

Michiel Claessens*, Karen Rappé**, Patrick Roose*** en Colin Janssen*

* Universiteit Gent, Laboratorium voor Milieutoxicologie & Aquatische Ecologie, J.Plataustraet 22, 9000 Gent

** Universiteit Gent, Sectie Mariene Biologie, Krijgslaan 281/S8, 9000 Gent

*** Beheerseenheid van het Mathematisch Model van de Noordzee, Gulledelle 100, 1200 Brussel

Het zal je als zeeliefhebber niet ontgaan zijn, regelmatig worden her en der berichten de wereld ingestuurd over “de vervuiling” van de zee. Soms informatief, soms alarmerend, maar meestal te summier om te antwoorden op de vraag: hoe erg is het gesteld met de gezondheid van onze zeeën? Bij het woord zeevervuiling denken de meeste mensen overigens spontaan aan scheepsongevallen



en met olie besmeurde zeevogels. Olie is echter slechts één aspect van wat we ‘chemische verontreiniging’ noemen. Continu komen er immers chemische stoffen afkomstig van de industrie, de landbouw, het huishouden en de scheepvaart in het oppervlaktewater terecht: pesticiden, zware metalen, farmaceutische stoffen, noem maar op... Naast chemische stoffen kunnen ook allerlei ongewenste micro-organismen een gevaar vormen voor het milieu. Wanneer water bijvoorbeeld verontreinigd is met uitwerpselen van mens en dier, kunnen bacteriën en/of virussen in het zeewater de gezondheid van badende toeristen in gevaar brengen. Daarnaast is er ook nog het probleem van het mariene zwerfvuil. Tijdens een wandeling aan zee kom je, ondanks het mechanisch of handmatig reinigen van het strand, allerlei zwerfvuil tegen in de vorm van stukken visnetten, gebroken glas, plastic, etc.

In wat volgt proberen we voor deze drie belangrijkste types van mariene vervuiling te antwoorden op de vraag: *hoe vervuild is onze Noordzee nu eigenlijk?* De zeer zichtbare verontreiniging door olie en de vaak overmatige aanrijking van kustwateren met voedingsstoffen (nitraten, fosfaten) vallen buiten het bestek van deze bijdrage.

De Noordzee: een chemische cocktail?

Wie vervuult? Niemand gaat vrijuit

Chemische stoffen zijn onderdeel van onze moderne samenleving. Denk maar aan cosmetica, wasproducten, brandstoffen, bewaarmiddelen, medicijnen, verf, enz. Momenteel zijn er in de EU ongeveer 100.000 chemicaliën op de markt waarvan 30.000 een jaarlijkse productie hebben van meer dan één ton. Wanneer je weet dat al deze stoffen in meerdere of mindere mate giftig zijn voor mens, dier en plant (zie kader ‘Van Paracelsus tot risico-analyse’) en dat een deel van deze stoffen uiteindelijk in zee belandt, dan hoeft het je niet te verbazen dat de gezondheid van het mariene milieu in gevaar is.

Hoe komen chemicaliën in zee terecht? Sommige stoffen, zoals metalen, komen van nature voor en worden deels via natuurlijke verweringsprocessen vrijgemaakt in het milieu. Andere stoffen komen rechtstreeks in het mariene milieu terecht door lozingen of operationele en accidentele verliezen tijdens



■ *Chemische stoffen zijn onderdeel van onze moderne samenleving. Veel van deze stoffen belanden uiteindelijk in zee. Waakzaamheid is daarom geboden, want - zoals Paracelsus in de 16^{de} eeuw reeds aangaf - alle stoffen zijn giftig, als de concentratie maar hoog genoeg is (Joe Sullivan, Wikimedia)*

scheepvaartactiviteiten of olie- en gaswinning op zee. Een groot deel van de chemicaliën is echter afkomstig van het land, waarbij de industrie één van de voornaamste bronnen is. Enerzijds kan de zuivering van het industrieel afvalwater niet verhinderen dat het nog steeds een aantal contaminanten bevat welke uiteindelijk via rivieren en kanalen naar zee vloeien. Anderzijds komen er door rechtstreekse emissies via schoorstenen ook stoffen vrij in de lucht die vervolgens via atmosferisch transport vervoerd worden. Op deze manier kunnen vooral vluchtige stoffen (bv. kwik, PAK's en sommige pesticiden) lange afstanden afleggen alvorens neer te slaan in ondermeer het mariene milieu. Ook de landbouw is verantwoordelijk voor een groot deel van de vervuiling. Pesticiden kunnen via het grondwater of door afspoeling bij hevige regenval in het oppervlaktewater terecht komen. Zodoende eindigen ook deze stoffen in zee. Tot slot doet ook de particulier - jij en ik dus - zijn deit in het zakje door in zijn dagelijks leven tal van chemische stoffen (o.a. reinigingsmiddelen, geneesmiddelen, etc.) en fossiele brandstoffen (verwarming, vervoer, plastic, etc.) te benutten, acties die uiteindelijk ook bijdragen tot de contaminatie van het mariene milieu.

Van Paracelsus tot risico-evaluatie... alles is giftig!

Paracelsus (1493-1541), de grondlegger van de toxicologie, deed in de 16^{de} eeuw de geveugelde uitspraak: "de dosis maakt het vergif". Hiermee bedoelde hij dat alle stoffen giftig zijn, als de hoeveelheid die je ervan binnenkrijgt maar groot genoeg is. Op het eerste zicht lijkt dat misschien wat bij het haar gegrepen, maar inderdaad, zelfs het drinken van een te grote hoeveelheid water - toch één van de meest essentiële elementen van het leven - kan dodelijk zijn. Hetzelfde geldt voor keukenzout: enkele flinke eetlepels volstaan om een volwassen persoon ernstig ziek te maken of erger nog...

Onmiddellijk een halt toeroepen aan de productie van alle chemicaliën in omloop zou nefast zijn voor de economie en enorme gevolgen hebben voor onze samenleving. Gelukkig hoeven we zulke drastische maatregelen niet te nemen, want niet alle stoffen zijn even toxisch. Eén van de belangrijkste stappen bij de evaluatie van de risico's van een stof bestaat er in om na te gaan tot welke concentratie ze in het milieu mag voorkomen vooraleer schadelijke effecten optreden. Uit deze concentratie, in de ecotoxicologie bekend als de 'Predicted No Effect Concentration' (PNEC), worden milieunormen afgeleid. In klassieke risico-evaluatieprocedures wordt de PNEC vervolgens vergeleken met de milieuconcentratie van de chemische stof in kwestie (de 'Environmental Concentration' of EC). Is deze EC groter dan de PNEC, dan verwachten we een effect op het ecosysteem en stellen we dat deze stof een risico vormt voor het milieu. In dat geval moeten gepaste maatregelen genomen worden om de milieuconcentraties te doen dalen.



Voor meer informatie over mariene vervuiling in Belgische wateren zie ook de gloednieuwe VLIZ-UGent wiki: <http://www.coastalwiki.org/coastalwiki/Portal:Ecotox>

■ De geveugelde uitspraak "de dosis maakt het vergif", m.a.w. alles is giftig als je er maar genoeg van inneemt, is afkomstig van Paracelsus (1493-1541)(Wikipedia)

Met de zware metalen op de goede weg

Om in cijfers te illustreren hoe het gesteld is met de chemische vervuiling van onze Noordzee, kijken we best naar het werk verricht door OSPAR (zie woordenlijst). Deze NO-Atlantische organisatie wil het vrijkomen van gevaarlijke stoffen in het mariene milieu stoppen tegen 2020 en op langere termijn de concentraties van alle contaminanten in het mariene milieu terugdringen tot nul of tot hun natuurlijke waarde. OSPAR heeft een lijst opgesteld van ongeveer 300 stoffen die een mogelijk gevaar vormen voor het mariene milieu. Uit deze lijst zijn 26 (groepen van) stoffen gekozen die met hoogdringendheid aangepakt moeten worden zoals: zware metalen, organotinverbindingen, pesticiden, PCB's, stoffen afkomstig van verbrandingsprocessen, vlamvertragers en een reeks farmaceutische stoffen (zie kader "Boosdoeners: prioritaire stoffen"). Om de vooruitgang naar het behalen van deze doelstellingen op te volgen, voert OSPAR gecoördineerde monitoringprogramma's uit.

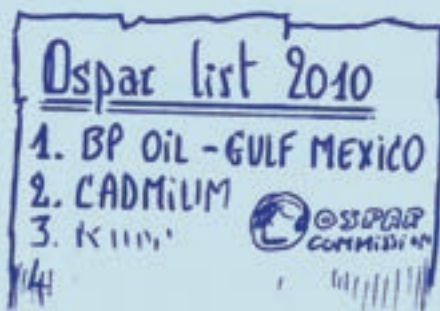
Voor de zware metalen kwik, cadmium en lood nam OSPAR al in de jaren '90 maatregelen om de uitstoot terug te dringen. Zo slaagde men er onder meer in om de uitstoot van kwik via schoorstenen van crematoria sterk te doen dalen, en de hoeveelheid kwik afkomstig van de tandheelkunde aanzienlijk terug te dringen. Tezelfdertijd werd ook de aanwezigheid van lood in brandstof verboden en het gebruik van cadmium in batterijen sterk beperkt. Dit resulteerde in een sterke daling van de atmosferische uitstoot van beide metalen alsook in een daling van de concentraties in het rivierwater dat uiteindelijk in de zeeën uitmond.

Boosdoeners: de prioritaire stoffen

In 1998 stelde OSPAR een lijst op van stoffen die de meest dringende actie vereisten. Sindsdien is deze "zwarte lijst" al enkele malen herzien. Het is een dynamische lijst waaraan steeds stoffen kunnen worden toegevoegd of uit worden geschrapt. Of een stof al dan niet op de lijst belandt hangt in de eerste plaats af van zijn eigenschappen. De drie criteria die daarbij beoordeeld worden zijn:

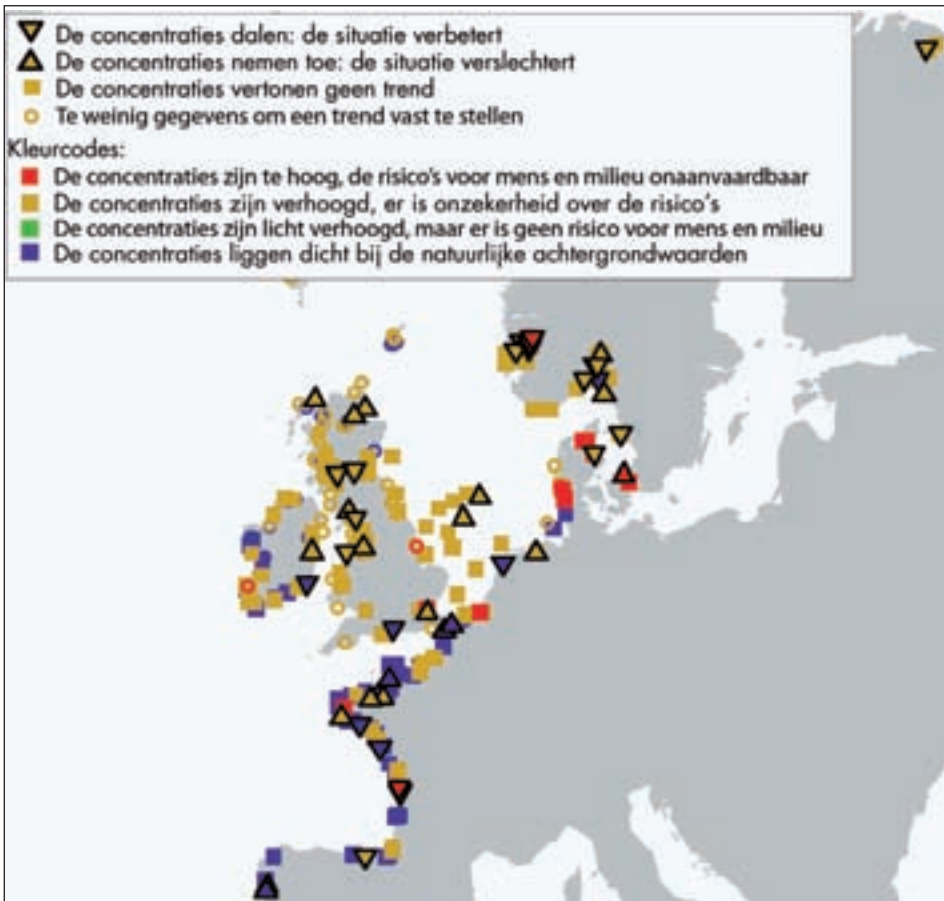
- Persistentie
- (de neiging tot) Bioaccumulatie
- Toxiciteit

Wanneer een stof voor elk van de criteria van deze 'PBT-beoordeling' een bepaalde grenswaarde overschrijdt (m.a.w. de stof is zeer toxisch, wordt sterk opgenomen door organismen (= bioaccumulatie) en breekt traag af in de omgeving (= persistentie)), dan wordt ze opgenomen in een voorlopige lijst. In een tweede stap worden de stoffen op deze lijst gerangschikt volgens hun werkelijke voorkomen en verspreiding in het milieu en volgens de reeds waargenomen schadelijke effecten die ze veroorzaakten. Op basis hiervan beslist OSPAR uiteindelijk welke stoffen op de lijst voor prioritaire actie terecht komen. Daarnaast bevat de voorlopige lijst ook stoffen die geen of weinig PBT-eigenschappen vertonen, maar waarvan experts oordelen dat ze een gelijkwaardig gevaar vormen voor mens en milieu. Hormoonverstorende stoffen of stoffen die in hoge concentraties in het mariene milieu worden teruggevonden zijn voorbeelden hiervan.



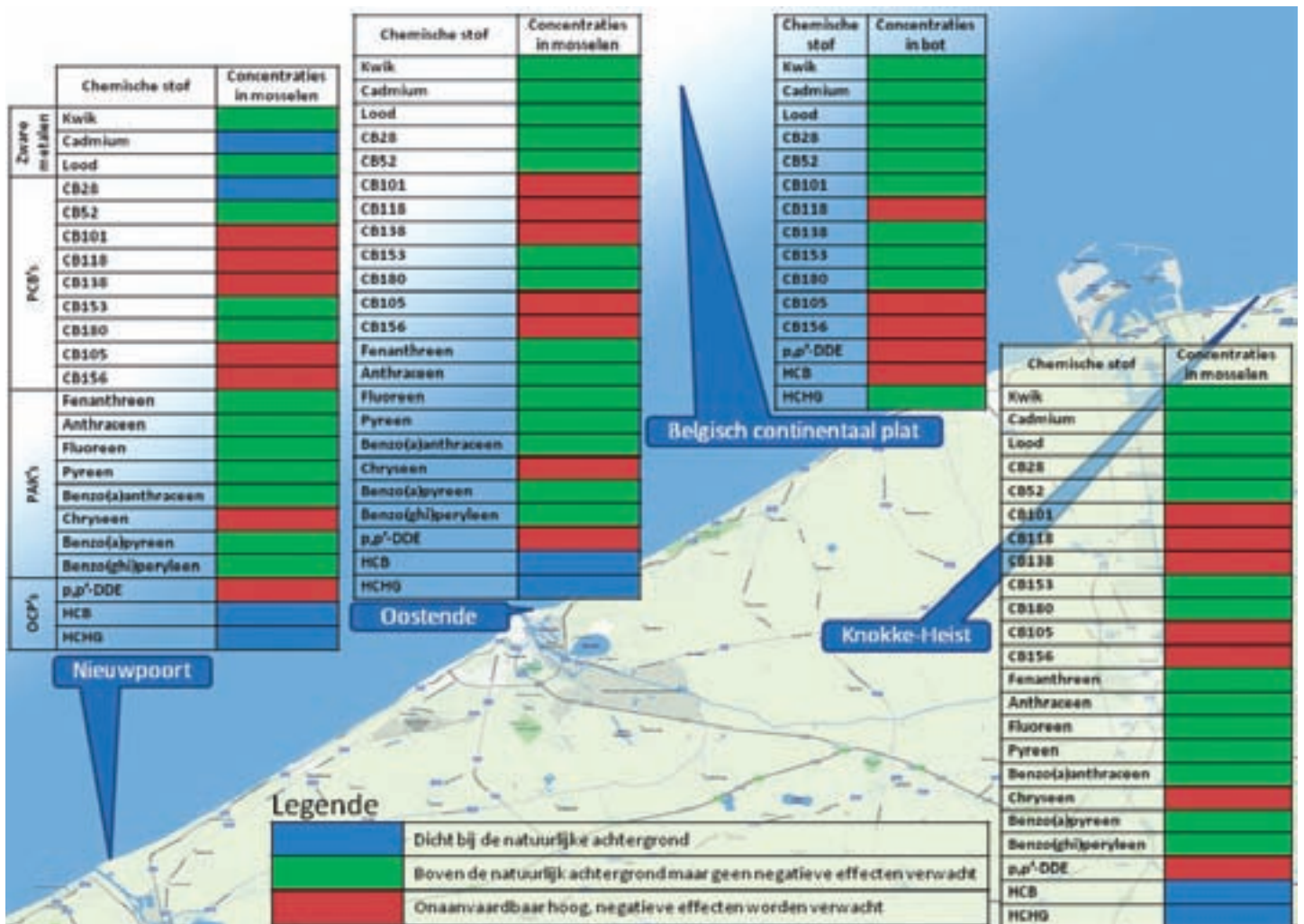
■ De vervuilinggraad van water, lucht en bodem met zware metalen is positief geëvalueerd. O.a. het progressief plaatsen van allerlei filters, het verbod op het gebruik van lood in brandstof en het terugdringen van de hoeveelheid kwik in de tandartsenpraktijk hebben hiertoe bijgedragen (wikimedia)

Ondanks een aanzienlijke vermindering van de uitstoot in de jaren '90 is een verdere reductie de laatste tien jaar sterk afgezwakt. Vooral de uitstoot van kwik en cadmium is de voorbije jaren vrijwel constant gebleven, weerspiegeld in de geringe verandering in de concentratie van deze stoffen in zee sinds 2000 (zie fig. p. 5, boven).



■ Uit de evolutie van de concentraties cadmium in vis, schaal- en schelpdieren tijdens de periode 1998-2007 in de NO-Atlantische Oceaan kan geconcludeerd worden dat er geen éénduidige daling of stijging op te merken is voor cadmium. Opmerkelijk is dat in uitzonderlijke gevallen de Europese voedselnorm overschreden wordt (cf. rode kleur). Dit is ondermeer het geval op enkele meetpunten aan de kusten van Denemarken, Engeland en Frankrijk, maar ook op locaties in IJsland (niet zichtbaar op kaartje) en Noorwegen waar natuurlijke, geologische factoren de concentraties plaatselijk kunnen verhogen (OSPAR 2009)

Gematigd positief nieuws is er dan weer van de Belgische kust, waar de concentraties aan de zware metalen kwik, cadmium en lood in mosselen en bot weliswaar nog zijn verhoogd ten opzichte van de natuurlijke achtergrondwaarden, maar niet alarmerend (zie figuur). De recente waarden voor cadmium in mosselen afkomstig van de Westkust liggen zelfs in de buurt van deze natuurlijke referentiewaarde.



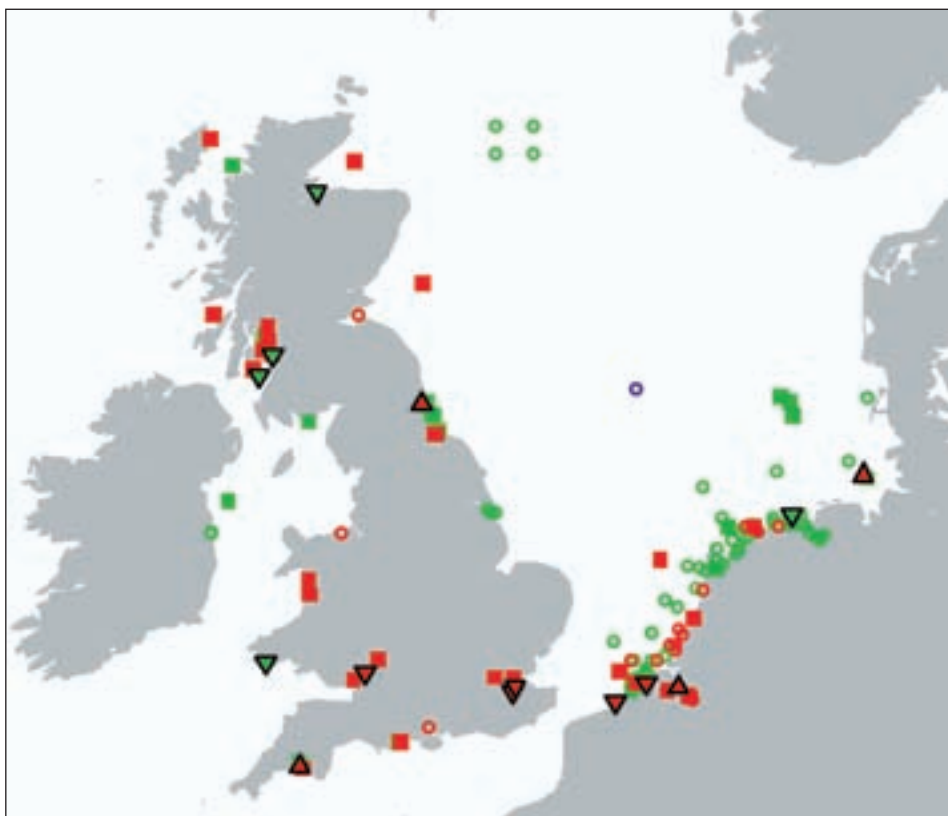
■ Uit metingen van de zware metalen kwik, cadmium en lood in bot en in mosselen afkomstig uit het Belgisch deel van de Noordzee, blijkt dat de concentraties van deze metalen weliswaar nog steeds verhoogd zijn t.o.v. de natuurlijke achtergrondwaarden, maar nergens alarmerende niveaus halen. De Nieuwpoortse mosselen blijken zelfs nog nauwelijks met cadmium vervuild. Ook voor PAK's, met uitzondering van chryseen, gelden vrij gunstige metingen. Veel minder positief zijn de gemeten waarden aan PCB's en bepaalde organochloorpesticiden in bot (BMM)

Nog heel wat werk aan de winkel voor wat betreft de organische pollutanten...

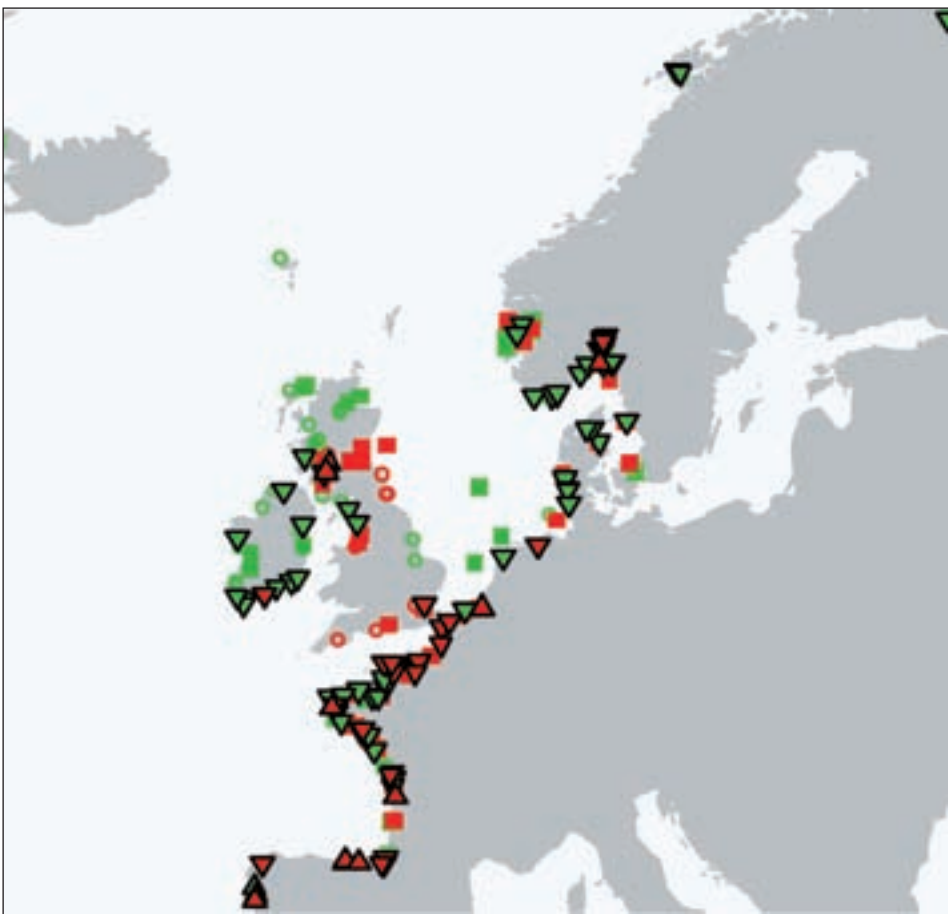
Daartegenover staat dat de situatie voor organische stoffen zoals PAK's, PCB's, organochloorpesticiden en PBDE's nog steeds zorgwekkend is. **PAK's** (polycyclische aromatische koolwaterstoffen) zijn stoffen die geproduceerd worden bij onvolledige verbranding van onder meer hout en fossiele brandstoffen. Bovendien komen ze van nature voor in bijvoorbeeld olie en steenkool. PAK's kunnen reeds in lage concentraties leverschade en tumoren veroorzaken bij platvissen en sommige zijn kankerverwekkend voor de mens. Daarnaast hebben ze ook een hormoonverstorende werking. Deze stoffen worden in onaanvaardbaar hoge concentraties gemeten op meer dan de helft van de locaties in de Zuidelijke Noordzee. Met uitzondering van het polycyclische aromatische koolwaterstof chryseen - dat in onaanvaardbaar hoge concentraties in mosselen verzameld aan onze kust voorkomt - doet de Belgische kust het al bij al niet zo slecht. De concentraties van PAK's (zie figuur p.5) in mosselen liggen hier boven de natuurlijke achtergrond, maar zonder verwachte nadelige effecten.

PCB's (polychloor bifenyl verbindingen) werden lange tijd gebruikt als isolatievloeistof in transformatoren en condensatoren, als hydraulische vloeistof en koelvloeistof en als bestanddeel van kunststoffen en verf. Wereldwijd werden naar schatting 700.000 ton PCB's geproduceerd waarvan er tot nu ongeveer 30% in het milieu terecht gekomen is. Sinds het midden van de jaren '80 is de productie van PCB's verboden rondom de NO-Atlantische Oceaan. Ondanks dit verbod worden in meer dan de helft van de meetpunten in de Zuidelijke Noordzee onaanvaardbaar hoge concentraties teruggevonden in organismen en in de bodem. Dit toont aan dat er nog steeds uitstoot is. Die is enerzijds afkomstig van voortgezette productie en gebruik in andere delen van de wereld en anderzijds uit oude elektrische systemen, gedumpt afval en het na verloop van tijd opnieuw vrijkomen uit gecontamineerde bodems. PCB's zijn immers stoffen die traag afbreken waardoor ze lange tijd in het milieu aanwezig blijven. Voor wat betreft de PCB-concentraties in de zeebodem, is er enige hoop. In de periode 1998-2007 vertoonde ongeveer 70% van de meetstations een neerwaartse trend. Hoewel de meeste van deze trends niet statistisch aantoonbaar zijn, suggereert dit wel dat PCB concentraties in sediment over het algemeen dalen.

De **PCB concentraties in organismen** in de periode 1998-2007 zijn nog steeds té hoog (zie fig. rechts). Op veel plaatsen worden nog altijd onaanvaardbaar hoge concentraties gevonden. PCB's zijn stoffen die oplossen in vet, wat betekent dat ze zich kunnen opstapelen in het vetweefsel van dieren. De hoge concentraties aan PCB's in



■ Trends van PCB concentraties in sediment in de periode 1998-2007 (legende zie figuur p.5). Slecht weinig neerwaartse trends zijn zichtbaar en nog teveel meetstations vertonen onaanvaardbaar hoge PCB concentraties. Vooral plaatsen dicht bij industriegebieden vertonen hoge waarden (OSPAR 2009)



■ Trends van PCB concentraties in vis, schaal- en schelpdieren in de periode 1998-2007 (legende zie figuur p.5). Hoewel de productie van PCB's sinds het midden van de jaren '80 verboden is in het NO-Atlantische gebied, zijn op heel wat locaties de gehalten in allerlei zeedieren nog veel te hoog. Het zal nog behoorlijk wat tijd vergen vooraleer alle emissies definitief gestopt zijn en de sporen van deze historische verontreiniging zijn uitgewist (OSPAR 2009)



■ Omdat organische polluenten als PCB's zeer persistent zijn en zich opstapelen in het vetweefsel, zijn dieren aan de top van het voedselweb extra kwetsbaar. Ze ondervinden hormonale problemen en negatieve gevolgen op hun immuunsysteem en op de voortplanting (wikimedia)

het vetweefsel van vissen en zeezoogdieren zijn hier een goed voorbeeld van. Vooral dieren aan de top van de voedselketen worden hier het slachtoffer van, een verschijnsel bekend als biomagnificatie (zie woordenlijst). PCB's veroorzaken ernstige negatieve effecten in organismen: ze hebben een hormoonverstorende werking en een negatief effect op zowel de voortplanting als het immuunsysteem. Bovendien kunnen ze bij de mens leverschade veroorzaken en sommige zijn mogelijk kankerwekkend.

Dankzij het verbod op PCB's gaat het nu wel de goede kant uit, maar er is nog werk aan de winkel om alle uitstoot definitief te stoppen. Bovendien verwacht men dat de historische contaminatie in het sediment nog voor lange tijd een bron zal zijn van PCB's.

Dit zien we ook aan de Belgische kust, waar de situatie voor mosselen en bot op vlak van de meer toxische PCB's niet goed is. Sinds de jaren '90 was er een daling zichtbaar, maar die is nagenoeg gestagneerd op vaak onaanvaardbaar hoge niveaus (zie figuur p. 5).

In de jaren '40 gebruikte men massaal **organochloorpesticiden** of OCP's voor de bestrijding van alles wat maar enigszins als hinderlijk kon worden beschouwd (van schimmels tot sprinkhanen). Omdat de toxische en persistente OCP's bij vele organismen onder meer tumoren, hormonale verstoring en effecten op de voortplanting bleken teweeg te brengen en bij de mens in verband konden worden gebracht met geboortefwijkingen, banden vele landen verschillende van deze producten al in de jaren '70. Mosselen van de Belgische kust bevatten intussen aanvaardbare gehalten aan hexachloorbenzeen, lindaan (tot voor kort o.a. als luizenbestrijdingsmiddel in gebruik) en p,p'-DDE (metaboliet van het beruchte insecticide DDT).

TBT... een oude 'vervuiler', maar nog steeds zeer actueel

Eind de jaren '70 ontdekte men langs scheepvaartroutes en in havens iets merkwaardigs: bepaalde weekdieren vertoonden misvormingen aan de schelp en vrouwelijke slakken ontwikkelden een niet-functionele penis, een fenomeen omschreven als "imposex". Het nefaste gevolg van imposex is dat vrouwtjes geen eieren meer kunnen produceren waardoor lokale populaties uitsterven.

Deze effecten bleken het gevolg te zijn van tributyltin (TBT), een organische tinverbinding die het hoofdbestanddeel vormde van aangroeiwerende verf voor scheepsrompen. Al bij zeer lage concentraties aan deze stof werden negatieve effecten waargenomen op de hormonale huishouding en de fysiologie van heel wat mariene organismen. Dit veroorzaakte ondermeer verlaagde weerstand bij platvissen, slechte broedval bij oesters, gereduceerde groei en abnormale verdikking van oesterschelpen. Recent werd aan de Belgische kust nog een ander TBT-gerelateerd effect bestudeerd, namelijk "intersex". Bij dit fenomeen vertoont het geslachtsstelsel van vrouwelijke zeeslakken deels mannelijke kenmerken. In de haven van Zeebrugge bleek dit zeer uitgesproken te zijn: 95% van de vrouwelijke alikruiken was steriel door intersex (Van den Broeck *et al.*, 2009)!

Het zeer schadelijke karakter van de stof deed TBT uiteindelijk de das om. In 1990 werd eerst een verbod uitgevaardigd op het aanbrengen van TBT-houdende verf op schepen kleiner dan 25m. Toen deze maatregel ontoereikend bleek werd beslist om vanaf 2003 alle TBT-houdende verf te bannen en tegen 2008 alle TBT-houdende verf te verwijderen van scheepsrompen. Ondanks deze internationale overeenkomst worden in veel zeegebieden nog steeds hoge concentraties van het zeer persistente TBT gemeten.



■ Uit onderzoek blijkt dat 95% van de vrouwelijke alikruiken (*Littorina littorea*) in de haven van Zeebrugge mannelijke kenmerken vertoont en steriel is geworden onder invloed van de actieve stof uit scheepsaangroeiwerende verven, tributyltin of TBT (MD)

In bot worden echter nog steeds waarden gevonden die onaanvaardbaar hoog zijn (zie figuur p. 5). Aangezien bot een predator is die hoog in de voedselketen staat, kan dit wijzen op biomagnificatie. Mosselen die plankton filteren uit de waterkolom, stapelen duidelijk minder hoge concentraties op.



Gebromeerde vlamvertragers worden in verschillende soorten materialen (elektronica, kleding en meubels) gebruikt om te voorkomen dat ze vuur vatten. Vooral de polygebromeerde difenylethers (PBDE's) zijn giftig en veroorzaken reeds bij lage concentraties negatieve effecten bij mariene organismen. Zo zijn sommige PBDE's mogelijk kankerverwekkend voor de mens, vertonen ze hormoonverstorende effecten en kunnen ze lever, schildklier en zenuwstelsel aantasten. Bovendien hebben ze de neiging tot bioaccumulatie en kunnen ze over lange afstanden getransporteerd worden. Dit laatste wordt mooi geïllustreerd door het feit dat PBDE's teruggevonden worden in vissen, zeevogels, roofvogels en ijsberen tot in het Noordpoolgebied. In de Zuidelijke Noordzee werden PBDE's aangetroffen in gestrande dolfinen en walvissen. Bij ons worden zowel in de kustzone als verder op zee de meer giftige PBDE's gedetecteerd in sediment, vissen en mosselen. Wat de Belgische kust betreft, is de situatie van vlamvertragers ernstig. Metingen uitgevoerd

door het Belgisch Mathematisch Model voor de Noordzee (BMM) tonen aan dat de EU-milieukwaliteitstandaard voor zeewater op regelmatige basis overschreden wordt. Voor sediment en organismen zijn deze kwaliteitsnormen in voorbereiding, maar ook hier kan verwacht worden dat de situatie slecht is. Er is dus nog werk aan de winkel!

En wat met de microbiële verontreiniging?

Niet enkel chemische stoffen vormen een gevaar. Het zeewater kan ook te hoge gehalten aan schadelijke micro-organismen bevatten zoals ziekteverwekkende bacteriën en virussen. Deze kunnen bij mensen koorts, darmontsteking, braken, diarree en huidinfecties veroorzaken. Daarom wordt de fysisch-chemische en microbiologische kwaliteit van het zwemwater ook aan de Vlaamse kust regelmatig bepaald. In opdracht van Toezicht Volksgezondheid onderzoekt de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) tijdens het badseizoen (april-september) tot tweemaal per week een 40-tal zwemzones. Dit gebeurt op basis van methodieken, grenswaarden (= verplicht te halen waarden) en richtwaarden (= strengere streefdoelwaarden) vastgelegd in de Europese richtlijn 76/160/EEG. De zuurtegraad, de kleur en de doorzichtigheid van het water, de hoeveelheid opgeloste zuurstof, fenolen, olie, plastic en teer zijn enkele van de fysisch-chemische parameters van het water die gecontroleerd worden. Daarnaast worden de concentraties aan indicatororganismen - colibacteriën en streptokokken - bepaald in telkens vier stalen per zwemzone. Deze micro-organismen komen voor in de darmen van warmbloedige dieren (ook mensen) en bereiken via uitwerpselen het mariene milieu. Een grote aanwezigheid van deze bacteriën betekent dat het water zwaar vervuild is met mest, een bron van ziekmakende organismen. Op basis van het aantal stalen waarin de concentraties aan indicatorkiemen een bepaalde waarde overschrijden, wordt een score toegekend aan het zwemwater: slecht, aanvaardbaar, goed of uitstekend. Een slechte beoordeling houdt gevaar in voor de volksgezondheid en een zwemverbod wordt dan geadviseerd. Bij een aanvaardbare beoordeling wordt zwemmen afgeraden aan mensen met een verlaagde weerstand tegen ziektes.

Alle meetplaatsen aan de Vlaamse kust voldeden in 2008 aan de grenswaarden voor zwemwaterkwaliteit. Zwemmen op deze plaatsen was in 2008 dus veilig, hoewel slechts 20% de richtwaarde haalde. Geen goede situatie als men weet dat het gemiddelde voor alle EU landen voor het behalen van de richtwaarde in 2004 rond de 95% lag. En er zijn nog moeilijke tijden op komst. Sinds maart 2006 is er een nieuwe Europese zwemwaterrichtlijn uitgevaardigd met (nog) strengere richtwaarden waar onze zwemwateren ten laatste tegen 2015 aan



■ Om de microbiologische kwaliteit van het zwemwater te bewaken, voert de Vlaamse Milieumaatschappij tijdens het badseizoen tot tweemaal per week metingen uit (DD)

zullen moeten voldoen. Een opvallende nieuwigheid daarbij is dat de reglementering voor kust- en overgangswateren strikter zal zijn dan deze voor zoet oppervlaktewater. De reden hiervoor is dat bij een zelfde niveau aan indicatorbacteriën, het aantal ziekmakende organismen in zout water dubbel zo hoog is! Indien de parameters van 2008 herberekend worden volgens deze strengere richtwaarden, voldoet slechts 15% van onze meetplaatsen aan deze richtnorm. Dat we die strengste Europese normen in Vlaanderen moeilijk halen, heeft veel te maken met de

instroom van verontreinigd oppervlaktewater via bijvoorbeeld de IJzer, het kanaal Gent-Oostende, de Blankenbergse Vaart en het Schipdonkkanaal. Daarbij komt dat de aanwezigheid van paarden, honden en vogels op het strand, de afvoer van ongezuiverd afvalwater bij hevige regenval, het gebrek aan sanitaire voorzieningen op het strand en de weersomstandigheden een negatieve rol kunnen spelen. Tegen 2015 zouden alle zwemwateren moeten voldoen aan de nieuwe Europese criteria... een grote uitdaging voor onze overheden...



■ De gevolgen van zwerfvuil voor mariene organismen zijn divers. Eén van de nadelige effecten waar zeedieren mee geconfronteerd worden, is het verstrikt raken in allerlei materiaal zoals visnetten en -lijnen, vaak met fatale gevolgen (Marco Care, Marine Photobank)

Mariene zwerfvuil, je vindt het (helaas) overal

De plastificering van onze wereldzeeën

Naast bacteriën en chemische stoffen, treffen we in de zee en op het strand allerlei vast afvalmateriaal aan. Ongeveer 80% van dit zogenaamde mariene zwerfvuil is afkomstig van het land, de overige 20% van menselijke activiteiten op zee. Meestal komt dit afval accidenteel in het milieu terecht, in andere gevallen is de oorzaak een slecht afvalbeheer of wordt vuilnis simpelweg illegaal in zee gestort... Het is dan ook niet verwonderlijk dat stranden en zeewater ontsierd worden door allerlei afval zoals voedselverpakkingen, luiers, sigarettenfilters, flessen, ringen van six-packs, vislijnen en netten, boeien, enz.

Mariene zwerfvuil heeft een economische en sociale impact, maar ook gevolgen voor de gezondheid van mens en milieu. Het kan schade veroorzaken aan (vissers)boten en visnetten en industriële leidingen blokkeren. Daarnaast zijn er hoge kosten verbonden aan het reinigen van stranden en havens. Dit reinigen is niet alleen nodig omdat een vuil strand onaantrekkelijk oogt, maar ook om te voorkomen dat toeristen, zwemmers en andere recreatieve zeegebruikers zich zouden verwonden aan scherpe voorwerpen. De gevolgen van zwerfvuil voor mariene organismen zijn divers. De grotere diersoorten kunnen verstrikt raken in touwen of losgeslagen netten, wat vaak fataal afloopt.

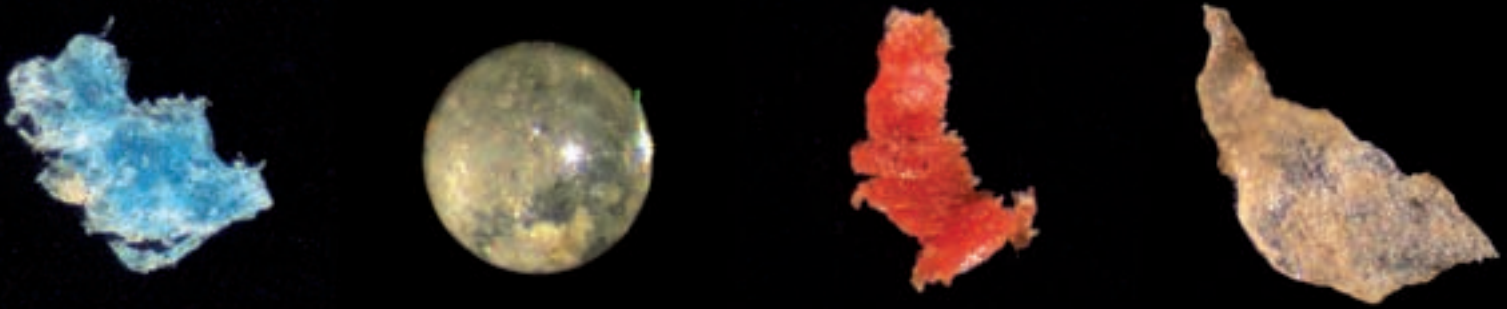


■ Waar grote oceanwervels het afval van de Pacifische kusten hebben samengebracht, vind je vandaag een mega-kunststofeiland van mogelijk wel 15 miljoen km². Het bestaat voornamelijk uit massa's kleine stukjes plastic, in talrijkheid het dierlijke leven overtreffend (resp. wikimedia & James Leichter/Marine Photobank)



Bovendien wordt plastic afval door veel diersoorten foutief als voedsel beschouwd. Onderzoek heeft aangetoond dat heel wat zeevogels, zeezoogdieren en vissen hierdoor met "een gevulde maag" de honger dood sterven. Kleine opgegeten plastic voorwerpen kunnen immers nog zonder problemen terug uitgescheiden worden, maar grotere stukken blokkeren vaak het spijsverteringsstelsel. Recent werd ook aangetoond dat aan plastic deeltjes chemische stoffen zoals PAK's en PCB's kunnen blijven 'klevan' (die in het zeewater aanwezig zijn, zie p.6). Zo kunnen deze stoffen, wanneer de vervuilde plastic deeltjes worden opgegeten, terecht komen in het dier en er negatieve effecten veroorzaken. Verder onderzoek dringt zich hier op.

Ongeveer 90% van het mariene afval bestaat uit materiaal dat (zeer) traag degradeert. Zo duurt het naar schatting 400-450 jaar om plastic af te breken in zee, en voor nylon visdraad bedraagt dit maar liefst 600 jaar. Wanneer je bedenkt dat er dagelijks naar schatting 8 miljoen ton afval in zee terecht komt waarvan meer dan de helft plastic is, dan wordt al snel duidelijk dat het probleem alleen maar kan groeien. Een dramatisch voorbeeld hiervan is de zogenaamde 'Great Pacific Garbage Patch', in het Nederlands ook wel het 'kunststofeiland' of de 'plastic soep' genoemd. Dit is een plaats in de Stille oceaan waar zich een enorme hoeveelheid afval heeft verzameld. Schattingen van de grootte van deze vuilnisdraaikolk gaan van 700.000 tot meer dan



■ *Plastiek en nylon breken niet of nauwelijks af in zee water. Onder invloed van het UV-licht worden ze geleidelijk aan broos, waarna de golfslag, stromingen en ander zee geweld deze kunststoffen in steeds kleiner wordende deeltjes uiteen doen vallen. Eens nog amper zichtbaar voor het blote oog (<1mm), spreekt men van 'microplastic'. Dit microplastic is vandaag de dag alomtegenwoordig in zeeën en op stranden (MC)*

15 miljoen vierkante kilometer! Nog opmerkelijker misschien: deze mariene vuilnisbelt is niet eens zichtbaar vanuit de lucht! Dit komt omdat er hoofdzakelijk kleine deeltjes drijven, niet groter dan confetti. Deze zijn het afbraakproduct van grotere stukken afval die onder invloed van UV-licht broos geworden zijn en vervolgens door mechanische krachten (vooral door golfslag op stranden) uit elkaar vallen tot steeds kleinere deeltjes. Wanneer deze deeltjes zo klein geworden zijn dat ze nauwelijks nog met het blote oog zichtbaar zijn (< 1 mm), dan spreken we van zogenaamde microplastics (zie foto). Of deze microscopische partikels een probleem kunnen vormen voor mariene organismen is nog steeds onduidelijk. Wel is al aangetoond dat ze worden opgegeten door bijvoorbeeld mosselen en zeepokken. Bovendien werden ze wereldwijd al in hoge concentraties aangetroffen in de waterkolom, in de zeebodem en op stranden.

Hoe zit het met de plasticverontreiniging aan onze kust?

Volgens niet nader gedetailleerde cijfers, wordt in de Noordzee jaarlijks meer dan 20.000 ton afval gedumpt. Ongeveer 70% hiervan zinkt naar de bodem, 15% blijft drijven en de rest spoelt aan op het strand. Een groot deel hiervan zijn kunststoffen. Het Coördinatiepunt Duurzaam Kustbeheer ging in 2004 van start met de 'Lenteprik(kel)' actie waarbij, in samenwerking met de kustgemeenten, jaarlijks een lenteschoonmaak gehouden werd op Vlaamse stranden. In 2008 werd hierbij gemiddeld 200 kg afval per km strand verzameld. De meest voorkomende types afval in het Noordzeegebied zijn kunststoffen, hout, metalen, sanitair afval, papier, karton, glas en potscherven.

Naast deze acties ging in 2007 - in navolging van onze noorderburen - het Belgische Fishing-for-Litter proefproject van start. Binnen dit samenwerkingsproject met de visserijsector wordt afval dat bij de visvangst op het dek beland, verzameld en aan land gebracht. Een tiental vissersschepen werkten actief mee en samen haalden ze zo'n 18 ton afval op.

Onderzoekers van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) toonden aan dat ook onze fauna lijdt onder het zwerfvuil. Ze vonden in de magen van dode, aangespoelde Noordse Stormvogels gemiddeld 74 stukjes plastic terug. Eén van de Belgische vogels brak zelfs het wereldrecord met maar liefst 1603 stukjes plastic in de maag!

Recent onderzoek aan de Universiteit van Gent demonstreerde ook de massale aanwezigheid van **microplastics** in ons kustgebied. De onderzoekers vonden tot 150 microscopische stukjes plastic per kilogram zand op Belgische stranden, ongeveer 100 stukjes in de zeebodem (met een piek van 237 vezeltjes per kg op een locatie circa twintig kilometer vóór de kust voor Nieuwpoort) en tot 390 deeltjes per kilogram sediment in de Belgische kusthavens! In welke mate dit microplastic de lokale fauna negatief beïnvloedt en al dan niet gevolgen heeft voor de voedselketen is alsnog onduidelijk.

Moet je nu je vakantieplannen wijzigen?

Uit wat voorafging blijkt vooral een zware historische 'vervuiling' van het mariene milieu. De persistente chemische stoffen zullen ons nog een aanzienlijke tijd blijven achtervolgen ondanks het feit dat de productie en de lozing van veel van deze producten grotendeels tot volledig aan banden is gelegd. Toch worden de effecten van milieu-maatregelen langzaam zichtbaar en zien we vooral positieve evoluties in de concentraties van diverse contaminanten. Bovendien bewaken steeds strengere onderzoeks- en controleprogramma's de effecten van recent ontwikkelde chemicaliën om zo de gezondheid van mens en milieu te verzekeren. Alles samengenomen kunnen we dan ook stellen dat het de goede kant uitgaat met onze Noordzee. Als je deze zomer van plan was om naar de Belgische kust te trekken, hoef je deze vakantieplannen dan ook zeker niet op te bergen uit angst voor het 'vuile' zee water. Mosselen plukken op de golfbrekers of oesters eten afkomstig uit de havens is af te raden en verboden, maar een zwempartij in de gecontroleerde, bewaakte zwemzones is absoluut geen probleem.



Pollutie-onderzoek aan de Belgische kust: de projecten 'ENDIS-RISKS' en 'INRAM'

Verscheidende onderzoeksgroepen bestuderen aan de Belgische kust en in de Westerschelde het voorkomen en de effecten van chemische stoffen in het mariene milieu. Zo onderzochten de UGent, i.s.m. de BMM en het VLIZ, binnen het 'ENDIS-RISKS' project in de periode 2002-2006 (www.vliz.be/projects/endis/): (1) in welke concentraties de belangrijkste hormoonverstorende stoffen voorkomen in de Westerschelde en (2) welke effecten deze stoffen veroorzaken op de daar levende organismen.

Binnen het 'INRAM' project (www.vliz.be/projects/inram/) bestudeert dit onderzoekscorpus sinds 2006 wat de effecten zijn van vervuilende stoffen op verschillende onderdelen van het Belgische kustecosysteem. Daartoe worden uitgebreide chemische analyses en laboratorium- en veldstudies uitgevoerd. Alle prioritaire OSPAR stoffen, maar ook 'nieuwe stoffen' zoals farmaceutica en vlamvertragers passeren de revue. Door mosselen afkomstig uit niet-vervulde gebieden over te plaatsen naar kooien in de havens en op zee, kan worden nagegaan hoe ze reageren op eventueel verhoogde concentraties aan vervuilende stoffen. Zowel de ontwikkeling van de voortplantingsorganen, de groei als effecten op celniveau komen aan bod. De resultaten tonen alvast aan dat mosselen in havens veel meer stress ondervinden, deels omdat ze veel hogere concentraties aan vervuilende stoffen (zoals tributyltin TBT en perfluorverbindingen PFOS en PFOA) bevatten. Mosselen of oesters voor consumptie plukken in een Belgische haven is dan ook om meer dan één reden af te raden!



■ Mosselen in havens ondervinden een hogere stress dan mosselen in open zee. Deze stress is ondermeer meetbaar in een vertraagde groei, en deels te verklaren door de verhoogde concentraties aan vervuilende stoffen zoals TBT en perfluorverbindingen (KR)

Verklarende woordenlijst

- * **Biomagnificatie:** de stapsgewijze toename in de concentratie van moeilijk afbreekbare stoffen in het organisme naarmate men hogerop in de voedselketen waarnaemt. Toppredatoren (bv. roofvogels) bezitten bijvoorbeeld veel hogere en gevaarlijkere concentraties aan PCB's in hun vetweefsel dan hun prooiën (bv. knaagdieren); dat komt omdat ze lichaamsvreemde stoffen uit de weefsels van hun prooiën opnemen en opslaan in het eigen vetweefsel.
- * **Contaminatie:** de aanwezigheid van een (milieuvreemde) substantie die (nog) niet in verband kan gebracht worden met negatieve gevolgen voor het milieu.
- * **OSPAR** staat voor de Oslo-Parijs conventie voor de bescherming van het mariene milieu van de Noordoost-Atlantische Oceaan (inclusief de Noordzee) en verwijst naar respectievelijk de Oslo-Conventie van 1972 i.v.m. het dumpen van afval op zee, en de Parijs-Conventie van 1974 i.v.m. mariene pollutie afkomstig van bronnen op het land. Zie ook: www.ospar.org.
- * **Vervuiling:** een verandering in de kwaliteit van het leefmilieu (in dit geval het zeewater) veroorzaakt door een menselijke of natuurlijke activiteit, met een schadelijk effect als gevolg voor mensen, dieren of planten die met het vervuilde milieu in contact komen.

Bronnen

- BMM (in prep.) Federaal rapport Marien Leefmilieu: Toestand van het mariene milieu in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België.
- Bonne W. & J. Tavernier (2007). Fishing for Litter Proefproject 2007. Eindrapport. Dienst Marien Milieu, DG Leefmilieu, FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu, Brussel: 10pp.
- Claessens M., S. De Meester, L. Van Landuyt L., K. De Clerck & C.R. Janssen (to be submitted). Occurrence and distribution of microplastics in Belgian marine sediments and the assessment of potential trends of microplastic concentrations in time. Marine Pollution Bulletin.
- http://ec.europa.eu/environment/water/waterbathing/index_en.html
- http://www.vmm.be/water/toestandwatersystemen/watertypes/zwemwaters/zwemwaterichtlijn_nieuw.html
- <http://www.lenteprikkel.be>
- Macfadyen G., T. Huntington & R. Cappell (2009). Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear. FAO fisheries and aquaculture technical paper 523, UNEP regional seas reports and studies 185. FAO: Rome, Italy. ISBN 978-92-5-106196-1. XIX: 115pp.
- OSPAR (2009) Coordinated Environmental Monitoring Programme: 2008/2009 assessment of trends and concentrations of selected hazardous substances in sediments and biota. CEMP report. Publication Nr: 390/2009. ISBN: 978-1-906840-30-3.
- Thompson R.C., Y. Olsen, R.P. Mitchell, A. Davis, S.J. Rowland, A.W.G. John, D. McGonigle & A.E. Russell (2004). Lost at sea: where is all the plastic? Science 304: 838.
- UNEP (2005). Marine Litter, an analytical overview. United Nations Environment Programme, 58pp.
- Van den Broeck H., H. De Wolf, T. Backeljau & R. Blust (2009). Comparative assessment of reproductive impairment in the gastropod mollusc *Littorina littorea* along the Belgian North Sea coast. Science of the Total Environment 407: 3063-3069.