

Gesuspendeerde materie in de Schelde.

Evaluatie van een onderzoek van de ULB voor het Ministerie van Volksgezondheid

P. D'HONDT en T.G. JACQUES
Beheerseenheid van het Mathematisch Model van de Noordzee
en het Schelde-estuarium (BMM)

INLEIDING

De rivieren zijn als onze aders : van hun gezondheid hangen de diensten af die we er kunnen van verwachten. Wanneer het om de Schelde gaat zijn er twee voornaamste aspecten die sinds lang de aandacht van de verantwoordelijken weerhouden : enerzijds de fenomenen van aanslibbing, die voortdurende en kostelijke baggerwerken noodzakelijk maken, en de waterkwaliteit anderzijds. Vreemd genoeg hangen zowel de ene als de andere grotendeels af van het gehalte aan gesuspendeerde materie in de stroom. Dit gehalte is zelf een nog slecht gekende functie van tal van factoren : bronnen van vaste en organische stoffen in het bekken, flokkulatie van opgeloste stoffen met stijgende saliniteit resulterend in zones met hoge turbiditeit en aanslibbing, het wassen van het water enz...

In tegenstelling met wat men geneigd is te denken, is het opstellen van een sedimentair budget voor de Schelde geen gemakkelijke opgave. Keer op keer stoot men op onbekende elementen en klaarblijkelijke tegenspraken.

De Schelde maakt het voorwerp uit van een jaarlijks nationaal monitoringsprogramma, gecoördineerd door de Beheerseenheid van het Mathematisch Model van de Noordzee en het Schelde-estuarium (BMM) van het Ministerie van Volksgezondheid, waarbij men de klassieke oceanografische parameters, de PCB's, de zware metalen en de materie in suspensie bepaalt. Sinds ongeveer tien jaar voeren het Waterbouwkundig Laboratorium te Borgerhout en het Laboratorium voor Oceanografie van professor Wollast op de ULB metingen uit op de Schelde, in 36 stations gelegen tussen Breskens en Dendermonde, waarbij ondermeer de turbiditeit wordt bepaald. Deze onderzoeken hebben vanaf 1976 geleid tot een eerste poging van budgettering die een coherent model van aanslibbing van de Antwerpse zone voorstelde (2 miljoen ton vaste stof per jaar)¹. Restte alleen nog een verificatie van de gegrondheid ervan...

De grote onbekende in 1976 bleef de oorsprong van de materie in suspensie die men had kunnen meten in de Schelde. Alhoewel het duidelijk was dat de erosie van de bodems voor een groot deel moest bijdragen aan de meegevoerde sedimenten, had men geen idee van de relatieve waarde van deze bijdrage vergeleken met die van de huishoudelijke en de industriële afvalwaters. Een gezond beheer van de Schelde kan slechts gestoeld zijn op een begrip van haar mechanismen enerzijds, en anderzijds op een kennis van de bronnen waar eventueel kan ingegrepen worden. Daarom heeft de Beheerseenheid van het Mathematisch Model van de Noordzee en het Schelde-estuarium het laboratorium voor Oceanografie van de ULB belast met een studie die drie voornaamste luiken bevat. Deze omvatten (1) op basis van de beschikbare gegevens, een evaluatie becijferen van de bijdragen van industriële en huishoudelijke aard aan de gesuspendeerde materie in de Schelde; (2) het overgaan tot testmetingen van de natuurlijke bijdrage van landbouwgronden en er de resultaten van extrapoleren op het volledige stroombekken; (3) het preciseren van de jaarlijkse vracht aan vaste stof van het water door de bestaande meetresultaten aan te vullen en te herinterpreteren. De resultaten van deze studie werden onlangs aan het Ministerie van Volksgezondheid bezorgd en wij vatten hieronder de grote lijnen samen.

RESULTATEN

Wat de huishoudelijke bijdrage betreft, wordt in het werk een **schatting** gedaan, gebaseerd op de bevolkingsdichtheid van de verschillende stroombekkens en op de gemiddelde hoeveelheid materie in suspensie in de huishoudelijke afvalwaters, welke overeenkomt met $90 \text{ g dag}^{-1} \text{ inwoner}^{-1}$. Deze waarde wordt algemeen

aangenomen, vooral bij het in België frekwent gebruikte gekombineerde rioeringssysteem waarbij de lading bij periodes van hoge waterstanden tot 16 maal deze van droge periodes kan overtreffen. Tabel I geeft de bijdragen van huishoudelijke aard aan de totale lading van de Schelde. Het is vermeldenswaard dat 28,4 % van de materie in suspensie van huishoudelijke aard afkomstig is van de

bovenloop van de Schelde stroomopwaarts van de Rupelmonding, 47,1 % van de bijrivieren van de Rupel en 24,6 % van het mariene deel van de Schelde.

De industriële bijdrage tot het hydrografisch bekken van de Schelde wordt **geëvalueerd** op basis van een overzicht, in inwoner-equivalenten, van de industriële activiteiten, in verschillende studies, en met een zelfde omzettingfactor ($1 \text{ I.E.} = 90 \text{ g dag}^{-1} \text{ inwoner}^{-1}$). Metingen in de kollektoren die uitmonden in de Zenne tussen Lot en Eppegem bevestigen dat het gebruik van deze zelfde omzettingfactor gewettigd is. Uit tabel I kan worden afgeleid dat, behalve voor het Antwerpse havengebied waar de industriële bijdrage dominant is, de huishoudelijke en de industriële bijdragen nagenoeg gelijkwaardig zijn.

De natuurlijke bijdrage tenslotte, waarmee de erosie van landbouwgronden wordt bedoeld, zijn gebaseerd op **metingen** van de turbiditeit, de regenval en het debiet in een sectie van $40,13 \text{ km}^2$ op de Dijle te Bousval, representatief voor een agrarisch gebied (85 % weiden - akkers; 12 % loofbossen en 3 % naaldbossen). De continue metingen, gedurende een maand, resulteren in een gemiddeld massadebiet van 16 g s^{-1} wat neerkomt op $126 \text{ kg ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$ geërodeerd materiaal. Verder blijkt dat de regenperiodes een verhoging van de flux aan vaste stof in de rivier meebrengen maar er bestaat geen eenvoudig verband tussen de intensiteit van de regens (erosieve kracht) en het massadebiet. Geëxtrapolerd op het bekken van de Schelde en voor een gemiddelde jaarlijkse regenval van $0,8 \text{ m}$ vinden we in tabel I de waarden voor de natuurlijke bijdrage aan de materie in suspensie in het Scheldebekken.

Figuur 1 geeft een beeld van de totale aanvoer van vaste stof van huishoudelijke, industriële en natuurlijke aard in het bekken van de Schelde, geschat op $753 \times 10^3 \text{ ton jaar}^{-1}$. De relatieve bijdrage van elk van deze activiteiten is als volgt : natuurlijke vracht 36 %, huishoudelijke vracht 25 % en industriële vracht 39 %, terwijl de geografische verdeling van de oorsprong van deze vracht voor het Schelde-estuarium er als volgt uitziet : Boven-Schelde 36 %, Rupel 31 % en Estuariumzone 33 %.

In een volgende fase gaan de auteurs over tot een schatting van de reële flux van de materie in suspensie in de Schelde, op basis van de turbiditeit en het Bovenloopdebiet (debiet aan zoet water). Met dat doel worden de turbiditeitsprofielen, gerealiseerd in de loop van de jaren 1973 tot 1980, onderzocht. Daar

TABEL I. - Inbreng van vaste stof van huishoudelijke, industriële en natuurlijke aard in het geheel van het Scheldebekken (naar Wollast & Marijns, 1981).

BEKKEN	DE-BIET m ² s ⁻¹	OPPER-VLAKTE km ²	INWO- NERS 10 ³	VRACHT (Ton vaste stof jaar ⁻¹)				
				Huis- houdelijk	Indus- trieel	Natuur- lijk	Totaal	
Boven Schelde	} 30	6.830	546	17.910	14.650	85.780	118.340	
Leie		3.675	666	21.870	21.610	46.160	89.640	
Dender		1.381	441	14.490	33.440	17.340	65.370	
Zenne		1.150	1.353	44.370	32.360	14.440	91.170	
Dyle		24	3.420	886	29.100	23.160	42.950	95.210
Nete		17	1.605	504	16.560	11.170	20.160	47.890
Zee Schelde		(9)	3.519	1.435	47.140	154.170	44.190	245.500
Totaal	100	21.580	5.831	191.440	290.560	271.030	753.030	

sommige concentratieprofielen echter te grote schommelingen vertonen is het onmogelijk voor alle de lokale gradiënten juist te berekenen. Daardoor kan men slechts de profielen gebruiken gerealiseerd aan de monding en stroomopwaarts van de Rupelmonding, waar de waarden stabiel genoeg zijn om representatieve gemiddelden te leveren.

Voor de monding beschikt men over een dertigtal profielen die een vrij homogene turbiditeit tonen. Men kan er een jaarlijkse vracht van gesuspendeerde materie, geschat op 300.000 ton jaar⁻¹, uit afleiden. Het is dus deze hoeveelheid vaste stof die door de oppervlaktewateren naar de Noordzee worden meegevoerd.

Wat de stroomopwaartse zone betreft is de situatie veel minder duidelijk. Inderdaad stelt men er sterke verhogingen van turbiditeit vast voor zeer lage bovenloopdebieten, zodanig zelfs dat de flux van vaste stof berekend bij die debieten het transport bij hoogwaterstanden bereikt of overschrijdt! Het rapport schrijft deze hoge waarden van gesuspendeerde materie toe aan een fytoplanktonische biomassa. Bij wijze van voorbeeld werd een chlorofylprofiel in de Schelde getoond, gerealiseerd in mei 1978, waaruit men zou kunnen afleiden dat de Boven-Schelde een biomassa van de orde van 2.000 ton maand⁻¹ zou kunnen produceren. Indien deze productie zes maand per jaar zou aangehouden blijven, zou dit neerkomen op een toevoer van 120.000 ton organische materie per jaar, voornamelijk te wijten aan het voorkomen van nutriënten veroorzaakt door de pollutie van het bekken.

BESLUITEN

Wollast en Marijns onderlijnen in hun rapport de onzekerheid die verbonden is aan de evaluatie van massafluxen uitgaande van turbiditeitsprofielen. Men moet namelijk in gedachten houden dat turbiditeitsmetingen aan het wateroppervlak en bij halftijd tot een onderschatting van het transport van vaste stof kunnen leiden, door het mogelijk bestaan van een turbiditeitsmaximum dicht bij de bodem van de waterloop. Bovendien is het ook interessant vast te stellen dat de hier berekende aanvoer van vaste stoffen door de Schelde in de Noordzee (300.000 ton jaar⁻¹) het dubbele is van de schattingen die gemaakt werden in 1976 (figuur 2). Het blijkt dus dat deze aanvoer feitelijk grof onderschat zou kunnen zijn geweest.

In tegenstelling daarmee, geeft de berekening van de bijdragen van de verschillende bronnen van gesuspendeerde materie in het bekken (natuurlijke, huishou-

Fig. 1.

BEKKEN VAN DE SCHELDE

Totale inbreng van vaste stof van huishoudelijke, industriële en natuurlijke aard in het bekken van de Schelde in 10³ ton jaar⁻¹ (naar Wollast en Marijns, 1981)

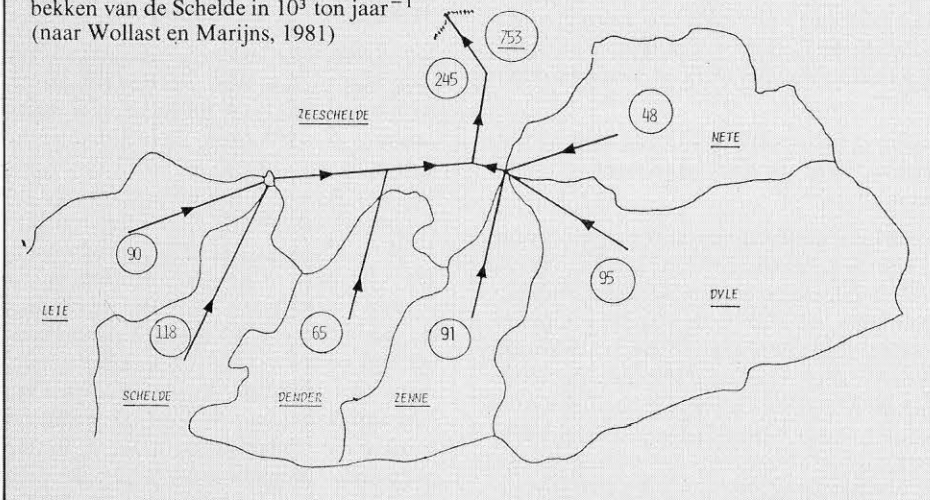
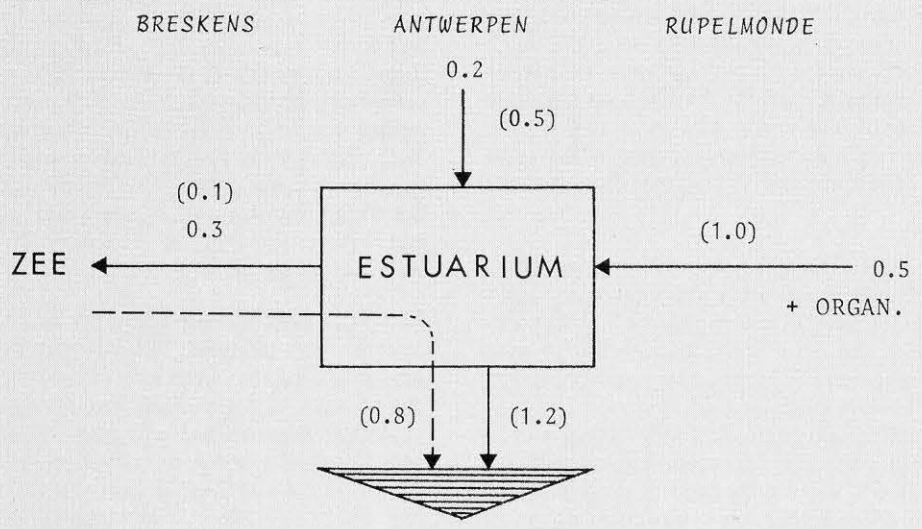


Fig. 2.

Poging tot budgettering van de getransporteerde vaste stoffen door de Schelde (10⁶T jaar⁻¹) naar Wollast en Marijns (1981) en Wollast (1976). De inbreng is afgeleid uit berekening van de theoretische natuurlijke, huishoudelijke en industriële bijdragen. De export naar de zee wordt geschat uit een der-

tigtal turbiditeitsprofielen gerealiseerd in de loop van zes verschillende jaren. De cijfers tussen haakjes komen overeen met de schattingen van 1976 gebaseerd op turbiditeitsmetingen. De stippellijn geeft het transport langs de bodem weer, geëvalueerd op basis van de samenstelling van de sedimenten.



delijke, industriële) waarden kleiner dan de helft van de evaluaties in 1976 gebaseerd op de turbiditeit van het water en het debiet (figuur 2). Een dergelijk verschil leidt Wollast en Marijns ertoe te suggereren dat een bron van materie in suspensie tot hier toe schromelijk verwaarloosd zou kunnen zijn: *de endogene primaire produktie van het fytoplankton*. Het is geen kleine paradox die deze studie oproept door in de Boven-Schelde — door sommige als een dode rivier beschouwd — een planktonische populatie aan te tonen waarvan de dichtheid ($100 \mu\text{g Chl a l}^{-1}$) het maximaal niveau bereikt bekend in natuurlijke hypereutrofe milieus.

Niettemin kan dit fenomeen alleen niet alle verschillen verklaren die de resultaten tussen de cijfers hebben doen verschijnen. Veel blijft nog te doen. De evaluatie van de natuurlijke bijdrage van de landbouwgronden langs de Dijle zou moeten herbegonnen worden op andere secties van het Scheldebekken, om er de validiteit van na te gaan. De evolutie van de industriële vracht moet voortdurend

gemeten worden rekening houdend met de voortschrijdende zuivering. Het transport over de bodem, verantwoordelijk voor de aanvoer van sedimenten van mariene oorsprong, en die geschat werd op 800.000 ton per jaar in 1976 op basis van de samenstelling van de sedimenten, vertegenwoordigt een belangrijke bijdrage tot de aanslibbing van de Schelde en zou rechtstreeks moeten gemeten worden.

Tenslotte, en vooral, zouden de rechtstreekse metingen *in situ* van gesuspendeerde materie moeten gepreciseerd en gesystematiseerd worden. Daartoe kan een techniek gebruikt in de meetcampagnes van de BMM, waardevolle diensten bewijzen: het gaat hierbij om de **kontinue centrifugatie**. Deze techniek laat toe de vaste stof te bemonsteren onafgebroken gedurende 12 uur, om aldus een volledige getijdencyclus te omvatten en op een variabele diepte die toelaat een turbiditeit te bekomen meer representatief voor het gemiddelde van de waterkolom. Wollast en Marijns hebben reeds meerdere malen deze monsternamen toegepast, namelijk te Hansweert, te Doel

en te Rupelmonde. De eerste resultaten zouden een aanbreng, stroomopwaarts van de Rupel, van de orde van een miljoen ton vaste stof per jaar bevestigen (vergelijkbaar met de schattingen in 1976), maar suggereren te Doel en te Hansweert transporten van vaste stof meerdere malen hoger dan deze die voorheen geschat werden. Het wordt er dus niet gemakkelijker op en de liefhebbers van sedimentaire budgetten hebben nog heel wat werk aan de winkel...

REFERENTIES

1. WOLLAST, R. 1976. Transport et accumulation de polluants dans l'estuaire de l'Escaut. Ch. IV in: Eindverslag Projekt Zee, 10, Het Schelde Estuarium (J.C.J. Nihoul & R. Wollast, eds). Nationaal Onderzoeks- en Ontwikkelingsprogramma Leefmilieu Water, Programmatie van het Wetenschapsbeleid, Brussel: 191-218
2. WOLLAST, R. & MARIJNS, A. 1981. Evaluation des contributions des différentes sources de matière en suspension à l'envasement de l'Escaut. Rapport Final au Ministère de la Santé Publique, 152 pp.

De riolen in Engeland

Uit de beschikbare gegevens zou blijken dat er zich in het Verenigd Koninkrijk jaarlijks tussen de 2.000 en 5.000 instortingen in het rioolstelsel voordoen. Hierbij zijn vele kleinere schadegevallen doch een vierde van het totaal betreft ernstige gevallen die dan ook 80 % van de totale beheers- en herstellingskosten voor zich opeisen. Voor de hernieuwing is te weinig geld beschikbaar zodat elk jaar praktisch slechts 0,1 % van het net kan worden vernieuwd. Uiteraard betekent dit dat de levensduur van een riool van de orde van 1000 jaar moet zijn, iets waarin geen enkel ingenieur zelf kan geloven.

Het beheer van de rioolstelsels wordt in deze context een moeilijk probleem. Verscheidene onderzoeksmethoden worden toegepast waarbij de televisiecamera in gesloten circuit een grote rol speelt. Om praktische redenen is hierbij echter ook een prioriteitsregeling getroffen. Hiervoor worden de riolen in drie klassen ingedeeld. In een eerste « probleemzone », waar naar schatting ongeveer 5 % van de totale lengte zou behoren, zullen regelmatig controles worden uitgeoefend. Tot deze groep behoren de zones waar zich regelmatig zware accidenten voordoen, hetgeen statistisch vrij goed is te omlijnen. In een tweede klasse waartoe ongeveer 15 % van de totale lengte behoort, zou een inspectie worden georganiseerd met een frekwentie die dient te worden bepaald in functie van de stabiliteit, belasting, omgeving enz. De overige 80 % van de totale rioleringslengte zou voorlopig enkel bij alarmtoestand worden gecontroleerd.

Bij de inspectie moet de buis zelf worden onderzocht doch stelt zich ook het probleem van het opsporen van eventuele holten onder de weg door erosie naar de riolering. De observatietechnieken in dit verband moeten nog worden op punt gesteld. Onderzoek volgens het radarprincipe wordt onderzocht.

Naast de structuren moet ook een onderzoek worden gewijd aan de hydraulische aspecten. Vele riolen werden berekend voor toestanden die sedert lang voorbijgestreeft zijn. Ook hier is werk op de plank.

Misschien is het Verenigd Koninkrijk wel een schoolvoorbeeld voor de rioleringsproblemen. Het lijkt ons dat met dit voorbeeld echter ook voor ons de lessen moeten worden getrokken.

H.R.