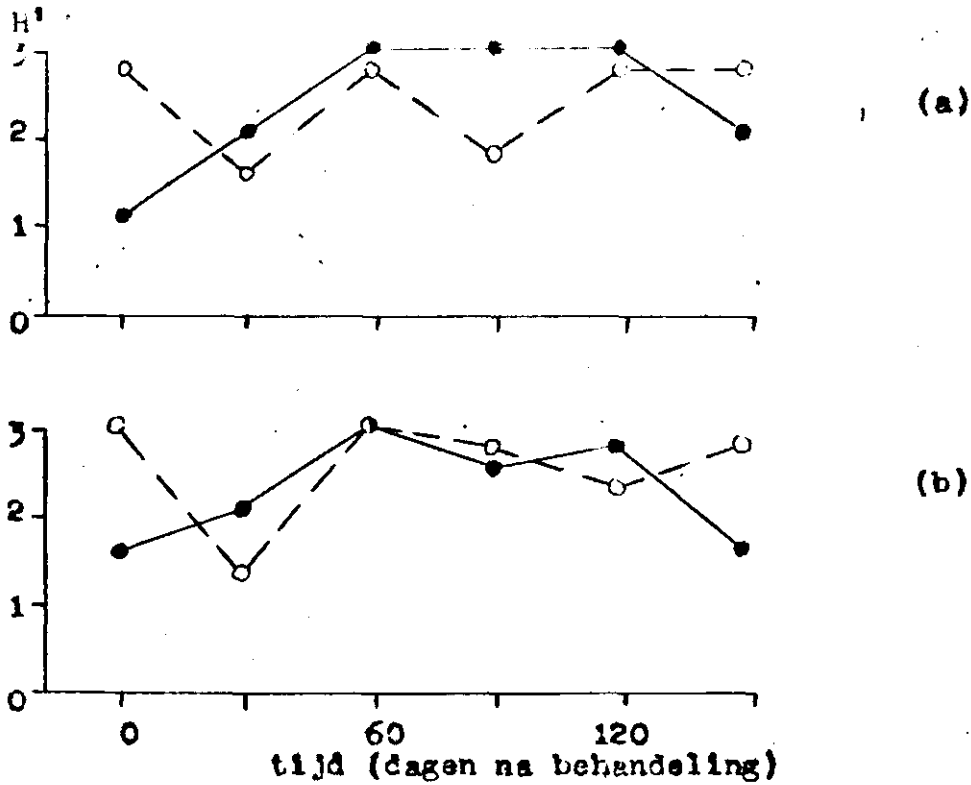


Fig. 39. Mediane verplaatsing van *Physa fontinalis* (geïsoleerde populaties) voor en tijdens blootstelling aan dichlobenil.

- (a) mediane verplaatsing per dier per 20 minuten bij blootstelling gedurende 7 uur aan  $10 \text{ g.m}^{-3}$  dichlobenil (cm).
- (b) mediane verplaatsing per dier per 20 minuten bij blootstelling gedurende 7 uur aan  $3 \text{ g.m}^{-3}$  dichlobenil (cm).



mediane verplaatsing per dier per 20 minuten in afwezigheid van dichlobenil (cm).



**Fig. 40.** Bloot: diversiteit van de dierlijke organismen<sup>1)</sup>.

1) De gebruikte diversiteitsindex (Pielou, 1969) is gedefinieerd als:

$$H' = - \sum_{i=1}^S n_i/N \log_2 n_i/N$$

waarin

$S$  = aantal soorten per standaard-volume of -oppervlak.

$n_i$  = aantal individuen van populatie  $i$  per standaard-volume of -oppervlak.

$N$  = totaal aantal individuen per standaard-volume of -oppervlak.

standaard-volume (zoöplankton) = 235 l<sub>2</sub> (inhoud M&S).

standaard-oppervlak (makrofauna) = 1 m<sup>2</sup> (bodemoppervlak M&S).

Overige legenda: zie fig. 9.

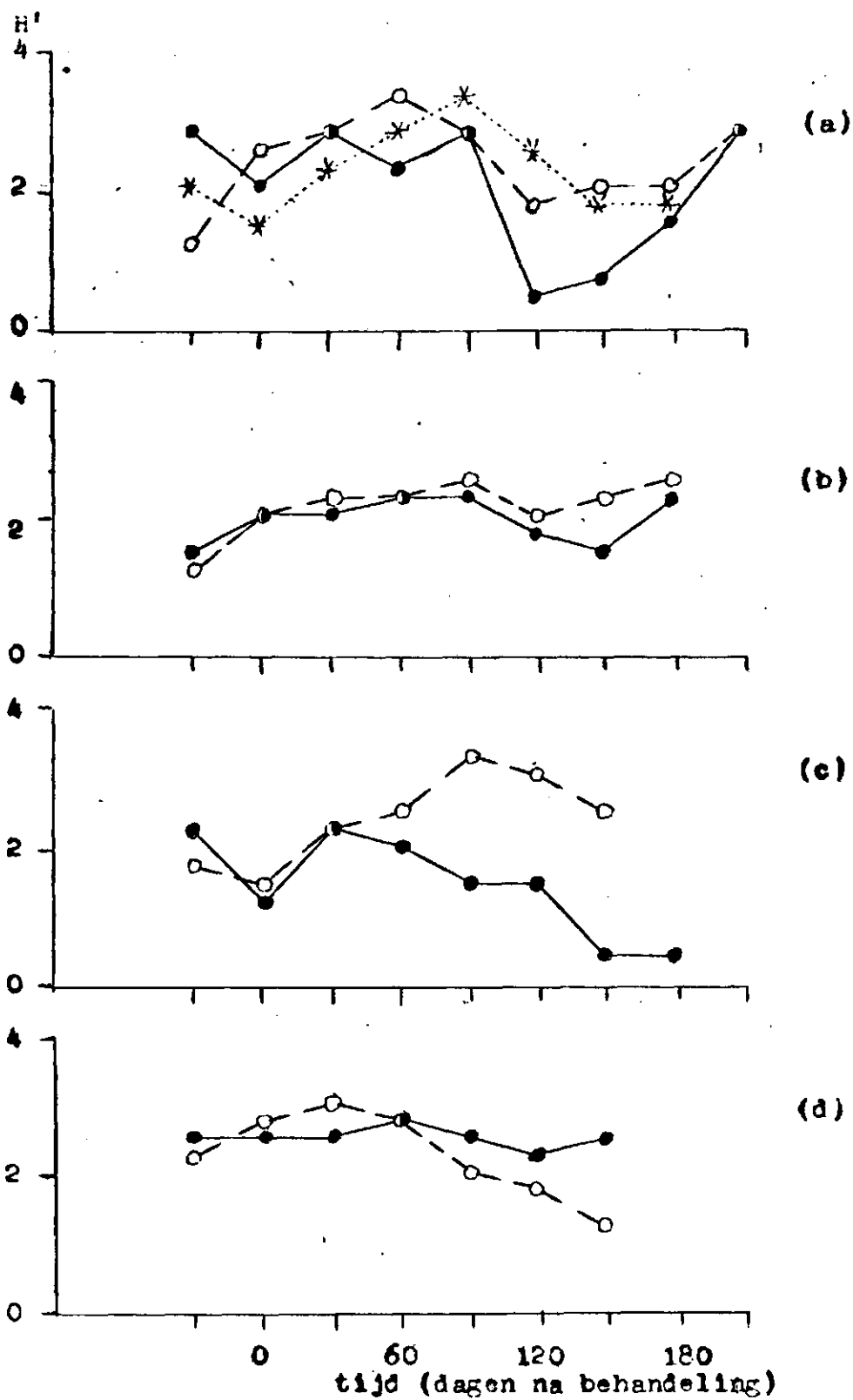


Fig. 41. MES: diversiteit van de dierlijke organismen<sup>1)</sup>.  
1) definitie diversiteitsindex: zie fig. 40  
overige legenda: zie fig. 23.