

GLOBAL MONITORING

Introductie

De bevolking blijft groeien, en steeds meer mensen moeten leven op dezelfde oppervlakte en van dezelfde hoeveelheid grondstoffen. Tussen nu en 2025 zouden er nog eens tussen 3 en 4 miljard mensen bijkomen op deze planeet, hoofdzakelijk in landen die het minst in staat zijn om het hoofd te bieden aan de gevolgen van deze bevolkingsgroei en de daarmee gepaard gaande ontwikkeling. De aarde komt daardoor sterk onder druk te staan, denken we maar aan grootschalige ontbossing, teloorgang van natuurgebieden, milieuvervuiling, klimaatsverandering en dergelijke.

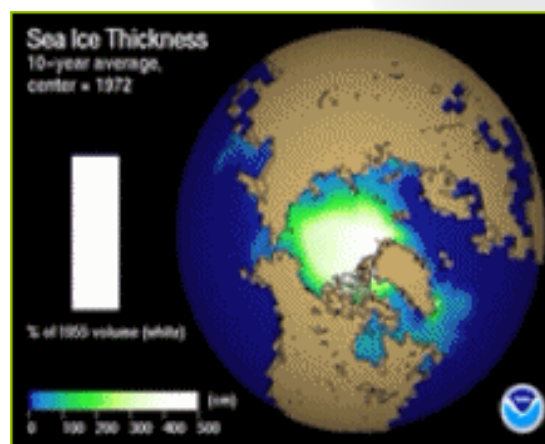
Dit kan rampzalige gevolgen hebben, tenzij de economische ontwikkeling en het beheer van de aardse grondstoffen duurzaam benaderd wordt. De laatste decennia is het besef gegroeid dat de aarde één groot levend geheel is en dat wat zich afspeelt op één plaats, grote gevolgen kan hebben aan de andere kant van de aardbol. El Niño en het broeikas effect zijn hier een mooi voorbeeld van.

De autoriteiten over de gehele wereld beginnen dit te beseffen en sluiten een aantal internationale verdragen en conventies af, zoals het Klimaatverdrag, het Kyotoprotocol voor de reductie van de uitstoot van broeikasgassen, de Conventie van Wenen voor de bescherming van de ozonlaag, de VN-conventie over biologische diversiteit, enz

Maar het valt ook op dat internationale financiële instellingen zoals de Wereldbank en het Internationale Muntfonds financiële steun aan ontwikkelingslanden steeds meer afhankelijk maken van een beleid gericht op duurzame ontwikkeling.

Satellieten zijn bij uitstek en vaak als enig instrument geschikt om wereldwijde processen, de interacties tussen oceanen, continenten en de atmosfeer te onderzoeken, veranderingen over grote regio's te volgen en om nieuwe inzichten te verwerven. Ze worden gebruikt om vegetatie te volgen, veranderingen in landgebruik in kaart te brengen, ozonconcentraties te meten, de temperatuur van de oceanen op te volgen, ...

Als dusdanig bieden ze de nodige informatie aan beleidsmakers om de juiste beslissingen te treffen voor een duurzame ontwikkeling van onze planeet.

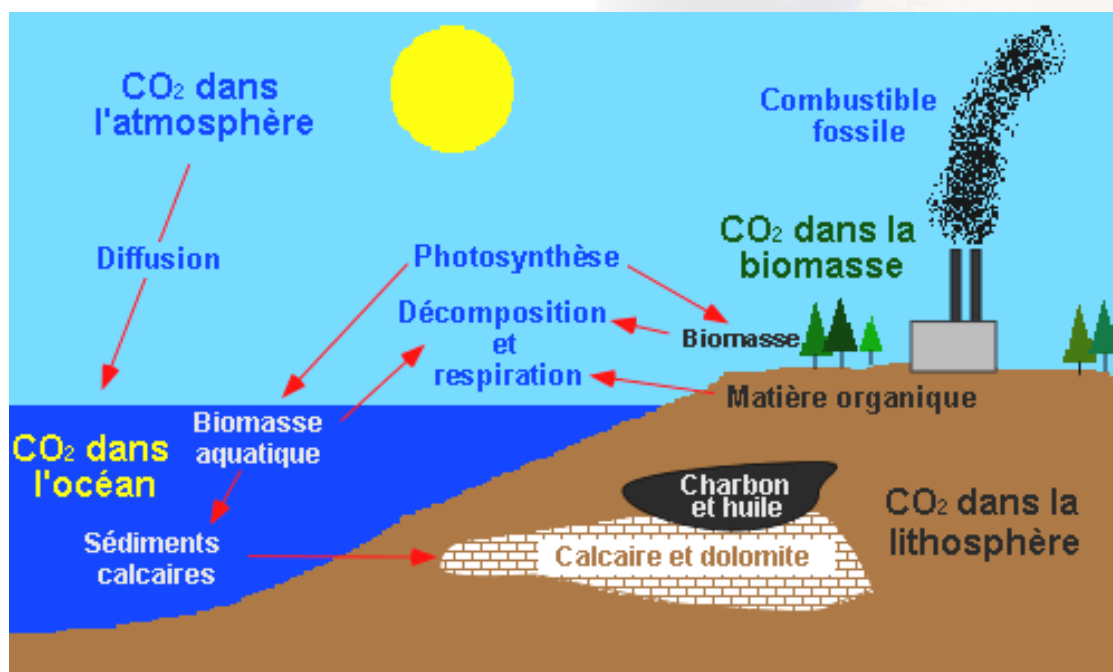


CO₂ EN PLANTEN

CO₂ : We produceren te veel

Planten nemen koolstofdioxide (CO₂) op uit de atmosfeer door fotosynthese. Door ademhaling van planten en afbraak van organisch materiaal op en in de bodem (afgefallen bladeren, takken, enz) wordt CO₂ vervolgens ook weer uitgestoten. Het evenwicht tussen de opname en de uitstoot van CO₂ is een belangrijk thema in de discussie over de vermindering van broeikasgassen (Het Raamverdrag inzake klimaatverandering, Het protocol van Kyoto). Het versterkte broeikaseffect wordt immers gedeeltelijk verklaard door een verhoging van de CO₂ concentratie voornamelijk ten gevolge van menselijke activiteiten, zoals de verbranding van fossiele brandstoffen.

De bepaling en voorspelling van veranderingen in opname- en uitstootmechanismen door planten en vegetatie voor koolstof vormen aldus een belangrijk gegeven in deze Global Change-problematiek.



De koolstof cyclus

Courtesy of "Fundamentals of Physical Geography"
<http://www.physicalgeography.net/fundamentals/9r.html>

CO₂ EN PLANTEN

De satelliet registreert

Ecosysteemmodellen en veldmetingen door middel van meetapparatuur zijn traditionele methodes om de CO₂- of koolstofbalans te bepalen in beboste gebieden. De koolstofbalans is het verschil tussen opname en uitstoot of emissie van koolstof. Dit zijn echter lokale metingen enkel van toepassing voor het geselecteerde gebied.

Wenst men de CO₂-balans te kennen voor een ruimer geografisch gebied, bijvoorbeeld België, dan moeten deze metingen zowel in tijd en ruimte berekend of geëxtrapoleerd worden uit verschillende lokale waarnemingen. In heterogene gebieden is de nauwkeurigheid dan ook sterk afhankelijk van het aantal meetpunten. Teledetectie verschaft de nodige gegevens om deze processen op grotere schaal toe te passen zodat een ruimtelijke extrapolatietechniek overbodig wordt.

De computer berekent

Daarom heeft VITO (Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek) het C-Fix- model ontwikkeld. Dit is een op teledetectie gebaseerde methode om de koolstofbalans van vegetatie te berekenen voor een bepaald geografisch gebied. In het model wordt niet enkel rekening gehouden met beboste gebieden, maar wordt voor heel België de koolstofbalans bepaald en in kaart gebracht voor alle vegetatietypes.

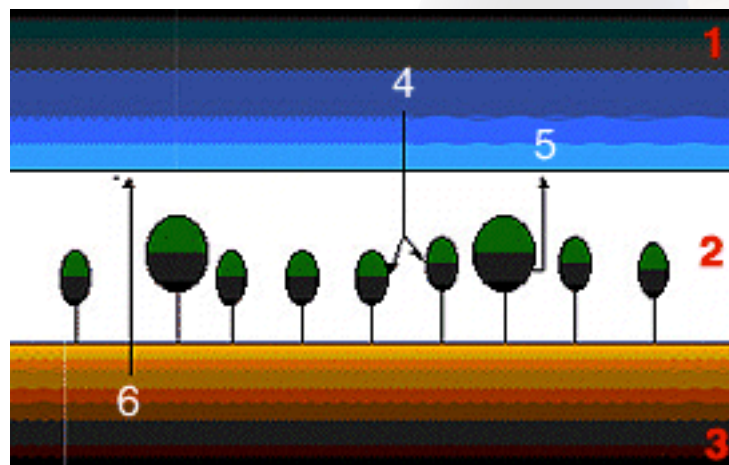
Concreet worden met het model de bruto primaire productiviteit (BPP), de netto primaire productiviteit (NPP) en de netto ecosysteemproductiviteit (NEP) voor alle vegetatietypes in België op dag- en/of jaarbasis bepaald.

CO₂ EN PLANTEN

De hoeveelheid CO₂ die door vegetatie uit de atmosfeer wordt opgenomen en nodig is voor de groei van de planten middels fotosynthese wordt aangeduid als de bruto primaire productiviteit (BPP). CO₂ wordt evenwel door dezelfde vegetatie opnieuw uitgestoten in de atmosfeer door autotrofe ademhaling (de zogenaamde onderhoudsverliezen) en door ontbinding van strooisel (takken, bladeren, enz) in de bodemlaag, kortweg bodemrespiratie of heterotrofe respiratie genoemd. In deze context wordt netto primaire productiviteit (NPP) van vegetatie uitgedrukt als de bruto fotosynthese of bruto primaire productiviteit verminderd met autotrofe ademhaling.

De netto ecosysteemproductiviteit (NEP) van vegetatie kunnen we definiëren als de bruto productiviteit verminderd met de autotrofe én de heterotrofe ademhaling.

De Figuur toont een overzicht van deze koolstofstromen. De verschillende productiviteiten (BPP, NPP & NEP) worden uitgedrukt in aantal gram koolstof (C) opgenomen per dag en per vierkante meter [g C/m²/d].



Een overzicht van de koolstofstromen bij vegetatie

1. Atmosfeer
2. Vegetatie
3. Bodem
4. Bruto primaire productiviteit
5. Autotrofe respiratie
6. Heterotrofe respiratie

Methode en Resultaten

Een vermenigvuldiging

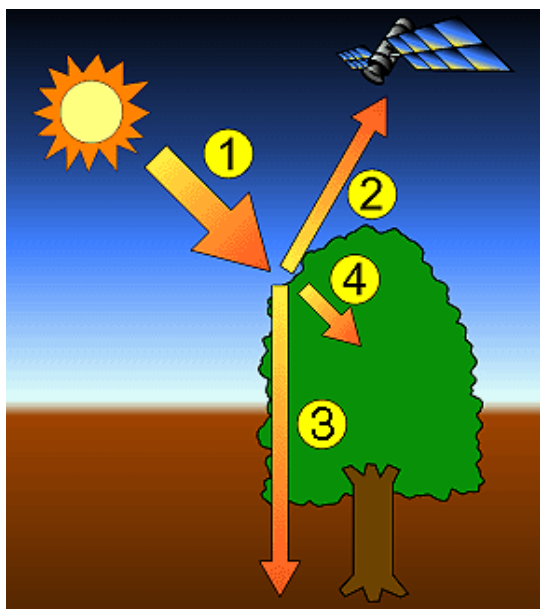
De bruto Primaire Productie (BPP) wordt in het C-Fix-model berekend als het product van drie efficiënties:

- klimatologische efficiëntie ec
- fAPAR
- RUE.

De groei van planten en dus BPP is eveneens sterk afhankelijk van de luchttemperatuur en de hoeveelheid invallende zonnestraling.

De autotrofe en heterotrofe ademhalingsverliezen, worden berekend in functie van de luchttemperatuur waaruit vervolgens de NPP en NEP geschat worden:

- $BPP = f(ec, fAPAR, ed, \text{temperatuur, zonnestraling})$
- $NPP = BPP - \text{Autotrofe ademhaling}$
- $NEP = BPP - \text{Autotrofe en Heterotrofe ademhaling}$



- 1: Zonnestraling
- 2: Reflectie
- 3: Transmissie
- 4: Absorptie

De zon gedraagt zich als een zwart lichaam met een oppervlaktetemperatuur van meer dan 6000 °C. De zon straalt niet enkel licht uit, maar is bovendien een energiebron voor de mensen, dieren en planten op Aarde. Het zichtbaar licht dat slechts een deel is van het totaal uitgestraalde zonlicht, is niet enkel voor de visuele perceptie bij mens en dier belangrijk, maar ook voor plantenfysiologische processen zoals fotosynthese of groei. Daarom spreekt men ook dikwijls van fotosynthetische actieve straling (Engels: Photosynthetic Active Radiation of PAR). Men mag aannemen dat de energie van PAR aan het aardoppervlak ongeveer 50% van de totale zonnestraling is. Hierbij is de klimatologische efficiëntie, ec , het aandeel van PAR in de globale straling.

Slechts een gedeelte van deze invallende PAR-straling wordt geabsorbeerd (= absorptie) door de vegetatie; men spreekt ook van fAPAR, de fractie of efficiëntie van de geabsorbeerde PAR-straling. Het overige gedeelte van het invallend zonlicht wordt ofwel gereflecteerd (= reflectie) of gaat door het bladerdek heen en bereikt de grond (= transmissie). Bossen hebben een sterke absorptie van fAPAR en aldus een lage graad van reflectie en transmissie. Typische fAPAR-waarden voor bossen variëren tussen 0,8 en 1.

Methode en Resultaten

Naakte bodems en water hebben een veel hogere reflectiegraad en dus veel lagere fAPAR waarden, gaande van 0 tot 0,1.

Een derde efficiëntie is de mate waarin de geabsorbeerde PAR-straling uiteindelijk benut wordt voor de omzetting van CO₂ voor plantengroei (koolstoffixatie). Deze efficiëntie wordt ook wel eens de stralingsbenuttingsefficiëntie of RUE (Radiation Use Efficiency, ed) genoemd. Ze geeft de efficiëntie weer waarmee geabsorbeerde straling in droge stof wordt omgezet.

Hoeveel bladeren ?

De fotosynthetische actieve straling wordt in het geval van een bepaalde locatie bijvoorbeeld een gewas of een bosbestand, gemeten met een PAR-sensor, ook "quantumsensor" genaamd. Voor grotere geografische gebieden gaat men uit van teledetectiegegevens, waaruit fAPAR kan bepaald worden. Diverse satellieten, o.a. NOAA, kunnen daarvoor gebruikt worden. NOAA-beelden zijn dagelijks beschikbaar met een ruimtelijke resolutie van 1,1 km x 1,1 km. Ook de Franse SPOT-satelliet is voor deze toepassing bruikbaar. SPOT heeft daarbij een hogere resolutie van 20 x 20 m die geschikt is voor het gebruik op gewasschaal. Het nadeel van SPOT is echter de lagere temporele resolutie van 26 dagen.).

Hoger vermelde satellieten meten de hoeveelheid teruggekaatste zonnestraling (= reflectie) van het aardoppervlak en zijn bedekking. Met de stralingsmetingen van een PAR-sensor of met de teledectiemetingen kan een onderscheid gemaakt worden tussen verschillen in oppervlaktebedekking, zoals water, bossen, naakte bodems, enz. Ook meer concrete vegetatiekarakteristieken kunnen worden afgeleid op basis van de spectrale reflectiekarakteristieken van de vegetatie. We denken daarbij bijvoorbeeld aan de hoeveelheid bladbiomassa, de bladoppervlakte, aard en hoeveelheid bladpigmenten, enz.

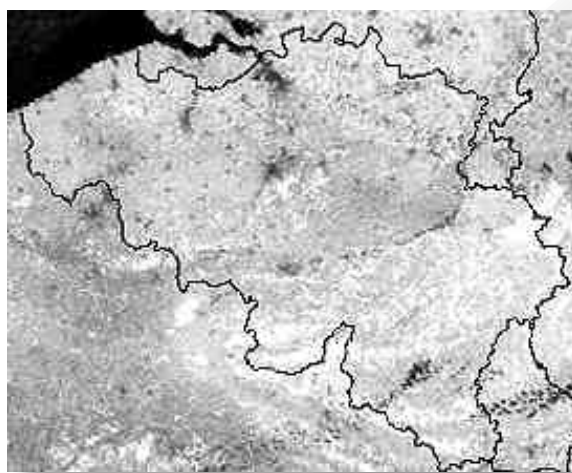
De meest bekende parameter op basis van satellietbeelden voor het afleiden van vegetatiekarakteristieken is de zogenaamde NDVI (Normalised Difference Vegetation Index). De NDVI is een goede maatstaf voor de aanwezigheid van groene vegetatie en varieert tussen 0 en 1: laag voor naakte bodem en bebouwing (0,1) en hoog (0,9 - 1,0) voor heel dichte vegetatie zoals een tropisch regenwoud. Uit dergelijke NDVI-beelden kan dan vervolgens de fAPAR afgeleid worden om uiteindelijk BPP, NPP en NEP te begroten.

Methode en Resultaten

Resultaten

Elke dag wordt een NOAA-satellietbeeld opgenomen voor een gebied zoals België.

Voor de C-Fix-toepassing kan men echter enkel beroep doen op wolkenloze beelden. Voor België zijn er wegens de heersende bewolkingstoestand per jaar gemiddeld een 40 tal beelden bruikbaar.



NDVI-beeld voor België

Op basis van zo'n NOAA AVHRR beeld kan voor alle pixels (beeldelementen) die het Belgische grondgebied bedekken de NDVI en uiteindelijk fAPAR worden bepaald. Zwart ingekleurde gebieden komen overeen met steden (Brussel, Antwerpen, Gent, enz), wit ingekleurde gebieden stemmen overeen met bosrijke gebieden.

Hiernaast zie je een resultaat van de toepassing van het C-Fix-model voor België. De gebieden in Vlaanderen, maar vooral in Wallonië (Ardennenmassief) met de hoogste NPP waarden, stemmen overwegend overeen met beboste arealen.

De grote steden (Brussel, Antwerpen, Gent, Luik en Charleroi) met hun hoge urbanisatiegraad vertonen de laagste graad van koolstoffixatie.

Landbouwgebieden zoals Haspengouw en de Leemstreek vertonen in vergelijking met de bosarealen een lagere NPP.

Dit is te wijten aan de kortere groeiperiode en een lagere jaarlijkse stralingsabsorptie-efficiëntie.

Methoden en Resultaten

Bomen planten!

Onder de huidige klimatologische omstandigheden met een jaarlijkse gemiddelde luchttemperatuur van 10°C en een CO₂-concentratie van 335 ppmv, bedraagt de NPP voor het volledige Belgisch grondgebied ongeveer 2,38 Mton C per jaar. Dit getal drukt de hoeveelheid koolstof uit die jaarlijks door vegetatie (op het Belgische grondgebied) wordt opgenomen. Wereldwijd is de totale hoeveelheid NPP gelijk aan 75.600 Mton C per jaar; 0,0031 % hiervan is het aandeel van de Belgische NPP in dit totaal. De uitstoot van industrie, verkeer, landbouw en de residentiële sector (huishoudelijke uitstoot) in België bedroeg 30,8 Mton C in 1990. Dit wil zeggen dat enkel 7,7 % van deze emissies opnieuw opgenomen werden door vegetatie. Wenst men de (Belgische) CO₂ emissies, waarvan zojuist sprake, bijvoorbeeld te compenseren door herbebossing dan zou men het 13-voudige van de totale oppervlakte van België moeten bebossen!

De weersvoorspelling van de toekomst

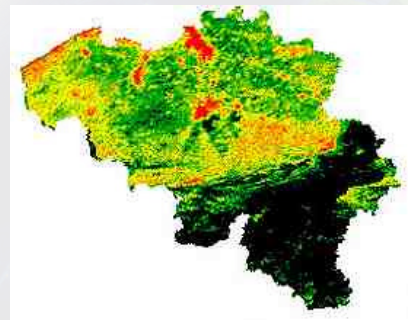
Bij het nemen van beslissingen in verband met het broeikaseffect is C-Fix een nuttig hulpmiddel. De stijgende CO₂-concentraties in de lucht en de stijgende temperatuur hebben een vermoedelijk gunstige invloed op de koolstoffixatie door vegetatie. Verschillende scenario's voor NPP in België kunnen opgesteld worden:

- Onveranderde CO₂-concentratie (355 ppmv) en een temperatuurstijging van 4° C (van 10° naar 14°C).
- Een stijging van CO₂ van 355 ppmv naar 445 ppmv en onveranderde temperatuur (10°C).
- Een stijging van CO₂ van 355 ppmv naar 455 ppmv en een temperatuurstijging van 4°C (van 10° naar 14°C).

Uit deze figuren kan men afleiden dat de hoeveelheid opgenomen koolstof stijgt naarmate de temperatuur en de CO₂-concentratie toenemen (deze stijging van opname van CO₂ verloopt evenwel niet evenredig met de stijging van CO₂ in de atmosfeer). Dit gesimuleerde effect toont aan hoe de vegetatie zich in de praktijk vermoedelijk zal gedragen bij klimatologische veranderingen. Hoe dit alles zich in werkelijkheid zal voordoen, kan enkel toekomstig onderzoek uitwijzen.



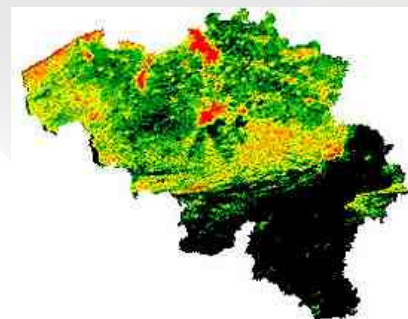
PPN waarde voor heel België bij een temperatuur van 10°C en een CO₂ concentratie van 355ppmv



PPN waarde voor heel België bij een temperatuur van 14°C en een CO₂ concentratie van 355ppmv



PPN waarde voor heel België bij een temperatuur van 10°C en een CO₂ concentratie van 455ppmv



PPN waarde voor heel België bij een temperatuur van 14°C en een CO₂ concentratie van 455ppmv

Methode en Resultaten

Conclusie

Teledetectie kan een nuttig hulpmiddel zijn voor het begroten van de CO₂-opname door vegetatie.

Uit bovenstaand cijfermateriaal blijkt dat het bosbestand in België niet volstaat om onze huidige CO₂-uitstoot te compenseren. Zelfs herbebossen blijkt niet te volstaan om de emissies volledig te compenseren.

Aan de volgende conclusie lijken we dan ook niet te kunnen ontsnappen: de CO₂-problematiek en het hiermee gekoppelde broeikaseffect en mogelijke klimaatveranderingen kunnen enkel opgelost worden door een drastische vermindering van de uitstoot door industrie, verkeer en residentiële sector van CO₂. Hetzelfde geldt trouwens voor de andere broeikasgassen.

Team

Coördinatoren

Frank Veroustraete
Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO)
Teledetectie en Atmosferische Processen (TAP)
Boeretang 200
B-2400 Mol

Tel : +32 (0)14 / 33.68.46
Fax : +32 (0)14 / 32.27.95
e-mail : veroustrf@vito.be

Jan Van Rensbergen
Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO)
Teledetectie en Atmosferische Processen (TAP)
Boeretang 200
B -2400 Mol

Tel : +32 (0)14 / 33.68.00
Fax : +32 (0)14 / 32.27.95
e-mail : vrensbej@vito.be

Partner

Hendrik Sabbe (VITO, TAP)

Yves Verheijen(VITO,TAP)

Samenvatting

Het klimaat op aarde wordt bepaald door het zogenaamde "stralingsevenwicht" van onze planeet. Een aantal gassen in de atmosfeer, de broeikasgassen (CO₂, methaan, ozon,...), beïnvloeden dit stralingsevenwicht. Deze gassen absorberen infrarode straling die door de aarde wordt weerkaatst en houden zo de aarde 'op temperatuur', men noemt dit het broeikaseffect.

Het broeikaseffect is een natuurlijk fenomeen dat versterkt wordt door de uitstoot van CO₂ en andere broeikasgassen ten gevolge van menselijke activiteiten (industrie, verkeer,...). Door de verhoogde concentratie aan broeikasgassen in de atmosfeer, wordt meer infrarode straling geabsorbeerd, het broeikaseffect neemt toe en het klimaat warmt op.

Als de temperatuur stijgt...

Door dit fenomeen zou de temperatuur aan het aardoppervlak met ongeveer 0.5°C toegenomen zijn sedert het begin van de 20ste eeuw. Een verdere opwarming van het klimaat zou o.a. kunnen leiden tot het smelten van ijskappen en een stijging van de zeespiegel, met alle rampzalige gevolgen van dien.

Op wereldvlak worden allerlei inspanningen geleverd om de uitstoot van broeikasgassen een halt toe te roepen (Het Raamverdrag inzake klimaatsverandering, Het protocol van Kyoto) en ook België verbindt zich ertoe hiervoor de nodige initiatieven te nemen.

Verfrissende planten?

Vegetatie zou een gunstige invloed kunnen hebben op de CO₂-concentraties in de atmosfeer. Tijdens de fotosynthese nemen planten immers CO₂ uit de atmosfeer op.

Wetenschappers bestuderen hoe de vegetatie precies zal reageren op een verhoging van de hoeveelheid CO₂ in de atmosfeer en op een stijgende temperatuur.

Satellietbeelden worden gebruikt om informatie te verschaffen voor het zogenaamde C-Fix-model dat de CO₂-opname door vegetatie kan bestuderen over grotere geografische gebieden.

De resultaten van het beschreven onderzoek geven beleidsmensen een beter inzicht in de rol die vegetatie kan spelen in de CO₂-problematiek bij een beleid gericht op een beheersing van het broeikaseffect.

Info

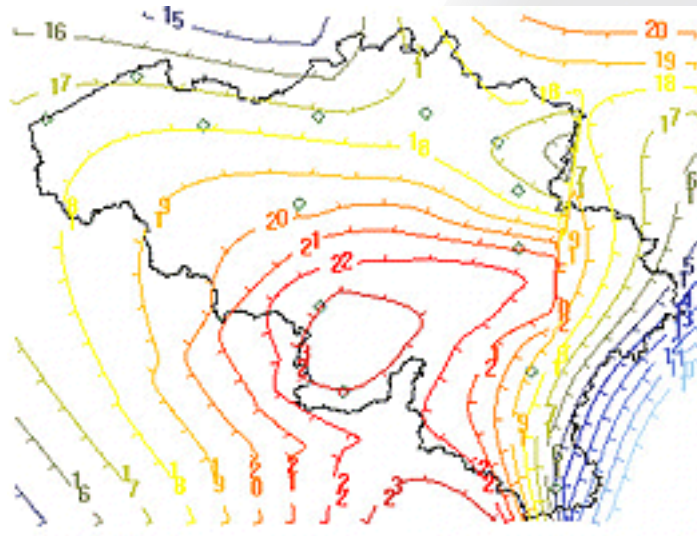
Studiegebied

België

Gegevens

De dagelijkse gemiddelde luchttemperatuur en (zonne)straling, nodig als invoergegevens voor het C-Fix-model toegepast op België, worden berekend aan de hand van meteorologische gegevens opgemeten door het KMI. Dit gebeurt in verschillende meteorologische stations verspreid over het land.

De locatie van deze stations met aanduiding van de isothermen voor een welbepaalde dag is te vinden op de kaart.



De teledetectiegegevens zijn afkomstig van de AVHRR-sensor op het NOAA-11 satellietplatform.

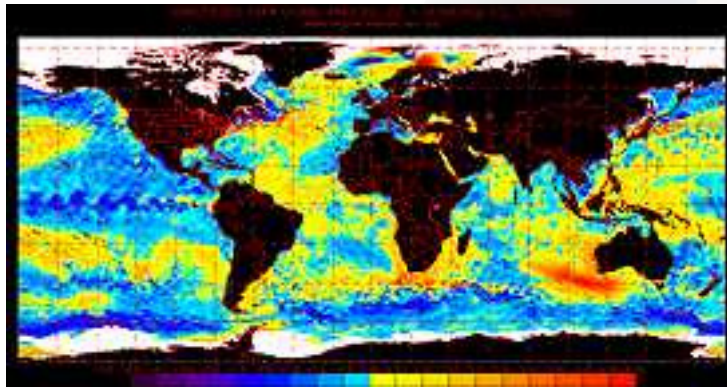
EL NIÑO REIST DE WERELD ROND

El Niño is een abnormale opwarming van het oceaانwater op de evenaar in de Stille Oceaan. El Niño betekent "het Kerstekind". Deze naam werd gegeven door de Peruviaanse vissers, omdat zij omwille van dit fenomeen om de 3 tot 7 jaar rond Kerstmis alle vis voor de kust van Peru zagen verdwijnen.

Deze opwarming van het oceaانwater heeft een invloed op de luchtdruk in bepaalde streken. Zo is gebleken dat er tijdens een El Niño droogtes ontstaan in Zuidoost-Afrika en Noord-Brazilië, terwijl bv. de westkust van Zuid-Amerika te maken krijgt met overvloedige regenval en overstromingen. Meestal volgt het jaar na El Niño een La Niña waarbij het oceaانwater kouder is dan normaal, met tegenovergestelde gevolgen.

De uitgebreide bosbranden in Indonesië, de overstromingen in China enz. zouden te wijten zijn aan El Niño. Ook in Oost-Afrika schijnt het klimaat beïnvloed te worden door El Niño/Southern Oscillation.

Met behulp van satellietbeelden bestuderen we of abnormale schommelingen in regenval en in plantengroei elke keer teruggevonden worden als een ENSO-fenomeen zich voordoet.



De afwijkingen van de oceaانtemperatuur op 1 januari 2000 ten opzichte van de gemiddelde temperatuur. In de donkerblauwe gebieden worden er abnormaal lage temperaturen genoteerd, in rode gebieden abnormaal hoge temperaturen. (NOAA)

Het Tanganyika-meer en zijn omgeving zijn zeer gevoelig voor klimaatwijzigingen. Met satellietbeelden en meteorologische metingen bestudeert men recente klimaatsschommelingen in de streek, terwijl de fenomenen die plaatsvonden gedurende de laatste 1000 jaar worden onderzocht in de sedimenten op de bodem van het meer.

We proberen vooral te begrijpen welke effecten een klimaatfenomeen zoals El Niño/Southern Oscillation (ENSO) heeft op het meer en zijn omgeving. ENSO is een verstoring van de oceaان en de atmosfeer die zich regelmatig (om de 3 tot 7 jaar) voordoet in de Stille Oceaan, maar waarvan de invloed doordringt tot in de verste uithoeken van de wereld, ook tot in Oost-Afrika.

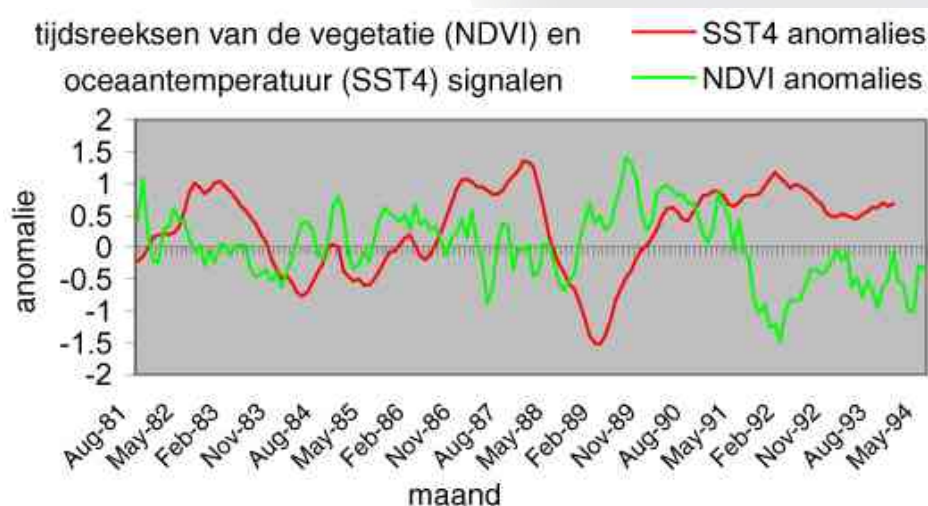
Methode en Resultaten

GEGEVENS OVER 14 JAAR

De NOAA satelliet maakt dagelijks opnamen van het ganse aardoppervlak. Met deze beelden wordt een maandelijkse vegetatie-index (NDVI) berekend die de toestand van de vegetatie op het aardoppervlak weergeeft. Deze maandelijkse beelden zijn beschikbaar sedert 1981 en in deze studie wordt de periode 1981-1994 geanalyseerd. Voor elke eenheid (pixel) in elk beeld wordt de afwijking van de vegetatie-index ten opzichte van de gemiddelde waarde voor die maand berekend en deze afwijkingen (anomalieën) worden vervolgens vergeleken met de anomalieën die de oceaanooppervlaktetemperatuur (Sea Surface Temperature of SST) vertoont ten opzichte van de gemiddelde oppervlaktetemperatuur in de Stille Oceaan. Beide anomalieën worden uitgezet in de tijd en er wordt onderzocht of beide tijdsreeksen op dezelfde manier fluctueren (zijn er bij grote temperatuurwijzigingen ook grote verschillen in vegetatie op te merken?) vervolgens wordt de correlatie tussen beide reeksen berekend.

TRAGE REACTIE

Uit de tijdsreeksen blijkt dat de vegetatie vaak met een zekere vertraging reageert op de opwarming in de Stille Oceaan. Het duurt gemiddeld 6 tot 7 maanden vooraleer het effect van zo'n opwarming (of afkoeling) merkbaar is nabij het Tanganyikameer. De grafiek toont de schommelingen in oceaantemperatuur (SST) en vegetatie (NDVI) in de tijd. Voor elke maand wordt de afwijking (anomalie) van de oceaanooppervlakte temperatuur (SST) ten opzichte van de gemiddelde SST rood uitgezet. Positieve waarden duiden op een hogere temperatuur dan het maandelijkse gemiddelde, negatieve waarden betekenen een lagere temperatuur. Voor elke maand wordt ook de afwijking van de vegetatie-index ten opzichte van de gemiddelde vegetatie-index uitgezet (groen). Bij positieve waarden ligt de vegetatie-index hoger dan de gemiddelde vegetatie-index voor die maand, negatieve waarden betekenen een lagere vegetatie-index dan het maandelijkse gemiddelde.

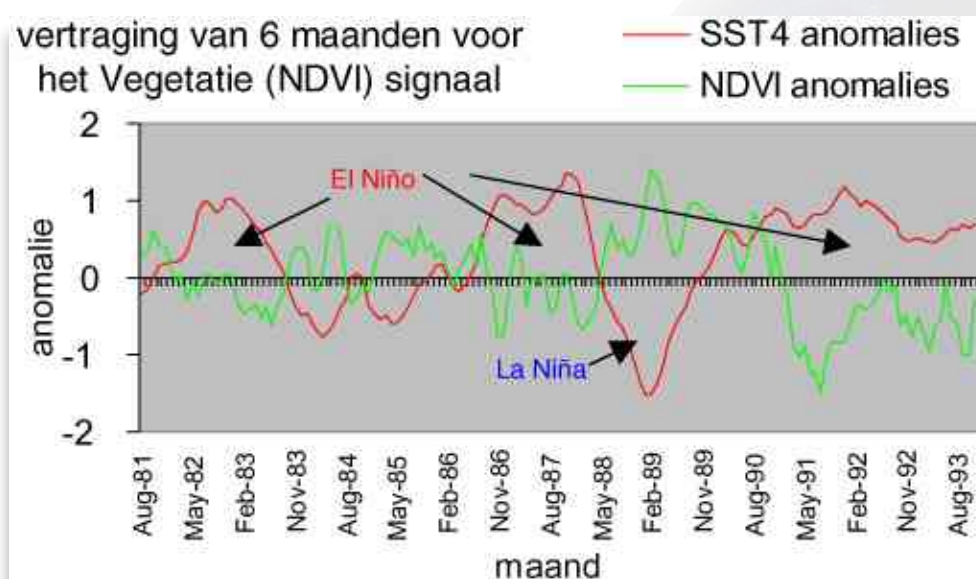


Afwijkingen van de oceaanooppervlaktetemperatuur (SST) en de vegetatie-index ten opzichte van de gemiddelde waarden

Methode en Resultaten

Indien men de tijdreeks (groene kromme) van de vegetatie-indexanomalië met 6 maand verschuift, ziet men dat de wijzigingen in vegetatie samenvallen met de wijzigingen van de oceanoppervlaktetemperatuur, maar dan wel in de omgekeerde richting.

Of m.a.w. als de oceanoppervlaktetemperatuur stijgt (El Niño), ziet men 6 maanden later een vermindering in vegetatie; als de oceanoppervlaktetemperatuur daalt (La Niña), krijgt men 6 maanden later meer vegetatie.

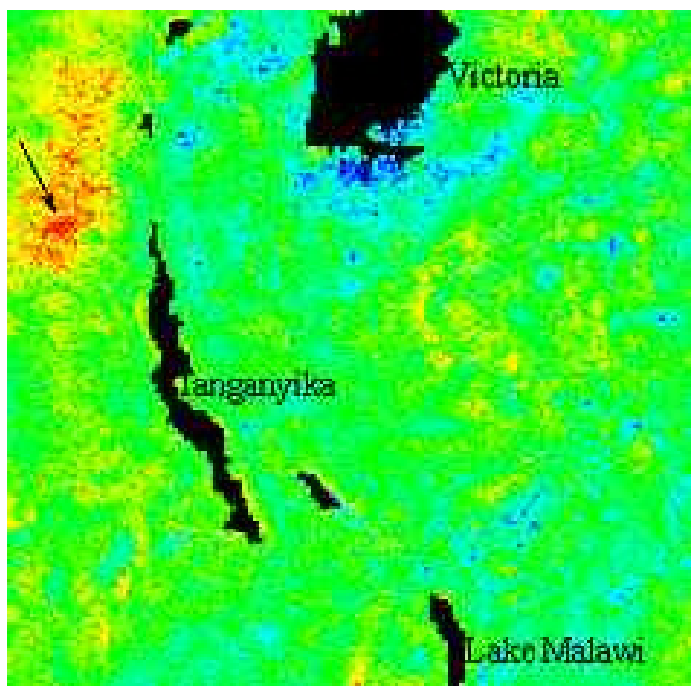


Afwijkingen van de oceanoppervlaktetemperatuur (SST) en de vegetatie-index ten opzichte van de gemiddelde waarden. De kromme voor de afwijkingen van de vegetatie-index is hier met 6 maand verschoven.

Methode en Resultaten

El Niño veroorzaakt na 6 tot 7 maanden (SST anomalie positief, hoge gemiddelde oceaanooppervlaktetemperaturen) een droogte in de Kivu-streek, met verminderde plantengroei (NDVI anomalie negatief).

De kaart toont de zone met een sterke correlatie tussen beide anomalieën (rood).



El Niño (anomalie positief, hoge gemiddelde oceaanooppervlaktetemperaturen) veroorzaakt na 6 tot 7 maanden een droogte in de Kivu-streek, met verminderde plantengroei (NDVI anomalie negatief). Rood op de kaart.

EL NIÑO, VOORSPELBAAR ?

El Niño is geen modeverschijnsel, maar een fenomeen dat al eeuwen zeer regelmatig terugkeert. Wel blijkt dit regelmatige patroon verstoord te zijn geraakt sedert het begin van de jaren '70. Dit laatste doet vermoeden dat het veelbesproken broeikaseffect een invloed heeft op deze "verstoringen".

Door het blootleggen van de relaties tussen ENSO en het klimaat en daarmee de plantengroei in Oost-Afrika, zal men bij een volgende El Niño niet alleen beter kunnen voorspellen wanneer het fenomeen zich zal voordoen, maar ook welke gebieden zullen worden getroffen en op welke manier.

Dit kan o.a. helpen bij de oogstvoorspellingen voor de landbouw, en zorgen voor een meer adequate hulpverlening bij rampen.

Team

Coordinator

Eric Lambin
Université Catholique de Louvain (UCL)
Laboratory of Remote Sensing and Land-Use Changes
Place Louis Pasteur 3
Bâtiment Mercator
B-1348 Louvain-la-Neuve

www: <http://www.climate.be>
Tel : +32 - (0)10 / 47.44.77
e-mail : eric.lambin@uclouvain.be

Partners

Suzanne Serneels (UCL)

Aan het gehele onderzoek werken vier instellingen mee:

Het Museum voor Midden Afrika zoekt naar verbanden tussen recente ENSO-fenomenen en de klimaat- en visserijgegevens die de afgelopen 100 jaar werden opgemeten in diverse meetstations in het gebied. Ongeveer 4 maand na het begin van El Niño in de Stille Oceaan zal de temperatuur in de buurt van het Tanganyikameer abnormaal stijgen. Dit heeft een invloed op het meer en de visserij.

De Unité de Paléontologie et Paléographie (UCL) bestudeert de sedimentlaagjes die jaarlijks worden afgezet op de bodem van het meer. Er wordt onderzocht of de laagjes afgezet gedurende ENSO verschillen van de laagjes die tijdens "normale" jaren zijn afgezet. Met dit onderzoek kan men verteruggaan in de tijd en zo begrijpen hoe en waarom klimaatsstoringen ontstaan.

Het Laboratorium voor Plantkunde (RUG) bestudeert de algen in het meer nu en vroeger. Men gaat na hoe de algensamenstelling verschilt van seizoen tot seizoen en in het verleden.

Het Département de Géographie (UCL) onderzoekt de meest recente periode van de geschiedenis (laatste 15 jaar). In het document wordt uitgebreid ingegaan op dit onderzoek.

Info

Samenvatting

Reeds eeuwen zien Peruviaanse vissers het visbestand om de 3 tot 7 jaar plots sterk afnemen. Zij noemen dit fenomeen El Niño (het Kerstekind) omdat het telkens vlak na Kerstmis optreedt. El Niño is een abnormale opwarming van het oceaanwater en maakt eigenlijk deel uit van een grootschaliger fenomeen ENSO (El Niño/Southern Oscillation). Naast een warme fase, El Niño, die typisch 8 tot 10 maanden duurt, bevat ENSO dikwijls ook een koude fase, La Niña. Het hele ENSO fenomeen duurt normaal 3 tot 7 jaar.

El Niño evolueert

De laatste decennia echter is het regelmatige patroon van ENSO doorbroken. Ook al weet men op dit moment nog niet waardoor ENSO precies wordt veroorzaakt, vermoedt men dat het doorbreken van het regelmatige patroon mede te wijten is aan het broeikas-effect. Wat men wel met zekerheid weet, is dat het fenomeen niet enkel het oceaanwater aan de Peruviaanse kust beïnvloedt maar ook ver afgelegen streken. Ook Oost-Afrika lijkt niet aan de gevolgen van ENSO te ontkomen: telkens wanneer El Niño heeft plaatsgevonden volgt na een bepaalde tijdspanne een droogte in de Kivu-streek en daarmee gaat een verschraving van de plantengroei gepaard. Satellietbeelden zijn bij uitstek geschikt om veranderingsprocessen op te volgen. Hier worden ze gebruikt voor het bepalen van de veranderingen in oppervlaktetemperatuur van de oceaan en om abnormale schommelingen in plantenbedekking te bestuderen. Door het blootleggen van de verbanden tussen ENSO, het klimaat en de schommelingen in plantengroei in Oost-Afrika, zal men bij een volgende El Niño niet alleen beter kunnen voorspellen wanneer het fenomeen zich zal voordoen, maar ook welke gebieden zullen worden getroffen en op welke manier.

Studiegebied



Sensoren

NOAA-AVHRR

Links

Op de NASA Earth Observatory website: <https://earthobservatory.nasa.gov/Features/ElNino/>

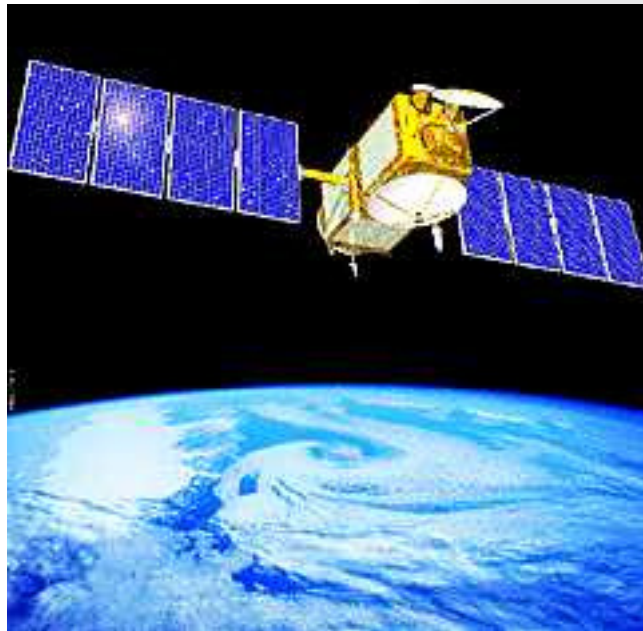
Op de ESA website: http://www.esa.int/fre/ESA_in_your_country/France/L_avenir_d_El_Nino_passe_par_Toulouse

OZON

EEN BEETJE SCHEIKUNDE

Ozon (O_3) is een molecule met drie zuurstofatomen. Als ultraviolette straling (zonlicht) binnenkomt in de stratosfeer en zuurstofmoleculen (O_2) treft, vallen deze in afzonderlijke zuurstofatomen (O) uiteen. Een alleenstaand zuurstofatoom reageert dan snel met O_2 moleculen en vormt ozon.

Hoewel ozon in sporenhoeveelheden in de hele atmosfeer voorkomt, is het niet overal gelijk verdeeld. Ongeveer 90 percent van alle ozon bevindt zich in het deel van de atmosfeer dat bekend staat als de stratosfeer, gelegen tussen 15 en 50 km boven het aardoppervlak. In de laag onder de stratosfeer, de troposfeer, vinden onze weersverschijnselen plaats. De laag van de stratosfeer met hogere ozonconcentraties wordt meestal de ozonlaag genoemd (ongeveer 24 km boven het aardoppervlak).



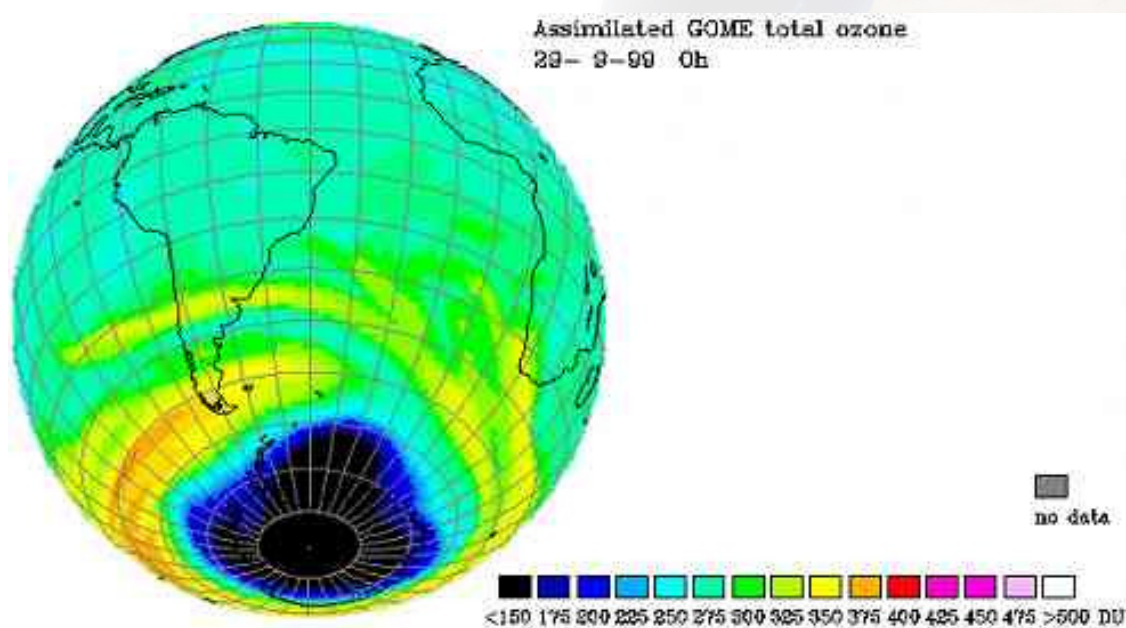
De ozonlaag is het dunst in de tropen en dichtst nabij de polen, hoewel er grote seizoensschommelingen zijn.

OZON

Ozon speelt een centrale rol in de troposfeer- en stratosfeerchemie. Het is een belangrijk “broeikasgas” en de ozonlaag werkt als een natuurlijke filter, die het grootste deel van de biologisch schadelijke ultraviolette (UV) zonnestraling absorbeert. Als de stratosferische ozonlaag zou verdwijnen, dan zou er meer UV-straling op het aardoppervlak terecht komen, met de verstoring van ecologische processen en aantasting van sommige materialen tot gevolg.

In de jaren 70 ontdekten wetenschappers dat chloorfluorkoolwaterstoffen (CFK), verwante halogeenvverbindingen, verbindingen met broom en stikstofoxiden (NO_x) de ozonlaag wel eens zouden kunnen aantasten.

CFK's zijn een veel voorkomend industrieel product dat gebruikt wordt in koelsystemen, air conditioners, verstuivers, oplosmiddelen en voor de productie van sommige soorten verpakking. Stikstofoxiden zijn een nevenproduct van verbrandingsprocessen, bv. uitlaatgassen van vliegtuigen.



OZON

Het ozongat

De ontdekking van een gat in de ozonlaag dat elke lente boven de Zuidpool verschijnt, vestigde de aandacht van de wereld op het probleem en de mogelijk invloed van menselijk activiteiten op leven en gezondheid. Wereldwijd schoot men in actie. Met het Verdrag van Wenen ter Bescherming van de Ozonlaag uit 1985 verbonden regeringen zich ertoe de ozonlaag te beschermen en samen te werken in wetenschappelijk onderzoek voor een beter begrip van atmosferische processen.

De dikte van de ozonlaag werd decennialang gemeten in een aantal stations met behulp van instrumenten aan de grond zoals spectrofotometers en in situ metingen in de bovenste luchtlaag met ballonsondes. Die metingen vormen een lange termijn gegevensbank van het ozonverleden, maar de geografische bedekking is onvolledig aangezien grote gebieden zoals Afrika en de oceanen niet bestudeerd werden.

Sinds begin jaren 60 wordt ozon gemeten met behulp van satellieten, maar slechts zo'n 15 jaar geleden bereikten de dekking en de resolutie een voldoende kwaliteit voor de studie van de ozonlaag. Een groot voordeel van satellietmetingen is de mogelijkheid om gegevens te verzamelen in ver afgelegen gebieden.

Satelliet ozongegevens worden hoofdzakelijk gebruikt om de wereldwijde en verticale verdeling van ozon te volgen. De verticale verdeling van ozon in de atmosfeer is belangrijk voor de studie van klimaatverandering, terwijl informatie over de totale hoeveelheid ozon kan helpen bij de weersvoorspelling.

Gegevens en methode

Totale hoeveelheid ozon

De "dikte" van de ozonlaag is de totale hoeveelheid ozon in de atmosfeer boven een bepaalde plaats. Ze wordt gemeten in Dobson-eenheden (DU, 1 DU komt overeen met 2.686.100 ozonmoleculen per m²) – typisch ~260 DU boven de tropen en hoger elders.

Ozonprofielen

Verticale verdeling van ozon in de atmosfeer.

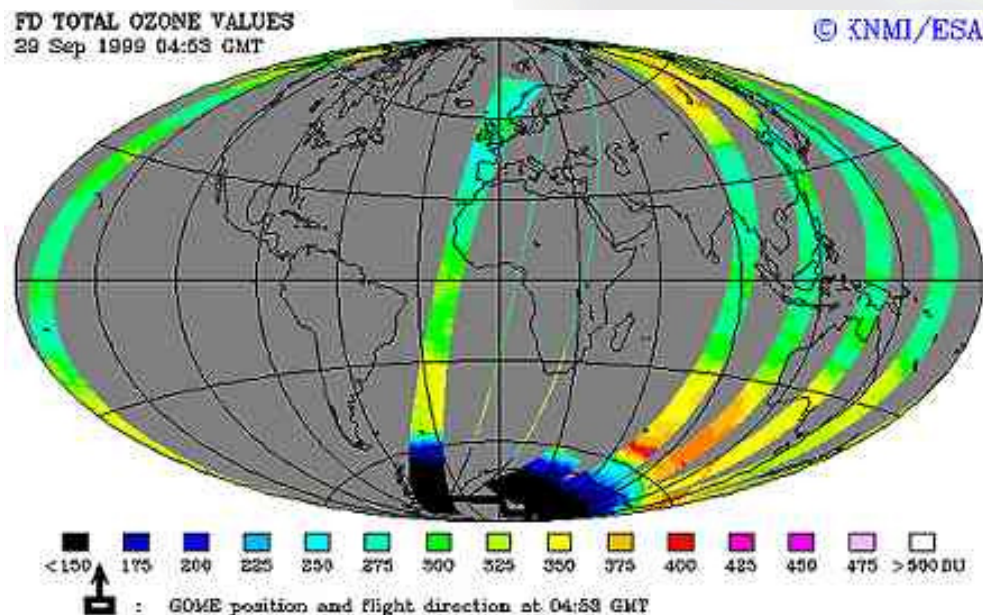
Meettechnieken

De satelliet bevindt zich in een baan op een hoogte van ongeveer 700 km. Op die hoogte kan men de ozonconcentraties op een aantal manieren meten. De twee meest gebruikte zijn de nadirobservatie en de occultatietechniek.

Resultaten

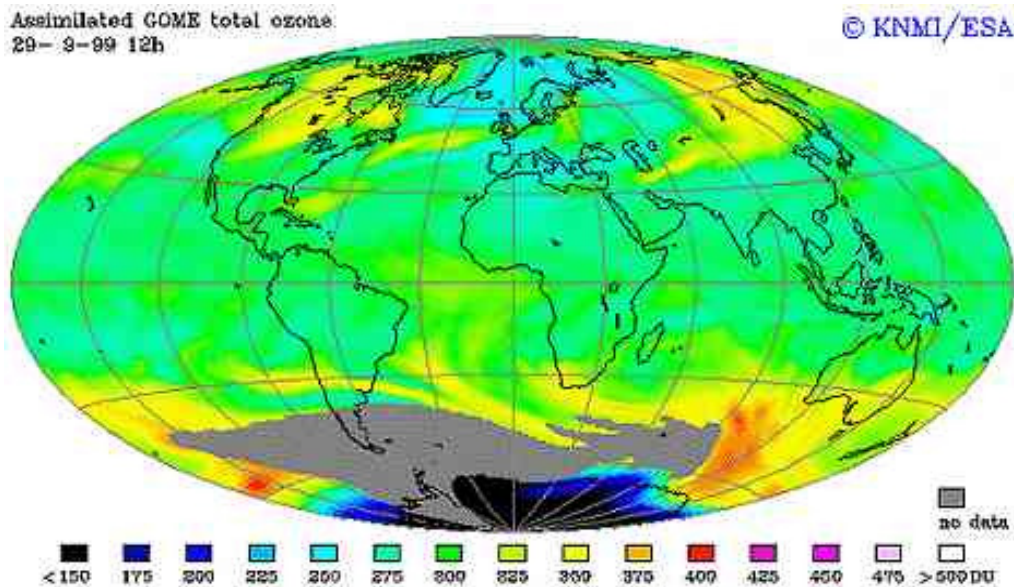
Wereldwijde verdeling van ozon

Op een kaart van onmiddellijke ruwe ozongegevens kan men de banden met ozonwaarden zien, alsook grote gebieden waarvoor er geen gegevens beschikbaar zijn (grijs). De "banden" komen overeen met gebieden onder de satellietbaan.



Gegevens en methode

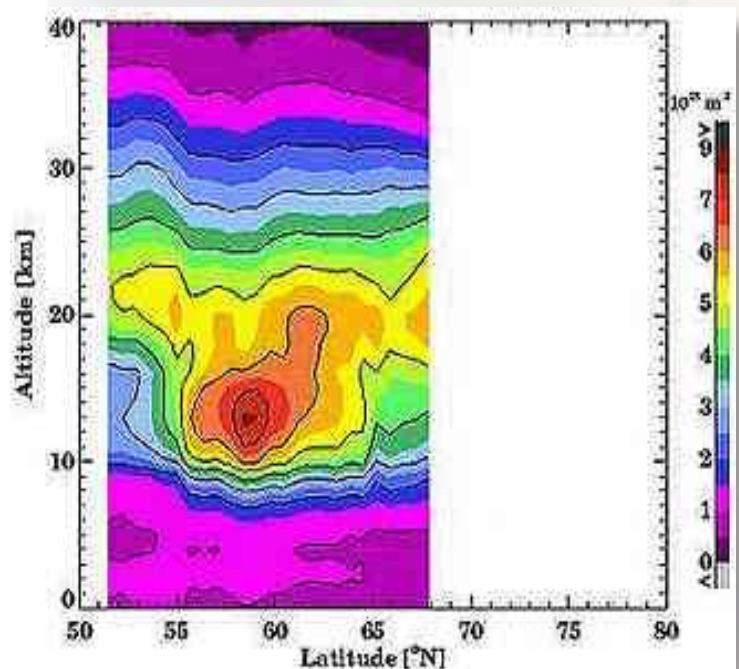
Onmiddellijke gegevens kunnen gecombineerd worden om kaarten op wereldschaal van de ozonlaag te produceren op om het even welk ogenblik. Op het beeld zijn hoge ozonwaarden geel en rood gekleurd en lage groen en blauw.



Verticale verdeling van ozon

De verticale verdeling van ozon in de atmosfeer verschaft nuttige informatie, zoals wat betreft de hoogte waarop ozon vernietigd wordt en de mogelijke uitwisselingen tussen de onderste en bovenste lagen van de atmosfeer. Conventionele meettechnieken kunnen dergelijke gegevens niet verschaffen.

Op de kaart met de verticale verdeling van ozon in de atmosfeer op een lijn van noord naar zuid tussen 52 en 67 graden noorderbreedte, zijn hoge ozonconcentraties rood en geel gekleurd en lage concentraties blauw en violet. De verticale verdeling van ozon varieert beduidend van plaats tot plaats.



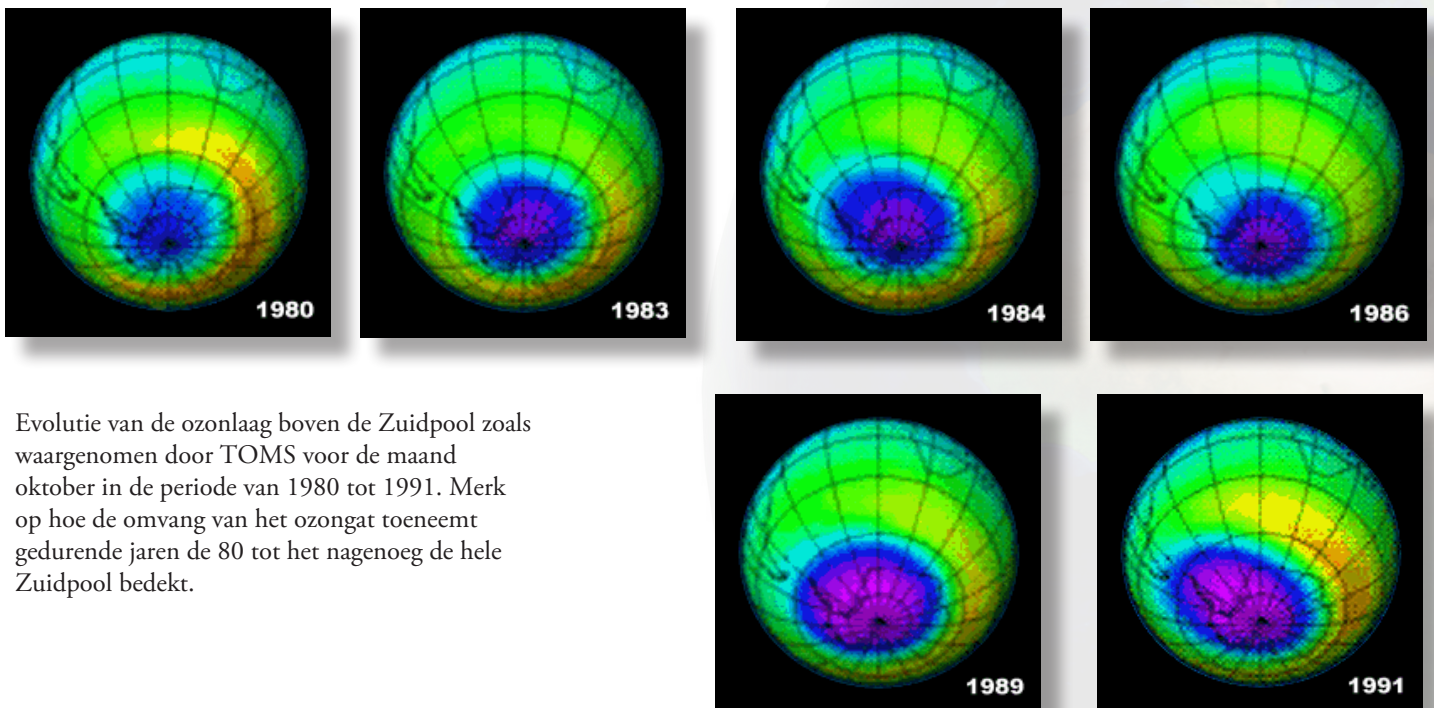
© KNMI/ESA

Gegevens en methode

Het ozongat boven de Zuidpool

Een dramatisch verlies van ozon in de onderste stratosfeer boven de Zuidpool werd voor het eerst opgemerkt in ozonpeilingen gedurende de jaren 70.

In die tijd verscheen het ozongat boven de Zuidpool ook op de TOMS-satellietgegevens, maar de zeer lage waarden werden terzijde geschoven als foute metingen! Latere analyse van de ruwe gegevens bevestigden deze resultaten en toonden een snel grootschalig verlies boven het grootste deel van het Antarctische continent.

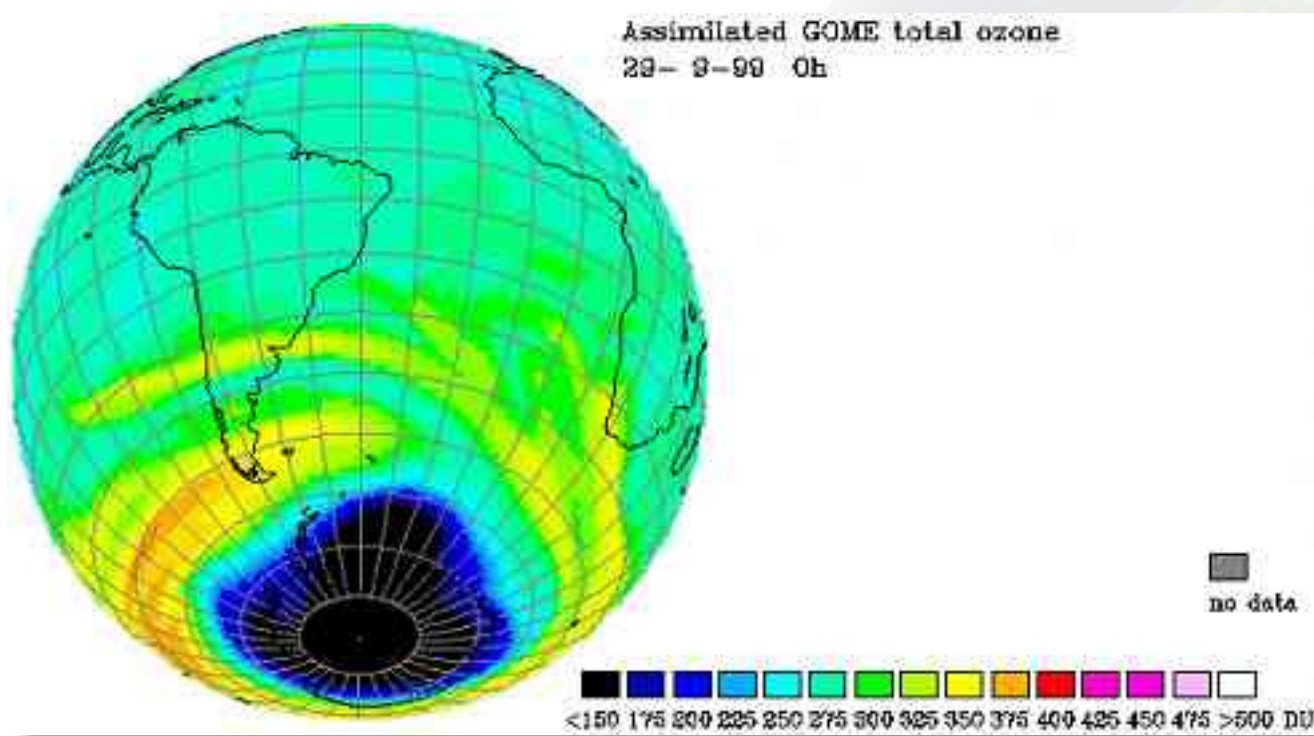


Evolutie van de ozonlaag boven de Zuidpool zoals waargenomen door TOMS voor de maand oktober in de periode van 1980 tot 1991. Merk op hoe de omvang van het ozongat toeneemt gedurende jaren de 80 tot het nagenoeg de hele Zuidpool bedekt.

Gegevens en methode

Hoewel verdwijning ook waargenomen werd boven de middelste breedtegraden en de Noordpool, is het verlies het meest spectaculair boven Antarctica, waar bijna alle ozon is verdwenen binnen een laag van een paar km dik in de onderste lagen van de stratosfeer.

TOMS satellietmetingen geven een globaal beeld van de ozongat zoals het tijdens het seizoen ontstaat en zich ontwikkelt, met de lange termijn-evolutie over de jaren. Meer recente metingen van het GOME-instrument tonen de toestand van het ozongat tijdens de antarctische lente van 1999.



Team

Coordinator

Dirk De Muer
Koninklijk Meteorologisch Instituut
Departement Aërométrie Afdeling
Chemie en Radioactiviteit
Ringlaan, 3
B-1180 Brussel

www: <http://ozone.meteo.be/>
Tel : +32 (0)2 / 373.05.70 e-
mail : dirk.demuer@oma.be

Partner

René Lemoine (IRM)



Info

Samenvatting

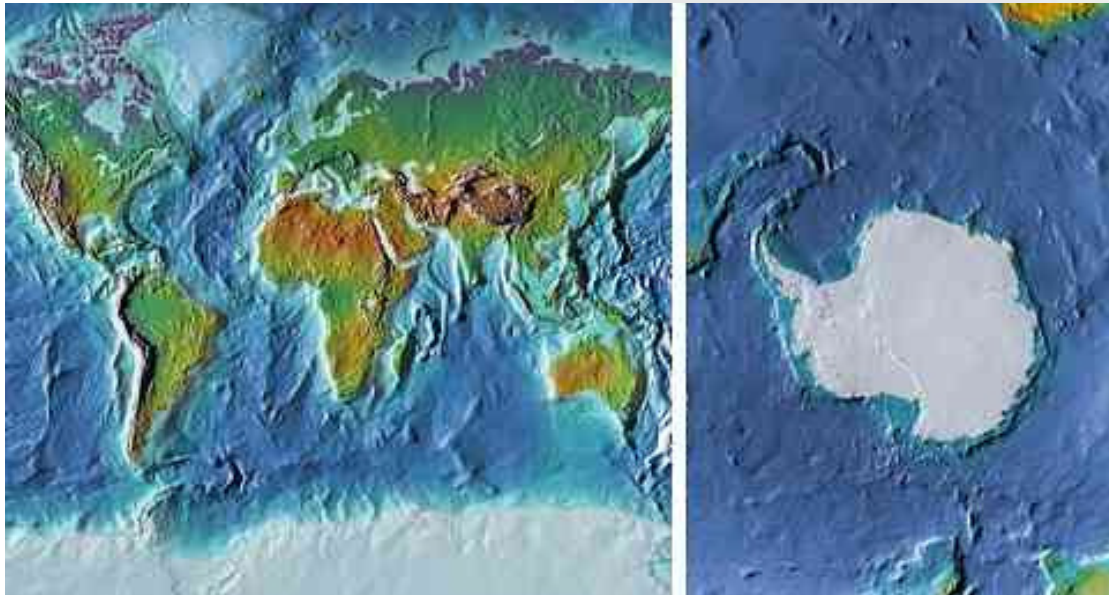
Atmosferische ozon bevindt zich grotendeels in zogenoemde ozonlaag. De atmosferische ozonlaag speelt een zeer belangrijke rol in de bescherming van het leven op aarde tegen potentieel schadelijke UV-straling, en beïnvloedt ook het klimaat op aarde. Men denkt echter dat gassen die het gevolg zijn van menselijke activiteiten zoals chloorfluorkoolwaterstoffen (CFK's) de ozonlaag aantasten.

De ontdekking van een gat dat elke lente verschijnt boven de Zuidpool vestigde de aandacht van de wereld op het belang van de ozonlaag en zette wereldwijd de samenleving aan tot actie.

Regeringen verbonden zich ertoe de ozonlaag te beschermen en een beter begrip te verwerven van atmosferische processen.

Alleen satellieten kunnen ozon meten op wereldschaal, en zijn dus essentieel voor de studie ervan. Satelliet ozongegevens worden hoofdzakelijk gebruikt om de wereldwijde en verticale verdeling van ozon te volgen, en zijn een onmisbaar instrument voor beleidsmakers die de geschikte maatregelen moeten treffen om de ozonlaag te beschermen.

Studiegebied



Info

Uitgangsmateriaal

ERBS: SAGE II
Nimbus-7, NOAA-9, -11, -12: SBUV
Nimbus-7, Meteor-3(5), TOMS-EP-94, ADEOS-I:
TOMS
ERS2 GOME

De Nadiobserverende instrumenten bemeten een gebied dat bijna recht onder de satelliet ligt op de oppervlakte van de aarde; terwijl de satelliet langs zijn baan beweegt, scant het instrument brede banden op het aardoppervlak. Zulke instrumenten meten het zonlicht (ultraviolet of infrarood) dat teruggekaatst wordt door de atmosfeer en de aardoppervlakte.

Het zonlicht dat invalt op de atmosfeer wordt gedeeltelijk geabsorbeerd en gedeeltelijk teruggekaatst naar de ruimte. Het teruggekaatste deel wordt geanalyseerd door het instrument op de satelliet en met speciale algoritmen kan men de ozoninhoud afleiden van de atmosfeer en de verticale verdeling ervan in de stratosfeer (ozonprofiel).



In de occultatietechniek wordt de satelliet zo geplaatst dat de aardatmosfeer geleidelijk voor het invallende licht de zon of een ster schuift terwijl de satelliet in zijn baan beweegt. Als het instrument de zon of ster door de aardatmosfeer ziet, kan het meten hoe het licht geabsorbeerd wordt door de atmosfeer op verschillende hoogten. Met deze methode kan men ozonprofielen verkrijgen met een hogere resolutie voor de stratosfeer en de troposfeer, maar het ruimtelijke en temporele bereik is kleiner.



Info

SAGE II is een zonnefotometer met zeven kanalen.

Deze levert verticale profielen over 1km van aërosolen, ozon, stikstofdioxide en waterdamp. De metingen zijn vooral gericht op de lagere en middelste lagen van de stratosfeer, hoewel de aërosol-, waterdamp- en ozonprofielen vaak tot diep in de troposfeer reiken bij afwezigheid van vulkanische activiteit en wolkeloze omstandigheden.

SBUV meet rechtstreeks het ultraviolet zonlicht dat verstrooid wordt door de aardatmosfeer.

SBUV is een instrument aan boord van Nimbus 7 dat in nadir observeert en een gezichtsveld van 200 kilometer heeft. Om de 32 seconden maakt het een beeld langsheen het traject van zijn baan, dit is ongeveer om de 1,8 breedtegraden, van 80 graden zuider- tot 80 graden noorderbreedte. Het Nimbus 7 ruimtetuig toerde heliosynchrone baan van zuid naar noord zodat het zich steeds boven een gebied bevond waar het middag/middernacht was. Zo werden om de 24 uur voor de hele wereld ozonmetingen opgetekend.

Het TOMS-instrument meet de totale ozon door zowel de invallende zonnenenergie als de terugverstrooide ultraviolette (UV) straling bij zes golflengten te meten.

TOMS is een nadiobserverende instrument en maakt om de 8 seconde 35 metingen, die elk een oppervlakte van 50 tot 200 kilometer op de grond bestrijken volgens een lijn die loodrecht op de bewegingsrichting van de satelliet staat.

Het GOME-instrument is een nadirscannende spectrometer voor ultraviolette en zichtbare golflengten in een bereik van 240-790 nm met een spectrale resolutie van 0,2 - 0,4 nm.

De satelliet volgt een heliosynchrone, polaire baan en scant een lijn loodrecht op de bewegingsrichting met een gezichtsveld van 960 km verdeeld over drie pixels van 80x240-km..

Links

Op de website Earth Observatory van de NASA (in het Engels): <https://earthobservatory.nasa.gov/Features/Ozone/>

Op de website van Het Belgisch Instituut voor Ruimte-Aëronomie (in het Nederlands):

<http://www.aeronomie.be/fr/themes/systemeterre/chimie-atmo.htm>

RADAR EN TROPISCH BOS

Het regenwoud is van vitaal belang voor de ecologische stabiliteit en de economische ontwikkeling van de meeste tropische gebieden. Gedurende de laatste decennia zijn echter grote gedeelten van het regenwoud ernstig aangetast door ontbossing voor landbouw, veeteelt en houtexploitatie, en door branden en overstromingen.

Niemand weet precies hoe het nu met het tropische bos gesteld is. Deze gebieden zijn vaak moeilijk toegankelijk en gedetailleerde kaarten zijn zeldzaam. Het is dus moeilijk te weten waar bos is verdwenen of aangetast.



Men tracht nu met satellietbeelden de toestand van het bos van jaar tot jaar in kaart te brengen. De meeste satellieten, zogenaamde optische satellieten maken een beeld van het teruggekaatste zonlicht, zoals een fotocamera of onze ogen.

Het probleem is echter dat men niet door de wolken kan kijken, en in de tropische gebieden hangt er het grootste deel van het jaar een dicht wolkendek..

RADAR EN TROPISCH BOS

Daarom werd een nieuwe soort camera ontwikkeld, de radar of SAR, die zelf microgolven uitzendt, en het teruggekaatste signaal daarvan opvangt. Micro- of radiogolven gaan wel door wolken. Het EcoSar project wil nu technieken ontwikkelen om met die radarbeelden de evolutie van het tropische bos te volgen.



Landsat optisch beeld: merk de wolken in het zuiden op
© U.S. Geological Survey, Eros data Center



JERS radarbeeld: geen wolkjes aan de lucht
© NASDA

Het probleem van het tropische regenwoud is algemeen erkend, en er wordt wereldwijd gezocht naar geschikte middelen om er een oplossing voor te bedenken.

TREES is een grootschalig project van het Onderzoekscentrum van de Europese Commissie (Joint Research Centre, JRC) om een kaart op te stellen van de regenwouden van de ganse tropische gordel. Deze kaarten worden gemaakt met beelden van weersatellieten, en zijn nog niet heel gedetailleerd. Met het EcoSar-project trachten wij samen met het JRC, een scherper beeld en dus betere kaarten te verkrijgen, door er radarbeelden aan toe te voegen. Het Amerikaanse ruimtevaartagentschap NASA, het Japanse NASDA en het Canadese RADARSAT werkten samen aan de toetsing van de beelden van verschillende radarsatellieten om te onderzoeken welke het meest geschikt zijn om de tropische vegetatie te onderzoeken.

Methode en Resultaten

ZIEN WE DOOR DE BOMEN HET BOS WEL ?

Het eigenlijke einddoel van het EcoSar-project is een methode te ontwikkelen waarmee men snel en overall in de tropische gebieden goede kaarten van de toestand van het bos kan afleiden uit radarsatellietbeelden.

Om dit te bereiken, moeten computerprogramma's ontwikkeld worden die de beelden zodanig omvormen dat we de bossen erop kunnen onderscheiden. We willen ook zoveel mogelijk leren over de toestand van het bos: welke boomsoorten komen er nog voor, is het kronendak goed ontwikkeld, weerstaat het bos droogteperiodes goed, en zo meer.

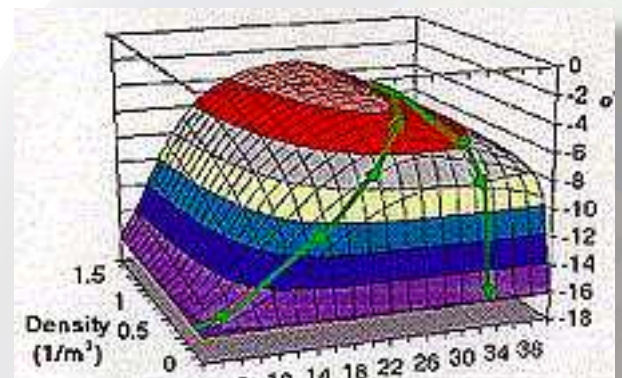
Om al deze informatie uit de radarbeelden af te leiden, moeten we goed begrijpen hoe het radarsignaal reageert op die verschillende toestanden van de bomen en de bossen. Hiervoor werd een wiskundig programma ontwikkeld dat (volledig volgens de theorie van de natuurkunde) berekent hoe een microgolf wordt weerkaatst door bladeren, stammen, bomen, bossen,...

Samen vormen deze twee groepen programma's een softwarepakket om kaarten van het bos te maken uit ruwe radarsatellietbeelden.

Hoe ?

Radarbeelden zijn zoals zwart-wit foto's: men ziet lichtere tinten waar de intensiteit van de terugkaatsing hoog is, en donkere waar ze laag is. Vaak bevat een zwart-wit beeld niet voldoende informatie om de verschillende soorten vegetatie van elkaar te onderscheiden.

We kunnen echter verschillende andere kenmerken uit de beelden halen waarmee we meer informatie kunnen combineren, en toch het bos en de toestand ervan goed zien.



Een voorbeeld van de simulatie van de gevoeligheid van het radarsignaal voor de grootte en het aantal bladeren in een bos



Een multitemporeel beeld of kleurencombinatie van radarbeelden van verschillende seizoenen
© ESA - Distributed by Eurimage

Methode en Resultaten

...opnieuw kijken

De satelliet maakt elke maand weer een beeld van dezelfde plaats. Als we die beelden combineren, en we geven elk beeld een andere kleur, krijgen we een beeld zoals hiernaast.

De verschillende kleuren in het beeld geven dus niet de kleur van de vegetatie weer zoals wij ze zouden zien, maar wel de verandering in intensiteit van de teruggekaatste radargolven gedurende het seizoen. Die verandering is verschillend voor bos, landbouwgewassen of savanne, dus dit helpt ons verder.

...en eens goed rondkijken

De soorten vegetatie verschillen ook van elkaar door hun structuur: hoe groot zijn de kronen van de planten en hoe ver staan ze uit elkaar. Dit is duidelijk verschillend voor grassen (savanne), struiken (koffieplantage) of bomen (het bos). Die verschillen kan men ook zien in de textuur van de radarbeelden: is het beeld op bepaalde plaatsen overwegend grof of glad.

De textuur verandert niet in de loop van het seizoen (de structuur van de vegetatie verandert niet) dus dit geeft ons weer extra informatie.

Met al deze informatie kunnen we de radarbeelden na bewerking omzetten in vegetatiekaarten.



Radarsatellieten geven zeer gedetailleerde beelden van de vegetatie op de grond
© ESA - Distributed by Eurimage



De radarbeelden worden omgezet in vegetatiekaarten

Methode en Resultaten

Conclusie

Het EcoSar onderzoek wordt uitgevoerd op een gebied in de Ivoorkust (West Afrika) met de grootte van ongeveer België. Voor dat gebied worden voorbeelden gemaakt van kaarten die met de ontwikkelde technieken uit de radarbeelden kunnen worden afgeleid.

Deze kaarten kunnen dan door de bosbeheerders ter plaatse gebruikt worden, maar zijn vooral bedoeld om aan te tonen dat de technieken die we ontwikkelen goede resultaten opleveren. Deze methoden kunnen dan later door de internationale organisaties en de overheden van de ontwikkelingslanden op grote schaal gebruikt worden om het resterende bos te beschermen en te beheren

Ons onderzoek staat dus ten dienste van een veel groter en belangrijker doel dan enkel het verwerven van wetenschappelijke kennis. We willen een bijdrage leveren aan de bescherming van de natuur en het milieu op lange termijn.



Team

Coordinator

Marc Leysen
Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek
(VITO) Teledetectie en Atmosferische Processen (TAP)
Boeretang 200
B-2400 Mol

Tel : +32 (0)14 / 33.55.11
Fax : +32 (0)14 / 33.55.99
e-mail : marc.leysen@vito.be

Partners

Université Catholique de Louvain (UCL), Télédétection et Télécommunication (TELE)
Joint Onderzoekscentrum van de Europese Commissie (Joint Research Centre) Ispra, Italië.
National Aeronautic and Space Administration NASA
National Space Development Agency of Japan NASDA
Canadian Space Agency

Info

Samenvatting

Het tropisch bos is één van de meest belangrijke ecosytemen op aarde: niet alleen huist er een enorme soortenrijkdom aan planten en dieren (één enkele boom in het regenwoud langs de Amazone kan een onderkomen bieden aan tweeduizend unieke diersoorten), zij spelen ook een belangrijke rol bij het opnemen van koolstofdioxide, een broeikasgas, en helpen op die manier het klimaat te stabiliseren.

Bossen staan echter bloot aan houtexploitatie en moeten bovendien plaats ruimen voor veeteelt, landbouw, urbanisatie... Bovendien worden ze bedreigd door bosbranden, overstromingen, zure regen,

... Dit heeft vooral in de tropische gebieden enorme gevolgen voor de biodiversiteit.

Wereldwijd vecht men tegen ontbossing. Deze strijd is één van de actiepunten van Agenda21.

Ook Europa werkt hieraan mee: binnen het TREES-project worden de tropische bossen in kaart gebracht om zo beter de evoluties te kunnen opvolgen. Door de veranderingen in het tropisch bos van nabij te volgen, kunnen we ze beter beschermen.

Satellietbeelden leveren een belangrijke bijdrage bij het in kaart brengen en opvolgen van deze moeilijk toegankelijke gebieden. Aangezien de tropen dikwijls door wolken worden bedekt, zijn vooral radarbeelden hierbij nuttig. Men werkt een methode om radarbeelden te gebruiken bij het in kaart brengen van tropisch bos..

Studiegebied



Sensoren

Landsat TM

JERS SAR

ONTBOSSING

Als mensen het land veranderen

Door veranderingen in landbedekking te observeren via teledetectie, kan men bestuderen hoe het landgebruik de landbedekking beïnvloedt. Proefondervindelijke diagnostische modellen van verandering in landgebruik/bedekking ontwikkeld op basis van dergelijke waarnemingen kunnen dan gebruikt worden als een belangrijk instrument voor duurzaam landbeheer.

Klein beginnen

Grootschalige benaderingen die snel resultaten moeten afwerpen leveren nogal eens oppervlakkige resultaten af. Om de complexiteit van veranderingen in landgebruik echt te begrijpen, zijn er kleinschalige landbedekkings- en socio-economische gegevens nodig. Omdat het verzamelen van gegevens over de hele wereld een herculesarbeid is, moet men veeleer de aandacht toespitsen op proefgebieden om teledetectie- en veldwaarnemingen te verzamelen. De algemene evoluties en veranderingsprocessen die men waarneemt in deze geselecteerde gebieden kunnen dan voorzichtig veralgemeend worden naar grotere gebieden.

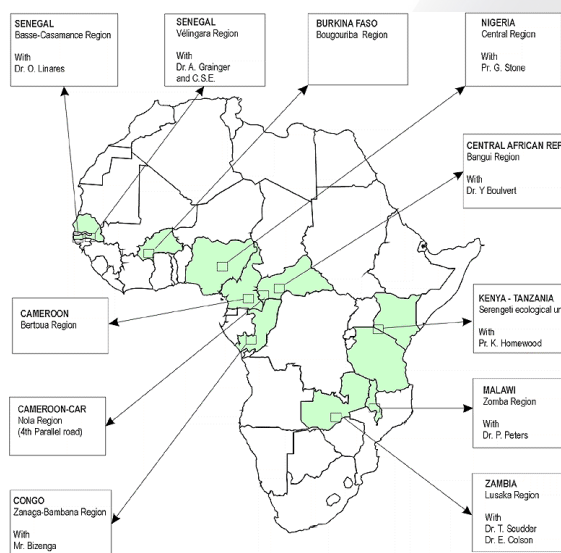


©CNES, Distribution SpotImage

ONTBOSSING

Onderzoek het terrein

Dit geselecteerde gebied moet natuurlijk echt representatief zijn, en er moet voldoende kennis voorhanden zijn over sociale en ecologische processen die tot veranderingen in landgebruik leiden. Daarom levert samenwerking tussen teledetectiespecialisten en menselijke ecologen in lange termijn veldstudies over landgebruik zulke goede resultaten op. Specialisten in teledetectie identificeren veranderingspatronen in landgebruik en met behulp van geografische informatiesystemen (GIS) leggen zij een verband tussen de waargenomen veranderingspatronen en natuurlijke en culturele eigenschappen van een landschap. Menselijke ecologen hebben een dieper inzicht in de veranderingsprocessen en de complexiteit van de drijfveren achter een bepaald landgebruik. In tegenstelling tot de aanpak met teledetectie en GIS, leveren terreinstudies zelden een goed overzicht van de precieze omvang van veranderingsprocessen van landgebruik.



Kaart van de bestudeerde gebieden

En voeg teledetectie toe

De teledetectiecomponent wordt toegevoegd aan de verzameling Afrikaanse studiesites waar lange termijn terreinstudies over verandering in landgebruik uitgevoerd worden. Voor de meeste van deze sites werd samengewerkt met vooraanstaande antropologen.

Uit een dergelijke analyse van landschapsdynamiek komen ruimtelijke statistische modellen over verandering in landbedekking voort, die gebruikt kunnen worden om:

- Hypothesen over veranderingsprocessen en hun drijfveren voor een heel gebied te toetsen;
- Problemen aan te wijzen die meer terreinstudies vereisen;
- Projectgebieden vast te leggen die het risico lopen aangetast te worden door een toekomstige omschakeling of verandering van de landbedekking;
- De mogelijke invloeden te evalueren van zulke veranderingen.

De laatste twee punten in het bijzonder zijn van belang voor de planologen van landgebruik. Zij moeten niet alleen de veranderingssnelheid meten en de factoren van landbedekkingsveranderingen identificeren, maar ze moeten ook voorzien waar veranderingen waarschijnlijk op zullen treden.

Methode en Resultaten

Maak een model

Ruimtelijke statistische modellen voor veranderingen in landbedekking worden gemaakt door teledetectie, geografische informatiesystemen en multivariabele mathematische modellen te verenigen. De ruimtelijke verdeling van landschapselementen en veranderingen in landschapspatronen worden benadrukt. De locatie van verschillende categorieën van veranderingen in landbedekking wordt vergeleken met kaarten van natuurlijke en culturele landschapsvariabelen. Kaarten van veranderingen in landbedekking worden afgeleid van multitemporele reeksen van teledetectiegegevens. Veranderingen in landbedekking worden in categorieën ondergebracht en hun ruimtelijke voorkomen gecorreleerd met kenmerken van landschap en plaats. Een model wordt uitgewerkt om het verband te beschrijven tussen de afhankelijke variabelen - b.v. verandering van woudbedekking - en de onafhankelijke landschapsvariabelen. Multivariabele statistische analyse wordt gebruikt om de variabelen te bepalen die onderling het meest geassocieerd zijn in gebieden met ontbossingspatronen. Als lange termijn reeksen van teledetectiewaarnemingen beschikbaar zijn, kunnen complexe evoluties in landbedekkingsveranderingen geïdentificeerd en in modellen verwerkt worden (b.v. cycli zoals “woud - landbouw - secundaire groei - woud -landbouw - enz.”; of een minder gunstig verloop zoals “woud - kleinschalige landbouw - veeboerderij - landdegradatie”).

En wat zien we dan ?

De volgende illustraties tonen enkele voorbeelden van hoe men via teledetectie veranderingspatronen in landbedekking kan interpreteren:

in de Centraal Afrikaanse Republiek

Wegennetwerk voor selectief kappen in de streek van Nola, in dicht, vochtig woud (SPOT XS van 1993). Wouden zijn rood. Ondanks het dichte wegennet voor houthakkers, is er geen belangrijke woudconversie detecteerbaar bij de ruimtelijke resolutie van SPOT-gegevens (20 meter). Een numerieke analyse van het beeld brengt echter veranderingen in woudbedekking aan het licht langs de wegen en, in het bijzonder, een verminderde wouddichtheid te wijten aan selectief kappen (blauw/rood en violet). Elders in de streek dringen migranten binnen in het woud om langs de verlaten houthakkerswegen gewassen te telen. Dit zal hier waarschijnlijk binnen een paar jaar ook plaatsvinden..



Methode en Resultaten

in Zambië

Nieuwe nederzettingen en landdegradatie in de streek van Lusitu, langs een zijrivier van de Zambezi (SPOT XS van 1986 en 1992).

De streek wordt gekenmerkt door bossavanne (bruin/rood). Enkele kleine plekken met beschermd woud zijn zichtbaar in rood. De Tonga-bevolking van Gwembe (aanvankelijk rond 6.000 mensen) werd eind de jaren 50 naar deze streek verhuisd. Voordien waren daar relatief weinig mensen. Deze onvrijwillige verhuizing volgde op het vullen van het reservoir van de Kariba Dam. Sindsdien is de bevolking gestaag gegroeid en landbouw heeft zich uitgebreid tot al het beschikbare land ontgonnen was. Een interessant aspect is dat de verhuizing in de jaren 50 al van in het begin het draagvermogen van het land voor het landbouwsysteem van deze mensen ver oversteeg. Het land is er sindsdien steeds verder op achteruitgegaan met als resultaat kale grond (in wit, geel en grijs) met een uitzicht dat lijkt op dat van de Sahel. Men begint nu weg te trekken naar naburige gebieden. Op het beeld van 1992 ziet men in het zuidoostelijke deel van het beeld nieuwe gebieden met pivotirrigatie (drie grijze cirkels).



Methode en Resultaten

in Senegal

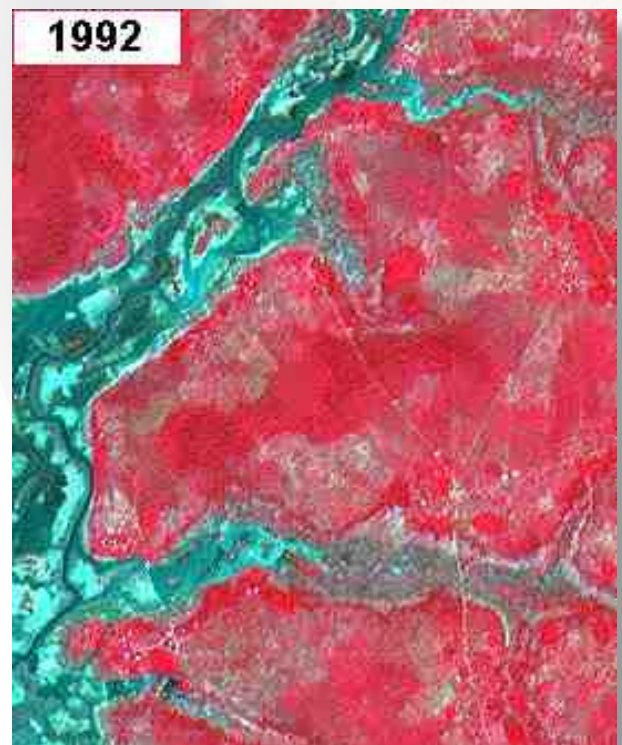
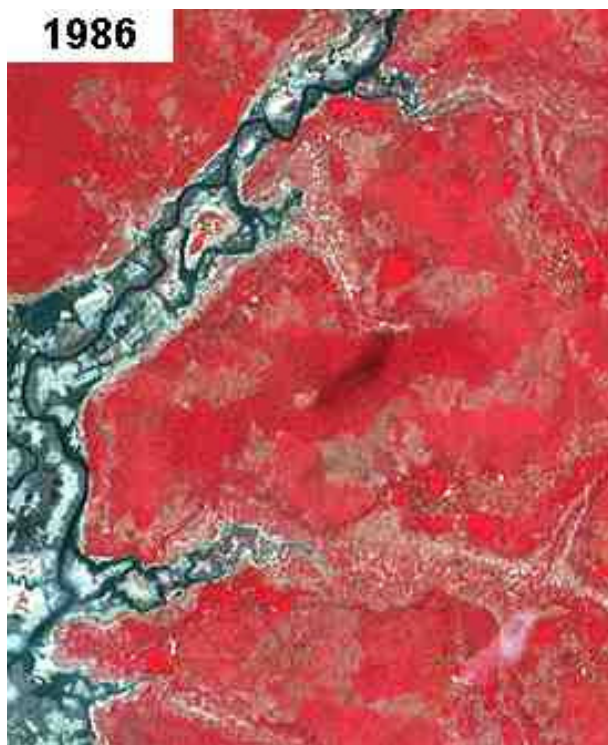
Veranderingen in landbedekking in een gebied van rijstteelt, in de Basse-Casamance streek (Senegal) (SPOT XS van 1986 en 1994).

Het eerste beeld is genomen vlak nadat een lange droogte de streek geteisterd had.

Het tweede beeld is genomen in een veel natter jaar.

Het beeld van 1986 toont verschillende opgedroogde kleine zijkanalen (donker blauw) en zoutophopingen (fel wit).

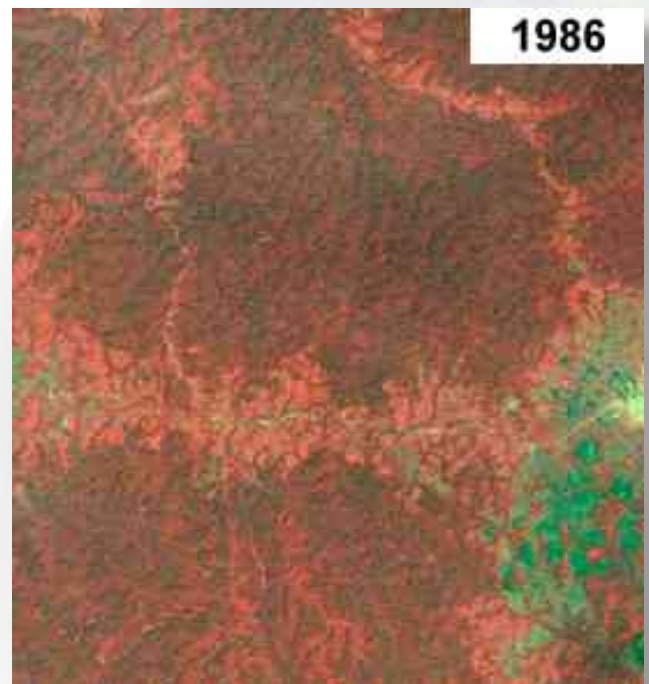
Acht jaar later is het waterpeil in deze kleine kanalen gestegen (blauw-grijs en cyaan). Tevens werd er een dam gebouwd op de zuidoostelijke tak van het kanaal (zuidelijk deel van het beeld, lichtblauw). Deze dam heeft de rijstproductie nieuw leven ingeblazen langs de volledige lengte van dit kanaal (zie vlekken met gewassen in grijs/blauw op het beeld van 1994). Uitgebreide open plaatsen (bruin) kunnen in de beschermde wouden (lichtrood) waargenomen worden in het midden en het noordwestelijke deel van het beeld. In droge jaren ontginnen de boeren het woud om er droge plateaugewassen (grijs-bruin) te telen, terwijl ze in natte jaren terugkeren tot natte rijstteelt in de kanalen en beneden in valleien. Rond de dorpen worden verschillende heilige wouden goed behouden (lichtrode vlekken op de overgang tussen dalen en plateaus).



Methode en Resultaten

Bertoua in Oost-Kameroen bekijken we meer in detail: is de voornaamste landbedekkingsverandering is hier een uitbreiding van de landbouw die leidt tot omzetting van het bos.

Veranderingen in landbedekking tussen 1973 en 1986 werden waargenomen op basis van hoge-resolutie teledetectiegegevens. Er werd een netto vermindering in bosbedekking waargenomen tussen 1973 en 1986, met een jaarlijks ontbossingssnelheid van 0,53%. De veranderingsmatrix bracht aan het licht dat er het meest gekapt werd voor landbouwdoeleinden. Er werd nieuwe bosaangroei vastgesteld op enkele gebieden die eerder geïdentificeerd waren als landbouwgebied. .



Kameroen: ontbossingspatronen in de Bertoua-streek ten gevolge van de uitbreiding van de landbouw (Landschap MSS van 1973 en 1986). Men kan in het oostelijke deel van het beeld de stad Bertoua en de omringende savanne zien (cyaan/groen). De bruin/rode kleur komt overeen met een dicht bladerdek. De ontgonnen gebieden (lichtrood) langs alle vervoersassen en rond kleine steden breiden zich snel uit. De bevolking van de oostelijke provincie van Kameroen is in de laatste decennia gegroeid. Wegen maken het woud toegankelijker, en dit wordt ontgonnen en beplant door migranten voor hun eigen voedingsmiddelen of voor lokale markten. Men kan in het zuidelijk deel van het beeld ook een gekapt gebied zien (lichtrood).

Methoden en Resultaten

Verschillende factoren spelen een rol

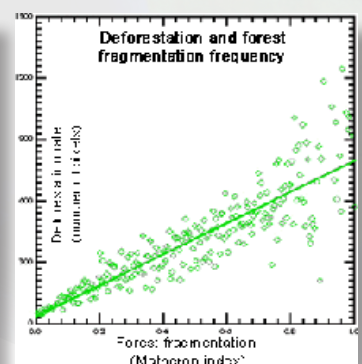
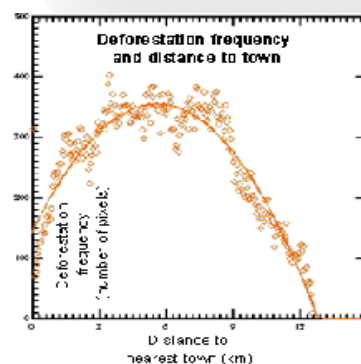
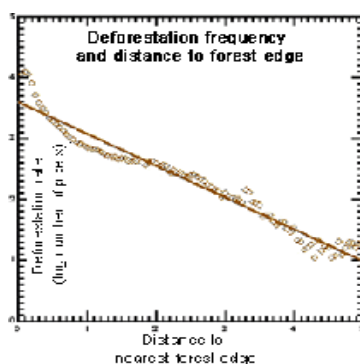
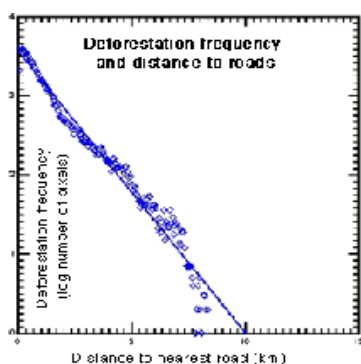
Verschillende ruimtelijke variabelen werden geïntegreerd in een GIS en geometrisch geregistreerd op de kaart van de verandering in bosbedekking: de geschiktheid van het land, de afstand tot de dichtstbijzijnde weg, de afstand tot de dichtstbijzijnde stad, de afstand tot de dichtstbijzijnde woudzoom, de ruimtelijke fragmentatie van het woud, en de dichtheid van het woud (als een maat voor de kostprijs van het kappen). Univariabele modellen tussen de ontbossingsgraad en de bovengenoemde variabelen werden uitgewerkt. Dit resulteerde in volgende waarnemingen :

Het verband met de nabijheid van wegen is een negatieve logaritmische functie: de ontbossingsgraad vermindert zeer snel naarmate de afstand tot de wegen toeneemt. 80% van de alle ontbossing treedt op op minder dan 2 km van een weg. Op meer dan 7,5 km afstand van een weg is er geen ontbossing meer.

Het verband met de nabijheid van steden is ingewikkelder: er wordt geen ontbossing gemeten in de onmiddellijke omgeving van steden, eenvoudig omdat er daar zo goed als geen bos meer staat. De ontbossingsgraad neemt sterk toe op een afstand van 3 tot 10 km van steden (met 70% van alle ontbossing binnen die twee afstanden). Verderop is er weer een vermindering. Een kwadratische functie beantwoordt aan dit verband.

Het verband met de nabijheid van de woudzoom is ook een negatieve logaritmische functie, met een veel hoger optreden van ontbossing aan de grens van het bos. 80% van alle ontbossing treedt op binnen een afstand van 1 km van een woudzoom.

Het verband met woudfragmentatie is zwakker, maar grotendeels lineair. De hoogste ontbossingsgraad wordt waargenomen in bossen die al sterk gefragmenteerd zijn. Dit bevestigt dat open plaatsen in het woud verder kappen aantrekken. Voor lage fragmentatiewaarden is de ontbossingsgraad overal even laag.



Methode en Resultaten

Waarom bomen kappen?

Een multivariabel model werd ontwikkeld om de effecten van de interactie tussen de verschillende onafhankelijke variabelen te verklaren. Dit bracht aan het licht dat hoewel de afstand van elke locatie tot de dichtstbijzijnde weg grotendeels de ruimtelijke variabiliteit van ontbossing verklaarde, de afstand tot steden langs het wegennet minder zwaar woog in een multivariabel model - als men rekening houdt met de informatie waarvoor de andere variabelen al een verklaring geven. Het model geeft aan dat wegen, alsook open plaatsen in het bos en woudzomen, de toegankelijkheid verhogen zodat migranten het woud kunnen binnendringen.

Er bleek echter niet dat wegen de huurprijs van het land verhoogden omwille van de betere toegang tot de stedelijke markten voor de boeren, aangezien de afstand tot steden de ruimtelijke variabiliteit niet verklaarde.

Deze statistische resultaten geven dus aan dat de uitbreiding van de landbouw die in dit gebied tot ontbossing leidde grotendeels gecorreleerd was met een proces van menselijke kolonisatie in plaats van een toename van de landbouwproductie voor een groeiende stedelijke markt. Dit moet getoetst worden door verder veldonderzoek.

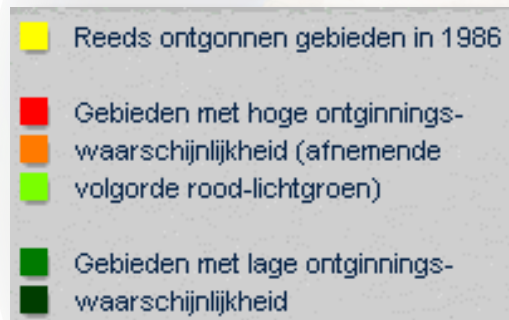
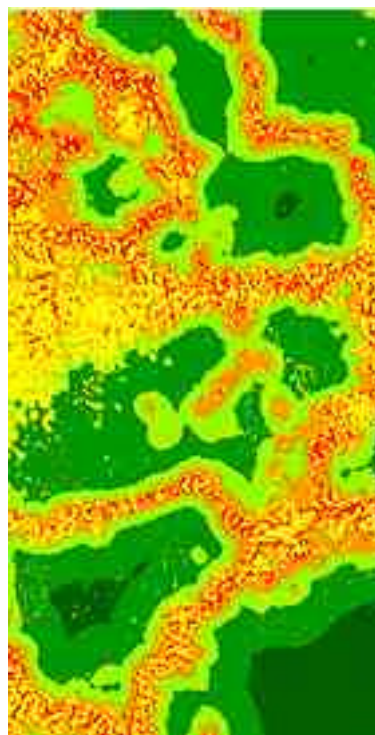
Op basis van het ruimtelijke model geïkt met gegevens uit het verleden, werd er een voorspelling gemaakt van de gebieden met de hoogste kans op ontbossing. Deze voorspelling identificeert de gebieden waaraan planners voorrang moeten geven. Vermits ontbossing gedreven wordt door sociale, economische en ecologische factoren die veranderen met de tijd, kan men niet verwachten dat de gemeten ontbossingssnelheid constant blijft in de toekomst.

Methode en Resultaten

Conclusie

De samenwerking tussen teledetectiespecialisten en menselijke ecologen levert een goed inzicht in processen van landgebruiksveranderingen. Met teledetectiegegevens kunnen patronen van veranderingen in landgebruik geïdentificeerd worden, terwijl menselijke ecologen een beter inzicht krijgen in de complexiteit van motieven die leiden tot een bepaald landgebruik.

Door integratie van teledetectiegegevens in ruimtelijke, statistische modellen kan men toekomstige landschapspatronen die zouden optreden als de huidige praktijken van landbeheer (of het gebrek daaraan) voortduren, voorspellen en op kaart weergeven. Dergelijke voorspellingen zijn essentieel voor de realisatie van een geschikt beleid inzake landdegradatie, dat de uitputting van essentiële grondstoffen kan voorkomen.



Team

Coordinator

Eric Lambin
Université Catholique de Louvain (UCL)
Laboratory of Remote Sensing and Land-Use Changes
Place Louis Pasteur 3
Bâtiment Mercator
B-1348 Louvain-la-Neuve

www: <http://www.climate.be>
Tel : +32 - (0)10 / 47.44.77
e-mail : Eric.Lambin@uclouvain.be

Partner

Benoit Mertens (UCL)



Info

Samenvatting

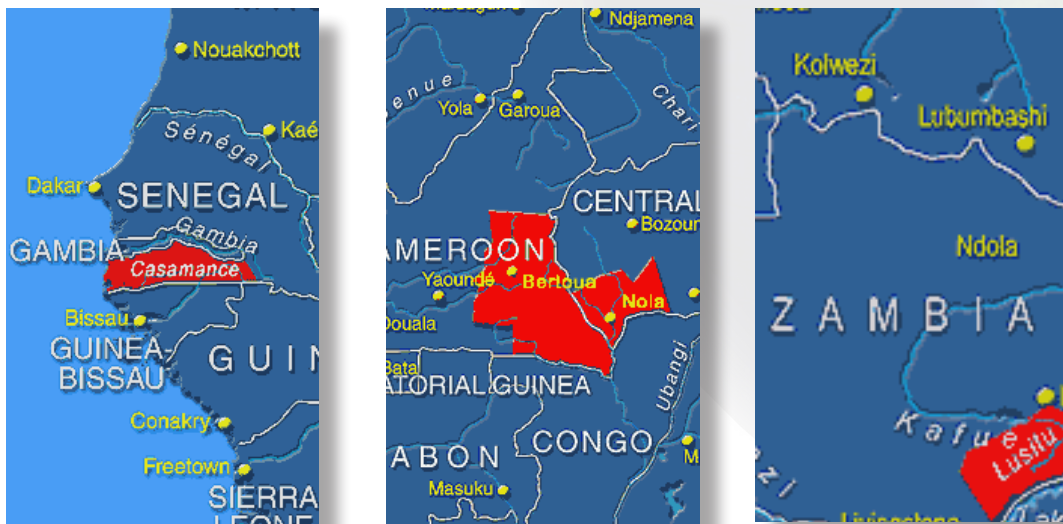
Landgebruik/landbedekking speelt een centrale rol in het onderzoek naar wereldwijde milieuveranderingen. Het houdt nauw verband met klimaatsveranderingen, verlies aan biodiversiteit en de duurzaamheid van menselijke activiteiten. Als zodanig is het ofwel een belangrijke oorzaak of een drijfveer van de "global change". Veranderingen in landgebruik en landbedekking kunnen worden geanalyseerd vanuit drie complementaire gezichtspunten: (i) monitoren; (ii) modellen maken van de processen, en (iii) de invloed op ecologische functies bepalen.

Satellietgegevens zijn zeer geschikt voor de studie van veranderingen van landbedekking. Veranderingsprocessen kunnen geïdentificeerd worden met behulp van tijdsreeksen. Geografische informatiesystemen (GIS) maken het mogelijk om deze veranderingen in verband te brengen met natuurlijke of culturele verschijnselen. Socio-economische gegevens helpen om oorzaken van veranderingsprocessen beter te verklaren.

In dit project worden een aantal voorbeelden van veranderingsprocessen in Afrika geïllustreerd. Ontbossing in Bertoua (Oost Kameroen) wordt meer in detail bestudeerd: verschillende factoren die ontbossing beïnvloeden worden onderzocht en de risicogebieden worden in kaart gebracht. Met een beter begrip van veranderingsprocessen en hun oorzaken kan de overheid haar beleid bijsturen om risicogebieden beter te beschermen tegen verdere aantasting.

Studiegebied

Het verloop van landbedekkingsveranderingen wordt bestudeerd op een aantal Afrikaanse sites. Voor het gebied rond Bertoua in Oost-Kameroen, dat gekenmerkt wordt door dicht, gemengd loofwoud, werd een ruimtelijk ontbossingsmodel ontwikkeld.

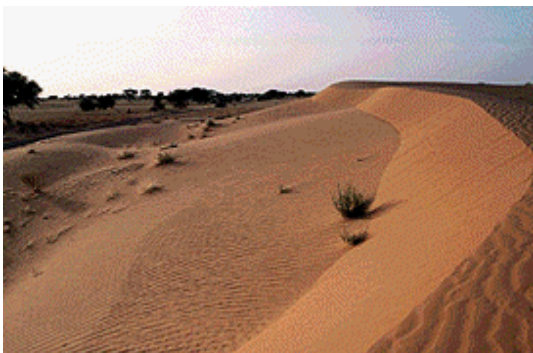


Sensoren

SPOT XS
LANDSAT TM

WOESTIJNVORMING

Volgens de Verenigde Naties zijn ongeveer 70% van de 5,2 miljard hectare ariede landbouwgronden tegenwoordig aangetast. Woestijnvorming treft nagenoeg een kwart van het gehele aardoppervlak. Deze ariede streken tellen ongeveer een miljard inwoners. Deze mensen leven in een onzekere toestand. Voor meer dan 100 miljoen van hen is de toestand zelfs zorgwekkend. Zij zullen misschien hun gebied moeten verlaten om elders in hun levensonderhoud te voorzien. Het economische verlies door voedseltekort wegens desertificatie werd in 1991 op meer dan 42 miljard USD per jaar geschat voor de hele wereld, waarvan 9,3 miljard USD voor Afrika.



De oorzaken

Multitemporale milieustudies met behulp van teledetectie in de Sahel brachten gelijklopende resultaten aan het licht: een aanzienlijke vermindering van de bossen en van de plantengroei in het algemeen tegenover een sterke toename van gedegradeerde bodem, die dan vaak ook nog blootstaat zijn aan winderosie.

Wetenschappers en onderzoeksinstituten zijn het in grote lijnen eens over de oorzaken van desertificatie: enerzijds heeft de mens een steeds ingrijpendere invloed op het milieu, door de exponentiële bevolkingsgroei, overbegrazing, ontbossing, overexploitatie van de bodem en bodemdegradatie, en anderzijds is er de klimaatcrisis die ons met de neus op de woestijnvorming drukt.

Methodie et Resultaten

Uitbreiding van de woestijn: multitemporele studie per satelliet

Met teledetectie kan men de evolutie van het plantendeck en van het milieu bestuderen. Door vergelijking van luchtfoto's en satellietgegevens over een lange periode (meer dan dertig jaar) kan men een diachronische analyse van het landschap uitvoeren.

Uit de vergelijking van gescande luchtfoto's en een SPOT-satellietbeeld maakt de aantasting van het milieu in een semi-arië gebied van de Sahel (departement van Zinder in het zuidoosten van Niger) duidelijk.

Landschapselementen	1957-1958	1975	1987	Vershil 1957-1987 (%)
Depressies en vegetatie	36%	14%	8%	-78 %
Stabiele grond	6%	14%	23%	+283 %
Delta	0.2%	0.24%	0.56%	+180 %

Tabel: Evolutie van enkele landschapselementen van het gebied Makaoratchi (S-E Niger)

Dit gebied wordt gekenmerkt door een gemiddelde jaarlijkse neerslag van ongeveer 350 mm (periode 1950-1990).

Op de luchtfoto van 1957-1958 is de vegetatie (in groen) betrekkelijk dicht en is er vrij weinig winderosie (in geel) zichtbaar.

Het beeld afgeleid van de luchtfoto van 1975 toont dat na de eerste grote droogte van 1968 een groot deel van de plantengroei verdwenen is en voornamelijk bewaard gebleven is bij de wadi's. Zandverplaatsingen treffen grotere oppervlakten en vooral de top van de duinen en kringen rond de dorpen.

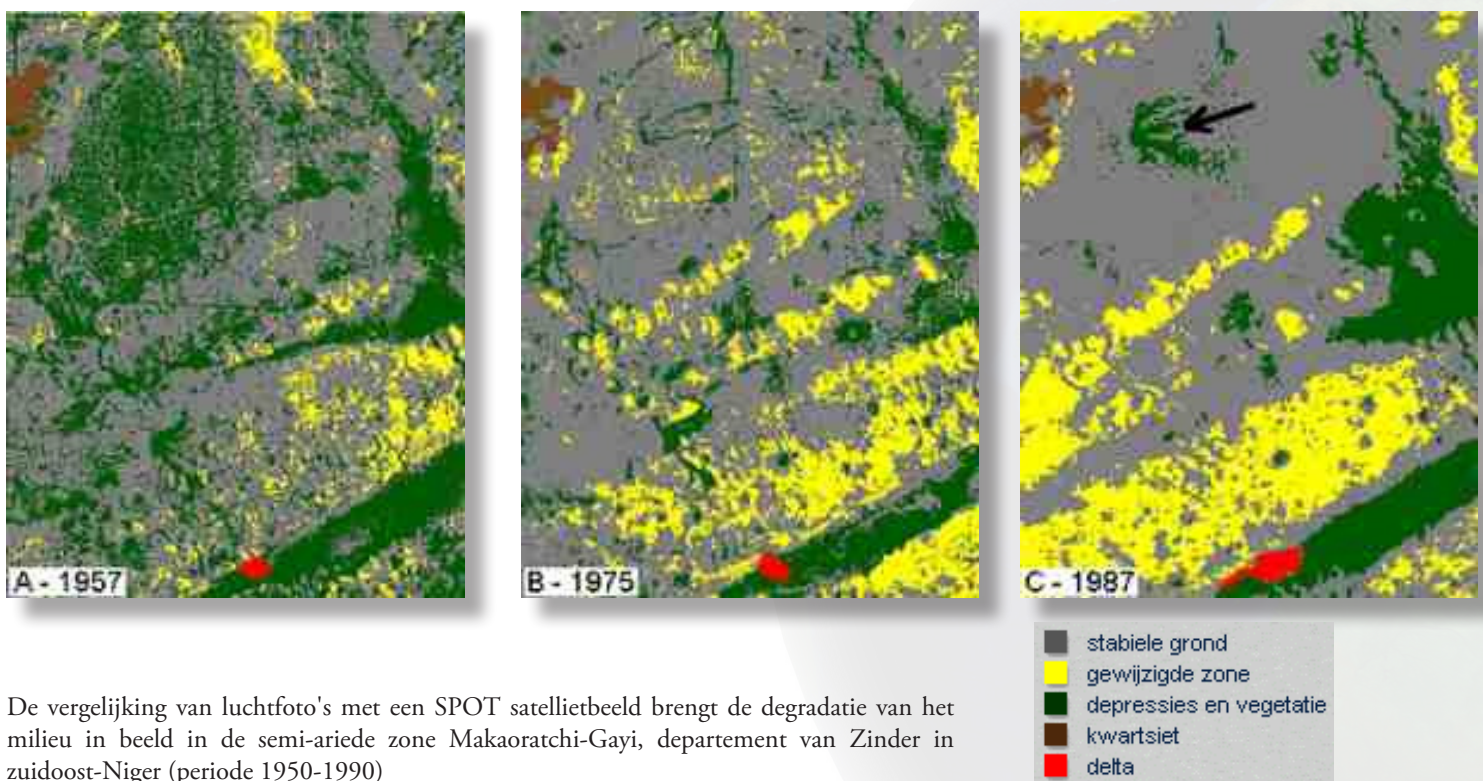
Na de extreme droogte van het begin van de jaren tachtig (SPOT-beeld 1987) is het gebied getroffen door winderosie aanzienlijk gegroeid, wat wijst op een toenemende aantasting van het milieu. De begroeiing is met de helft geslonken ten opzichte van 1975. .

Methode et Resultaten

Anderzijds is er een aanzienlijke toename van oppervlak van de delta (rode zone) van de wadi die een plas ten zuiden van het studiegebied voedt. Dit getuigt van een verhoogde watererosie.

Tenslotte zien we op hetzelfde beeld dat de zone aangeduid met een pijl overeenkomt met de verdwijning van de bodem, waardoor een laterietkorst zichtbaar wordt.

Op het einde van de jaren '50 was de bodem hier met een betrekkelijk dicht plantendek bedekt. Dit voorbeeld bewijst dat een onomkeerbare degradatie zeer snel kan optreden (in minder dan dertig jaar).



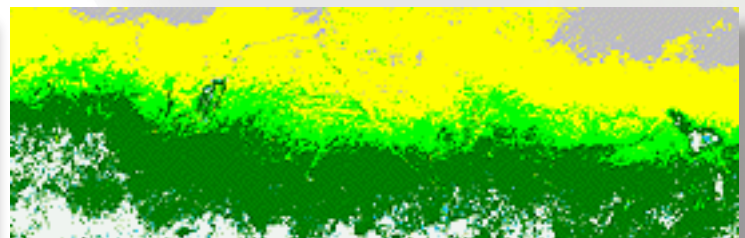
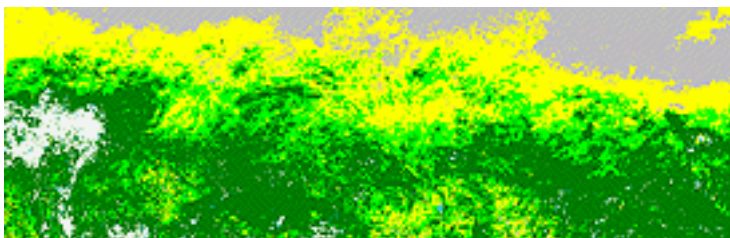
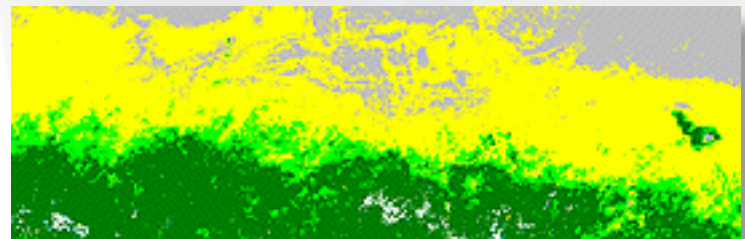
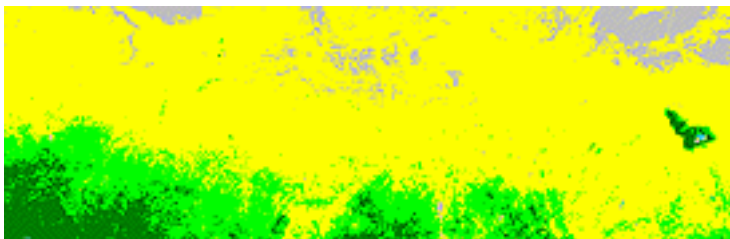
De vergelijking van luchtfoto's met een SPOT satellietbeeld brengt de degradatie van het milieu in beeld in de semi-ariëde zone Makaoratchi-Gayi, departement van Zinder in zuidoost-Niger (periode 1950-1990)

Methode et Resultaten

Waarschuwingssystemen

In de Sahel is landbouw één van de voornaamste activiteiten. Door de zeer wisselvallige weersomstandigheden wordt de bevolking geconfronteerd met ernstige voedingsproblemen in jaren met een groot gebrek aan neerslag of met een slechte verdeling van de regen tijdens het groeiseizoen. Een dergelijke toestand moet lang op voorhand voorzien worden om de overheid en financiële instellingen de kans te geven snel genoeg te reageren om te proberen het effect van deze potentiële voedseltekorten te vermijden of te beperken. Tot nu toe werden de AVHRR-sensoren met lage ruimtelijke resolutie van NOAA en de sensoren van Meteosat gebruikt voor de globale monitoring van de plantengroei, om een dergelijke ramp te kunnen voorspellen. De nieuwe VEGETATION-sensor op de SPOT-4 satelliet biedt tegenwoordig betere ruimtelijke en temporele precisie dan de voorgaande sensoren. Zo beschikken de beleidsverantwoordelijken over een hulpmiddel dat beter presteert om snel te waarschuwen voor een toekomstig voedseltekort.

Deze techniek gebruikt tiendaagse satellietinformatie. Men kan hiermee over een zeer uitgestrekt grondgebied (verschillende miljoenen km²) precieze (1 km²) en ogenblikkelijke informatie verkrijgen over de toestand van de plantengroei. Als voorbeeld wordt er een animatie van Végétation-beelden getoond voor een gebied dat zich uitstrekt van het uiterste westen van Mali tot het uiterste oosten van Niger. Deze animatie toont de evolutie van de begroeiing doorheen de seizoenen, met vanaf juni een opmars van het vegetatiefront naar het noorden..



Sequentie van SPOT Végétation beelden (01/04/1998 tot 21/10/1998) voor een zone tussen het extreme westen van Mali en het extreme oosten van Nigeria. De sequentie toont de seizoenale evolutie van de vegetatie, vanaf de maand juni vordert de vegetatie in noordwaartse richting.

Team

Coordinator

André Ozer
Université de Liège
Institut de Géographie
Laboratoire de Géomorphologie et Télédétection
Allée du 6 Août, 2 B11
B-4000 Liège

Tel : +32 (0)4 / 366.54.46
Fax : +32 (0)4 / 366.57.22
e-mail : aoz@ulg.ac.be

Partners

Pierre Ozer, Michel Erpicum, Adrien Legat (ULG)
Salifou Karimoune (Ecole Normale Supérieure, Université Abdou Moumouni)
Bernard Tychon (FUL)



Info

Samenvatting

Woestijnen breiden zich steeds meer uit door de menselijke activiteiten zoals overexploitatie van bodem, overbegrazing door het vee, ontbossing, kappen van brandhout, verzilting door onoordeelkundig irrigeren, maar ook door de klimaatsveranderingen. Ongeveer één derde van de aardoppervlakte is in gevaar en de overleving van meer dan 100 miljoen mensen wordt rechtstreeks bedreigd.

Door combinatie van luchtfoto's en satellietbeelden kan men de lange termijn evolutie van de plantenbedekking van een bedreigd gebied volgen. Het gebruik van satellietbeelden is echter nog belangrijker voor de waarschuwingssystemen waarmee een duurzame planning van de bedreigde gebieden mogelijk wordt. Dankzij de hoge frequentie van wereldwijde beelden van sensoren zoals NOAA AVHRR, Meteosat en SPOT Végétation kunnen we de verandering in de plantenbedekking van nabij volgen en tijdig elke afwijking van het normale patroon signaleren.

Studiegebied



Sensoren

SPOT XS
SPOT VGT