



UNESCO@vlaanderen
UNESCO Platform Vlaanderen vzw

Klimaatverandering en werelderfgoedsites onder het wakende oog van satellieten



afdeling
Natuurwetenschappen

Klimaatverandering en werelderfgoedsites onder het wakende oog van satellieten

Cover: Aletsch gletsjer, Jungfrau-Aletsch-Bietschhorngebied, Zwitserse Alpen
© Cnes 2009 - Distribution Astrium Services / Spot Image



afdeling
Natuurwetenschappen

Organisatie
van de Verenigde Naties
voor Onderwijs,
Wetenschap en Cultuur



**MET DE STEUN VAN
DE VLAAMSE REGERING**

Dit project werd uitgevoerd met steun van de Vlaamse Regering en het Federaal Wetenschapsbeleid.

De Vlaamse overheid en het Federaal Wetenschapsbeleid kunnen niet verantwoordelijk gesteld worden voor de inhoud van deze brochure.

Deze brochure is een realisatie van het Federaal Wetenschapsbeleid (BELSPO) en UNESCO Platform Vlaanderen vzw.



Het Federaal Wetenschapsbeleid (BELSPO)

Het Federaal Wetenschapsbeleid en de tien Wetenschappelijke Instellingen hebben als opdracht het wetenschappelijk en cultureel potentieel van België maximaal te benutten ten behoeve van de beleidsmakers, de industrie en de burgers: "een beleid voor en door de wetenschap". De directie lucht- en ruimtevaarttoepassingen is belast met het beheer van de Belgische deelname aan de O&O activiteiten van de industrie en de Belgische wetenschappers in het domein van de ruimtevaart. STEREO II, het nationale programma voor aardobservatieonderzoek, complementeert de Belgische deelname aan de bilaterale en internationale ruimtevaartprogramma's.

<http://eo.belspo.be> - Belgisch Platform voor Aardobservatie
<http://eoeu.belspo.be> - EOedu, een kijk op onze planeet



UNESCO@vlaanderen

UNESCO Platform Vlaanderen vzw

Organisatie
van de Verenigde Naties
voor Onderwijs,
Wetenschap en Cultuur

UNESCO Platform Vlaanderen

Het UNESCO Platform Vlaanderen legt zich in de eerste plaats toe op het zo breed mogelijk verspreiden van informatie over de activiteiten en programma's van UNESCO. Dat doet ze onder meer via het driemaandelijks tijdschrift UNESCO info en door het uitbouwen van een website, het uitgeven van brochures en andere publicaties rond specifieke UNESCO-prioriteiten en door het runnen van een informatie- en documentatiecentrum waar mensen kunnen aankloppen met vragen die verband houden met UNESCO. Het UNESCO Platform Vlaanderen verzorgt ook de coördinatie van het netwerk van met UNESCO geassocieerde scholen in Vlaanderen.

www.unesco-vlaanderen.be
www.unescoscholen.be



Klimaatverandering en werelderfgoedsites onder het wakende oog van satellieten

Deze brochure hoort bij een tentoonstelling die door UNESCO werd opgezet met de financiële steun van de Vlaamse regering. Ze werd door het Belgische Federaal Wetenschapsbeleid en het UNESCO Platform Vlaanderen aangepast voor het Belgische publiek. Aan de hand van een reeks voorbeelden wordt getoond hoe via aardobservatie de gevolgen van de klimaatverandering voor sommige werelderfgoedsites kunnen worden ingeschat.

Het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) stelt dat 'de klimaatopwarming een ondubbelzinnig feit is' en grotendeels het gevolg is van de stijgende concentratie van broeikasgassen, waaronder de koolstofdioxide (CO_2) afkomstig van de verbranding van fossiele brandstoffen.

© ESA

Tussen 1993 en 2003 is het gemiddelde zeeniveau met zowat 3 mm per jaar gestegen. De thermische uitzetting van de oceanen en het veralgemeende afsmelten van ijsbergen zullen het zeeniveau verder doen stijgen.

Alle gevolgen van de klimaatopwarming, te weten minder neerslag, stijging van de temperatuur van het zeeoppervlak en van de aarde, intensere en frequentere stormen, verzuring van de oceanen en stijging van het zeeniveau, dreigen fors in te werken op werelderfgoedsites.

De bewaring van het natuurlijk en cultureel erfgoed kan door de klimaatverandering worden bedreigd. Gletsjers smelten, koraalriffen verbleken en de biodiversiteit op aarde is aangetast. De stijging van het niveau van de zeeën bedreigt heel wat bij de kust gelegen culturele sites en andere aspecten van de klimaatverandering bedreigen oude archeologische sites.

De op de satellieten gevestigde sensoren kunnen de essentiële variabelen van de klimaatverandering meten. Globale monitoring met behulp van ruimtetechnologieën is slechts mogelijk als alle landen ter wereld samenwerken.

De informatie in de tentoonstelling en deze brochure is afkomstig van de volgende publicaties:

- 'Case Studies on Climate Change and World Heritage' (UNESCO, 2007)
- PCC Fourth Assessment Report 'Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability' (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007)
- 'Ten Years of Imaging the Earth' (Belgische Federaal Wetenschapsbeleid, 2009).
- 'ESA - UNESCO Open Initiative: From Space to Place' joint projects between UNESCO and space partners.

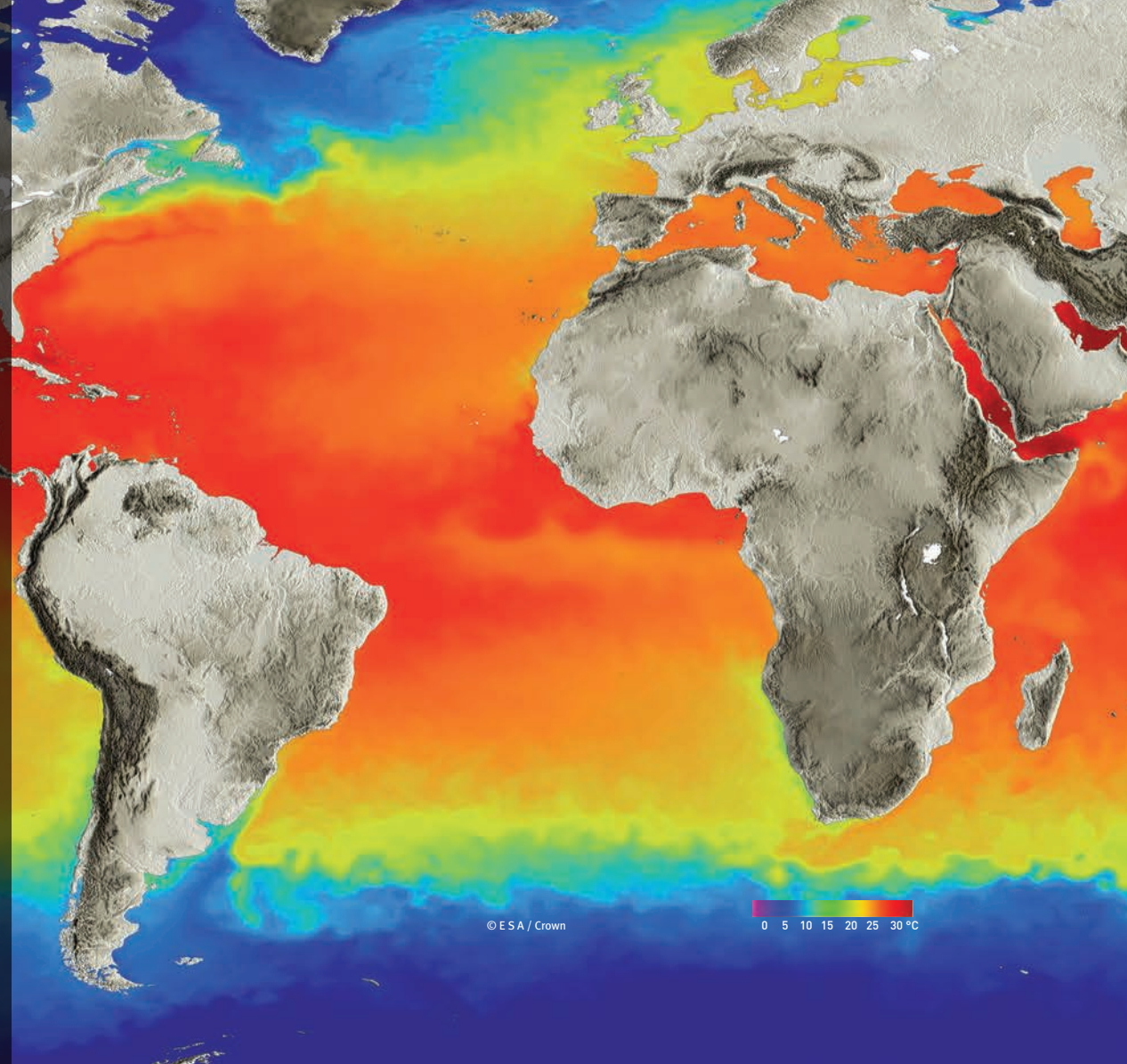
UNESCO wenst de volgende organisaties te bedanken voor hun bijdrage, zonder dewelke de tentoonstelling niet kon worden opgezet: de Vlaamse regering (België), Planet Action (Frankrijk), het Duitse Ruimtevaartagentschap (DLR), de Europese Ruimtevaartorganisatie (ESA), het Federaal Wetenschapsbeleid (BELSPO, België), de permanente Belgische delegatie bij UNESCO, de permanente Mexicaanse delegatie bij UNESCO

Dan de ruimte tot de site: de afdeling Natuurwetenschappen van UNESCO steunt het werelderfgoed

UNESCO bedankt al haar partners die actief zijn op ruimtegebied en die ruimtetechnologieën gebruiken ten dienste van werelderfgoedsites.

In 2011 werd het tienjarige bestaan gevierd van het Open initiative on the use of space technologies to support World Heritage: From Space to Place tussen de ESA en UNESCO. Vandaag helpen 60 partners UNESCO bij het overbrengen van de voordelen van de ruimtewetenschappen en -technologieën naar ontwikkelingslanden.

Met deze tentoonstelling beoogt UNESCO de ruimte en de wetenschap dichterbij het grote publiek te brengen.



De succesvolle openluchttentoonstelling was te zien op de volgende plaatsen:

- Cancún, Mexico, tijdens de 16de VN-conferentie over de klimaatverandering (november - december 2010);
- San Francisco de Campeche, Mexico (december 2010);
- Ciudad del Carmen, Mexico (januari 2011);
- Peking, China (augustus 2011);
- Parijs, Frankrijk (oktober 2011);
- Durban, Zuid-Afrika, tijdens de 17de VN-conferentie over de klimaatverandering (december 2011)

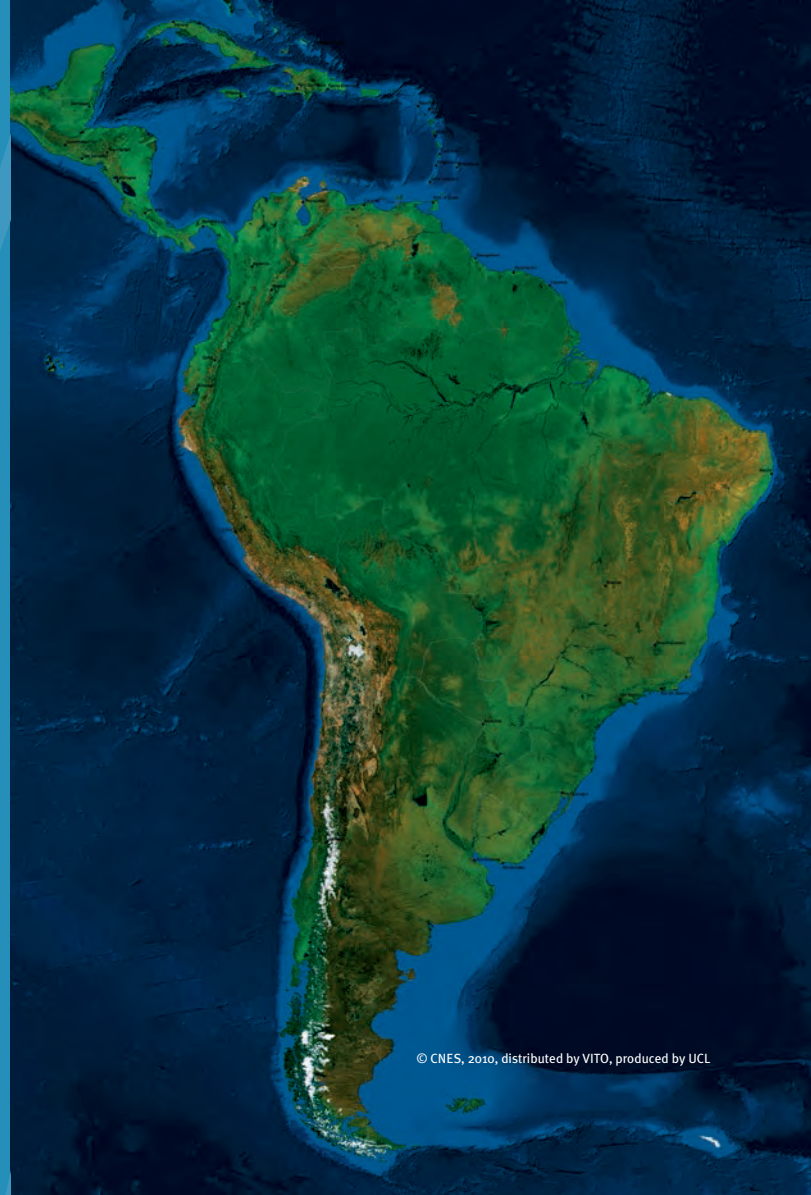
De satellietgegevens leveren informatie over de temperatuur van het oceaanooppervlak wat helpt om de klimaatverandering te begrijpen. Op dit satellietbeeld van de Europese Ruimtevaartorganisatie is de temperatuur af te lezen van het wereldwijde oceaanooppervlak in 2009.



Vegetatie en wouden: longen van de wereld

Klimaatverandering en wouden zijn nauw met elkaar verbonden. Vegetatie, en dan vooral bossen, absorberen koolstofdioxide (CO₂) uit de lucht, zetten het via fotosynthese om in koolstof die zij opslaan en geven zuurstof vrij, wat onze planeet leefbaar maakt. Koolstof maakt 20 procent van de boommassa uit, terwijl de totale biomassa van de wouden ook als 'koolstofput' fungeert. Wouden en bodems in het woud slaan op dit ogenblik in totaal meer dan een triljoen ton koolstof op – het dubbele van wat in de atmosfeer voorkomt. Het grootste gedeelte van die koolstof komt vrij als bomen rotten of verbrand worden. Bij de ontginning van wouden komt jaarlijks meer dan zes miljard ton CO₂ vrij.

Zo'n 50 procent van de wouden die de aarde oorspronkelijk bedekten, is reeds verdwenen. Vandaag is de ontbossing voor 15 tot 17 procent van alle koolstofuitstoot verantwoordelijk, een hoger percentage dan de gecombineerde uitstoot van schepen, auto's, treinen en vliegtuigen.



© CNES, 2010, distributed by VITO, produced by UCL

De gevolgen van de klimaatverandering in Latijns-Amerika en de Caraïben

Voorspellingen voor Latijns-Amerika en het Caribisch gebied duiden op belangrijke gevolgen van de klimaatverandering: zeespiegelstijging, meer stormen en orkanen, heviger droogteperiodes en overstromingen gekoppeld aan het natuurfenomeen El Niño en minder watervoorraden in afkalvende gletsjers. Tropische cyclonen zullen frequenter en intenser worden, en vooral de kustgebieden en de kleine eilandstaten van het Caraïbisch gebied treffen.

Tropische wouden: deze regio is een van de belangrijkste bosgebieden met 25 procent van de wouden op aarde. Het Amazonebekken herbergt het grootste

tropische regenwoud ter wereld. Het behoud van tropische regenwouden is van groot belang, vooral omdat zij mee de gevolgen van het broeikas-effect kunnen helpen inperken.

Gletsjers: zowel in het Andesgebergte als in Patagonië komen enorme gletsjers voor, maar in Patagonië zijn die tussen 1942 en 2001 met zowat 3,4 procent (140 km²) gekrompen.

De gletsjers in Patagonië smelten sneller dan waar ter wereld ook, die in het Andesgebergte smelten zo snel dat sommige binnen 15 tot 25 jaar dreigen te verdwijnen.





De gevolgen van de klimaatverandering in Noord-Amerika

Hoewel het totale energieverbruik in Noord-Amerika sinds 1987 is gestegen, is er heel wat vooruitgang geboekt op het gebied van energie-efficiëntie. De energiesector blijft niettemin heel wat CO₂ uitstoten. De Verenigde Staten en Canada vertegenwoordigen respectievelijk 23 en 2,2 procent van de wereldwijd aan energiegerelateerde uitstoot van broeikasgassen.

Extreme gebeurtenissen: in de regio werd recentelijk veel schade aangericht, werden forse economische verliezen geleden en werden de maatschappij en de ecosystemen grondig verstoord door extreme weersomstandigheden, zoals

orkanen, zware stormen, overstromingen en droogteperiodes. Naast de vele verloren of verstoorde levens, kosten zij jaarlijks ook nog tienduizenden miljarden dollars.

Het ijs in de Noordelijke IJszee (of Arctische Oceaan): de voorbije 30 jaar is het ijsvolume bijna voortdurend afgenomen. Sinds de eerste satellietopnames in 1979 krimpt de oppervlakte van het permanente ijs per decennium met 10 procent. Die trend versterkt nog met de jaren. Het Noord-Amerikaanse poolgebied heeft de laatste jaren een van de grootste toenames in jaartemperaturen gekend.





© CNES, 2010, distributed by VITO, produced by UCL

De gevolgen van de klimaatverandering in Europa

De gemiddelde temperatuur in Europa is, vergeleken met de periode van voor de industriële revolutie, met ongeveer 1,4 °C gestegen, en zou tussen nu en 2080 stijgen met 2,1 à 4,4 °C. Het zeeniveau stijgt en gletsjers gaan alsmaar sneller afsmelten. Uit projecties blijkt dat het zeeniveau tegen 2100 met 180 à 590 mm zal stijgen.

Luchtverontreiniging: sinds 1990 levert Europa heel wat inspanningen om de luchtverontreiniging terug te dringen. De concentratie van vervuilende stoffen in de lucht vermindert constant, met uitzondering van fijn stof en ozon. Elk jaar worden zowat 500.000 hectaren bos door branden vernield, met luchtverontreiniging tot gevolg.

Opduikende ziekten: de impact van ziekten zoals chikungunya, malaria en tekenencefalitis zal waarschijnlijk toenemen. Door warmere en langere zomers, mildere winters en/of stijgende jaarlijkse neerslaghoeveelheden zou de habitat van de organismen die dergelijke ziekten overdragen (zoals muggen en andere insecten) kunnen opschuiven, zodat ziekten zouden kunnen opduiken waar ze voorheen nooit zijn voorgekomen, of geherintroduceerd worden waar ze voorheen volledig waren uitgeroeid.





© CNES, 2010, distributed by VITO, produced by UCL

De gevolgen van de klimaatverandering in Afrika

Afrika is een van de regio's die het meest kwetsbaar zijn voor de klimaatverandering, en de regio met het laagste aanpassingsvermogen.

43 procent van de oppervlakte van Afrika is gevoelig voor woestijnvorming. 270 miljoen mensen wonen in dit gebied, zo'n 40 procent van de totale Afrikaanse bevolking. Oogstbrengsten zouden in sommige Afrikaanse landen met wel de helft afnemen tegen 2020, wat de voedselveiligheid in de regio nog verder in gevaar brengt.

Waterstress: zo'n kwart van de Afrikaanse bevolking (ongeveer 200 miljoen mensen) lijdt onder de gevolgen van verhoogde waterstress. De klimaatverandering zal dat probleem enkel maar aanscherpen. Volgens de huidige prognoses zullen tegen 2020 75 à 250 miljoen personen lijden onder verhoogde waterstress.

Volksgezondheid: door hogere temperaturen breiden de zones zich uit waar ziekten zoals malaria voorkomen, en wordt het gevaar op cholera-epidemieën in kustgebieden mogelijk groter.





© CNES, 2010, distributed by VITO, produced by UCL

De gevolgen van de klimaatverandering in Azië

De belangrijkste bron van luchtverontreiniging is de verbranding van biomassa en fossiele brandstoffen. Dit vormt tezelfdertijd ook de grootste door de mens veroorzaakte bron van CO₂, een van de belangrijkste broeikasgassen. Azië is het continent dat het meest van dat soort gasen uitstoot.

Water en landbouw: beide sectoren zullen in Azië het meest door de klimaatverandering worden getroffen. Tegen de jaren 2020 zouden tussen de 120 miljoen en 1,2 miljard mensen te lijden hebben onder verhoogde waterstress.

Permafrost en gletsjers: de laatste jaren smelt de permafrost (bodem waarvan de temperatuur minder dan 0 °C bedraagt gedurende minstens twee jaar) tegen een ongekende snelheid. Hierbij komen heel wat broeikasgassen vrij. Door het versnelde afsmelten van gletsjers kan het aantal overstromingen toenemen, en op lange termijn de rivierstroming afnemen.

Kustbewoning: elke toename in zeeniveau zal gemeenschappen en infrastructuur in kustgebieden in gevaar brengen in landen zoals Bangladesh, China, India, Myanmar en Thailand.





De gevolgen van de klimaatverandering in Oceanië

Sinds 1950 zijn de temperaturen in de regio tussen 0,4 en 0,7 °C gestegen, is het aantal hittegolven frequenter geworden en is het zeeniveau met 70 mm gestegen.

Er worden meer en grotere overstromingen, aardverschuivingen, droogteperiodes en stormvloeden verwacht, terwijl sneeuw en vorst in deze regio zeldzamer zullen worden.

Kwetsbaarheid van kleine eilandstaten in ontwikkeling: door zeespiegelstijgingen zullen deze staatjes aan oppervlakte inboeten en zullen overstromingen, stormvloeden, erosie en andere bedreigingen voor de kustgebieden toenemen. Hierdoor lopen infrastructures, stedelijke gebieden en vitale bronnen voor levensonderhoud gevaar.

Tuvalu is een goed voorbeeld van de gevoeligheid van eilanden voor de gevolgen van klimaatverandering. De inwoners ervan moeten misschien verhuizen om te ontsnappen aan de zeespiegelstijging. Tuvalu's cultuur is sterk geworteld in het lokale milieu; misschien gaan in die culturen verankerde mechanismen voor altijd verloren, waarbij zo de weerstand van de bevolking tegen komende natuurrampen wordt aangetast.

De grootste levende structuur ter wereld in gevaar: het Groot Barrièrerif van Australië dreigt 95 procent van zijn levende koraal te verliezen tegen 2050 indien de temperatuur van de oceanen met 1,5 °C stijgt.





Frankrijk

© CNES 2011 - Distribution Astrium Services / Spot Image

Parijs, de oevers van de Seine: hydrologische modellen voorspellen een daling van het waterpeil

Van het Louvre tot de Eiffeltoren, van de place de la Concorde tot het Grand Palais en het Petit Palais, de evolutie en de geschiedenis van Parijs zijn te volgen langs de Seine. Hier vallen architecturale meesterwerken te bewonderen zoals de Notre-Dame en de Sainte-Chapelle.

De Seine is uiterst kwetsbaar voor anomalieën. In 1910 stond Parijs van 20 januari tot 15 maart blank, toen het waterniveau van de Seine met 8,62m steeg en 20 000 woningen onder water stonden. Pas na 35 dagen bereikte het peil van de Seine opnieuw zijn normale hoogte.

Bron: Évolution potentielle du régime des crues de la Seine sous changement climatique (Ducharne et al, 2010)

Volgens een studie over de gevolgen van de klimaatverandering voor de Seine en rekening houdende met twaalf scenario's van broeikasgassenuitstoot en vijf hydrologische modellen, zullen de waterreserves in de loop van de 21ste eeuw fors dalen, met als gevolg een daling van het jaarlijkse gemiddelde debiet van de stroom, maar ook van de grondwaterlagen. De om de honderd jaar terugkerende hoogste waterstand zou evenwel van dezelfde orde van grootte blijven als voorheen.

Ecuador

© Cnes 2004 - 2010 - Distribution Astrium Services / Spot Image

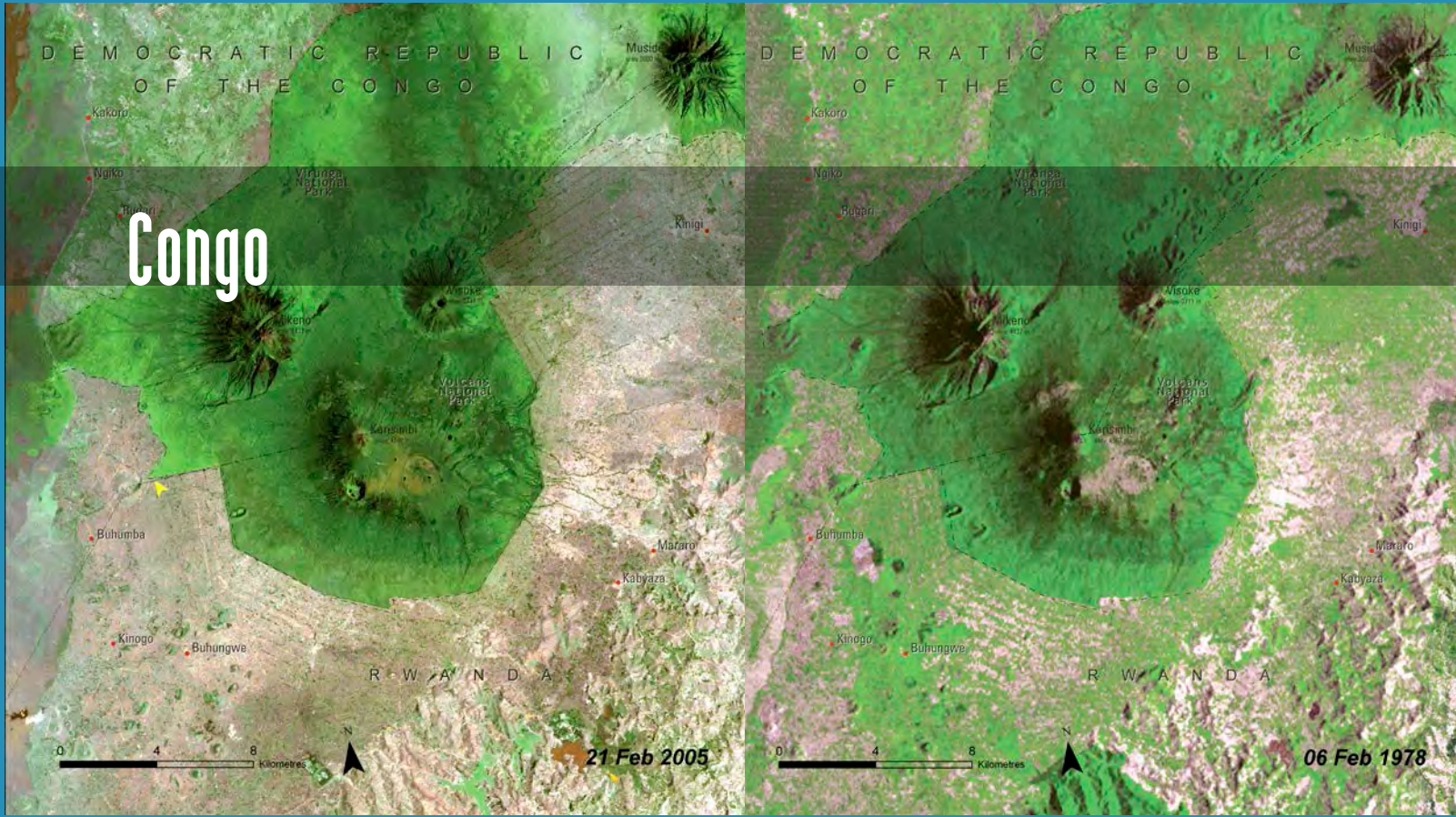
Toenemende gevolgen van El Niño op de Galapagoseilanden



De Galapagoseilanden vormen een uniek levend museum en uitstalraam van de evolutie, met ecosystemen die sterk door endemie en diversiteit worden gekenmerkt. Op deze eilanden wonen bijzondere diersoorten zoals de landleguaan en de reuzenschildpad.

Uit recente klimatologische gebeurtenissen kan worden afgeleid hoe de klimaatverandering op de Galapagoseilanden gaat inwerken. Het verschijnsel El Niño was bepalend voor leefgemeenschappen van de archipel gedurende vele millennia. Tijdens de hevige El Niño's van 1981-

82 en 1997-98 verdwenen mariene ecosystemen door het wegvallen van voedselrijke opwellende koude waterstromingen. Soorten die hele gemeenschappen onderhouden, zoals koralen en algen, werden volledig verwoest. Het voortplantingspercentage bij de kustfauna daalde, de nestbouw veranderde en het sterftecijfer bij vogels, reptielen en zeeleeuwen steeg. Klimaatverandering kan het zeeniveau en de temperatuur van het zeewater doen stijgen, de oceaan doen verzuren en de neerslag doen toenemen, waardoor de regionale impact van El Niño wordt versterkt.



De koolstofopslag in het Virunga Nationaal Park begrijpen en beschermen

De vulkanen van Virunga bevinden zich in de Albertine Rift op het drielandpunt waar de grenzen van Oeganda, Rwanda en de Congo elkaar treffen. Die regio herbergt meer endemische gewervelde diersoorten dan waar ook in continentaal Afrika. Het park ligt aan de rand van het woud van het Congobekken, het tweede grootste tropische woudmassief ter wereld. In die mozaïek van ecosystemen (rivieren, wouden, savanne, moerassen en overstromende wouden) krioelt het van het leven.

De wouden van Virunga regelen het plaatselijke klimaat en de waterstroming, beschermen en verrijken de bodems, controleren mee de ziekten en stellen de waterkwaliteit veilig. Deze wouden

zijn belangrijke opslagplaatsen voor koolstof die mee het klimaat op aarde regelen. Hoewel het behoud ervan van essentieel belang is, blijft onze kennis van de tropische regenwouden en het ontbossingspercentage beperkt. Recentelijk werden twee programma's afgerond (FAO en TREES II), waarbij de globale karteringsmogelijkheden van aardobservatiesatellieten werden aangewend om gegevens te verstrekken over de dynamiek van de tropische woudbedekking.

UNESCO en haar partners hebben satellietbeelden gebruikt om basiskaarten te maken van het park waarmee de besluitvorming over het beheer ervan gemakkelijker is geworden.

Bangladesh – India



© NASA



© Cnes 2004 - 2010 - Distribution Astrium Services / Spot Image

Vernietiging van het mangrovewoud van de Sundarbans

Op het satellietbeeld is de Golf van Bengalen te zien, waar drie rivieren in de zee uitmonden: de Ganges, de Brahmaputra en de Meghna. Deze plaats is ook bekend onder de naam Sundarbans.

De mangrovebossen van de Sundarbans bestrijken een oppervlakte van 10.000 km², de grootste ter wereld. Zij beschikken over een rijke biodiversiteit, waaronder 260 vogelsoorten, Aziatische dwergotters, gevlekte herten, everzwijnen, wenkkrabben, modderkrabben, drie soorten zeehagedissen en vijf schildpadsoorten.

Ook bepaalde met uitsterven bedreigde soorten zoals zee krokodillen, de Indische python en de zeer symbolische Bengaalse tijger zijn er te vinden.

De Sundarbans ondergaan een natuurlijke verzakking, die het equivalent is van een zeespiegelstijging van zo'n 2,2 mm per jaar. Als het gemiddelde zeeniveau wereldwijd met 45 cm stijgt tengevolge van de klimaatverandering, zou driekwart van de mangrovebossen van de Sundarbans worden vernietigd en zouden heel wat soorten worden getroffen.



Zwitserland

© Ches 2009 - Distribution Astrium Services / Spot Image

Het Jungfrau-Aletsch-Bietschhorngebied: een voorbeeld van de terugtrekking van gletsjers in de Europese Alpen

Het Jungfrau-Aletsch-Bietschhorngebied is het grootste ijsoppervlak in de Alpen. Het omvat de Aletschgletsjer, de grootste gletsjer in Europa, die 128 km² groot, 23 km lang en 900 m diep is. Daarnaast wordt deze gletsjer ook gekenmerkt door een reeks glaciële kenmerken zoals trogdalen, keteldalen, ijspieken en morenen.

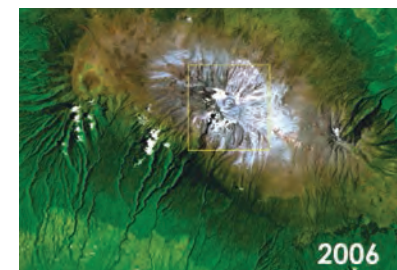
Sinds het midden van de 19de eeuw is de gletsjer 3,4 km gekrompen, waarvan zowat 1,4 km de laatste 56 jaar. Hij zal tegen 2050 krimpen tot zijn minimale

grootte aan het einde van de bronstijd. Tussen 1850 en 1980 hebben de gletsjers in de Europese Alpen ongeveer een derde van hun oppervlakte en bijna de helft van hun massa verloren. Sinds 1980 is hun ijsmassa met nog eens 20 tot 30 procent gesmolten. Als die trend aanhoudt, zal driekwart van de gletsjers in de Zwitserse Alpen waarschijnlijk tegen 2050 gesmolten zijn. Het afsmelten van de alpiene gletsjers heeft gevolgen voor grote Europese rivieren zoals de Rijn, de Rhône en de Donau, waardoor de zoetwaterreserves inkrimpen.

Tanzania

© Cnes 2002 - Distribution Astrium Services / Spot Image

Afsmelten van de gletsjers op de Kilimanjaro



Met zijn 5.895 meter is de Kilimanjaro de hoogste berg in Afrika, met gletsjers die minstens 10.000 jaar hebben standgehouden. In de loop van de 20ste eeuw hebben zij wel 80 procent van hun oppervlak verloren door het gecombineerde effect van klimaatverandering en menselijke activiteit. De afkalving van de gletsjers heeft een zware impact gehad op de rivieren waarvan het debiet van het smelten van het ijs afhangt. Ze heeft ook een aanzienlijke invloed op de nog steeds

groeiende bevolking die op de berg en in de omgeving woont, want de mensen zijn afhankelijk van de hydrologische en ecologische functies van de berg.

Op de top is de totale ijsbedekking gedaald van 12.058 m² in 1912 tot 3.305 m² in 1989. Dit komt neer op een jaarlijkse afname van meer dan een halve meter. Indien die huidige trend niet wordt omgebogen, zou het ijsveld op de Kilimanjaro in minder dan vijftien jaar tijd wel eens volledig verdwenen kunnen zijn.



Verenigd Koninkrijk

© CNes 2004 - Distribution: Stratum Services / Spot Image

Overstromingsgevaar voor de werelderfgoedsites in Londen

Vanaf het ontstaan van de mensheid hebben mensen zich langs kusten en rivieren gevestigd. Klimaatverandering en de gevolgen van het gestegen zeeniveau zullen talrijke historische sites treffen.

Een goed voorbeeld is Londen en de werelderfgoedsites in en rond de stad. De gecombineerde effecten van klimaatverandering, in het bijzonder zeespiegelstijging en een ongewoon hoog aantal stormen, leiden tot een stijging van het zeewater dat het estuarium van de Thames binnenstroomt.

Op dit ogenblik worden Londen en het estuarium van de Thames beschermd door een van beste beveiligingssystemen ter wereld. Die bescherming was gewaarborgd tot na 2030. De gevolgen van klimaatverandering hebben echter de historische trend van extreme waterspiegel niveaus, die werd gebruikt bij het ontwerp van het systeem, overstegen. Het overstromingsgevaar in de toekomst is reëel: het was gepland de waterkering op de Theems twee- tot driemaal per jaar te moeten sluiten, maar vandaag is dat al zes tot zeven keer per jaar het geval.

Rusland

© CNES 2006 - Distribution Astrium Services / Spot Image

Het smelten van de permafrost in de Gouden Bergen van Altaj



© Universiteit Gent

De Scythen bouwden grafheuvels, bekend onder de naam kurgans, in de Altajregio (Siberië). Deze zijn gelegen in een permafrostzone, een unieke ligging. Permafrost wordt omschreven als bodem waarvan de temperatuur minstens twee jaar lager ligt dan 0°C .

De permafrost heeft de grafheuvels in uitstekende staat behouden. Metalen en gouden voorwerpen, en zelfs organische materie, werden teruggevonden (gemummificeerde en soms prachtig getatoeëerde lichamen, geofferde paarden, voorwerpen in hout of leder, kledingstukken, textiel enz...).

De permafrost in het Altajgebergte wordt nu echter bedreigd door de klimaatverandering. De laatste honderd jaar is de temperatuur volgens experts met 2°C gestegen. Op sommige plaatsen is de permafrost dus aan het verdwijnen.

De Universiteit Gent verricht een volledige studie van de zone met de steun van UNESCO, waarbij satellietbeelden en terreinwerk elkaar aanvullen. Op grond daarvan kunnen de bevoegde overheden de nodige beslissingen nemen om dit unieke cultureel erfgoed, dat meer dan 2.500 jaar bevroren is geweest, in stand te houden.



Peru

© 2009 DigitalGlobe inc./German Aerospace Center (DLR)

Bedreigde aarden structuren in de archeologische zone Chan Chan

Chan Chan is een van de belangrijkste in aarde opgetrokken steden van voor de komst van de Spanjaarden op het Amerikaanse continent. Intense neerslag tast echter de basis van de aarden structuren aan. De toegenomen vochtigheidsgraad in de lage gedeelten van de gebouwen verhoogt de aantasting van de structuren door zout en de groei van vegetatie. De intense neerslag in 1997/98 ten gevolge van El Niño heeft sterk bijgedragen tot de stijging van de grondwaterspiegel.

Deze ongewone neerslagintensiteit, die de archeologische zone in gevaar brengt, is hoogstwaarschijnlijk een gevolg van de klimaatverandering. Ondanks de extra ondersteuning via aardobservatiesatellieten, blijft het een uitdaging om het klimaatfenomeen El Niño in een model te gieten. UNESCO en haar ruimtevaartpartners helpen de Peruviaanse autoriteiten, verantwoordelijk voor het behoud van de site, met het documenteren van Chan Chan voordat de gevolgen van de klimaatverandering de site nog meer beschadigen.

Tunesië

2005

© Cnes 2004 - 2010 - Distribution Astrium Services / Spot Image

Minder moeraslanden in het Ichkeul Nationaal Park



Het afdammen van drie rivieren die het Ichkeul-meer en zijn moerasgebied voeden, leidde tot lange droogteperiodes tussen 1993 en 2002, waardoor veel van de zoetwaterinstroom verdween en het resterende water relatief zouter werd. Observaties in de Ichkeulregio wijzen bovendien op een neerslagafname sinds 1930. De interjaarlijkse variabiliteit is hoog, wat inhoudt dat de frequentie van zeer droge jaren en zeer vochtige jaren de laatste jaren sterk is gestegen. Uit satellietbeelden blijkt dat de oppervlakte van het meer bijgevolg is verminderd.

Het zoutgehalte van het water in het meer is gestegen, moerassen zijn opgedroogd en de zoetwaterplanten hebben plaats geruimd voor planten die in een sterk zilte omgeving overleven (halofyten). Op satellietbeelden uit 2005 en 2007 zijn die nieuwe plantensoorten in het meer duidelijk zichtbaar. Een van de rechtstreekse gevolgen daarvan is de drastische vermindering van de trekvogelpopulatie, aangezien deze vogels sterk afhankelijk zijn van de vroegere habitat rond het meer. Uit huidige klimaatmodellen blijkt dat die trends gedurende de hele 21ste eeuw zullen aanhouden.



Indonesië

© Cnes 2004 - 2010 Distribution Astrium Services / Spot Image

Verdwijning van koraal, mangroven en schildpadden in het Komodo Nationaal Park

Op de satellietfoto zijn de zee, de koraalriffen en de mangrovestranden van Komodo te zien. Dit park herbergt enkele van de meest diverse koraalsoorten wereldwijd en is ook bekend als laatste habitat van de grootste hagedis ter wereld, te weten de komodovaraan (*Varanus komodoensis*) die nergens anders te vinden is.

Het voortbestaan van de koraalriffen wordt bedreigd door de oplopende concentraties van opgeloste CO₂ en de gestegen zeetemperatuur.

Intussen worden de mangroves in het park bedreigd door het gestegen zeeniveau, net als de stranden waar de schildpadden hun nesten bouwen. Ook de temperatuurstijging heeft gevolgen voor de schildpadden. De broedtemperatuur bepaalt immers mee het geslacht van de jongen en hogere temperaturen resulteren in meer wijfjes. Hoewel dat hoger aantal wijfjes de vruchtbaarheid van de schildpaddenpopulaties kan verhogen, kan dat effect worden tenietgedaan door het verdwijnen van broedstranden.

Australië

© Cnes 2004 / 2010 - Distribution Astrium Services / Spot Image



Verbleking van het koraal van het Groot Barrièrerif

Koraal heeft een symbiotische verhouding met algen genaamd zoöxanthellae, die het zijn kleur geeft. Bij stresssituaties laat het koraal die algen los en zo verliest het zijn kleur. Een van de stressfactoren die met verbleking in verband wordt gebracht, is de stijging van de zeetemperatuur. Klimaatverandering speelt mogelijk een rol bij het verbleken van het koraal.

Het Groot Barrièrerif is het grootste koraalecosysteem ter wereld (344.400 km²), en herbergt 400 koraalsoorten. In 1998 en in 2002 deden zich belangrijke

gevallen van verbleking voor. In 2002 werd 60 tot 95 procent van het koraal aangetast. Op de meeste riffen heeft het koraal zich intussen hersteld, zo'n 5 procent van het koraal is gestorven.

Uit modelvoorspellingen blijkt dat de zeetemperatuur in het Groot Barrièrerif tegen het jaar 2100 met 2 tot 5 °C zal stijgen. Waarschijnlijk zal verbleking langs de Australische kust in de komende decennia steeds frequenter voorkomen, met een wijdverspreid afsterven van het koraal tot gevolg.



Denemarken

© Global Land Cover Facility (GLCF), German Aerospace Center (DLR)

Terugtrekking van het ijs in de Ijsfjord van Ilulissat

Deze Groenlandse gletsjer is een uitzonderlijk overblijfsel uit de laatste ijstijd van het Kwartair en speelt zodoende een fundamentele rol in het onderzoek op het gebied van de glaciologie en het klimaat.

Dergelijke overblijfselen zijn immers van essentieel belang voor de studie van het klimaat in het verleden. De informatie aanwezig in de 3 km lange ijskernen is van wezenlijk belang, aangezien hiermee de evolutie van de temperatuur en de neerslag op Groenland in de loop van de laatste 250.000 jaar wordt onthuld. Geen enkele andere gletsjer of ijskap van

het noordelijk halfrond levert informatie over een zo lange en ononderbroken periode. De huidige impact van de klimaatverandering bedreigt evenwel de bewaring van die unieke gegevens.

In de loop van de 20ste eeuw heeft het ijs zich teruggetrokken. In 1851 bevond het ijsfront van de fjord zich 25 km ten oosten van de zee. In 1950 had datzelfde front zich 26 km meer oostwaarts teruggetrokken. UNESCO en het Duitse Lucht- en Ruimtevaartcentrum (DLR) houden de ontwikkeling van de gletsjer in het oog.

Mexico

© Cnes 2004 - 2010 - Distribution Astrium Services / Spot Image

Leert Calakmul ons wat over de gevolgen van de klimaatverandering in het verleden?

Calakmul ligt in het grootste beschermde tropisch woudgebied van Noord- en Centraal-Amerika. Dat unieke ecosysteem van 723 185 ha omvat de oude Mayastad Calakmul, waar ongeveer 50.000 mensen woonden. Tot op heden werden meer dan 6.250 overgebleven structuren gevonden binnen een straal van 70 km².

De oude Mayabevolking van Calakmul heeft het tropische woud omgevormd tot landbouwgrond. Later werd zij gedwongen de regio te verlaten omwille van spectaculaire milieuveranderingen. Het onderzoek naar de oorzaken van de ondergang van de Maya's is nog

aan de gang, maar de teloorgang is waarschijnlijk het gevolg van een combinatie van politieke onrust en ingrijpende klimaatveranderingen, zoals droogteperiodes.

Het tropische woud van Calakmul is de long van de regio: het absorbeert miljoenen tonnen koolstof en stoot miljoenen tonnen zuurstof uit. Het behoud van dat tropische woud draagt onvermijdelijk bij tot de verzachting van de gevolgen van de klimaatverandering. Calakmul maakt vandaag deel uit van de Midden-Amerikaanse biologische corridor.



© Mario Hernandez



© Mario Hernandez



Nepal

© Cnes 2004 - 2016 - Distribution Astrium Services / Spot Image

Terugtrekking van de gletsjers op de Mount Everest

Het nationaal park van Sagarmatha is een uitzonderlijke plek vol imposante berglandschappen, gletsjers en diepe valleien waar de Mount Everest ligt (of Sagarmatha in het Nepalees), de hoogste berg ter wereld (8.884 m). Het park huisvest verscheidene zeldzame diersoorten zoals het sneeuwluipaard en de kleine panda.

Sinds 1970 is de temperatuur in de regio met 1 °C gestegen, waardoor de sneeuw- en ijsbedekking in de laatste veertig jaar met 30 procent is gekrompen. Een gletsjer op 4.000 meter hoogte is een meer geworden. Overstromingen tengevolge van het plotse overlopen van de ijsmeren zijn frequenter geworden en bedreigen de lokale bevolking. Ook de gevolgen voor de waterbevoorrading van Midden-Azië en de stroming van grote rivieren zoals de Ganges, de Indus en de Brahmaputra zijn desastreus.

Mali

© Cnes 2004 - 2010 - Distribution Astrium Services / Spot Image



© African Heritage Database

De gevolgen van de verwoestijning voor de moskeeën van Timboektoe

Als intellectuele en spirituele hoofdstad was Timboektoe in de 15de en 16de eeuw ook een centrum voor de verspreiding van de islam in Afrika. De drie grote moskeeën van de stad, te weten Djingareyber, Sankore en Sidi Yahya roepen de gouden geschiedenis van Timboektoe op. Ondanks de constante restauratie worden die monumenten vandaag de dag bedreigd door de gevolgen van verwoestijning, met een sterkere verzanding en meer zandstormen tot gevolg.

De satellietbeelden tonen het landschap rond de stad, waarop in hoofdzaak zand en woestijn te zien is. Tussen 1901 en 1996 is de temperatuur in de regio met 1,4 °C gestegen en hebben de droogteperiodes zich alsmaar meer laten gevoelen. Uit projecties blijkt dat er in de toekomst gemiddeld minder neerslag zal vallen en dat de temperatuur zal stijgen, wat ongetwijfeld de uitbreiding van de woestijn en van de door zandstormen veroorzaakte schade in Timboektoe in de hand zal werken. Met de steun van UNESCO maakt de universiteit van Kaapstad (Zuid-Afrika) gebruik van ruimtetechnologieën om de site te bestuderen.



Italië

© Cnes 2009 - Distribution Astrium Services / Spot Image

Overstromingen in Venetië

In het verleden zakte Venetië tegen een snelheid van 10 centimeter per eeuw weg omdat het zeeniveau stijgt wegens de uitbreiding van de delta en de samendrukking van de sedimenten. In de loop van de 20ste eeuw is de stad evenwel nog met 10 tot 13 cm verder gezakt door het oppompen van diep grondwater door nabijgelegen bedrijven. Zelfs al is die praktijk eind de jaren zeventig stopgezet, toch was de aangebrachte schade onherstelbaar. Het gecombineerde effect van die menselijke bedrijvigheid en het gewijzigde zeeniveau hebben een forse stijging van het zeeniveau in Venetië tot gevolg gehad.

Uit satellietbeelden blijkt dat Venetië uiterst kwetsbaar is voor elke wijziging in het zeeniveau. De laatste decennia is het aantal overstromingen en de toegebrachte schade fors gestegen: sinds 1960 vonden acht van de tien hoogste getijden van de vorige eeuw plaats. Volgens gematigde klimaatveranderingsscenario's zal Venetië van nu tot 2100 54 cm verzakken. Zo er niets wordt gedaan, kan Venetië elke dag onderlopen.



afdeling
Natuurwetenschappen

Organisatie
van de Verenigde Naties
voor Onderwijs,
Wetenschap en Cultuur

Originele editie 2011:

UNESCO Division of Science Policy and Sustainable Development (SC/PSD)

Coördinatie: Maria Rosa Cardenas, Mario Hernandez

Redactie: Isabelle Brugnon, David McDonald

SC-2011/WS/14



UNESCO@vlaanderen

UNESCO Platform Vlaanderen vzw

Organisatie
van de Verenigde Naties
voor Onderwijs,
Wetenschap en Cultuur



Nederlandstalige editie 2012:

Het Federaal Wetenschapsbeleid (BELSPO) en UNESCO Platform Vlaanderen vzw

Vertaling en eindredactie: Martine Stélandre, Marino Bultinck

Ontwerp: www.artypo.be

D/2012/9546/2



Organisatie
van de Verenigde Naties
voor Onderwijs,
Wetenschap en Cultuur

UNESCO@vlaanderen

UNESCO Platform Vlaanderen vzw



DLR

Federale Wetenschapsbeleid



belspo

