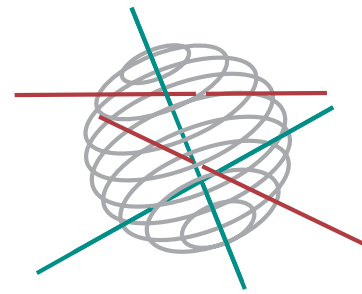


SSD

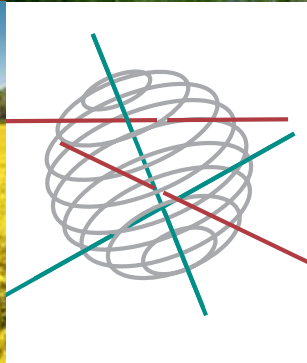
WETENSCHAP VOOR EEN DUURZAME ONTWIKKELING

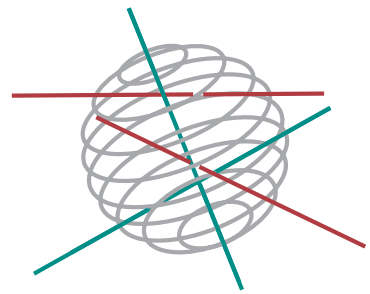


BALANS VAN EEN MULTIDISCIPLINAIR EN THEMATISCH ONDERZOEKSPROGRAMMA



.be





BALANS VAN EEN MULTIDISCIPLINAIR EN THEMATISCH ONDERZOEKSPROGRAMMA



Energie:

- rationeel energiegebruik (REG)
- alternatieve en/of hernieuwbare energievormen
- organisatie van energiesystemen op middellange en lange termijn
- energiebeleid



Transport en mobiliteit:

- mobiliteit en modale keuze
- transport en milieu
- verkeersveiligheid



Gezondheid en milieu:

- gezondheidsrisico's die verband houden met biologische, chemische, fysische blootstellingen
- werkmilieu



Agro-voeding:

- voedselveiligheid
- voedselallergieën en voedingsintoleranties
- voeding en 'novel-foods'
- geïntegreerde systemen voor kwaliteitsbeheer
- opkomende productiewijzen
- multifunctionaliteit van de productie



Klimaat (inclusief Antarctica):

- begrijpen van het klimaatsysteem
- analyse van de impact, aanpassing en kwetsbaarheid (in het bijzonder in België)
- ondersteuning van de voorbereiding en de evaluatie van verzachtende maatregelen inzake klimaatwijzigingen



Biodiversiteit: (inclusief Antarctica en de Noordzee)



Atmosfeer & terrestrische (inclusief zoetwater) en mariene ecosystemen (inclusief Antarctica en de Noordzee)



Transversaal onderzoek



Risico's





INHOUD

- 6 **EDITO**
- 8 ■ **ENERGIE** EEN ROUTEPLAN VOOR DE WEG NAAR DUURZAAMHEID
- 18 ■ **TRANSPORT EN MOBILITEIT** MOBILITEIT IN HET LAND VAN 82 MILJARD KILOMETER
- 30 ■ **GEZONDHEID & MILIEU** HET ONDERMIJNENDE EFFECT VAN FIJN STOF OP DE GEZONDHEID
- 40 ■ WANNEER **LANDBOUW EN VOEDING** HAND IN HAND SAMENGAAN MET GEZONDHEID
- 50 ■ **BIODIVERSITEIT & TERRESTRICHE EN MARIENE ECOSYSTEMEN**
- 78 ■ **KLIMAAT EN ATMOSFEER** DE UITDAGINGEN VAN DE VERANDERING
- 90 ■ GEEN GLOBALE BENADERING ZONDER **TRANSVERSAAL ONDERZOEK**
- 98 ■ **CLUSTERING:** EEN ANDERE MANIER OM ONDERZOEKSRÉSULTATEN DUURZAAM TE OPTIMALISEREN

EDITO

Nu duurzame ontwikkeling (DO) in elke hedendaagse maatschappij een belangrijke plaats bekleedt in de publieke beleidsvoering, wordt ook verondersteld dat de wetenschap vanuit een multidimensionale visie moet worden benaderd, te weten vanuit economisch, maatschappelijk en milieugebonden oogpunt.

De wetenschap voor een duurzame ontwikkeling helpt niet alleen de politiek verantwoordelijken een klare kijk te hebben op de situatie en strategieën uit te werken, maar maakt het ook mogelijk kennis op te bouwen en te versterken op basis van duurzame kennis. Wanneer wetenschap in een multidisciplinaire aanpak past die de dialoog tussen wetenschappers uit verschillende disciplines, alsook de dialoog tussen de actoren op het terrein stimuleert, worden de draagwijdte van het onderzoek en de impact van de resultaten ervan vergroot.

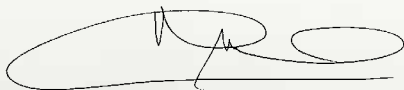
In die context heeft het Federaal Wetenschapsbeleid in 2005 een onderzoeksprogramma opgezet met als uitgangspunt de “Wetenschap voor een duurzame ontwikkeling” (SSD), waarin het zijn onderzoeksprioriteiten op acht gebieden tracht in te passen. Daar komt later een negende gebied bij, dankzij juist zijn transversale onderzoeksacties. Daar het Federaal Wetenschapsbeleid onder andere als opdracht heeft het beleidsondersteunend onderzoek te steunen, heeft het programma SSD ertoe aangespoord elke onderzoeksactie te laten begeleiden door een gebruikerscomité dat op elk ogenblik en in overleg met de onderzoekers, richting kan geven aan de impact ervan op het terrein.

Die 8-9 prioritaire onderzoeksgebieden zijn “Energie”, “Transport en mobiliteit”, “Agrovoeding”, “Gezondheid en milieu”, “Klimaat (waaronder Antarctica)”, “Biodiversiteit (waaronder Antarctica en de Noordzee)”, “Atmosfeer en terrestrische (met inbegrip van zoetwaterecosystemen) en mariene ecosystemen (waaronder Antarctica en de Noordzee)” en “Transversaal onderzoek”, in aansluiting waarop later een oproep voor projecten zal worden gelanceerd, met als thema’s “Antarctica”, “Afrika” en “Natuurlijke risico’s”.

In het kader van dat programma werden op het ogenblik 103 onderzoeksprojecten gefinancierd in multidisciplinaire netwerken voor een periode van twee tot vier jaar voor een bedrag ten belope van 76,33 miljoen euro. Gelijktijdig met die projecten en in het kader van de begeleidingsmaatregelen van het programma SSD met als doel de draagwijdte ervan te vergroten, werden tien projectclusters gefinancierd voor zowat 1 miljoen euro. De meeste daarvan zijn nu afgelopen. In die brochure wordt de balans opgemaakt van die onderzoeksacties met aandacht voor de belangrijkste projecten van elke thematiek (inclusief clusters). Aan het einde van de brochure staat een algemeen overzicht van alle projecten van het programma en worden alle wetenschappers die erbij betrokken zijn naast hun eigen project vermeld. Alle persoonlijke gegevens worden bovendien opgegeven, zodat geïnteresseerde personen ze gemakkelijk kunnen contacteren.

Vier journalisten hebben de onderzoekers waarvan de projecten hier worden geïllustreerd ontmoet en/of geïnterviewd (in de meeste gevallen de coördinator). Zij maken ieder in hun stijl de balans op van het onderzoeksprogramma SSD met de inbreng van de volgende informatie, te weten de belangrijkste verworvenheden en resultaten van het onderzoek, de onderliggende maatschappelijke uitdagingen, de strategische/politieke relevantie van het onderzoek, de meerwaarde van het onderzoek in termen van netwerking, internationalisering, creatie/versterking van de nationale expertise enz. Die elementen vormen in zekere zin een leidraad voor de presentatie van de projecten.

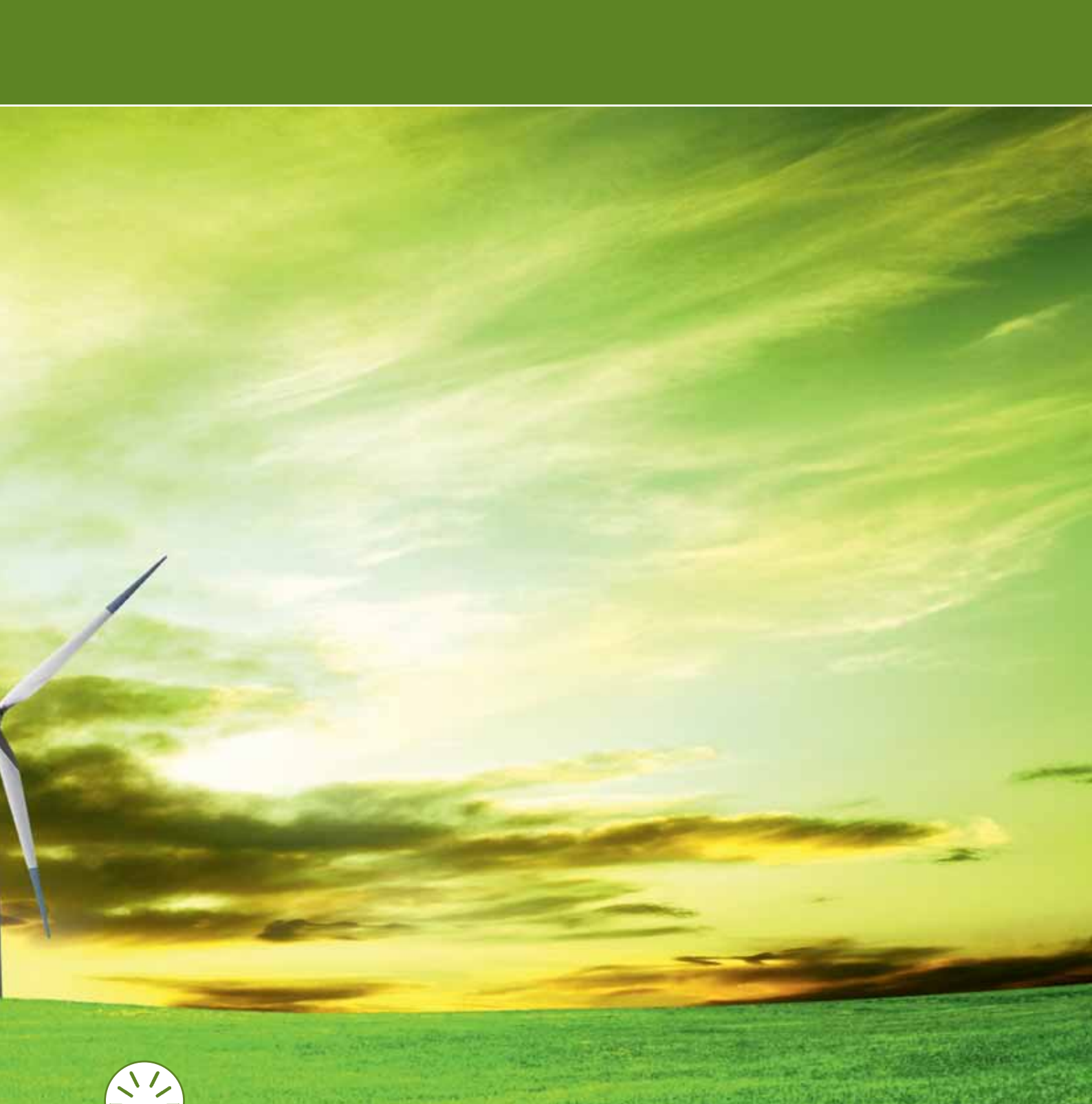
Lezers die meer willen weten over de projecten en/of het programma, raadplegen best de website van het programma www.belspo.be/ssd.



René Delcourt
Voorzitter van het directiecomité a.i.







ENERGIE EEN ROUTEPLAN VOOR DE WEG NAAR DUURZAAMHEID

Tekst: Johan Lambrechts



Hernieuwbare energie, energie-efficiëntie, slimme meters... : het zijn topics die actueler zijn dan ooit in onze samenleving. BELSPO financierde een reeks onderzoeken die wetenschappers toeliet samen te werken rond praktische vragen in verband met hernieuwbare energie, gedragsverandering bij energiebesparingen en een nieuw energiemodel. Geen fundamenteel onderzoek maar onderzoek waarbij wetenschappers uit verschillende disciplines worden samengebracht om objectieve antwoorden te formuleren op energievragen die beleidsmakers zich stellen. Een integratie van alle beschikbare technologische kennis, zeg maar, om zo de weg naar duurzame energie voor de volgende jaren uit te stippelen.

Op zoek naar de beste energiemix voor de toekomst

De noodzakelijke reductie van broeikasgasemissies om de schade van de voorspelde klimaatverandering te beperken, vereist de ontwikkeling en implementatie van nieuwe technologieën. Maar hoe kiezen we de meest ideale energiemix? Het TUMATIM-project verfijnde het MARKAL/TIMES-model, een instrument om de rol van verschillende sectoren en technologieën op een consistente en controleerbare wijze te evalueren.

Jan Duerinck (VITO): "Het MARKAL/TIMES-model is een technisch-economisch energie-model, een technologische databank die al dertig jaar in ontwikkeling is en waarin voor ons hele energiesysteem technologische informatie wordt samengebracht zoals het rendement van installaties, maar ook de investeringskosten en emissies. De kerntaak van het model blijft het ondersteunen van het klimaatbeleid in België. Bedoeling van het BELSPO-onderzoek was dit model nog te verfijnen en te raffineren, door een betere integratie van de impact van onzekerheid en risico in de evaluatie van het energiebeleid, en door rekening te houden met de prijselasticiteit. Het model be-

strijkt de complete energieproductie en het verbruik van energie in België. Voor de residentiële en de tertiaire sector is dat voor een groot deel de verwarming van gebouwen, maar er is ook de transportsector en de industrie met specifieke energie-intensieve processen zoals de staalindustrie. Het model vraagt heel veel data en technologische inputgegevens: wat zijn de karakteristieken van technologieën nu, en wat kunnen ze zijn in de toekomst? Dat gaat dan zowel over fysieke parameters zoals het vermogen, als de economische zoals de investeringen en de variabele kosten. En uiteindelijk voeren we in onze technologische databank ook de informatie over emissies bij, de schade die wordt veroorzaakt door onder meer de uitstoot van CO₂. Ook het rationaliseren van energieverbruik staat gemodelleerd in dat TIMES-model. Op die manier kun je echt gaan onderzoeken wat voor de overheid de meest interessante keuzes zijn uit de veelheid van energieopties voor de komende jaren. Moeten we er bijvoorbeeld voor zorgen dat de woningen beter geïsoleerd worden? Of moeten we gewoon overschakelen naar een goedkopere brandstof? Op die manier hebben we een lange termijn-model ontworpen, met relevante uitspraken over een tijdshorizon van tussen de 20 en 50 jaar. Die tijdperiode is heel belangrijk, want elk gebouw dat nu wordt neergezet heeft natuurlijk tientallen jaren een impact op het energieverbruik.

Door het TUMATIM-onderzoek hebben we het model gevoelig kunnen verfijnen, door onder meer het introduceren van hernieuwbare energieën en stockeringstechnologieën. Het mooiste voorbeeld van de praktische toepasbaarheid ervan is dat we het verbeterde model hebben kunnen gebruiken voor een opdracht van de 4 energieministers, om te onderzoeken hoe België kan overstappen naar 100% hernieuwbare energie in 2050. We hebben 5 scenario's ontwikkeld waarbij we in kaart brachten wat dat zou kosten en welke capaciteiten er

Fotovoltaïsche zonne-energie, veranderlijk maar onuitputtelijk en modulair, is uitgegroeid tot “een essentieel onderdeel van het energiebeleid”

zouden moeten geïnstalleerd worden voor de verschillende hernieuwbare energieën. Daarbij hebben we aangetoond dat die transitie perfect technisch mogelijk is op lange termijn, en dat heeft in Vlaanderen ook bij beleidsmensen echt wel een sterke impact gehad op het denken over hernieuwbare energie. Intussen hebben we daar al meer dan 20 presentaties over gegeven en zijn we bezig met nieuwe doelstellingen voor 2030, en dat geeft toch het grote belang van het onderzoek voor het beleid en de energiesector weer. Zonder het BELSPO-onderzoek had deze studie nooit gemaakt kunnen worden.

Op dit moment zitten er tal van nieuwe technologieën in de pijplijn zoals *power to gas*, waarbij men elektriciteit uit hernieuwbare energie eerst omzet in waterstof, en dan naar methaan. Op die manier verkrijgt je een volledig hernieuwbaar productieproces, dat gewoon geïnjecteerd kan worden in het bestaande gasnet. Dat is een technologie die we binnenkort ook in ons model willen introduceren, om dat te kunnen evalueren in het totaal van energie. Dat is het interessante van het TIMES-model: het is nooit af. Er kunnen altijd nieuwe dingen bijgevoegd worden. Ook de internationale impact van onderzoek is belangrijk. Voor ons onderzoek hebben we samengewerkt met het ETSAP, een onderdeel van het Internationaal Energie Agentschap dat zich concentreert op duurzame energie. Onze samenwerking binnen ETSAP is zeer belangrijk en heeft ertoe geleid dat de *source code* en de software van het TIMES-model steeds weer verbeterd werd, net zoals de methodologie. Bovendien worden resultaten internationaal uitgewisseld, en door die gedeelde ervaringen leer je veel bij. Frankrijk wil ons scenario voor 100% hernieuwbare energie nu ook in eigen land uitproberen, op basis van de expertise die wij hierbij hebben opgebouwd.”



Een roadmap voor duurzame biobrandstoffen

De transportsector heeft een belangrijke milieu-impact. Maar niet alleen de broeikasgasemissies, ook de afhankelijkheid van olie en de impact op de luchtkwaliteit zijn een reden om het aandeel biobrandstoffen in ons land de komende jaren gevoelig te verhogen. Het BIOSSES-onderzoek analyseerde de gevolgen van verschillende marktintroductiescenario's van biobrandstoffen in het transportsysteem, zowel op korte als op lange termijn.

Luc Pelkmans (VITO): “We zijn op zoek gegaan naar wat België de komende jaren best concreet kan doen voor de introductie van biobrandstoffen, rekening houdend met het huidige wagenpark en de evolutie van dit wagenpark in de komende jaren. Daarbij bekeken we ook telkens het energieverbruik, de kostprijs en de milieu-impact van de diverse biobrandstoffen tijdens hun volledige levenscyclus, dus zowel tijdens de groei van de gewassen, de productie van die brandstoffen als tijdens het eindgebruik ervan. Heel wat van de gegevens voor die levenscyclus-analyse konden we uit een centrale databank halen, het



De aanbevelingen van het BIOSSES-project over het toekomstige beleid rond energieverbruik in de transportsector:

1. De huidige bijmengplicht van 4% moet progressief verhoogd worden
2. Stimuleren van het gebruik van biobrandstoffen met een goeie broeikasgasprestatie
3. Ondersteuning van innovatieve en geavanceerde biobrandstoffen op korte termijn, ook al wordt hun rol wellicht pas na 2020 significant
4. Stimuleren van de marktontwikkeling van hogere concentraties biobrandstoffen, vooral voor E85 (ethanol) en biomethaan, zowel op gebied van compatibele voertuigen, brandstofinfrastructuur en brandstofprijs
5. Zekerheid bieden rond duurzaamheidsvoorwaarden door de implementatie van biobrandstoffen te baseren op transparante en wetenschappelijk onderbouwde gegevens: een heel belangrijke conditie voor de sociale aanvaardbaarheid van biobrandstoffen door het grote publiek



Zwitserse Ecoinvent. Aan die gegevens hebben we voor de broeikasgasemissies en luchtkwaliteit zelf nieuwe emissiemetingen gekoppeld van voertuigen die op nieuwe biobrandstoffenmengsels reden. Daarnaast hebben we via een multicriteria-analyse ook bekeken welke parameters nu eigenlijk belangrijk zijn voor verschillende groepen in de maatschappij. Bij de overheden staat duurzaamheid voorop, terwijl de eindgebruikers uiteraard ook de kostprijs, maar ook het gebruiksgemak en de betrouwbaarheid heel belangrijk vinden.

Een belangrijke output van het onderzoek is dat we de overheid advies hebben kunnen geven om haar actieplan naar 2020 rond hernieuwbare energie in te vullen, onder andere door te adviseren op welke manier biobrandstof ingang kon vinden in de markt: een roadmap voor biobrandstoffen in België. We hebben verschillende scenario's uitgewerkt om de doelstellingen te halen, elk met een eigen focus. De meeste scenario's gelden tot 2020, maar we hebben ook extrapolaties gemaakt naar 2030. Een eerste scenario bekeek wat er zou gebeuren als we gewoon verder zouden doen met hoe we nu bezig zijn. Een tweede scenario mikte op een hogere bijmenging van biodiesel bij diesel en bio-ethanol bij benzine tot een gehalte van 10%. In diverse andere scenario's focusten we op het stimuleren van hoge concentraties biobrandstoffen, op de introductie van biogasvoertuigen of op de stimulering van tweede generatie-biobrandstoffen. Dat zijn biobrandstoffen die nu nog in hun kinderschoenen staan, maar die niet afhangen van voedingsgewassen, zoals nu nog het geval is. Het gaat dan vooral over brandstoffen die worden gemaakt van reststromen zoals stro, vezels, grassen, takhout en afval. Ook de mogelijke rol van elektrische voertuigen hebben we bekeken.

Ik ben blij te kunnen zeggen dat met onze adviezen goed rekening is gehouden in het actieplan van de Belgische overheid. Dit BELSPO-onderzoek kwam er dan ook net op het goeie moment. Tijdens het onderzoek was er een stuurgroep die regelmatig samenkwam, waar verschillende stakeholders en sectoren in aanwezig waren zoals de biobrandstofindustrie, de fossiele brandstofsector, voertuigproducenten en de landbouwsector. Vanuit het beleid waren ook verscheidene vertegenwoordigers betrokken, zowel op federaal als regionaal niveau. Zeer nuttig, want zo kregen we feedback tijdens verschillende stappen van ons onderzoek. Ons onderzoek heeft zeer concrete con-

clusies opgeleverd over hoe biobrandstoffen in te passen in het Belgische wagenpark, vergelijkbaar met die van een oefening die men ook op Europees niveau heeft gedaan.”

Windenergie in balans

Windenergie kan een belangrijke bijdrage leveren aan het halen van de Belgische doelstelling voor hernieuwbare energiebronnen, die wordt opgelegd door de Europese Commissie. Maar wat is de impact van de steeds toenemende

hoeveelheid windenergie op het huidige en het toekomstige elektriciteitsnet? Wat zijn de economische en technische limieten? En hoe kunnen we vermijden dat de zekerheid van bevoorrading in het gedrang komt? Het Wind-Balance-onderzoek identificeerde en analyseerde deze barrières en bracht de problematiek in kaart.

Professor Johan Driesen (KUL): “Ons onderzoek verliep in drie stappen. Eerst hebben we *bottom up* gewerkt en onderzocht hoe één enkele windturbine in een windpark zich





gedraagt in de elektriciteitsmarkt. Windenergie is immers beperkt voorspelbaar, en dus moeten af en toe bijkomende reserves worden gekocht en dat heeft een impact op de kostprijs. Daarnaast hebben we *top down* gewerkt, en bekeken hoe het bestaande elektriciteitssysteem zich gedraagt als je er meer en meer windenergie op gaat aansluiten. In stap 3 tenslotte hebben we die twee dingen samengevoegd, en een aantal scenario's uitgewerkt waarbij steeds meer windenergie aan het systeem wordt toegevoegd: tussen de 4 en de 5 gigawatt, het cijfer dat in het Belgische hernieuwbare energieplan staat voor 2020. Bij al die modellen hielden we rekening met de technische vereisten van het net, met de capaciteit van het transmissienetwerk, met statistische eigenschappen van de wind, met variabiliteit in het verbruik en de productie, en met economische parameters zoals productiekosten voor elektriciteit in de vrije markt.

Door het WindBalance-onderzoek hebben we een aantal technische problemen in het elektriciteitsnetwerk perfect kunnen aantonen. Bepaalde zaken die we met het onderzoek voorspeld hadden, zijn plots realiteit geworden nu de offshore windparken aangesloten worden op het net. Zoals bijvoorbeeld: een tekort aan netwerkcapaciteit om de geproduceerde stroom tot bij de verbruikers te brengen. Het is ook duidelijk geworden dat we de pompcentrale van Coe, een energieopslagcentrale die 's nachts water omhoog pompt om het overdag naar beneden te laten lopen, veel dynamischer zullen moeten gebruiken om windenergie uit te balanceren. Maar dit was een multidisciplinair onderzoek en ook op economisch vlak waren er interessante resultaten, want we hebben een kwantificatie proberen te maken van al de kosten, veroorzaakt door de extra reserves die zullen aangelegd moeten worden om de voorspellingsfouten die gepaard gaan met windenergie te compenseren. Eenmaal we die correcties kenden

voor elk seizoen, week en weekend, konden we ook schatten hoeveel reservecapaciteit er moet ingekocht worden op de reservemarkt en hoeveel dat mag kosten. Met deze kennis hebben we kunnen bijdragen aan de verdere ontwikkeling van de balanceringsmarkt, door een systeem uit te werken voor de aankoop van reservecapaciteit dat al die afwijkingen opvangt. Al tijdens het onderzoek waren we daarover in contact met de energieregulator CREG en met netbeheerder Elia, om samen algoritmes te ontwikkelen die de benodigde reservecapaciteit accurater kunnen bepalen. Met deze kennis hebben we ook kunnen onderzoeken hoe we een groot windpark in Estinnes (Henegouwen) konden gebruiken om reservecapaciteit te leveren. Door demo's kent de regulator nu exact de mogelijkheden van deze technologie, en weet hij ook hoe de regelgeving moet aangepast worden om deze techniek mogelijk te maken.

Met de resultaten van dit BELSPO-onderzoek kunnen beleidsmakers de nodige acties ondernemen om het potentieel aan windenergie te vergroten. Dat vind ik toch wel het unieke aan dit onderzoek: het was technisch basisonderzoek, maar overgoten met een stevig beleidssausje. Bij ingenieurs is het niet gebruikelijk dat je zo'n grote rol speelt in beleidsondersteunend onderzoek. Je kunt technologie als iets zeer eng-technisch beschouwen, maar dat is binnen de energiewereld niet meer mogelijk. De impact op onze maatschappij is groter dan ooit tevoren. Als er een blackout is, is dat niets minder dan een catastrofe. De energiemarkt moet zichzelf heruitvinden, door een aantal recente beleidsbeslissingen zoals de vrije energiemarkt, de introductie van hernieuwbare energie en een gegarandeerde leveringszekerheid. Alles moet herdacht worden, en dit is een eerste stap. Dankzij dit project hebben we ook internationaal kunnen samenwerken, en zijn we door de Europese Commissie benaderd met de vraag of we nog een extra studie kon-

*Zekerheid van de
energievoorziening en de
impact op de
klimaatverandering zijn de
belangrijkste uitdagingen
van vandaag ...*

den maken om onze bevindingen te extrapoleren naar een Europese context. Dankzij Wind-Balance kunnen we ook via het EIT KIC InnoEnergy's-project, een Europees netwerk van technologieprogramma's, een aantal opvolgprojecten doen. Met dit BELSPO-project hebben we dus een heel mooie basis kunnen leggen om nog een aantal meer implementatiegerichte projecten op te starten."

De beste instrumenten om aan energiebesparing te doen

Het stijgende energieverbruik in België en Europa vormt een echte uitdaging, onder meer voor de zekerheid van energiebevoorrading en natuurlijk de impact op klimaatverandering. Hernieuwbare energie alleen zal niet volstaan om dit probleem aan te pakken, en daarom speelt ook energiebesparing een belangrijke rol in dit proces. Vooral huishoudens hebben daarin een aanzienlijk potentieel, maar dan moet wel hun gedrag veranderen. Het INESPO-project ging op zoek naar de beste manier om die gedragsverandering te bewerkstelligen.

Professor Marek Hudon (ULB): "Tot nu toe legde het beleid zich voornamelijk toe op het verbeteren van de energie-efficiëntie van woningen en huishoudtoestellen. Heel wat onderzoeken hebben echter aangetoond dat het gedrag van de consument van cruciaal belang is om energiebesparingen te realiseren. In dit onderzoek hebben we de focus gelegd op die menselijke factoren, meer bepaald op de instrumenten die er zijn om dat gedrag te veranderen en te belonen, zoals witte certificaten (white certificates) en complementaire munten (complementary currencies) die als beloning ontvangen worden en die kunnen geruild worden net zoals gewone munten. De bedoeling was om een echt innovatief systeem van energiebesparende instrumenten voor huishoudens uit te werken, dat deze verschillende in-





grediënten met elkaar zou integreren. Het unieke is dat we die instrumenten voor het eerst koppelden aan intelligente energiemeet-systemen (smart meters), die het gas- en elektriciteitsverbruik registreren voor het toekennen van de complementaire munten, maar die ons ook feedback kunnen geven over de gerealiseerde hoeveelheid energiebesparing. Op die manier kan de gewenste gedragsverandering perfect geëvalueerd worden. Het onderzoek behelsde zowel de praktische als technische uitwerking van deze instrumenten, als een studie naar de manier waarop ze sociaal het best aanvaard worden. Het was een zeer interdisciplinair onderzoek. Wetenschappers uit verschillende vakgebieden werkten intens samen. Van ingenieurs gespecialiseerd in de technologische component van de smart meters, tot sociologen die zich toelegden op de factoren die de sociale aanvaarding van deze smart meters kunnen verbeteren. En tenslotte economen zoals ik, die de economische im-

pact onder de loep namen. Zo'n interdisciplinair onderzoek was nog nooit eerder gedaan. Daarnaast speelde ook het aspect 'duurzaamheid' een grote rol. Heel wat van deze systemen hebben ook een emissiereductiedoel, zoals het Torekes-project in een wijk in Gent of de e-portemonnee in Limburg, een elektronisch spaar- en beloningssysteem.

Op basis van een kwalitatief en kwantitatief onderzoek van de sociologen hebben we een nieuw, intelligent energiesysteem getest dat enerzijds de complementaire munten aan de smart meters koppelde, en anderzijds de witte certificaten aan de smart meters. Op die manier hebben we twee sleutelmodellen opgesteld: één was gebaseerd op de beloning van de gebruikers op basis van de verbruikte ampères (*rewarding*). In het andere, meer regulerende model werden de gebruikers *verplicht* om een aantal energiedoelstellingen te bereiken (*regulatory*). De conclusies van het onder-

Symbool voor
energie-efficiëntie



Wat zijn complementaire munten en witte certificaten?

- * **Complementaire munten:** vertegenwoordigen een bepaalde waarde die kan geruild worden naar analogie met de officiële munten. Kunnen op lokale schaal een krachtige motivator zijn om gedragsverandering te realiseren, vaak in functie van een bepaalde sociale of milieudoelstelling.
- * **Witte certificaten:** verhandelbare documenten die certificeren dat een bepaalde reductie in het energiegebruik is gerealiseerd.

zoek zijn duidelijk. Het regulerende model is duidelijk het meest efficiënte, omdat gebruikers verplicht worden besparingen te doen. Maar tegelijk is de sociale aanvaarding veel zwakker dan bij het andere model. We hebben ook nog empirisch onderzoek bij de gebruikers zelf gedaan, en via interviews onderzocht welke instrumenten ze zelf in staat achten om hun gedrag te veranderen. Dat laat toe in het systeem bepaalde elementen te gaan wijzigen, zodat de smart meters sociaal beter aanvaard worden. Het heeft geen zin een systeem te ontwerpen dat toch niet door de gebruikers toegepast wordt, of dat ze negeren. Deze conclusies kunnen door de overheid meegenomen worden in het ontwerpen van een efficiënt energiebesparingsbeleid en energiebesparingsmaatregelen.

Het unieke aan dit BELSPO-onderzoek is dat verschillende onderzoeksdisciplines in één project verenigd werden. Bij andere onderzoeken is dat vaak niet het geval. Het probleem bij wetenschappelijk onderzoek is dat het immers vaak beperkt wordt tot één discipline, en dat ook de evaluatie binnen de eigen discipline en dus door eigen vakgenoten gebeurt. Hier lag dat toch wel anders, en daar ben ik blij om.

Ook op gebied van networking was dit een heel interessant project. Het heeft ons toegelaten samen te werken met Gill Seyfang van de University of East Anglia, die een internationaal expert is op het gebied van duurzame consumptie en deel uitmaakte van het follow-up comité van ons onderzoek. De Britten zijn echt de *leaders* in Europa op het gebied van complementaire munten. Het innovatieve instrument dat wij nu hebben uitgewerkt kon bij hen op heel wat interesse rekenen.”



De slimme elektriciteitsmeter laat toe het ampèreverbruik te meten en zodus energie te besparen.





TRANSPORT EN MOBILITEIT

MOBILITEIT IN HET LAND VAN 82 MILJARD KILOMETER

Tekst: Christian DU BRULLE



Analyse van de mobiliteit van de Belgen met bijzondere aandacht voor bedrijfswagens, wekelijkse gewoonten en verhuizingen

Transport en mobiliteit zijn essentiële voorwaarden voor economische ontwikkeling. Tegelijk heeft deze sector ook een enorme impact op het milieu en op de levenskwaliteit van mensen.

De onderzoeksprojecten op het gebied van transport en mobiliteit die door het SSD-programma werden ondersteund, hadden specifiek als doelstelling om de spanning tussen de groeiende mobiliteitsbehoeften en de bijbehorende maatschappelijke, economische en milieuproblemen terug te dringen.

In dit kader werden dertien projecten gefinancierd met heel uiteenlopende onderwerpen zoals schone voertuigen, biobrandstoffen, mobiliteitsgewoonten van de burgers, goedertransport, modellering van verkeersstromen enz. Vaak werden ook bruggen naar andere onderzoeksprojecten van het SSD-programma geslagen, meer bepaald over de energie-, gezondheids- en milieuproblematiek (zie SHAPES pg. 35).

In ons land zijn deze onderzoeksdomeinen uiterst belangrijk. De laatste studie (2012) van de FOD Mobiliteit en Vervoer geeft een beeld van de enorme uitdagingen die ons op dit vlak wachten.

In 2010 legden alle Belgische auto's samen 82,6 miljard kilometer af zoals blijkt uit dit rapport. Een absoluut record, benadrukt de FOD Mobiliteit en Vervoer, die er nog aan toevoegt dat de Belgen elk jaar gemiddeld 15% meer kilometers met hun auto afleggen dan de gemiddelde Europeaan.

Dit is 20% meer dan een Fransman en 24% meer dan een Nederlander.

In 2010 legde een Belgische auto gemiddeld 15.649 kilometer af.

De universiteit van Namen heeft de afgelopen jaren heel wat kennis over de mobiliteit van personen opgebouwd. In het kader van het SSD-programma stond Eric Cornélis van de Groupe de Recherche sur le Transport (GRT) (samen met professor Philippe Toint die ondertussen vicerector Onderzoek is geworden) in voor de coördinatie van drie projecten. Die bogen zich specifiek over de mobiliteit van de burgers in dit land.

De projecten bestudeerden de problematiek aan de hand van drie specifieke thema's: het gebruik van bedrijfswagens, het verplaatsingsgedrag van stedelingen gedurende een week en de redenen voor en de gevolgen van verhuizingen van de ene naar een andere gemeente.

Bedrijfswagens: drie profielen

'Het PROMOCO-project (Professionele verplaatsingen en bedrijfswagens) boog zich over het gedrag van personen die over een bedrijfswagen beschikken', licht professor Cornélis toe. 'We wilden meer te weten komen over de gevolgen die een bedrijfswagen kan hebben op de mobiliteit van personen en over de motieven van ondernemingen die dit soort voordelen aan hun werknemers aanbieden.'

Voor bedrijven is duidelijk het fiscale voordeel van deze formule interessant. In plaats van goede en trouwe werknemers een loonsverhoging te geven, opteren ze voor een minder dure bedrijfswagen.

'Bij werknemers met een bedrijfswagen zien we drie profielen', verduidelijkt de onderzoeker. 'Er zijn de personen die echt een bedrijfswagen nodig hebben om hun vele professionele verplaatsingen te maken; vervolgens zijn er de werknemers die hun bedrijfswagen nagenoeg uitsluitend voor hun woon-werkverplaatsingen gebruiken; en tot slot zijn er nog de personen die hun bedrijfswagen vrijwel alleen voor privédoeleinden gebruiken.'

De onderzoekers hebben enkele interessante sociaaleconomische lessen uit hun studiewerk kunnen trekken, hoewel ze – zoals Dr. Cornelis opmerkt – wat benadeeld werden bij hun werkzaamheden omdat ze geen toegang hadden tot de databank met gegevens over alle bedrijfswagens. Het bestand van het ministerie van Financiën (inkomstenbelastingen) was heel nuttig geweest, maar de onderzoekers mochten het niet raadplegen. Daarom hebben ze zich voor hun studie moeten behelpen met gegevens over wagens ingeschreven op naam van vennootschappen, afkomstig van de Dienst Inschrijvingen Voertuigen (DIV).

Tweemaal meer kilometers dan een doorsneebestuurder

PROMOCO stelde in België een verschil vast tussen het noorden en het zuiden van het land. Vooral in Vlaanderen worden bedrijfswagens gewaardeerd. Begunstigden zijn meestal hoger opgeleide, relatief jonge mannen (tussen 24 en 40 jaar) die een managementfunctie uitoefenen.

Personen die over een bedrijfswagen beschikken, gebruiken hun wagen doorgaans om 94% van al hun verplaatsingen uit te voeren; mensen die geen bedrijfswagen hebben, gebruiken hun eigen wagen om slechts 80% van al hun verplaatsingen te maken.

Wat de drie categorieën begunstigden van bedrijfswagens betreft, toont de studie aan dat werknemers die hun bedrijfswagen voor professionele verplaatsingen gebruiken, gemiddeld 37.600 km per jaar rijden. Hun collega's die hun bedrijfswagen enkel gebruiken om naar het werk te rijden, leggen 32.000 km per jaar af en de werknemers die dit soort wagens louter voor privédoeleinden gebruiken, leggen slechts 22.400 km af. Dit is ruim meer dan het jaargemiddelde voor privéwagens in België (gemiddeld 15.649 km volgens cijfers van de FOD Mobiliteit en Vervoer).



Een weekje Gent en omgeving

Het BMW-project (Weekpatronen in mobiliteitsgedrag) dat ook door de Naamse onderzoekers werd gecoördineerd, trachtte meer inzicht te verwerven in de dagelijkse mobiliteitspatronen van personen gespreid over een week. 'Gewoonlijk beperkt dit soort onderzoek zich tot één dag', legt Dr. Cornelis uit.

'Het BMW-project maakte het mogelijk om vergelijkingen te maken tussen bijvoorbeeld verschillende weekdays en om onze waarnemingen te toetsen aan metingen in real time van het verkeer in de stad en in de rand.'

In het kader van dit project hebben we de stad Gent en haar randgemeenten bestudeerd. 'We werkten hiervoor samen met het ETH uit Zürich in Zwitserland. Professor Kay Axhausen is de specialist voor dit soort langlopende studies. In Zwitserland heeft hij zes weken lang vergelijkbaar onderzoek gedaan.'

De onderzoekers van de KUL die ook bij dit project betrokken waren, hielden zich bezig met de algoritmen. Die maakten het mogelijk om de dagelijkse Gentse verkeersstellingen te vergelijken met verschillende modellen. De resultaten? Er werd een duidelijk verband vastgesteld tussen wat de ondervraagde personen verklaarden over hun vragen in verband met mobiliteit en de daadwerkelijke verkeersstellingen die op het terrein werden uitgevoerd. Dit bevestigde de relevantie van de modellen die in dit verband werden ontwikkeld.

Doorgaans gebruiken 94% van de personen met een bedrijfswagen dit voertuig om al hun verplaatsingen uit te voeren tegenover 80% voor zij die hierover niet beschikken...



Vermeldenswaard is nog dat de gegevens die tijdens dit onderzoek werden verzameld intussen al in andere studies werden gebruikt. Ook de kennis die de Belgische partners tijdens BMW hebben vergaard, werd intussen toegepast in vergelijkbare studies die door buitenlandse instanties werden gefinancierd en die in het buitenland plaatsvonden (onder andere in het Franse Lyon).

Verhuizen: wanneer doen we het, waarom en wat zijn de gevolgen?

Het MOBLOC-project (Mobiliteit en keuze van lokalisatie op lange termijn in België) ontwikkelde tot slot een bevolkingsmodel om te

voorspellen wanneer, hoe en waar burgers tijdens hun leven van gemeente veranderen. Het model dat werd ontwikkeld door teams van de universiteit van Namen, de UCL en het CEPS (onderzoekscentrum uit het Groothertogdom Luxemburg dat als referentie geldt op het gebied van maatschappelijk onderzoek) maakte specifiek gebruik van satellietgegevens naast variabelen over aspecten van het leven (geboorten, overlijdens, huwelijk, pensioenering enz.) en allerhande indicatoren zoals de beschikbare diensten in de bestemmingsgemeenten, de aanwezigheid van groenvoorzieningen, de toegankelijkheid van deze gemeenten enz. Kortom, met dit model kan de mogelijke impact van de woningmobiliteit op de dagelijkse mobiliteit van mensen worden nagegaan.

Verkeersopstoppingen zijn het lot van vele mensen die dagelijks reizen naar de werkplek met de auto.



Wanneer en waarom verplaatst men zich in België?

Mobiliteit in België is een thema dat voortdurend evolueert. Het Federaal Wetenschapsbeleid steunt al meer dan twintig jaar onderzoeksprojecten op dit gebied.

Uit het laatste algemene mobiliteitsonderzoek – het BELDAM-rapport (2010) – blijkt dat naast ‘terugkeren naar huis’ (40% van de verplaatsingen) Belgen zich het meest verplaatsen om naar het werk te gaan of om te winkelen.

Overzicht van de verplaatsingsmotieven in België

- 40% Terugkeren naar huis
- 12% Werk
- 12% Winkelen
- 8% Begeleiden van derden, iemand wegbrengen of oppikken
- 7% Bezoek aan familie of vrienden
- 5% School/opleiding
- 5% Vrije tijd, sport, cultuur
- 3% Toegang tot diensten (artsen, banken enz.)
- 2% Professionele verplaatsingen
- 2% Restaurant
- 2% Uitstap
- 2% Andere redenen

(U kunt het volledige rapport inkijken op www.beldam.be)

Schone voertuigen klaar om de fakkel over te nemen

‘Met MOBLOC hebben we een nieuw instrument ontwikkeld’, aldus een tevreden Dr. Cornelis. ‘Jammer genoeg kunnen we er geen evoluties in de tijd mee bestuderen om bijvoorbeeld het verkeer van personen binnen tien of twintig jaar te voorspellen. Het instrument bestaat echter en is vanaf nu ter beschikking van overheden.’

Drie onderzoeken, drie waardevolle gezichtspunten

Naast de gerichte informatie die deze drie projecten hebben opgeleverd, hebben de onderzoekers ook modellen kunnen opstellen van het gedrag van de bevolking.

‘Deze studies liggen in de lijn van onze algemene kennis van zaken met opgesplitste analyses over de transportbehoeften’, aldus Eric Cornelis. ‘Hierdoor kunnen we verschillende transportmodellen verfijnen die overheden vervolgens kunnen gebruiken voor prospectieve studies of om bepaalde beleidsmaatregelen bij te sturen. Ik denk bijvoorbeeld aan de bedrijfwagens en hun impact op de algemene mobiliteit.’

Algemeen is de Belgische kennis van zaken er ook wel bij gevaren, door bijvoorbeeld de samenwerking met Zwitserse en Luxemburgse partners.

‘Sinds deze projecten zijn afgelopen, zijn we betrokken in vergelijkbare complementaire studies in het buitenland die met buitenlands geld zijn gefinancierd’, aldus nog de Naamse wiskundige.

Zit er elektriciteit in de lucht? Aan de Vrije Universiteit Brussel (VUB) zit die eerder in de motoren en batterijen van voertuigen die almaar minder alternatief zijn: elektrische fietsen, elektrische auto's, elektrische vierwielers en elektrische vrachtwagens. Het succes van deze hybride of volledig elektrische voertuigen blijft toenemen.

‘Sinds de jaren 1970 zijn we koploper qua onderzoek naar dit soort aandrijvingen’, stelt professor Joeri van Mierlo, die samen met professor Cathy Macharis de onderzoeksgroep MOBI leidt (Mobility, Logistics and Automotive technology research Centre).

De MOBI-groep heeft zich gespecialiseerd in duurzame mobiliteit en logistiek. Ze buigt zich over de uitdagingen waarmee de transportsector wordt geconfronteerd en stelt een aanpak voor die engineering, economie, studie van regels, sociologie en milieuwetenschappen combineert. Met haar vijftigtal onderzoekers was de MOBI-groep bij verschillende projecten van het SSD-programma betrokken. ‘We zijn leider op het gebied van elektromobiliteit, maar ook wat betreft het uitvoeren van sociaaleconomische studies over logistiek in steden, over intermodaal vervoer en over het gedrag van gebruikers van openbaar vervoer.’ De groep kan ook tal van referenties voorleggen voor projecten die verband houden met verkeersveiligheid en met de analyse van verkeersongevallen.

‘Deze projecten hadden natuurlijk betrekking op mobiliteits- en transportvraagstukken, maar gingen ook over de problematiek van energiebronnen, vervuiling en economie’, licht professor Van Mierlo toe.



Deze kwesties kwamen direct of indirect aan bod in de projecten CLEVER, Trans2House, ESTIMATE, DSSITP, BIOSSES en Night-Time Delivery, projecten die konden bogen op de multidisciplinariteit die deze groep van de VUB heeft ontwikkeld.

Levenscycli en beleidsbeslissingen

CLEVER is een project over schone voertuigen en over de analyse van hun levenscyclus. Het project, dat wordt gecoördineerd door professor Van Mierlo, onderzocht verschillende scenario's. Zijn elektrische voertuigen interessanter dan thermische voertuigen? In welke omstandigheden, voor wie en waarom? Zal de milieukwaliteit duurzaam gevrijwaard zijn wanneer dergelijke voertuigen massaal in gebruik worden genomen?

Om op deze vragen te antwoorden, hielden de onderzoekers rekening met de verontreiniging door uitlaatgassen en met het energieverbruik tijdens elke fase uit de levenscyclus van deze voertuigen (ontginnen, vervoeren en verwerken van de grondstoffen die nodig zijn om het voertuig te bouwen, winnen en/of produceren van de energie die nodig is voor de werking van het voertuig, de uitstoot door het gebruik van het voertuig, overheidssteun, belastingen, recycling enz.). Ze hebben zich voorts ook gebogen over de kwestie van het totale financiële kostenplaatje voor de gebruikers (aankoop, onderhoud, energie enz.).

Het team onderzocht heel wat problemen. Dit leidde uiteindelijk tot de ontwikkeling van instrumenten om de verschillende soorten voertuigen te vergelijken (elektrisch, hybride, biobrandstoffen, klassieke fossiele brandstoffen, aardgas, LPG enz.), maar ook om een prognose te maken van alle kosten die het bezit en het gebruik van deze voertuigen met zich meebrengen.

Impact op het milieu, logistiek in de stad en biobrandstoffen

De projecten waaraan het team heeft deelgenomen, konden ook rekenen op de kennis van andere mobiliteitsdeskundigen uit het land. Het ESTIMATE-project (gedragsanalyse en evaluatie van de impact op het milieu bij een multimodale transportkeuze) onder leiding van Geert Wets (Universiteit Hasselt) kon een beroep doen op de kennis van de VUB en van de Université Libre de Bruxelles (Centre de recherche urbaine).

Aan DSSITP onder leiding van professor Macharis (VUB) werkten teams mee uit Bergen (Fucam) en van de universiteit van Hasselt (zie kaderstuk pg. 26).

Ook Trans2House (Transition pathways to efficient (electrified) transport for households) onder leiding van professor Van Mierlo en BIOSSES (Duurzaam eindgebruik van biobrandstoffen) onder leiding van het VITO (Vlaams Instituut voor Technologisch Onderzoek) deden een beroep op de kennis van partners zoals het Centre Urbain (Brussel) of de Unité d'écophysiologie et amélioration végétale van de Université catholique de Louvain (UCL).

Professor Van Mierlo benadrukt graag dat het precies dankzij dit soort onderzoeksprojecten is dat de geavanceerde kennis binnen België tot stand is kunnen komen en dat die tot ver buiten onze grenzen weerklank vindt.

'Voor onze groep zijn de zaken duidelijk', legt hij uit. 'Al deze federale onderzoeksprogramma's hebben ons de kans geboden om onze kennis qua mobiliteit, qua technologie van elektrische en hybride voertuigen, maar ook op sociaaleconomisch vlak uit te bouwen.' Het project Night-Time Delivery bood ons de mogelijkheid om na te gaan welke voordelen – economisch, maatschappelijk en op het vlak van milieu – het heeft om leveringen in steden buiten de spitsuren te laten gebeuren. Bij deze



studie stonden particuliere en publieke partners, maar ook de burgers centraal via het MAMCA-instrument, dat door professor Macharis werd ontwikkeld (MAMCA: Multi-Actor Multi-Criteria Decision-Making software), ter ondersteuning van de besluitvorming.

‘Dankzij BIOSSES en CLEVER hebben we onze groep binnen de VUB kunnen uitbreiden door twee teams te combineren en de kennis van ingenieurs en economen te bundelen. Deze multidisciplinariteit heeft ons allebei sterker gemaakt. Onze kennis en onze zichtbaarheid in België en in het buitenland zijn hierdoor vertienvoudigd. Vandaag zijn we bij vijftien Europese onderzoeksprogramma’s betrokken, waarvan we er één coördineren.’

Wat hebben deze programma’s nog meer opgeleverd? Verschillende modellen voor transport en mobiliteit die nu door verschillende beleidsniveaus in het hele land worden gebruikt. ‘De FOD Economie heeft ons gevraagd om mee te werken aan een masterplan voor elektrische mobiliteit in België’, legt de ingenieur uit. ‘We zijn er ook in geslaagd om dertien publieke en private partners te laten meewerken aan en het eens te worden over dit plan dat nu door overheden en politici kan worden gebruikt als referentiekader en als hulp bij de besluitvorming.’

‘We zijn ook betrokken bij verschillende onderdelen van het onderzoeksprogramma van de Vlaamse regering dat gedurende drie jaar verschillende types elektrische voertuigen volgt’, voegt hij er nog aan toe. ‘En als laatste voorbeeld geef ik mee dat we aangesproken zijn door één van de elektriciteitsproducenten (Electrabel) in dit land om een zo realistisch mogelijk model op te stellen van de impact die de elektrificatie van het transport in België kan hebben op de productie, de distributie en de kost van elektriciteit in België.’

Drie winnaars

‘De belangrijkste verworvenheid van het DS-SITP-project is dat we erin geslaagd zijn om drie modellen te ontwikkelen en te combineren die nu volop gebruikt worden bij het nemen van beleidsbeslissingen’, benadrukt professor Macharis.

Het gaat om de Nodus-, Lambit- en Simba-modellen. Nodus simuleert de evolutie van het goederenverkeer in de tijd. Lambit is een instrument om een simulatie te maken van de zone die op termijn door een nieuwe intermodale terminal wordt bediend. Simba levert plaatsgebonden informatie op over het gebruik van waterwegen, hun verzadiging enz.

Deze modelmix is ook ‘exporteerbaar’. ‘Voor Nodus zijn er in Europa duidelijk perspectieven en ook voor Lambit zijn er in het buitenland kansen weggelegd’, besluit professor Macharis.



Multimodaal vervoer is enorm belangrijk voor de export, de aantrekkelijkheid en de activiteit in België. Binnenwatervervoer van goederen speelt hierin een belangrijke rol voor de economische efficiëntie met respect voor het milieu.

Goederenvervoer per trein of per boot

Wat is de beste transportmodus om goederen zo efficiënt mogelijk binnen België (en naar de buurlanden) te vervoeren? Deze vraag wordt wel vaker gesteld. Professor Cathy Macharis van de Vrije Universiteit Brussel (VUB) heeft zich in het kader van het DSSITP-project (Decision Support System for Intermodal Transport Policy) over dit thema gebogen.

‘We hebben ons onderzoek toegespitst op containertransport’, geeft ze aan. ‘Hierbij ging onze aandacht naar twee transportmodi: via het water of via het spoor. Dankzij het project konden de goederenstromen in het hele land in kaarten en modellen worden gegoten en zijn we erin geslaagd om de distributie-/handelsgebieden van elke intermodale terminal af te bakenen.’

Het onderzoek dat in het kader van het DSSITP-project werd gevoerd, bracht enkele zeer drukke intermodale zones aan het licht, vooral in Vlaanderen in de buurt van de Franse grens.

De ontwikkelde modellen maken het ook mogelijk om simulaties te maken van eventuele punten waar de stromen vertraging kunnen oplopen door de aanwezige infrastructuur (sluizen bijvoorbeeld) of om na te gaan waar zich in de toekomst problemen kunnen voordoen wanneer deze transportmodi uitbreiding nemen.



Toekomstmodellen voor mobiliteit in België

Hoe zullen we ons over twintig jaar in België verplaatsen? Hoe zal de transportsector zich ontwikkelen in het licht van de vergrijzing van de bevolking, de nieuwe gewoonten van jonge bestuurders en de evolutie van de brandstofprijzen, maar ook het beleid dat overheden voeren en de maatregelen die ze nemen? Hoe zullen onze wegen-, waterwegen- en spoorwegennetten er in 2030 uitzien?

Om deze vragen te beantwoorden, moeten de verschillende parameters die invloed hebben op deze problematiek, naast elkaar worden gezet, en moeten nieuwe, krachtige voorspellingstools worden ontwikkeld.

Dit is precies de aanpak waarvoor de onderzoekers van de projecten LIMOBEL (De langetermijneffecten van beleidsmaatregelen op de mobiliteit in België), ISEEM (Ontwikkeling van een geïntegreerd ruimtelijk-economisch-ecologisch modelkader voor de analyse van beleidsmaatregelen rond duurzaamheid) en PROLIBIC (een 'cluster' dat de kennis bundelt van verschillende projecten van het SSD-programma met als thema 'Transport en mobiliteit' – Promoco, Limobel, Bioses en Clever) hebben gekozen.

LIMOBEL De langetermijneffecten van beleidsmaatregelen op de mobiliteit in België meten

'Met LIMOBEL hebben we ervoor gekozen om verschillende bestaande modellen te combineren die eerder door de projectpartners waren ontwikkeld en om deze aan te vullen met ander bronmateriaal', legt Inge Mayeres bij de start van dit project uit. Inge Mayeres is coördinatrice van het onderzoeksproject en econometrice verbonden aan het Federaal Planbureau. 'Het Federaal Planbureau beschikte over een model om de evolutie van het (intermodaal)

transport van mensen en goederen te simuleren. Het VITO werkte aan een ecologisch model in verband met transport, dat onder meer rekening hield met factoren zoals uitlaatgasen, de uitstoot van broeikasgassen en energieverbruik. De Facultés Universitaires Catholique uit Bergen hebben een model ontwikkeld voor de verkeerslast op het Belgische wegennet. Door deze modellen te combineren en er andere informatiebronnen aan toe te voegen, zijn we erin geslaagd om een krachtig, nieuw instrument te ontwikkelen: LIMOBEL.'

Hiermee kan de impact van allerlei beleidsmaatregelen op de mobiliteit en op het transport in België op lange termijn worden beoordeeld.

'Ons consortium heeft dit model ook volgens diverse scenario's laten 'lopen' om de impact van een aantal alternatieve maatregelen op de mobiliteit op lange termijn na te gaan. We denken hierbij bijvoorbeeld aan de invoering van een wegentol, aan een andere vorm van brandstofkosten enz.'

ISEEM Ontwikkeling van een geïntegreerd ruimtelijk-economisch-ecologisch modelkader voor de analyse van beleidsmaatregelen rond duurzaamheid

ISEEM is een ander onderzoeksproject dat een Belgisch transportmodel wil ontwikkelen, maar hierbij werd voor een algemenere benadering gekozen. Het project dat werd gecoördineerd door 'Transport and Mobility Leuven' (TML), had onder meer het Federaal Planbureau, de Facultés Universitaires Saint-Louis in Brussel en de Universiteit van Gent (UGent) als partners.

'De resultaten van het ISEEM-project zijn veel eerder fundamenteel dan toegepast van aard',





Stijgende benzineprijzen, uitputting van olie, aantasting van het milieu; vele geldige redenen die de groeiende populariteit van elektrische en hybride wagens verklaren (thermische elektriciteit).

verduidelijkt Inge Mayeres. 'Wij hebben geprobeerd om een bestaand Nederlands model (RAEM) aan te passen aan de situatie in België. Hiervoor werden gegevens over de Gewesten en over hun transportbeleid aan het model toegevoegd en werd tevens rekening gehouden met het federale beleid.'

Deze werkzaamheden hebben geleid tot de ontwikkeling van een prototypemodel. Dit werd met verschillende scenario's getest en wordt momenteel in Leuven nog verder onderzocht.



PROLIBIC **Het beste van verschillende** **projecten als meerwaarde**

Het PROLIBIC-cluster wilde het maximum halen uit de resultaten van de verschillende modelleringsprojecten met als thema 'Transport en mobiliteit' door hun respectievelijke kennis te bundelen.

'Het voegde er ook nog een reeks analyses aan toe over de mogelijke effecten van allereerste beleidsbeslissingen over dit onderwerp', licht Inge Mayeres toe.

'We hebben de kennis die we tijdens de verschillende projecten hebben verworven, in verschillende complementaire scenario's geïntegreerd. De resultaten van de projecten BIOSSES (over biobrandstoffen) en CLEVER (over alternatieve, elektrische voertuigen enz.) werden gebruikt om onder meer in het kader van het PROLIBIC-project verschillende scenario's te testen. Dit liet ons toe om het model nog realistischer en interessanter te maken met het oog op het voeren van een beleid gericht op elektrische voertuigen bijvoorbeeld. De resultaten van andere projecten uit het cluster zoals het PROMOCO-project (bedrijfswagens) bleken echter moeilijker om in het model te integreren, maar werden binnen het kader van het PROLIBIC-project wel grondig onderzocht.'

Uitstraling tot ver buiten **onze grenzen**

'De troef van deze onderzoeksprogramma's is de ruime flexibiliteit en vrijheid die ze onderzoekers geven', vindt Inge Mayeres. 'Nog een positief punt is de internationale impact van deze werkzaamheden. Hoewel we hier focussen op het transport in België, houden we in onze modellen ook rekening met het transitverkeer dat ons land enkel doorkruist. Ook dat heeft gevolgen voor de mobiliteit in België.'

'Als we een en ander wat meer vanuit een academisch perspectief bekijken, mogen we ook benadrukken dat onze deelname aan deze verschillende projecten van het SSD-programma onze kennis en ervaring op deze gebieden heeft bevestigd. Bovendien zorgde dit alles ook voor meer zichtbaarheid en erkenning op internationaal vlak dankzij publicaties in wetenschappelijke tijdschriften, door deelname aan en communicatie tijdens congressen, maar ook via de evaluatie door internationale experts van de projecten die we hebben uitgevoerd. Hun kijk op onze werkzaamheden was uitermate waardevol en leerrijk', besluit de economiste.





GEZONDHEID & MILIEU HET ONDERMIJNENDE EFFECT VAN FIJN STOF OP DE GEZONDHEID

Tekst: Jan VAN PELT



Twee vaststellingen liggen ten grondslag aan het hoofdstuk Gezondheid en Milieu in het programma SSD: (1) zowat 20% van de ziekten kunnen aan milieufactoren worden gelinkt en (2) de ontwikkeling van de individuele of de collectieve gedragingen alsook de consumptie- en productiepatronen hebben een andere en soms onverwachte impact op milieu en gezondheid. In het kader van een wetenschap voor duurzame ontwikkeling kon het programma SSD niet heen om een onderzoek naar de stijgende risico's en de impact ervan, noch om de langetermijneffecten ervan op de komende generaties en risicobevolkingsgroepen zoals kinderen, zwangere vrouwen, werknemers en ouderen.

Vijf onderzoeksprojecten werden gefinancierd in het kader van die thematiek, waaronder het project SHAPES dat de aansluiting vormt tussen de thematiek "transport en mobiliteit" en de thematiek "gezondheid en milieu". Dat project heeft zeker de meeste media-aandacht gekregen, daar het een maatschappelijk "belangrijk" vraagstuk aansnijdt over de gezondheidsrisico's (meer bepaald de blootstelling aan fijn stof) die gelinkt zijn aan het gebruik van de fiets versus de auto, onder andere in het kader van de woon-werkverplaatsingen. Dat project ondersteunde de beleidsvoering op het gebied van transport. De volgende projecten, te weten PARHEALTH, ANIMO en MIC-ATR, hebben onder verschillende invalshoeken problemen aangekaart betreffende de luchtkwaliteit binnen en buiten en de impact ervan op de gezondheid van de blootgestelde bevolkingsgroep en de meting van kwetsbaarheid. In het vijfde project (S²NANO) werd onderzoek verricht naar hoe toxisch het is op silicium gebaseerd nanomateriaal in te ademen.

De projecten SHAPES, PARHEALTH en S²NANO zijn de drie trends van dit onderzoekshoofdstuk en krijgen specifiekere aandacht.

Verschillende studies tonen een sterke associatie aan tussen cardiopulmonale ziekten, variaties in dagelijkse sterfte en variaties in concentraties aan fijne stofdeeltjes in lucht.



PARHEALTH

Het ondermijnende effect van fijn stof op de gezondheid

Fijne stofdeeltjes in de buitenlucht zijn als kleine sponsjes waarop zich allerlei componenten uit de omgeving vastzetten. Op fijne stofdeeltjes aan de kust zit er meer zout. Onderzoek je fijne stofdeeltjes in een verkeersdruk gebied, dan zie je vooral roet en metalen. Fijne stofdeeltjes behoren tot de gevaarlijkste polluenten van het moment. Wetenschappelijk onderzoek legt een duidelijk verband tussen cardiovasculaire en respiratoire sterfte en concentraties aan fijne stofdeeltjes in de lucht. Hoe hoger de concentratie, hoe hoger ook de mortaliteit. In de zomer is dat verband sterker dan in de winter. Het PARHEALTH-project liep van december 2006 tot januari 2011 en spitste zich toe op de nadelige effecten op de gezondheid door het inademen van fijne stofdeeltjes in de buitenlucht.

Hoe meer fijn stof, hoe hoger de bloeddruk

“Voor PARHEALTH maakten we gebruik van biomerkers die de cardiovasculaire en respiratoire effecten weerspiegelen in twee gevoelige segmenten van de bevolking: ouderen en kinderen”, zegt professor Tim Nawrot (KU Leuven/UHasselt), samen met professor Benoît Nemery van de KULeuven de trekkers van het project. “Door oudere mensen in serviceflats te kiezen, konden we 10 tot 20 proefpersonen op één locatie onderzoeken. We zijn de luchtverontreiniging zowel binnen als buiten de flats gaan meten. We hebben ook gekeken naar de veranderingen in bloeddruk en nagegaan op welke dagen en in verschillende seizoenen de bloeddruk bij elke individuele proefpersoon steeg. Vooral toxische componenten van de fijne stofdeeltjes zoals roet en gevaarlijke, kankerwekkende poly-aromatische koolwaterstofmoleculen bleken die stijging te veroorzaken. Hoe groter de concentratie aan fijn stof, hoe hoger de bloeddruk”.

De universiteiten van Antwerpen en Gent deden de bemonstering van de lucht en de meting van de toxische componenten en metalen, bijgestaan door de cel Industriële Toxicologie van de UCL. UGent keek vooral naar de poly-aromatische koolwaterstofmoleculen. En het KMI koppelde de gemeten toxiciteit van fijn stof aan de meteorologische condities op de onderzoeksdagen. Met behulp van innovatieve technieken slaagden de onderzoekers erin om al die componenten te identificeren en te kwantificeren en alle verkregen informatie in kaart te brengen.

Onthutsende resultaten

Benoît Nemery en Tim Nawrot coördineerden ook de studie naar het onmiddellijke effect van fijn stofinname door kinderen. Kinderen vormen een heel kwetsbare groep. Hun immuunsysteem en organen zijn nog niet volledig ontwikkeld. Bovendien is hun ademritme per volume lichaamsgewicht veel groter dan bij volwassenen, waardoor ze veel meer blootgesteld zijn aan luchtverontreiniging. Tim Nawrot: “Studies in voornamelijk armere landen tonen aan dat de luchtverontreiniging in de steden er meestal hoger ligt dan bij ons en dat ook de kindersterfte hoger is. De vraag was of ook bij ons, waar de kindersterfte heel laag is, meer kinderen sterven op dagen met hoge concentraties aan fijn stof”.

Wat waren de resultaten? Tim Nawrot: “Tussen 1998 en 2006 stierven er in België 2382 borelingen in de late neonatale fase, dat is van de tweede tot de vierde week na de geboorte. Op dagen met een concentratie van 10 microgram per kubieke meter bleken er bovendien tot 11% meer kindjes te sterven. Meestal kindjes met een onderliggende ziekte, bijvoorbeeld een hartafwijking bij de geboorte. We hebben alle cijfers over kindersterfte in kaart gebracht en vergeleken met wekelijkse con-



Luchtvervuiling wordt, zichtbaar of sluipend, steeds meer aanwezig in de stad. Het verschijnt voornamelijk tijdens periodes van warm weer ...

troledagen met een gelijkaardige temperatuur en luchtvochtigheid. Het resultaat was onthutsend. 50% van de kindersterfte bij baby's in de neonatale fase, met een onderliggende ziekte, wordt uitgelokt door luchtverontreiniging!".

Europese dimensie

PARHEALTH was één van de eerste studies die het verband bestudeerde tussen fijn stofconcentraties en kindersterfte in een Europese context. "Ons onderzoek mag je gerust pionierswerk noemen", onderstreept Tim Nawrot. "Want de resultaten van PARHEALTH hebben samen met ander onderzoek de Europese wetgeving rond luchtverontreiniging beïnvloed. Maar er is nog veel werk aan de winkel. Ze zou in ieder geval veilig genoeg moeten zijn zodat ook zwakkere kindjes niet eerder sterven op een dag met meer luchtvervuiling dan gezonde kindjes".

Momenteel laat de Europese norm 25 microgram fijn stof per kubieke meter toe. Maar volgens een grootschalige Nederlandse studie is dat nog dubbel te hoog. «Het zou beter zijn als de norm zakt naar die van de Wereldgezondheidsorganisatie», legt Tim Nawrot uit. "Die ligt op maximum 10 microgram fijn stof per kubieke meter. In België bedraagt de gemiddelde fijn stofconcentratie 10 tot 30 microgram. Bij 100 microgram treedt de alarmfase in. Europa laat een overschrijding toe boven 35 microgram gedurende maximum 35 dagen per jaar. In Vlaanderen wordt die norm meestal in het voorjaar al overschreden. Op zo'n specifieke dag zien we dus dat de kindersterfte gewoon verdubbelt".

Slecht voor het hart

Uit de resultaten van het clusteronderzoek PM²TEN blijkt echter ook dat fijn stof duidelijke effecten heeft bij gezonde mensen, zoals lichte ontstekingen van longen en luchtwegen. "Omdat dus de hele bevolking aan luchtverontreiniging is blootgesteld, zeker in de Belgische ste-

SHAPES

Hoe maak je fietsen in de stad gezond?



den, hebben die effecten op individueel niveau toch een belangrijke impact op de algemene gezondheid van de bevolking” onderstreept Tim Nawrot.

In dat verband publiceerde de onderzoeksgroep rond Benoît Nemery en Tim Nawrot in *The Lancet* cijfers over uitlokkende factoren van hartinfarct. “Neem sport”, zegt Tim Nawrot. “Sporten is gezond. Maar een plotse zware fysieke activiteit kan een hartinfarct veroorzaken. Dat geldt ook voor teveel stress, een overdosis cocaïne of marihuana, je begeven in het verkeer tijdens het spitsuur en... ook voor luchtverontreiniging. Maar omdat er maar heel weinig mensen cocaïne gebruiken, ligt het aantal hartinfarcten dat in de bevolking door cocaïne wordt getriggerd op minder dan 0,5 %. Luchtverontreiniging dat voor een persoon een veel lager risico heeft, heeft daarentegen een groter effect op de volksgezondheid, het lokt maar liefst 6% van de hartinfarcten uit, precies omdat iedereen is blootgesteld”.

“Hoe meer we te weten komen over allerlei toxische componenten van fijne stofdeeltjes, hoe beter we de negatieve effecten op de gezondheid kunnen inschatten. Als men er dus in slaagt om de risico's op luchtverontreiniging al is het maar een beetje in te dijken, dan zal dat logischerwijze een merkbare verlaging in sterfte, en dus een daling van de gezondheidskosten met zich meebrengen. Daarom is één van de doelstellingen van PARHEALTH ook om de regionale en federale overheden te informeren en te adviseren over aanpassingen in het milieubeleid met betrekking tot aanvaardbare blootstellingsniveaus van fijne stofdeeltjes”, aldus nog Tim Nawrot.

Hoe promoot je fietsen in de stad en zorg je er tegelijk voor dat de gezondheid van de bevolking verbetert? Deze schijnbare paradox vormt de grote uitdaging van het SHAPES-project. Want fietsen is gezond. Maar fietsers zijn kwetsbaar. In de stad hebben ze af te rekenen met luchtvervuiling en verkeersongevallen. Studies over mobiliteit en leefbaarheid in steden zijn niet nieuw. VITO had in het kader van PODO I en II (eerdere onderzoeksprogramma's) al heel wat informatie over verkeersketens en luchtkwaliteit verzameld en geanalyseerd. En het departement Menselijke Fysiologie en Sportgeneeskunde van de VUB heeft een behoorlijke expertise opgebouwd in het onderzoek naar fietsers, fysieke activiteit en ongevallen. Door beide expertises samen te leggen ontstond het idee om een nieuw en breedschalig onderzoek op te zetten en daarvoor een project in te dienen bij Belspo. SHAPES was geboren. De puzzel werd compleet toen ook de UCL zich als partner aansloot omwille van de kennis van geografische informatiesystemen (GIS) aan het Centre d'Analyse Spatiale et Urbaine.

Pionierswerk

Het was een moeilijke start, herinnert coördinator Luc Int Panis zich: “We moesten van nul beginnen. De gegevens over ongevallen van politie, verzekeringsmaatschappijen en ziekenhuizen bleken niet bruikbaar voor ons onderzoek. We hebben dan zelf een website ontwikkeld en een campagne gelanceerd om via vrijwilligers nuttige informatie te krijgen over fietsgedrag, fietsafstanden en –ongevallen en luchtvervuiling; *crowdsourcing avant la lettre*. Maar ook de apparatuur om de luchtkwaliteit op de fiets en in de auto te meten bestond gewoonweg niet. We hebben dus letterlijk alles in mekaar moeten knutselen. De tests tijdens het eerste jaar van ons onderzoek zijn haast allemaal mislukt omdat de meetapparatuur het liet

In 2010 maakt het Federaal Wetenschapsbeleid in een brochure voor het grote publiek ook nog de balans op van twintig jaar onderzoek op het gebied van gezondheid/werk/milieu. Daarin worden onder andere het programma SSD (hoofdstuk Gezondheid & Milieu) en de eraan verbonden projecten beschreven. De brochure is online beschikbaar op <http://www.belspo.be/ssd/> in de rubriek “algemene publicatie”.



In het kader van het SHAPES project werden meetcampagnes gerealiseerd om de relatie tussen het niveau van lichamelijke activiteit te bepalen, de blootstelling aan NOx, PM en CO en de lichamelijke gezondheid van de fietser.

afweten, niet tegen de schokken kon, enzo-voorts. De moed om verder te doen zakte ons soms echt in de schoenen als we na een hele dag fietsen en opmetingen doen alles moesten weggooien. Echt *trial and error*".

"Zonder al die vrijwilligers die zich via onze website aangeboden hebben om week na week gegevens door te sturen en vragenlijsten in te vullen, waren we er niet geraakt. Na één jaar hadden we voldoende kwalitatieve gegevens om betrouwbare statistieken op te maken".

Persoonlijke blootstellingsbepaling

Exposure misclassification is een typisch probleem bij klassieke epidemiologische studies. Sommige gegevens over proefpersonen zijn niet altijd beschikbaar, waardoor de epidemiologische analyses niet betrouwbaar zijn. Bij grootschalige onderzoeken met duizenden mensen vlak de foutmarge zich wel uit in gemiddelden, maar dat is een heel dure aangelegenheid. De grote troef van SHAPES is dat de metingen gebeurd zijn op individuele personen. Luc Int Panis: "Door het meten van de persoonlijke blootstelling aan de luchtvervuiling en

de verkeersdrukke, konden we de fouten van de *exposure classification* aanzienlijk verminderen. We wisten precies welke afstanden onze fietsers aflegden, of ze het slachtoffer waren van een ongeval, hoe hun ademhaling was, met welke luchtkwaliteit ze geconfronteerd werden. Ze hingen vol meetapparatuur. Het grote voordeel van deze persoonlijke blootstellingsbepaling is dat je met veel kleinere experimenten met veel minder proefpersonen toch heel precies de gezondheidseffecten kunt bepalen".

"Het doet deugd om te zien dat de technologie die wij in SHAPES ontwikkelden, nu ook een vervolg zal krijgen in andere Europese steden: Wenen, Zürich, Londen, Rome, Barcelona en ook Antwerpen. Want al die steden worstelen met dezelfde problematiek als wij. Er bestaan gewoon geen betrouwbare gegevens, noch over ongevallen, noch over hoeveel en hoe dikwijls er gefietst wordt, noch over de individuele blootstelling aan luchtvervuiling. Men rekent op onze expertise", glundert Luc Int Panis.

Een historisch clusterproject

Tijdens de uitvoering van SHAPES werd ook een verband gelegd met het PARHEALTH-project via het clusterproject PM²TEN. Daar lag de focus op de gezondheidsrisico's en -kosten als gevolg van fijn stof. Bij clusterprojecten gaat het er meestal om een rapport te schrijven over de discussies tussen verschillende disciplines. Maar in dit clusterproject verliep het helemaal anders. Luc Int Panis: "Voor PM²TEN hebben we een aantal proefpersonen gedurende 20 minuten laten fietsen langs de Antwerpse Ring. Het waren mensen die al hadden meegedaan aan SHAPES. We deden metingen van bloed en ademhaling voor en na de rit. Daarna hebben we deze proefpersonen dezelfde fysieke inspanningen laten leveren in de clean room van de VUB waar we heel lage concentraties konden bereiken. We konden dus exact de effecten



S²NANO

Rationele benadering voor veiligere nanomaterialen

van blootstelling aan ultrafijn stof langs de Antwerpse Ring in kaart brengen. En wat bleek? Er traden veranderingen op in de bloedspiegel, het aantal witte bloedcellen nam toe en ook de uitgedemde lucht was anders. Bovendien stelden we vast dat bepaalde proefpersonen, na een blootstelling van 20 minuten, tekenen van lichte ontsteking vertoonden aan longen en luchtwegen”.

Momenteel worden de Europese normen voor fijn stof bepaald op basis van een blootstelling aan de gemiddelde concentratie op een bepaalde locatie over een heel jaar. “Maar over de effecten van een korte piekblootstelling was tot dusver niets geweten”, stelt Luc Int Panis. “PM²TEN heeft het acuut effect van ultrafijn stof op de gezondheid aangetoond. Iedereen denkt wel te weten dat de allerkleinste stofdeeltjes het gevaarlijkst en het giftigst zijn omdat ze diep doordringen in de longen. Maar PM²TEN is één van de weinige onderzoeken die dit wetenschappelijk heeft bewezen.”.

En de aanbevelingen aan de overheid?

“Als je fietst, dan neemt je ademhaling met een factor 4 tot 5 toe, vergeleken met die van een automobilist. SHAPES is het enige onderzoeksproject waar dat ooit echt *gemeten* is. Meestal wordt dat geschat, maar die schattingen zijn zeer onnauwkeurig. Fietsers zijn dus altijd meer blootgesteld aan luchtvervuiling dan eender welke andere weggebruiker. Dus, stuur ze niet door dezelfde *street canyon* als het autoverkeer. Zorg voor afgescheiden fietspaden ver genoeg van de verkeersweg. Leg voor verkeerslichten fietssluisen aan, zodat fietsers voor auto's kunnen vertrekken. En haal de lawaaierige 2-takt scooters van het fietspad, want die 19^{de} eeuwse technologie zorgt voor de hoogste piek van luchtvervuiling in het verkeer”.

Nanopartikels kunnen door natuurlijke fenomenen zoals bosbranden of vulkaanuitbarstingen in de atmosfeer terechtkomen. We ademen ze ook in als we ons tijdens de spits in de stad verplaatsen. We produceren ze echter vooral zelf. De ontwikkeling en de productie van nieuwe nanomaterialen zorgen constant voor omwentelingen in ons dagelijkse leven. Door hun unieke fysicochemische eigenschappen zijn nanopartikels heel aantrekkelijk voor technologische en biomedische toepassingen en voor verwerking in verbruiksgoederen. De nanopartikels van zinkoxide bijvoorbeeld zijn uitermate doeltreffend tegen uv-stralen. De industrie verwerkt ze daarom op grote schaal in zonnebrandproducten. Ze worden ook gebruikt bij de productie van ultradunne lakverven voor de autonijverheid en bij waterzuivering. Omdat ze gemakkelijk kunnen doordringen in cellen en weefsels gebruikt de medische wereld ze om geneesmiddelen naar moeilijk bereikbare plaatsen (hersenen, tumoren enz.) te transporteren. Nanopartikels kunnen onze gezondheid echter ook schaden en problemen veroorzaken voor de luchtwegen, op cardiovasculair niveau en in het zenuwstelsel. Om in de toekomst veilige en onschadelijke producten op de markt te brengen en de gevaren voor de gezondheid te beperken, moeten we eerst achterhalen welke fysicochemische determinanten de toxicologische activiteit van de nanopartikels bepalen. Dat is meteen ook de hoofddoelstelling van het S²NANO-project.

Professor Dominique Lison van de Unité de toxicologie industrielle et de médecine du travail (TOXI), nu het Louvain centre for Toxicology and Applied Pharmacology (LTAP) van de UCL, was de projectcoördinator van het S²NANO-project (2006-2011): ‘Origineel bij dit project waren de heel nauwe en intensieve contacten en samenwerkingen tussen de fysici en chemici die de nanopartikels produ-



ceerden en de biologen die hun effecten bestudeerden. De doelstelling bestond erin om te achterhalen welke fysicochemische parameters van de nanopartikels verantwoordelijk zijn voor hun toxiciteit. We wilden weten welke eigenschappen van nanopartikels cellen beïnvloeden en zelfs doden. Vandaar is het nog een hele stap naar de gevaren voor de gezondheid, maar om die gevaren te doorgronden, moesten we eerst te weten komen welke mechanismen erachter zaten.'

Interdisciplinair karakter

Om dit onderzoek te voeren, is professor Lison erin geslaagd om een interdisciplinair team van uitstekende vakmensen bijeen te brengen. De eerste partner was het Centrum voor Oppervlaktechemie & Katalyse (COK) van de KULeuven. Johan Martens en Christine Kirschhock stonden in voor de synthetische productie van nanopartikels. Vervolgens was er de groep van professor Peter Hoet van het Laboratory of Lung Toxicology (LUNG), eveneens van de KULeuven.

Hoewel gefabriceerde nanomaterialen nu een aantal ontegenzeggelijk economisch potentieel vormen voor het bedrijfsleven en het onderzoek, blijven er vragen rijzen bij de gevolgen ervan voor de volksgezondheid en het milieu, waardoor voorzorgsmaatregelen vereist zijn daar waar onduidelijkheid blijft heersen.



Dat boog zich vooral over de effecten van de partikels op de longen. Voorts was er het Laboratorium voor celgenetica van de VUB met Micheline Volders die de effecten op het geïmmuunde, de mutaties en de genotoxische effecten bestudeerde. Ook de TOXI-groep van Dominique Lison zelf deed natuurlijk mee. Dat team is gespecialiseerd in de toxicologische effecten van nanopartikels.

Onmogelijke opdracht?

Dominique Lison: 'De belangrijkste veronderstelling die we wilden testen, was de rol van de omvang van nanopartikels op hun toxiciteit. Om deze veronderstelling te testen, produceerde het COK voor ons een reeks goed gekalibreerde en gekarakteriseerde partikels van alsmaar kleinere omvang. We hebben deze in onze drie biologiela laboratoria getest en stelden vast dat kleinere partikels gevaarlijker zijn voor cellen.'

De S²NANO-onderzoekers kozen voor een experimenteel model op basis van siliciumnanopartikels (SNP). Dit model garandeert een heel grote flexibiliteit en variabiliteit voor de synthese. Het COK kon zo zeventien monodisperse SNP's produceren met variërende diameters, oppervlakken en porositeiten. Dominique Lison: 'Natuurlijk ging het niet om partikels die je dagelijks aantreft in fabrieken of in voeding. Het ging in eerste instantie om een kunstmatig onderzoeksmodel om de fundamentele interactiemechanismen te testen en na te gaan wat het gevaarlijkste is. Bovendien hebben we uitsluitend op celkweken gewerkt. Dit in-vitrowerk is per definitie nog heel ver verwijderd van echte blootstelling. Dat is nog een heel grote stap en wellicht is het een onmogelijke opdracht met het steeds grotere aantal nanopartikels dat op de markt wordt gebracht, en de beperkte middelen waarover onderzoekers beschikken om hun effect op de gezondheid te onderzoeken.'

Vruchtbare wetenschappelijke productie

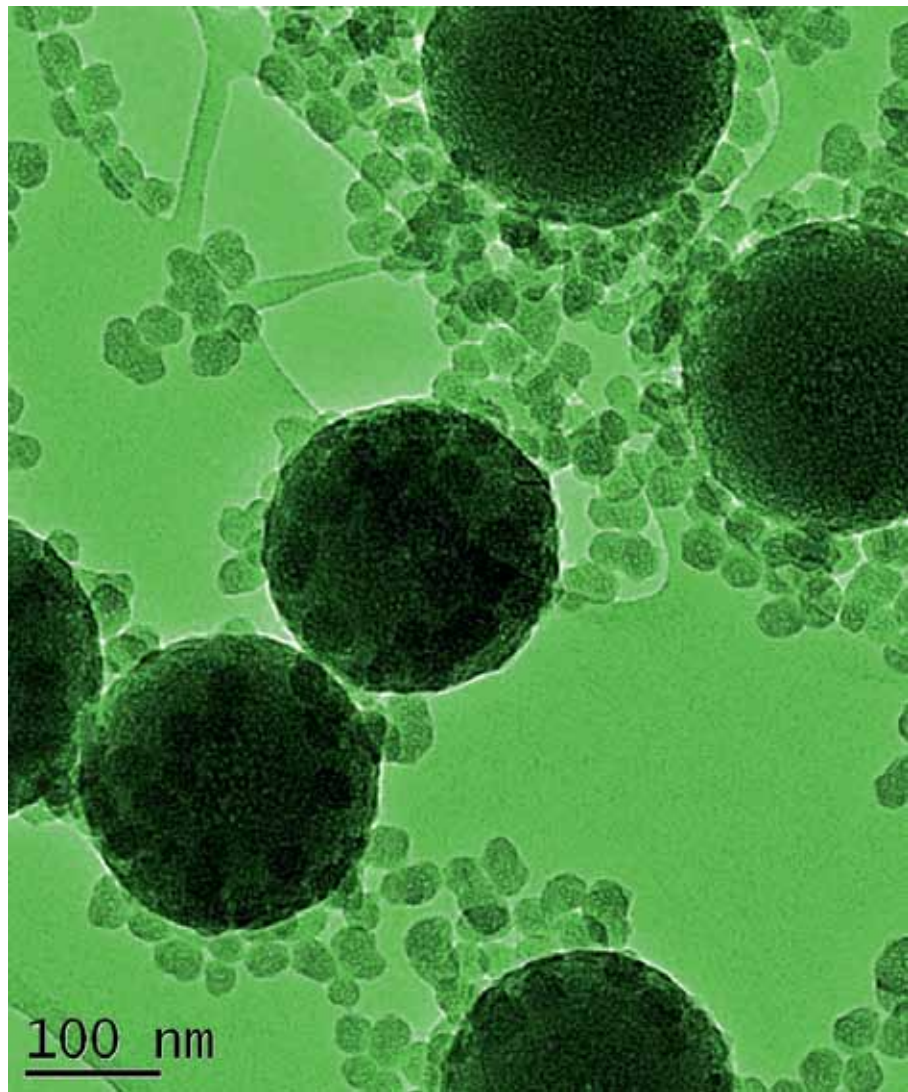
Eerst wilde professor Lison te weten komen welke fractie van de nanopartikels de dosis uitmaakt die in de cellen biologisch actief is. 'Dit was meteen ook het onderwerp van onze eerste publicatie. Ons besluit was dat de dosis van alle partikels in het kweekmilieu bijdroeg tot de toxiciteit en dat de oppervlakte van de partikels van groter belang was dan hun massa.'

'In andere publicaties hebben we aangetoond dat de kleinste partikels het gevaarlijkst waren en snel met de gekweekte cellen interageerden. We hebben ook aangetoond dat porositeit een beschermende factor kan zijn. Uit onze tests bleek immers dat siliciumpartikels minder gevaarlijk zijn voor macrofagen, die uitermate belangrijke cellen zijn om de longen schoon te houden.'

De wetenschappelijke productie van de S²NANO-onderzoeksgroep beslaat tal van aspecten die te maken hebben met de effecten van nanopartikels zoals hun effect op de integriteit van het genoom; het mechanisme van de oxydatieve stress van nanopartikels; de studie van zeolieten, uiterst poreuze nanopartikels die bij chemische katalyse worden ingezet. Verder was er nog de studie van de manier waarop nanopartikels de integriteit van celmembranen aantasten. Deze studie werd uitgevoerd in samenwerking met het SCANCETTI-centrum van professor Fubini van de universiteit van Turijn in Italië.

Uitdagende toekomst

De snelle verspreiding en commercialisering van nanopartikels zorgt voor heel wat hoop op economisch en technisch vlak. Tegelijk rij-



Nanodeeltjes van silica (Stöber) waargenomen in een transmissie-elektronenmicroscop.

zen er echter ook nieuwe vragen over de mogelijke gevaren voor de veiligheid, de gezondheid en het milieu omdat de wetenschappelijke kennis nog heel wat lacunes vertoont. 'De grote uitdaging voor de toekomst bestaat erin om na te gaan in welke mate we in ons experimenteel onderzoek synthetische partikels kunnen benaderen die relevant zijn voor de blootstelling bij mensen', aldus Dominique Lison.

'Het enige wat ons als onderzoekers frustriert, is dat we ons wetenschappelijk onderzoek, dat uitermate belangrijk is voor de volksgezondheid en voor de duurzaamheid van het milieu en van onze samenleving, heel moeilijk kunnen voortzetten. Deelnemen aan onderzoeksprogramma's op Europese schaal of toetreden tot bilaterale onderzoeksgroepen met andere landen, is de enige oplossing. De toxiciteit van nanopartikels is een heel complexe, wereldwijde uitdaging die enkel via interdisciplinaire samenwerking kan worden aangepakt.'





WANNEER LANDBOUW EN VOEDING HAND IN HAND SAMENGAAN MET GEZONDHEID

Tekst: Jan VAN PELT

De kwaliteit en de duurzaamheid van onze voeding staan met verve bovenaan de prioriteitenlijst van de nationale en Europese overheden, maar ook van de consument. Belspo heeft een reeks onderzoeksprojecten gefinancierd rond voeding en landbouw. Projecten rond voedselveiligheid, volksgezondheid en de impact ervan op het milieu. Maar ook de sociaaleconomische dimensie die daar rechtstreeks verband mee houdt, is een belangrijk onderzoeksaspect. In die context bundelden onderzoeksgroepen uit verschillende disciplines hun specifieke competenties. Hun doel? Oplossingen uitwerken en resultaten voorleggen om de politieke besluitvorming te ondersteunen. Een van de uitdagingen was om vanuit de landbouw antwoorden te vinden die de verwachtingen van de samenleving konden inlossen. In het bijzonder antwoorden op het vlak van de productkwaliteit en het respect en de bescherming van het natuurlijk milieu. Daardoor erkent men meteen de multifunctionele rol die de landbouw speelt in het brede domein van de duurzame ontwikkeling. En daarnaast ging ook bijzondere aandacht naar de studie van de eetgewoonten en de evolutie ervan naar een meer duurzame voeding.

FOODINTER Gevaarlijke interacties in onze voeding



Voedingssupplementen en functionele voedingsmiddelen krijgen een steeds belangrijkere plaats in ons voedingspatroon. Supplementen zoals vitaminemixen, voedingsconcentraten of plantenextracten met bioactieve moleculen zijn in poeder- of capsulevorm in supermarkten en speciaalzaken verkrijgbaar. Ook voedingsmiddelen die allerlei voordelen worden toegedicht omdat ze bijvoorbeeld zijn verrijkt met polyfenolen, fytoosterolen, omega 3-vetzuren of andere actieve bestanddelen, zijn niet meer weg te denken. Deze voedingsmiddelen en voedingssupplementen, die het midden houden tussen voeding en geneesmiddelen, roepen heel wat vragen op: zijn ze doeltreffend en zijn ze ongevaarlijk? Hun precieze chemische samenstelling blijft vaak een schemerzone, zeker wat betreft de aanwezigheid van onzuiverheden of toxische stoffen, de nauwkeurige identificatie van de actieve ingrediënten, hun concentratie, de mate waarin ze door het spijsverteringsstelsel worden opgenomen en door het menselijke lichaam worden gemetaboliseerd. Daarnaast is er nog de fundamentele vraag naar de mogelijke interacties tussen al deze substanties die samen in ons spijsverteringsstelsel en in ons organisme voorkomen na het eten en innemen van klassieke voedingsproducten, functionele voedingsmiddelen, voedingssupplementen, geneesmiddelen en antinutritieve of toxische verbindingen. Die interacties kunnen negatieve gevolgen voor onze gezondheid hebben. Het onderzoek naar en de analyse van deze interacties zijn de hoofddoelstellingen van het FOODINTER-onderzoeksproject.

‘Het FOODINTER-project is het laatste luik van een veel ruimere benadering van het probleem van contaminanten in voeding. Dit globale project loopt al meer dan tien jaar. Het FOODINTER-gedeelte, dat zich toespitst op de interacties tussen voedingsbestanddelen, ging in januari 2007 van start en werd in januari 2011 afgerond’, aldus Yvan Larondelle, projectcoör-



dinator en professor aan de Faculté des Bio ingénieurs van de UCL.

Enquêtes en stalen

In een eerste fase raadpleegde het onderzoeksteam verschillende bronnen binnen de wetenschappelijke literatuur om een databank van de bestaande voedingssupplementen samen te stellen. De onderzoekers organiseerden tijdens deze fase ook enquêtes bij het grote publiek en stelden werkgroepen samen om zich een beter beeld te vormen van de gewoonten van consumenten. Volgens Yvan Larondelle leverde dit enkele opmerkelijke resultaten op: 'De consument weet niet altijd wanneer het aangewezen is om voedingssupplementen te nemen. Een derde van de ondervraagden neemt voedingssupplementen zonder een arts of een diëtist te raadplegen.

De meeste consumenten zijn ervan overtuigd dat voedingssupplementen onschuldig zijn omdat ze van natuurlijke producten zijn afgeleid. Ze zijn zich echter niet bewust van de eventuele gevaren als gevolg van mogelijke interacties met geneesmiddelen of andere substanties die ze nemen.'

In een tweede fase selecteerden de onderzoekers voedingssupplementen die veel worden gebruikt en inspelen op kwesties waarover consumenten zich zorgen maken, zoals viriliteit, depressie en bloeddruk. Yvan Larondelle: 'Dit leverde zes hoofdtypen voedingssupplementen op: sint-janskruid, ginkgo biloba, soja isoflavonen, rammenas, look en maca. In totaal kochten we in apotheken, via het internet en in supermarkten 61 stalen. 25 waren op de Belgische markt genotificeerd, 36 waren niet toegelaten. Van al deze stalen zijn we vervolgens de dosering van de actieve bestanddelen nagegaan. We hebben ze ook onderzocht op de aanwezigheid van contaminanten zoals toxische minerale elementen, mycotoxines, polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's), pesticiden en dioxines. In enkele stalen hebben we grote dosissen zware metalen aangetroffen zoals cadmium en lood. Dit was vooral het geval bij producten die we op het internet hadden aangekocht.'

Noten zijn een van de meest allergene voedingsmiddelen, waaronder amandelen, hazelnoten, walnoten, pistachenoten en producten op basis van deze noten.

In-vitroanalyse

Tot slot maakte de onderzoeksgroep gebruik van in-vitroanalysemethodes om mogelijke interacties tussen de verschillende chemische bestanddelen op te sporen. Hiervoor werden bestaande testsystemen aangepast of nieuwe systemen ontwikkeld.

‘We hebben veel aandacht aan het sint-janskruid besteed en stelden vast dat bepaalde bestanddelen van deze plant invloed hadden op de expressie van bepaalde enzymen die veranderingen in contaminanten of geneesmiddelen kunnen teweegbrengen. Wanneer de werking van een enzym wordt geblokkeerd dat normaal een geneesmiddel of een contaminant metaboliseert om het onschadelijk te maken, is het duidelijk dat dit gezondheidsproblemen kan opleveren’, legt Yvan Larondelle uit. ‘Het zijn net deze soort complexe interacties die we wilden onderzoeken.’

Voor het FOODINTER-project is Yvan Larondelle erin geslaagd om een uitmuntend team van Nederlandstalige en Franstalige onderzoekers samen te stellen. ‘Aan de universiteit van Antwerpen hebben Ronny Blust en zijn team heel geavanceerde methodes ontwikkeld om

Sint-janskruid



de impact van specifieke bestanddelen op de bacteriële darmflora in kaart te brengen. In Louvain-la-Neuve hebben we samen met Yves-Jacques Schneider op de cellen van de menselijke darm gewerkt. In de universiteiten van Luik en Gent hebben de teams van Marie-Louise Scippo en Sarah De Saeger heel performante analytische systemen ontwikkeld.

In Luik werden ook nog geavanceerde methodes uitgewerkt om de interactie te evalueren tussen bestanddelen van actieve receptoren op de genexpressie. Het team van Luc Pussemier van het Centre d'Etudes et de Recherches Vétérinaires et Agrochimiques in Tervuren heeft alle werkzaamheden gecoördineerd en de mineralen geanalyseerd. We waren erg complementair.’

Uitmuntende productiviteit

Alle resultaten van FOODINTER werden in een uitgebreide databank verzameld. Die bevat uitvoerige informatie over de geselecteerde voedings-supplementen zoals de chemische dosering van de actieve bestanddelen en de contaminanten. Er is ook een specifieke rubriek over de resultaten van de in-vitrotests.

‘Intussen is er een tiental wetenschappelijke artikels in vermaarde tijdschriften verschenen’, aldus Yvan Larondelle. ‘Sommige artikels gaan in op de analytische methodes die werden ontwikkeld en op de verzamelde gegevens over de geselecteerde stalen. Anderen hebben het over de mogelijke interacties tussen contaminanten en bioactieve bestanddelen op basis van celtesten. In een artikel dat Laurence Ribonnet in 2011 in het tijdschrift Food Additives and Contaminants publiceerde hebben we een originele methode toegelicht om de gevaarlijke interacties in onze voeding en de mogelijke gevaren voor de gezondheid te onderzoeken. Het is dankzij de nauwe samenwerking tussen de collega's dat het project een echt succes is geworden.’

MUSICAL

De boer als spil van geïntegreerde streekontwikkeling

In verstedelijkt België krijgen plattelands- en landbouwgebieden meer en meer een multifunctioneel karakter. Vroeger was dat niet zo. Landbouwgrond diende om landbouwproducten voort te brengen zonder al te veel oog voor andere functies. Het gevolg was dat de ecologische en sociale duurzaamheid van de landbouw in de verdrukking raakte. Maar vandaag wordt naast voedselproductie meer belang gehecht aan andere functies. Men spreekt van groene, gele en blauwe diensten. Groen staat voor activiteiten die te maken hebben met milieu en landschap. Geel staat voor sociale zorg en cohesie. Blauw voor watermanagement en overstromingscontrole. Maar om zulke diensten echt lonend te maken, heb je een markt nodig. En die is er (nog) niet of onvoldoende. Het MUSICAL-project is een socio-economische queeste naar de identiteit van een regio en de landbouw- en plattelandsgemeenschappen die daar leven en werken. Daarbij staat één figuur centraal, de landbouwer. Staat hij open voor een multifunctionele invulling van zijn regio? Wordt hij bij de streekontwikkeling betrokken? Hoe is de interactie tussen zijn activiteit en die van andere residenten? Kan er samengewerkt worden? Is een multifunctionele invulling van de landbouwactiviteit in een regio mogelijk? Zo ja, hoe dan?

Luisteren naar doelgroepen

Om de nodige gegevens te verzamelen werden vier regio's uitgekozen als case study. Haspengouw en het Meetjesland in Vlaanderen en de Gaume en Pays des Deux Ourthes in Wallonië. Er werden interviews en enquêtes afgenomen, focusgroepen samengebracht en workshops georganiseerd. De doelgroepen waren zowel de oorspronkelijke als ingeweken bewoners. En voorts ook vertegenwoordigers uit diverse sectoren zoals de landbouw, het toerisme, de vastgoedsector.

Daarvoor kon coördinator Guido Van Huylenbroeck van de Gentse vakgroep Landbouweconomie rekenen op een consortium van instituten met elk hun competenties, die telkens vanuit hun discipline en expertise naar het zelfde probleem kijken. "Onze vakgroep focuste vooral op de economische analyse van de relaties en interacties tussen de landbouw en zijn omgeving en de gevolgen ervan voor de ontwikkeling van de sector. De sociaal-economische geografen van het ISEG (Instituut voor Sociale en Economische Geografie, KULeuven) keken vanuit hun vakkennis naar de streekidentiteit. De Afdeling Mobiliteit en Ruimtelijke Planning (AMPR, Ugent) zijn planningseconomen. Zij vroegen zich af hoe je al de verkregen informatie in een planningsverhaal kan gieten en hoe multifunctionele landbouw op een alternatieve manier gefinancierd kan worden (onafhankelijk van de klassieke subsidies). En het Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek (ILVO) zocht naar hoe streekbranding wordt opgezet en wat de rol is van lokale actoren in dit proces. En tot slot is er nog onze Waalse partner, de Fondation Rurale de Wallonie, die al zijn expertise in het latje bracht van alle mogelijke dimensies van het Waalse platteland. Op die manier ontstaat er een veel rijker palet aan kennis", aldus Van Huylenbroeck.

Bedreiging met positieve kanten

"Er blijven spanningsvelden bestaan", vat Van Huylenbroeck samen. "De boeren zien in die multifunctionele invulling een bedreiging. Het aanleggen van randakkers bijvoorbeeld of het verbod van bemesten tijdens bepaalde periodes. Dat vormt een inperking van hun bedrijfsvoering. Volgens hen worden die functies onvoldoende gevaloriseerd. Met de mogelijke opbrengst van bv. streektoerisme zouden ze het inkomensverlies kunnen compenseren die

het gevolg is van die beperkingen op voorwaarde dat dit geldt inderdaad voor hen bestemd is”.

Maar Van Huylenbroeck hoorde ook positieve geluiden: “Toch zien boeren het concept van regionale *branding* wel zitten. In het vermarkten van het multifunctionele imago van hun regio, zien zij kansen om de landbouw als motor van streekontwikkeling te gebruiken. Ook daaruit kunnen immers nieuwe inkomsten gegenereerd worden”.

Een andere belangrijke bevinding van het onderzoek was dat boeren terughoudend zijn om mee te werken als initiatieven van hogerhand worden opgelegd. “Haspengouw is daar een goed voorbeeld van”, stelt Van Huylenbroeck. “Volgens de plaatselijke boeren wordt een nostalgisch beeld van hun fruitstreek opgehangen. Maar ze krijgen geen compensatie voor het openstellen van hun gronden aan toeristen. Ze kloegen er ook over dat ze geen inspraak hadden bij de invulling van de streekontwikkeling. In het Meetjesland daarentegen is er een echte streekontwikkeling op gang gebracht. Daar zijn landbouwers meer betrokken bij het imago dat hun regio wil uitstralen. Mee nadenken over de vormgeving. Zoeken naar mogelijkheden om landbouw en toerisme met elkaar te verbinden. Welke initiatieven kunnen er ontwikkeld worden. Daar is de sfeer positiever”.

Het belang van duurzaamheid

“Bij een geïntegreerde streekontwikkeling is duurzaamheid een sleutelbegrip”, onderstreept Van Huylenbroeck. “Wij zijn gaan kijken naar elementen die karakteristiek zijn voor een streek. Dat gaat veel verder dan louter milieuduurzaamheid. Waarom komt men naar een streek? Wat maakt haar aantrekkelijk? Vanuit die typische karakteristieken is het zaak om de landbouwers erbij te betrekken. Doe je dat niet, dan krijg je een versnipperd beleid, zoals dat nu vaak het geval is”.

In zijn onderzoek heeft het MUSICAL-team dan ook gepeild naar de mening van de burger. Wat is dat, een Meetjeslander, een Haspengouwer, een inwoner van de Gaume of Pays des Deux Ourthes? Met wat identificeert hij zich? Het Meetjesland is vooral landbouw, maar ook gastronomie, hoevertoerisme, natuurrecreatie en zoveel meer. “Landbouw kan wel degelijk een motor zijn, maar wel op voorwaarde dat dat thema goed uitgewerkt wordt en alle belangengroepen bij de streekontwikkeling betrokken worden”, concludeert Van Huylenbroeck.



Juiste financiering

*Cultiveren met respect voor
het milieu*

Boeren kunnen vandaag allerlei premies krijgen in het kader van de agro-milieumaatregelen. Maar die maatregelen zijn niet altijd aangepast aan wat in een regio nu precies nodig is of om ze op economisch vlak duurzamer te maken. Daarnaast zijn er ook meer gebiedsgerichte financieringsmiddelen, maar “het gaat vaak om tijdelijke middelen, gebaseerd op projecten”, onderstreept Van Huylenbroeck. “En dat is een grote belemmering om een visie op lange termijn te ontwikkelen en dus te komen tot een geïntegreerde streekontwikkeling. Bovendien worden premies meestal door de overheid betaald en niet door de gebruiker van die diensten. Daarom zijn we in ons onderzoek op zoek gegaan naar alternatieve bronnen van financiering”.

“Klassiekers zijn streekproducten en hoeverkoop. Maar daarnaast zijn er nog andere mogelijkheden. Bijvoorbeeld het heffen van een taks bij overnachtingen in hoeses of regionale hotels. Zoals dat trouwens in de steden gebeurt. Of de verkoop van wandelkaarten. Lokale overheden zouden die inkomsten kunnen gebruiken om de boeren te vergoeden voor de beperkingen die hen worden opgelegd, of om monumenten of waardevolle gebouwen te renoveren of pleinen heraan te leggen”.

“Multifunctionele landbouw kan dus wel degelijk de identiteit van een bepaalde regio mee bepalen”, besluit Van Huylenbroeck. “Die identiteit kan dan op zijn beurt vertaald worden naar een concrete invulling van de plattelands- of streekontwikkeling op langere termijn. En dat komt de duurzaamheid en de competitiviteit van zowel de landbouw als de andere regionale sectoren ten goede”.

NORISK Gezocht: norovirussen

De media berichten af en toe over buikgriep. Die kan plots opduiken en snel uitgroeien tot een ware epidemie onder passagiers op een cruiseschip bijvoorbeeld of bij patiënten in ziekenhuizen of rustoorden, in crèches of op een scouts-kamp. Mensen worden ziek en moeten enkele dagen het bed houden met symptomen zoals diarree, koorts, braken, misselijkheid, buikpijn enz. Er hoeft slechts één persoon aangetast te zijn om een explosieve uitbraak te veroorzaken. Buikgriep of gastro-enteritis kan worden veroorzaakt door virussen, bacteriën of parasieten. Norovirussen zijn echter één van de grootste schuldigen. Ze zijn uitermate besmettelijk en hun incubatieperiode bedraagt nauwelijks 24 tot 48 uur. Het opsporen van norovirussen in de voedselketen en in menselijke stalen en het verrichten van onderzoek naar de manier waarop ze worden overgedragen, waren de hoofddoelstellingen van het NORISK-project.

Focus op overdracht

‘De belangrijkste besmettingsbron die het virus bij mensen in stand houdt, is de fecaal-orale overdracht. Het norovirus wordt immers via uitwerpselen in omloop gebracht. De overdracht gebeurt via heel gewone handelingen zoals een handdruk. Overdracht tussen mensen kan grote proporties aannemen’, aldus professor Etienne Thiry van de Faculteit Diergeneeskunde van de Universiteit de Liège, die het project coördineerde.

De proeven op de virussen gebeuren in laboratoria met aangepaste bioveiligheidsnormen.

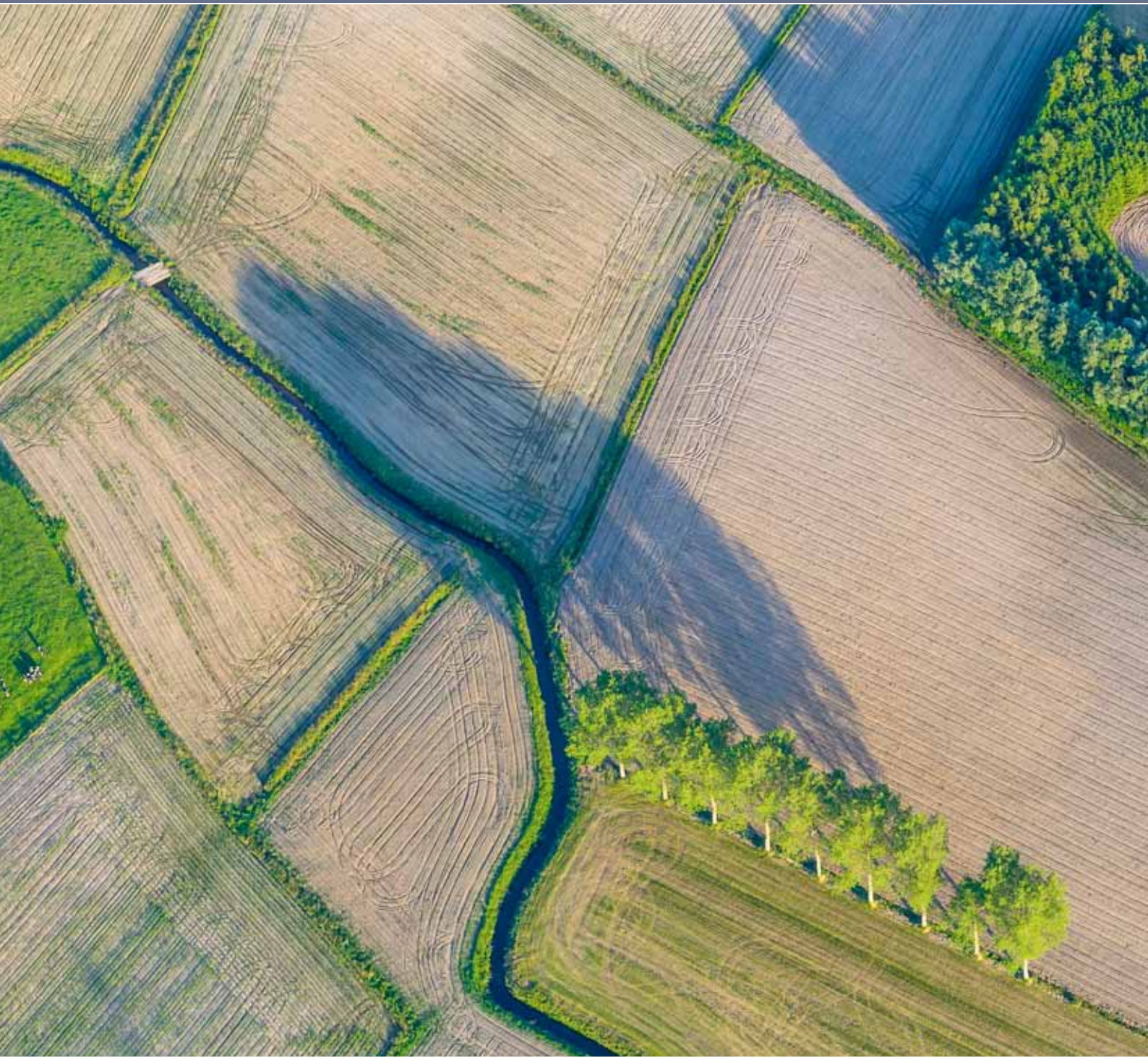


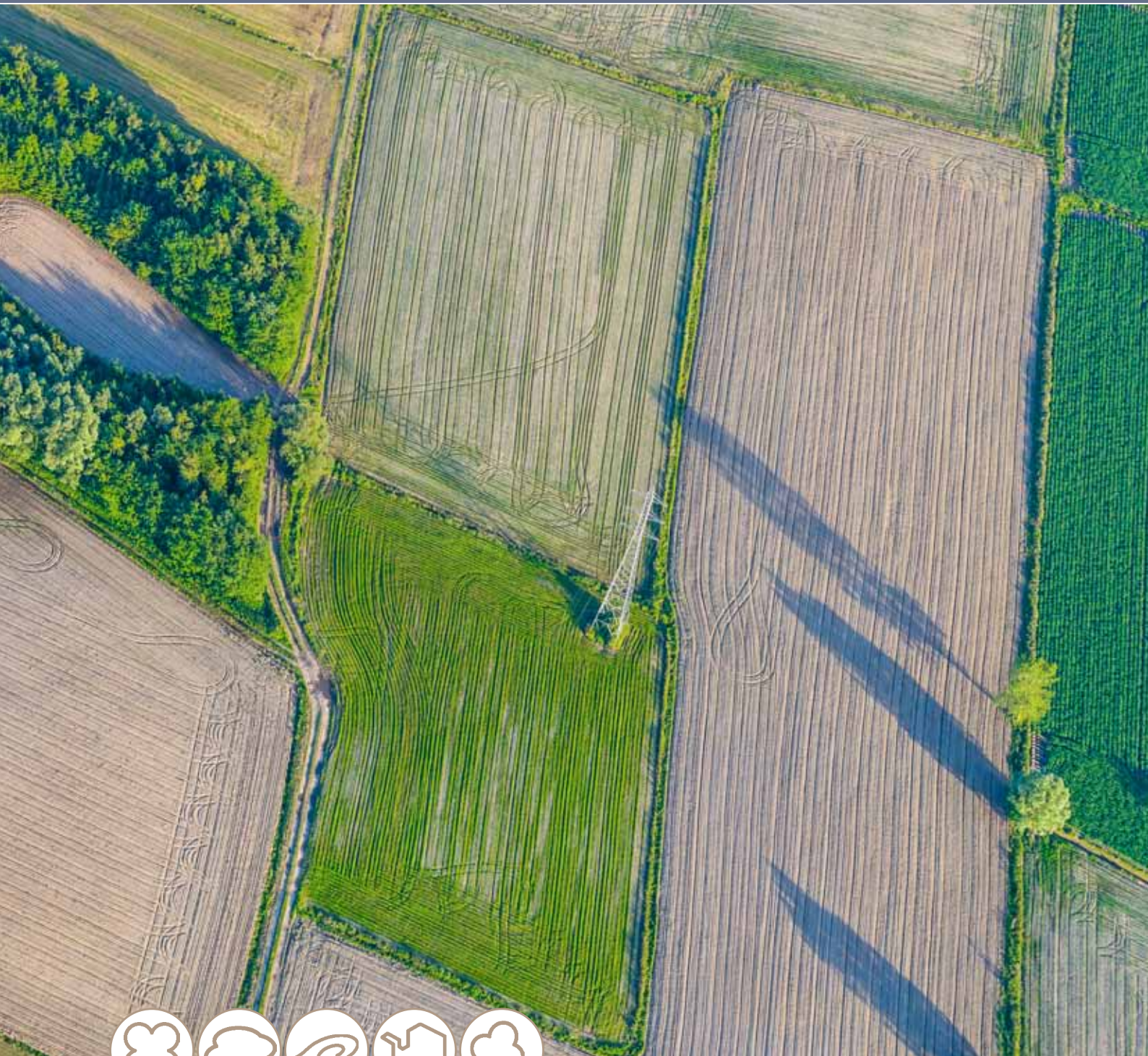
Norovirussen kunnen echter ook voorkomen op fruit, groenten en andere verse of warme voedingsmiddelen door contact met besmet water of door een gebrekkige hygiëne bij de distributie of het hanteren van de voedingswaren door het personeel. Ook het eten van weekdieren zoals oesters of mosselen houdt een gevaar voor virale gastro-enteritis in omdat norovirussen daarop in hoge concentraties kunnen voorkomen. Huisdieren zoals koeien, varkens, honden en katten zijn ook dragers van norovirussen, maar die zijn gelukkig niet op de mens overdraagbaar.

Een slim virus

De kwaliteit van de voedselveiligheid verbeteren: dat was de uitdaging en de bestaansreden voor het NORISK-project. ‘We beginnen de norovirussen behoorlijk goed te kennen’, benadrukt Etienne Thiry. ‘Norovirussen zijn heel slimme virussen. Ze zijn zo geëvolueerd, dat ze heel snel kunnen muteren. Bij het onderzoek naar het menselijke norovirus bestuderen we eigenlijk een plejade van verschillende virussen waarvan voortdurend nieuwe varianten opduiken. Norovirussen kunnen aan onze aandacht ontsnappen omdat onze methodes niet altijd toelaten om het type norovirussen te identificeren dat zich binnen de menselijke populatie aan het ontwikkelen is. De uitdaging bestaat er dan ook in om snel doeltreffende diagnosemethodes te ontwikkelen.’

‘Bovendien heeft het norovirus de bijzondere eigenschap dat het zich in een celweek niet voortplant. Met de traditionele methodes kunnen we het dus niet opsporen. We moeten een beroep doen op moleculaire methodes. De voedselmicrobiologie beperkte zich heel lang tot het onderzoek van bacteriën. Het is pas sinds enkele jaren dat de voedselvirologie haar eigen weg gaat dankzij de ontwikkeling van een hele reeks nieuwe technieken en methodes op het gebied van moleculaire genetica.’





BIODIVERSITEIT & TERRESTRISCHE EN MARIENE ECOSYSTEMEN

Tekst: Jan Van Pelt
Paul Devuyt
Christian Du Brulle



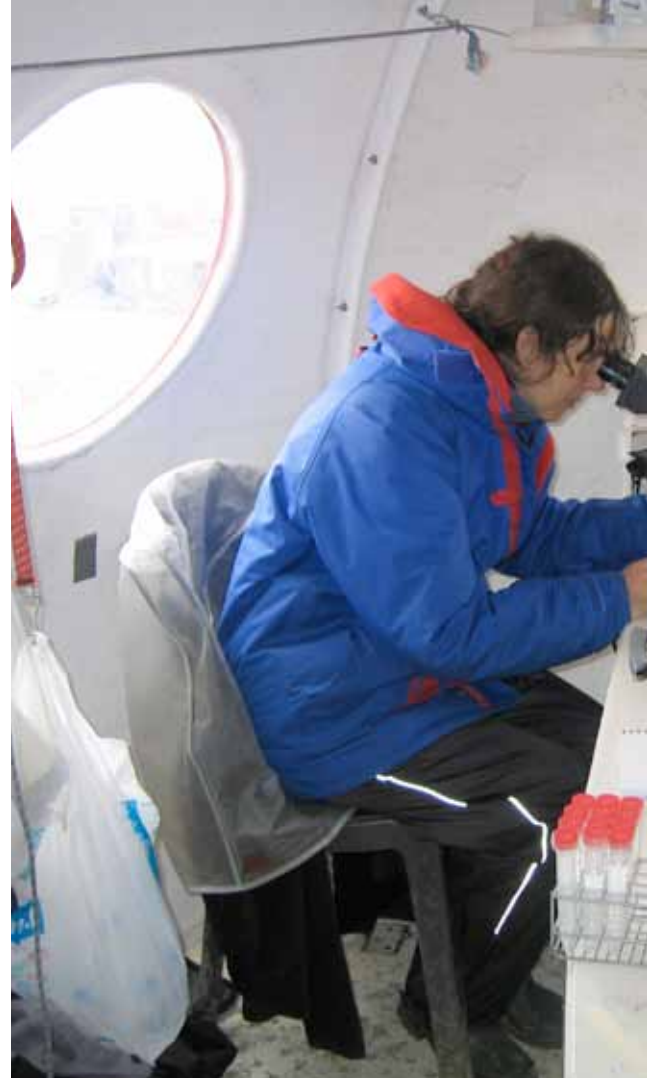
AMBIO-project Kijk op een microbieel continent

Na de Biodiversiteitsconventie te hebben geratificeerd in 1997, heeft België zich ertoe verbonden via onderzoek en ontwikkeling mee de neergang van de biodiversiteit wereldwijd een halt toe te roepen. Biodiversiteit is de diversiteit van alle levensvormen op aarde, of het nu gaat om dieren, planten, paddenstoelen of micro-organismen, alle genen die zij bevatten en de ecosystemen waarvan zij deel uitmaken. Het programma SSD bestudeert niet enkel de structurele en functionele relaties tussen al die organisatie-niveaus van levende organismen, maar ook de relaties met het abiotisch milieu.

Zo is er sprake van geweest de biogeochemische en fysische processen te bestuderen die ten grondslag liggen aan de werking van de ecosystemen en de manier te analyseren en te bepalen waarop die ecosystemen reageren op die druk. Het onderzoek heeft als doel maatregelen te ondersteunen om de biodiversiteit en de ecosystemen te beschermen, te bewaren en duurzaam te gebruiken. De ecosystemen waarop het onderzoek in het kader van het programma SSD betrekking had, waren de Noordzee, Antarctica en de Zuidelijke Oceaan, Afrika ten zuiden van de Sahara en de terrestrische en zoetwaterecosystemen in onze gematigde regio's.

Voor doctor in de wetenschappen Annick Wilmotte, onderzoekster verbonden aan het departement levenswetenschappen van de Universiteit de Liège, zijn micro-organismen de echte 'helden van Antarctica'.

'Door zijn strenge klimaat en zijn afgelegen ligging is het witte continent een onherbergzame plek voor de fauna uit onze gematigde streken. De pinguïns, zeehonden en vogels die we er aantreffen, brengen in feite maar een klein deel van het jaar op Antarctica door. De enige permanente bewoners zijn de micro-organismen', legt ze uit.



Professor A. Wilmotte observeert de stalen van het Byers Peninsula met een microscoop in het kamplaboratorium.

Vandaar de interesse van de wetenschappers van het Centre d'Ingénierie des Protéines (Université de Liège), van het Laboratorium voor Protistologie en Aquatische Ecologie en van het Laboratorium voor Microbiologie (allebei van de Universiteit Gent) om deze microbiële levensvorm nader te onderzoeken door stalen te nemen, die apart te onderzoeken en vervolgens hun resultaten te vergelijken. Deze samenwerking laat toe om de diversiteit van een groot aantal verschillende micro-organismen, van bacteriën over cyanobacteriën tot microalgen (zoals diatomeeën), te onderzoeken. 'Het betreft hier zogenaamde zuivere wetenschap

om de diversiteit en de geografische verspreiding van deze micro-organismen te achterhalen', licht Annick Wilmotte toe.

Alles is overal, maar het milieu selecteert

'In het kader van het AMBIO-project focussen we voor het nemen van onze stalen op aquatische milieus die we vooral vinden in kustgebieden die in de zomer ijsvrij zijn. Aan de rand en op de bodem van deze meren en zones waar de sneeuw smelt, nemen we in steriele omstandigheden microbiële tapijten en biofilms. Deze stalen worden ter plaatse ingevroren en voor onderzoek naar België gestuurd', aldus de wetenschapster.

'Onze belangstelling ging ook uit naar de geografische verspreiding van deze micro-organismen. We wilden weten of de biodiversiteit in een meer op Antarctica vergelijkbaar is met wat we aantreffen op de Noordpool of in gematigde regio's. We vermoeden dat de kans bestaat dat ze – gelet op hun microscopische omvang en hun overvloedige aanwezigheid in de natuur – door de wind en andere vectoren

Calothrix sp. uit het Firelightmeer (Larsemann Hills, Antarctica). Foto van een Antarctische cyanobacterie. Fotograaf: Arnaud Taton.





kunnen worden verspreid en over het hele oppervlak van de aardbol kunnen voorkomen', zegt zij.

Dat is ook de hypothese die Baas Becking in de jaren 1930 formuleerde: 'Alles is overal, maar het milieu selecteert.'

'Waarom is dit in realiteit niet zo? De overlevingskansen van deze micro-organismen worden ook bepaald door de vraag of de omstandigheden in hun milieu hen al dan niet liggen. Dit onderzoek op Antarctica was interessant omdat het continent geïsoleerd is van de rest van de wereld door de zee- en luchtstromen en omdat de temperaturen er in de winter soms tot -35°C dalen. Met deze studie konden we wetenschappelijk bepalen of dezelfde micro-organismen op Antarctica en elders voorkomen», aldus nog Annick Wilmotte.

Foto met elektronen-
microscop van *Diadesmis
australis*, een inheemse
Antarctische
diatomeeënsoort
(foto: Elie Verleyen, UGent).

'Uit wetenschappelijke nieuwsgierigheid willen we weten in welke extreme omstandigheden leven kan bestaan – bacteriën zijn wat dat betreft echte kampioenen – en hoe en waarom organismen op welbepaalde plaatsen op deze planeet voorkomen'', besluit de onderzoekster. 'In het raam van het Zuidpoolverdrag konden we de leden van de Commissie die belast is met de bescherming van het milieu, erop wijzen hoe belangrijk het is dat deze microbiële gemeenschappen worden beschermd, vooral bij het afbakenen van beschermde zones en het nemen van beheersmaatregelen', voegt ze er nog aan toe.

Databank uitbreiden

Vroeger hadden wetenschappers slechts één instrument om de morfologie van micro-organismen te bepalen en hen een naam te geven: de microscoop. Om bacteriën te identificeren, was een kweek absoluut noodzakelijk. Sinds



Vergeeten helden

- * **Micro-organismen:** eerste levensvormen die zich 3,4 tot 3,7 miljard jaar geleden op aarde hebben ontwikkeld en die in de extreemste milieus kunnen overleven.
- * **Cyanobacteriën:** behoren tot het domein van de bacteriën en zijn de oudste gekende fossielen. Het zijn 'fotoautotrofe' organismen: ze hebben met andere woorden de fotosynthese uitgevonden: ze gebruiken lichtenergie om zuurstof en organische materie te produceren uit water en kooldioxide.
- * **Diatomeeën:** zijn eencellige microalgen ($2\ \mu\text{m}$ tot $1\ \text{mm}$), die in alle aquatische milieus voorkomen, bij voorkeur in koude wateren. Ze kunnen alleen of in een kolonie leven, vrij of vast. Diatomeeën zijn een belangrijk bestanddeel van fytoplankton en spelen een sleutelrol in het leven van mariene ecosystemen. Er zijn ongeveer 100.000 soorten geïdentificeerd, maar er kunnen er nog heel wat meer zijn.

Voor meer informatie over de databank van wereldwijde sequenties, surf naar: www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank



zowat drie decennia hebben ze de mogelijkheid om DNA te extraheren en hieruit de gensequentie af te leiden die een veel nauwkeurigere identificatie toelaat. Ze kwamen er toen ook achter dat hun morfologie kon verschillen naargelang de milieuomstandigheden. Bovendien ontdekten ze heel wat micro-organismen die tot dan onbekend waren.

Door de evolutie van de groene algenstammen te bestuderen en deze vastgestelde genetische informatie te correleren met een moleculaire klok, zijn de Gentse onderzoekers tot de bevinding gekomen dat ze al op het witte continent aanwezig waren toen daar nog een tropisch klimaat heerste (ongeveer 65 tot 100 miljoen jaar geleden) en dat ze zich vervolgens aan de koude hebben aangepast.

'Het wetenschappelijk onderzoek op Antarctica is heel internationaal. Het delen van kennis ligt immers helemaal in de lijn van het Zuidpoolverdrag.

*Microbieel tapijt in smeltwater (Byers Peninsula, Zuid-Shetland).
Fotograaf: A. Wilmotte.*

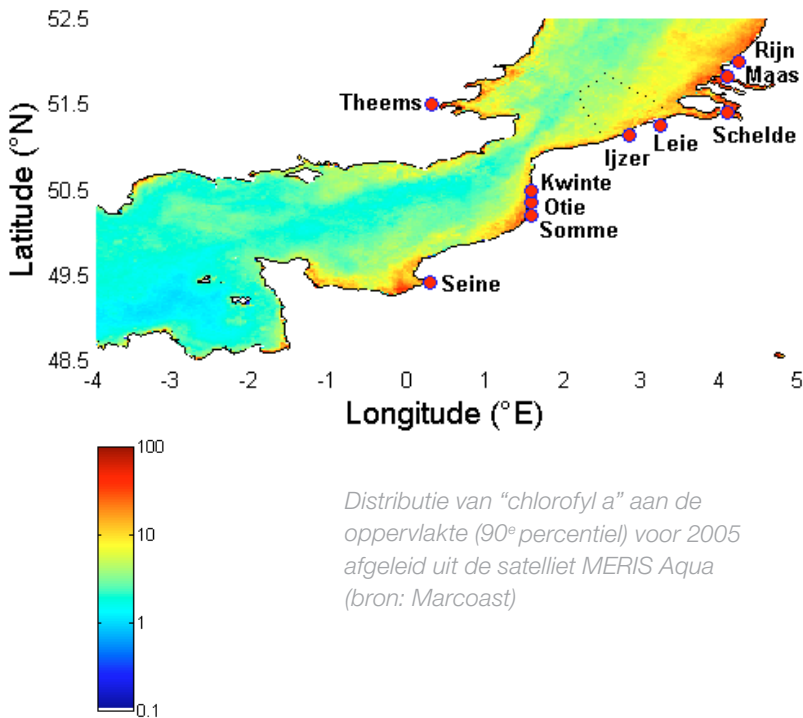
Heel wat stalen waarop we werken, hebben we gekregen van Engelse, Italiaanse en Australische onderzoekers. We hebben zelf ook met Spaanse en Japanse onderzoekers samengewerkt. En de stammen die we hebben geïsoleerd, zijn publiek beschikbaar', licht Annick Wilmotte toe.

Veldwerk in Ô-Ike op West Ongul Island, Lützow Holm Bay, Oost-Antarctica. Tijdens deze campagne werden stalen genomen van microbiële tapijten en meersedimenten (foto: Elie Verleyen, UGent).





AMORE-project (1997-2010) Model voor de eutrofiëring van de Noordzee



Distributie van "chlorofyl a" aan de oppervlakte (90^e percentiel) voor 2005 afgeleid uit de satelliet MERIS Aqua (bron: Marcoast)

De ecologische toestand van de Noordzee wordt sterk verstoord door antropogene substanties die worden aangevoerd via de rivieren die erin uitmonden. En hoewel een aantal maatregelen van de buurlanden al positieve resultaten opleveren, blijft er nog heel wat te doorgronden en te ondernemen om het ecologische evenwicht te herstellen.

'De problematiek waarover het AMORE-project zich buigt, gaat terug tot de jaren 1970; milieu-problemen en vooral de vervuiling van de Noordzee waren toen een belangrijk aandachtspunt voor het Belgische Federaal Wetenschapsbeleid. Dit leidde tot een reeks wetenschappelijke programma's waarbij fundamenteel werd gefinancierd met het oog op het uitwerken van een duurzaam ontwikkelingsbeleid. Het AMORE-project (Advanced Modelling and Research on Eutrophication) heeft in dit verband onderzoek verricht naar de werking

van het ecosysteem van de Noordzee. Dit leidde tot de uitwerking van het ecologische MIRO-model, een wetenschappelijk instrument om de eutrofiëring van de kustgebieden te beheersen. Origineel bij de wetenschappelijke benadering van het AMORE-project is de combinatie van waarnemingen, experimenten en modellen, drie elementen die complementair zijn', aldus professor Christiane Lancelot, coördinator van het AMORE-project (Université Libre de Bruxelles, Ecologie des Systèmes Aquatiques).

Eutrofiëring

De antropogene eutrofiëring van kustgebieden is een gevolg van de aanvoer van grote hoeveelheden nutriënten (stikstof die hoofdzakelijk afkomstig is van landbouwreststoffen, en fosfor uit afvalwater) die het natuurlijke evenwicht van stikstof, fosfor en silicium in mariene wateren verstoren. Door deze aanvoer van voedingsstoffen gaan zich zogenaamde ongewenste algen ontwikkelen. Die zijn ongewenst omdat ze giftig zijn of omdat ze zich in het milieu opstapelen zonder dat hogere trofische niveaus ervan kunnen profiteren. Ze worden afgebroken door bacteriën, wat leidt tot een mogelijk zuurstoftekort. Onderbreking van de trofische keten, verlies aan trofische efficiëntie en biodiversiteit en zuurstofgebrek zijn enkele van de ongewenste gevolgen van antropogene eutrofiëring.

'Onderzoekers hebben geprobeerd het verband te achterhalen tussen deze aanvoer van nutriënten en de werking van het kustecosysteem van de Noordzee die wordt verstoord, wat duidelijk zichtbaar is in de lente: op de stranden spoelt dan telkens opnieuw een vies witachtig schuim aan.

*Vandaag weten wij dat dit schuim het gevolg is van slijmachtige bloeien van kolonies van de microalg *Phaeocystis globosa* die gedijt door de overvloedige aanvoer van nitraten via de rivieren. Deze kolonies worden zo groot dat het her-*

bivore zoöplankton ze niet langer kan verwerken. De niet verwerkte kolonies stapelen zich op en door de mechanische inwerking van de golven op het slijm ontstaat er schuim dat op de stranden aanspoelt', vervolgt de wetenschapper.

Een wetenschappelijk instrument om de omvang van de eutrofiëring in te schatten

De experimenten die de biologen van het AMORE-project hebben uitgevoerd, zijn geïntegreerd in het ecologische MIRO-model. Dat model beschrijft de bloeien van diatomeeën en *Phaeocystis* en de bijbehorende nutriëntencycli (stikstof, fosfor, silicium) in het geëutrofiëerde ecosysteem van de Noordzee. Samen met haar collega's van de Université Pierre et Marie Curie (Parijs, Frankrijk), heeft professor Christiane Lancelot met haar team het mariene ecologische MIRO-model aan het Senegue/Riverstrahler-riviermodel gekoppeld en zo een verband gelegd tussen de menselijke activiteit in het stroomgebied, de aanvoer van nutriënten naar de zee en de eutrofiëring van de Noordzee. Met dit mathematisch model kon de oorspronkelijke staat van het ecosysteem van de Noordzee worden gereconstrueerd en kon een ecologische kwaliteitsindicator worden vastgelegd. Die geeft voor de *Phaeocystis*-kolonies aan bij welke concentratie er sprake is van een verstoring van de trofische keten, van een accumulatie van de algenbiomassa en van de afzetting van schuim op de stranden.

'Een mathematisch model is nooit perfect omdat het van vereenvoudigingen en veronderstellingen uitgaat. Het groeit echter naarmate de wetenschappelijke kennis toeneemt. Door waarnemingen, experimenten en modellen aan elkaar te linken, kunnen wij een hoogstaand wetenschappelijk instrument ontwikkelen dat bepalend is voor de besluitvorming met het oog

op het uitstippelen van een beleid om de toevoer van nutriënten naar de zee te vermindere', besluit de wetenschapper.

Naar een ecohydrodynamisch model: MIRO&CO

'Nu hoefden wij enkel nog het ecosysteemmodel dat door het team van professor Lancelot was ontwikkeld, te integreren in het hydrodynamische model dat was uitgewerkt door de Operationele Directie 'Natuurlijk Milieu' (de vroegere Beheerseenheid van het Mathematisch Model van de Noordzee of BMM) van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (KBIN). Met dit hydrodynamisch model kunnen wij onder andere de zeestromingen en de temperatuur en het zoutgehalte van het water berekenen. Na de integratie van het MIRO-model biedt het 'ecohydrodynamische' MIRO&CO-model de mogelijkheid om op een synoptische manier de ruimtelijke spreiding van de algenbloeien te simuleren in de volledige Belgische mariene zone, maar ook in het Kanaal en in de zuidelijke baai van de Noordzee', legt Geneviève Lacroix uit, doctor in de oceanografie en onderzoekster aan het KBIN in het team voor teledetectie en modellering van ecosystemen.

'Om de kwaliteit van het MIRO&CO-model te beoordelen, hebben wij de resultaten van het model getoetst aan satellietbeelden. Op basis van beelden van de kleur van het zeewater hebben collega's gespecialiseerd in teledetectie algoritmen ontwikkeld om het chlorofyl-a-gehalte in te schatten wat een indicator is voor de algenbiomassa. Satellietbeelden hebben als voordeel dat ze een synoptisch beeld van het wateroppervlak over het hele gebied geven', aldus de wetenschapper.



Een wetenschappelijk instrument om de besluitvorming te ondersteunen

Na validatie kan het MIRO&CO-model worden ingezet om de omvang van de eutrofiëring in de zone te beoordelen, maar ook om samen met de beleidsmakers verschillende opties te testen om de toevoer van nutriënten naar zee te verminderen en om de doeltreffendheid ervan na te gaan in termen van vermindering van ongewenste algenbloeien.

*Opeenhoping van schuim van Phaeocystis, in het voorjaar terug te vinden op de stranden van de Belgische kust.
Fotos V. Rousseau*



De Noordzee in enkele cijfers

- * De Noordzee heeft een totale oppervlakte van 746.000 km² en wordt door zeven landen – waaronder België – omgrensd. De maritieme zone onder Belgisch bewind is 3.454 km² groot of minder dan 0,5% van de Noordzee.
- * De Noordzee is gemiddeld 95 meter diep; in Belgische wateren bedraagt de diepte 20 tot 30 meter. In de zomer heeft het water een gemiddelde temperatuur van 17 °C.
- * De Belgische kust is 66 kilometer lang.
- * De gemiddelde reststroming loopt van het zuidwesten naar het noordoosten, parallel met de kust.
- * De scheepvaartroutes op de Noordzee zijn de drukste ter wereld: elk jaar varen er ongeveer 500.000 schepen door het Kanaal.
- * De oppervlakte van het stroomgebied van de rivieren die in de Noordzee uitmonden, bedraagt 841.000 m². Het gebied telt meer dan 180.000 inwoners. De jaargemiddelde concentratie zwevende stof ligt tussen 60 en 75.000.000 ton.

De Europese kaderrichtlijn 'Mariene strategie' verplicht de lidstaten om tegen 2020 een goede ecologische toestand in hun exclusieve economische zone te bereiken.

'Om een goede ecologische toestand wat betreft eutrofiëring te bereiken, moet de toevoer van nutriënten naar zee worden verminderd. Hiervoor moeten het afvalwater van steden en/of de landbouwpraktijken worden aangepakt. Het gaat niet om een intuïtieve keuze; het hydrodynamisch model laat toe om de haalbaarheid en de gevolgen van de verschillende opties te onderzoeken.' In deze context werd het Europese SEAS-ERA EMoSEM-netwerk opgericht, een echte opvolger van de AMORE-projecten, aldus Geneviève Lacroix.

Meer informatie:

- Over het AMORE-project:
<http://www.ulb.ac.be/assoc/esa/AMORE/amore.htm>, http://www.belspo.be/belspo/ssd/science/Reports/AMORE%20III_Fin-Rep_AD.pdf
- Over de eutrofiëring van de Belgische kustzone: Current Status of Eutrophication in the Belgian Coastal Waters. Eds.: Véronique Rousseau, Christiane Lancelot, David Cox. Presses Universitaires de Bruxelles. D/2006/1191/45
- Over het team voor teledetectie en modellering van het KBIN: <http://www2.mumm.ac.be/remsem>
- Over SEAS-ERA EMoSEM 'Ecosystem Models as Support to Eutrophication Management in the North Atlantic Ocean': <http://www2.mumm.ac.be/emosem/>



WestBanks-project De Noordzee en haar biodiversiteit

Het Belgische deel van de Noordzee is amper 3.454 km² groot. Met zijn vele zandbanken en killen die vooral in het westelijke deel – het zogenaamde ‘Westdiep’ – parallel met de kust lopen, vormt het echter een complex onderwaterlandschap waar heel wat mariene soorten zich prima kunnen ontwikkelen.

‘Het WestBanks-projects sluit aan bij eerdere onderzoeken die een inventaris wilden maken van de organismen die op de zeebodem en in of op het water leven. Ze gingen op zoek naar bestaande onderlinge verbanden, probeerden die te doorgronden, te beschrijven en te meten. Dit alles om het belang ervan voor de werking van het systeem te bepalen’, legt doctor in de wetenschappen Jan Vanaverbeke van het departement Mariene biologie van de UGent uit.

‘We hebben vastgesteld dat heel wat dieren die op de zeebodem leven, door hun activiteiten natuurlijke materialen die onderaan in de waterkolom worden afgezet, naar de diepere sedimentlagen meevoeren. Bovendien zuigen ze zuurstofrijk water op en brengen dit naar plaatsen in de bodem die anders nauwelijks zuurstof bevatten. Die zuurstof stimuleert de biochemische processen die zich op de zeebedding afspelen. Uit experimenten in laboratoria blijkt dat jaarlijks tot ongeveer 72,9 ± 6,2 g per vierkante meter wordt aangevoerd. De nutriënten die hierdoor ontstaan, komen in de waterkolom terecht en vormen stuk voor stuk onderdelen van het voedselweb’, vervolgt de onderzoeker.



De trouwe tong

De zandbanken en de kliffen die door *Lanice conchilega*-kokerwormen tot stand zijn gekomen, vormen kleine eilandjes. Al deze eilandjes zijn voedselbronnen en schuilplaatsen voor jonge vissen.

De onderzoekers ontdekten dat de vissen elk jaar hun gewone leefomgeving verlaten om naar paaigronden te trekken. De jonge vissen blijven intussen achter in deze ‘nurseries’ waar ze een schuilplaats en voedsel vinden. ‘Aan de hand van de chemische analyse van de otolieten van volwassen tongen die we in ons laboratorium uitvoerden, konden we de exacte plaats bepalen waar deze tongen verbleven en konden we hieruit de samenstelling van het zeewater op die plek afleiden. Dit deed ons besluiten dat tonglarven – afhankelijk van de omstandigheden in de lente – uiteenlopende afstanden afleggen tussen de paaiplaatsen en de nurseries en dat tongen vrij ‘honkvast’ zijn’, voegt Dr. Vanaverbeke er nog aan toe.

De stern (of zeezwaluw) is een vogelsoort uit de meeuwenfamilie die aan de kust leeft. Hij heeft een deels zwarte kop en een grijze rug. Zijn kromme snavel is vermiljoenrood, alleen het puntje is zwart. De stern vliegt snel, vloeiend en sierlijk. (Foto Thierry Hubin, KBIN).

De veelzeggende otoliet

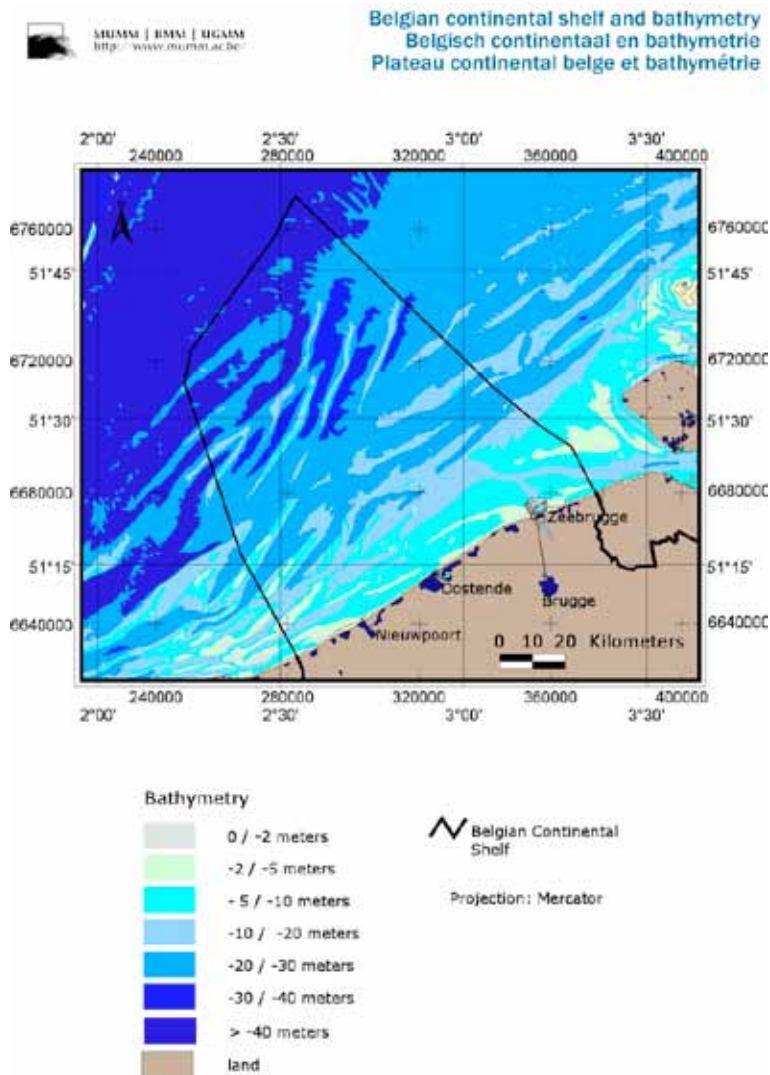
Het woord otoliet betekent letterlijk ‘oorsteen’. Deze stenen (het zijn geen botten) ter grootte van een erwt bevinden zich in de schedel van de vis, net achter de hersenen. Het gaat om verkalkte structuren waarmee de vis zich in zijn milieu kan situeren. Ze doen dienst als ‘gyrometer’, zeg maar.

Bijzonder aan de otoliet is dat de verschillende perioden in het leven van het dier in de vorm van concentrische cirkels sporen achterlaten (net zoals bij bomen). Bovendien bevatten ze informatie over de gezondheidstoestand en de voedingsgewoonten.

Beenvissen zoals tongen en forellen hebben doorgaans drie paar otolieten.



Kaart van de Belgische maritieme zone.
(Foto Beheerseenheid van het Mathematisch Model van de Noordzee).



In de waterkolom

Om de staat van de waterkolom te achterhalen, focusten de onderzoekers op het gedrag van sternen, ook wel zeezwaluwen genoemd. Die eten slechts een klein aantal vissoorten uit de waterkolom.

'Uit het WestBanks-project is gebleken dat niet het aantal gelegde eieren, maar wel het overleven van de kuikens in de kolonie bepalend is voor een succesvol broedsel. De hoeveelheid voedsel – vooral haring en Oostzeeharing – die de ouders kunnen aanvoeren, geeft met an-

Afzetting van benthische organismen op de Noordzeebedding.
(Foto Beheerseenheid van het Mathematisch Model van de Noordzee).



dere woorden de doorslag. Ze passen de grootte van de vissen overigens aan de leeftijd van de kuikens aan. Kuikens jonger dan 5 dagen krijgen meestal vissen die gemiddeld kleiner zijn dan 5,5 cm; kuikens tussen 5 en 15 dagen oud, worden gevoederd met vissen van gemiddeld meer dan 8 cm. Onze studie toont aan dat de overlevingskansen van jonge sternes sterk afnemen wanneer deze kleine vissen niet aanwezig zijn', vervolgt de onderzoeker.

'De belangrijkste delen van de Noordzee waar dergelijke visjes voorkomen, liggen binnen de zone van de bank van Wenduine, meer bepaald in de 'Scheur' en de 'Vlakte van de Raan'. Naast het puur wetenschappelijke aspect – het opstellen van een gezondheidsbalans – heeft het West-Banks-project heel wat waardevolle informatie opgeleverd die onontbeerlijk is voor een goed beheer van het Belgische deel van de Noordzee', besluit doctor in de wetenschappen Vanaverbeke.

Voor meer informatie surf naar:
www.vliz.be/projects/westbanks/



De steenbolk (Trisopterus luscus) is een zeevis uit de kabeljauwfamilie (Gadidae) die heel wat economisch belangrijke vissoorten telt (kabeljauw, wijting, schelvis enz.). Hij komt voor in de ondiepe wateren van de noordoostelijke Atlantische Oceaan en van de Noordzee. (Foto A. Norro, KBIN).



PONDSCAPE Duurzaam beheer van poelen

Poelen in landschappen zijn klein, gemiddeld tussen 25m² en 50m². Maar hun biodiversiteit is groot. Veel groter dan bijvoorbeeld meren, rivieren of stromen. Vooral de rijkdom aan bedreigde soorten is opvallend. Dat komt omdat migratie tussen poelen moeilijk is. En daardoor is de capaciteit voor diversiteit ook veel groter. De laatste decennia zijn er veel poelen verdwenen. Maar in België, en vooral in Vlaanderen, legt men er meer en meer nieuwe aan. Precies omdat ze zo belangrijk zijn voor het behoud van de biodiversiteit. Rond de biodiversiteit van poelen is in Engeland al veel onderzoek gebeurd. Daaruit bleek dat een significant deel van alle soortenrijkdom van planten en macro-invertebraten van een bepaalde regio terug te vinden zijn in poelen. De Engelse onderzoekers Williams en Biggs ontdekten zelfs dat tot 60% van alle zeldzame zoetwatersoorten in Engeland in poelen terug te vinden is. Reden te over dus om ook in België aan de slag te gaan.

In december 2006 ging het MANSCAPE-project van start. Daar lag de focus op de patronen en de processen en op het nemen van stalen in een groot aantal poelen. Welke dynamieken drijven de biodiversiteit in poelen? Welke lokale en regionale factoren beïnvloeden ze? PONDSCAPE startte vier jaar later. "Daar was de aanpak anders", zegt projectcoördinator Koen Martens van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (KBIN). "We gingen kijken naar de effecten van de connectiviteit tussen poelen. We konden een buitenlandse partner uit Luxemburg aantrekken die gespecialiseerd is in productiviteit van bacteriën in aquatische ecosystemen. We gingen ook onderzoeken welke effecten poelen op parasieten hebben. Omdat veel poelen in landbouwgebied liggen, onderzochten we ook de gevolgen van pesticiden op de biodiversiteit van poelen. En tot slot keken we ook naar de effecten van bepaalde beheerstechnieken op de biodiversiteit in poelen. Op basis van de resultaten hebben we dan computersi-

mulaties gemaakt die ons een beeld kunnen geven van hoe poelen het best onderhouden kunnen worden of welke de beste manier is om een nieuwe poel te graven".

Concrete aanbevelingen

De doelstelling van het PONDSCAPE-project was om wetenschappelijk onderbouwde aanbevelingen te formuleren voor een duurzaam beheer van poelen door de biodiversiteit ervan te behouden of te verbeteren. Het project liep tot januari 2011, maar de voornaamste resultaten zijn nog in analyse. Toch zijn er enkele duidelijke bevindingen. "We hebben altijd gedacht dat de biodiversiteit in poelen vooral te maken heeft met wat er in de poelen zelf gebeurt of hoogstens een paar meter errond. Maar nu blijkt dat ook de aanwezigheid van bijvoorbeeld een bos 100 of 200 meter verder daar ook een invloed op kan hebben. Opvallend was dat poelen in landbouwgebieden geen hogere pesticidewaarden vertoonden dan wettelijk toegelaten. Dat is een gevolg van de strikte controle op landbouwactiviteiten. Maar hoe dicht een poel bij een woonzone lag, hoe meer herbiciden en pesticiden we in die poelen detecteerden".

Een ander interessant resultaat is dat ook de diepte van een poel een weerslag heeft op de aanwezige biodiversiteit. Martens: "Uit ons onderzoek blijkt dat diepere poelen meestal andere soorten herbergen dan ondiepe poelen. Ook de connectiviteit, de snelheid waarbij de kolonisatie van nieuwe poelen plaats vindt, is een waardemeter. Als er nieuwe poelen gegraven worden, dan is onze aanbeveling om ze aan te leggen in clusters van 5 tot 10, afwisselend diepe en ondiepe, poelen. Op die manier maximaliseer je de lokale biodiversiteit".

Het bomkratercomplex van Tommelen

De poelen van Tommelen hebben een aparte plaats binnen het PONDSCAPE-project. Deze poelen ontstonden als gevolg van een bombardement van de Amerikaanse Air Force op het station van Hasselt en de NMBS-werkplaats van Kuringen tussen 8 en 10 april 1944. De meeste bommen misten hun doel en kwamen in de omringende velden terecht. “Het bomkratercomplex van Tommelen is een uniek natuurlijk laboratorium” vertelt Martens. “Er liggen welgeteld 123 kraters in een natuurgebied van zo’n 12 hectare dat door Natuurpunt Vlaanderen beheerd wordt. Ze vormen een ideale voortplantingsplaats voor amfibieën. Het complex is zo waardevol omdat de bomkraters allemaal precies 70 jaar oud zijn. Elke poel heeft zijn eigen aparte biotoop en je kunt ze allemaal met elkaar vergelijken. Een wetenschappelijke goudmijn”.



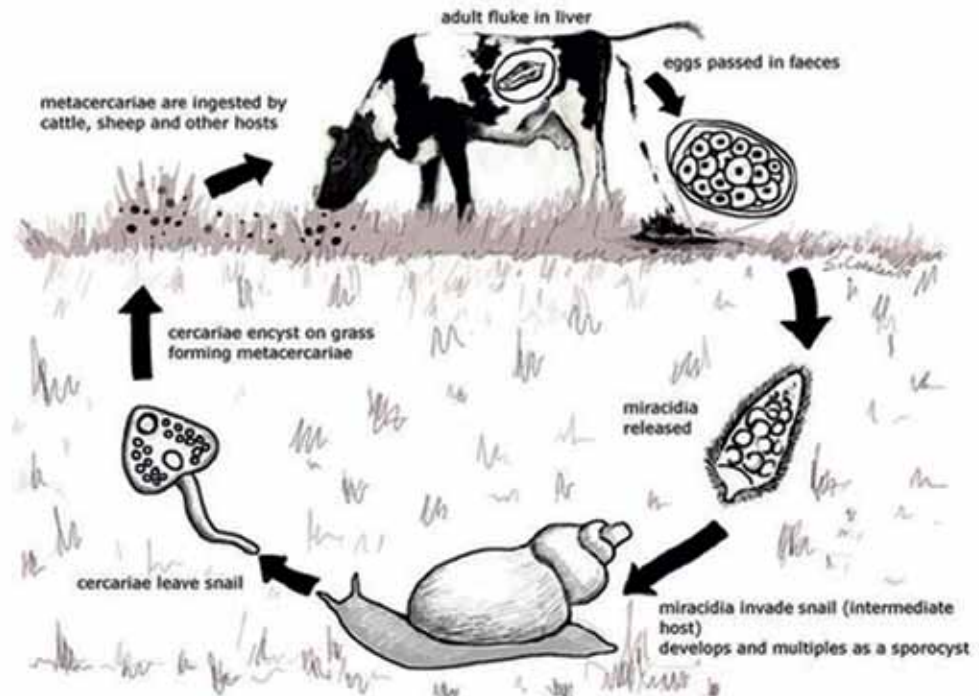
Sparganium emersum
Kleine egelskop © Tom De Bie



Het verhaal van de leverbot

Leverbot is een parasiet die bij vertebraten heel wat schade kan aanrichten aan de lever, tot de dood toe. Tot nu toe dachten vele landbouwers dat dat slakje in poelen leefde. Uit schrik voor de leverbot dempten ze dus die poelen om hun vee te beschermen. PONDSCAPE bewees dat het verhaal van de leverbot heel wat genuanceerder is. Martens: “Leverbot is een parasiet die als tussengastheer een slakje heeft. We waren ervan overtuigd dat het maar om één soort slakje ging. Maar dankzij een nieuwe

Transmissiecyclus van de leverbot
Dieren worden besmet door de inname van ingekapselde larven (metacercariae) op verontreinigd gras.
<http://www.farmfile.ie/liverfluke>





MODIRISK

Muggen als overdragers van ziekten

DNA-screeningmethode konden we tien individuen tegelijk evalueren. En daaruit bleek dat slechts enkele slakjes van de honderden die onderzocht werden, ook besmet waren met de parasiet. Bovendien vonden we leverbot ook terug op andere soorten slakjes. En tot slot ontdekten we ook dat die leverbotslakjes niet zozeer in water van poelen voorkomen, maar wel in vochtig gras. Dus niet alleen op de plaatsen waar boeren poelen hebben gedumpt, maar ook rond de drinkplaatsen van runderen. De resultaten van dit onderzoek moeten nog gepubliceerd worden. Maar ze werpen in ieder geval een ander licht op een belangrijk stuk van de biodiversiteit van poelen”.

Mission impossible

In het kader van Natura 2000 zijn alle regionale en nationale overheden verplicht een algemene typologie op te stellen van de habitats van poelen. Maar toe nu toe zijn alle pogingen in die zin mislukt, precies omdat de biodiversiteit van poelen zo groot is. Daarom organiseerde PONDSCAPE einde 2010 een Europees congres over typologie van poelen. Martens: “De algemene conclusie was dat het onmogelijk is om een typologie van poelen op te stellen. Want die kan het jaar nadien totaal veranderd zijn. Poelen kunnen uitdrogen. Afhankelijk van de grootte en de ondergrond bevatten ze typische flora en fauna. Poelen zijn kleine biotopen met een zeer grote dynamiek. Daarom zijn ze ook zo moeilijk te beheren. Met MANSCAPE en PONDSCAPE hebben we in ieder geval een steentje bijgedragen. De sterkte van het project is dat we een groot aantal van de organismen in de onderzochte poelen hebben kunnen bemonsteren en analyseren. In totaal hebben we maar liefst 12 groepen kunnen onderzoeken. Dat is een zeer sterke case en dat heeft zich ook al vertaald in enkele publicaties in internationale tijdschriften van zeer hoog niveau”.

Sinds een tiental jaren hoedt Europa zich voor de tijgermug, de *Aedes albopictus*. Een steekmug uit Zuidoost-Azië die zich via toerisme en goederentransport ook in onze contreien gevestigd heeft. Omdat de tijgermug zich in nieuwe gebieden gemakkelijk verspreidt, wordt ze beschouwd als een invasieve exoot. Geen gewone echter, maar een soort die een reëel gevaar kan opleveren voor de volksgezondheid. De tijgermug is namelijk ook een zeer competente vector. Als ze besmet is met een of ander virus, kan ze een aantal ernstige ziekten overbrengen, zoals de West-Nijlkoorts, chikungunya, encefalitis, dengue of knokkelkoorts en gele koorts. Europa sloeg alarm toen in de zomer van 2007 in Italië bij Ravenna, door een uitbraak van het chikungunya-virus meer dan 250 mensen ziek werden, waarvan er elf in het ziekenhuis belandden en één is gestorven. De drager bleek een Italiaan te zijn die van vakantie terugkwam uit India. In Nederland ontstond een tijd geleden heel wat ophef toen de tijgermug ontdekt was op bamboeplanten die ingevoerd waren uit China.

België is tot nu toe gespaard gebleven van dergelijke uitbraken, maar in 2000 werd toch al melding gemaakt van een paar tijgermuggen in een tweedehands bandencentrale van een Oost-Vlaams recyclagebedrijf. Bleek dat die banden in containers verscheept waren vanuit de Verenigde Staten en Japan, samen met de tijgermug.

‘Om het risico op een uitbraak te kunnen inschatten en preventief te kunnen optreden tegen de mogelijke gevaren van ziekten die door muggenvectoren worden overgedragen, moeten we natuurlijk eerst weten hoe het met de biodiversiteit van zowel endemische als invasieve muggensoorten gesteld is. Belangrijk daarbij zijn de factoren die veranderingen teweeg brengen zoals het eco-klimaat, het landgebruik en urbanisatie’, stelt Veerle Versteit van Avia-GIS, de privé-partner van MODIRISK



die zich onder meer bezig houdt met bemonsteringsstrategie, het opstellen van ruimtelijke modellen en databeheer.

Starten van nul

Toen BELSPO een oproep lanceerde, sprong Avia-GIS mee in de boot. Medisch entomoloog Wim Van Bortel van het Instituut voor Tropische Geneeskunde uit Antwerpen werd gevraagd het project te coördineren. Het departement

Entomologie van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen werd aangezocht voor zijn expertise inzake insecten. Ook het Centre de Recherche sur la Biodiversité van de UCL deed mee. En tot slot werd ook een beroep gedaan op de expertise van malariaspecialist Willem Takken van de universiteit van Wageningen, Nederland.

Versteirt: 'In België bestond geen enkele kennis van de taxonomische en functionele biodiversiteit van muggen, zowel van eigen bodem als invasieve soorten. Ook over de factoren die veranderingen teweegbrengen wisten we niets. We zijn dus echt vanaf nul gestart. Blanco. Twee jaar lang - 2007 en 2008 - zijn we over heel België bezig geweest met het bemonsteren van muggen. We werkten in welgeteld 936 verschillende plaatsen in drie sleutelhabitaten: steden, landbouwgebieden en de vrije natuur. Op elke plaats een val. Er waren permanent 27 vallen in werking. Elke val bleef een week lang op een studieplaats staan. Iedere dag werden drie vallen leeggemaakt en verplaatst. Naast het veldwerk werd ook de nodige tijd uitgetrokken voor de morfologische identificatie van de gevangen muggen. De onderzoekers die zich daarmee bezig hielden startten hun eigen referentiecollecties die dan aan grondig laboratoriumonderzoek onderworpen werden. Over die twee jaar zijn we erin geslaagd om 97% van die 936 studieplaatsen effectief te bezoeken. In totaal werden zo'n 4000 muggen verzameld en gescreend. Een succes!'

Pionier in Europa

Dat succes was te danken aan het feit dat drie onderzoeksteams van de drie partnerinstituten het hele veldwerk voor hun rekening namen. Maar ook aan de ontwikkeling van specifieke tools om dat veldwerk te ondersteunen: een website, een *palm-to-web* tool en een data-

De tijgermug! Snel verspreidend, af en toe terug te vinden in België en potentieel drager van ziektes zoals chikungunya en knokkelkoorts.



base. Voor het veldwerk werden in totaal 936 vallen geplaatst op basis van een mathematisch model uit de literatuur. 'Maar bij de evaluatie hebben we ons de vraag gesteld of het wel nodig was om op zoveel plaatsen zoveel vallen te zetten om dezelfde output te krijgen' zegt Versteirt. 'Uit de analyse van de gegevens bleek inderdaad dat we dezelfde resultaten konden bekomen als we 300 vallen zouden gezet hebben in plaats van 936!'

Na analyse van alle resultaten en verfijning van de methodologie, hebben de onderzoekers van MODIRISK met hun manier van bemonsteren en de gebruikte hoogtechnologische tools een staalnamestrategie kunnen uitwerken die bijzonder kosten- en tijdsefficiënt is. Die is uniek in Europa omdat de bemonstering niet op historische records uitgevoerd is, maar op een random benadering ondersteund door apparatuur die geografische kartering en modellering op basis van teledetectie integreert. Daardoor is het mogelijk om de aan- of afwezigheid van een bepaalde mug perfect te voorspellen. 'MODIRISK is een project dat model staat voor muggenbemonstering in heel Europa', aldus Versteirt. 'Nederland heeft het model overgenomen. En ook Frankrijk, Zwitserland, Duitsland en Engeland hebben grote belangstelling getoond voor de manier waarop wij de staalname organiseerden, de vallen die we gebruikten en de hele benadering van het project. MODIRISK mag je gerust beschouwen als een pionier in de ontwikkeling van methoden om de spatiale biodiversiteit van muggen te beschrijven en te achterhalen hoe ze zich in verschillende populaties en habitatten organiseren en verspreiden. In het verlengde van het MODIRISK-model ontwikkelde Avia-GIS, met financiële steun van de ESA, een verbeterd systeem voor het opsporen en in kaart brengen van vectoren, VecMap. MODIRISK stond dus echt mee aan de wieg van *vector mapping* binnen Europa.'

De stap naar volksgezondheid

Muggen die virale ziekten veroorzaken vormen een risico voor de volksgezondheid. Maar ook het verdelgen van muggen vormt een risico. 'Tot nu gebeurt dat door massaal en lukraak gebruik van insecticiden, zonder al te veel wetenschappelijk onderbouwde argumenten', zegt Versteirt. 'Ook dat valt binnen ons onderzoek. Hoe kunnen we het gebruik van insecticiden zo efficiënt mogelijk maken en verminderen? Dat is de stap naar *precision pest management*, insecticiden alleen gedoseerd inzetten wanneer het echt nodig is en beperken tot een aantal momenten in de tijd'.

'Als er aan natuurbeheer gedacht wordt, wordt het effect op de volksgezondheid meestal vergeten. Alle aandacht gaat naar de natuur, naar recreatie, enzovoort. MODIRISK was het eerste onderzoeksproject in het kader van duurzame ontwikkeling dat ook het verband legde met het gezondheidsaspect. We hebben aangetoond dat het van groot belang is om aandacht te besteden aan het overbrengen van ziekten door vectoren. Het beleid moet daar rekening mee houden. Naar aanleiding van MODIRISK zijn gesprekken gestart voor de oprichting van een platform voor invasieve muggen. In dat platform zullen federale en regionale overheden bevoegd voor volksgezondheid, diergeneeskunde, milieu en natuur samen praten om een beleidsplan uit te werken. Ik ben echt tevreden dat we die maatschappelijke discussie op gang gebracht hebben', aldus nog Versteirt.



FORBIO-project Boom redt bos

Het bos. Voor elk van ons heeft dat woord een zweem van een kinderdroom. Met zijn weelderige, afwisselende en geheimzinnige plantengroei waar duizenden levende wezens een discreet onderkomen vinden, is het ongerepte bos van Klein Duimpje legendarisch.

In de oudheid was heel Europa één groot bosrijk gebied waar de natuur de wet dicteerde. De verschillende boomsoorten hielden een grote ecologische rijkdom en dus ook een grote biodiversiteit in stand. Kreupel- en hakhout werd vaak als brandhout gebruikt of diende als basis voor houtskool, terwijl meubelmakers, schrijnwerkers en kuipers aan de slag gingen met de stammen. Onder economische druk transformeerden bosbouwers het bos grotendeels in grote percelen met bomen die als twee druppels op elkaar leken: dezelfde leeftijd, dezelfde omvang en dezelfde soort.

Het echte bos moest plaats maken voor standaardaanplantingen waar bomen nog slechts één functie hadden: houtproductie.

Het Forbio-project

Na een ontmoeting met een groep boswachters die een twaalfstal landen uit de hele wereld (Europa, Azië, Noord- en Midden-Amerika, Australië en Afrika) vertegenwoordigden, besliste een aantal Belgische professoren bosbouw om onder leiding van professor Dr. Ir. Kris Verheyen (Universiteit Gent) de ontwikkeling van diversere bossen te promoten met meer aandacht voor natuurlijke processen, waardoor die beter bestand worden geacht tegen ziekten en klimaatveranderingen.

'Het oorspronkelijke plan was om uit te gaan van een bestaand bos met een grote mix van verschillende boomsoorten en dat vervolgens door eliminatie minder en minder divers te maken (om uiteindelijk tot een monocultuur te ko-

men) om telkens de meer resistente soorten te bestuderen. Het levensritme van een bos is echter langzaam, te langzaam om het beoogde onderzoek uit te voeren. Daarom hebben we beslist om omgekeerd te werk te gaan en zelf bomen te planten om zo een bos te creëren', legt professor Verheyen uit. *'We putten hiervoor inspiratie uit het werk van onze Duitse collega's van het Max Planck Instituut in Jena die in 2003 met een gelijkaardig experiment zijn gestart.*

*Ons team bestaat vandaag uit onderzoekers van de universiteiten van Gent, Leuven, Louvain-la-Neuve en Luik***, vervolgt de onderzoeker.

Forbio** wil in het kader van onderzoeken die over de hele wereld worden gevoerd, bestaande verbanden tussen biodiversiteit en de werking van bosesystemen bestuderen. *'Vandaag hebben we een nieuwe opvatting over het bos. Ons werk gaat over de diensten die bosesystemen de samenleving bewijzen. Houtproductie blijft een belangrijk aspect, maar het bewustzijn groeit dat het bos een belangrijke rol vervult bij het absorberen van CO₂, bij het beheersen van erosie, bij het zuiveren van water, bij het onderdrukken van fijn stof, bij bestuiving, als recreatieplek enz.'*, licht professor Verheyen nog toe.

Het is duidelijk dat we momenteel leven in een wereld die een hele ontwikkeling doormaakt en dat de bossen die nu nog dertig procent van het land op deze planeet bedekken, op vele plaatsen het gevaar lopen om een ingrijpende verandering te ondergaan (of zelfs te verdwijnen) door de bevolkingsgroei, de economische ontwikkeling en de verregerende gevolgen die verband houden met de droogte en de stijgende temperatuur door klimaatveranderingen. *'Monocultuur is dus niet zonder risico. Het was bijgevoegde tijd om meer verscheidenheid in de boompopulatie te brengen in een milieu in volle ontwikkeling'*, aldus de wetenschapper.

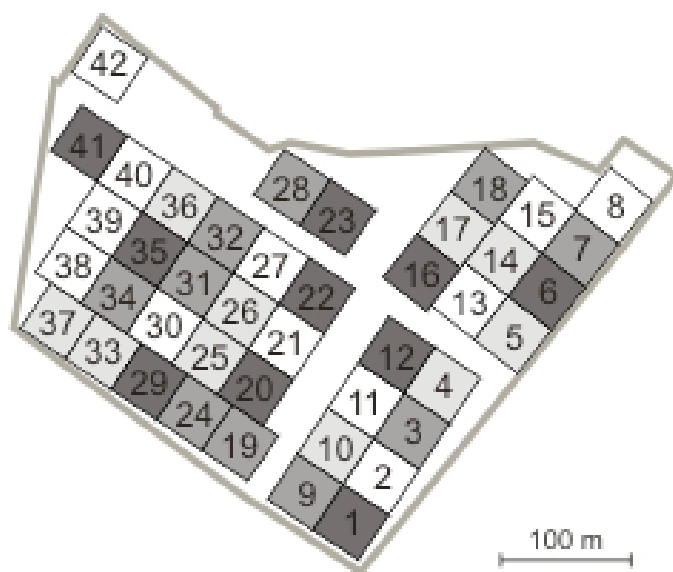
* www.treedivnet.ugent.be

** <http://forbio.biodiversity.be/>

Hier groeit wat!

'De bomen die we nu vier jaar geleden hebben aangeplant, hebben wortel geschoten. De berken in Zedelgem zijn intussen 5 tot 6 meter hoog en de lorken in Gedinne 4 tot 5 meter. De andere soorten zijn ongeveer 2 meter hoog', aldus professor Verheyen. 'Het experiment loopt echter zeker nog 30 tot 40 jaar. We bevinden ons nog steeds in de eerste fase: de aanleg.'

'En toch publiceert een Indonesische wetenschapper binnenkort een eerste artikel op basis van de waarnemingen in de plantages. Het gaat om een onderzoek naar de aanvallen door insecten die de bladeren van de verschillende boomsoorten ondergaan. Dit werk bevestigt wat de logica doet vermoeden: groepen bomen van eenzelfde soort worden vaker aangevallen dan geïsoleerde exemplaren die tussen andere soorten staan', besluit professor Verheyen.



In het kader van het Forbio-project zijn in België drie vergelijkbare experimentele aanplantingen ingericht: één in Zedelgem (provincie West-Vlaanderen) en één in Gedinne (provincie Namen) die in de winter 2009/2010 werden aangeplant; een derde in Hechtel-Eksel (provincie Limburg) in 2012. De drie aanplantingen kwamen tot stand dankzij de financiële steun van Belspo, van het Waalse Département de la nature et des forêts (DNF), van het Vlaamse Agentschap voor Natuur en Bos (ANB) en van de gemeente Gedinne.

Op elke site werden ongeveer 33.000 exemplaren van vijf verschillende boomsoorten aangeplant op 40 tot 42 percelen in Zedelgem, 41 in Hechtel-Eksel en 44 in Gedinne. De vijf boomsoorten werden uitgekozen op basis van hun afstemming op de plaatselijke omstandigheden, van hun fysiologische complementariteit en van een realistische diversiteit voor onze bossen. Het gaat om eiken, douglassparren, esdoorns, beuken, lorken, berken, grove dennen of lindebomen. Binnen eenzelfde blok werden maximaal vier verschillende soorten gemengd. Op sommige percelen staat maar één soort, terwijl op andere een mix van twee tot drie soorten voorkomt.

Schematische voorstelling van de experimentele site in Zedelgem. Op de 42 percelen staan 1 tot 4 (van licht naar donker) boomsoorten. Elk perceel is 42 m x 42 m groot en bevat 784 bomen, aangeplant met een tussenafstand van 1,5 m.



5



2



3



4



5



6

- 1 Site Hechtel-Eksel net na de aanplant in december 2012 (JeroenOsselaere_Pijnven_20121221)
- 2 Site Zedelgem in april 2013 (MathiasDillen_Zedelgem_20130424)
- 3 Site Zedelgem in juni 2013: gemengd perceel met 2 boomsoorten (grove den en linde) (MathiasDillen_Zedelgem_20130612)
- 4 Site Gedinne (Gouverneurs) in juli 2013 (MathiasDillen_Gouverneurs_20130717)
- 5 en 6 Aanplanten van de site in Zedelgem: aanplant op de site Zedelgem in maart 2010 (JohanEeckhout_Zedelgem_20100323, XX_Zedelgem_20100323)



COBIMFO

Meten van koolstofopslag en monitoring van biodiversiteit in bosbestanden van het centrale Congobekken

Het internationale UN-REDD*+ programma wil in 'dollars' uitdrukken hoe waardevol tropische bossen zijn die inzake koolstofopslag op een duurzame manier beheerd worden. Om dat te weten te komen moet men eerst onderzoeken hoeveel koolstof er precies in die bossen aanwezig is en hoeveel koolstof er per jaar bijkomt of uitgestoten wordt. In het kielzog van die doelstelling spelen echter ook andere elementen een rol. Want het draait niet enkel om de hoeveelheid koolstof die in die bossen is opgeslagen. Het draait ook om het behoud van de biodiversiteit, zowel flora als fauna en diverse andere ecosysteemfuncties. Denk bv. aan het 'Kahuzi Biega National Park' in Zuid-Kivu (Democratische Republiek Congo, waar ook de bedreigde berggorilla's leven. Bovendien zijn tropische bossen ook een belangrijke bron van drinkbaar water. Door die bossen op een duurzame manier te beschermen ga je ook de bodemdegradatie tegen. De uiteindelijke bedoeling van UN-REDD+ is om de bevolkingsgroepen die in of aan de rand van tropische bossen wonen op een billijke manier te vergoeden voor het duurzaam beheer ervan.

Het centrale Congobekken, een blinde vlek

Binnen UN-REDD+ vormen de bosbestanden van het Congobekken in Centraal-Afrika een belangrijk studiegebied. Precies omdat het centrale Congobekken nog een haast magdelijke blinde vlek is. In tegenstelling tot het Amazonegebied, is over koolstofopslag en –uitwisseling, over de biodiversiteit en over de kwetsbaarheid van de bodem van het centrale Congobekken omzeggens nog niets geweten. Daarom werd de Democratische Republiek Congo als één van de 9 pilootlanden opgenomen in het programma.

België kon niet afwezig blijven in zo'n ambitieus project. Onder de coördinatie van Pascal

Boeckx van de Faculteit Bio-ingenieurswetenschappen van de universiteit Gent, zette een schare onderzoekers hun schouders onder het COBIMFO-project. Doelstelling: het verzamelen van referentiegegevens omtrent de koolstofmitigatie en de biodiversiteit in het centrale Congobekken.

Passie voor Afrikaanse tropische boscologie

'Om te starten moesten we in de eerste plaats een aantal locaties selecteren', zegt Boeckx. 'Daarvoor konden we vooral een beroep doen op de expertise van Pierre Defourny van de UCLouvain in teledetectie en remote sensing. Zo konden we een 20-tal sites van elk 1 hectare bepalen in het Yangambi Man and Biosphere Reserve langs de Congostroom. Die sites liggen in de kern of aan de rand van verschillende types van bossen: jong bos, hergroeid bos en volledig uitgegroeid bos. Om het onderzoekswerk in optimale omstandigheden te laten verlopen, hebben we twee kernteams samengesteld: één rond koolstof en één rond biodiversiteit. In het kernteam 'koolstof' zaten experts van de universiteiten van Gent en Luik en ook Hans Beeckman van het Koninklijk Museum van Midden-Afrika. Zij coördineren alle activiteiten in verband met het monitoren van de koolstofopslag in die 20 sites. Het kernteam 'biodiversiteit', met experts van de Koninklijke Plantentuin van Meise, het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen en de universiteit Antwerpen, focust zich op het inventariseren en monitoren van de biodiversiteit in de sites'.

Koolstofopslag in bossen begroten is vrij eenvoudig, aldus Boeckx. 'Je meet de diameter en de hoogte van elke boom in de site en op basis van die relatie kun je de hoeveelheid aanwezige koolstof bepalen. Maar toen we ons gingen baseren op de verhoudingen tussen diameter en

* *United Nations Collaborative Programme on Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries*



hoogte van bomen in het westen van het Congobekken – met name in Kameroen en Gabon - die in de literatuur beschreven staan als algemeen voor Centraal-Afrika, dan bleken die niet te kloppen met de bevindingen in onze sites. Tijdens onze meetcampagnes stelden we namelijk vast dat de hoogste bomen in Yangambi gemiddeld tien meter kleiner zijn. Intussen hebben we met moderne remote sensing tools ook observaties uitgevoerd voor grotere oppervlakten in het centrale Congobekken. En ook daar bleek dat de boomhoogten heel variabel zijn. Wat daar de reden van is, weten we nog niet. Dat zal later veldwerk moeten uitwijzen. Maar, als we de gegevens uit Kameroen en Gabon extrapoleren naar het centrale Congobekken, dan zou dat leiden tot een overschatting van de koolstofopslag met zo'n 25%! Daardoor zou ook de financiële tegenwaarde van het centrale Congobekken met 25% overschat worden. En dat kan natuurlijk niet'.

Phallus indusiatus
(syn: *Dictyophora indusiata*)
© Bart Wursten





CHOLTIC-project Cholera-epidemieën aan het Tanganyika-meer

Belgische kwaliteitsdata

De kwaliteit van de gegevens die het koolstof-team tijdens de grondmonitoring in het centrale Congobekken verzamelde en gepubliceerd waren in het toonaangevende tijdschrift *Nature Communications*, is ook bij andere organisaties niet in dovemansoren gevallen. Met name het World Wild Life Fund en de universiteit van Los Angeles (UCLA, V.S.) zijn, in het kader van het **'Carbon Map and Model' (CO₂M&M) project**, erg geïnteresseerd. Boeckx: 'In dat project wordt een speciaal vliegtuig ingezet met hoogtechnologische remote sensing laserapparatuur om over grote gebieden en heel snel bomen te tellen en boomhoogtes te meten. Maar om die lasersignalen goed te kunnen calibreren, zijn kwaliteitsdata vanuit grondmonitoring onontbeerlijk. En die kunnen wij leveren. De combinatie van die twee informatiebronnen kan dan echt heel betrouwbare gegevens opleveren over de koolstofstocks in het ganse Congobekken. En ook het International Institute for Tropical Agriculture in Nairobi (Kenia) vroeg ons om – in het kader van een project van het African Wild Life Fund - koolstofmetingen te doen in de Congolese Evenaarsprovincie. Beide projecten zullen in de loop van 2014 van start gaan'.

Het team 'biodiversiteit' van zijn kant werkt momenteel aan de uitbouw van een databank met biodiversiteitsindices over planten, fungi, mieren, termieten, spinnen, vliegen, bijen arthropoden en knaagdieren die het in de 20 sites van het centrale Congobekken registreert. De nadruk ligt in de eerste plaats op inventarisering. Resultaten zullen uiteraard pas na het beëindigen van het project gepubliceerd kunnen worden in toptijdschriften als *Nature Geoscience*, *Nature Climate Change*, *BMC Biology* of *Conservation Biology*.

Iedereen dacht dat deze ziekte verdwenen was, maar sinds 1971 hebben we al zeven cholera-epidemieën meegemaakt. Sinds 1977-1978 wordt het Afrikaanse continent en vooral de streek rond het Tanganyika-meer heel vaak en heel zwaar door de ziekte getroffen.

Didier Bompangue, een Congolese doctor in de geneeskunde die zich interesseerde voor de cholera-epidemieën, nam contact op met Pierre-Denis Plisnier, doctor in de landbouwwetenschappen en onderzoeker verbonden aan het Koninklijk Museum voor Midden-Afrika. Die had een hele tijd ten zuiden van het Tanganyika-meer gewoond en stelde rond 1977 in het kader van een eerder project belangrijke veranderingen vast op het gebied van het klimaat, de visvangst en de werking van het meer.

Deze twee onderzoekers zijn zich gaan buigen over de vraag welke rol het meer bij de verspreiding van cholera speelt. Samen met vier Belgische teams (van de universiteiten van Luik en Louvain-la-Neuve, van de Nationale Plantentuin van België en van het Instituut voor Tropische Geneeskunde) en onderzoekers van de ziekenhuizen van Marseille en van de universiteit van Besançon (Frankrijk), van het Institut National de la Recherche Biomédicale en van het Centre de recherches hydro-biologique van de Democratische Republiek Congo, van het Département des Pêches en van het Ministère de la Santé van Zambia gaan ze na welke verbanden kunnen bestaan tussen de overvloedige aanwezigheid van plankton en de gevallen van cholera.

Twee basishypotheses

*«We wisten dat de *Vibrio cholerae*-bacterie een onderkomen had gevonden in de maag van bepaalde zoöplanktonsoorten van de Indische Oceaan. Afhankelijk van de ontwikkeling van algenbloeiën kon de cholera-bacterie zich hier*



door ontwikkelen. Er was dus een verband tussen plankton en cholera in oceaanwater, maar dit was ongekend voor zoet water', aldus Pierre-Denis Plisnier. 'Dokter Didier Bompangue (DRC) beschikte over epidemiologische gegevens en via onze collega's van de ULg hadden we toegang tot satellietgegevens over de hoeveelheid fytoplankton in het Tanganyika-meer over een periode van vier jaar. Toen we deze gegevens vergeleken, stelden we een zeker verband vast, maar we wisten niet of het om een causaal verband ging', vervolgt hij.

De onderzoekers gingen op zoek naar een verband en schoven twee hypothesen naar voren: het bestaan van een milieutrigger die verband hield met de ontwikkeling van de bacterie, en een menselijke factor. Met andere woorden: sommige mensen konden besmet raken zonder te sterven, waardoor in bepaalde omstandigheden epidemieën uitbraken. Het idee ontstond om na te gaan wanneer de eerste ziektegevallen waren gemeld en welke milieuomstandigheden er op dat moment heersten.

'In het kader van het CHOLTIC-project werd een vaste follow-up georganiseerd: meteorologische metingen (wind, temperatuur enz.), meten van de limnologische parameters (helderheid, pH, temperatuur, planktonbiomassa enz.) van het meer op drie plaatsen aan de oevers: Uvira en Kalemie in de DRC en Mpulungu in Zambia', aldus de onderzoeker.

Mens en milieu

Het Tanganyika-meer is niet homogeen in de tijd: we zien enorme golven die zorgen voor een geregelde verticale verplaatsing tot 40 of 50 meter met tussenpozen van ongeveer drie weken. Als gevolg van de zuidoostpassaatwinden zien we vanaf de maand mei gedurende vier maanden een accumulatie aan de oppervlakte van warm water naar het noorden en een tegenstroom in de diepte naar het zuiden. Hierdoor ontstaan bewegingen van voedselrijk water naar de oppervlakte dat dan snel van kleur kan veranderen. De planktonsoorten aan het oppervlak vermenigvuldigen zich sterk. In

Een bord dat aangeeft om voorzorgen tegen cholera te nemen (Mpulungu, Zambia).



september valt de zuidoostenwind weg voor de regen terugkeert. Het meer wordt dan schoongeveegd door een enorme, toenemende golf, waardoor de diepste lagen gedurende de rest van het jaar oscilleren. Het meeroppervlak wordt regelmatig met algenbloeien bedekt en er worden meer sardienen gevangen. Meer dan 40.000 vissers vangen elk jaar meer dan 200.000 ton die door meer dan één miljoen mensen worden gegeten.

‘Momenteel wordt gewerkt aan een mathematisch model dat rekening houdt met de beschikbare klimatologische en limnologische parameters; het model helpt echter nu al om beter te doorgronden wanneer en waarom de algenbloeien tot ontwikkeling komen. Verschillende scenario’s van klimaatverandering en simulaties van de bewegingen van de thermocline langs de noord-zuid-as van het meer maakten een voorspelling mogelijk van de toestand van het meer en van een mogelijke uitbraak van cholera in de streek’, aldus Pierre Denis Plisnier. ‘We hebben de cholera-bacterie al in het Tanganyika-meer aangetroffen, maar niet in haar toxische vorm.

Vissers die terugkeren na het vissen in Mpulungu.



Net als zo vele andere omwonenden haalt een kind water uit het meer in Uvira (D.R. Congo).



Door het aantal stalen en analyses op te drijven, zullen we haar misschien nog in de loop van het project ontdekken. We hebben in ieder geval oog voor het statistische aspect van de milieuomstandigheden die bevorderlijk zijn voor het ontstaan en het verspreiden van epidemieën’, besluit de onderzoeker.

De ziekte

Cholera is een ziekte die enkel besmettelijk is voor mensen. Ze wordt veroorzaakt door de *Vibrio cholerae*-bacterie die heel snel algen- en zoöplanktonkolonies aan het wateroppervlak vormt. Hierdoor kan ze langere tijd in deze omgeving gedijen. Water is met andere woorden een essentiële factor voor het doorgeven van de ziekte.

Ziektesymptomen zijn ernstige diarree die soms gepaard gaat met braken enkele uren of dagen na het inslikken van water of voedsel dat met *V.Cholerae* is besmet. Hoewel de ziekte iemand in enkele uren kan vellen, is ze gelukkig heel goed geneesbaar.



GeoRisCA Midden-Afrika: bedreigd door onze planeet

Ieder jaar zijn ongevallen als gevolg van geologische risico's het gespreksonderwerp bij uitstek in de regio van de Grote Meren in Midden-Afrika.

Aardbevingen van verwoestende omvang komen hier vaker voor, met soms dramatische gevolgen voor mensen en hun bezittingen. De heuvels van Burundi tot en met de hoofdstad Bujumbura zijn onderhevig aan aardverschuivingen, waardoor huizen regelmatig instorten. Ook de provincies in het westen van Rwanda worden door dergelijke fenomenen getroffen.

In de Democratische Republiek Congo, meer bepaald in de streek van Goma (in de provincie Noord-Kivu), zijn er gevallen van leerlingen bekend met aanhoudende hoofdpijn of van kinderen die dood worden aangetroffen in het Kivu-meer als gevolg van kooldioxide dat zich in holtes of aan het oppervlak van het meer opstapelt. Bij de uitbarsting van de Nyiragongo-vulkaan in 2002 werden volledige wijken in een mum van tijd bedolven onder de even plotse als dodelijke lavastromen.

Seismische risico's, vulkanisme en aardverschuivingen

Deze tragische gebeurtenissen zijn maar enkele van de problemen waarmee de mensen in deze regio worden geconfronteerd. 'Wij werken in een zone die zich uitstrekt van het noorden van het Kivu-meer tot het Nationaal Park Virunga', vertelt Caroline Michellier, geografe van de Université Libre de Bruxelles, die bij het project is betrokken. 'We richten onze aandacht specifiek op de provincies Noord- en Zuid-Kivu (DRC) en op Rwanda en Burundi.'

'We bestuderen dit gebied al enkele jaren. Het is onderhevig aan tal van geologische risico's (aardbevingen, vulkanische activiteit en aardverschuivingen). We bestuderen alle aspecten

van deze fenomenen om ze beter te kunnen doorgronden', legt François Kervyn uit, geoloog verbonden aan het Koninklijk Museum voor Midden-Afrika (KMMA) en coördinator van het GeoRisCA-onderzoeksproject (Geo-risk in Midden-Afrika: geïntegreerde benadering van de multi-hazards en van de kwetsbaarheid ter ondersteuning van het risicobeheer). Om te bepalen waar deze gevaren zich voordoen en om hypothesen te kunnen opstellen over de periode waarin ze zich voordoen, voeren de wetenschappers sinds 2005 ter plekke een aantal onderzoeken in het kader van het GeoRisCA-project uit.

Instrumenten voor ruimteanalyse

Samen met hun collega's van de VUB en de ULg en van het Musée National d'Histoire Naturelle en van het Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie uit Luxemburg willen de wetenschappers van het GeoRisCA-project de gevaren in deze regio in kaart brengen. De projectpartners maken gebruik van en breiden hun respectievelijke expertise uit, meer bepaald op het gebied van teledetectie per satelliet.

'Sinds de jaren 1980 verricht het KMMA onderzoek naar de tectonische activiteit van de Oost-Afrikaanse slenk. We hebben ons studiegebied vervolgens uitgebreid tot andere natuurlijke gevaren van geologische oorsprong. Sinds de jaren 1990 en de opkomst van de radarinterferometrie per satelliet hebben de onderzoekers van het Museum toonaangevende competenties op dit vlak ontwikkeld en toegepast bij het onderzoek van natuurlijke risico's. Andere door het Federaal Wetenschapsbeleid gefinancierde projecten zoals de STEREO-programma's hebben in grote mate tot deze specialisatie bijgedragen', aldus Dr. Kervyn.



Wat seismologie en vulkanisme betreft, wordt deze benadering gecombineerd met metingen op het terrein en met paleovulkanologisch onderzoek. Daarnaast is er technologie ontwikkeld om variaties in het lavameer van de Nyiragongo-vulkaan te monitoren.

Maatschappelijke dimensie

Met de hulp van een antropoloog van het KMMA en van geografen van de ULB buigt het GeoRisCA-project zich ook over de kwetsbaarheid van de lokale bevolking als gevolg van deze gevaren. De onderzoekers brengen in kaart welke elementen mogelijk blootgesteld worden aan de onderzochte geologische gevaren (lokalisering en dichtheid van bevolking, netwerken en voorzieningen). De studie houdt ook rekening met het aanpassingsvermogen van de bevolking, vooral in de regio's Bukavu en Goma.

Tot slot wordt de perceptie van deze natuurlijke risico's door de lokale bevolking vergeleken met andere problemen waarmee ze te maken heeft, zoals onveiligheid door politieke conflicten of de toegang tot voedsel.

Wetenschappelijke samenwerking

In 2012 bezocht het Belgisch-Luxemburgse onderzoeksteam de lokale partners van het GeoRisCA-project. Het team stelde het project voor, legde het samenwerkingskader vast, beschreef uitvoerig de technieken die werden ontwikkeld en luisterde naar de wensen van de mensen op het terrein. Dit leidde tot een nauwere samenwerking met het Observatoire Volcanologique in Goma en tot formele samenwerkingen met andere academische teams uit Bujumbura en Bukavu bijvoorbeeld.

'GeoRisCA wil niet alleen de wetenschappelijke expertise van de projectteams gebruiken en uitbreiden, maar ook instrumenten ontwikkelen die de besluitvorming kunnen ondersteunen. Deze instrumenten moeten zo goed mogelijk afgestemd zijn op de noden van de partners op het terrein (lokale overheden, ngo's, agentschappen voor internationale samenwerking). Die combineren de gegevens over elk risico met de gegevens over de kwetsbaarheid', aldus François Kervyn. Uiteindelijk zullen deze instrumenten niet alleen bijdragen tot het beperken van de verwoestende gevolgen van de verschillende geologische rampen en tot het in kaart brengen van risicozones, maar moeten ze ook een andere aanpak op het gebied van ruimtelijke ordening mogelijk maken.

Het overleg met de plaatselijke partners over de toekomstige resultaten van het project gaat gepaard met wetenschappelijke uitwisselingen met Afrikaanse onderzoekers zoals blijkt uit de succesvolle AVCoR-2013-conferentie die in november 2013 in Gisenyi (Rwanda) werd georganiseerd (<http://avcor2013.africamuseum.be/>).

Het GeoRisCA-project wil ook de zichtbaarheid van de betrokken Belgische en Luxemburgse teams vergroten en aandacht vragen voor de problemen waarmee deze heel bijzondere regio kampt. 'Tijdens AVCoR-2013 hadden we de gelegenheid om de belangrijke rol die we met onze activiteiten in deze regio vervullen, onder de internationale aandacht te brengen', besluit de projectcoördinator. Hij wijst tot slot nog op de wetenschappelijke publicaties die uit het GeoRisCA-project zullen voortvloeien.

Aardverschuiving in Itombwe-gebergte, mogelijks veroorzaakt door een aardbeving (lopend veldonderzoek).
<http://georisca.africamuseum.be>





KLIMAAT EN ATMOSFEER DE UITDAGINGEN VAN DE VERANDERING

Tekst: Johan LAMBRECHTS



Klimaatprocessen

Als onze samenleving de volgende jaren voor een aantal grote uitdagingen staat, dan is het klimaatthema beslist één van de meest urgente ervan. In het BELSPO-onderzoek is er dan ook ruime aandacht voor deze problematiek. Wetenschappers deden de voorbije jaren fundamenteel onderzoek rond biologische processen en verfijnden en verbeterden de klimaatmodellen. Ook de impact van de klimaatverandering in België werd nauwkeurig in kaart gebracht, net zoals hoe we er ons aan zullen moeten aanpassen door infrastructuurwerken of een gewijzigd waterbeheer.

Wat is de invloed van biologische, fysische en chemische processen op de klimaatverandering? Vanuit die centrale vraag werkten verschillende wetenschappers in het kader van BELSPO-onderzoek aan een verbetering van de kennis van atmosfeerprocessen en aerosolen.

Het AGACC-onderzoek leverde een verbetering op van de methodologie en de mogelijkheden van meting van de atmosferische samenstelling en haar veranderingen, gebaseerd op geavanceerde grondwaarnemingen. Die worden nadien gebruikt voor de verbetering van klimaatmodellen en voor de verificatie van satellietgegevens.

Professor Martine De Mazière (BIRA): “De AGACC-metingen gebeuren in het kader van internationale netwerken: de resultaten komen dus echt goed tot hun recht in combinatie met de resultaten van andere stations wereldwijd. Vooral de detectiemethodes en de analyse van de metingen zijn fel verbeterd. Door verbeteringen van de observaties en geavanceerdere analysemethoden kunnen we nu heel kleine absorpties veel beter detecteren en analyseren dan vroeger. Het AGACC 2-project focust onder meer op de broeikasgassen: methaan en CO₂. Op Jungfraujoch in de Zwitserse Alpen hebben we oude atmosferische metingen opnieuw geanalyseerd met de huidige moderne technieken, en zo een tijdsserie opgebouwd van de evolutie van de broeikasgassen vanaf 1976. De metingen bevestigen de trend die al jaren aan de gang is: zowel het CO₂- als het methaan-gehalte in de atmosfeer stijgen nog altijd. Dat toont aan dat langetermijn-monitoring echt wel noodzakelijk is. Alleen zo krijgen we zicht op de chemische veranderingen in de atmosfeer, die een impact op het klimaat en de luchtkwaliteit kunnen hebben. De metingen kunnen ook onverwachte veranderingen aan het licht brengen, en daarmee onze kennis ver-



Het Sphinx-observatorium op de Jungfrauoch (Zwitserland) is door zijn unieke ligging en infrastructuur een belangrijk station voor atmosferonderzoek.

breiden, en eventueel de noodzaak aantonen tot bijkomende maatregelen om ons milieu te beschermen. We hebben ook een atmosferisch observatiestation opgestart in Burundi, in samenwerking met de universiteit van Bujumbura, zodat we zicht krijgen op lokale pollutie en de luchtkwaliteit. In Afrika gebeuren weinig metingen, maar ook daar vinden we uiteraard emissies die een heel belangrijke impact hebben op de atmosfeer en het klimaat. Men mag immers niet vergeten dat lokale emissies impact kunnen hebben op ruimere schaal, als gevolg van het transport in de atmosfeer.”

Het BIOSOL-onderzoek focuste op de vorming van biogeen secundair organisch aerosol (BSOA) uit de biogene vluchtige organische verbindingen (BVOS) isopreen en monoterpenen, die door bomen worden uitgestoten. Het IBOOT-project streefde naar een beter begrip en kwantificering van de impact van BVOS op de luchtkwaliteit en op het klimaatsysteem, door het bestuderen van aerosolen en de broeikasgassen ozon en methaan. In BIOSOA tenslotte werd belangrijk theoretisch werk verricht om de onverwacht hoge concentraties OH en HO₂ te kunnen verklaren, die worden

waargenomen in isopreenrijke gebieden zoals het Amazonegebied, en werd verder onderzoek verricht naar de vorming van BSOA uit isopreen maar ook uit andere BVOS.

Professor Willy Maenhaut (UGent): “Aerosolen hebben een impact op het klimaat. Ze geven over het algemeen aanleiding tot een afkoeling van de atmosfeer op grondniveau en werken dus de opwarming ten gevolge van de broeikasgassen tegen, maar ze hebben ook effecten op de gezondheid van de mens. Submicrometerdeeltjes kunnen tot diep in de longen doordringen en bepaalde bestanddelen houden belangrijke gezondheidsrisico’s in. Voor het onderzoek in BIOSOL werden smogkamerexperimenten verricht en werden veldmetingen uitgevoerd in bosrijke Europese sites.

De beheersing van de niveaus van fijn stof, het zogenaamde PM 10-aerosol, is een belangrijke uitdaging voor België. De nefaste invloed van het fijn stof op de volksgezondheid leidt in ons land tot een vermindering van de levensverwachting met ruim 1 jaar. Dit onderzoek naar de vorming en bijdrage van de verschil-



Modellering van het klimaat

lende bestanddelen van fijn stof is nodig om beleidsmakers de gepaste maatregelen te kunnen laten nemen, zodat de niveaus dalen. Zo heeft de Vlaamse Milieumaatschappij op basis van door ons uitgevoerd onderzoek aanbevelingen gedaan om de houtverbranding tijdens winterepisodes met ongunstige temperatuursinversie te beperken, en zodoende de PM10-concentraties te verlagen.”

Belgische wetenschappers spelen een belangrijke rol in onderzoek op Antarctica, onder meer op vlak van de dynamiek van ijskappen.



Klimaatmodellen zijn wetenschappelijke vereenvoudigde voorstellingen van een complex systeem, in dit geval van het aardoppervlak, de atmosfeer, de oceanen en de processen die er werkzaam zijn. Computersystemen (software) van ingewikkelde mathematische formules dus, gebaseerd op de wetten van de fysica, de beweging van vloeistoffen en gasen en de chemie.

De dynamiek van de ijskappen: een verbeterde schatting van de ijsmassa

Momenteel zijn er tussen de 30 en de 50 klimaatmodellen beschikbaar over de wereld, waar enkele duizenden wetenschappers aan werken. Maar er zijn slechts een tiental verschillende ijskapmodellen, waar minder dan honderd wetenschappers mee bezig zijn. Daarbij spelen Belgische wetenschappers een bijzonder grote rol, zoals blijkt uit het ICECON-onderzoek.

Professor Frank Pattyn (ULB): “Met ICECON willen we de kennis van het huidige en vroegere ijsvolume en de omvang van de Antarctische ijskap in Dronning Maud Land verbeteren aan de hand van nieuwe waarnemingen en modelleringen. De bedoeling is nagaan in welke mate de Antarctische ijskap massa verliest, waar precies dat gebeurt en hoeveel ze heeft verloren in het verleden want dat is nog steeds onbekend. Nochtans is dat elementaire informatie als we willen weten hoeveel Antarctica bijdraagt tot het zeeniveau. Een zeer belangrijk thema, want een stijging van het zeeniveau heeft een impact overal in de wereld. Maar zelfs in het laatste IPCC-rapport blijft de onzekerheid over Antarctica zeer groot.

De huidige reconstructies en sommige modellen geven aan dat de Antarctische ijskap in het

kustgebied meer dan 1000 meter dikker was dan nu, maar wij denken dat niet. Onze hypothese is dat er tijdens de laatste ijstijd, zo'n 20.000 jaar geleden, in gans die regio veel minder ijs was dan men tot nu toe aannam. De enige manier waarop we kunnen nagaan of dat klopt, is met voldoende precisie metingen. De meest gebruikte methode is met behulp van een satelliet die de massaveranderingen voor heel Antarctica meet. Maar die veranderingen hebben niet alleen betrekking op de ijsmassa, maar ook op de bewegingen van de aardkorst en in de oceanen. Als we die gegevens willen vertalen naar de hoeveelheid ijs, dan moeten we ook op bepaalde plaatsen de reële veranderingen nauwkeurig gaan meten. Met zeer hoge precisie GPS-toestellen, die we op rotspunten op Antarctica plaatsen, onder meer op de Prinses Elisabethbasis, meten we vier jaar lang continu de positie. Na heel wat filterwerk zullen we daar dan de beweging van de aardkorst uit kunnen distilleren, we spreken dan over enkele millimeters. Zo kunnen we terugrekenen hoeveel massa ijs er in het verleden was, omdat de aardkorst immers reageert op het verlies van die ijsmassa uit het verleden (isostasie). Maar er is ook nog andere informatie die we gebruiken. Rondom Antarctica liggen kleine ijseilandjes. Die zijn bekend om een zeer eigenaardig ijsdynamisch fenomeen: als we met radar doorheen de ijskap een elektromagnetisch signaal uitzenden, dan kunnen we daarmee verschillende laagjes in het ijs identificeren. Isochronen, die allemaal dezelfde leeftijd hebben zodat je ze kunt gebruiken om de leeftijd van het ijs te bepalen. Die ijseilandjes ontwikkelen een bepaald patroon in die isochronen, en aan de hand daarvan kunnen we ook zien hoelang zo'n ijseilandje bestaat. Een derde soort van informatie tenslotte is al beschikbaar. In het Sor Rondane-gebergte waar het Prinses Elisabethstation ligt is het mogelijk eerdere hoogtes van het ijs te bepalen, door blootliggende stenen te analyseren en te bepalen hoelang ze al blootgesteld zijn aan kosmische straling. Toen er ijs

op lag, was er van die straling uiteraard geen sprake. Ook die informatie gebruiken we, en ook daaruit blijkt dat de veranderingen al bij al vrij beperkt waren, wat ons opnieuw sterkt in onze hypothese. Door al die informatie samen te brengen, zullen we dankzij ICECON kunnen uitpakken met een nieuw geraffineerd model van ijskapbeweging."

icecon2012.blogspot.be

Regionale modellering: een beter inzicht in de Belgische klimaatverandering

Voor ons eigen land is het opstellen van een regionaal klimaatmodel heel belangrijk. De klimaatverandering heeft immers grote gevolgen voor infrastructuurwerken die in de toekomst zullen moeten gebeuren. Het MACC-BET-onderzoek wil toekomstige klimaat- en luchtkwaliteitprojecties genereren met ongekend hoge ruimtelijke resoluties, om zo tot een verbeterd klimaatmodel te komen.

Professor Nicole Van Lipzig (KUL): "Er zijn klimaatmodellen voor de hele wereld, er zijn er die enkel betrekking hebben op Europa. Die modellen gebruiken een resolutie die vrij grof is, omdat de computers onmogelijk al die details kunnen verwerken voor een heel groot gebied. Wat wij met dit BELSPO-onderzoek doen is inzoomen op België, en dan de modelresolutie verbeteren zodat we een beter inzicht krijgen in de klimaatverandering bij ons. Daarvoor zetten we vooral in op een verbeterde atmosferische hydrologie, zeg maar de processen in de wolken, de neerslagvorming en de hagel. Daarnaast focussen we ook op stadsklimatologie, omdat we vinden dat de steden onderbelicht blijven in hoge resolutie-klimaatmodellen. Ongeveer de helft van de wereldbevolking woont in steden, en een verandering van het stadsklimaat is toch



een ander gegeven. Denk aan het urban heat island-effect, waarbij de stad de warmte veel langer gaat vasthouden. In het oude klimaatmodel was een stad niet meer dan 'een rots'. Wij hebben het model verfijnd door realistische stadskarakteristieken in te voegen als de warmtecapaciteit, de verdamping of het albedo (weerkaatsing van het zonlicht) die in een stad heel anders is dan in een grasgebied. Tenslotte focussen we op de luchtkwaliteit. Vaak wordt die afzonderlijk van de klimaatsproblematiek behandeld, maar uiteindelijk is het een wisselwerking, want als het warmer wordt gaan ook de chemische reacties veranderen en dus ook het effect op de vervuiling. Het is een heel omvangrijk onderzoek, en dus vormen we een consortium met 4 partners die elk hun eigen expertise hebben. Als direct resultaat van dit BELSPO-project hebben we producten gemaakt die in het beleid hun weg hebben gevonden en echte klimaatdiensten zijn geworden, zoals bijvoorbeeld info over de luchtkwaliteit. Een aantal steden zoals Antwerpen gebruikt ook de hittekaarten die als resultaat uit ons onderzoek zijn ontstaan, om een beleid rond groene daken op poten te zetten. En natuurlijk zijn ook de klimaatscenario's gevoelig verbeterd. De runs die wij hebben gedaan leverden voor 2030 een verhoging van de temperatuur met 0,8 graden op. In 2065 spreken we over 1,3 graden. Met onze modelruns kunnen we ook een inzicht geven in de ruimtelijke verdeling: in Oostende zal het klimaat minder opwarmen dan in de Hoge Venen, omdat het wat getemperd wordt door de ligging bij het water. Die regionale verschillen vormen echt de grote meerwaarde tegenover de internationale modellen."

Antarctica = een Belgische specialiteit

Belgische topwetenschappers en Antarctica, het is een zeer geslaagde combinatie. BELSPO maakte de voorbije jaren ook onder meer volgend onderzoek mogelijk:

***ASPI en iCLIPS :** beter begrip van de processen die de Antarctische ijskap controleren door grootschalige 3D-modellen, en verbeterde klimaat- en zeeniveauprojecties voor het komende millennium

Professor Philippe Huybrechts (VUB): "In het ASPI-onderzoek hebben we onder meer gewerkt rond ijskernen. Een van de volgende uitdagingen is een ijskern te boren die ijs bevat dat minstens één miljoen jaar oud is. Om de exacte plek te bepalen waar de kans daarvoor het grootst is, hebben we een aantal berekeningen gemaakt, waarin we de hele stroming in de ijskap reconstrueren over miljoenen jaren. Zo konden we de meest optimale plaats lokaliseren onder Dome A, helemaal in Centraal Antarctica, op het plateau waar de ijskap 4.250 meter dik is en de temperatuur rond de -60°C schommelt. Het is er zeer droog met een lage accumulatie, de ijslagen die er jaarlijks bijkomen zijn zeer dun. Bovendien schatten we dat het ijs aan de bodem tijdens de laatste miljoen jaren bevroren is aan de ondergrond, omdat het er zo koud is. Op basis van onze bevindingen gaan Chinese onderzoekers nu op die plaats een ijskernboring proberen te doen. Alleen al om al het materiaal daar ter plaatse te krijgen moet je over een enorm uitgebreide logistiek beschikken. Ook de resultaten van ons iCLIPS-onderzoek kregen internationale weerklank, want we hebben er ruime aandacht aan kunnen wijden in een hoofdstuk in het IPCC-rapport. We hebben *committed climate change* bestudeerd en aangetoond dat CO_2 als gas een heel lange levensduur heeft, en dat we dus jaren met de gevolgen zitten opgescheept. Koolstof stapelt zich op in de atmosfeer, en blijft er honderden tot duizenden jaren aanwe-



De Prinses Elisabethbasis is het Belgisch onderzoeksstation op Antarctica waar de verschillende effecten van klimaatverandering bestudeerd worden.

zig. Zowel de opwarming van de oceaan met de bijgaande stijging van het zeeniveau als de reactie van ijskappen zullen heel lang behouden blijven. Als we nu zouden stoppen met broeikasgassen uitstoten, zou na duizend jaar het zeeniveau toch met één meter gestegen zijn.”

***PREDANTAR:** een beter begrip van de mechanismen die verantwoordelijk zijn voor de verandering van de Antarctische zeeijsbedekking

Professor Hugues Goosse (UCL): “We hebben vastgesteld dat het volume zeeijs in de laatste 30 jaar toegenomen is. Dat lijkt paradoxaal in een wereld die opwarmt, en wij zijn op zoek gegaan naar een verklaring voor het bijzondere gedrag van de Zuidelijke Oceaan. Zeeijs wordt terzelfdertijd beïnvloed door de atmosfeer en door de oceaan. In ons onderzoek hebben we de bijzondere structuur van de Zuidelijke Oceaan aangetoond, en de manier waarop zeeijsveranderingen daar worden gedreven door variaties van de verticale warmtestromingen in de oceaan. De nadruk op de interactie tussen deze specifieke mechanismen is nieuw. Onze bevindingen zullen in de toekomst dus tot betrouwbaardere en verbeterde zeeijsmodellen leiden, waardoor we meer accurate projecties zullen kunnen maken voor de volgende decennia en voor de 21^{ste} eeuw.”

***BIGSOUTH:** beter inschatten van de mechanismen van efficiënte koolstofopname door de Zuidelijke Oceaan, zowel in met ijs bedekte als ijsvrije wateren

Professor Frank Dehaers (VUB): “De opslag van CO₂ in de diepzee (*carbon sink*) haalt een deel van die koolstof uit de atmosfeer weg en gaat dus in zekere zin de opwarming tegen. We hebben een 4-tal expedities naar Antarctica gedaan, met als bedoeling de complexe processen van die koolstofafvoer te begrijpen. België heeft geen onderzoeksschip en het grote voordeel is dat we daardoor intens konden samenwerken met onder meer Frankrijk, Duitsland, Australië, Nieuw-Zeeland en de Verenigde Staten, en dat onze expertise ook bepalend is voor het goede verloop van zo'n internationaal onderzoek. Een belangrijke conclusie van BIGSOUTH is dat de met ijs bedekte wateren niet zomaar ondoorlaatbare gebieden zijn waar niets gebeurt; er is wel degelijk gasuitwisseling van de atmosfeer doorheen het ijs. Tegelijk heeft de *carbon sink* ook zijn limieten: als je 100% koolstofproductie hebt, dan kan 10% mogelijk naar de diepzee afgevoerd worden, 1% zou het bodemwater kunnen bereiken en slechts 0,1% komt in de sedimenten terecht. Maar door ons opwarmende klimaat kunnen die interacties wijzigen en kan de efficiëntie in de toekomst mogelijk nog dalen. Oceaanwater tot op 500 à 800 meter diepte wordt al beïnvloed door CO₂ aangemaakt tijdens menselijke activiteiten, weten we nu. Dat zal in de toekomst ook gevolgen hebben voor de verzuring van de oceanen en dus voor de voedselketen.”



De impact van klimaatverandering

Talrijke wetenschappers legden zich in het kader van BELSPO-projecten toe op de impact van klimaatverandering. Niet alleen op het onderzoeken van de gevolgen, maar ook op het analyseren van manieren en middelen om ze af te remmen of om ons eraan aan te passen.

Een nieuw ondersteuningsmodel voor het opslaan van koolstofdioxide

De directe hoofdoorzaak van het broeikaseffect, de versnelde opwarming van de aarde tijdens de laatste 150 jaar, zijn menselijke activiteiten waarbij broeikasgassen in de atmosfeer vrijkomen. Meer dan een derde van de CO₂ in de atmosfeer is er een gevolg van. Een van de instrumenten die gebruikt worden om die CO₂-uitstoot uit industriële bronnen drastisch terug te dringen is **Carbon Capture and Storage (CCS)**, het afvangen en permanent opslaan van CO₂ in geologische reservoirs.

Een BELSPO-project ontwikkelde een milieueconomische simulator, die zeer specifiek de impact en groei van CCS probeert te stimuleren en te voorspellen tussen 2010 en 2050. Daarnaast werd een inventaris opgesteld van de geologische opslagmogelijkheden in Vlaanderen en Wallonië, en een route-applicatie ontwikkeld voor pijpleidingtrajecten. Op een paar jaar tijd slaagden de onderzoekers erin een echte expertise op te bouwen op dit domein.

Kris Piessens (KBIN): “CCS is bij uitstek geschikt voor grote industrieën, omdat je een geconcentreerde stroom CO₂ nodig hebt. Bovendien is er een grootschalige structuur vereist, van het afvangen tot het transporteren naar geschikte geologische locaties. Je brengt de CO₂ in een geologische diepere onder-

grond, een kilometer onder de grond of meer waar je ook natuurlijke CO₂-velden vindt. Je spreekt dus al gauw over investeringen van honderden miljoenen euro's. CCS is een behoorlijk controversieel onderwerp, niet zozeer omdat het vervuilend zou zijn maar omdat er argwaan is omdat het zich in de diepe ondergrond afspeelt. Maar ofwel probeer je enkel wat oplapwerk te doen maar laat je de klimaatverandering zijn gang gaan, ofwel pak je het probleem ten gronde aan en dan kan je de discussie rond CCS niet uit de weg gaan. CCS is niet duur in vergelijking met hernieuwbare energie, maar die laatste kun je gradueel opbouwen en dat kan bij CCS niet.

In ons BELSPO-onderzoek hebben we alle mogelijke technische competenties en theoretische gegevens samengebracht, zodat we een model op poten konden zetten dat het beleid kan ondersteunen en het potentieel belang van de technologie voor België kan aantonen. Wij hebben onderzocht hoe je de industriële installaties moet aanpassen, zodat de 20% CO₂ in de uitlaatgassen afgescheiden kan worden van de andere gassen die door de schouwen verdwijnen. De simulator die we hebben ontwikkeld is behoorlijk revolutionair, ook internationaal gezien, en heeft ook inspiratie geleverd voor andere standaardmodellen die nu in een bepaalde richting verder werken. Het mooie van het project vond ik dat we er niet alleen met geologen zoals onszelf aan hebben gewerkt, maar ook ingenieurs en economisch georiënteerde wetenschappers. Een nieuwe approach bij dit onderzoek was dat we al van in het begin gingen kijken wie de potentiële stakeholders waren. In de begeleidingscomités van het project zaten niet alleen mensen van de federale administratie, maar ook van provinciale en regionale beleidsniveaus, van de industrie en NGO's, en van vakbonden. Die diversiteit was heel opvallend. Dat had als gevolg dat we een echt technologisch platform werden: iemand die iets wilde weten over CCS in

België, kwam bij ons uit. Er zijn heel wat stakeholders die de resultaten van ons onderzoek gebruiken. Het federaal planbureau refereert naar onze simulaties. In de haven van Antwerpen zijn vanuit de industriële cluster heel concrete ideeën geopperd om met Europese financiering een groot CCS-project op te starten.

Het BELSPO-onderzoek is nu afgerond, maar het is voor ons zo'n belangrijke startbasis geweest dat de thematiek nog steeds doorloopt. Het was echt het begin van de internationale erkenning van onze onderzoeksgroep. Hierdoor zijn we bij de Europese Commissie aan tafel kunnen gaan zitten over de Europese CCS-richtlijnen, zijn we coördinator geworden van andere werkgroepen en hebben we toegang gekregen tot een aantal internationale netwerken. We zijn uitgenodigd als experts in China en Canada. In verschillende nieuwe doctoraatsonderzoeken wordt de door ons voor België ontwikkelde simulator nu toegepast op Kazachstan, Oostenrijk en Zweden. Onze methodologie kan ook toegepast worden op actuele technieken als geothermie en schaliegas."

Uitzonderlijke gebeurtenissen langs waterlopen en rioleringen

De klimaatverandering zorgt voor een grote impact op de hydrologische cyclus, zeg maar alles wat met waterlopen heeft te maken. Door de wijziging van het klimaat zal een ander waterbeheer noodzakelijk zijn. Tijdens het CCI-HYDR project werd het risico van hydrologische uitzonderlijke gebeurtenissen langs waterlopen en rioleringen in België bestudeerd. Of het nu gaat om hoge neerslagsafstroming en dus overstromingsgevaar, of over droge perioden met uitzonderlijk lage afvoer. Het onderzoek ontwikkelde tevens beleidsondersteunende instrumenten.

Professor Patrick Willems (KUL): "Er zijn klimaatmodelruns beschikbaar van heel wat meteorologische instituten, zowel voor de ganse wereld als specifiek voor Europa. We hebben die gegevens uit databanken statistisch verwerkt en er de specifieke info over de hydrologische extremen voor ons land uitgehaald, om daaruit klimaatscenario's af te leiden die de impact berekenen van de klimaatverandering voor onze rivieren en rioleringen de volgende 100 jaar. Zo focusten we bijvoorbeeld op de verwachte veranderingen in neerslagintensiteit tot het jaar 2100, waarbij we ook keken naar de intensiteit of de duur van de bui. Die informatie hebben we dan gebruikt om een methode te ontwikkelen die toelaat om de meetreeksen van neerslag, zoals het KMI die al sinds het begin van de vorige eeuw opstelt, aan te passen aan het toekomstige klimaat. Als de klimaatmodelruns aangeven dat tegen 2100 een bui 30% extremer gaat worden, dan gaan we in de historische meetreeks die bui ook 30% extremer maken.

Klimaatverandering beïnvloedt ook de hydrologische cyclus waardoor een ander waterbeheer noodzakelijk is.





Op die manier hebben we een softwareprogramma ontwikkeld dat historische meetreeksen automatisch aanpast. Met die aangepaste meetreeksen konden we echte impactberekeningen doen in de hydrologische cyclus voor stroomgebieden van verschillende rivieren, zoals de Grote Nete of het Scheldebekken. Als je informatie hebt over de neerslag en over de verdamping, kun je immers berekenen wat er precies gaat gebeuren met de hydrologische cyclus. Gaat er meer water afstromen naar de rivier? Gaat er meer of minder water indringen in de ondergrond? De resultaten waren toch wel verrassend. Vroeger dachten wij dat klimaatverandering voor meer overstromingen zou zorgen. Maar eigenlijk is dat niet duidelijk. Overstromingen langs rivieren gebeuren meestal 's winters. Maar uit het onderzoek blijkt dat de winterneerslag wel toeneemt door de klimaatverandering, maar dat er anderzijds ook veel meer verdamping is door de temperatuurstijging. Dat compenseert de neerslagtoename. Als het regent, zullen de buien wel veel heviger zijn en dat gaat sowieso zorgen voor meer overstromingen langs rioleeringen tot het einde van deze eeuw. Wat de zomerperiodes betreft, zijn de conclusies een stuk duidelijker. Alle klimaatmodellen geven een evolutie aan naar langere, drogere periodes. We moeten dus meer vrezen voor droogteproblemen. De problematiek is groter dan we dachten. Als gewone burger verwacht je niet dat we hier in een land leven met watertekorten of droogteproblemen.

Door onze klimaatscenario's zijn de problemen, zeker de droogteproblematiek, duidelijker en zichtbaarder geworden. De overheid is beginnen beseffen dat we daar effectief oplossingen voor moeten uitdenken. In bepaalde regio's zoals het zuiden van West-Vlaanderen wordt veel te veel grondwater opgepompt voor de textielindustrie. Daardoor liggen bepaalde grondwaterlagen meer dan 100 meter lager dan normaal. Men zal dus in de toekomst moeten overschakelen op het gebruik van rivierwater om duurzamer te werken. Tegelijk zal door de langere drogere periodes het debiet van rivieren lager worden, waardoor er minder verdunning en dus hogere concentraties vervuiling zullen zijn. Wat dan weer gevolgen heeft voor de waterzuivering, en voor de kostprijs van de drinkwaterproductie. Al deze moeilijkheden hebben we in kaart gebracht, en we hebben de overheid gemeld waar er bijkomend onderzoek nodig is om effectief duurzamer te kunnen omgaan met ons waterbeheer. Met die verschillende adviezen zijn verschillende instanties aan de slag gegaan. Daardoor heeft dit BELSPO-onderzoek ook de aandacht getrokken van veel eindgebruikers, die ook concreet onze resultaten gebruiken zoals de Vlaamse Milieu Maatschappij die verantwoordelijk is voor de kleine waterlopen in Vlaanderen. Als gevolg van dit onderzoek is de code van goede praktijk voor het ontwerp van rioleeringssystemen zelfs herzien, zoals die gebruikt wordt door Aquafin en de gemeentes. Als wetenschapper doet het uiteraard goed dat je onderzoek zo goed gebruikt wordt. We werkten tijdens onze studie frequent samen met eindgebruikers, en dat heeft ook wel een voordeel omdat je hen tijdens het onderzoek al bereikt met je resultaten. Onderzoeken nemen vaak jaren in beslag, en dus moet je gebruikers sensibiliseren door geregeld workshops te geven."

Professor Jean-Pascal Van Ypersele (UCL), vice-voorzitter IPCC

“Veel wetenschappers vinden het frustrerend dat hun klimaatdiagnoses zo weinig tot maatschappelijke veranderingen leiden”

In 1988 werd het IPCC gesticht om een beoordeling te maken van de wetenschappelijke informatie over alle dimensies van de klimaatproblematiek. Welke rol speelt België daarin?

“Het laatste IPCC-rapport heeft meer dan 9.200 artikels in de *peer-review* literatuur geanalyseerd over de verschillende aspecten van de klimaatwetenschap, dus zowel op technisch, economisch als socio-economisch gebied. Voor het rapport is kwaliteitsvolle wetenschappelijke literatuur ontzettend belangrijk, en BELSPO met zijn lange traditie van kwaliteitswetenschap levert een belangrijke bijdrage aan de verbetering van het rapport. Toen er begin 2010 een call gepubliceerd werd voor auteurs van het IPCC, zijn er Belgische wetenschappers zoals Philippe Huybrechts en Thierry Fichefet genomineerd om aan het schrijven van het rapport zelf deel te nemen. België heeft een wereldexpertise in de klimaatwetenschap als het gaat om modellering van zeeijs, de dynamiek van de ijskappen, de paleo-klimatologie of de Milankovich-theorie die de ijstijden verklaart door de langzame orbitale karakteristieken van de aarde rond de zon. Maar ook de review editors zijn zeer belangrijk: senior wetenschappers die checken of de auteurs de duizenden review commentaren over hun hoofdstuk wel goed en objectief in acht nemen, of ze nu afkomstig zijn van een klimaat-scepticus of van een ecologische organisatie. Dat is zeer belangrijk voor de geloofwaardigheid van het ganse IPCC-proces. Alleen al voor het eerste volume van het laatste rapport waren er bijvoorbeeld meer dan 54.000 commentaren. Elk van die commentaren wordt gepubliceerd, samen met het antwoord daarop van de auteur. Het is dus jammer dat er bij het grote publiek zoveel kritiek is op het klimaatrapport, als je ziet met hoeveel wetenschappelijke zorg en nauwkeurigheid het gemaakt is. Transparanter dan dit bestaat er in de wetenschap niet.”

-Vindt u dat er genoeg gebeurt met de resultaten van de wetenschappelijke onderzoeken?

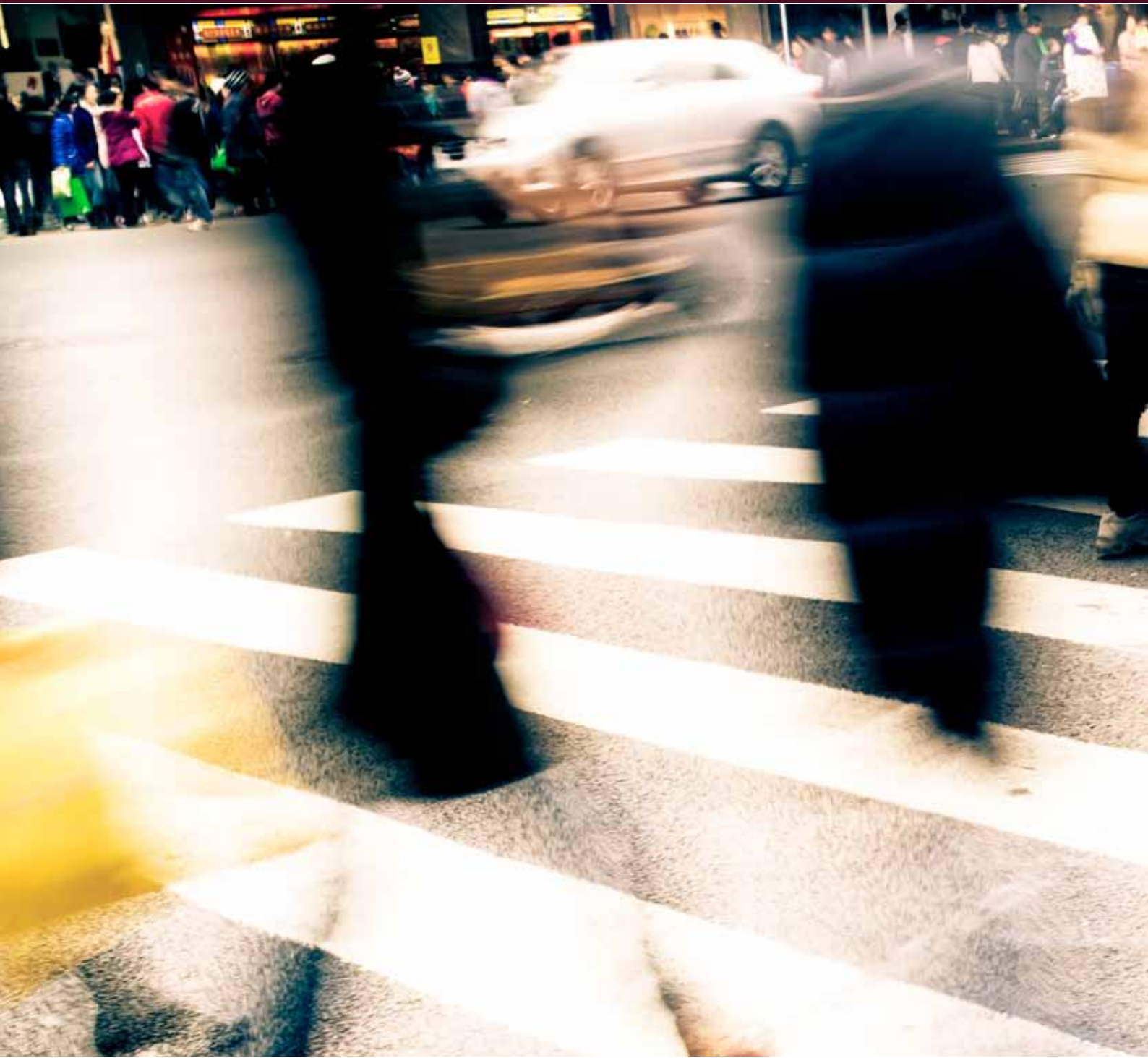
“Ik denk dat het inderdaad zou helpen mochten een aantal wetenschappelijke rapporten nog beter ‘vertaald’ worden in een eenvoudigere, begrijpelijker versie voor politici en de beleidswereld. Maar dat is een werk dat in de wetenschappelijke instellingen weinig gevaloriseerd is. Er is veel aandacht voor de wetenschappelijke magazines waarin de artikels gepubliceerd worden, maar veel minder voor wat er daarna mee gebeurt.”

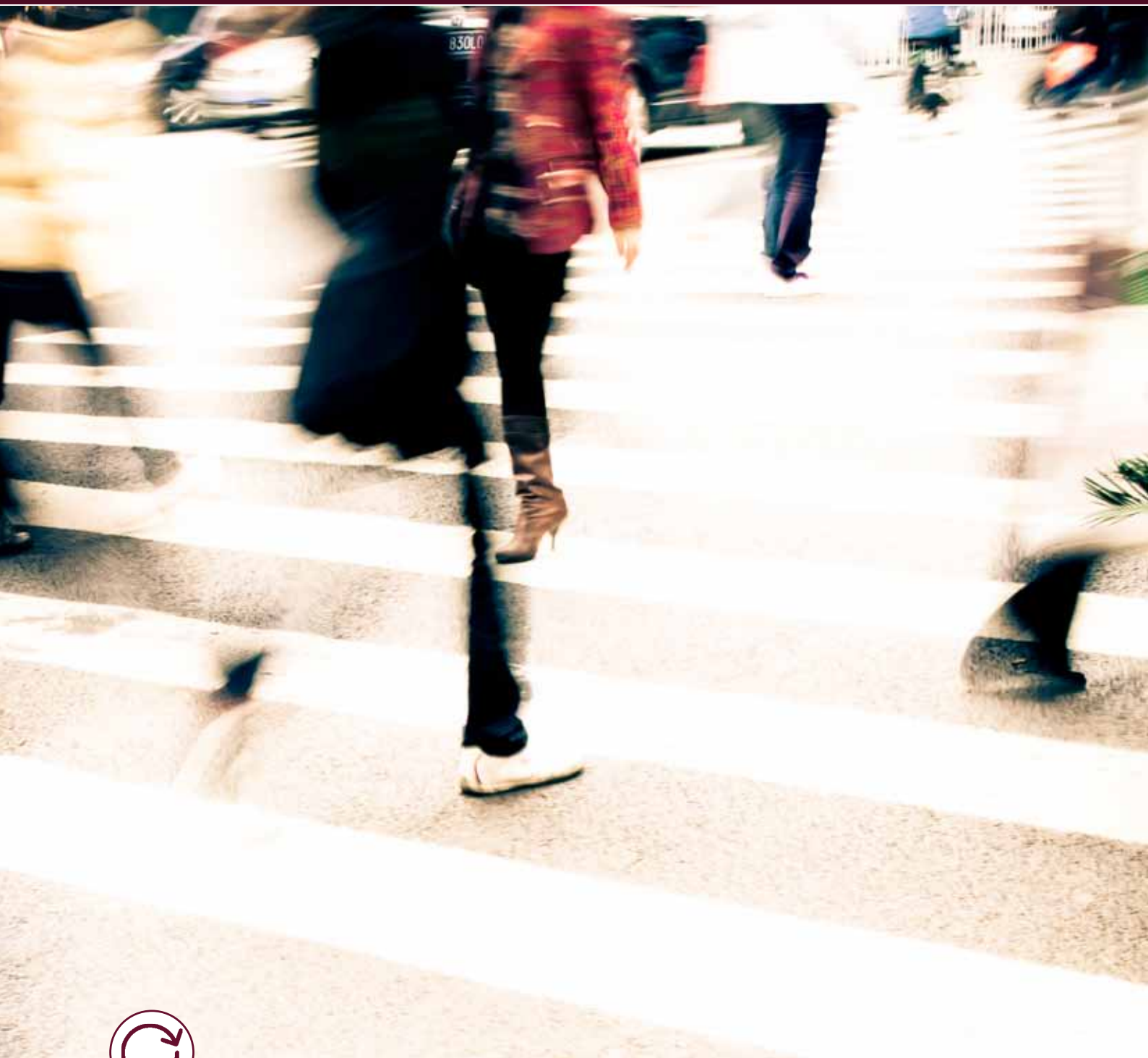
-Er is een schat aan klimaatonderzoek. Hoe komt het dat het zo moeilijk is om landen en regeringen zover te krijgen dat ze toch iets aan klimaatverandering doen?

“Aan gebrek aan informatie zal het zeker niet liggen. Het grootste probleem is dat de politieke wil om de nodige veranderingen te doen, ontbreekt. Heel wat internationale beleidsmakers hebben nog niet de omvang van de klimaatverandering begrepen. Zowel de uitdagingen waarvoor we staan, als de omvang van de gevolgen van de klimaatverandering. Dat heeft een geringe prioriteit in de massa van urgente beslissingen die genomen moeten worden. Klimaat is meer een probleem op middellange of lange termijn, en veel politici denken dat we nog een beetje kunnen wachten voor we het aanpakken. Maar het probleem is de accumulatie van broeikasgassen. Klimaatverandering stopt niet als we de uitstoot van CO₂ onmiddellijk wereldwijd stopzetten. Dan nog zal het klimaat als gevolg daarvan tientallen jaren opwarmen, omdat we in het verleden al zoveel uitgestoten hebben. Voor veel wetenschappers is het echt frustrerend om te zien dat hun diagnose die door het IPCC meestal bevestigd wordt, zo weinig leidt tot de nodige maatschappelijke veranderingen.”



Professor Jean-Pascal Van Ypersele is een vooraanstaand Belgische klimatoloog en is momenteel vice-voorzitter van het IPCC.





GEEN GLOBALE BENADERING ZONDER TRANSVERSAAL ONDERZOEK

Tekst: Christian DU BRULLE



Scenario's voor een duurzamere samenleving

Duurzame ontwikkeling is meer dan alleen maar focussen op energie, transport, biodiversiteit of elke andere eenzijdige benadering. De notie duurzame ontwikkeling heeft per definitie met verschillende ecosystemen te maken en met de manier waarop ze elkaar wederzijds beïnvloeden.

Om met deze gelaagdheid rekening te houden, bood het SSD-programma heel wat teams de mogelijkheid om bij hun werkzaamheden voor een transversale aanpak te kiezen.

Een twaalftal dergelijke projecten konden op steun rekenen. Ze bogen zich over veranderingen in productie- en verbruikspatronen, de globalisering, maatschappelijke veranderingen en het uitwerken van nieuwe instrumenten voor beleidsmakers zoals nieuwe sociaaleconomische indicatoren die representatiever zijn voor het idee van geluk of welbevinden van de bevolking.

Beperkte grondstoffen op aarde, vervuiling, snelgroeiende bevolking enz. Op middellange termijn moeten we onze consumptiepatronen aanpassen en duurzamer maken. Maar wat moeten we precies veranderen om die overgang zo vlot mogelijk te laten verlopen? En op welke manier maken we deze overgang het beste? Dit zijn de vragen waarover het CONSENTSUS-project (Uitwerking van scenario's en verkenning van transitiepaden voor duurzame consumptiepatronen) onder leiding van het Centrum voor Duurzame Ontwikkeling (CDO) van de UGent zich heeft gebogen.

'De houding van consumenten en de maatschappelijke gewoontes op het gebied van consumptie zijn moeilijk te doorgronden', benadrukt Erik Paredis (CDO), de coördinator van het CONSENTSUS-project. 'Het is een breed onderwerp. Daarom hebben we ons onderzoek volledig op voedselconsumptie toegespitst.'

Dan nog blijft het een erg ruim thema. Je moet rekening houden met een aantal parameters die aan de basis liggen van de voedselvoorzieningsketens: productietechnologie, energieverbruik, de mobiliteit van goederen en mensen, de huidige levensstijl, onze voedingsgewoontes, de distributieketens en de verwerking van voedsel, het comfort van de consument enz.

'Voor een beter begrip van de complexe notie 'duurzame ontwikkeling' wilden we breken met traditionele werkmethodes en klassieke benaderingen', gaat de onderzoeker verder. 'We hadden een nieuw denkkader nodig om deze problematiek te analyseren en om suggesties voor mogelijke overgangstrajecten te formuleren. Dit kader moest rekening houden met de manier waarop onderzoek op dit gebied verloopt, met politieke besluitvormingsprocessen, met de verzuchtingen van consumenten, met de beschikbare middelen en met onzekerheden omdat het gaat om veranderingen over een periode van 25 tot 50 jaar. Daarom hebben we beslist om met scenario's te werken.'

Drie soorten scenario's

Specialisten maken een onderscheid tussen drie soorten scenario's: predictieve, verkennende en normatieve. Predictieve scenario's gaan meestal over een timeframe van 2 tot 5 jaar, wat te kort is voor de doelstellingen van het CONSENTSUS-project.

Verkennende scenario's houden rekening met de huidige situatie en analyseren hoe belangrijke factoren, die een impact op het onderzoeksdomein kunnen hebben, zich zullen ontwikkelen. Zet de globalisering van de markten zich in de toekomst nog verder door of komt er een einde aan en keren we terug naar een nieuwe vorm van regionalisering?

Normatieve scenario's gaan over het vastleggen van langetermijnplannen. Hoe zien we de landbouw in 2050 en welke transitiepaden stellen we voor om naar deze nieuwe situatie toe te werken? Het gaat hier met andere woorden om grote maatschappelijke keuzes. 'Dit soort normatieve scenario's komt eigenlijk neer op het uitwerken van strikt beleidsmatige keuzes', vindt Erik Paredis.

De onderzoekers hebben tijdens het CONSENTSUS-project vooral gefocust op verkennende en normatieve scenario's.

Lokale voedselnetwerken

De projectpartners (CDO van de UGent, het Centre d'étude du développement durable van de Université Libre de Bruxelles en het Institut pour un développement durable uit Ottignies) hebben hun onderzoeksactiviteiten concreet toegespitst op lokale voedselnetwerken. 'Het gaat om niches die exemplarisch zijn voor een soort systeemovergang', oordelen de onderzoekers.

Tot welke conclusies is dit onderzoeksproject gekomen? Onderzoekers zijn van oordeel dat systeeminnovaties en transitie op het gebied

van duurzame consumptie niet spontaan tot stand komen. Het is wellicht eenvoudiger om in bepaalde niches transitie op gang te brengen (zoals bij lokale voedselnetwerken). Volgens onderzoekers kunnen ook gemeenten bij lokale groepsaankopen een voortrekkersrol spelen. De politieke interesse voor initiatieven binnen de korte keten groeit in België duidelijk. 'Het gaat echter meestal om initiatieven van burgers en niet van de overheid', benadrukken de CONSENTSUS-partners.

De teams die aan dit project meewerkten, stellen ook deemoedig vast dat de taak gigantisch is. Na vier jaar onderzoek 'zijn de politieke implicaties van het CONSENTSUS-project veel eerder verkennend dan beleidsondersteunend.'

Naar ontwerpscenario's voor duurzame consumptie in België...





Marketing voor een duurzaam consumptiegedrag



Iedereen heeft de mond vol van duurzame ontwikkeling. In België staat een groot deel van de bevolking open voor deze problematiek. 'Belgen zijn doorgaans milieuminded', vindt professor Benoit Dardenne van de afdeling sociale psychologie (Département des sciences cognitives - Université de Liège). 'Bewustwording is één ding, maar de concrete stap naar verandering van het consumptiegedrag is een ander paar mouwen.'

Deze problematiek stond centraal in het FSB-CBSM-project (Bevorderen van duurzaam gedrag – Community-based Social marketing) dat de Luikse wetenschapper coördineerde. Vier jaar lang verrichtte het FSB-CBSM-team samen met collega's van de KULeuven en met de verenigingen Ecolife (Leuven) en Espace-Environnement (Charleroi) onderzoek naar de drijfveren en de hefboomen om via specifieke marketing mensen aan te zetten om milieubewuster te consumeren.

Eerst werd nagegaan wat consumenten echt denken van een duurzame levensstijl. Vervolgens werd vastgelegd wanneer, hoe en waarom bepaalde vormen van sociale marketing vrij goed werken op het gebied van milieu en waarom andere vergelijkbare initiatieven amper succes hebben.

Voeding, afval, energie en transport

'Bij onze medeburgers stellen we op het gebied van duurzame ontwikkeling eenzelfde paradox vast als bij hun houding ten aanzien van gezondheid. Vrijwel iedereen weet dat sommige zaken bevorderlijk zijn voor een goede gezondheid, maar tussen deze wetenschap en de praktijk gaapt nog een enorme kloof', legt Benoit Dardenne uit.

'Omdat niet iedereen op dezelfde manier tegen duurzaam gedrag aankijkt, hebben we eerst een indeling gemaakt. Ons onderzoek leverde

uiteindelijk vier categorieën op: voeding, beperken van afval, omgaan met energie en transport.’

Elke categorie heeft aanhangers bij het publiek. Uit de werkzaamheden van de FSB-CBSM-partners blijkt dat er bepaalde sectoren zijn waar het eenvoudig is voor consumenten om beslissingen te nemen en die ook toe te passen. Dit geldt bijvoorbeeld voor het aanbrengen van een sticker op de brievenbus om aan te geven dat je geen reclame wenst. De ingreep is eenvoudig en hoeft niet herhaald te worden. Andere houdingen zijn op langere termijn moeilijker vol te houden omdat ze een grotere zelfdiscipline vereisen. Dit geldt bijvoorbeeld op het gebied van energieverbruik of voor transport, zeker wanneer dit gepaard gaat met wijzigingen van vastgeroeste gewoonten.

Predictief instrument

‘Eenmaal de categorieën en hun sterke en zwakke punten in kaart zijn gebracht, hebben we de verschillende gedragscategorieën geanalyseerd in functie van de fysieke omgeving van de individuen’, gaat de psycholoog van de ULg verder.

‘Het is bijvoorbeeld gemakkelijker om elke dag de fiets te nemen als je in de stad woont en niet op het platteland. De fysieke omgeving en de beschikbare voorzieningen hebben een impact op het aankweken van gewoonten die in dit geval beter aansluiten bij de notie duurzame ontwikkeling.’

‘Een ander belangrijk onderdeel van onze werkzaamheden was het formuleren van een definitie van wat burgers onder een duurzame houding verstaan. We wilden nagaan wat de mensen kon aanzetten om de stap te zetten tussen hoe ze tegen deze notie aankijken en het aannemen van een houding die hiermee

echt op één lijn zit. We moesten met andere woorden een predictief instrument ontwikkelen. Dat moest ook rekening houden met gevoelens omdat die hierbij volgens ons een belangrijke rol spelen.

Sommige gevoelens maken het immers gemakkelijker om concreet actie te ondernemen. We denken onder meer aan morele gevoelens die door andere personen worden ingegeven, zoals schaamte of schuld, maar ook aan positieve gevoelens zoals trots. ‘Stuk voor stuk gevoelens die duidelijk aan daden kunnen worden gelinkt’, aldus de projectcoördinator.

Sociale marketing

‘Dit brengt ons naadloos bij sociale marketing’, gaat hij verder. ‘Nemen we het voorbeeld van schuld. Het kan gaan om iets persoonlijks, maar we kunnen ons ook schuldig voelen omdat iemand die we kennen iets heeft gedaan dat ons tegen de borst stuit. Hij of zij heeft bijvoorbeeld in ons bijzijn een papertje op de grond gegooid. Een dergelijke situatie veroorzaakt een schuldgevoel waardoor we meer geneigd zijn om een duurzamere houding aan te nemen. Dit gebeurt echter absoluut niet automatisch of systematisch.’

‘Uit ons onderzoek blijkt ook dat boodschappen die de nadruk leggen op de directe voordelen en op de positieve effecten van een duurzamere gedragswijziging, veel doeltreffender zijn dan boodschappen over langetermijneffecten of over de gevolgen voor regio’s waarmee we niet direct voeling hebben. Dat zijn letterlijk ver-van-ons-bedverhalen.’

‘Maar inspelen op schuldgevoelens is zonder twijfel ook een goede sociale marketinghefboom. Vooral plaatsvervangende schuld (wat we voelen bij wat anderen doen) werkt, maar hierover is aanvullend onderzoek nodig’, besluit hij.



Naar nieuwe indicatoren voor geluk en welzijn in België

Economische groei is niet voor iedereen hetzelfde als geluk of welzijn. Dat vindt Paul-Marie Boulanger, die aan het hoofd staat van het Institut pour un développement durable (IDD) in Ottignies.

‘We weten allemaal al langer dat klassieke economische indicatoren niets zeggen over de levenskwaliteit, het welbevinden of het geluk van de bevolking’, aldus de coördinator van het WELLBEBE-project (Wellbeing in Belgium). ‘We weten ook dat onze levensstijl niet veralgemeend kan worden voor iedereen op deze planeet, onder meer omdat er niet genoeg middelen beschikbaar zijn. Daarom dringt zich vandaag de vraag op hoe we onze ecologische voetafdruk kunnen verkleinen zonder aan welbevinden in te boeten, integendeel.’

Als je het zo bekijkt, heeft het probleem veel weg van een paradox, maar de WELLBEBE-partners hebben toch geprobeerd om een oplossing te vinden. Ze zochten alternatieve indicatoren om de notie welbevinden of geluk echt te kunnen meten. Deze nieuwe indicatoren moesten ook rekening houden met de noodzakelijke aanpassing van onze levensstijl en bij dit alles het aspect ‘duurzaamheid’ niet uit het oog verliezen. Een mooie uitdaging.

‘We moesten dus welzijnsindicatoren bedenken die rekening hielden met het aspect ‘duurzame ontwikkeling’, die wetenschappelijk onderbouwd en multidisciplinair waren en niet louter economisch, maar die toch economisch gegrond waren’, aldus de socioloog.

Samen met het Hoger Instituut voor de Arbeid (HIVA) van de KULeuven en het Centre d’étude du développement durable van de Université Libre de Bruxelles, gingen de WELLBEBE-partners aan de slag met het uitstippelen van een methodologie en van een theoretisch kader om deze nieuwe vergelijking van ‘duurzaam welzijn’ op te lossen.

Stress als bepalende factor

‘In het begin volgden we de ‘capabilities en functionings’-benadering van Amartya Sen, die in 1998 de Nobelprijs Economie won’, gaat Paul-Marie Boulanger verder. Deze Nobelprijswinnaar zag ‘capability’ als de daadwerkelijke mogelijkheid die een persoon heeft om verschillende combinaties van ‘functionings’ (functies of manieren om goed te functioneren) te kiezen.

‘Al snel voelden we aan dat er een aanvullende en minder abstracte benadering nodig was, één die uitging van behoeften’, verduidelijkt Paul-Marie Boulanger. Meteen wordt duidelijk hoe moeilijk het is om nieuwe relevante indicatoren voor welzijn te vinden. ‘We hebben ook overwogen om andere, meer antropologische noties toe te voegen. We dachten onder meer aan stress, als factor die rekening houdt met de impact van de maatschappelijke organisatie op de gezondheid van mensen, maar uiteindelijk hebben we het op ‘behoefte’ gehouden, maar dan wel in de ruime zin van het woord.’

Behoeften

In het kader van WELLBEBE werden drie basisbehoeften onderzocht: substantiële behoeften (voedsel, huisvesting, cultuur, inkomen enz.), transversale behoeften (vrijheid en veiligheid) en rechtvaardigheid.

Toen de instrumenten eenmaal vastlagen, moesten ze worden getest. Dit gebeurde op verschillende manieren, onder meer bij een oefening waarbij tientallen burgers twee week-ends lang werden betrokken.

Om tot echt alternatieve welzijnsindicatoren te komen, moeten we afstand nemen van louter



economische overwegingen en gaan voor een interdisciplinaire of zelfs een transdisciplinaire benadering waar het publiek bij wordt betrokken.

‘Ze moeten gebruik maken van andere wetenschappelijke instrumenten uit uiteenlopende disciplines zoals geneeskunde, psychologie en antropologie in combinatie met het idee van capabilities en functionings en van behoeften’, vindt de socioloog.

Vervolg in Wallonië

Was het project een succes? Op het vlak van duurzaam beheer onderstreepte het project dat het heel belangrijk is dat we anders tegen welzijn aankijken en niet meer sowieso denken in termen van groei en consumptie.

De poging om nieuwe welzijnsindicatoren vast te leggen, heeft in Wallonië overigens een vervolg gekregen. Via aanvullend onderzoek werd een aanzet gegeven om een nieuwe regionale indicator op basis van de notie ‘behoefte’ uit te

werken. Een aantal voorstellen is intussen aan de Waalse regering voorgelegd. ‘Onze instrumenten gingen in dit verband uit van gegevens die in Wallonië onmiddellijk beschikbaar waren’, legt Paul-Marie Boulanger uit. ‘We wilden dat ze een ‘verhaal’ vertelden dat niet strikt empirisch was en zonder theoretisch kader, maar waarvoor niet massaal nieuwe gegevens moesten worden verzameld’, verduidelijkt de coördinator van het WELLBEBE-project. ‘Uiteindelijk hebben de gewestelijke overheden niet voor ons product, maar voor een andere oplossing gekozen.’

‘Nu deze projecten achter de rug zijn, is één en ander duidelijk’, besluit de socioloog. ‘Er valt nog heel wat te vertellen en te schrijven over alternatieve welzijnsindicatoren. Om die te kunnen uitwerken, is financiering over een langere periode noodzakelijk en moeten er meer interdisciplinaire teams bij het onderzoek worden betrokken. Uiteindelijk denk ik dat de indicatoren de essentiële elementen van drie paradigma’s moeten bevatten: mogelijkheden, behoeften en stress.’

Een poging om het sociaal welzijn te meten teneinde een duurzaam consumptiebeleid te ontwikkelen...





CLUSTERING: EEN ANDERE MANIER OM ONDERZOEKSRESULTATEN DUURZAAM TE OPTIMALISEREN

Tekst: Christian DU BRULLE



Uit deze brochure blijkt dat het SSD-programma de financiering van 103 onderzoeksprojecten met als thema duurzame ontwikkeling heeft mogelijk gemaakt.

Maar het SSD-programma is wat dit onderwerp betreft meer dan alleen maar deze vorm van Federaal Wetenschapsbeleid. Het omvat ook tal van aanvullende begeleidende maatregelen zoals 'clustering'. Met dit initiatief kunnen de resultaten verzameld door grote delen van het programma, op een vernieuwende manier verder worden uitgediept.

Concreet is 'clustering' een techniek om resultaten en kennis van onderzoeken die in het kader van het programma werden gevoerd – maar ook van externe bijdragen – te bundelen. De bedoeling is om te komen tot een nieuwe, multidisciplinaire kijk, een geïntegreerde benadering van een probleem dat verband houdt met duurzame ontwikkeling om er bijkomende resultaten uit af te leiden.

'We wilden teams uit vaak heel verschillende disciplines die samen of apart onderzoek naar bepaalde onderwerpen verrichten, de mogelijkheid bieden om hun wetenschappelijke bedenkingen te delen', aldus de administratie van het Federaal Wetenschapsbeleid (Belspo).

Tien gefinancierde clusters

In het kader van het SSD-programma werden twee oproepen gelanceerd om specifieke projecten in verband met clustering in te dienen. De regels waren vrij soepel. Het initiatief voor een cluster moest genomen worden door een team dat betrokken was bij een project van het SSD-programma en er moesten minstens twee teams bij betrokken zijn die aan het SSD-programma of aan één van de voorlopers ervan (PADD I en PADD II) hadden

deelgenomen. Ook eventuele externe partners kregen toegang tot de clusters.

De beschikbare financiering voor deze aanvullende begeleidende maatregel was vrij bescheiden (tien keer minder dan de bedragen die doorgaans aan 'klassieke' projecten worden toegekend). Ook de looptijd van de 'clusters' was korter (gemiddeld twee jaar, tegenover gemiddeld vier jaar voor onderzoeksprojecten). De beschikbare financiële middelen mochten niet voor nieuw onderzoek worden gebruikt, enkel om het maximum te halen uit de resultaten van eerder verricht werk.

'Clustering was dus wel degelijk bedoeld om een stap verder te gaan met de integratie van onderzoeksresultaten, om het interdisciplinaire karakter te versterken en om uiteindelijk de wetenschappelijke resultaten ook buiten de besloten kring van wetenschappers bekend te maken', lichten de administratieve beheerders van het programma nog toe die uiterst tevreden zijn over de bereikte resultaten. Een van hun doelstellingen was immers om meerwaarde te creëren ter ondersteuning van een duurzaam ontwikkelingsbeleid.

Uiteindelijk financierde het SSD-programma tien clusters. Twee daarvan zijn illustratief voor de 'meerwaarde'-doelstelling die met deze formule werd nagestreefd: PM²-TEN en BEES.

Impact van de luchtkwaliteit op mobiliteit en gezondheid

PM²-TEN (wat staat voor 'Particles, Mobility, Physical activity, Morbidity and the environment network') onderzocht het verband tussen de luchtkwaliteit waarmee fietsgebruikers werden geconfronteerd die dagelijks naar hun werk fietsten en de impact van deze luchtkwaliteit op hun gezondheid.

Dit cluster bevorderde de samenwerking tussen wetenschappers uit de domeinen gezondheid, luchtvervuiling en wegverkeer, drie

domeinen die zonder meer complementair zijn in het kader van het thema 'Gezondheid en vervoer', maar die niet noodzakelijk op een gecoördineerde manier worden bestudeerd. 'Door hun onderzoek voort te zetten en vergaderingen te organiseren tussen deskundigen die verschillende werkmethodes gebruiken, en beleids mensen die soms anders tegen deze kwesties aankijken, werkten de PM²-TEN-partners de dialoog in de hand tussen groepen die anders aankijken tegen de link tussen milieu en volksgezondheid en beleids mensen', benadrukt men bij het Federaal Wetenschapsbeleid. Dit leidde tot nieuwe aanbevelingen over mogelijke nieuwe maatregelen. Door de middelen en de kennis uit eerdere projecten te bundelen, werd een meerwaarde gecreëerd ter ondersteuning van de politieke besluitvorming. Bij het plannen van nieuwe fietspaden werden bijvoorbeeld de luchtkwaliteitsnormen herzien of werd rekening gehouden met seizoensgebonden verschillen van de luchtkwaliteit in de stad.

Meer inzicht in de diensten die onze ecosystemen ons bewijzen

Het BEES-cluster (BElgium Ecosystem Services) kon ook opmerkelijke resultaten voorleggen.

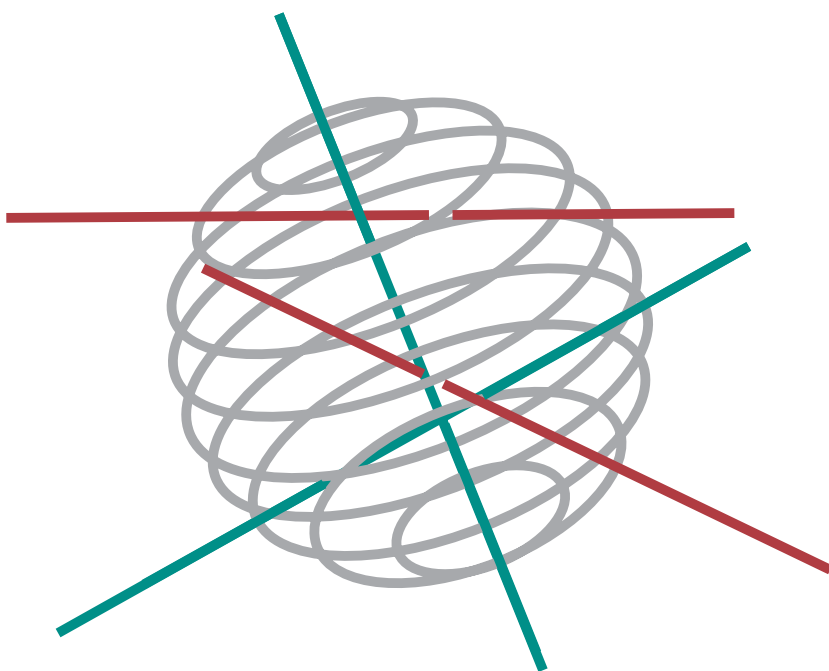
Dit netwerk van zes partners die zich bezighouden met verschillende facetten van ecosystemendiensten (de diensten die ecosystemen de mensheid kunnen bewijzen), heeft een aantal specifieke workshops over deze problematiek georganiseerd.

Het was hun bedoeling om na te denken over de grote onderzoeksvragen die opduiken bij de beoordeling van de diensten die ecosystemen in België bewijzen.

Na elke workshop werd over de denkoefening een verslag opgesteld. Die werden vervolgens in een eindverslag gebundeld dat door Elsevier werd uitgegeven en waarnaar inmid-

dels al in internationale vakliteratuur wordt verwezen.

Resultaten: dit cluster slaagde erin om thema's voor toekomstige onderzoeken in kaart te brengen, en hoewel BEES officieel afgerond is, loopt het project vandaag nog steeds! De deskundigen die het clusterproject hebben samengebracht, netwerken ook vandaag nog verder, zowel nationaal als internationaal. Het secretariaat dat aan het Belgische Platform voor Biodiversiteit werd toevertrouwd (dat ook door het Federaal Wetenschapsbeleid wordt gefinancierd) is de draaischijf voor uitwisselingen tussen alle partijen die zich in het binnen- en het buitenland buigen over de problematiek van de ecosystemendiensten.



ENERGIE				
Acroniem	Titel	Coördinators/Promotors	Instelling	E-mail
LACSAWEP	Landschapscapaciteit en sociale attitudes met betrekking tot wind-energieparken in België	VAN ROMPAEY Anton (C) SCHMITZ SERGE KESTELOOT Christian	KULeuven ULg KULeuven	anton.vanrompaey@geo.kuleuven.be S.Schmitz@ulg.ac.be chris.kesteloot@geo.kuleuven.ac.be
WindBalance	Balancing met windenergie in het elektriciteitsnet: een globale technisch-economische en gecoördineerde aanpak	BELMANS Ronnie (C) PALMERS Geert D'HAESELEER William MAUN Jean-Claude	KULeuven 3E nv KULeuven ULB	Ronnie.Belmans@esat.kuleuven.ac.be geert.palmers@3E.be William.Dhaeseleer@mech.kuleuven.be jcmaun@ulb.ac.be
BIOSES	Duurzaam eindgebruik van bio-brandstoffen	PELMANS Luc (C) VAN MIERLO Joeri DE RUYCK Jacques MACHARIS Cathy JOSSART Jean-Marc	VITO VUB VUB VUB UCL	luc.pelkmans@vito.be joeri.van.mierlo@vub.ac.be jacques.de.ruyck@vub.ac.be Cathy.Macharis@vub.ac.be jossart@ecav.ucl.ac.be
Q-DIRECT	Ontwikkeling van richtlijnen voor Belgische kwaliteitssystemen voor kleinschalige hernieuwbare energiesystemen	HUBERLANT Bernard (C) DE RUYCK Jacques VANDAELE Luk VAN PASSEL Willy DRIESEN Johan	3E nv VUB WTCB-CSTC Hogeschool W&K KULeuven	bernard.huberlant@3E.be jdruyck@vub.ac.be luk.vandaele@bbri.be wvp@denayer.wenk.be johan.driesen@esat.kuleuven.be
TEXBIAG	Beslissingstools ter ondersteuning van de ontwikkeling van bio-energie in de landbouw	SCHENKEL Yves (C) VAN STAPPEN Florence (C) DE RUYCK Jacques SVEND Bram NEVEN Thomas CASTIAUX Annick BROSE Isabelle DRIESEN Johan	CRA CRA VUB VUB VUB FUNDP FUNDP KULeuven	schenkel@cra.wallonie.be vanstappen@cra.wallonie.be jdruyck@vub.ac.be Svend.Bram@vub.ac.be thomas.neven@vub.ac.be annick.castiaux@fundp.ac.be isabelle.brose@fundp.ac.be johan.driesen@esat.kuleuven.be
TUMATIM	Omgaan met onzekerheid en risico in energiesystemen met MARKAL/TIMES	PROOST Stef (C) DUERINCK Jan	KULeuven VITO	stef.proost@econ.kuleuven.ac.be jan.duerinck@vito.be
SEPIA	Integrale benadering van duurzaam energiebeleid Een normatieve bijdrage tot beleidsondersteuning	VERBRUGGEN Aviel (C) LAES Erik JACQUEMAIN Marc EGGERMONT Gilbert	UA SCK-CEN ULg VUB	aviel.verbruggen@uantwerpen.be elaes@sckcen.be marc.jacquemain@ulg.ac.be human.ecology@vub.ac.be
HECoRE	Huishoudelijk energiegebruik en terugslageffecten	WALLENBORN Grégoire (C) VERBRUGGEN Aviel GOETGHEBUER Didier	ULB UA ICEDD	Gregoire.wallenborn@ulb.ac.be aviel.verbruggen@uantwerpen.be kt@icedd.be
INESPO	Innovative instruments for Energy Saving Policies: White Certificates and Complementary Currencies	HUDON Marek (C) DECONINCK Geert BACHUS Kris	ULB KULeuven KULeuven	mhudon@ulb.ac.be geert.deconinck@esat.kuleuven.be kris.bachus@hiva.kuleuven.be
TRANS2HOUSE	Transition pathways to efficient (electrified) transport for households	VAN MIERLO Joeri (C) PONNETTE Raf MACHARIS Cathy VANDENZEGEL Stephan	VUB VITO VUB Le Centre Urbain	joeri.van.mierlo@vub.ac.be raf.ponnette@vito.be Cathy.Macharis@vub.ac.be Stephan.vandenzegel@curbain.be

TRANSPORT EN MOBILITEIT				
Acroniem	Titel	Coördinators/Promotors	Instelling	E-mail
LIMOBEL	De lange termijn effecten van beleidsmaatregelen op de mobiliteit in België	MAYERES Inge (C) JOURQUIN Bart DE VLIÉGER Ina	FPB-BFP FUCaM VITO	m@plan.be Bart.Jourquin@fucam.ac.be ina.devlieger@vito.be
ADICCT	Evaluatie en ontwikkeling van bedrijfsinitiatieven inzake de controle en vermindering van woon-werkverplaatsingen	WITLOX Frank (C) JOURQUIN Bart THOMAS Isabelle VERHETSEL Ann	UGent FUCaM UCL UA	frank.witlox@ugent.be Bart.Jourquin@fucam.ac.be isabelle.thomas@uclouvain.be ann.verhetsel@uantwerpen.be
BMW	Weekpatronen in Mobiliteitsgedrag	TOINT Philippe (C) IMMERS Ben AXHAUSEN Kay	FUNDP KULeuven ETH Zurich	philippe.toint@fundp.ac.be ben.immers@cib.kuleuven.be axhausen@ivt.baug.ethz.ch
ESTIMATE	Een gedragsanalyse en evaluatie van de impact op het milieu bij een multimodale transportkeuze	WETS Geert (C) MACHARIS Cathy VAN MIERLO Joeri LANNOY Pierre	UHasselt VUB VUB ULB	Geert.Wets@uhasselt.be cathy.macharis@vub.ac.be joeri.van.mierlo@vub.ac.be pilannoy@ulb.ac.be

CLEVER	Onderzoek naar milieuvriendelijke voertuigen: LCA (LevensCyclus Analyse) en beleidsmaatregelen	VAN MIERLO Joeri (C) GOVAERTS Leen MACHARIS Cathy HECQ Walter DE CAEVEL Bernard	VUB VITO VUB ULB RDC Environment	joeri.van.mierlo@vub.ac.be leen.govaerts@vito.be cathy.macharis@vub.ac.be whecq@ulb.ac.be bernard.decaevel@rdcenvironment.be
PROMOCO	Professionele verplaatsingen en bedrijfswagens	TOINT Philippe (C) CORNELIS Eric (C) WETS Geert MACHARIS Cathy	FUNDP FUNDP UHasselt VUB	philippe.toint@fundp.ac.be eric.cornelis@fundp.ac.be Geert.Wets@uhasselt.be cathy.macharis@vub.ac.be
SUSTAPARK	Optimalisatie van prijs en locatie van duurzaam stedelijk parkeren	DE CEUSTER Griet (C) STEENBERGHE Thérèse LANNOY Pierre	TML KULeuven ULB	griet@tmleuven.be therese.steenberghen@sadl.kuleuven.be pilannoy@ulb.ac.be
DSSITP	Beslissingsondersteunend systeem voor intermodaal transportbeleid	MACHARIS Cathy (C) JANSSENS Gerrit JOURQUIN Bart	VUB UHasselt FUCaM	cathy.macharis@vub.ac.be AXHAUSEN Kay Bart.Jourquin@fucam.ac.be
MOBLOC	Mobilities and long term location choices in Belgium	TOINT Philippe (C) EGGERICKX Thierry GERBER Philippe	FUNDP UCL CEPS/INSTEAD	philippe.toint@fundp.ac.be eggerickx@sped.ucl.ac.be philippe.gerber@ceps.lu
MESsAGE	Mobiliteit en Ouderen: Succesvol ouder worden binnen een duurzaam mobiliteitssysteem	VLEUGELS Ilse (C) VERTE Dominique LANNOY Pierre	Mobiel 21 VUB ULB	ilse.vleugels@mobiel21.be dominique.verte@vub.ac.be pilannoy@ulb.ac.be
ISEEM	Ontwikkeling van een geïntegreerd ruimtelijk-economisch-ecologisch modelkader voor de analyse van de invloed van beleidsmaatregelen rond duurzaamheid	IVANOVA Olga (C) MAYERES Inge HAMAIDE Bertrand WITLOX Frank	TML FPB-BFP FUSL UGent	olga@tmleuven.be im@plan.be hamaide@fusl.ac.be frank.witlox@ugent.be

GEZONDHEID EN MILIEU

Acroniem	Titel	Coördinatoren/Promotors	Instelling	E-mail
PARHEALTH	Gezondheidseffecten van fijn stof in relatie met fysisch-chemische karakteristieken en meteorologie	NEMERY Benoit (C) NAWROT Tim (C) BERNARD Alfred NICKMILDER Marc VAN LANGENHOVE Herman DEWULF Jo DEMEESTERE Kristof VAN GRIEKEN René DE MAEYER-WOROBIEC Anna DE BACKER Hugo	KULeuven KULeuven UCL UCL UGent UGent UGent UA UA KMI-IRM	Ben.Nemery@med.kuleuven.be Tim.Nawrot@med.kuleuven.be Bernard@toxi.ucl.ac.be marc.nickmilder@toxi.ucl.ac.be herman.vanlangenhove@UGent.be jo.dewulf@UGent.be kristof.demeestere@UGent.be Rene.VanGrieken@uantwerpen.be anna.worobiec@uantwerpen.be Hugo.DeBacker@kmi-irm.be
S2NANO	Fysico-chemische determinanten van toxiciteit: Rationele benadering voor veiliger nanomaterialen	LISON Dominique (C) VOLDERS Micheline HOET Peter MARTENS Johan KIRSCHHOEK Christine	UCL VUB KULeuven KULeuven KULeuven	lison@toxi.ucl.ac.be mkirschv@vub.ac.be peter.hoet@med.kuleuven.ac.be johan.martens@biw.kuleuven.be christine.kirschhock@biw.kuleuven.be
MIC-ATR	Ontwikkeling van een nieuw detectiesysteem met sensor, regenererbaar en goedkoop, met microbiologische bestanddelen	VAN CAUWENBERGHE Anne (C) DE CONINCK Joël VOUE Michel HUYGEN Kris DENIS Olivier	HPH Mons UMH UMH WIV-ISP WIV-ISP	anne.vancauwenberge@hainaut.be joel.de.coninck@cmm.umh.ac.be kris.huygen@iph.fgov.be olivier.denis@iph.fgov.be
ANIMO	Binnenhuis risicofactoren voor respiratoire aandoeningen bij kinderen: ontwikkeling en toepassing van niet-invasieve biomarkers	SCHOETERS Greet (C) BERNARD Alfred DESAGER Kristin	VITO UCL UZA	greet.schoeters@vito.be Bernard@toxi.ucl.ac.be kristine.desager@uza.be
SHAPES	Fysieke activiteit en gezondheidsrisico's van fietsen in verschillende geografische omstandigheden	INT PANIS Luc (C) TORFS Rudi (C) MEEUSEN Romain DE GEUS Bas THOMAS Isabelle VANDENBULCKE-PLAS-SCHAERT Grégory	VITO VITO VUB VUB UCL UCL	luc.intpanis@vito.be rudi.torfs@vito.be romain.meeusen@vub.ac.be bas.de.geus@vub.ac.be isabelle.thomas@geog.ucl.ac.be gregory.vandenbulcke@uclouvain.be

AGRO-VOEDING				
Acroniem	Titel	Coördinators/Promotors	Instelling	E-mail
NORISK	Transmissiewegen van Norovirusen, opduikende humane pathogenen aanwezig in de voedselketen	THIRY Etienne (C)	ULg	Etienne.thiry@ulg.ac.be
		UYTTENDAELE Mieke	UGent	mieke.uyttendaele@UGent.be
		DEBEVERE Johan	UGent	johan.debevere@UGent.be
		DIERICK Katelijne	WIV-ISP	Katelijne.Dierick@iph.fgov.be
		BROCHIER Bernard	WIV-ISP	bernard.brochier@iph.fgov.be
		HERMAN Lieve DAUBE Georges	ILVO ULg	l.herman@ilvo.vlaanderen.be Georges.Daube@ulg.ac.be
OFFQ	Impact van troposferisch ozon op de voedsel- en voederkwaliteit van Brassicaceae	VANDERMEIREN Karine (C)	CODA-CERVA	kavan@var.fgov.be
		GUISEZ Yves	UA	yves.guisez@uantwerpen.be
		CEULEMANS Reinhart	UA	reinhart.ceulemans@uantwerpen.be
ALLERRISK	Ontwikkeling van een geïntegreerde strategie voor de aanpak van de allergenenproblematiek in de Belgische voedsel- en cateringindustrie	DE LOOSE Marc (C)	ILVO	marc.deloose@ilvo.vlaanderen.be
		DAESELEIRE Els (C)	ILVO	els.daeseleire@ilvo.vlaanderen.be
		DE MEULENAER Bruno	UGent	bruno.demeulenaer@ugent.be
		DEVREESE Bart	UGent	bart.devreese@ugent.be
		DE PAUW Edwin	ULg	e.depauw@ulg.ac.be
		MAGHUIN-ROGISTER Guy	ULg	g.maghuin@ulg.ac.be
		STEVENS Wim EBO Didier	UA UA	wim.stevens@uantwerpen.be didier.ebo@uantwerpen.be
MUSICAL	Multifunctionaliteit en lokale identiteit als paradigma's voor een duurzame en competitieve landbouw	VAN HUYLENBROECK Guido (C)	UGent	Guido.VanHuylenbroeck@UGent.be
		ALLAERT Georges	UGent	georges.allaert@ugent.be
		VAN HECKE Etienne	KULeuven	etienne.vanhecke@geo.kuleuven.ac.be
		LAUWERS Ludwig	ILVO	ludwig.lauwers@ewbl.vlaanderen.be
		NEVENS Frank	ILVO	frank.nevens@ewbl.vlaanderen.be
		LEROY Cathérine-Marie	Fondation rurale de Wallonie	cm.leroy@frw.be
STECTRACK	Validatie van detectiemethoden voor nieuw opduikende ziekteverwekkende Escherichia coli	DE ZUTTER Lieven (C)	UGent	lieven.dezutter@ugent.be
		HERMAN Lieve	ILVO	lieve.herman@ilvo.vlaanderen.be
		HEYNDRIKX Marc	ILVO	Marc.Heyndrickx@ilvo.vlaanderen.be
		DE REU Koen	ILVO	koen.dereu@ilvo.vlaanderen.be
		DEL-FAVERO Jurgen	UA	jurgen.delfavero@uantwerpen.be
		PIERARD Denis DAUBE Georges	UZ Brussel ULg	denis.pierard@uzbrussel.be georges.daube@ulg.ac.be
FOODINTER	Voedingsinteracties: gezondheidseffecten, consumentenperceptie en impact op de agroalimentaire industrie	MAGHUIN-ROGISTER Guy (C)	ULg	g.maghuin@ulg.ac.be
		SCIPPO Marie-Louise (C)	ULg	mlscippo@ulg.ac.be
		MORMONT Marc (C)	ULg	mmormont@ulg.ac.be
		SCHNEIDER Yves-Jacques	UCL	yjs@uclouvain.be
		LARONDELLE Yvan	UCL	yvan.larondelle@uclouvain.be
		PUSSEMIER Luc	CODA-CERVA	info@var.fgov.be
		BLUST Ronny	UA	Ronny.blust@uantwerpen.be
		DE SAEGER Sarah	UGent	sarah.desaeger@UGent.be
		VAN PETEGHEM Carlos	UGent	Carlos.VanPeteghem@ugent.be
BIODIVERSITEIT				
Acroniem	Titel	Coördinators/Promotors	Instelling	E-mail
ALIEN IMPACT	Impact van sterk invasieve exotische planten op de biodiversiteit: mechanismen, amplificerende factoren en risico-analyse	NIJS Ivan (C)	UA	Ivan.Nijs@uantwerpen.be
		MEERTS Pierre	ULB	pmeerts@ulb.ac.be
		TRIEST Ludwig	VUB	ltriest@vub.ac.be
		MAHY Grégory	FUSAGx	mahy.g@fsagx.ac.be
		JACQUEMART Anne-Laure	UCL	Jacquemart@ecol.ucl.ac.be
CCAMBIO	Klimaatverandering en Antarctische microbiële biodiversiteit	WILMOTTE Annick (C)	ULg	awilmotte@ulg.ac.be
		CONVEY Peter	BAS	p.convey@bas.ac.uk
		VAN DE PUTTE Anton	KBIN-IRSNB	anton.vandeputte@naturalsciences.be
		VAN DE VIJVER Bart	NPB-JBB	vandevijver@br.fgov.be
		VYVERMAN Wim WILLEMS Anne	UGent UGent	Wim.Vyverman@UGent.be Anne.Willems@UGent.be

PONDSCAPE	Naar een duurzaam beheer van poelen op landschapsschaal	MARTENS Koen (C) DE MEESTER Luc VYVERMAN Wim CASTIAUX Annick KESTEMONT Patrick CAUCHIE Henri-Michel HOFFMANN Lucien	KBIN-IRSNB KULeuven UGent FUNDP FUNDP GRP-GL GRP-GL	martens@naturalsciences.be Luc.DeMeester@bio.kuleuven.be wim.vyverman@UGent.be annick.castiaux@fundp.ac.be patrick.kestemont@fundp.ac.be cauchie@lippmann.lu hoffmann@lippmann.lu
CLANIMAE	Antropogene en Klimatologische Impacts op de Afrikaanse Ecosystemen	VERSCHUREN Dirk (C) ANDRE Luc BOCK Laurent COCQUYT Christine MARCHANT Robert A.	UGent KMMA-MRAC FUSAGx NPB-JBB University of York	dirk.verschuren@UGent.be luc.andre@africamuseum.be geopedologie@fsagx.ac.be c.cocquyt@telenet.be rm524@york.ac.uk
MODIRISK	Muggen, overdragers van ziekten: spatiale biodiversiteit, factoren die verandering sturen en risico	VAN BORTEL Wim (C) GROOTAERT Patrick HANCE Thierry HENDRICKX Guy TAKKEN Willem	ITG-IMT KBIN-IRSNB UCL Avia-GIS WU	wvbortel@itg.be Patrick.grootaert@natuurwetenschappen.be hance@ecol.ucl.ac.be ghendrickx@avia-gis.be willem.takken@wur.nl
SELNAT	Hoe zorgen dat Natura 2000 goed functioneert? Socio-economisch, juridisch en ecologisch management	VINCKE Jan (C) HERMY Martin ENDELS Patrick HAUMONT Francis BORN Charles-Hubert MAHY Grégory TYTECA Daniel	Resource Analysis KULeuven KULeuven UCL UCL FUSAGx UCL	jav@resource.be martin.hermy@biw.kuleuven.be patrick.endels@biw.kuleuven.be haumont@publ.ucl.ac.be born@publ.ucl.ac.be Mahy.g@fsagx.ac.be tyteca@poms.ucl.ac.be
AMBIO	Antarctische microbiële biodiversiteit: het belang van geografische en ecologische factoren	WILMOTTE Annick (C) VYVERMAN Wim WILLEMS Anne	ULg UGent UGent	awilmotte@ulg.ac.be Wim.Vyverman@UGent.be Anne.Willems@UGent.be
BIANZO II	Biodiversiteit van drie groepen representatief voor het Antarctische Zoobenthos - Respons op Verandering	VANREUSEL Ann (C) DE BROYER Claude MARTIN Patrick DE RIDDER Chantal DAUBY Patrick DAVID Bruno	UGent KBIN-IRSNB KBIN-IRSNB ULB ULg Université de Bourgogne	ann.vanreusel@UGent.be claudedeubroyer@naturalsciences.be patrick.martin@naturalsciences.be crigger@ulb.ac.be pdauby@ulg.ac.be bruno.david@u-bourgogne.fr
CHOLTIC	Cholera-epidemieën aan het Tanganyikameer: uitgelokt door klimaatverandering?	PLISNIER Pierre-Denis (C) CORNET Yves COCQUYT Christine JACOBS Jan DELEERSNIJDER Eric	KMMA-MRAC ULg NPB-JBB ITG-IMT UCL	pierre-denis.plisnier@africamuseum.be ycornet@ulg.ac.be c.cocquyt@br.fgov.be jjacobs@itg.be eric.deleersnijder@uclouvain.be
COBAFISH	Congobekken: van carbon tot vissen	VERHEYEN Erik (C) BORGES Alberto BOUILLON Steven COCQUYT Christine SNOEKS Jos	KBIN-IRSNB ULg KULeuven NPB-JBB KMMA-MRAC	erik.verheyen@naturalsciences.be Alberto.Borges@ulg.ac.be Steven.Bouillon@ees.kuleuven.be christine.cocquyt@br.fgov.be jos.snoeks@africamuseum.be
COBIMFO	Geïntegreerde monitoring van het Congobekken voor koolstof mitigatie en biodiversiteit in bosbestanden	BOECKX Pascal (C) VERBEECK Hans BEECKMAN Hans BOGAERT Jan DEFOURNY Pierre DESSEIN Steven VERHEYEN Erik LEIRS Herwig	UGent UGent KMMA-MRAC ULg UCL NPB-JBB KMI-IRM UA	pascal.boeckx@ugent.be Hans.Verbeeck@UGent.be hans.beeckman@africamuseum.be jan.bogaert@ulg.ac.be Pierre.Defourny@uclouvain.be steven@br.fgov.be erik.verheyen@naturalsciences.be herwig.leirs@uantwerpen.be

ATMOSFEER & TERRESTRISCHE EN MARIENE ECOSYSTEMEN				
Acroniem	Titel	Coördinators/Promotors	Instelling	E-mail
AGACC	Gevorderde exploitatie van Grondwaarnemingen voor toepassing in Atmosferische Chemie-en Klimaat-studies	DE MAZIERE Martine (C) DE BACKER Hugo MAHIEU Emmanuel CARLEER Michel	KBIN-IRSNB KMI-IRM ULg ULB	martine.demaziere@aeronomie.be Hugo.DeBacker@kmi-irm.be emmanuel.mahieu@ulg.ac.be mcarleer@ulb.ac.be
AGACC II	Gevorderde exploitatie van grondwaarnemingen voor toepassing in atmosferische chemie-en klimaat-studies – II	DE MAZIERE Martine (C) DE BACKER Hugo VANDER AUWERA Jean MAHIEU Emmanuel	KBIN-IRSNB KMI-IRM ULB ULg	martine@oma.be Hugo.DeBacker@kmi-irm.be jauwera@ulb.ac.be emmanuel.mahieu@ulg.ac.be
BIOSOL	Vormingsmechanismen, merkerverbindingen en brontoewijzing voor BIOgene atmosferische aëroSOlen	MAENHAUT Willy (C) CLAEYS Magda JANSSENS Ivan KULMALA Markku	UGent UA UA UHEL	Willy.Maenhaut@UGent.be magda.claeys@uantwerpen.be ivan.janssens@uantwerpen.be markku.kulmala@helsinki.fi
IBOOT	Impact van Biogene emissies op Organische aerosolen en Oxidantia in de Troposfeer	MULLER Jean-François (C) PEETERS Jozef VERECKEN Luc MOORTGAT Geert WINTERHALTER Richard	BIRA-IASB KULeuven KULeuven MP-Instituut MP-Instituut	Jean-Francois.Muller@aeronomie.be Jozef.Peeters@chem.kuleuven.ac.be Luc.Verecken@chem.kuleuven.be moo@mpch-mainz.mpg.de winterha@mpch-mainz.mpg.de
BBLOOMS 2	Cyanobacteriële bloeien: toxiciteit, diversiteit, modelleren en beheer	DESCY Jean-Pierre (C) VYVERMAN Wim TRIEST Ludwig WILMOTTE Annick CODD Geoffrey A.	FUNDP UGent VUB ULg University of Dundee	jean-pierre.descy@fundp.ac.be wim.vyverman@ugent.be ltriest@vub.ac.be awilmotte@ulg.ac.be g.a.codd@dundee.ac.uk
FRAC WECO	Flux-gebaseerde Risico beoordeling van de impact van Contaminanten op Waterlichamen en ECO-systemen	BROUYERE Serge (C) DASSARGUES Alain THOME Jean-Pierre DIELS Ludo DEJONGHE Winnie MANSHOVEN Saskia BATELAAN Okke CANTERS Frank HERIVAUX Cécile	ULg ULg ULg VITO VITO VITO VUB VUB BRGM	Serge.Brouyere@ulg.ac.be alain.dassargues@ulg.ac.be JP.Thome@ulg.ac.be ludo.diels@vito.be winnie.dejonghe@vito.be saskia.manshoven@vito.be batelaan@vub.ac.be fcanters@vub.ac.be c.herivaux@brgm.fr
IMPECVOC	Impact van fenologie en omgevingscondities op de emissie van BVOS door bosecosystemen	LEMEUR Raoul (C) DEWULF Jo VAN LANGENHOVEN Herman AMELYNCK Crist AUBINET Marc	UGent UGent UGent BIRA-IASB FUSAGx	raoul.lemeur@ugent.be jo.dewulf@ugent.be Herman.VanLangenhove@UGent.be cris.amelynck@aeronomie.be aubinet.m@fsagx.ac.be
MANUDYN II	Macrophyten en nutriënt dynamiek: proces en veldstudies in de bovenlopen van rivieren	MEIRE Patrick (C) DEHAIRS Frank BRION Natacha VASEL Jean-Luc BOUMA Tjeerd J.	UA VUB VUB ULg NIOO-KNAW	Patrick.meire@uantwerpen.be frank.dehairs@vub.ac.be nnbrion@vub.ac.be jlvasel@ulg.ac.be t.bouma@nioo.know.nl
VOTES	Valuation of Terrestrial Ecosystem Services in a multifunctional peri-urban space	DENDONCKER Nicolas (C) FRANCOIS Louis VAN HERZELE Ann DEVILLET Guenaël	FUNDP ULg VUB ULg	nicolas.dendocker@fundp.ac.be louis.francois@ulg.ac.be ann.vanherzele@vub.ac.be g.devillet@ulg.ac.be
ECOFRESH	ECOsysteem services of FRESHwater systems	MEIRE Patrick (C) DE NOCKER Leo DE MEESTER Luc GOETHALS Peter TURKELBOOM Francis	UA VITO KULeuven UGent INBO	patrick.meire@uantwerpen.be leo.denocker@vito.be luc.demeester@bio.kuleuven.be Peter.Goethals@UGent.be francis.turkelboom@inbo.be
MYCARBIO	Impact van mycorrhizae op de biodiversiteit en de koolstofbalans van graslandecosystemen onder gewijzigde klimaatscondities	DECLERCK Stéphane (C) CEULEMANS Reinhart NIJS Ivan	UCL UA UA	declerck@mbla.ucl.ac.be Reinhart.ceulemans@uantwerpen.be Ivan.nijs@uantwerpen.be

CLIMAR	Evaluatie van de impact van globale klimaatsveranderingen en aanpassingsmaatregelen voor mariene activiteiten	VAN DEN EYNDE Dries (C) DE SUTTER Renaat MAES Frank VERWAEST Toon POLET Hans	KBIN-IRSNB ECOLAS UGent Flanders Hydraulics Research ILVO	Dries.VandenEynde@mumm.ac.be renaat.desutter@ecolas.be frank.maes@ugent.be toon.verwaest@mow.vlaanderen.be hans.polet@dvz.be
AMORE III	Gecombineerde effecten van hydroklimaatsveranderingen en menselijke activiteiten op het kustecosysteem	LANCELOT Christiane (C) ROUSSEAU Véronique (C) GROSJEAN Philippe DELBARE Daan RUDDICK Kevin LACROIX Genevière	ULB ULB UMH ILVO KBIN-IRSNB KBIN-IRSNB	lancelot@ulb.ac.be vrouso@ulb.ac.be Philippe.Grosjean@umh.ac.be daan.delbare@ilvo.vlaanderen.be K.Ruddick@mumm.ac.be G.Lacroix@mumm.ac.be
MICROMET	Microbiële diversiteit en metaalfluxen in gecontamineerde Noordzeesedimenten	GILLAN David C. (C) DUBOIS Philippe (C) SABBE Koen BAEYENS Willy LEERMAKERS Martine FISCHER Jean-Claude	ULB ULB UGent VUB VUB Université de Lille	dgillan@ulb.ac.be phdubois@ulb.ac.be Koen.Sabbe@UGent.be wbaeyens@vub.ac.be mleermak@vub.ac.be jean-claude.fischer@univ-lille.fr
LUSi	Landgebruik en het transport van silicium doorheen het Scheldebekken	MEIRE Patrick (C) GOVERS Gerard VAN WESEMAEL Bas	UA KULeuven UCL	Patrick.meire@uantwerpen.be gerard.govers@geo.kuleuven.ac.be vanwesemael@geog.ucl.ac.be
QUEST4D	Kwantificeren van erosie/sedimentatiepatronen om de natuurlijke van de antropogeen geïnduceerde sedimentdynamiek te onderscheiden	VAN LANCKER Vera (C) FETTWEIS Michael MONBALIU Jaak VERWAEST Toon DEGRAER Steven	UGent KBIN-IRSNB KULeuven Waterbouwkundig Laboratorium UGent	vera.vanlancker@ugent.be m.fettweis@mumm.ac.be jaak.monbaliu@bwk.kuleuven.ac.be toon.verwaest@mow.vlaanderen.be steven.degraer@ugent.be
INRAM	Geïntegreerde risicoanalyse en monitoring van micropolluenten in Belgische kustwateren	JANSSEN Colin (C) ROOSE Patrick DE BRABANDER Hubert VINCX Magda MEES Jan	UGent KBIN-IRSNB UGent UGent VLIZ	colin.janssen@ugent.be p.roose@mumm.ac.be Hubert.debrabander@ugent.be magda.vincx@ugent.be jan.mees@vliz.be
WESTBANKS	Interacties tussen het bentische en pelagische ecosysteem in ondiepe kustzones en de effecten op de avifauna	VINCX Magda (C) VANAVERBEKE Jan (C) VOLCKAERT Filip STIENEN Eric SOETAERT Karline MEES Jan	UGent UGent KULeuven INBO NIOO-KNAW VLIZ	magda.vincx@ugent.be Jan.Vanaverbeke@UGent.be Filip.volckaert@bio.kuleuven.ac.be Eric.stienen@inbo.be k.soetaert@nioo.knaw.nl jan.mees@vliz.be
SHIPFLUX	Atmosferische depositie van scheepsemissies in de Belgische maritieme wateren	VAN GRIEKEN René (C) MENSINK Clemens	UA VITO	rene.vangrieken@uantwerpen.be clemens.mensink@vito.be
WAKO II	Geïntegreerde evaluatie van de impact van warrelnet- en boomkorvisserij	DEPESTELE Jochen (C) HOSTENS Kris (C) POLET Hans (C) VANDENDRIESSCHE Sofie (C) COURTENS Wouter STIENEN Eric DEGRAER Steven HAELTERS Jan RABAUT Marijn VINCX Magda	ILVO ILVO ILVO ILVO INBO INBO KBIN-IRSNB KBIN-IRSNB UGent UGent	Jochen.Depestele@ilvo.vlaanderen.be Kris.Hostens@ilvo.vlaanderen.be hans.polet@ilvo.vlaanderen.be sofie.vandendriessche@ilvo.vlaanderen.be wouter.courtens@inbo.be Eric.Stienen@inbo.be S.Degraer@mumm.ac.be J.Haelters@mumm.ac.be Marijn.Rabaut@ugent.be magda.vincx@ugent.be
EnSIS	Gevoeligheid van het ecosysteem ten aanzien van invasieve soorten	DEGRAER Steven (C) HOUZIAU Jean-Sébastien (C) KERCKHOF Francis (C) VAN LANCKER Vera (C) VINCX Magda MERCCKX Bea STIENEN Eric COURTENS Wouter CRAEYMEERSCH Johan HOSTENS Kris VAN HOEY Gert	KBIN-IRSNB KBIN-IRSNB KBIN-IRSNB KBIN-IRSNB UGent UGent INBO INBO Wageningen IMARES ILVO ILVO	S.Degraer@mumm.ac.be jean-sebastien.houziaux@naturalsciences.be F.Kerckhof@mumm.ac.be V.Vanlancker@mumm.ac.be Magda.Vincx@UGent.be bea.merckx@ugent.be Eric.Stienen@inbo.be wouter.courtens@inbo.be Johan.Craeymeersch@wur.nl Kris.Hostens@ilvo.vlaanderen.be gert.vanhoey@ilvo.vlaanderen.be

OSERIT	Ontwikkeling van een geïntegreerde software voor de voorspelling van de impacts van olievervuiling	LEGRAND Sébastien (C)	KBIN-IRSNB	s.legrand@mumm.ac.be
LECOFISH	Het gebruik van locale ecologische kennis als bijdrage tot een ecosysteembenadering in een duurzaam visserijbeheer	MAES Frank (C)	UGent	Frank.Maes@UGent.be
AS-MADE	Evaluatie van Marien afval in de zone van het Belgisch Continentaal Plat: voorkomen en effecten	JANSSEN Colin (C) MEES Jan MAELFAIT Hannelore STIENEN Eric	UGent VLIZ VLIZ INBO	colin.janssen@ugent.be jan.mees@vliz.be hannelore.maelfait@vliz.be eric.stienen@inbo.be
BOREAS	Evaluatie van de Belgische oceaanenergie	DE ROUCK Julien (C) MONBALIU Jaak VAN DEN EYNDE Dries VERWAEST Toon	UGent KULeuven KBIN-IRSNB Waterbouwkundig Laboratorium	julien.derouck@ugent.be jaak.monbaliu@bwk.kuleuven.be d.vandeneynde@mumm.ac.be toon.verwaest@mow.vlaanderen.be
PMPZ-DBII	Revitalisatie van de metingen die werden verzameld in de eerste jaren van de moderne oceanografie in België	SCORY Serge (C)	KBIN-IRSNB	S.Scory@mumm.ac.be
BIOSERF	Duurzaamheid van de tropische bosbiodiversiteit en de diensten onder druk van klimaatverandering en menselijke activiteiten	HAMBUCKERS Alain (C) DENDONCKER Nicolas FRANCOIS Louis VAN DAMME Patrick BEUDELS Roseline C.	ULg FUNDP ULg UGent KBIN-IRSNB	alain.hambuckers@ulg.ac.be nicolas.dendoncker@fundp.ac.be Louis.Francois@ulg.ac.be Patrick.VanDamme@UGent.be roseline.beudels@naturalsciences.be
EAGLES	Sensitiviteit van een Oost-Afrikaans riftmeer voor veranderingen	DESCY Jean-Pierre (C) ANDRE Luc BOUILLON Steven BORGES Alberto VYVERMAN Wim CORNET Yves VAN LIPZIG Nicole GUILLARD Jean	FUNDP KMMA-MRAC KULeuven ULg UGent ULg KULeuven UMR CARRETEL	jpdescy@fundp.ac.be lucandre@africamuseum.be steven.bouillon@ees.kuleuven.be alberto.borges@ulg.ac.be Wim.vyverman@ugent.be ycornet@ulg.ac.be nicole.vanlipzig@ees.kuleuven.be jean.guillard@thonon.inra.fr

KLIMAAT

Acroniem	Titel	Coördinatoren/Promotors	Instelling	E-mail
ASTER	Bepaling van onzekerheden in modelprojecties van het klimaat en het zeeniveau op lange termijn	FICHEFET Thierry (C) HUYBRECHTS Philippe MOUCHET Anne	UCL VUB ULg	fichfet@astr.ucl.ac.be phuybrec@vub.ac.be a.mouchet@ulg.ac.be
CALMARS II	Mariene biogene carbonaten als archieven van klimaatverandering: een kritische evaluatie	WILLENZ Philippe (C) ANDRE Luc G.R. (C) DUBOIS Philippe DEHAIRS Frank BLUST Ronny	KBIN-IRSNB KMMA-MRAC ULB VUB UA	philippe.willenz@naturalsciences.be lucandre@africamuseum.be phdubois@ulb.ac.be fdehairs@vub.ac.be blust@ruca.ua.ac.be
PEACE	De rol van pelagische calcificatie en export van carbonaatproductie in klimaatverandering	CHOU Lei (C) BORGES Albert V. SABBE Koen ENGEL Anja	ULB ULg UGent AWI	Lei.Chou@ulb.ac.be Alberto.Borges@ulg.ac.be Koen.Sabbe@ugent.be aengel@awi-bremerhaven.de
ABC Impacts	Luchtvaart en het Belgische klimaatbeleid: analyse van de integratiemogelijkheden en van hun gevolgen	HECQ Walter (C) VAN MIERLO Joeri MACHARIS Cathy VAN YPERSELE DE STRIHOU Jean-Pascal	ULB VUB VUB UCL	whcq@ulb.ac.be Jvmierlo@vub.ac.be cjmachar@vub.ac.be vanypersele@astr.ucl.ac.be
ADAPT	Naar een geïntegreerd beleidsinstrument voor aanpassingsmaatregelen – case study: overstromingen	HECQ Walter (C) BACHUS Kris PIROTTON Michel MEIRE Patrick DE SUTTER Renaat	ULB KULeuven ULg UA Ecolas	whcq@ulb.ac.be kris.bachus@hiva.kuleuven.be Michel.Pirotton@ulg.ac.be patrick.meire@uantwerpen.be renaat.desutter@ecolas.be

CCI-HYDR	Impact van klimaatsverandering op hydrologische extremen langs rivieren en in rioleringen	WILLEMS Patrick (C) ROULIN Emmanuel	KULeuven KMI-IRM	Patrick.Willems@bwk.kuleuven.be Emmanuel.Roulin@oma.be
PSS-CCS	Beleidsondersteunend systeem voor het afvangen en opslaan van koolstofdioxide	PIESSENS Kris (C) LAENEN Ben BAELE Jean-Marc MATHIEU Philippe	KBIN-IRSNB VITO FPMs ULg	Kris.Piessens@naturalsciences.be Ben.Laenen@vito.be Jean-Marc.Baele@fpms.ac.be PMathieu@ulg.ac.be
CLIMNEG III	Klimaat, Coalities en Technologie	BRECHET Thierry (C) EYCKMANS Johan VAN YPERSELE DE STRIHOU Jean-Pascal	UCL EHSAL UCL	thierry.brechet@uclouvain.be johan.eyckmans@ehsal.be Vanypersele@astr.ucl.ac.be
HOLANT	Holocene klimaatvariabiliteit en ecosysteemveranderingen in de kustzone van Oost en Maritiem Antarctica	VYVERMAN Wim (C) WILMOTTE Annick DE BATIST Marc HODGSON Dominic A.	UGent ULg UGent BAS	wim.vyverman@UGent.be awilmotte@ULg.ac.be marc.debatist@UGent.be daho@pcmail.nerc-bas.ac.uk
ASPI	Antarctische Subglaciale Processen en Interacties: de rol van transitiezones in ijskapstabiliteit	PATTYN Frank (C) TISON Jean-Louis HUYBRECHTS Philippe	ULB ULB VUB	fpattyn@ulb.ac.be jtison@ulb.ac.be phuybrec@vub.ac.be
BELCANTO III	Geïntegreerde studie van de Zuidelijke Oceaan biogeochemie en klimaatinteracties in het Anthropoceen	DEHAIRS Frank (C) LANCELOT Christiane ANDRE Luc G.R. GOOSSE Hugues BORGES Alberto	VUB ULB KMMA-MRAC UCL ULg	fdehairs@vub.ac.be lancelot@ulb.ac.be luc.andre@africamuseum.be hgs@astr.ucl.ac.be Alberto.Borges@ulg.ac.be
BIGSOUTH	Biogeochemische cycli in de Zuidelijke Oceaan: Rol in het systeem Aarde	DEHAIRS Frank (C) TISON Jean-Louis FRIPIAT François ANDRE Luc G.R. GOOSSE Hugues VANCOPPENOLLE Martin DELILLE Bruno SCHOEMANN Véronique BARNIER Bernard	VUB ULB ULB KMMA-MRAC UCL UCL ULg NIOZ LEGI	fdehairs@vub.ac.be jtison@ulb.ac.be ffripiat@ulb.ac.be lucandre@africamuseum.be hugues.goose@uclouvain.be Martin.Vancoppenolle@uclouvain.be Bruno.Delille@ulg.ac.be Veronique.Schoemann@nioz.nl bernard.barnier@legi.grenoble-inp.fr
PREDANTAR	Begrip en voorspelling van de variabiliteit van de Antarctische zeeijsbedekking op decenniaschaal	GOOSSE Hugues (C) VANNITSEM Stéphane BARTH Alexander	UCL KMI-IRM ULg	hugues.goose@uclouvain.be Stephane.Vannitsem@meteo.be a.barth@ulg.ac.be
BIOSOA	Biogene Invloeden op Oxidanten en Secundair Organisch Aerosol: theoretisch, laboratorium- en modelleringsonderzoek	MULLER Jean-François (C) CARL Shaun PEETERS Jozef CLAEYS Magda MAENHAUT Willy LINUMA Yoshiteru HERRMANN Hartmut	BIRA-IASB KULeuven KULeuven UA UA IFT IFT	Jean-Francois.Muller@aeronomie.be Shaun.Carl.chem.kuleuven.ac.be Jozef.Peeters@chem.kuleuven.ac.be Magda.Claeys@uantwerpen.be willy.maenhaut@uantwerpen.be yoshi@tropos.de herrmann@tropos.de
iCLIPS	Beperken van onzekerheden in lange termijn klimaat- en zeeni-veauprojecties op basis van het Laatste Interglaciaal	HUYBRECHTS Philippe (C) FICHEFET Thierry	VUB UCL	phuybrec@vub.ac.be thierry.fichefet@uclouvain.be
MACCBET	De modellering van de samenstelling van de atmosfeer en het klimaat in België	VAN LIPZIG Nicole (C) DE RIDDER Koen VAN YPERSELE DE STRIHOU Jean-Pascal DELOBBE Laurent	KULeuven VITO UCL KMI-IRM	nicole.vanlipzig@ees.kuleuven.be koen.deridder@vito.be jean-pascal.vanypersele@uclouvain.be Laurent.Delobbe@meteo.be
IceCoN	Vermindering van de onzekerheden met betrekking tot massaveranderingen van de Antarctische ijskap in Dronning Maud Land	PATTYN Frank (C) TISON Jean-Louis BRUYNINX Carine VAN DAM Tonie MATSUOKA Kenichi HUBBARD Bryn	ULB ULB BIRA-IASB Univ. Luxembourg Norwegian Polar Institute Centre for Glaciology	fpattyn@ulb.ac.be jtison@ulb.ac.be C.Bruyninx@oma.be tonie.vandam@uni.lu kenichi.matsuoka@npolar.no byh@aber.ac.uk

TRANSVERSAAL ONDERZOEK				
Acroniem	Titel	Coördinators/Promotors	Instelling	E-mail
MultiMode	Een Multischaal-Multiagent Modelleerraamwerk voor de Afweging van Duurzame toekomstvisies in een Geglobaliseerde Leefomgeving	ACOSTA-MICHLIK Lilibeth (C) HENRY DE FRAHAN Bruno VAN HERZELE Ann ENGELLEN Guy WHITE Roger	UCL UCL VUB VITO Memorial University of Newfoundland	acosta@geog.ucl.ac.be henrydefrahan@ecru.ucl.ac.be ann.vanherzele@vub.ac.be guy.engellen@vito.be roger@morgan.ucs.mun.ca
TOPOZYM	Beleidsinstrument voor beleidsmakers en burgers met betrekking tot het beheer van publieke plaatsen volgens de principes van duurzame ontwikkeling	SCHMITZ Serge (C) VAN HECKE Etienne PARTOUNE Christine	ULg KULeuven ULg	s.schmitz@ulg.ac.be Etienne.VanHecke@geo.kuleuven.be ee-iep@guest.ulg.ac.be
CONSENTSUS	Uitwerking van scenario's en verkenning van transitiepaden voor duurzame consumptiepatronen	VAN DAMME Patrick (C) PAREDIS Erik (C) ZACCAI Edwin BOULANGER Paul-Marie	UGent UGent ULB IDD	Patrick.VanDamme@UGent.be Erik.Paredis@UGent.be ezaccai@ulb.ac.be idd@iddweb.be
DRUPSSuC	Ontwerp en renovatie van publieke stedelijke ruimten voor een duurzame stadsontwikkeling	DE HERDE André (C) VERMEIR Gerrit GODART Marie-Françoise HANIN Yves	UCL KULeuven ULB UCL	deherde@arch.ucl.ac.be Gerrit.Vermeir@bwk.kuleuven.be mfgodart@ulb.ac.be hanin@urba.ucl.ac.be
WELLBEBE	Naar theoretisch gefundeerde en democratisch gelegitimeerde indicatoren voor de meting van welzijn in België	BOULANGER Paul-Marie (C) ZACCAI Edwin BACHUS Kris VAN OOTEGEM Luc	IDD ULB KULeuven KULeuven	idd@iddweb.be ezaccai@ulb.ac.be kris.bachus@hiva.kuleuven.be luc.vanootegem@hiva.kuleuven.ac.be
SCoPE	Een kader voor een geïntegreerde evaluatie van milieugerelateerde risico's om beleidsbeslissingen wetenschappelijk te onderbouwen	TORFS Rudi (C) ZWETKOFF Catherine	VITO ULg	Rudi.Torfs@vito.be czwetkoff@ulg.ac.be
FSB-CBSM	Bevorderen van Duurzaam Gedrag: Community-Based Social Marketing	DARDENNE Benoit (C) WARLOP Luk VERBEECK Bruno SOHET Xavier	ULg KULeuven Ecolife Espace-Environnement	b.dardenne@ulg.ac.be luk.warlop@econ.kuleuven.ac.be bruno.verbeeck@ecolife.be xsohet@espace-environnement.be
ISEU	Integratie van de normalisering, het eco-ontwerp en het gedrag van de gebruikers voor de ontwikkeling van elektrische toestellen	ZACCAI Edwin (C) WALLENBORN Grégoire (C) ROUSSEAU Catherine GOETGHEBUER Didier	ULB ULB OIVO-CRIOC ICEDD	ezaccai@ulb.ac.be Gregoire.wallborn@ulb.ac.be catherine.rousseau@crioc.be kt@icedd.be
SuFiQuaD	Duurzaamheid, Financiële en Kwaliteitsevaluatie van woontypes	DE TROYER Frank (C) VAN DESSEL Johan GEERKEN Theo	KULeuven WTCB-CSTC VITO	frank.detroyer@asro.kuleuven.be johan.van.dessel@bbri.be theo.geerken@vito.be

RISICO'S				
Acroniem	Titel	Coördinators/Promotors	Instelling	E-mail
EcoRisk	Een beleidsondersteunend beslissingssysteem voor het beheer van de risico's van klimaatveranderingen voor bosecosystemen	GOBIN Anne (C) OGER Robert VAN DE VYVER Hans VAN HUYLENBROECK Guido	VITO CRA KMI-IRM UGent	anne.gobin@vito.be oger@cra.wallonie.be hvyver@oma.be Guido.vanhuylenbroeck@ugent.be
GeoRisCA	Geo-risk in Midden-Afrika: geïntegreerde benadering van de multi-hazards en van de kwetsbaarheid ter ondersteuning van het risicobeheer	KERVYN François (C) HAVENITH Hans-Balder KERVYN Matthieu TREFON Théodore WOLFF Eléonore	KMMA-MRAC ULg VUB KMMA-MRAC ULB	francois.kervyn@africamuseum.be HB.Havenith@ulg.ac.be makervyn@vub.ac.be theodore.trefon@africamuseum.be ewolff@ulb.ac.be
MERINOVA	Meteorologische risico's als drijfveer voor milieukundige innovatie in agro-ecosysteembeheer	GOBIN Anne (C) OGER Robert VAN DE VYVER Hans VAN HUYLENBROECK Guido	VITO CRA KMI-IRM UGent	anne.gobin@vito.be oger@cra.wallonie.be hvyver@oma.be Guido.vanhuylenbroeck@ugent.be

GroWaDRISK	Droogte gerelateerde kwetsbaarheid en risicobepaling van grondwatervoorraden in België	BATELAAN Okke (C) VERBEIREN Boud (C) HUYSMANS Marijke (C) TYCHON Bernard JACQUEMIN Ingrid CANTERS Frank VANDERHAEGEN Sven ENGELLEN Guy POELMANS Lien DE BECKER Piet TSAKIRIS George VANGELIS Harris	VUB VUB VUB ULg ULg VUB VUB VUB VITO VITO INBO NTUA NTUA	Okke.Batelaan@vub.ac.be Boud.Verbeiren@vub.ac.be Marijke.Huysmans@vub.ac.be Bernard.Tychon@ulg.ac.be ingrid.jacquemin@ulg.ac.be fcanters@vub.ac.be svdhaege@vub.ac.be guy.engelen@vito.be lien.poelmans@vito.be piet.debecker@inbo.be gtsakir@central.ntua.gr harrivag@central.ntua.gr
S2-ART	Rol en evolutie op lange termijn van metaalsulfiden in schilderijen	JANSSENS Koen (C) STRIVAY David SANYOVA Jana	UA ULg KIK-IRPA	koen.janssens@uantwerpen.be strivay@ulg.ac.be jana.sanyova@kikirpa.be
PLURISK	Voorspelling en beheer van risico's geïnduceerd door extreme neerslag boven de stedelijke omgeving	WILLEMS Patrick (C) DELOBBE Laurent REYNIERS Maarten MAHY Grégory BOGAERT Jan DE SMET Lieven VAN BALEN Koen	KULeuven KMI-IRM KMI-IRM ULg ULg KULeuven KULeuven	Patrick.Willems@bwk.kuleuven.be laurent.delobbe@meteo.be Maarten.Reyniers@kmi-irm.be g.mahy@ulg.ac.be j.bogaert@ulg.ac.be Lieven.DeSmet@hiva.kuleuven.be Koenraad.vanbalen@bwk.kuleuven.be

CLUSTERS

Acroniem	Titel	Coördinatoren/Promotors	Instelling	E-mail
FORBIO	Het belang van boomsoortenbiodiversiteit voor het functioneren van bosecosystemen	VERHEYEN Kris (C) MUYS Bart CARNOL Monique PONETTE Quentin GERARD Pierre AUBINET Marc GREGOIRE Jean-Claude VANDEKERKHOVE Kris BRUCIAMACCHIE Max HERMY Martin BRANQUART Etienne	UGent KULeuven ULg UCL FUSAGx FUSAGx ULB INBO UMR/INRA KULeuven BELSPO	Kris.Verheyen@UGent.be bart.muys@ees.kuleuven.be m.carnol@ulg.ac.be quentin.ponette@uclouvain.be Pierre.Gerard@spw.wallonie.be aubinet.m@fsagx.ac.be Jean-Claude.Gregoire@ulb.ac.be kris.vandekerkhove@inbo.be bruciamacchie@nancy-engref.inra.fr martin.hermey@ees.kuleuven.be
PM²TEN	Particles, Mobility, Physical activity, Morbidity and The Environment Network	INT PANIS Luc (C) MEEUSEN Romain DE GEUS Bas NEMERY Benoit NAWROT Tim	VITO VUB VUB KULeuven KULeuven	luc.intpanis@vito.be romain.meeusen@vub.ac.be bas.de.geus@vub.ac.be Ben.Nemery@med.kuleuven.be Tim.Nawrot@med.kuleuven.be
Air Quality	Integratie van de bestaande methodes om (bio)monitoringprogramma's in verband met de binnen- en buitenluchtkwaliteit te ontwikkelen	DEWOLF Marie-Christine (C) VAN DEN HEUVEL Rosette INT PANIS Luc NEMERY Benoit NAWROT Tim	HPH Mons VITO VITO KULeuven KULeuven	marie_christine.dewolf@hainaut.be rosette.vandenheuvel@vito.be luc.intpanis@vito.be Ben.Nemery@med.kuleuven.be Tim.Nawrot@med.kuleuven.be
SUDEM-CLI	Effect van klimaatverandering op rivierhydrologie en ecologie: een gevalstudie voor interdisciplinair beleidsgericht onderzoek	MEIRE Patrick (C) STAES J. (C) WILLEMS P. PAGLIERO L. VAN YPSERSELE J.P. MARBAIX P.	UA UA KULeuven KULeuven UCL UCL	patrick.meire@uantwerpen.be jan.staes@ua.ac.be patrick.willems@bwk.kuleuven.be jean-pascal.vanyperseluclouvain.be philippe.marbaix@uclouvain.be
BEES	Belgische ecosysteemdiensten: een nieuwe visie voor de interacties maatschappij-natuur	MEIRE Patrick (C) LIEKENS Inge TURKELBOOM Francis DE MEESTER Luc BAULER Tom ZACCAI Erwin PEETERS Alain	UA VITO EV-INBO KULeuven ULB ULB RHEA	patrick.meire@ua.ac.be Inge.liekens@vito.be francis.turkelboom@inbo.be luc.demeester@bio.kuleuven.be tbauler@ulb.ac.be Edwin.Zaccai@ulb.ac.be alain.peeters@rhea-environment.org
BE-REDDi	Development of Belgian REDD Information Systems	DAUWE Tom (C) SWINNEN Else LAMBIN Erik VERBIST Bruno NYSSSEN Jan	VITO VITO UCL KULeuven UGent	tom.dauwe@vito.be else.swinnen@vito.be eric.lambin@uclouvain.be Bruno.Verbist@ees.kuleuven.be jan.nyssen@ugent.be

FORUM	Opstelling van een ad hoc forum voor de vergelijking van modellen TIMES-MARKAL en LEAP in ondersteuning van het Belgische lange termijn energiebeleid	VERBRUGGEN Aviel (C) NIJS Wouter	UA VITO	aviel.verbruggen@ua.ac.be wouter.nijs@vito.be
INTERACT	Toegankelijkheid tot plaatsen en tot transport: sociale, economische en milieu-interacties	STEENBERGHEN Thérèse (C) THOMAS Isabelle VERHETSEL Ann LORANT Vincent	KULeuven UCL UA UCL	therese.steenberghen@sadl.kuleuven.be isabelle@geog.ucl.ac.be ann.verhetsel@uantwerpen.be vincent.lorant@uclouvain.be
PROLIBIC	Cluster van de projecten PRO-MOCO, LIMOBEL, BIOSSES en CLEVER	DE VLIAGER Ina (C) VANDRESSE Marie MACHARIS Cathy	VITO FPB-BFP VUB	Ina.devlieger@vito.be vm@plan.be Cathy.Macharis@vub.ac.be
VIRORISK	Risico van het ontstaan van virale ziektes aangedreven door eco-klimatologische veranderingen en socio-economische omstandigheden	THIRY Etienne (C) ZWETKOFF Catherine BRUNET Sébastien COOSEMANS Marc	ULg ULg ULg ITG-IMT	Etienne.thiry@ulg.ac.be czwetkoff@uulg.ac.be Sebastien.Brunet@ulg.ac.be mcoosemans@itg.be

Samenvatting

SSD in enkele cijfers:

- 8 prioritaire onderzoeksthema's: Energie, Transport en mobiliteit, Agro-voeding, Gezondheid en milieu, Klimaat (waaronder Antarctica), Biodiversiteit (waaronder Antarctica en Noordzee), Atmosfeer en terrestrische (inclusief zoetwater) en mariene (waaronder Antarctica en Noordzee) ecosystemen, alsook Transversaal onderzoek.

In 2010 en 2011 werden de oproepen gestructureerd rond transversale thema's van de prioritaire thema's: "Antarctica"; "Afrika" en "Natuurlijke risico's".

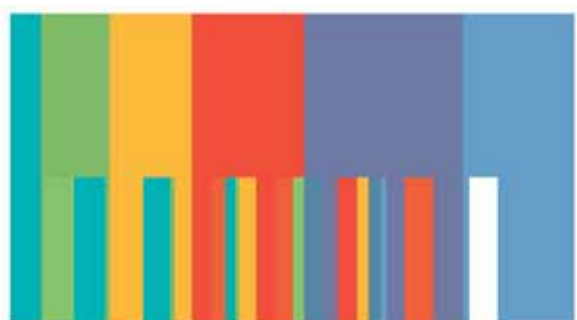
- 7 oproepen tot onderzoeksvorstellen werden gelanceerd van 2005 tot 2011, alsook 2 oproepen voor "clusters" gelanceerd in 2007 en 2009.

Oproep	Thema's	Datum	Gefinancierde projecten	Budget van de oproep (M€)
1	"Klimaat" en "Atmosfeer"	2005	14	12,85
2	"Energie", "Transport en mobiliteit", "Agro-voeding", "Gezondheid en milieu", "Biodiversiteit (waaronder Antarctica en Noordzee)", "Terrestrische en mariene ecosystemen (waaronder Antarctica en Noordzee)" en "Transversaal onderzoek"	2006	55	40,91
3	"Energie"	2007	2	1,01
4	"Noordzee"	2008	8	1,38
5	"Energie-efficiëntie in de huishoudens" en "Evaluatie van de ecosystemendiensten in België"	2009	4	1,78
6	"Polair onderzoek, klimaat en atmosfeer" en "Afrika en Afrikaans erfgoed"	2010	11	10,20
7	"Natuurlijke risico's voor ecosystemen en het socio-cultureel erfgoed in België en Centraal-Afrika" en "Polair terrestrisch onderzoek"	2011	9	8,20
Clusters	Begeleidingsmaatregelen van het programma	2007	3	0,3
Clusters	Begeleidingsmaatregelen van het programma	2009	7	0,7

- 103 onderzoeksprojecten in multidisciplinaire netwerken met een looptijd van 2 tot 4 jaar en 10 clusterprojecten met een looptijd van 2 jaar
- 74% van de onderzoeksprojecten hebben een looptijd van 4 jaar
- het gemiddelde budget van een vierjarig project is 880k€
- de gemiddelde bezetting van een netwerk is 4 partners



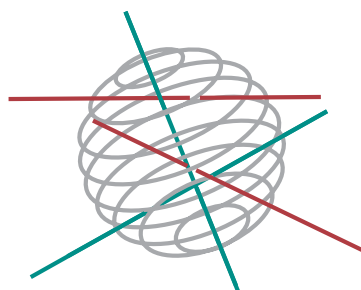
Voor meer informatie kan u onze website bezoeken op www.belspo.be/ssd/



belspo







Het Federaal Wetenschapsbeleid heeft als opdracht het wetenschappelijk en cultureel potentieel van België maximaal te benutten ten behoeve van de beleidsmakers, de industrie en de burgers: “een beleid voor en door de wetenschap”. Het reproduceren van uittreksels uit deze publicatie is toegestaan voor zover daar geen commerciële bedoelingen mee gepaard gaan en voor zover het past in de opdrachten van het Federaal Wetenschapsbeleid. De Belgische Staat kan niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die voortvloeit uit het gebruik van gegevens die in deze publicatie zijn opgenomen.

Het Federaal Wetenschapsbeleid noch enige andere persoon die in zijn naam optreedt, is verantwoordelijk voor het gebruik dat zou kunnen worden gemaakt van de informatie in deze publicatie of voor eventuele fouten die er, ondanks de uiterste zorg bij de voorbereiding van de teksten, nog in zouden staan.

Het Federaal Wetenschapsbeleid heeft alle nodige moeite gedaan om te voldoen aan de wettelijke voorschriften inzake auteursrechten en om contact op te nemen met de rechthebbenden. Elke persoon die benadeeld meent te zijn en zijn rechten wil laten gelden, wordt verzocht zich bekend te maken. Reproductie is toegelaten mits bronvermelding.

Mag niet worden verkocht.

Deze uitgave bestaat ook in het Frans en kan in pdf-formaat van onze internetsite www.belspo.be gedownload worden.

Dit is een uitgave van de Programmatorische Overheidsdienst “Federaal Wetenschapsbeleid”.

Redactionele coördinatie:

Emmanuèle Bourgeois (Federaal Wetenschapsbeleid)

Redactie: Christian Du Brulle, Paul Devuyt, Jan Van Pelt en Johan Lambrechts

Dank aan: De SSD-programmabeheerders en hun secretariaat (Emmanuèle Bourgeois, David Cox, Frederik De Bruyn, Véronique Degroote, Anne Fierens, Georges Jamart, Christine Mathieu, Maaïke Vancauwenberghe, Aline Van der Werf, Martine Vanderstraeten), alsook alle projectcoördinatoren die hun bijdrage hebben geleverd aan de brochure (Dominique Lison (UCLouvain), Luc Int Panis (VITO), Tim Nawrot (UHasselt), Benoît Nemery de Bellevaux (KULeuven), Patrick Van Damme (UGent), Paul-Marie Boulanger (IDD), Benoît Dardenne (ULg), Etienne Thiry (ULg), Guy Maghuin-Rogister (ULg), Guido Van Huylbroeck (UGent), Magda Vincx (UGent), Annick Wilmotte (ULg), Kris Verheyen (UGent), Jean-Denis Plisnier (MRAC/KMMA), Pascal Boeckx (UGent), Martine De Mazière (IRSNB/KBIN), Christiane Lancelot (ULB), Wim Van Bortel (ITM), Koen Martens (IRSNB/KBIN), Patrick Willems (KULeuven), Frank Pattyn (ULB), Willy Maenhaut (UGent), Jan Duerinck (VITO), Luc Pelkmans (VITO), Johan Driesen (KULeuven), Marek Hudon (ULB), François Kervyn (MRAC/KMMA), Inge Mayeres (FPB), Joeri Van Mierlo (VUB), Philippe Toint (FUNDP).

Lay-out en druk: <http://www.gevaertgraphics.be>

Wettelijk depot: D/2015/1191/05