



**De externe kosten van transport
Les coûts externes des transports**



Katholieke Universiteit Leuven
Faculteit 'Economische en toegepaste economische wetenschappen' -
Departement 'Economie' - Centrum voor Economische Studiën (CES)

Verantwoordelijke - Responsable:

Stef Proost
Hogenheuvellcollege - Naamsestraat 69 3000 Leuven
Tel : 016/32 67 25
Fax : 016/32 67 96
Email: Stef.Proost@econ.kuleuven.ac.be



Een bijkomende transportgebruiker veroorzaakt een aantal ongewenste neveneffecten die niet door hem worden gedragen, maar wel door de andere transportgebruikers of door de maatschappij in haar geheel. Deze kosten noemt men de marginale externe kosten van transport. Het project bestudeert deze kosten voor alle belangrijke vervoermiddelen, behalve lucht- en zeevervoer. Het beschouwt hoofdzakelijk vier soorten van marginale externe kosten: de tijdskosten voor de andere transportgebruikers, de milieukosten (luchtverontreiniging, klimaatverandering, geluidshinder), ongevallen en wegslijtage. Drie teams zijn betrokken in het project. Het team van het SESO (Promotor: Prof. B. De Borger) bestudeert de marginale externe tijdskosten. De VITO (Promotor: Ir. G. Wouters) staat in voor de berekening van de marginale externe milieukosten. Het CES (Promotor: Prof. S. Proost) is verantwoordelijk voor de berekening van de marginale externe ongevallskosten en de externe kosten verbonden aan wegslijtage.

Wat ? Waarom ?

De doelstelling van het project bestaat erin een schatting te geven van de marginale externe kosten van het gebruik van transportmiddelen in België. Het project bestudeert vier types van kosten: de marginale externe tijdskosten, milieukosten, ongevallskosten en de externe kosten veroorzaakt door wegslijtage. Zij worden berekend voor typesituaties in het recente verleden (1995) en voor een toekomstige situatie (2005). Er wordt een onderscheid gemaakt naargelang de schaal van de externe effecten: lokaal (bv. geluids-hinder), België, Europa (bv. troposferisch ozon) of de wereld (bv. klimaatverandering). De berekeningen gebeuren voor alle relevante transportmiddelen. Het project beschouwt zowel personen- als goederenvervoer en maakt daarbij telkens een onderscheid tussen transportmodi (weg, spoor, binnenvaart), voertuigtypes (bv. grootte van het voertuig, type van aandrijving, brandstoftype, emissie-uitrusting) en de omstandigheden waarin de voertuigen worden gebruikt (bv. aard en bezetting van de infrastructuur, rijstijl). Alle marginale externe kosten worden volgens hetzelfde schema berekend, zodat men de resultaten voor de verschillende vervoermiddelen en voor de verschillende kosten kan vergelijken.

Un utilisateur supplémentaire des moyens de transport engendre plusieurs effets secondaires non désirés qui ne sont pas assumés par lui-même mais bien par les autres utilisateurs des transports ou par la société dans son ensemble. C'est ce que l'on appelle les coûts externes marginaux des transports. Le projet étudie ces coûts pour tous les moyens de transport importants, à l'exception des transports aériens et maritimes. Il considère généralement quatre types de coûts externes marginaux: les coûts temporels pour les autres utilisateurs des transports, les coûts environnementaux (pollution atmosphérique, changement climatique et nuisance sonore), les accidents et enfin l'usure des routes. Trois équipes participent au projet. L'équipe du SESO (Promoteur: Prof. B. De Borger) étudie les coûts temporels externes marginaux. Le VITO (Promoteur: Ir. G. Wouters) se penche sur les coûts environnementaux externes marginaux. Le CES (Promoteur: Prof. S. Proost) calcule quant à lui les coûts externes marginaux engendrés par les accidents ainsi que les coûts externes liés à l'usure des routes.

Quoi ? / Pourquoi ?

L'objectif du projet consiste à fournir une évaluation des coûts externes marginaux engendrés par l'utilisation des moyens de transport en Belgique. Le projet étudie quatre types de coûts: les coûts temporels externes marginaux, les coûts environnementaux, les coûts des accidents et les coûts externes générés par l'usure des routes. Ces coûts sont calculés pour des situations types observées dans un passé récent (1995) et pour une situation future (2005). Une distinction est établie en fonction de l'échelle des effets externes: échelle locale (ex: nuisance sonore), belge, européenne (ex: ozone troposphérique) ou mondiale (ex: changement climatique). Des calculs sont effectués pour tous les moyens de transport importants. Le projet prend en considération aussi bien le transport de personnes que celui de marchandises et, à ce sujet, établit toujours une distinction entre les modes de transport (route, chemin de fer, navigation fluviale), les types de véhicules (ex: taille du véhicule, type de traction, type de carburant, dispositif d'échappement) ainsi que les circonstances dans lesquelles le véhicule est utilisé (ex: nature et occupation de l'infrastructure, type de conduite). Tous les coûts externes marginaux sont calculés selon le même schéma, de sorte qu'il est possible de comparer les résultats obtenus pour les différents moyens de transport et les différents coûts.

Hoe ?

De berekening van de marginale externe kosten gebeurt in drie stappen:

- a. De eerste stap bepaalt het effect van een bijkomende transportgebruiker op de totale kosten van de transportsector (brandstof, tijd, ongevallen enz.), op de staat van het wegdek en op het niveau van luchtverontreiniging en geluid. In het geval van luchtverontreiniging gebruikt men in deze stap eveneens zogenaamde dosis-respons relaties om te berekenen welke invloed de verandering in de luchtkwaliteit heeft op o.a. de gezondheid van de bevolking, op de landbouwgewassen, het bosbestand enz.
- b. De tweede stap kent een monetaire waarde toe aan alle effecten.
- c. De derde en laatste stap vergelijkt deze kosten met de kosten die de bijkomende transportgebruiker zelf reeds draagt. Het verschil tussen de twee is gelijk aan de marginale externe kosten.

Comment ?

Le calcul des coûts externes marginaux s'effectue en trois phases:

- a. La première phase détermine l'effet d'un utilisateur supplémentaire des transports sur les coûts totaux du secteur des transports (carburant, temps, accidents, etc.), sur l'état du revêtement ainsi que sur le niveau du bruit et de la pollution atmosphérique. Dans le cas de la pollution atmosphérique, l'on utilise également au cours de cette phase des 'relations dose-effet' pour calculer l'influence qu'exerce un changement de la qualité de l'air sur la santé de la population, les plantes agricoles, les arbres des forêts etc.
- b. La deuxième phase attribue une valeur monétaire à tous les effets.
- c. La troisième et dernière phase compare ces coûts avec les coûts que l'utilisateur supplémentaire des transports prend déjà en charge.

La différence entre ces deux coûts constitue les coûts externes marginaux.



Het gebruik van transport veroorzaakt een aantal kosten voor de maatschappij, zoals tijdsverliezen voor de andere transportgebruikers, milieuhinder, ongevallen en wegslijtage. De gebruikers van de transportmiddelen houden hier echter te weinig of totaal geen rekening mee, omdat het huidige belastingsysteem deze kosten slechts gedeeltelijk aanrekent. Wij betalen dus niet volledig voor de toegebrachte schade. Dit heeft tot gevolg dat er te veel verkeer is, dat dit verkeer zich op de verkeerde momenten afwikkelt (bv. te veel in de piekperiode) en dat niet altijd de meest gepaste verkeersmiddelen worden gebruikt (bv. te veel autoverkeer). Economen zijn het erover eens dat - naast een aantal andere maatregelen (bv. beperkingen op de uitstoot van luchtvervuiling) - een hervorming van de vervoerbelastingen noodzakelijk is om deze problematiek op te lossen. Dit project berekent eerst en vooral hoe hoog de marginale externe kosten waren in 1995 en hoe ze zullen evolueren bij een onveranderd beleid. Bovendien vormen de resultaten van het project een belangrijke input bij het bepalen van belastinghervormingen in de transportsector.

L'utilisation des moyens de transport engendre certains coûts pour la société: pertes de temps pour les autres utilisateurs des transports, pollution de l'environnement, accidents et usure des routes. Les utilisateurs des moyens de transport ne tiennent pas assez voire pas du tout compte de ces facteurs car le système d'imposition actuel ne taxe ces coûts que partiellement. Nous ne payons donc pas entièrement les dégâts causés. Conséquences de ce phénomène: la circulation est trop chargée, elle se déroule au mauvais moment (trop de circulation pendant les heures de pointe) et les moyens de transport utilisés ne sont pas toujours les plus appropriés (ex: trop de voitures). Les économistes reconnaissent qu'une réforme des impôts sur les transports - en plus de plusieurs autres mesures (ex: limitation des gaz d'échappement polluants) - est nécessaire pour apporter une solution à ce problème. Ce projet calcule avant tout l'importance des coûts externes marginaux en 1995 et la façon dont ils évolueront dans le cas d'une politique inchangée. En outre, les résultats du projet constituent une donnée importante pour définir les réformes des impôts dans le secteur des transports.



**Simulatie van extreme paleoklimatologische omstandigheden om de
klimaatveranderingen over 10, 100, en 1000 jaar te begrijpen
Simulation de situations paléoclimatiques extrêmes pour comprendre
la variabilité climatique à l'échelle de 10, 100 ou 1000 ans.**



Université Catholique de Louvain
Institut d'Astronomie et de Géophysique G. Lemaître

Verantwoordelijke - Responsable:

André Berger
Chemin du Cyclotron 2 1348 Louvain-La-Neuve
Tel : 010/47 32 97
Fax : 010/47 47 22
Email : berger@astr.ucl.ac.be



De klimaatveranderingen

Uit verschillende geologische proeven blijkt dat het klimaat van de Aarde tijdens de laatste ijstijd twee uitersten gekend heeft: een Aarde vrij van ijs en een Aarde bedekt met uitgebreide ijskappen. Met meteorologische waarnemingen kan men de evolutie van de luchttemperatuur aan de oppervlakte van de Aarde bepalen.

De gemiddelde wereldwijde jaarlijkse waarden wijzen op een opwarming van bijna 1°C sinds het midden van vorige eeuw. De doelstelling van dit project is te bepalen hoe het klimaat varieerde tijdens extreme omstandigheden en tijdens de overgang van het ene klimaattype naar het volgende. We zijn vooral geïnteresseerd in de variaties die een tijdsinterval van een tiental jaar tot enkele duizenden jaren kenmerken. Bepaalde factoren, zoals de broeikasgasconcentratie, de stofdeeltjes, de veranderlijkheid van het zonlicht en vulkaanuitbarstingen, hebben een duidelijke invloed op het klimaat en de manier waarop het verandert op deze tijdschalen.

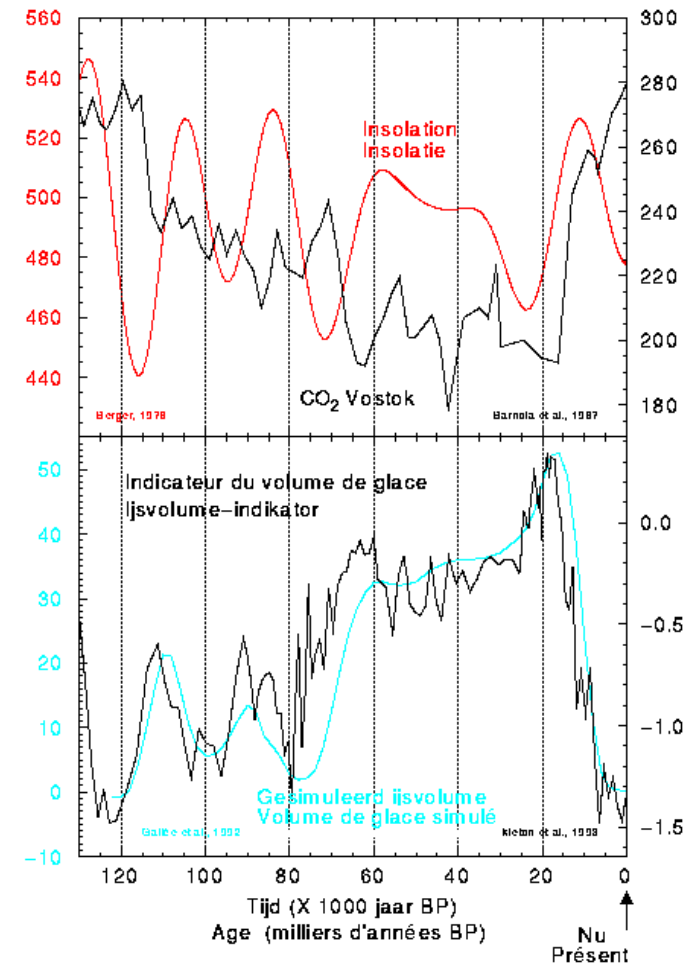
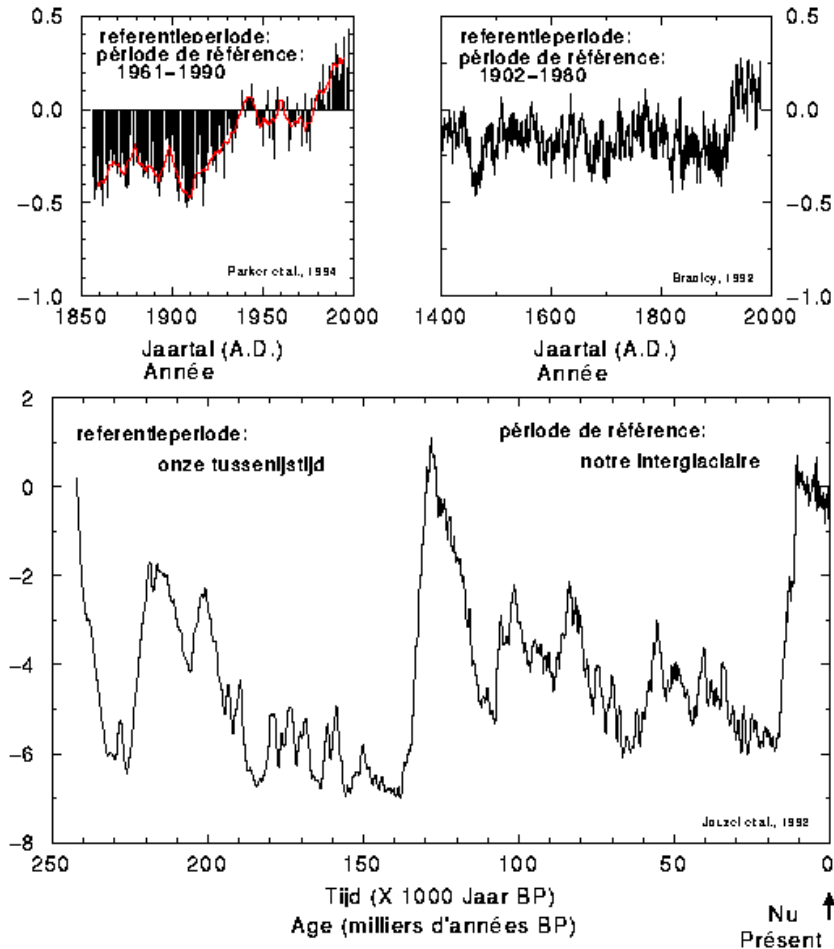
Les variations climatiques

Différentes preuves géologiques montrent que, au cours de notre Epoque Glaciaire, le climat de la Terre a varié entre deux états extrêmes: une Terre libre de glace et une Terre couverte de larges calottes de glace. D'autre part, les observations météorologiques permettent d'estimer l'évolution de la température de l'air à la surface de la Terre.

Les valeurs moyennes annuelles mondiales montrent un réchauffement de près de 1°C depuis la moitié du siècle dernier. L'objectif de ce projet est de déterminer comment le climat a varié durant des situations extrêmes et au cours des transitions d'un état climatique vers l'autre. En particulier, nous nous intéressons aux variations qui caractérisent des intervalles de temps allant d'une dizaine à quelques milliers d'années. Certains facteurs, tels que la concentration en gaz à effet de serre, les poussières, la variabilité solaire et les éruptions volcaniques, influencent significativement le climat et la manière dont il varie à ces échelles de temps.



Temperatuursveranderingen (°C) Variation de température (°C)



Wat ? Waarom ?

Het klimatologische verleden van de Aarde is een sleutel voor de toekomst.

Het klimaat is in het verleden net als nu onderhevig geweest aan klimaatveranderingen. Het toekomstige klimaat is ons nog een raadsel. Nochtans legt men steeds meer belangstelling aan de dag voor voorspellingen op lange termijn, onder andere met het oog op de keuze van opslagplaatsen voor kernafval en op kortere termijn om de mogelijke gevolgen van menselijke activiteiten te kunnen inschatten. De vroegere klimaten (paleoklimaten) worden bestudeerd door analyse van paleoklimatologische gegevens (ijskernen, mariene sedimenten, pollen,...) en met behulp van modellen die het gedrag van een klimaatsysteem proberen te simuleren. In de paleoklimatologie kan men ook klimaatveranderingen reconstrueren op verschillende tijdschalen (van tientallen jaren tot verschillende honderden duizenden jaren). Dankzij deze reconstructies kunnen de modellen getoetst worden, met name aan extreme omstandigheden. Zo kan men de werking van het klimaatsysteem beter doorgronden en dus de toekomst beter inschatten.



Quoi ? / Pourquoi ?

Le passé climatique de la Terre, clef du futur



Les changements climatiques naturels ont toujours existé et continueront à exister. Le climat futur nous est inconnu mais on s'intéresse de plus en plus à sa prévision à long terme, notamment pour le choix des sites d'entrepôts des déchets nucléaires et à plus court terme, pour estimer les conséquences potentielles des activités humaines. Les climats anciens (paléoclimats) sont étudiés notamment à partir de l'analyse d'indicateurs paléoclimatiques (carottes de glace, sédiments marins, pollen, ...) et à l'aide de modèles qui essaient de simuler le comportement du système climatique. La paléoclimatologie permet ainsi de reconstruire les changements climatiques à toutes les échelles de temps (de la dizaine d'années à plusieurs centaines de milliers d'années). Grâce à ces reconstructions, les modèles peuvent être testés, en particulier sur des conditions extrêmes, et permettent ainsi de mieux comprendre le fonctionnement du système climatique et donc de mieux appréhender le futur.

Hoe ?

Modellen uitwerken van het klimaat in het verleden

Het tweedimensionale model (breedtegraad en hoogte) dat de verschillende onderdelen van het klimaatsysteem bevat (atmosfeer, hydrosfeer, cryosfeer, lithosfeer en biosfeer) werd in Louvain-la-Neuve ontwikkeld. Dit model geeft relatief getrouw de voornaamste eigenschappen van het huidige klimaat weer. Het werd gebruikt om de klimaatveranderingen op lange termijn te simuleren. Zo heeft men de invloed van variaties in zoninstraling (zonneënergie opgevangen op de buitenkant van de atmosfeer) en de CO₂-concentratie op het klimaat kunnen analyseren.

Uit de astronomische theorie van de paleoklimaten blijkt dat de invloed van de schommelingen van de draaiingsas van de aarde (hoe scheef hij staat), de vorm (minder of meer elliptisch) van de baan om de zon (min of meer centraal) en de positie van de aarde op deze baan bij het begin van de seizoenen (klimatologische precessie) voldoende groot is om de verdeling van de zonneënergie op de verschillende breedtegraden en volgens de verschillende seizoenen te veranderen. Hierdoor ontstond de opeenvolging van ijstijden en tussentijdse opwarming die de paleoklimatologen aan het licht hebben gebracht. Bovendien is de CO₂-concentratie zoals gereconstrueerd uit de ijsboringen van zuidpoolijs (in Vostok) veranderd met de tijd. Hierdoor werden de klimaatveranderingen door veranderde zoninstraling gedempt of vergroot.

Dankzij de ervaring uit de simulatie van de ijstijdcyclussen kan men het 2D-model van Louvain-la-Neuve nu gebruiken om te doorgronden hoe het klimaat verandert in tijdsintervallen van enkele tientallen tot enkele duizenden jaren. De Samenleving heeft hier meer rechtstreeks baat bij.

Comment ?

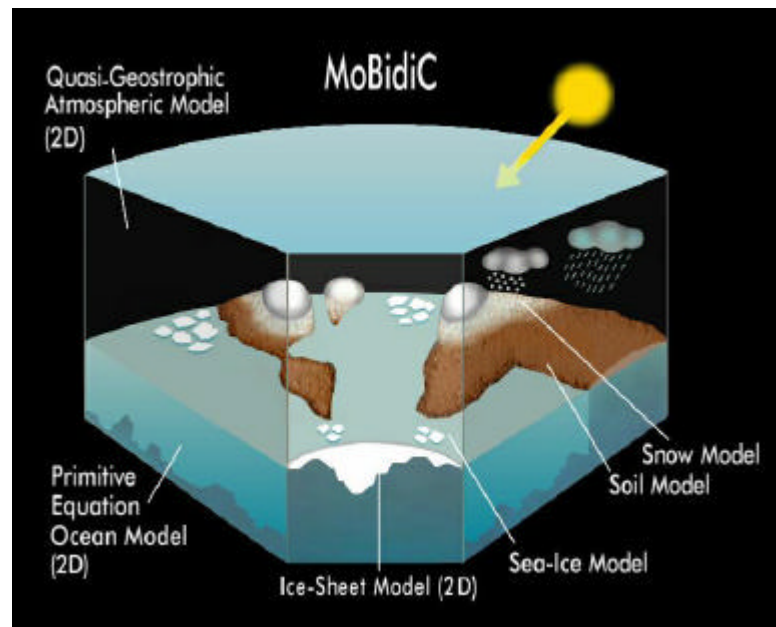
Modéliser les climats du passé

Un modèle à 2 dimensions (latitude et altitude), comprenant les différentes parties du système climatique (atmosphère, hydrosphère, cryosphère, lithosphère et biosphère) a été développé à Louvain-la-Neuve. Ce modèle reproduit relativement bien les principales caractéristiques du climat actuel. Il a été utilisé pour simuler les variations climatiques à long terme et a ainsi permis d'analyser l'importance des variations de l'insolation (énergie solaire reçue au sommet de l'atmosphère) et de la concentration en CO₂ sur le climat.

La théorie astronomique des paléoclimats montre que les changements de l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre (obliquité), de la forme de son orbite (plus ou moins d'elliptique) autour du Soleil (excentricité) et de la position de la Terre sur son orbite au début des saisons (précession climatique) sont suffisamment importants pour modifier la répartition en latitude et selon les saisons de l'énergie solaire et entraîner ainsi la succession de périodes glaciaires et interglaciaires reconstituées par les paléoclimatologues. De plus, la concentration atmosphérique en CO₂, reconstruite d'après les carottes de glace antarctique (à Vostok), a varié dans le temps et a amplifié ou amorti les variations climatiques induites par les seules variations de l'insolation.

L'expérience acquise à partir de la simulation des cycles glaciaires permet d'utiliser le modèle 2D de Louvain-la-Neuve pour essayer de comprendre comment le climat varie au cours d'intervalles de temps

de quelques dizaines à quelques milliers d'années et dont l'intérêt est plus immédiat pour la Société.





Het toekomstige klimaat

Ons onderzoek levert rechtstreeks informatie over de klimaten in het verleden, het heden en de toekomst. De analyse van de evolutie van verschillende variabelen die het klimaat kenmerken met de tijd geven een duidelijk beeld van de veranderlijkheid van het klimaat in het verleden op tijdschalen van eeuwen tot millennia. Met behulp van scenario's voor de toekomst, werden de klimaatveranderingen voor de twee volgende millennia gesimuleerd. Men hield hierbij al of geen rekening met de invloed van menselijke activiteiten besproken door het Intergouvernementeel Panel inzake Klimaatverandering (IPCC). Deze simulaties zouden ons moeten helpen om te bepalen welke scenario's een gevaar inhouden voor de toekomstige generaties en elke duurzame ontwikkeling bedreigen.

Le climat du futur

Notre recherche fournit une information directe sur les climats passé, présent et futur. L'analyse de l'évolution temporelle des variables caractérisant le climat montre clairement la variabilité climatique du passé à l'échelle de temps de la décennie jusqu'au millénaire. A partir de scénarios pour le futur, les changements climatiques pour les deux prochains millénaires ont été simulés, tenant compte ou non de l'effet des activités humaines telles que discutées par le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Ces simulations devraient aider à identifier les scénarios qui représentent un danger pour les générations futures, en hypothéquant tout développement durable.



**Een geïntegreerde benadering van de koolstofdynamiek in de Zuidelijke Oceaan
Une approche intégrée de la dynamique du carbone dans l'Océan Antarctique**



Vrije Universiteit Brussel
Laboratorium voor Analytische Scheikunde ANCH

Verantwoordelijke - Responsable :

F. Dehairs
Pleinlaan 2 1050 Brussel
Tel: 02/629 32 60
Fax: 02/629 32 74
Email: fdehairs@vub.ac.be

Samenwerking



Collaboration

C. Lancelot, S. Becquevort, E. Hannon and V. Schoemann
Groupe de Microbiologie des Milieux Aquatiques, Université Libre de Bruxelles,
Campus de la Plaine CP 221, Boulevard du Triomphe, B-1050 Brussels, Belgium

*Fytoplanktongroei; Graasdruk door microzoöplankton; effect van ijzer op de
fytoplanktongroei; modellisatie*

L. André, N. Fagel
Section de Minéralogie, Pétrologie, Géochimie (SMPG), Koninklijk Museum voor Midden-
Afrika, (MRAC - KMMA), Steenweg op Leuven, B-3080 Tervuren, Belgium

*Reconstructie van voorbije productiviteit van de oceaan door de studie van tracers in
sedimenten en bezinkend organisch materiaal*

M. Frankignoulle, B. Delille
Unité d'Océanographie Chimique, Mécanique des fluides géophysiques, Institut de Phy-
sique- Bat. B5, Université de Liège, B-4000 Sart Tilman, Belgium

Uitwisseling van koolstofdioxide tussen oceaan en atmosfeer

E. Deleersnijder, H. Goosse
Institut d'Astronomie et de Géophysique G. Lemaître, Université Catholique de Louvain,
Chemin du Cyclotron 2, B-1438 Louvain-la-Neuve, Belgium

Deze samenwerking heeft vooral betrekking op het werk aan boord van de schepen.
Meestal echter ontstaan er ook meer langdurige samenwerkingen met buitenlandse
ploegen.

Landen waarmee de leden van het onderzoeksnetwerk regelmatig mee samenwerken
zijn:

Frankrijk
VS
Australië
Duitsland

C. Lancelot, S. Becquevort, E. Hannon et V. Schoemann
Groupe de Microbiologie des Milieux Aquatiques, Université Libre de Bruxelles, Campus
de la Plaine CP 221, Boulevard du Triomphe, B-1050 Bruxelles, Belgique

*Croissance du phytoplancton; intensité du broutement par le microzooplancton; effet du
fer sur la croissance du phytoplancton; modélisation*

L. André, N. Fagel
Section de Minéralogie, Pétrologie, Géochimie (SMPG), Musée Royal d'Afrique Centrale,
(MRAC - KMMA), Steenweg op Leuven, B-3080 Tervuren, Belgique

*Reconstruction de l'ancienne productivité de l'océan par l'étude de traceurs dans les
sédiments et les matières organiques en sédimentation.*

M. Frankignoulle, B. Delille
Unité d'Océanographie Chimique, Mécanique des fluides géophysiques, Institut de Phy-
sique- Bat. B5, Université de Liège, B-4000 Sart Tilman, Belgique

Echanges de dioxyde de carbone entre l'océan et l'atmosphère

E. Deleersnijder, H. Goosse
Institut d'Astronomie et de Géophysique G. Lemaître, Université Catholique de Louvain,
Chemin du Cyclotron 2, B-1438 Louvain-la-Neuve, Belgique

Cette collaboration porte principalement sur les recherches menées à bord des navires.
Cependant, dans la plupart des cas, des accords de collaboration à plus long terme sont
conclus avec des équipes étrangères.

Les pays avec lesquels les membres du réseau de recherche collaborent régulièrement
sont:

la France
les Etats-Unis
l'Australie
l'Allemagne



De biologische koolstofpomp

Het onderzoeksnetwerk bestudeert de biologische en geochemische processen die de opname van atmosferisch koolstofdioxide in de Antarctische Oceaan bepalen. De biologische koolstofopname is afhankelijk van de productiviteit van de oceaan, die bepaald wordt door de fotosynthetische activiteit van ééncellige algen, fytoplankton genoemd. Zoals planten te land, zet fytoplankton tijdens het fotosyntheseproces koolstofdioxide om in organisch koolstof met behulp van zonneënergie. Deze algen worden door ééncellige dierlijke organismen (protozoa; microzoöplankton) of door kleine garnaalachtigen (copepoden; krill) gegeten (denk aan een grazende koe in een wei). Er wordt onderzocht wat het belang is van lichtintensiteit (zonder licht geen fotosynthese); windkracht (sterke wind vermengt oppervlaktewater en fytoplankton met diepere waterlagen waarin nauwelijks licht doordringt); voedingsstoffen en graasdruk (zijn de koeien in de wei al of niet talrijk?). Er bestaan aanduidingen dat een combinatie van deze verschillende factoren verantwoordelijk is voor de lage productiviteit en dus de lage biologische koolstofopname van de huidige Antarctische Oceaan.

Wat ? Waarom ?

Waarom onderzoek in de Antarctische oceaan ?

Een deel van het atmosferische koolstofdioxide wordt door de oceanen opgenomen, o.a. door toedoen van het fytoplankton. Deze koolstof wordt opgenomen in de voedselketen, maar niet verteerde voedselresten en dode organismen zullen bezinken en worden afgebroken door bacteriën. De stroom van koolstof uit de belichte oppervlaktelagen naar de donkere diepzee onttrekt dus koolstof uit de atmosfeer. Dit kan echter slechts indien het fytoplankton beschikt over voldoende voedingselementen, zoals stikstof, fosfor, silicium en sporenelementen (elementen die in zeer lage concentraties voorkomen, zoals ijzer, maar die levensnoodzakelijk zijn).

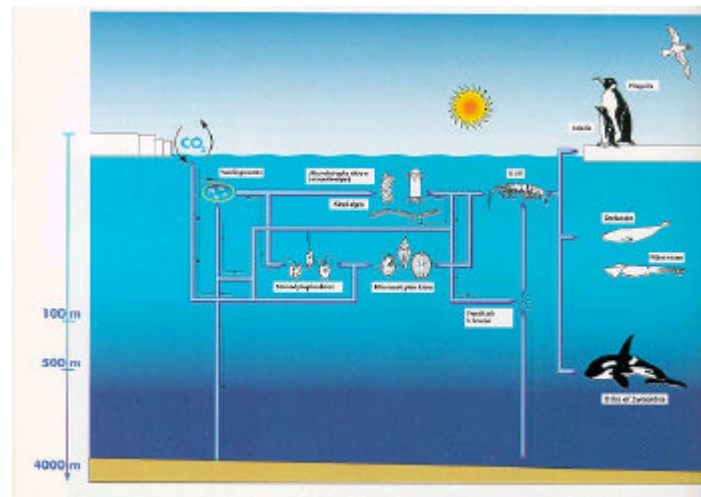
La pompe à carbone biologique

Le réseau de recherche étudie les processus biologiques et géochimiques qui déterminent l'absorption de dioxyde de carbone atmosphérique dans l'Océan Antarctique. L'absorption chimique du carbone est fonction de la productivité de l'océan, productivité déterminée par l'activité photosynthétique d'algues unicellulaires appelées phytoplancton. Tout comme le font les plantes sur la surface terrestre, le phytoplancton transforme le dioxyde de carbone en carbone organique à l'aide de l'énergie solaire au cours du processus de la photosynthèse. Ces algues sont broutées (pensez à une vache qui broute dans un pré) par des organismes animaux unicellulaires (protozoaires, microzooplancton) ou par de petits crustacés (copépodes, krill). Nos chercheurs étudient l'importance de l'intensité lumineuse (il n'y a pas de photosynthèse sans lumière), de la force du vent (un vent fort mélange l'eau de la surface et le phytoplancton aux couches d'eau inférieures, dans lesquelles aucune lumière ne pénètre), des substances nutritives et de l'intensité du broutement (les vaches dans le pré sont-elles nombreuses ou non?). Certaines indications nous ont permis de savoir que c'est une combinaison de ces différents facteurs qui est responsable de la faible productivité et donc de la faible absorption biologique du carbone dans l'Océan Antarctique.

Quoi ? / Pourquoi ?

Pourquoi des recherches dans l'Océan Antarctique?

Une partie du dioxyde de carbone contenu dans l'atmosphère est absorbée par les océans, notamment via l'intervention du phytoplancton. Ce carbone est absorbé dans la chaîne alimentaire mais les résidus alimentaires non digérés et les organismes morts forment des sédiments et sont décomposés par les bactéries. Le flux de carbone qui provient des couches superficielles exposées à la lumière et qui se dirige vers les fonds abyssaux extrait du carbone de l'atmosphère. Ce phénomène ne peut toutefois se produire que si le phytoplancton dispose de suffisamment d'éléments nutritifs tels que l'azote, le phosphore, le silicium et les oligo-éléments (éléments présents en très faibles concentrations - le fer par exemple - mais vitaux).



Op deze rosette staan ook sensoren gemonteerd die doorlopend druk, temperatuur en zoutgehalte meten tijdens de afdaling in de diepzee. Daarnaast worden aan boord ook experimenten uitgevoerd om de fytoplanktongroei te bepalen en om de factoren te achterhalen die deze groei beïnvloeden.

d'échantillonnage placés à l'intérieur d'un support cylindrique appelée rosette CTD. Sur cette rosette figurent également des senseurs qui mesurent continuellement la pression, la température et la teneur en sel au cours de la descente dans les profondeurs de la mer. En outre, des expériences sont également effectuées à bord afin de déterminer la croissance du phytoplancton et de détecter les facteurs qui influencent cette croissance.



De aarde warmt op

Door verbranding van fossiele brandstoffen en door ontbossing voegt de mens dagelijks stijgende hoeveelheden koolstofdioxide (CO_2) aan de atmosfeer toe. Hierdoor wordt de warmte, door de aarde uitgestraald, efficiënter weerhouden door de aardatmosfeer die opwarmt (het broeikaseffect). Er bestaan aanduidingen dat tijdens de voorbije ijstijden, toen de atmosfeer ook weinig koolstofdioxide bevatte, de productiviteit van de Antarctische Oceaan hoger was. De mogelijkheid bestaat dus dat een verhoogde productiviteit van de oceanen en meer bepaald de Antarctische Oceaan het koolstofdioxidegehalte van de atmosfeer kan beperken. Een beter begrip van de factoren die de productiviteit in de huidige Antarctische Oceaan belemmeren draagt bij tot de ontwikkeling van modellen die de opwarming van de aardatmosfeer voorspellen. Eén van de redenen voor deze lage productiviteit zou een tekort aan ijzer zijn en sommige wetenschappers opperen zelfs de idee om ijzer te gaan toevoegen zodat de algenproductie zou toenemen en er meer koolstof uit de atmosfeer onttrokken en opgestapeld zou worden in de Antarctische Oceaan.



La terre se réchauffe

Par la combustion des combustibles fossiles et par le déboisement, l'homme rejette chaque jour des quantités toujours plus importantes de dioxyde de carbone (CO_2) dans l'atmosphère. De cette manière, la chaleur émise par la terre est retenue plus efficacement par l'atmosphère terrestre, qui se réchauffe (c'est l'effet de serre).

Certaines indications nous ont appris qu'au cours des périodes glaciaires, époque à laquelle l'atmosphère contenait également peu de dioxyde de carbone, la productivité de l'Océan Antarctique était plus élevée. Il est donc possible qu'une augmentation de la productivité des océans, et plus précisément de celle de l'Océan Antarctique, permette de réduire la teneur en dioxyde de carbone dans l'atmosphère. Une meilleure compréhension des facteurs qui freinent actuellement cette productivité dans l'Océan Antarctique contribue au développement de modèles permettant d'établir des prévisions relatives au réchauffement de l'atmosphère terrestre. Une des raisons de cette faible productivité pourrait être le manque de fer; certains chercheurs ont même suggéré d'ajouter du fer de manière à augmenter la production d'algues, qui pourraient absorber davantage de carbone de l'atmosphère pour ensuite le déposer dans l'Océan Antarctique.



Experimentele Studies van Veranderingen in de Atmosfeer
Etudes expérimentales des changements atmosphériques



Belgisch Instituut voor Ruimte-Aëronomie (BIRA)
Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique (IASB)

Verantwoordelijke - Responsable :

Martine De Mazière
Ringlaan 3 1180 Brussel
Tel : 02/373 03 63
Fax: 02/374 84 23
Email: Martine.DeMaziere@oma.be

Samenwerking



Collaboration

Het ESVA consortium omvat 4 onderzoeksgroepen:

Het Koninklijk Meteorologisch Instituut (KMI) verzorgt regelmatige ozonpeilingen en dagelijkse U.V.-B metingen en voorspellingen boven Ukkel;
(zie pagina 23)

Het Institut d'Astrophysique/ Université de Liège (ULG) is in samenwerking met het BIRA verantwoordelijk voor metingen in de Alpen (Jungfraujoch observatorium), van de totale hoeveelheid ozon in de atmosfeer en van een hele serie belangrijke atmosferische minderheidsgassen. Minderheidsgassen zijn gassen die in kleine hoeveelheden aanwezig zijn, d.w.z. in concentraties van minder dan 1/100 percent (gemiddeld 1/10000 percent), maar die niettemin een fundamentele rol spelen in de fotochemie van onze atmosfeer.
(zie pagina 28)

Het Belgisch Instituut voor Ruimte Aeronomie (BIRA) neemt deel aan de metingen in de Alpen en zet mobiele instrumenten in, bv. in Noorwegen of in Zuid-Frankrijk.
(zie pagina 34)

Het Laboratoire de Chimie Physique et Moléculaire (LCPM/ULB) neemt deel aan lokale metingen op grondniveau van zogenaamde vervuilende gassen, en levert laboratoriummetingen aangaande atmosferische gassen.

De gegevens worden gezamenlijk geïnterpreteerd.

Le consortium EECA comprend 4 groupes de recherche:

L'Institut Royal Météorologique (IRM) effectue régulièrement des sondages d'ozone et procède chaque jour à des mesures des U.V.-B et à des prévisions au-dessus d'Uccle;
(voir page 23)

L'Institut d'Astrophysique/ Université de Liège (ULG) collabore avec l'IASB. Tous deux travaillent dans les Alpes (observatoire Jungfraujoch), où ils mesurent la quantité totale d'ozone dans l'atmosphère ainsi que la quantité de toute une série de gaz minoritaires atmosphériques importants. Les gaz minoritaires sont des gaz présents en faibles proportions, soit moins d'1/100 de pour-cent (1/10000 de pour-cent en moyenne) mais qui remplissent néanmoins une fonction essentielle dans la photochimie de notre atmosphère.
(voir page 28)

L'Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique (IASB) apporte sa collaboration aux équipes qui effectuent des mesures dans les Alpes et installe des instruments mobiles, notamment en Norvège et dans le sud de la France.
(voir page 34)

Le Laboratoire de Chimie Physique et Moléculaire (LCPM/ULB) participe aux mesures locales effectués au niveau du sol pour ce qui est des gaz dits polluants et procède à des mesures de laboratoire relatifs aux gaz atmosphériques.

Les données recueillies sont interprétées conjointement.



ESVA staat voor Experimentele Studies van Veranderingen van de Atmosfeer.

ESVA concentreert zich op experimentele waarnemingen vanuit een aantal Westeuropese grondobservatoria van een groot aantal parameters van onze atmosfeer, die relevant zijn in het kader van de ozonproblematiek en het broeikaseffect. Deze waarnemingen zijn onmisbaar om te komen tot een samenhangend begrip van 'Hoe is de toestand van onze atmosfeer en hoe evolueert deze?', 'Welke zijn de bepalende factoren?' en 'Hoe reageert de atmosfeer op verschillende invloeden van buitenaf, rekening houdend met zijn natuurlijke variaties, bv. onder invloed van de zon?'. De atmosfeer is een ingewikkeld en uitgebreid systeem. Lokale fenomenen planten zich voort met de winden. Dat maakt dat de metingen moeten aangevuld worden met globale satellietmetingen over de ganse wereld en numerieke modelberekeningen.

Het project kadert in een lange termijnvisie 'Global Change en Duurzame ontwikkeling': het bouwt verder op een bestaande samenwerking (1990-1996) en de daarin bekomen series waarnemingen.

Wat ? Waarom ?

De aardatmosfeer verandert. Ozon vermindert op wereldschaal. Men stelt opwarming vast (broeikaseffect). Kan men de atmosferische veranderingen eenduidig vaststellen en kwantificeren? Vanwaar komen ze? Welke natuurlijke en antropogene (d.i., van menselijke oorsprong) factoren spelen hierbij een rol? Hoe zijn ze gekoppeld? Wat in de toekomst? Om deze vragen tenminste gedeeltelijk te beantwoorden zijn er veel en regelmatige waarnemingen nodig, over een lange periode, van de atmosferische karakteristieken, bv. U.V. zonlicht, temperatuur, ozon, en reactieve gassen zoals bv. de chloorcomponenten die mede het ozongat veroorzaken. Men kan de externe omstandigheden zoals de seizoenen, temperatuurvariaties, etc. immers niet controleren zoals dit in een laboratoriumexperiment wel het geval is. Bovendien zijn we geïnteresseerd in veranderingen over tijdspannen van typisch 10 jaar. Soms vergen specifieke fenomenen intensieve

EECA est l'abréviation de Etudes Expérimentales des Changements de l'Atmosphère.

EECA se concentre sur les observations expérimentales effectuées à partir de plusieurs observatoires au sol en Europe occidentale et portant sur de nombreux paramètres de notre atmosphère, paramètres s'avérant importants dans le cadre du problème de l'ozone et de l'effet de serre. Ces observations sont indispensables pour développer une conception cohérente de 'Quelle est la situation de notre atmosphère et comment évolue-t-elle?', 'Quels sont les facteurs déterminants?' et 'Comment réagit l'atmosphère aux diverses influences extérieures, compte tenu de ses variations naturelles, sous l'influence du soleil, par exemple?'. L'atmosphère est un système complexe et étendu. Les phénomènes locaux se propagent avec les vents. Ceci explique pourquoi les mesurages doivent être complétés d'une part par des mesurages effectués par satellite à l'échelle mondiale et d'autre part par des calculs numériques de modèles.

Le projet s'inscrit dans le cadre d'une vision à long terme intitulée 'Global Change et Développement durable': cette conception s'appuie sur une collaboration existante (1990-1996) et sur les séries d'observations que cette collaboration a permis d'effectuer.

Quoi ? / Pourquoi ?

L'atmosphère terrestre change. Les quantités d'ozone diminuent dans le monde entier. L'on observe un réchauffement de la planète (l'effet de serre). Pouvons-nous définir et quantifier les changements atmosphériques de manière univoque? D'où proviennent ces changements? Quels sont les facteurs naturels et anthropogènes (= d'origine humaine) qui jouent un rôle dans ces processus? Quelle est la corrélation entre ces facteurs? Quid de l'avenir?

Pour apporter une réponse ne fût-ce que partielle à ces questions, nous avons besoin de nombreuses observations régulières et portant sur une longue période, observations relatives aux caractéristiques atmosphériques, comme par exemple les rayons U.V., la température, l'ozone et les gaz réactifs tels que les composants chlorés, qui contribuent à l'apparition du trou dans la couche d'ozone. L'on ne peut en tout cas pas contrôler les

observatiecampagnes. De metingen worden opgenomen in atmosfeermodellen. Deze beschrijven de voornaamste atmosferische fotochemische reacties en dynamische variabelen, essentieel de winden, en lossen dit gekoppelde systeem op numerieke manier op (computer).

circonstances externes telles que les saisons, les variations de température, comme c'est le cas lors d'une expérience en laboratoire. En outre, nous nous intéressons aux changements observés sur des périodes types de 10 ans. Il arrive que des phénomènes spécifiques nécessitent des campagnes d'observation intensives. Les mesurages sont repris dans des modèles atmosphériques. Ceux-ci décrivent les principales réactions atmosphériques et photochimiques ainsi que les variables dynamiques - essentiellement les vents - et résolvent numériquement (par ordinateur) ce système corrélé.

Hoe ?

Essentieel: observaties. In-situ (d.w.z. ter plaatse) of van op afstand, d.w.z. door teledetectie. Een grote waaier aan instrumenten is nodig om alle parameters te kunnen meten. Teledetectie binnen ESVA is gebaseerd op waarnemingen van zonlicht dat op zijn weg door de atmosfeer gedeeltelijk geabsorbeerd wordt door de erin aanwezige gasmoleculen. Elke molecule absorbeert een welbepaalde kleur en laat op die manier als het ware zijn handtekening na in het licht als je het spectraal analyseert d.w.z. als doorheen een prisma. Instrumenten die zulks doen zijn spectrometers. ESVA gebruikt spectrometers gaande van ultraviolet tot infrarood licht, opgesteld op verschillende plaatsen in Europa; sommige werken automatisch. In-situ metingen zijn bv. de ozonpeilingen: metingen van ozon vanaf een kleine ballon die stijgt tot ongeveer 30 km hoogte.

Alle metingen worden verzameld om lange gegevensseries te bekomen (sommige over meer dan 20 jaren), die dan samen met de modellen de antwoorden bevatten op bovenstaande vragen.

Comment ?

Un élément essentiel: les observations. In situ (= sur place) ou à distance, en d'autres termes par télédétection. Le mesurage de tous les paramètres nécessite une panoplie d'instruments. La télédétection effectuée par les équipes du consortium EECA est basée sur des observations de la lumière solaire qui, lors de son passage dans l'atmosphère, est partiellement absorbée par les molécules gazeuses présentes. Chaque molécule absorbe une couleur bien définie et laisse en quelque sorte sa signature dans la lumière lorsque l'on analyse le spectre, comme à travers un prisme. Les instruments qui permettent d'effectuer cette analyse sont appelés spectromètres. Le consortium EECA utilise des spectromètres allant de l'ultraviolet à la lumière infrarouge, placés à divers endroits en Europe; certains de ces spectromètres fonctionnent automatiquement. Les mesurages effectués in situ sont par exemple les sondages d'ozone: mesurage de la quantité d'ozone à partir d'un petit ballon capable d'atteindre une hauteur d'environ 30 km. Tous les mesurages sont rassemblés pour constituer de longues séries de données (qui s'étendent parfois sur plus de 20 ans) permettant, avec les modèles, d'apporter une réponse aux questions mentionnées plus haut.







Als men aan de hand van de resultaten het gedrag van de atmosfeer beter begrijpt, kan men volgende vragen beantwoorden: kan men de waargenomen evolutie van de atmosfeer tegengaan? Welke maatregelen moet men hiertoe treffen, zodat ze effectief zijn op lange termijn?. Neem het Protocol van Montréal dat het gebruik van CFK's beperkt. De eerste stappen dateren van 1987. De huidige metingen o.a. binnen ESVA bewijzen zijn doeltreffendheid: het chloorgehalte in de atmosfeer daalt. De wijzigingen aangebracht aan het Protocol tussen 1987 en nu weerspiegelen de evolutie van de wetenschappelijke kennis die het ondersteunt. Zonder deze wijzigingen zou het gunstige effect van het Protocol waarschijnlijk te laat gekomen zijn, met een dramatische daling van ozon tot gevolg. Het is daarom de bedoeling van ESVA om bij te dragen tot het ontwikkelen van een wetenschappelijk gerechtvaardigde politiek op lange termijn ter bescherming van de atmosfeer en van het leven op aarde.

A partir du moment où les résultats nous ont permis de mieux comprendre le comportement de l'atmosphère, nous sommes en mesure de répondre aux questions suivantes: pouvons-nous lutter contre l'évolution de l'atmosphère observée? A cet effet, quelles sont les mesures à prendre, en veillant à ce qu'elles soient efficaces à long terme? Prenez par exemple le Protocole de Montréal, qui limite l'utilisation des CFC. Les premières phases ont été entamées en 1987. Les mesurages actuels, effectués notamment par le consortium EECA, démontrent son efficacité: la teneur en chlore dans l'atmosphère diminue. Les modifications apportées au Protocole entre 1987 et 1998 reflètent l'évolution des connaissances scientifiques qu'il soutient. Sans ces modifications, l'effet positif du Protocole se serait probablement produit trop tard, ce qui aurait résulté en une diminution catastrophique de la quantité d'ozone. C'est pour cette raison que l'objectif d'EECA consiste à contribuer au développement d'une politique scientifique justifiée à long terme de manière à protéger l'atmosphère et la vie sur terre.



**Experimentele Studies van Veranderingen in de Atmosfeer (ESVA)
Etudes Expérimentales des Changements dans l'Atmosphère (EECA)**



Koninklijk Meteorologisch Instituut van België
Institut Royal Météorologique de Belgique

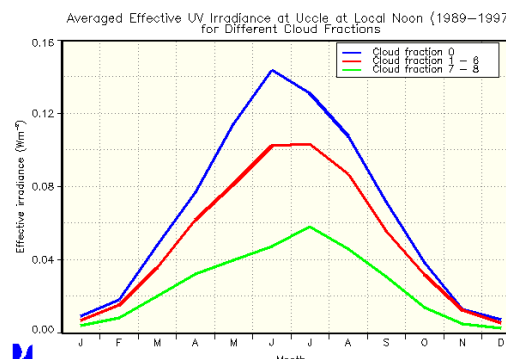
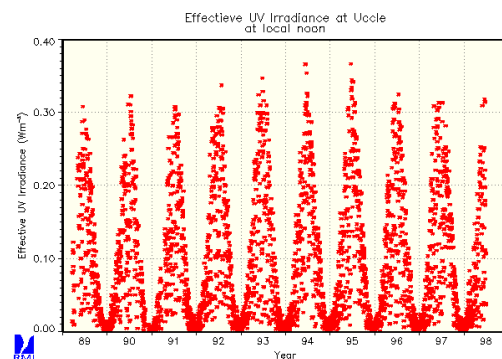
Verantwoordelijke - Responsable :

Dirk De Muer
Ringlaan 3 1180 Brussel
Tel: 02/373 05 70
Fax: 02/375 12 59
Email: ddm@oma.be



Met hetzelfde toestel waarmee de dikte van de ozonlaag gemeten wordt, doet men ook dagelijkse metingen van de intensiteit van het UV (ultraviolet) licht, in samenwerking met het BIRA (Belgisch Instituut voor Ruimte-Aëronomie). Uit deze metingen kan o.a. afgeleid worden hoe de intensiteit van het UV licht evolueert als functie van diverse factoren zoals de periode van het jaar en de meteorologische omstandigheden. De UV metingen aan het KMI zijn begonnen in 1989; toch is de tijdreeks nog te kort om betrouwbare conclusies te kunnen trekken omtrent langjarige trends van UV-straling.

De UV-intensiteit wordt in hoofdzaak bepaald door de hoogte van de zon, de graad van bewolking en de dikte van de ozonlaag. Aan de hand van voorspelde ozonwaarden heeft men aan het KMI een methode ontwikkeld voor de voorspelling van de zogenaamde UV-index bij wolkeloze hemel; deze is een maat voor de intensiteit van de UV-straling.



L'appareil utilisé pour mesurer l'épaisseur de la couche d'ozone sert également à effectuer des mesurages quotidiens de l'intensité de la lumière UV (ultraviolette), travail réalisé en collaboration avec l'IASB (Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique). Ces mesurages permettent notamment de déduire de quelle manière l'intensité de la lumière UV évolue en fonction de divers facteurs tels que la période de l'année et les circonstances météorologiques. C'est en 1989 que l'IRM a commencé à effectuer des mesurages des

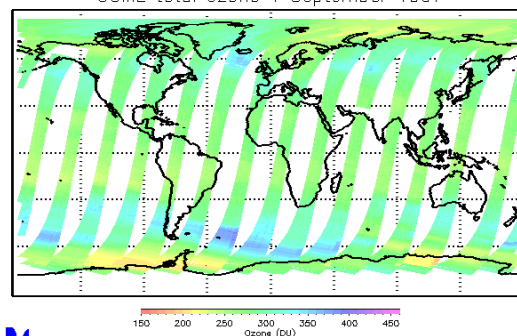
UV; toutefois, la période qui s'est écoulée depuis est encore trop courte pour pouvoir tirer des conclusions fiables en ce qui concerne l'évolution du rayonnement UV avec les années. L'intensité de la lumière UV est essentiellement déterminée par la hauteur du soleil, la nébulosité et l'épaisseur de la couche d'ozone. L'IRM s'est servi de valeurs d'ozone prévisibles pour développer une méthode visant à prévoir 'l'indice UV' dans un ciel non nuageux; il s'agit d'une mesure de l'intensité du rayonnement UV.

In het kader van een Europees project neemt het KMI deel aan een studie over ozon in de troposfeer boven Europa. De troposfeer is de onderste laag van de atmosfeer waar de temperatuur gemiddeld daalt met de hoogte. De bijdrage van het KMI bestond o.a. uit het verrichten van dagelijkse ozonpeilingen te Ukkel tijdens de zomerperiode van juni tot augustus. Uit die peilingen konden we nagaan wat er met de ozon gebeurt die aan het aardoppervlak gevormd wordt tijdens episodes van warm en zonnig weer.

In andere projecten worden satellietwaarnemingen van ozon gevalideerd aan de hand van de metingen van de dikte van de ozonlaag en de ozonpeilingen te Ukkel. Dit gebeurde in het verleden met GOME (Global Ozone Monitoring Experiment) van de ESA; en analoge projecten zijn in voorbereiding voor de validatie van ozonwaarnemingen met instrumenten die zullen geplaatst worden op Europese satellieten voor meteorologie en voor milieu-onderzoek.

Dans le cadre d'un projet européen, l'IRM collabore à une étude sur l'ozone dans la troposphère au-dessus de l'Europe. La troposphère est la couche inférieure de l'atmosphère, où la température diminue en moyenne avec l'altitude. La contribution de l'IRM consistait notamment à effectuer chaque jour des sondages d'ozone à Uccle durant la période d'été, de juin à août. Ces sondages nous ont permis de vérifier ce qu'il advenait de l'ozone formé sur la surface de la terre au cours des périodes de temps chaud et ensoleillé.

Dans le cadre d'autres projets, des observations par satellite de l'ozone sont validées à l'aide de mesurages de l'épaisseur de la couche d'ozone et des sondages d'ozone effectués à Uccle. Ce travail s'effectuait auparavant au moyen de la GOME (Global Ozone Monitoring Experiment) de l'ESA; des projets analogues sont actuellement en préparation pour ce qui est de la validation des observations de l'ozone à l'aide d'instruments qui seront placés sur des satellites européens destinés à effectuer des recherches météorologiques et environnementales.

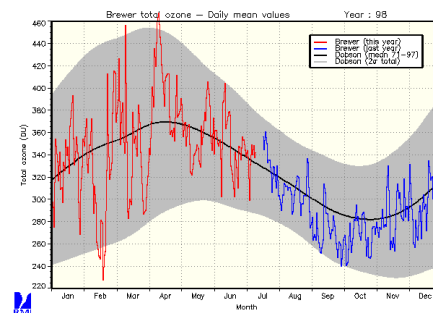




Onderzoek van ozon en UV-straling aan het KMI

Aan het KMI (Koninklijk Meteorologisch Instituut) te Ukkel worden dagelijks metingen uitgevoerd van de totale dikte van de ozonlaag. Deze metingen gebeuren sinds 1971 en maken het mogelijk na te gaan hoe de ozonlaag boven onze streken evolueert op verschillende tijdschalen (dag-tot-dag schommelingen, jaarlijkse variatie, langjarige trend). Om betrouwbare langjarige trends te kunnen berekenen wordt veel aandacht besteed aan de ijking van de toestellen en de kwaliteit van de metingen.

Door middel van ozonpeilingen wordt bestudeerd hoe de dikte van de ozonlaag verdeeld is in functie van de hoogte. Deze peilingen worden driemaal per week uitgevoerd sinds 1969 en hebben geleid tot een zeer waardevolle tijdreeks die een van de langste en meest volledige is ter wereld. Aan de hand van de ozonprofielen en bijbehorende meteorologische metingen worden diverse studies uitgevoerd, o.a. om de invloed van meteorologische factoren op het gedrag van de ozonlaag na te gaan.



Wat ? Waarom ?

Begrijpen van de variaties van de ozonlaag

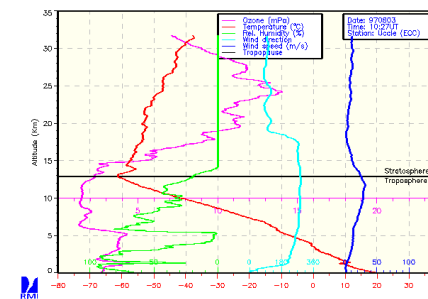
Het onderzoek van atmosferische ozon aan het KMI heeft in de eerste plaats tot doel een bijdrage te leveren tot de kennis van het gedrag van de ozonlaag in de troposfeer en de stratosfeer. Daarin bekleedt de studie van langjarige trends van ozon in de verschillende lagen van de atmosfeer een belangrijke plaats.

Om de betrouwbaarheid van de berekende trends te kunnen garanderen wordt er veel aandacht besteed aan de nauwkeurigheid van de meettoestellen en de kwaliteit van de

Etude de l'ozone et du rayonnement UV à l'IRM

A l'IRM (Institut Royal Météorologique) d'Uccle, l'épaisseur totale de la couche d'ozone est mesurée quotidiennement. Ces mesures sont effectuées depuis 1971 et permettent de vérifier de quelle manière évolue la couche d'ozone au-dessus de nos régions selon différentes échelles de temps (variations jour après jour, variations annuelles, évolution à long terme). Pour pouvoir calculer une évolution à long terme de manière fiable, une attention particulière est accordée à l'étalonnage des appareils et à la qualité des mesurages.

Les sondages d'ozone permettent d'étudier la manière dont l'épaisseur de la couche d'ozone est répartie en fonction de l'altitude. Ces sondages sont effectués trois fois par semaine depuis 1969 et ont permis d'établir un tableau d'évolution extrêmement fiable qui figure parmi les plus longs et les plus complets du monde. Les profils d'ozone et les mesurages météorologiques qui s'y rapportent permettent de réaliser diverses études dont l'objectif consiste - entre autres - à vérifier l'influence des facteurs météorologiques sur le comportement de la couche d'ozone.



Quoi ? / Pourquoi ?

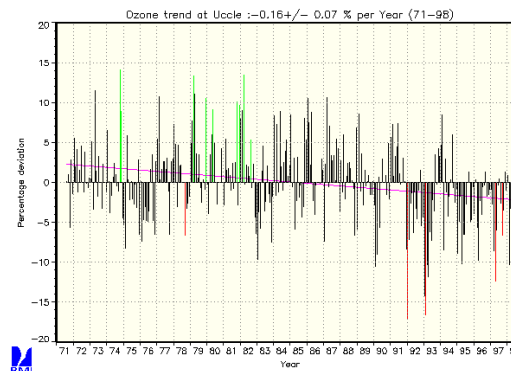
Comprendre les variations de la couche d'ozone

L'étude de l'ozone atmosphérique à l'IRM a pour objectif premier de contribuer à la connaissance du comportement de la couche d'ozone dans la troposphère et la stratosphère. A ce sujet, l'étude de l'évolution à long terme de l'ozone dans les différentes couches de l'atmosphère occupe une place importante.

Afin de garantir la fiabilité de l'évolution calculée, une attention particulière est accordée à la précision des appareils de mesure et à la qualité des mesurages. Pour vérifier quels

metingen. Om na te gaan welke factoren bepalend zijn voor de ozontrends op verschillende hoogtes zal het verband bestudeerd worden tussen het gedrag van de ozonlaag en de herkomst van luchtmassa's boven onze streken. Ook de invloed van langzame veranderingen van de algemene luchtcirculatie zal nagegaan worden.

Rekening houdend met de wisselwerking tussen ozonvariaties en UV-straling is het belangrijk beide soorten metingen gezamenlijk uit te voeren en te bestuderen.



sont les facteurs déterminants dans l'évolution de l'ozone à différentes altitudes, l'on étudiera le lien entre le comportement de la couche d'ozone et la provenance des masses d'air au-dessus de nos régions. Il conviendra également d'étudier l'influence des changements progressifs de la circulation générale de l'air. Compte tenu de la corrélation entre les variations dans la couche d'ozone et le rayonnement UV, il est important d'effectuer et d'étudier conjointement les deux types de mesurages.

Hoe ?

Spectrofotometers en ozonsondes

De dikte van de ozonlaag wordt te Ukkel gemeten met behulp van twee zogenaamde ozon-spectrofotometers. Dit zijn instrumenten waarmee men de intensiteit van het zonlicht (of van het diffuse licht loodrecht boven ons) meet bij verschillende golflengten in het UV. Door na te gaan in welke mate dit licht verzwakt wordt door absorptie, kan men de dikte van de ozonlaag berekenen.

De verticale verdeling van de ozonlaag wordt bepaald met behulp van ozonpeilingen. Hierbij wordt een ozonsonde samen met een radiosonde aan een weerballon gehangen die opstijgt tot een hoogte van ongeveer 34 km. Tijdens het opstijgen van de ballon wordt in de ozonsonde voortdurend de ozonconcentratie gemeten van de luchtlagen die doorkruist worden. De radiosonde meet terzelfdertijd verschillende meteorologische gegevens (temperatuur, vochtigheid, luchtdruk en wind) en al deze gegevens worden via een kleine radiozender naar het ontvangststation gestuurd.

Comment ?

Spectrophotomètres et sondes d'ozone

L'épaisseur de la couche d'ozone est mesurée à Uccle à l'aide de deux appareils appelés spectrophotomètres à ozone. Il s'agit d'instruments permettant de mesurer l'intensité de la lumière solaire (ou de la lumière diffuse perpendiculairement au-dessus de nous) pour différentes longueurs d'ondes dans l'UV. C'est en vérifiant dans quelle mesure cette lumière est affaiblie par absorption qu'il est possible de calculer l'épaisseur de la couche d'ozone. La distribution verticale de la couche d'ozone est déterminée au moyen de sondages d'ozone. Pour ce faire, une sonde d'ozone et une radiosonde sont accrochées à un ballon-sonde pouvant être élevé jusqu'à une hauteur de 34 km. Au cours de l'ascension du ballon, la sonde d'ozone mesure constamment la concentration d'ozone dans les couches d'air qu'elle traverse. Pendant ce temps, la radiosonde mesure différentes données météorologiques (température, humidité, pression atmosphérique et vent); toutes ces données sont ensuite transmises à la station de réception via un petit émetteur radio.



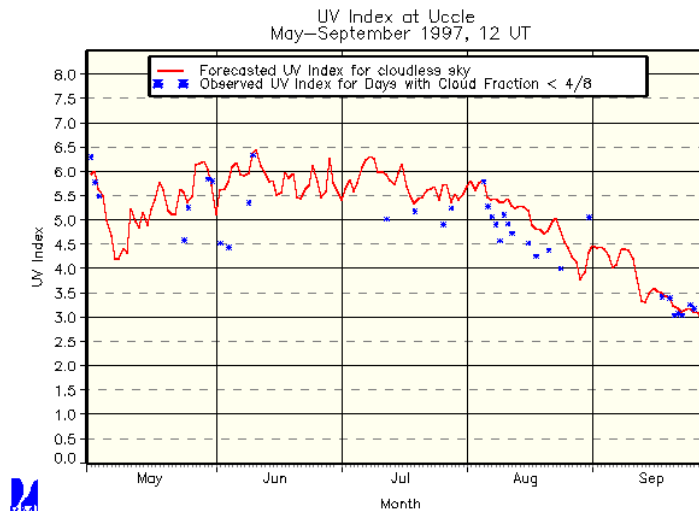
Informatie over de ozonlaag en UV-straling boven onze streken

Op basis van lange tijdreeksen van ozonwaarnemingen werd vastgesteld dat de theorieën over een mogelijke afbraak van de ozonlaag klopten en konden passende maatregelen genomen worden op internationale schaal. Aan de hand van dezelfde meetreeksen zal men in de komende decennia kunnen controleren in welke mate deze maatregelen een gunstig effect hebben op de ozonlaag. Anderzijds zijn de studies van ozon in de onderste luchtlagen belangrijk om na te gaan door welke factoren ozonepisodes tijdens de zomermaanden beïnvloed worden.

De metingen van UV en de studies die daarop door het KMI verricht werden, hebben ons toegelaten betrouwbare voorspellingen op te stellen van de UV-index. Deze voorspellingen zullen in de toekomst elk jaar tijdens de zomermaanden verspreid worden. In een folder die men gratis bij het KMI kan aanvragen, wordt de betekenis van de UV-index nader toegelicht en worden nuttige tips gegeven om verstandig om te gaan met de zon.

Informations sur la couche d'ozone et le rayonnement UV au-dessus de nos régions

De longues périodes d'observation de la couche d'ozone ont permis de constater que les théories relatives à une éventuelle rupture de la couche d'ozone étaient fondées et de prendre des mesures appropriées à l'échelle internationale. Ces mêmes mesures nous permettront au cours des prochaines décennies de contrôler dans quelle mesure ces dispositions exerceront un effet positif sur la couche d'ozone. D'autre part, il est important de procéder à des études de l'ozone dans les couches atmosphériques inférieures pour pouvoir déterminer les facteurs qui influencent la présence d'ozone durant les mois d'été. Les mesures des UV et les études réalisées à ce sujet par l'IRM nous ont permis d'établir des prévisions fiables de l'indice UV. À l'avenir, ces prévisions seront publiées chaque année durant la période d'été. Une brochure disponible gratuitement à l'IRM permettra au public d'en savoir davantage sur la signification de l'indice UV et fournira des petites astuces pour un comportement intelligent vis-à-vis du soleil.





**Experimentele Studies van Veranderingen in de Atmosfeer (ESVA) en
Bijdrage tot de studie van de aardatmosfeer vanuit de ruimte (ATMOS)
Etudes expérimentales des changements atmosphériques (EECA) et
Contribution à l'étude de l'atmosphère terrestre à partir de l'espace (ATMOS)**



Université de Liège
Institut d'Astrophysique et de Géophysique

Verantwoordelijke - Responsable :

Rudolphe Zander
Avenue de Cointe 5 4000 Liège
Tel: 04/254 75 56
Fax: 04/252 75 11
Email: R.Zander@ulg.ac.be

Samenwerking



Collaboration

De GIRPAS analyseert de waarnemingen van infrarood zonlicht die regelmatig gedaan worden op de Jungfraujoch (Zwitserse Alpen) om de scheikundige samenstelling en evolutie van de aardatmosfeer boven Europa te bepalen. De groep heeft zo gegevensbanken opgericht over de verticale hoeveelheid (aantal moleculen van een gas in een verticale kolom met een doorsnede van 1 cm²) van een twintigtal belangrijke bestanddelen van de atmosfeer. Dit gaat over een periode van 15 tot 25 jaar, met voor sommige bestanddelen referentiemetingen in 1950 (het jaar dat het Luikse laboratorium werd opgericht). Dankzij de deelname aan de analyse van waarnemingen van de atmosfeer door ATMOS (Atmospheric Trace Molecule Spectroscopy) tijdens expedities aan boord van het ruimteveer tussen 1985 en 1994 kon de GIRPAS talrijke internationale contacten maken. Dit bevorderde het gebruik van de metingen op de Jungfraujoch om de waarnemingen vanuit de ruimte te valideren, waardoor ze een waarde kregen in het wereldwijde onderzoek over 'Global Change'.

Le GIRPAS analyse plus spécifiquement les observations solaires infrarouges effectuées régulièrement au Jungfraujoch (Alpes Suisses) afin de caractériser la composition chimique de l'atmosphère terrestre au-dessus de l'Europe et son évolution. Le groupe a ainsi établi des bases de données relatives aux abondances verticales (nombre de molécules d'un gaz dans une colonne verticale de 1 cm² de section) d'une vingtaine de constituants atmosphériques importants, s'étendant sur des périodes de 15 à 25 ans, avec des mesures de référence en 1950 (année de l'installation du laboratoire liégeois) pour certaines d'entre elles. La participation à l'analyse d'observations atmosphériques effectuées par l'instrument ATMOS (Atmospheric Trace MOlecule Spectroscopy) lors de missions à bord de navettes spatiales entre 1985 et 1994 a permis au GIRPAS d'établir de nombreuses collaborations internationales et de promouvoir l'utilisation des mesures du Jungfraujoch pour la validation d'observations spatiales et d'en valoriser ainsi l'importance dans le contexte 'Global Change' à l'échelle de la planète.



Inleiding

België heeft het Verdrag van Wenen (1985) inzake de 'Bescherming van de ozonlaag' en het Protocol van Montreal (1987) dat de productie en het gebruik van stoffen die de ozonlaag aantasten beperkt (vooral chloorfluorkoolstoffen of CFK's) mede ondertekend. Vanaf 1990 heeft België dan ook de aanbevelingen uit deze documenten in werking gesteld, door een speciaal luik voor het opvolgen van de aardatmosfeer en de veranderingen erin op te nemen in de 'Global Change-Impuls' (1990-1996) en 'Global Change-Duurzame Ontwikkeling' programma's (1997-2000). Deze inspanning wordt gecoördineerd en beheerd door de DWTC en voortgezet in het ESVA-project (Experimentele Studies van Veranderingen in de Atmosfeer).

Dit verzamelt de waarnemingen door de GIRPAS (Groupe Infra-Rouge de Physique Atmosphérique et Solaire) van de ULg, het BIRA (Belgisch Instituut voor Ruimte-Aëronomie), het KMI (Koninklijk Meteorologisch Instituut) en het LCPM (Laboratoire de Chimie Physique Moléculaire) van de ULB. In de algemene beschrijving van het ESVA-project wordt de samenwerking tussen deze elkaar aanvullende teams vermeld.



Préambule

Signataire de la Convention de Vienne (1985) relative à la 'Protection de la Couche d'Ozone' et du Protocole de Montréal (1987) qui contingente la production et l'utilisation de substances qui affectent la couche d'ozone (en particulier les chlorofluorocarbones ou CFCs), la Belgique a répondu, dès 1990, aux recommandations formulées dans ces documents, en incluant dans ses programmes 'Global Change-Impulsion' (1990-1996) et 'Global Change-Développement Durable' (1997-2000) un volet relatif à la surveillance de l'atmosphère terrestre et son évolution. Coordonné et géré par les SSTC, cet effort se poursuit actuellement dans le cadre du projet EECA (Etudes Expérimentales des Changements Atmosphériques). Celui-ci regroupe des activités observationnelles menées par le GIRPAS (Groupe Infra-Rouge de Physique Atmosphérique et Solaire) de l'ULg, l'IASB (Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique), l'IRM (Institut Royal Météorologique) et le LCPM (Laboratoire de Chimie Physique Moléculaire) de l'ULB, dont la complémentarité et les collaborations entre groupes sont évoquées dans la description générale du projet EECA.

Wat ? Waarom ?

Twee reeksen moleculen worden nauwgezet gevolgd op de Jungfrauoch:

1.- de moleculen verantwoordelijk voor de erosie van stratosferische ozon tijdens de laatste decennia, waardoor meer UV-B-stralen het aardoppervlak bereiken. Het gaat hier vooral om chloorverbindingen, maar door het Protocol van Montreal zou deze invloed spoedig moeten afnemen. Nochtans zal onze ozonlaag zijn beschermend vermogen van 'voor de CFK's' pas over 50 jaar terugkrijgen, ... voor zover het Protocol nauwgezet gevolgd wordt. Ook dit moet nagegaan worden met de metingen van de GIRPAS.

2.- de moleculen in de troposfeer die langzaam maar zeker talrijker worden en die een zorgwekkende invloed hebben op het toekomstige klimaat op Aarde vanwege hun bijdrage tot het broeikas effect. Het recente Protocol van Kyoto (december 1997) heeft een plan opgesteld om de uitstoot van broeikasgassen geleidelijk te verminderen. Er zijn echter nog vele redenen om sceptisch te staan tegenover de wereldwijde toepasbaarheid in de nabije toekomst.

Hoe ?

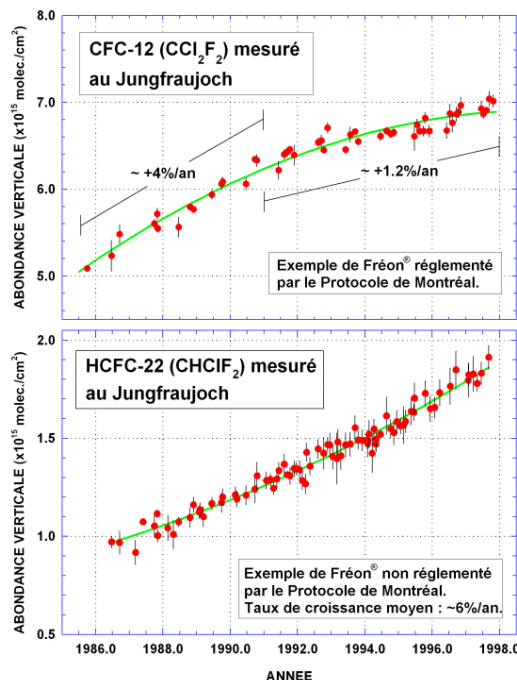
Als men het spectrum van het zonlicht op het aardoppervlak bestudeert, ziet men daarin strepen die te wijten zijn aan de absorptie van deze golflengten in de buitenste schil van de zon en door de atmosferische bestanddelen boven het observatiepunt. Door onderzoek van het spectrum van deze laatste strepen (dankzij spectroscopische gegevens uit het laboratorium) kan men precies de hoeveelheden gas die het licht tegengekomen is bepalen, en iedere verandering van deze hoeveelheden in functie van de tijd. De GIRPAS past deze 'teledetectie' methode toe en gebruikt twee Fourier-transformatie spectrofotometers met

Quoi ? / Pourquoi ?

Deux séries de molécules sont particulièrement surveillées au Jungfrauoch :

1.- celles responsables de l'érosion de l'ozone stratosphérique durant les dernières décennies, augmentant ainsi les doses de radiations solaires UV-B au sol. Les composés chlorés sont particulièrement visés ici, mais le Protocole de Montréal devrait bientôt en atténuer l'impact. Cependant, la couche d'ozone ne retrouvera ses caractéristiques de bouclier protecteur d'avant 'l'ère des CFCs' que dans au moins 50 ans, ... pour autant que le Protocole soit scrupuleusement respecté, et c'est cela aussi que doivent vérifier les mesures conduites par le GIRPAS.

2.- celles qui, dans la troposphère, continuent à augmenter, lentement mais inexorablement, et dont l'impact sur le climat futur de la planète est préoccupant en raison de leur contribution à l'effet de serre. Le récent Protocole de Kyoto (Décembre 1997) a établi un plan progressif de réduction des émissions de gaz à effet de serre, mais maintes raisons permettent d'être sceptique quant à son applicabilité à l'échelle mondiale dans un proche avenir.



Comment ?

Tout spectre solaire enregistré au sol, contient des raies d'absorption formées dans les couches extérieures du soleil et d'autres produites par l'absorption due aux constituants atmosphériques le long du trajet d'observation. L'analyse spectrale de ces dernières (grâce à l'utilisation de données spectroscopiques produites en laboratoire) permet de déduire avec précision les quantités de gaz rencontrées, et tout changement de ces quantités en fonction du temps. Cette méthode de 'télédétection' a été adoptée par le GIRPAS qui utilise actuellement deux spectromètres par transformée de Fourier, capables d'enregistrer

die zeer snel brede gebieden van het spectrum kunnen opnemen, bijvoorbeeld van 2.0 tot 5.5 μm en van 8.0 tot 14 μm . Dit zijn de gebieden waarin de voornaamste moleculen van de atmosfeer bestudeerd kunnen worden. Er waren twee goede redenen om het Luikse laboratorium op de Jungfraujoch, op 3580 m hoog, te installeren: het lage gehalte aan plaatselijke vervuiling en de lage interferentie van waterdamp, beide zeer storende elementen in de laagvlakte.

rapidement des domaines spectraux larges, par exemple de 2.0 à 5.5 μm et de 8.0 à 14 μm , dans lesquels les principales molécules atmosphériques peuvent être étudiées. Les raisons majeures ayant justifié l'installation du laboratoire liégeois au Jungfraujoch, à 3580 m d'altitude, sont la réduction de pollutions locales et d'interférences spectrales par la vapeur d'eau, toutes deux très gênantes en plaine.

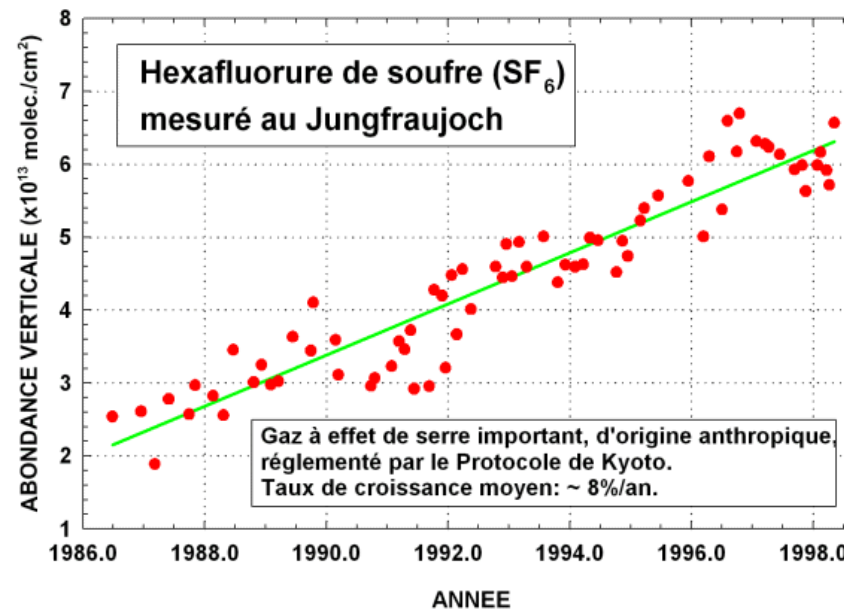


Steun voor de besluitnemers

De landen die het Protocol van Montreal ondersteunen hebben de verschillende stappen vastgelegd in de geleidelijke afbouw van de uitstoot van chloor- en broomgassen die de beschermende ozonlaag aantasten. Hierbij steunen ze op het wetenschappelijk bewijsmateriaal waaraan de bovengenoemde metingen hebben bijgedragen en op overleg met de producenten van deze stoffen. Deze stappen worden regelmatig herzien (Amendementen) aan de hand van nieuwe proefondervindelijke gegevens. Het Protocol van Montreal en zijn Amendementen zijn een opmerkelijk voorbeeld van de samenwerking tussen de wetenschappers, de industriële wereld en de besluitnemers ten bate van de gehele samenleving in de toekomst. Een dergelijke benadering werd ook gevolgd tijdens het Protocol van Kyoto, om de uitstoot van broeikasgassen te stabiliseren en vervolgens te verminderen. Ook in deze context zullen de gegevens van de infrarood-waarnemingen op de Jungfraujoch gebruikt worden. Op deze wijze kan België op zijn eigen manier bijdragen tot deze nieuwe uitdaging van het milieu.

Aide aux preneurs de décisions

Sur base d'évidences scientifiques auxquelles les mesures évoquées ci-avant ont largement contribué, et après concertation avec les producteurs des composés mis en cause, les nations adhérentes au Protocole de Montréal ont défini les étapes d'élimination progressive des gaz chlorés et bromés responsables de l'érosion de la couche protectrice d'ozone; ces étapes sont revues régulièrement (Amendements) en fonction de données expérimentales nouvelles. Le Protocole de Montréal et ses Amendements constituent un exemple remarquable de collaboration entre la communauté scientifique, le monde industriel et les preneurs de décisions au profit de l'humanité toute entière de demain. Une approche semblable vient d'être adoptée dans le cadre du Protocole de Kyoto, en vue de stabiliser puis de réduire les productions de gaz à effet de serre. Dans ce contexte aussi, maintes bases de données déduites des observations infrarouges au Jungfraujoch feront autorité dans les prochaines années et permettront à la Belgique de contribuer de façon originale à cet autre défi environnemental.





**Experimentele Studies van Veranderingen in de Atmosfeer
Etudes expérimentales des changements atmosphériques**



Belgisch Instituut voor Ruimte-Aëronomie (BIRA)
Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique (IASB)

Verantwoordelijke - Responsable :

Martine De Mazière
Ringlaan 3 avenue Circulaire 1180 Brussel - Bruxelles
Tel : 02/373 03 63
Fax : 02/374 84 23
Email : Martine.DeMaziere@oma.be

Samenwerking



Collaboration

Het Belgisch Instituut voor Ruimte Aeronomie (BIRA-IASB) neemt deel aan verschillende nationale en internationale onderzoeksprogramma's betreffende de aardatmosfeer. Ze berusten meestal op een combinatie van observaties en studies gebaseerd op numerieke modellen van de atmosfeer die de interpretatie van de metingen ondersteunen.

Een belangrijk voorbeeld is de deelname van BIRA-IASB aan een wereldwijd netwerk van grondobservatoria dat globale veranderingen in de atmosfeer wil detecteren en begrijpen, het zogenaamd NDSC of Network for the Detection of Stratospheric Change.

Andere projecten met veelal Europese partners lopen in het kader van de milieuprogramma's van de Europese Commissie. De ruimtevaartorganisaties (ESA, NASA, ...) geven toegang tot satellietgegevens.

Een belangrijke bijdrage aan het onderzoek wordt gefinancierd door de federale diensten voor wetenschapsbeleid (DWTC).

Als voorbeeld citeren we het project ESVA: Experimentele Studies van Veranderingen in de Aardatmosfeer, in samenwerking met Universiteit de Liège, ULB en KMI.

L'Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique (BIRA-IASB) apporte sa collaboration à plusieurs programmes de recherche nationaux et internationaux sur l'atmosphère terrestre. Ces programmes se fondent généralement sur une combinaison d'observations et d'études basées sur des modèles numériques de l'atmosphère qui permettent d'étayer l'interprétation des mesures.

Un exemple important est la participation du BIRA-IASB à un réseau mondial d'observatoires terrestres. Ce réseau, appelé NDSC (Network for the Detection of Stratospheric Change), a pour objectif de détecter et de comprendre les changements dans l'atmosphère à l'échelle mondiale.

D'autres projets réalisés pour la plupart avec des partenaires européens s'inscrivent dans le cadre des programmes écologiques de la Commission européenne.

Les organisations aérospatiales telles que l'ESA ou la NASA donnent accès à des données obtenues par satellite. Une importante contribution à ces recherches est financée par les services fédéraux chargés de la politique scientifique (SSTC).

A titre d'exemple, citons le projet EECA: Etudes expérimentales des Changements dans l'Atmosphère terrestre, un projet réalisé en collaboration avec l'Université de Liège, l'ULB et l'IRM



BIRA-IASB bestudeert een groot aantal parameters van onze aardatmosfeer: zijn samenstelling, dynamisch gedrag, interactie met de zonnestraling, Al deze parameters zijn op een ingewikkelde manier met elkaar gekoppeld, via fysico-chemische relaties, en bepalen het gedrag van de atmosfeer en zijn evolutie. Momenteel stelt men zich vragen omtrent de vermindering van ozon, de verhoging van de UV straling aan het aardoppervlak, en een mogelijke opwarming van onze atmosfeer. Doorheen verschillende onderzoeksprojecten, waaronder ESVA, draagt BIRA-IASB bij tot de opheldering van deze vragen. Zijn bijdrage omvat waarnemingen, ondersteunende laboratoriumexperimenten, en modelstudies. Deze laatste laten een numerieke simulatie van de atmosfeer toe, en moeten vooral helpen om de koppeling tussen de verschillende parameters te berekenen. Ze zijn onmisbaar voor de planning en interpretatie van de observaties. De atmosfeer is onderhevig aan natuurlijke variaties van verschillende duur: dag-nacht variaties, seizoensvariaties, jaarlijkse veranderingen en tendensen over meerdere jaren. Daarom moet het onderzoek continuïteit en lange-termijn objectieven nastreven.

Wat ? Waarom ?

Het onderzoek van de lagere atmosfeer (tot ongeveer 50 km hoogte) binnen BIRA-IASB spitst zich toe op de problematiek van ozon en UV straling, en hun wisselwerkingen met het klimaat op globale schaal. De reden hiervoor is dat ozon een cruciale rol speelt in de atmosfeer, en dat er veranderingen in de hoeveelheid ozon optreden die het leven op aarde bedreigen. Andere gassen in de atmosfeer reageren met ozon en beïnvloeden het, niettegenstaande hun geringe concentratie. Zo bijvoorbeeld chloorhoudende componenten, waaronder sommige freonen die door de mens in de atmosfeer zijn uitgestoten. De dynamica (winden,...) en foto-chemische interacties in de atmosfeer koppelen al deze parameters: men kan deze koppeling beschouwen als een soort gesloten kettingreactie.

Vandaar dat deze studie van de ozon- en klimaatproblematiek zo ingewikkeld wordt. Veel waarnemingen zijn nodig, van verschillende atmosferische gassen en parameters, en overeenkomstige numerieke berekeningen zijn onmisbaar om de onderlinge interacties te begrijpen.

Le BIRA-IASB étudie de nombreux paramètres de notre atmosphère terrestre: sa composition, son comportement dynamique, son interaction avec le rayonnement solaire, ... Ces paramètres sont reliés de façon complexe par le biais de relations physico-chimiques et déterminent le comportement et l'évolution de l'atmosphère. A l'heure actuelle, les chercheurs se posent des questions sur la diminution de l'ozone, l'augmentation du rayonnement UV sur la surface terrestre ainsi qu'un éventuel réchauffement de notre atmosphère. Par le biais de plusieurs projets de recherche, dont l'EECA, le BIRA-IASB contribue à apporter une réponse à ces questions. Cette contribution consiste en des observations, des expériences en laboratoire et des études de modèles. Ces modèles permettent d'effectuer une simulation numérique de l'atmosphère et ont pour principal objectif de calculer la corrélation entre les différents paramètres. Ils sont indispensables à la planification et à l'interprétation des observations.

L'atmosphère est sujette à des variations naturelles de durées différentes: variations entre le jour et la nuit, variations saisonnières, changements annuels et tendances sur plusieurs années. C'est pour cette raison que l'étude doit viser la continuité et des objectifs à long terme.

Quoi ? / Pourquoi ?

L'étude des couches inférieures de l'atmosphère (jusqu'à environ 50 km de hauteur) réalisée au sein du BIRA-IASB se concentre sur les problèmes de l'ozone et du rayonnement UV et sur leurs interactions avec le climat à l'échelle mondiale. S'il en est ainsi, c'est parce que l'ozone joue un rôle crucial dans l'atmosphère et que l'on observe dans la quantité d'ozone des changements qui représentent une menace pour la vie sur terre. D'autres gaz présents dans l'atmosphère réagissent face à l'ozone et l'influencent, aussi petite que soit leur concentration. C'est par exemple le cas des composants chlorés, dont certains fréons, qui sont émis par l'homme dans l'atmosphère. La dynamique (vents, ...) et les interactions photochimiques dans l'atmosphère relient tous ces paramètres: l'on peut considérer cette relation comme étant une sorte de réaction en chaîne fermée.

Voilà pourquoi l'étude du problème de l'ozone et du climat est à ce point compliquée. Elle requiert de nombreuses observations de gaz atmosphériques et de paramètres différents. De même, les calculs numériques correspondants sont indispensables pour comprendre les interactions réciproques.

Hoe ?

Essentieel: observaties en modelberekeningen. BIRA-IASB heeft instrumenten staan op verschillende plaatsen in Europa zoals aangeduid op bijgevoegde kaart. Sommige instrumenten werken er voortdurend en automatisch, andere worden erheen gebracht voor een intensieve waarnemingsperiode en worden daarna ergens anders opgesteld. BIRA-IASB draagt ook bij tot de analyse van satellietgegevens bvb. die van het ESA instrument GOME (Global Ozone Monitoring Experiment) en van het NASA instrument TOMS (Total Ozone Mapping Spectrometer) die het voordeel hebben de ganse wereld te beslaan. Alle metingen vullen elkaar aan, op voorwaarde dat ze evenwaardig zijn, dwz, dat ze vergelijkbaar en betrouwbaar zijn. Deze evenwaardigheid verifiëren vraagt veel inspanning! Veel metingen zijn gebaseerd op de spectroscopische eigenschappen van de te meten gassen. Daarom zijn laboratoriummetingen nodig die deze eigenschappen eenduidig bepalen, in omstandigheden vergelijkbaar aan die van de atmosfeer. De series metingen over lange tijd, samen met de modellen, laten toe meer inzicht te verwerven in de ozon- en klimaatproblematiek.

Comment ?

Un élément essentiel: les observations et les calculs de modèles. Le BIRA-IASB a installé des instruments à différents endroits d'Europe, comme l'indique la carte en annexe. Certains instruments fonctionnent en permanence et automatiquement, d'autres sont amenés sur les sites pour une période d'observation intensive et sont ensuite installés à un autre endroit. Le BIRA-IASB collabore également à l'analyse des données obtenues par satellite, notamment celles fournies par l'instrument GOME (Global Ozone Monitoring Experiment) de l'ESA et par l'instrument TOMS (Total Ozone Mapping Spectrometer) de la NASA. Ces satellites présentent l'avantage de fournir des données portant sur la totalité de la planète. Tous les mesurages se complètent, pour autant qu'ils soient équivalents, en d'autres termes qu'ils soient comparables et fiables. La vérification de cette équivalence requiert énormément d'efforts!

De nombreux mesurages sont basés sur les caractéristiques spectroscopiques des gaz dont les chercheurs mesurent les quantités. C'est pourquoi il est indispensable d'effectuer des mesurages en laboratoire qui permettent de déterminer ces caractéristiques univoquement dans des circonstances comparables à celles de l'atmosphère.

Les séries de mesurages effectués sur une longue période ainsi que le travail à l'aide de modèles permettent de mieux comprendre les problèmes de l'ozone et du climat.



Belang voor de samenleving

Momenteel heeft BIRA-IASB meetseries ter beschikking die meer dan een decade beslaan, startend in 1990, enkele jaren na de ontdekking van het ozongat boven Antarctica (1985) en de initiatie van het Protocol van Montreal (1987). Natuurlijke variaties op korte termijn bvb. tengevolge van seizoensveranderingen of vulkanische uitbarstingen zoals Mt. Pinatubo (1991), werden gekarakteriseerd. Lange-termijn tendensen worden nu herkenbaar en zullen gekwantificeerd worden. De verdere uitbreiding van de meetseries zal toelaten de trends te volgen: men verwacht een afname van de voor ozon schadelijke chloorcomponenten en, met een zekere vertraging, een herstel van de ozonlaag.

De satellietmetingen zullen ook toelaten deze effecten op wereldschaal te volgen, en bvb. het onderscheid tussen beide poolgebieden of tussen de poolgebieden en de middelbare breedtegraden te bestuderen, met behulp van de modellen.

De opvolging van de atmosferische evolutie levert de nodige wetenschappelijke basis voor het treffen van regulerende maatregelen en de evaluatie ervan, voor de bescherming van onze levenssfeer.

Intérêt pour la civilisation

A l'heure actuelle, le BIRA-IASB dispose de séries de mesurages portant sur plus d'une décennie, à dater de 1990, quelques années après la découverte du trou dans la couche d'ozone au-dessus de l'Antarctique (1985) et l'entrée en vigueur du Protocole de Montréal (1987). Des variations naturelles à court terme survenues à la suite de changements saisonniers ou d'éruptions volcaniques comme celle du Mt Pinatubo en 1991 ont été caractérisées. Les tendances à long terme deviennent à présent reconnaissables et pourront être quantifiées. L'augmentation des séries de mesurages permettra de suivre la tendance: l'on prévoit une diminution des composants chlorés - nuisibles pour l'ozone - et, avec un certain retard, un rétablissement de la couche d'ozone.

Les mesurages effectués par satellite permettront également de suivre ces effets à l'échelle mondiale et, par exemple, d'étudier à l'aide des modèles la distinction entre les deux régions polaires ou entre les régions polaires et les degrés de latitude moyens.



**Parameterisatie en inventarisatie van gasvormige stikstofcomponenten van agrarische oorsprong.
Parameterisation et inventorisation de composés azotés gazeux d'origines agricoles**



Universiteit Gent
Laboratory of Applied Physical Chemistry

Verantwoordelijke - Responsable :

O. Van Cleemput
Coupure 653 9000 Gent
Tel : 09/264 60 02
Fax : 09/264 62 42
Email : Oswald.Vancleemput@rug.ac.be



Lachgas en methaan uit de bodem

Lachgas en methaan zijn gasen in de atmosfeer die bijdragen tot het broeikaseffect en de afbraak van de ozonlaag. Bodems zijn de belangrijkste bron van lachgas. Nattere bodems (b.v. rijstvelden) produceren heel wat methaan, maar bodems kunnen ook methaan afbreken.

Stikstofbemesting van een bodem leidt tot een verhoogde uitstoot van lachgas en tot een verminderde opname van methaan.

Er zijn veel factoren zoals temperatuur, vochtgehalte, gewas, landbouwpraktijk, etc. die een rol spelen bij opname en uitstoot van broeikasgasen.

Dit maakt het moeilijk te bepalen hoeveel lachgas er uit een bepaalde grond komt en hoeveel methaan erin verdwijnt.

De uitstoot van lachgas uit en de opname van methaan in verschillende Belgische bodems wordt gedurende een jaar gevolgd. Aanvullende laboratoriumproeven worden uitgevoerd om meer inzicht te krijgen in verschillende processen. Zo wordt o.a. de invloed van organische stoftoediening op de lachgasuitstoot bepaald door de onderzoeksgroep van Prof. K. Vlassak, Universiteit Leuven.

Wat ? Waarom ?

Effect van de landbouw op lachgasuitstoot en methaanopname

De bedoeling van het project is het opstellen van een inventaris van de uitstoot van lachgas en de opname van methaan van verschillende landbouw- en natuurlijke ecosystemen in België.

Bossen die nooit bemest zijn geweest produceren een beetje lachgas. Het gebruik van stikstofmeststoffen in de landbouw leidt tot een belangrijke uitstoot van lachgas uit de bodem. De hoeveelheid lachgas die geproduceerd wordt is zeer veranderlijk en is daarom zeer moeilijk in te schatten. Evenmin is het duidelijk of de gebruikte landbouwtechnieken

Gaz hilarant et méthane provenant du sol

Le gaz hilarant et le méthane sont des gaz présents dans l'atmosphère qui contribuent à l'apparition de l'effet de serre et à la décomposition de la couche d'ozone. Les sols constituent la principale source de gaz hilarant. Les sols plus humides (ex: rizières) produisent une quantité importante de méthane mais les sols peuvent également décomposer du méthane. La fertilisation d'un sol par des engrais azotés augmente les émissions de gaz hilarant et diminue l'absorption de méthane.

De nombreux facteurs (température, taux d'humidité, végétaux, techniques agricoles, etc.) jouent un rôle dans l'absorption et les émissions de gaz à effet de serre.

C'est pour cette raison qu'il est difficile de déterminer la quantité de gaz hilarant émise par un sol ainsi que la quantité de méthane qui y disparaît.

Les émissions de gaz hilarant et l'absorption de méthane font l'objet de suivi sur plusieurs sols belges durant un an. Des expériences complémentaires sont effectuées en laboratoire pour permettre de mieux comprendre les différents processus. C'est ainsi que le groupe de recherche du Prof. K. Vlassak (Université de Louvain) détermine notamment l'influence de l'administration de matières organiques sur les émissions de gaz hilarant.

Quoi ? / Pourquoi ?

Effet de l'agriculture sur les émissions de gaz hilarant et l'absorption de méthane

L'objectif du projet consiste à dresser l'inventaire des émissions de gaz hilarant (protoxyde d'azote) et des absorptions de méthane dans différents écosystèmes agricoles et naturels de Belgique.

Les forêts qui n'ont jamais été amendées produisent une petite quantité de gaz hilarant. L'utilisation d'engrais azotés dans l'agriculture engendre d'importantes émissions de gaz hilarant en provenance du sol. La quantité de gaz hilarant produite est très variable et donc extrêmement difficile à évaluer. Il est tout aussi difficile de déterminer si les tech-

een grote invloed hebben op de uitstoot.

Uit het onderzoek is gebleken dat het bemesten van gronden een remmende invloed heeft op de opname van methaan. Zelfs in een bos (in principe een natuurlijke grond) kan de methaanopname aanzienlijk verminderen als er stallen in de buurt zijn. De ammoniak die uit de stallen ontsnapt valt neer in het bos.

Hoe ?

Hoe meet je gas dat uit de bodem komt of erin verdwijnt

De uitstoot van lachgas wordt gemeten op het proefveld met behulp van gesloten kamers die onderaan open zijn en zo in de grond geduwd worden. Zodra de kamers gesloten zijn, begint het lachgas dat uit de grond komt zich in de kamer op te stapelen. Door te meten hoe snel de concentratie stijgt in de kamer, kan berekend worden hoeveel lachgas er uit de bodem komt.

Voor het meten van methaanopname gaan we ietsje anders te werk. Een buisje wordt in de grond geduwd en er voorzichtig uitgehaald om zo een niet-verstoord grondkolommetje te krijgen. Dit wordt dan naar het laboratorium gebracht. Daar steken we het grondkolommetje in een grote jampot, die we luchtdicht kunnen afsluiten. We spuiten een beetje methaan (10 ppm of 10 miljoensten van een liter methaan per liter lucht) in de bokaal en meten hoe snel de hoeveelheid methaan in de bokaal daalt.

niques agricoles utilisées exercent une influence importante sur ces émissions.

L'étude nous a appris que la fertilisation des terres freinait l'absorption de méthane. Même dans une forêt (dont le sol est en principe naturel), l'absorption de méthane peut diminuer considérablement s'il y a des étables à proximité. L'ammoniac qui s'échappe des étables se dépose dans la forêt.

Comment ?

Comment mesurer la quantité de gaz qui provient du sol ou qui disparaît dans le sol?

Les émissions de gaz hilarant sont mesurées dans un champ d'expérimentation à l'aide de chambres fermées. Ces chambres sont toutefois ouvertes en bas et peuvent ainsi être enfoncées dans le sol. Dès que les chambres sont fermées, le gaz hilarant provenant du sol s'accumule dans la chambre. En mesurant la vitesse à laquelle la concentration augmente dans la chambre, il est possible de calculer la quantité de gaz hilarant qui s'échappe du sol.

Pour mesurer l'absorption de méthane, nous procédons différemment. Nous enfonçons dans le sol un petit tube que nous retirons délicatement de manière à obtenir un prélèvement de terre n'ayant pas été secouée. Le tube est ensuite envoyé au laboratoire, où nous le plaçons dans un grand bocal pouvant être fermé hermétiquement. Par la suite, nous injectons dans le bocal une faible quantité de méthane (10 ppm ou 10 millionièmes de litre de méthane par litre d'air) et pouvons ainsi mesurer la vitesse à laquelle la quantité de méthane diminue dans le bocal.



Het broeikaseffect is een milieuprobleem dat wereldwijd tot nadenken stemt. Stilaan beginnen we in te zien dat de zorg voor de atmosfeer heel belangrijk is, als we willen 'overleven' op deze aarde. Het verdrag van Rio (1992) was een eerste stap in de goede richting. Onlangs is in Kyoto overeengekomen dat in 2012 de uitstoot van broeikasgassen 5,2% lager moet zijn dan in 1990. België heeft zich hierbij aangesloten.

Bodems spelen een belangrijke rol in de uitstoot van de broeikasgassen lachgas en methaan. Voor je de uitstoot kan verminderen moet je natuurlijk eerst weten:

1. Hoeveel broeikasgas een bepaalde bodem opneemt of uitstoot (bronnen - grootte);
2. Welke factoren de uitstoot en opname beïnvloeden (mechanismen).

Door veldmetingen en laboratoriumproeven proberen wij zoveel mogelijk gegevens omtrent deze twee punten te verzamelen. Met deze informatie op zak kunnen beleidsmakers werken aan strategieën die ons een stapje verder in de goede richting moeten brengen.

L'effet de serre est un problème écologique qui attire l'attention du monde entier. Nous commençons progressivement à réaliser qu'il est important de prendre soin de l'atmosphère si nous souhaitons 'survivre' sur cette terre. Le traité de Rio (1992) constituait un premier pas dans la direction à prendre. Plus récemment, un accord a été conclu à Kyoto: cet accord prévoit pour 2012 une diminution des émissions de gaz à effet de serre de 5,2%, par rapport aux émissions de 1990. La Belgique s'est associée à la concrétisation de cet objectif.

Les sols jouent un rôle primordial dans l'émission de gaz à effet de serre tels que le gaz hilarant et le méthane. Avant de pouvoir réduire les émissions, il convient de connaître:

1. La quantité de gaz qu'un sol donné absorbe ou émet (sources – ampleur);
2. Les facteurs qui influencent les émissions et l'absorption (mécanismes).

Par le biais de mesures et d'expériences en laboratoire, nous nous efforçons de recueillir un maximum de données sur ces deux points. S'ils disposent de ces informations, les décideurs politiques peuvent élaborer des stratégies devant nous permettre de franchir un pas supplémentaire dans la bonne direction.



Modellering van het klimaat en zijn evolutie op globale en regionale schaal
Modélisation du climat et de son évolution à l'échelle globale et régionale



Université Catholique de Louvain
Institut d'Astronomie et de Géophysique G. Lemaître

Verantwoordelijke - Responsable :

Thierry Fichefet
Chemin du Cyclotron 2 1348 Louvain-La-Neuve
Tel : 010/47 32 95
Fax : 010/47 47 22
Email : fichefet@astr.ucl.ac.be



Het klimaatsysteem bestaat uit de atmosfeer, de hydrosfeer, de cryosfeer, de lithosfeer en de biosfeer.

De studie van dit systeem omvat twee aspecten die elkaar aanvullen: modelontwikkeling en waarneming. Enerzijds is het gedrag van het klimaatsysteem veel te ingewikkeld om het in het laboratorium na te bootsten en te bestuderen. De wetenschappers zijn dus aangewezen op wiskundige modellen die op de wetten van de natuurkunde steunen, zoals de wet van behoud van energie. Deze modellen worden op een computer "afgespeeld". Anderzijds kan men met de veld- en satellietmetingen modellen opstarten en hun geloofwaardigheid beoordelen. Reeds vele jaren verwerkt het KMI de verzamelde gegevens voor België om ze toegankelijk en betrouwbaar te maken.

De beschrijving van de atmosfeer omvat twee delen: de beweging van luchtmassa's (wind, depressies,...) en natuurkundige verschijnselen (wolkvorming, neerslag, zonnestraling,...). Een wiskundig model dat deze twee componenten op wereldschaal verrekent werd ontwikkeld door het Laboratoire de Météorologie Dynamique (Parijs) en wordt gebruikt door de UCL. Dit model, GCM genoemd, verdeelt de wereldbol in "kamers" met een oppervlakte van een aantal vierkante kilometers, waarin men slechts één enkele gemiddelde waarde beschouwt voor de temperatuur, neerslag,... Om preciezere informatie te krijgen over Europa en België, heeft de UCL een regionaal model met een hogere resolutie ontwikkeld, en dit wordt op het ogenblik ingebouwd in het wereldwijde model.

De hydrosfeer omvat het geheel aan vloeibare watermassa's van onze planeet (oceanen, rivieren,...). Voorlopig wordt alleen nog maar rekening gehouden met de oceanen in de klimatologische modellen. De oceaanstromingen worden gesimuleerd, evenals de warmte en de zouten die hierdoor meegedragen worden. Het driedimensionale wiskundige wereldwijde model voor de oceaan werd recentelijk aangepast door de UCL.

De cryosfeer bestaat uit twee soorten ijs die op Aarde natuurlijk voorkomen: de gletsjers en de ijskappen (Groenland en Antarctica) enerzijds, en zeeijs anderzijds.



Le système climatique est composé de l'atmosphère, l'hydrosphère, la cryosphère, la lithosphère et la biosphère.

L'étude de ce système comporte deux aspects complémentaires: la modélisation et l'observation. D'une part, le comportement du système climatique est bien trop complexe pour qu'il soit possible de le reproduire et de l'étudier en laboratoire. Les scientifiques ont donc recours à des modèles mathématiques qui s'appuient sur des lois physiques, tel le principe de la conservation de l'énergie, et qui "tournent" sur ordinateur. D'autre part, les mesures effectuées sur le terrain et par les satellites permettent d'initialiser les modèles et d'évaluer leur crédibilité. L'IRM traite les données récoltées depuis de nombreuses années en Belgique pour les rendre accessibles et fiables.

La description de l'atmosphère comporte deux parties: le mouvement des masses d'air (le vent, les dépressions, ...) et les phénomènes physiques (formation des nuages, précipitations, ensoleillement, ...). Un modèle mathématique incluant ces deux composantes à l'échelle du globe terrestre a été développé au Laboratoire de Météorologie Dynamique (Paris) et est utilisé par l'UCL. Ce modèle, appelé GCM, découpe le globe en "boîtes" élémentaires de plusieurs centaines de kilomètres de côté, à l'intérieur desquelles on ne considère qu'une seule valeur moyenne pour la température, les précipitations, ... Afin d'obtenir des informations plus détaillées sur l'Europe ou sur la Belgique, l'UCL a développé un modèle régional à plus haute résolution qui est en train d'être "niché" dans le modèle mondial.

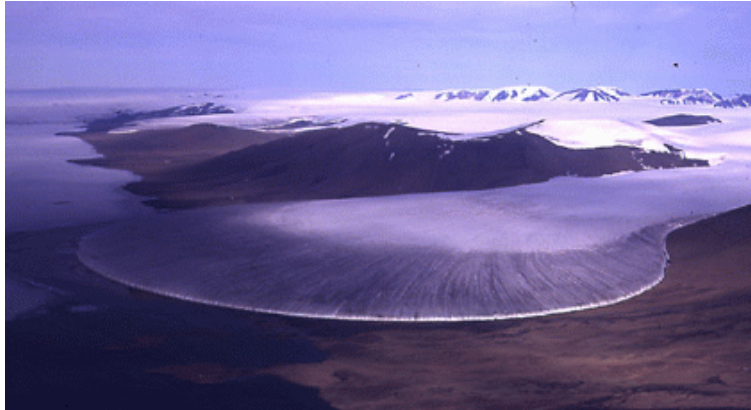
L'hydrosphère comprend l'ensemble des masses d'eau liquide de notre planète (océans, rivières, ...). Seuls les océans sont réellement pris en compte actuellement dans les modèles climatiques. Ceux-ci simulent les principaux courants océaniques ainsi que les transports de chaleur et de sel associés.

Un modèle mathématique tridimensionnel de l'océan mondial a été récemment mis au point à l'UCL.

La cryosphère est constituée des deux types de glace que l'on rencontre à l'état naturel sur Terre: les glaciers et les calottes glaciaires (Groenland et Antarctique), d'une part, et la glace de mer, d'autre part.

Het ijs van Groenland en Antarctica wordt door geleidelijke opstapeling en inklinking van sneeuw gevormd.

Dit verschuift langzaam naar de randen van de ijskap en smelt daar of wordt daar afgevoerd in ijsbergen. Het is wel belangrijk om de invloed van deze enorme hoeveelheden in vaste toestand gevangen zoetwater weer te geven, want ze kunnen de eigenschappen van de oceaan beïnvloeden, en aan het einde van de keten, het wereldklimaat. Tijdens de voorbije jaren heeft de VUB een driedimensionaal model ontwikkeld dat de evolutie van de ijskappen kan simuleren.



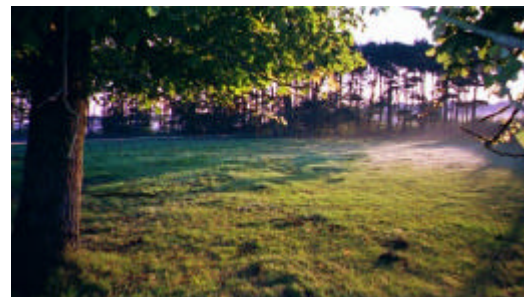
La glace du Groenland et de l'Antarctique se forme par accumulation et tassement progressif de la neige, s'écoule lentement vers les bords de la calotte et y fond ou est évacuée sous forme d'icebergs. Il est important de représenter l'impact de ces immenses quantités d'eau douce piégée à l'état solide car elles peuvent influencer les caractéristiques de l'océan et, au bout de la chaîne, celles du climat mondial. Au cours des dernières années, la VUB a développé un modèle tridimensionnel capable de simuler l'évolution de ces calottes de glace.

Anderzijds is zeeijs aanwezig aan de oppervlakte van de poolzeeën. Dit ijs wordt in de winter gevormd wanneer het zeewater bevroert, smelt dan gedeeltelijk tijdens de zomer en vloeit onder invloed van de wind en zeestromingen af. De dynamiek (de bewegingen) en de thermodynamiek (de warmte-uitwisselingen) van het zeeijs werden door de UCL omgezet in een wiskundig model binnen het oceaanmodel.



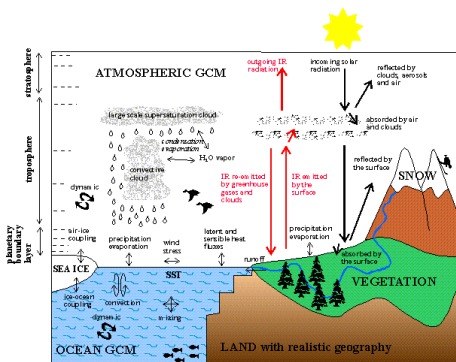
Par ailleurs, de la glace de mer est présente à la surface des océans polaires. Elle se forme en hiver par congélation de l'eau de mer, fond partiellement durant l'été et dérive sous l'action des vents et courants marins. La dynamique (les mouvements) et la thermodynamique (les échanges de chaleur) de la glace de mer ont été traduits à l'UCL en un modèle mathématique inclus dans le modèle océanique.

Van de lithosfeer (de aardkorst) en de biosfeer (de levende wezens) worden slechts de bodem en de plantenbedekking op vereenvoudigde wijze weergegeven in de huidige modellen.



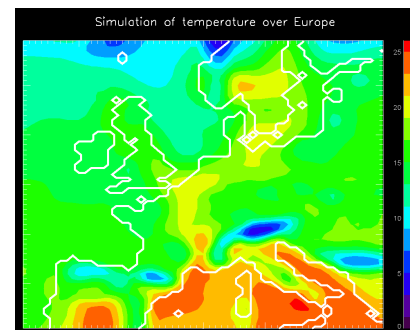
De la lithosphère (la croûte terrestre) et de la biosphère (les organismes vivants), seuls le sol et son couvert végétal sont représentés de manière simplifiée dans les modèles actuels.

Er bestaan talrijke interacties tussen de verschillende componenten van het klimaatsysteem en ze moeten allemaal verrekend worden in de modellen. Dit heeft ons ertoe gebracht het wereldwijde atmosfeermodel te koppelen aan het oceaan-zeeijsmodel. Dit gekoppelde model moet dan interageren met het model van de Groenlandse ijskap uitgewerkt door de VUB.



De nombreuses interactions existent entre les diverses composantes du système climatique et elles doivent être prises en compte par les modèles. Ceci nous a amenés à coupler le modèle atmosphérique mondial avec le modèle océan-glace de mer. Le modèle ainsi couplé est appelé à interagir avec le modèle de la calotte glaciaire du Groenland élaboré par la VUB.

Het is dus zo dat de voorspellingen op grote schaal verschaft door dit model dat de hele wereld omvat, met behulp het regionale model van de UCL verfijnd zullen worden voor Europa.



Il est à noter que les prévisions à grande échelle fournies par ce modèle, qui couvre la totalité du globe terrestre, seront raffinées sur l'Europe à l'aide du modèle régional de l'UCL.

Dit onderzoeksproject kadert in een internationale inspanning om het klimaat en zijn evolutie onder invloed van menselijke activiteiten beter te begrijpen. Hiertoe wordt er samengewerkt met verschillende buitenlandse onderzoekscentra, voornamelijk in Europa. Onze contacten met deze centra stimuleren het onderzoek en we kunnen onze resultaten onderling vergelijken.

Ce projet de recherche s'inscrit dans un effort international pour une meilleure compréhension du climat et de son évolution sous l'effet des activités humaines. Le travail s'effectue en collaboration avec de nombreux centres de recherche étrangers, en particulier européens. Les contacts que nous avons avec ces centres stimulent la recherche et permettent de comparer nos résultats avec les leurs.



De evolutie van het klimaat voorspellen: één van de laatste uitdagingen van deze eeuw

De eerste doelstelling van het CLIMOD-netwerk (CLimate MODelling) is een bijdrage te leveren tot het internationale onderzoek om het klimaatsysteem beter te begrijpen en de invloed van menselijke activiteiten (voornamelijk door uitstoot van broeikasgassen en stofdeeltjes) op het klimaat op wereld- en regionale schaal beter te kunnen inschatten. Twee categorieën worden hiertoe gebruikt: het uitwerken van modellen en gegevensanalyse.

Drie Belgische laboratoria zetten hun deskundigheid in voor dit project. Het Institut d'Astronomie et de Géophysique G. Lemaître van de Université catholique de Louvain (UCL), Het Geografisch Instituut van de Vrije Universiteit Brussel (VUB) en de Afdeling Algemene Klimatologie van het Koninklijk Meteorologisch Instituut (KMI).

Wat ? Waarom ?

Hoe ziet het klimaat er in de XXIste eeuw uit?

Ons gekoppelde atmosfeer-oceaan-zeeijsmodel is niet aangepast voor de weervoorspelling op korte termijn, noch voor regionale weervoorspellingen (vooral op Belgische schaal). Het moet een antwoord bieden op vragen in verband met de invloed van de menselijke activiteiten op het klimaat op continentale schaal.

Eerst zal men trachten te weten of de activiteiten de natuurlijke evolutie van het klimaat tijdens de voorbije eeuw veranderd hebben. Op dit vlak duiden de temperatuurgegevens sinds 1833 aan dat de temperatuur tijdens de XXste eeuw meer dan één graad gestegen is.

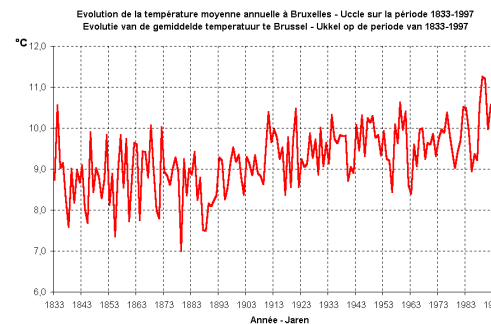
Prévoir l'évolution du climat: un des défis de cette fin de siècle

L'objectif principal du réseau CLIMOD (CLimate MODelling) est de contribuer à l'effort international de recherche visant à une meilleure compréhension du système climatique et à une meilleure évaluation de l'impact des activités humaines (principalement les rejets de gaz à effet de serre et de poussières) sur le climat aux échelles mondiale et régionale. Deux catégories d'outils sont mises au service de cet objectif: la modélisation et l'analyse de données.

Trois laboratoires belges mettent en commun leur expertise dans ce projet. l'Institut d'Astronomie et de Géophysique G. Lemaître de l'Université catholique de Louvain (UCL), le Geografisch Instituut de la Vrije Universiteit Brussel (VUB) et la Section de Climatologie générale de l'Institut Royal Météorologique de Belgique (IRM).

Quoi ? / Pourquoi ?

Quel climat pour le XXIe siècle ?



Notre modèle couplé atmosphère-océan-glace de mer n'est pas adapté à la prévision du temps à court terme ni aux prévisions climatiques régionales (à l'échelle de la Belgique en particulier). Il vise à répondre à des questions telles que l'impact des activités humaines sur le climat à l'échelle des continents.

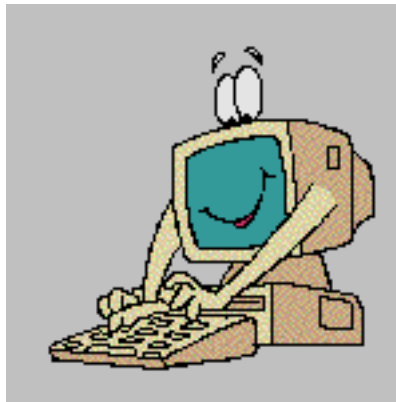
On cherchera d'abord à savoir si ces activités ont modifié l'évolution naturelle du climat au cours du siècle écoulé. Dans cette optique, les relevés de température depuis 1833 indiquent au XXe siècle une augmentation de la température de plus d'un degré.

Het model dat zo op de vorige eeuw geijkt is zal vervolgens gebruikt worden voor een simulatie van de reactie van een klimaatsysteem op een toename van de globale vervuiling (broeikasgassen en stofdeeltjes) die men voorziet voor de volgende eeuw. Om de voorspellingen voor Europa te verfijnen, zal het regionale model met hogere resolutie gebruikt worden.

Hoe ?

Stilte! Computer in actie!

Het klimaatsysteem in een laboratorium bestuderen is onmogelijk. Klimatologen moeten dus hun toevlucht nemen tot simulaties van dit gedrag met behulp van wiskundige modellen. Hiervoor zijn zeer krachtige computers nodig. Om de evolutie van het klimaat gedurende één jaar te berekenen volgens de meest ingewikkelde modellen zoals het hierboven beschreven gekoppelde atmosfeer-oceaan-zeeïjsmodel heeft een supercomputer tot 10 dagen tijd nodig. De veelheid aan gegevens die de modellen opleveren tijdens de simulatie moeten vervolgens getoetst worden aan de gegevens die door het waarnemingsnetwerk verzameld worden. Anderzijds probeert men te begrijpen welke natuurkundige processen verantwoordelijk zijn voor de veranderlijkheid van het klimaatsysteem. Hiertoe voert men meestal een reeks simulaties uit waarbij slechts enkele variabelen verschillen om de precieze rol van elke variabele en hun interacties in te schatten.



Le modèle validé sur le dernier siècle sera ensuite employé pour simuler la réponse du système climatique à l'augmentation de la pollution globale (gaz à effet de serre et poussières) prévue pour le siècle prochain. Pour affiner les prévisions sur l'Europe, le modèle régional à plus haute résolution sera utilisé.

Comment ?

Calcul intensif: ordinateur quand tu nous tiens !

Il est impossible d'étudier le comportement du système climatique en laboratoire. Les climatologues sont dès lors obligés de simuler ce comportement à l'aide de modèles mathématiques. Ceux-ci nécessitent des ordinateurs extrêmement puissants. Les modèles les plus complexes tels que le modèle couplé atmosphère-océan-glace de mer décrit précédemment nécessitent jusqu'à dix jours de temps calcul sur un superordinateur pour simuler l'évolution du climat pendant un an. La quantité d'informations fournies par les modèles tout au long de la simulation doit ensuite être confrontée aux données collectées par les réseaux d'observation. D'autre part, on tente de comprendre les processus physiques qui sont responsables de la variabilité du système climatique. Dans ce but, on réalise souvent un ensemble de simulations similaires qui ne diffèrent que par la valeur de quelques paramètres afin d'estimer le rôle spécifique de chacun d'eux et leurs interactions. Ces études enrichissent nos connaissances des mécanismes climatiques.



Het klimaat beïnvloedt vele sectoren!

Zoals op de recente top van Kyoto is gebleken, baart de toekomst van het wereldklimaat overal ter wereld de politieke besluitvormers zorgen. Na het beëindigen van ons project, zullen de voorspellingen voor de klimaatveranderingen die gepaard gaan met de toename van het broeikaseffect ter beschikking gesteld worden aan de vorsers die de invloed ervan op de Maatschappij zullen evalueren. Enkele voorbeelden.

In een warmer klimaat zouden extreme verschijnselen zoals droogtes, overstromingen en stormen vaker en heviger kunnen optreden.

Landbouw.

De geteelde planten hebben water nodig om te groeien. Als het minder regent, zullen sommige planten niet meer aangepast zijn en zullen ze vervangen moeten worden door minder "dorstige" planten.

Het zeeniveau.

Als het klimaat opwarmt, gaat de oceaan aanzwellen en een gedeelte van het continentale ijs zal smelten. Het zeeniveau zal hierdoor stijgen. Dit probleem is van levensbelang voor de kuststreken en voor talrijke eilanden.

Le climat influence de nombreux secteurs d'activité!

Comme l'a montré le récent sommet de Kyoto, le devenir climatique de la Terre fait partie des préoccupations des décideurs politiques à l'échelle mondiale. Au terme de notre projet, des prévisions des modifications climatiques liées à l'intensification de l'effet de serre seront mises à la disposition des chercheurs qui tentent d'en évaluer l'impact sur la Société. Voyons quelques exemples.

L'intensité et la fréquence des événements extrêmes tels que sécheresses, inondations et tempêtes pourraient augmenter dans un climat plus chaud.

L'agriculture.

Les cultures ont besoin d'eau pour se développer. S'il pleut moins, certaines cultures pourraient ne plus être adaptées et devraient être remplacées par d'autres moins gourmandes en eau.

Le niveau de la mer.

Si le climat se réchauffe, l'océan va se dilater et une partie de la glace continentale va fondre. Il en résultera une élévation du niveau de la mer. Il s'agit d'un problème crucial pour les régions côtières et pour de nombreuses îles.





**Bijdragen van de hout-energietransformatiesector aan de duurzame ontwikkeling in België
Contributions des filières bois-énergie au développement durable en Belgique.**



Université Catholique de Louvain
Unité TERM - Département de Mécanique

Verantwoordelijke - Responsable :

J. Martin
Bât. Stevin - Place du Levant 2 1348 Louvain-la-Neuve
Tel : 010/47 22 32
Fax : 010/45 26 92
Email : sintzoff@term.ucl.ac.be



Het doel van WOODSUSTAIN is de verschillende manieren te evalueren om hout te recupereren en om er een beter gebruik van te maken zodat we de uitstoot van broeikasgassen verminderen en onze lokale economie verrijken.

Het Station de Génie Rural (Landbouwkunde) van het CRA en het Laboratorium ECOP van de UCL hebben de beschikbare bronnen in België opgespoord. Deze zijn zeer uitgebreid: bijvoorbeeld de kapresten, de kapkweken met korte rotatietijd, afval van de houtindustrie, enz.

Met deze houtresten kan men warmte, elektriciteit, of beide tegelijk produceren. Voor elke bron moet men de meest gepaste technologie aanwenden om zo min mogelijk fossiele brandstoffen te verbruiken en zo veel mogelijk hout te herwinnen. De Groupe Energie Biomasse en het Centre Entreprise Environnement van de UCL evalueren elke hout-energieketen vanuit het gezichtspunt van het broeikaseffect en de lokale economie, met inbegrip van het scheppen van werkgelegenheid. Het Departement Biologie van de UIA tenslotte bestudeert meer in het bijzonder de koolstoflux in populierenaanplantingen.

De inspanningen voor de bevordering van het gebruik van onze lokale energiebronnen voor de vermindering van de vervuiling nemen in Europa gestaag toe. In december 1997 stelde de Europese Commissie in het Witboek voor de ontwikkeling van duurzame energie een toekomst voor waarin de duurzame energie in 2010 zal instaan voor 12% van ons energieverbruik. Shell International daarentegen voorziet dat in 2050 50% van het energieverbruik op wereldschaal afkomstig zal zijn van hernieuwbare bronnen.

In dit hoopvolle dynamische kader werken wij mee aan verschillende Europese programma's voor de opwaardering van energie uit hout en biomassa. We noemen hier onze samenwerking met de "Agence française pour la maîtrise de l'énergie et de l'environnement (ADEME), de Universiteiten van Stuttgart (Duitsland), Uppsala (Zweden), Graz (Oostenrijk), enz.

WOODSUSTAIN a pour but d'évaluer les différentes manières de récupérer le bois et d'en profiter au mieux pour diminuer nos émissions de gaz à effet de serre et pour enrichir notre économie locale.

La Station de Génie Rural du CRA et le Laboratoire ECOP de l'UCL ont identifié les ressources disponibles en Belgique. Celles-ci sont très variées, citons par exemple: les rémanents forestiers, les cultures de taillis à courte rotation, les déchets de l'industrie du bois, etc.

A partir de ces résidus de bois, on peut produire de la chaleur, de l'électricité ou les deux à la fois. Pour chaque type de ressource, il convient d'utiliser la technologie la mieux adaptée de manière à consommer le moins de combustibles fossiles tout en récupérant le plus de bois possible. Le Groupe Energie Biomasse et le Centre Entreprise Environnement de l'UCL évaluent chaque filière bois-énergie des points de vue de l'effet de serre et de l'économie locale, y compris la création d'emplois. Enfin, le Département de Biologie de l'UIA, étudie plus particulièrement les flux de carbone dans les plantations de peupliers.

Les travaux pour favoriser l'utilisation de nos ressources locales d'énergie et pour réduire la pollution prennent de plus en plus d'ampleur en Europe. En décembre 1997, dans Le Livre Blanc pour le développement des énergies renouvelables, la Commission Européenne propose un avenir où les énergies renouvelables fourniront 12% de notre énergie en 2010. Shell International, quant à lui, prévoit que 50% de l'énergie mondiale proviendra de sources renouvelables en 2050.

Dans ce cadre dynamique et plein d'espoir, nous participons à plusieurs programmes européens de valorisation énergétique du bois et de la biomasse. Citons nos collaborations avec l'Agence française pour la maîtrise de l'énergie et de l'environnement (ADEME), les Universités de Stuttgart (Allemagne), Uppsala (Suède), Graz (Autriche), etc.



Hout, een moderne energiebron

In België is hout de meest gebruikte duurzame energiebron.

Minder dan 1% van ons energieverbruik komt uit hout. Dit is zeer weinig vergeleken met de andere beschikbare energiebronnen. Nochtans kunnen we met elke kilo hout die we verbruiken voor verwarming of elektriciteit vermijden dat we dezelfde hoeveelheid energie in de vorm van petroleum, aardgas of kolen moeten invoeren. Deze producten worden in het buitenland gekocht, wat onze economie niet ten goede komt. Bovendien zijn de fossiele brandstoffen verantwoordelijk voor de opwarming van de aarde. Als we daarentegen hout verbruiken, en niet meer verbranden dan er opnieuw aangroeit, bewaren we het natuurlijke evenwicht van de biosfeer. We dragen dan bij tot de versteviging van onze lokale economie door een lokaal product te verbruiken.

Andere landen, zoals Oostenrijk, hebben de stap al gezet. Daar werden sinds 1985 10.000 banen geschapen dankzij de verwarming en de productie van elektriciteit met hout in meer dan 1.000 dorpen. In België kan dat ook. Wij werken eraan om dit zo doeltreffend mogelijk te laten verlopen.

Wat ? Waarom ?

Bijdragen aan de duurzame ontwikkeling van de hout-energiesector.

Met ons werk willen we de duurzame ontwikkeling van de hout-energiesector bevorderen. Het gaat erom een beleidsinstrument te leveren dat de voor- en nadelen van elke hout-energieketen weergeeft. De bossen mogen dan wel onuitputtelijk zijn, ze zijn daarom nog geen oneindige bron van hout. Om de natuur niet te vernietigen, kan men niet zoveel hout verbruiken als men wenst, alleen het beschikbare hout. Men moet dus energieverspilling vermijden door aangepaste systemen te ontwikkelen voor elke houtsoort.

Le bois, une source d'énergie moderne

En Belgique, la source d'énergie renouvelable la plus utilisée est le bois.

Mais avec moins de 1% de notre consommation énergétique, son utilisation est faible par rapport aux ressources disponibles. Pourtant, chaque kilo de bois consommé pour le chauffage ou la production d'électricité évite d'importer la même quantité d'énergie sous forme de pétrole, de gaz naturel ou de charbon. Ces produits sont achetés à l'étranger sans enrichir notre économie. De plus, les combustibles fossiles sont responsables du réchauffement climatique de la planète. Par contre, en consommant du bois, et pourvu qu'on n'en brûle pas plus qu'il n'en pousse, on conserve intact l'équilibre naturel de la biosphère et on contribue à raffermir notre économie locale en consommant un produit local.

D'autres pays ont déjà fait un pas en avant comme l'Autriche qui a créé plus de 10.000 emplois depuis 1985 grâce au chauffage et à la production d'électricité à partir de bois dans plus de 1.000 villages. En Belgique aussi, cela est possible. Nous travaillons à le faire de manière efficace.

Quoi ? / Pourquoi ?

Contribuer au développement durable du secteur bois-énergie

Nos travaux visent à favoriser le développement durable du secteur bois-énergie. C'est-à-dire qu'il s'agit de fournir un outil décisionnel capable de dire les avantages et inconvénients de chaque filière bois-énergie. Bien qu'inépuisables, les ressources en bois ne sont pas infinies. Pour ne pas détruire la nature, on ne peut pas consommer tout le bois qu'on désire, uniquement celui qui est disponible. Il faut donc éviter les gaspillages d'énergie en développant des systèmes adaptés à chaque type de bois.

Ons werk bestaat erin elke energiebevoorradingketen vanaf het hout te evalueren. Sommige zijn zeer rendabel, zoals de verbranding van houtafval, andere zijn moeilijker op te starten maar hebben het voordeel dat ze banen scheppen, zoals de oogst van kapresten in bossen. Na afloop van het WOODSUSTAIN project zullen we in staat zijn aan te geven welke systemen voorrang moeten krijgen voor de vermindering van de uitstoot van broeikasgassen en om blijvende banen te scheppen.

Hoe ?

Totaalanalyse van de energiesystemen

We vergeten te vaak dat het verbruik van een product zowel stroomopwaarts als stroomafwaarts gevolgen heeft. Als we met de auto rijden, denken we er niet aan dat de benzine vervaardigd is uit petroleum, dat petroleum met een boot aangevoerd werd nadat het eerst uit ondergrondse bronnen werd gewonnen... Alles bij elkaar wordt bijna één vijfde van de uiteindelijk verbruikte energie gebruikt voor de productie en levering van de benzine aan de eindverbruiker. We vergeten ook dat de uitlaatgassen de opwarming van de aarde bevorderen, en dat hierdoor natuurrampen vaker en heviger optreden. Dat allemaal voor een ritje met de auto...

Daarom moet het vervangen van fossiele brandstoffen door hout zo doeltreffend mogelijk gebeuren. Dit kan door energieopslopende bewerkingen te vermijden, zoals het verhakselen van het hout of het transport van de brandstof ver van de plaats van productie. Elke verbruikersketen van hout moet in zijn geheel geanalyseerd worden, van de houtbevoorrading tot de eindlevering van warmte en elektriciteit, zodat men energieverspilling kan tegengaan. Hiertoe analyseren we alle ketens volgens de LCA-methode (Life Cycle Analysis - ISO 14000). Deze verschaft een totaalbeeld van een product over de gehele levenscyclus, van zijn geboorte tot in het graf.

Notre travail consiste à évaluer chaque filière d'approvisionnement en énergie à partir du bois. Certaines sont très rentables comme la combustion des déchets de bois, d'autres sont plus difficiles à mettre en œuvre mais ont l'avantage de créer de l'emploi comme la récolte des rémanents forestiers.

A l'issue du projet WOODSUSTAIN, nous serons capables de dire qu'elles sont les filières prioritaires pour diminuer les émissions de gaz à effet de serre et pour favoriser la création d'emplois durables.

Comment ?

Analyser globalement les systèmes énergétiques

On oublie trop souvent que la consommation d'un produit entraîne des conséquences en amont et en aval. En roulant en voiture, on ne pense pas que l'essence a été fabriquée à partir du pétrole, que le pétrole a été importé par bateau avant d'être capté dans les réserves souterraines... En tout, près d'un cinquième de l'énergie finalement consommée a dû être dépensée pour fabriquer et livrer l'essence au consommateur final. On oublie aussi que les gaz d'échappement augmentent le réchauffement climatique et par conséquent la fréquence et l'amplitude des catastrophes naturelles. Tout cela simplement en roulant en voiture...

De même, le remplacement des combustibles fossiles par du bois doit se faire de la manière la plus efficace possible en évitant les opérations coûteuses en énergie comme le broyage du bois en fines particules ou le transport du combustible loin de son lieu de production. Chaque filière d'utilisation du bois doit donc être analysée dans son ensemble, depuis l'approvisionnement en bois jusqu'à la livraison finale de chaleur et d'électricité, de manière à éviter les gaspillages d'énergie. Pour ce faire nous analysons toutes les filières suivant la méthodologie LCA (Life Cycle Analysis - ISO 14000) qui assure une vision d'ensemble d'un produit, tout au long de son cycle de vie, depuis sa naissance jusqu'à sa tombe.



Morgen minder vervuiling en meer werk

In België zien we nog te vaak een zagerij houtafval verbranden zonder de warmte te gebruiken, terwijl een naburig zwembad vrachtwagens stookolie aanvoert. Dit soort wantoestanden moet verdwijnen. Behalve onze systematische analyse van de hout-energieketens in België, moeten alle betrokken actoren nog bewust gemaakt worden voor het probleem.

Het stoppen van houtverspilling, het verschijnen van nieuwe afzetmarkten voor landbouwers zullen de zaken niet in een handomdraai veranderen: we zullen onze energie nog lang uit petroleum halen. Maar hoe sneller we ons bevrijden van deze absolute afhankelijkheid, hoe vrediger de toekomst voor onze kinderen wordt. We besparen hun een onstabiel klimaat en we verzekeren een duurzame werkgelegenheid.

Kiezen voor de bescherming van het milieu is kiezen voor vooruitgang, een zekerdere en rijkere toekomst

Demain, moins de pollution et plus d'emplois

En Belgique, on voit encore trop souvent une scierie brûler ses déchets de bois sans avoir besoin de cette chaleur alors qu'à proximité, il y a une piscine qui doit acheter des camions entiers de mazout. Ces dysfonctionnements doivent disparaître. Outre notre analyse systématique des filières bois-énergie en Belgique, la prise de conscience de tous les acteurs concernés doit encore se faire.

La fin du gaspillage du bois, l'apparition de nouveaux débouchés pour les agriculteurs ne changeront pas les choses du jour au lendemain: notre énergie viendra encore du pétrole pendant longtemps. Mais plus vite on se débarrasse de cette dépendance absolue, mieux on assure un avenir serein à nos enfants. En leur évitant un climat instable et en leur garantissant des emplois durables.

Choisir la protection de l'environnement, c'est toujours choisir le progrès, un avenir plus riche et plus sûr.