



Satellites and World Heritage sites, partners to understand climate change

This exhibition has been developed by UNESCO with the financial aid of the Flemish Government and adapted for the Belgian public by the Belgian Science Policy Office. Through a series of remarkable examples, it demonstrates the use of satellite Earth observation to assess the effects of climate change on selected World Heritage sites.

The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) states that 'global warming is unequivocal' and is due largely to an increase in atmospheric concentration of greenhouse gases, such as carbon dioxide (CO₂), caused by the burning of fossil fuels. From 1993 to 2003, the global mean sea level rose at a rate of about 3 mm per year. Thermal expansion of the oceans and widespread melting of land ice will result in further global sea level rise.

Reduced rainfall, higher sea and land surface temperatures, more severe storm events, ocean acidification and rising sea levels are all expected to have a significant impact on World Heritage sites.

The conservation of natural and cultural heritage may be jeopardized by climate change. Glaciers are melting, coral reefs are exposed to bleaching, and terrestrial biodiversity is being affected. Increasing sea levels threaten many cultural sites located near the coast, and other aspects of climate change are affecting ancient archaeological sites.

Space-based sensors have the capacity to measure essential climate change variables. Overall comprehensive monitoring using space technologies is made possible through collaboration among nations around the globe.

The information used for this exhibition was taken from:

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

UNESCO would like to thank the following organizations, whose generous contributions made this exhibition possible:

The Flemish Government (Belgium)
 Planet Action (France)
 The German Aerospace Center (DLR)
 The European Space Agency (ESA)
 The Belgian Federal Office for Science Policy (BELSPO)

The Permanent Delegation of Belgium to UNESCO
 The Permanent Delegation of Mexico to UNESCO



Les satellites surveillent le changement climatique sur les sites du patrimoine mondial

Cette exposition, développée par l'UNESCO grâce au soutien financier du gouvernement flamand, a été adaptée pour le public belge par la Politique scientifique fédérale belge. Par le biais d'une série d'exemples remarquables, elle illustre la façon dont l'observation de la Terre depuis l'espace peut servir à évaluer les effets du changement climatique sur certains sites du patrimoine mondial.

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) affirme que « le réchauffement du système climatique est sans équivoque » et est dû en grande partie à la hausse de la concentration des gaz à effets de serre, tels que le dioxyde de carbone (CO₂), provenant de la combustion de combustibles fossiles.

Le niveau moyen de la mer s'est élevé d'environ 3 mm par an entre 1993 et 2003. La dilatation thermique des océans et la fonte généralisée des glaces des terres émergées vont provoquer une élévation plus importante encore du niveau de la mer.

Précipitations réduites, augmentation des températures de surface de la mer et de la terre, augmentation de l'intensité et de la fréquence des tempêtes, acidification des océans, élévation du niveau de la mer, toutes ces conséquences du réchauffement climatique risquent fort d'avoir un impact important sur les sites du patrimoine mondial.

La conservation du patrimoine naturel et culturel peut être menacée par le changement climatique. Les glaciers fondent, les récifs de corail sont exposés au blanchiment, et la biodiversité terrestre est affectée. La montée du niveau des mers menace de nombreux sites culturels situés près des côtes, et d'autres aspects du changement climatique touchent des sites archéologiques anciens.

Les capteurs embarqués sur des satellites sont capables de mesurer des variables essentielles du changement climatique. La surveillance globale à l'aide des technologies spatiales n'est possible que grâce à la coopération entre les nations du monde entier.

Les informations présentées dans cette exposition sont tirées des ouvrages suivants :

- « Études de cas - Changement climatique et patrimoine mondial » (UNESCO, 2007)
- Quatrième Rapport d'évaluation du GIEC « Bilan 2007 des changements climatiques : Impacts, adaptation et vulnérabilité » (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 2007)
- « Ten Years of Imaging the Earth » (Dix ans d'observation de la Terre, Politique scientifique fédérale belge, 2009)
- « Partenariat ouvert ESA-UNESCO : de l'espace au site » projets conjoints de l'UNESCO et de ses partenaires de l'espace.

L'UNESCO souhaite remercier les organisations suivantes pour leurs généreuses contributions, sans lesquelles cette exposition n'aurait pu voir le jour :

Le gouvernement flamand (Belgique)
 Planet Action (France)
 L'Agence spatiale allemande (DLR, Allemagne)
 L'Agence spatiale européenne
 La Politique scientifique fédérale (BELSPO, Belgique)

La Délégation permanente de la Belgique auprès de l'UNESCO
 La Délégation permanente du Mexique auprès de l'UNESCO



Klimaatverandering en werelderfgoedsites onder het wakende oog van satellieten

Deze tentoonstelling werd door UNESCO opgezet met de financiële steun van de Vlaamse regering en werd door het Belgische Federaal Wetenschapsbeleid aangepast voor het Belgische publiek. Aan de hand van een reeks schitterende 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 (CO₂) afkomstig van de verbranding van fossiele brandstoffen.

Tussen 1993 en 2003 is het gemiddelde zeeniveau met zowat 3 mm per jaar gestegen. De thermische uitzetting van de oceanen en de veralgemeende afsmelting 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 de werelderfgoedsites.

De bewaring van het natuurlijk en cultureel erfgoed kan door de klimaatverandering worden bedreigd. Gletsjers smelten, koraalriffen verbleken en de aardse biodiversiteit 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. Global monitoring dankzij ruimtetechnologieën is slechts mogelijk als alle landen ter wereld samenwerken.

De informatie in de tentoonstelling is afkomstig van de volgende publicaties:

- 'Case Studies on Climate Change and World Heritage' (UNESCO, 2007)
- IPCC 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.

De UNESCO wenst de volgende organisaties te bedanken voor hun milde bijdragen, zonder dewelke de tentoonstelling niet kon worden opgezet:

De Vlaamse overheid (België)
 Planet Action (Frankrijk)
 Het Duitse ruimtevaartagentschap (DLR)
 De Europese ruimtevaartorganisatie (ESA)
 Het Federaal Wetenschapsbeleid (BELSPO, België)

De permanente Belgische delegatie bij de UNESCO
 De permanente Mexicaanse delegatie bij de UNESCO





From Space to Place: UNESCO's Natural Science Sector supporting World Heritage

UNESCO is grateful to all its space partners for facilitating the use of space technologies at the service of World Heritage sites.

2011 marked the 10th anniversary of the European Space Agency – UNESCO 'Open Initiative on the use of space technologies to support World Heritage: From Space to Place'. Today, 60 space partners are assisting UNESCO in bringing the benefits of space science and technology to developing countries.

Through this exhibition UNESCO aims to bring space and science closer to the general public. This outdoors exhibition has been successfully shown in:

- Cancun, Mexico, during the 16th United Nations Climate Change Conference (November – December 2010)
- San Francisco de Campeche, Mexico (December 2010)
- Ciudad del Carmen, Mexico (January 2011)
- Beijing, China (August 2011)
- Paris, France (October 2011)
- Durban, South Africa, during the 17th United Nations Climate Change Conference (December 2011)

Satellite data provides us with sea-surface temperatures to help understand climate change. This satellite image from the European Space Agency shows the global sea-surface temperature for 2009.

De l'espace au site : le Secteur des sciences exactes et naturelles de l'UNESCO soutient le patrimoine mondial

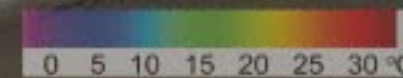
L'UNESCO remercie l'ensemble de ses partenaires du domaine spatial pour leur aide dans l'utilisation des technologies spatiales au service des sites du patrimoine mondial.

L'année 2011 a marqué le dixième anniversaire du Partenariat ouvert de l'UNESCO et de l'agence spatiale européenne sur l'utilisation des technologies spatiales au service de la Convention du patrimoine mondial. Aujourd'hui, 60 partenaires soutiennent l'UNESCO en mettant les bénéfices des sciences et technologies spatiales au service des pays en développement.

Par le biais de cette exposition, l'UNESCO vise à rapprocher l'espace et la science du grand public. L'exposition à l'air libre a été montée avec succès dans les lieux suivants :

- Cancún, Mexique, pendant la 16^e Conférence des Nations Unies sur les changements climatiques (novembre - décembre 2010) ;
- San Francisco de Campeche, Mexique (décembre 2010) ;
- Ciudad del Carmen, Mexique (janvier 2011) ;
- Beijing, Chine (août 2011) ;
- Paris, France (octobre 2011) ;
- Durban, Afrique du Sud, pendant la 17^e Conférence des Nations Unies sur les changements climatiques (décembre 2011).

Les données satellitaire fournissent des informations sur les températures de surface de l'océan qui nous aident à comprendre les changements climatiques. Cette image satellite de l'Agence spatiale européenne montre la température de surface de l'océan en 2009 au niveau mondial.



Van de ruimte tot de site: de Afdeling natuurwetenschappen van de UNESCO steunt het werelderfgoed

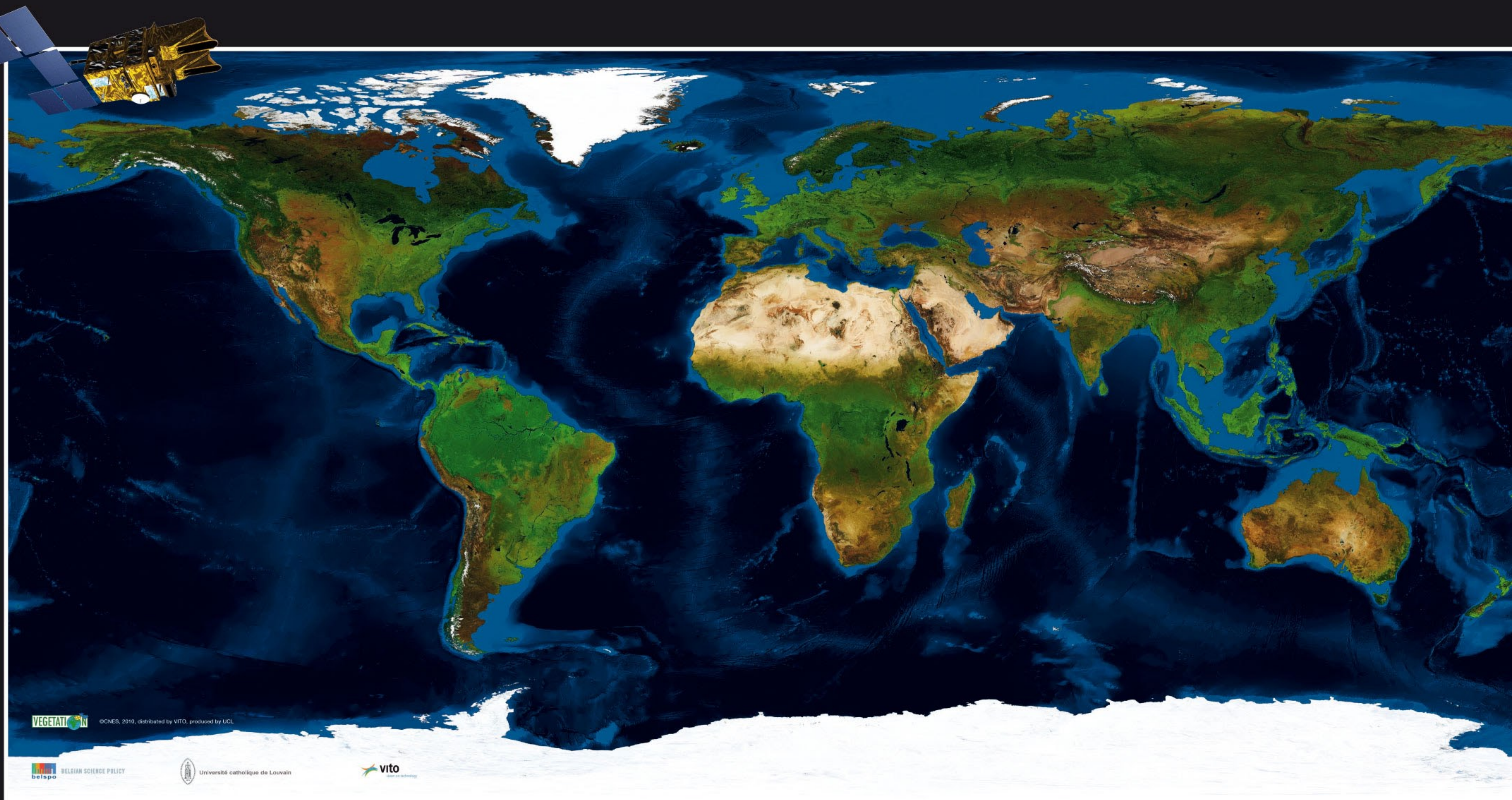
De UNESCO bedankt al haar partners die actief zijn op ruimtegebied en die ruimtetechnologieën gebruiken ten dienste van de werelderfgoedsites.

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 de UNESCO. Vandaag helpen 60 partners de UNESCO bij het overbrengen van de voordelen van de ruimtewetenschappen en -technologieën naar de ontwikkelingslanden.

Met die tentoonstelling beoogt de UNESCO de ruimte en de wetenschap dichterbij het grote publiek te brengen. Die succesvolle openluchttentoonstelling was te zien op de volgende plaatsen :

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

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



World Vegetation and Forests: the World's Lungs

Climate change and forests are intrinsically linked. Plants and especially forests absorb carbon dioxide (CO₂) from the atmosphere, convert it through photosynthesis into carbon that they store, and emit oxygen, making our planet habitable. About 20% of trees themselves are made of carbon. The overall biomass of forests also acts as 'carbon sinks'. In total, the world's forests and forest soils currently store more than 1 trillion tons of carbon – twice the amount found floating free in the atmosphere. Most of this stored carbon is released when the tree rots or is burned. Almost 6 billion tons of CO₂ return to the atmosphere each year as a consequence of forest destruction.

People have cleared an estimated 50% of the Earth's original forest area. Today, deforestation contributes 15% to 17% of total carbon emissions, more than all of the world's ships, cars, trains and planes combined.

Végétation et forêts : les poumons du monde

Le changement climatique et les forêts sont étroitement liés. Les plantes, et plus particulièrement les forêts, absorbent le dioxyde de carbone (CO₂) de l'atmosphère, le convertissent par photosynthèse en carbone, qu'elles stockent, et relâchent de l'oxygène, rendant ainsi notre planète habitable. Le carbone représente 20% de la masse des arbres eux-mêmes. La biomasse globale des forêts agit elle aussi comme un puits de carbone. Les forêts et les sols forestiers stockent actuellement plus d'un trillion de tonnes de carbone au total, soit le double de la quantité contenue librement dans l'atmosphère. La plus grande partie de ce carbone est relarguée quand l'arbre pourrit ou qu'il est brûlé. Près de 6 milliards de tonnes de CO₂ retournent dans l'atmosphère chaque année suite à la destruction des forêts.

Environ 50 % du couvert forestier original de la Terre aurait disparu. Aujourd'hui 15 à 17 % de l'ensemble des émissions de carbone proviennent de la déforestation, ce qui est supérieur aux émissions combinées des navires, voitures, trains et avions.

Vegetatie en wouden, longen van de wereld

Klimaatverandering en wouden zijn nauw gelinkt. Vegetatie, en dan vooral de bossen, absorberen de 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 % 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, zijnde het dubbele van wat in open lucht voorhanden is. 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 % van de wouden die de aarde oorspronkelijk bedekten, is reeds verdwenen. Vandaag is de ontbossing voor 15 tot 17 % van alle koolstofuitstoot verantwoordelijk, een hoger percentage dan de gecombineerde uitstoot van schepen, auto's, treinen en vliegtuigen.



Effects of Climate Change in Latin America and the Caribbean

Projections for Latin America and the Caribbean predict significant climate change impacts: rising sea levels, increasing frequency of hurricanes and storms, more pronounced droughts and floods associated with El Niño events, and declining water supplies stored in glaciers. Tropical cyclones will increase in terms of frequency and intensity, affecting coastal areas and the small islands states of the Caribbean in particular.

Tropical forests: These regions are among the most important in terms of forests, hosting nearly 25% of the world's forest cover. The Amazon Basin contains the world's most extensive tropical rainforest. Preserving tropical forests is critical as they can help humankind to reduce the effects of greenhouse gases.

Glaciers: Vast glaciers are located in the Andes Mountains and Patagonia. Patagonia lost about 3.4% (140 km²) of its glacial area between 1942 and 2001.

Patagonian glaciers are receding at a faster rate than in any other region in the world. Andean glaciers are melting so fast that some are expected to disappear within 15 to 25 years.

Les effets du changement climatique en Amérique latine et dans les Caraïbes

Selon les projections actuelles, le changement climatique affectera la région de façon considérable : le niveau de la mer augmentera, la fréquence des orages et des ouragans sera plus élevée, les sécheresses et inondations associées aux événements El Niño seront plus prononcées et les réserves d'eau stockées dans les glaciers déclinera. La fréquence et l'intensité des cyclones tropicaux vont augmenter, affectant plus particulièrement les zones côtières et les petits États insulaires des Caraïbes.

Forêts tropicales : cette région est l'une des plus importantes en ce qui concerne les forêts. Elle héberge 25 % des forêts de la planète. Le bassin de l'Amazonie comprend la plus grande forêt équatoriale du monde. La conservation des forêts tropicales est critique, notamment parce qu'elles peuvent nous aider à réduire l'impact des gaz à effet de serre.

Glaciers : de vastes glaciers se trouvent dans les Andes et en Patagonie. La Patagonie a perdu environ 3,4 % (140 km²) de la surface de ses glaciers entre 1942 et 2001.

Les glaciers de Patagonie reculent plus rapidement que dans n'importe quelle autre région du monde. Les glaciers andins fondent si vite que certains d'entre eux disparaîtront probablement d'ici 15 à 25 ans.

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 gelinkt aan het natuurfenomeen El Niño en minder watervoorraden in de afkalvende gletsjers. Tropische cyclonen zullen frequenter en intenser worden, en vooral de kustgebieden en de kleine eilandstaten van het Caribisch gebied treffen.

Tropische wouden: deze regio is een van de belangrijkste bosgebieden. Ze vertegenwoordigt 25 % van de wouden op aarde. Het Amazonebekken herbergt het grootste tropische regenwoud ter wereld. Het behoud van tropische regenwouden is een kritiek probleem, 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 % (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.



Effects of Climate Change in North America

Although total energy consumption has increased in North America since 1987, notable progress has been made in energy efficiency. However, the energy sector is still a major CO₂ emitter. The United States and Canada account respectively for 23% and 2.2% of global energy-related greenhouse gas emissions.

Extreme events: The region has recently suffered severe damages, economic losses, and substantial ecosystem and social disruption as a consequence of extreme weather events, including hurricanes, severe storms, floods and droughts. Annual costs amount to tens of billions of dollars, in addition to the lives lost or disrupted.

Arctic sea ice: Over the past 30 years the Arctic ice has been shrinking almost continuously. Since the first satellite recordings in 1979, satellite images show a steady decrease in the area of perennial ice at a rate of about 10% per decade. This trend is getting stronger as time goes on. The North American Arctic has seen one of the largest detected increases in annual temperatures in recent years.

Les effets du changement climatique en Amérique du Nord

Bien que la consommation d'énergie totale ait augmenté en Amérique du Nord depuis 1987, des progrès notables ont été réalisés en termes d'efficacité énergétique. Le secteur de l'énergie demeure cependant un gros émetteur de CO₂. Les États-Unis et le Canada émettent respectivement 23 % et 2,2 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre liées à l'énergie.

Événements extrêmes : la région a subi récemment de graves dommages, accompagnés de pertes économiques et de perturbations sociales et écosystémiques importantes, suite à des événements météorologiques extrêmes, tels que des ouragans, de violentes tempêtes, des inondations et des sécheresses. Le coût annuel de ces événements s'élève à des dizaines de milliards de dollars, qui s'ajoute aux nombreuses vies perdues ou bouleversées.

Banquise arctique : la banquise arctique est en retrait quasi continu depuis 30 ans. Les images satellites montrent une diminution constante de la surface de la glace pérenne, à un taux d'environ 10 % par décennie, depuis les premiers enregistrements satellites en 1979. Cette tendance se renforce au fil du temps. L'Arctique nord-américain fait partie des régions où les plus importantes augmentations de températures annuelles ont été détectées ces dernières années.

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 % van de wereldwijd aan de energie gelinkte 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): sinds 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 %. Die trend versterkt nog met de jaren. Het Noord-Amerikaanse poolgebied heeft de laatste jaren een van de ergste toenames in jaartemperaturen gekend.



Satellites and World Heritage sites, partners to understand climate change

Les satellites surveillent le changement climatique sur les sites du patrimoine mondial

Los satélites, vigías del cambio climático sobre el Patrimonio Mundial

Klimaatverandering en werelderfgoedsites onder het wakende oog van satellieten



Effects of Climate Change in Europe

The average temperature in Europe has increased by about 1.4°C compared to pre-industrial levels, and is projected to increase by 2.1 to 4.4°C by 2080. Sea levels are rising and the melting of glaciers is accelerating. Sea level is projected to rise 18 to 59 cm by 2100.

Air pollution: Since 1990, Europe has invested in lowering atmospheric pollution. The concentration of air pollutants, with the exception of fine particles and ozone, is diminishing steadily. Unfortunately, forest fires burn approximately 500,000 hectares of forests each year, generating atmospheric pollution.

Emerging diseases: The incidence of diseases such as chikungunya, malaria and tick-borne encephalitis is likely to rise. Hotter and longer summers, warmer winters and/or increased annual rainfalls could enable these organisms to shift their habitats, potentially introducing diseases to places where they have not been seen before, or reintroducing them to places where they were previously eradicated.

Les effets du changement climatique en Europe

En Europe, la température moyenne a augmenté d'environ 1,4 °C par rapport aux niveaux préindustriels et, d'ici à 2080, elle devrait augmenter de 2,1 à 4,4 °C. Le niveau de la mer monte et la fonte des glaces s'accélère. Selon les projections, le niveau de la mer augmentera de 180 à 590 mm d'ici à 2100.

Pollution de l'air : depuis 1990, l'Europe poursuit ses efforts pour diminuer la pollution atmosphérique. La concentration de substances polluantes dans l'air diminue régulièrement, à l'exception des particules en suspension et de l'ozone. Malheureusement, chaque année, les feux de forêt détruisent environ 500 000 hectares de forêt et génèrent une pollution importante.

Maladies émergentes : l'incidence de maladies telles que le chikungunya, le paludisme et l'encéphalite à tiques devrait augmenter. Des étés plus chauds et plus longs, des hivers moins froids, et/ou des précipitations annuelles plus importantes pourraient permettre aux organismes vecteurs de ces maladies de migrer et d'introduire ces maladies dans des régions où elles n'avaient jamais été présentes, ou de les réintroduire là où elles avaient été éradiquées.

De gevolgen van de klimaatverandering in Europa

De gemiddelde temperatuur in Europa is vergeleken met de periode van vóór 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 deze organismen kunnen opschuiven, zodat ziekten zouden kunnen opduiken waar ze voorheen nooit zijn voorgekomen, of geïntroduceerd worden waar ze voorheen volledig waren uitgeroeid.

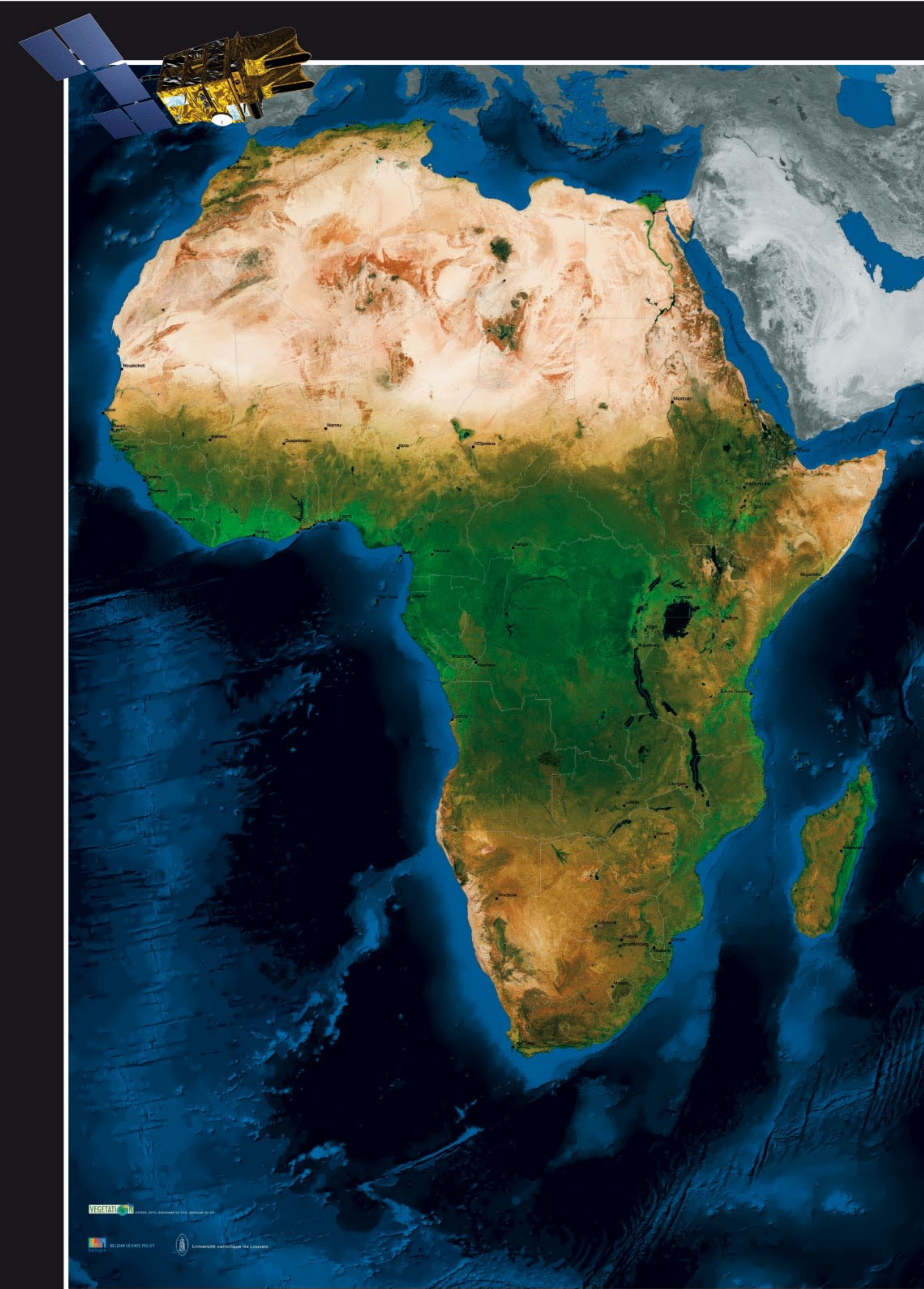


Satellites and World Heritage sites, partners to understand climate change

Les satellites surveillent le changement climatique sur les sites du patrimoine mondial

Los satélites, vigías del cambio climático sobre el Patrimonio Mundial

Klimaatverandering en werelderfgoedsites onder het wakende oog van satellieten



Effects of Climate Change in Africa

Africa is one of the most vulnerable regions to climate change and the region with the least adaptive capacity.

In Africa, areas potentially subject to desertification cover 43% of the continent. 270 million people live in these areas (40% of the continent's population). Projected yield reductions could be as much as 50% by 2020 in some African countries, thus further threatening food security in the region.

Water stress: About 25% of Africa's population (about 200 million people) currently experience high water stress. Climate change will aggravate this problem, with a projected 75 to 250 million people at risk of increased water stress by the 2020s.

Human health: Warmer temperatures will extend the areas affected by malaria, and could aggravate cholera epidemics in coastal areas.

Les effets du changement climatique en Afrique

L'Afrique est l'une des régions les plus vulnérables au changement climatique. Elle est aussi la région qui a la capacité d'adaptation la plus faible.

43 % de la surface terrestre du continent africain est potentiellement sujette à la désertification ; cela concerne 40 % de la population du continent, soit 270 millions de personnes. La réduction du rendement des récoltes pourrait atteindre les 50 % dans certains pays africains d'ici à 2020, menaçant davantage la sécurité alimentaire dans la région.

Stress hydrique : environ 25 % de la population africaine (près de 200 millions de personnes) subissent les conséquences d'un stress hydrique élevé. Le changement climatique ne fera qu'aggraver ce problème ; selon les projections actuelles, 75 à 250 millions de personnes seront soumises à un stress hydrique plus élevé d'ici aux années 2020.

Santé humaine : les températures plus chaudes vont étendre les zones affectées par des maladies telles que le paludisme et pourraient aggraver les épidémies de choléra dans les zones côtières.

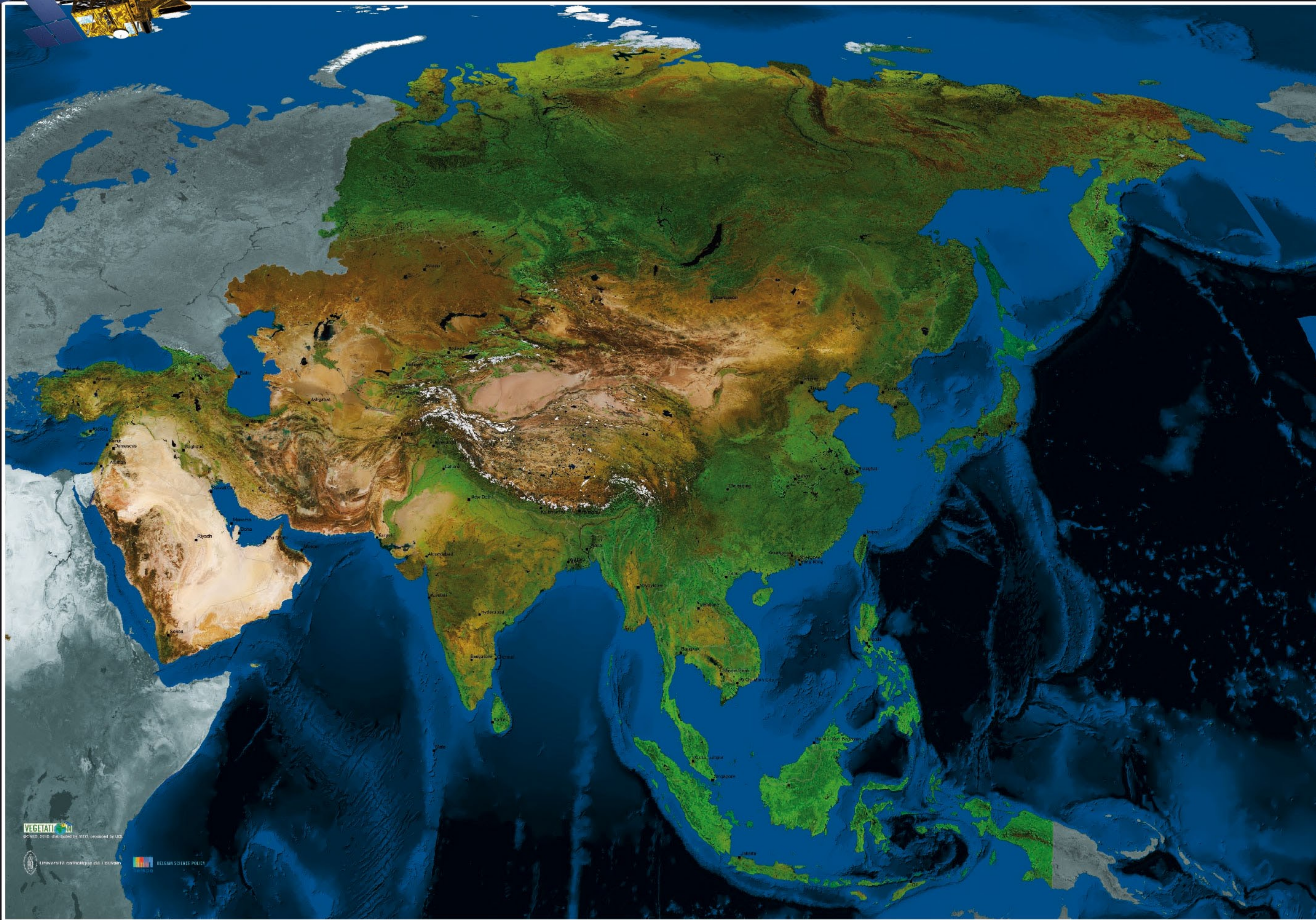
De gevolgen van de klimaatverandering in Afrika

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

43 % van de oppervlakte van Afrika is gevoelig voor woestijnvorming. 270 miljoen mensen wonen in dit gebied, zo'n 40% van de totale Afrikaanse bevolking. Oogstbrengsten zouden in sommige Afrikaanse landen met wel 50% afnemen tegen 2020, wat de voedselveiligheid in de regio nog verder in gevaar brengt.

Waterstress: zo'n 25 % van de Afrikaanse bevolking (zo'n 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.



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization

Effects of Climate Change in Asia

The combustion of fossil fuels and biomass is the most significant source of air pollutants; it is also the major human-produced source of CO₂ – one of the main greenhouse gases. Asia is one of the major contributors of such gases.

Water and agriculture: These two sectors will likely be the most affected by climate change in Asia. Between 120 million and 1.2 billion people could experience increased water stress by the 2020s.

Permafrost and glaciers: Permafrost (soil below 0°C for over two years) has been thawing at unprecedented rates in recent years. This process releases great quantities of greenhouse gases. Accelerated glacier melt could increase the number of floods and then diminish river flow over the long term.

Coastal settlements: Any increase in sea level rise will put coastal settlements and infrastructure at risk in countries such as Bangladesh, China, India, Myanmar and Thailand.

Les effets du changement climatique en Asie

La combustion de combustibles fossiles et de biomasse est la source la plus importante de pollution atmosphérique. C'est également la source principale de CO₂ produit par l'homme, l'un des principaux gaz à effet de serre. L'Asie est l'un des plus importants émetteurs de ces gaz.

Eau et agriculture : ces deux secteurs seront certainement les plus touchés par le changement climatique en Asie. Entre 120 millions et 1,2 milliards de personnes pourraient subir un stress hydrique plus important d'ici 2020.

Pergélisol et glaciers : ces dernières années, le pergélisol (sol d'une température inférieure à 0 °C pendant au moins deux ans) a fondu à une vitesse sans précédent. Cette fonte relâche de larges quantités de gaz à effet de serre. La fonte accélérée des glaciers pourrait augmenter la fréquence des inondations et à long terme réduire le débit des cours d'eau.

Habitats côtiers : l'augmentation des inondations provoquées par l'élévation du niveau de la mer mettra les communautés et les infrastructures des régions côtières en danger dans les pays tels que le Bangladesh, la Chine, l'Inde, le Myanmar et la Thaïlande.

De gevolgen van de klimaatverandering in Azië

De belangrijkste bron van luchtverontreiniging is de verbranding van biomassa en fossiele brandstoffen. Dit vormt terzelfder tijd 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 gassen 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 van 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 ongekeerde snelheid. Hierbij komen heel wat broeikasgassen vrij. Door versnelde afsmelting van gletsjers kan de het aantal overstromingen toenemen, en op lange termijn de rivierstroming afnemen.

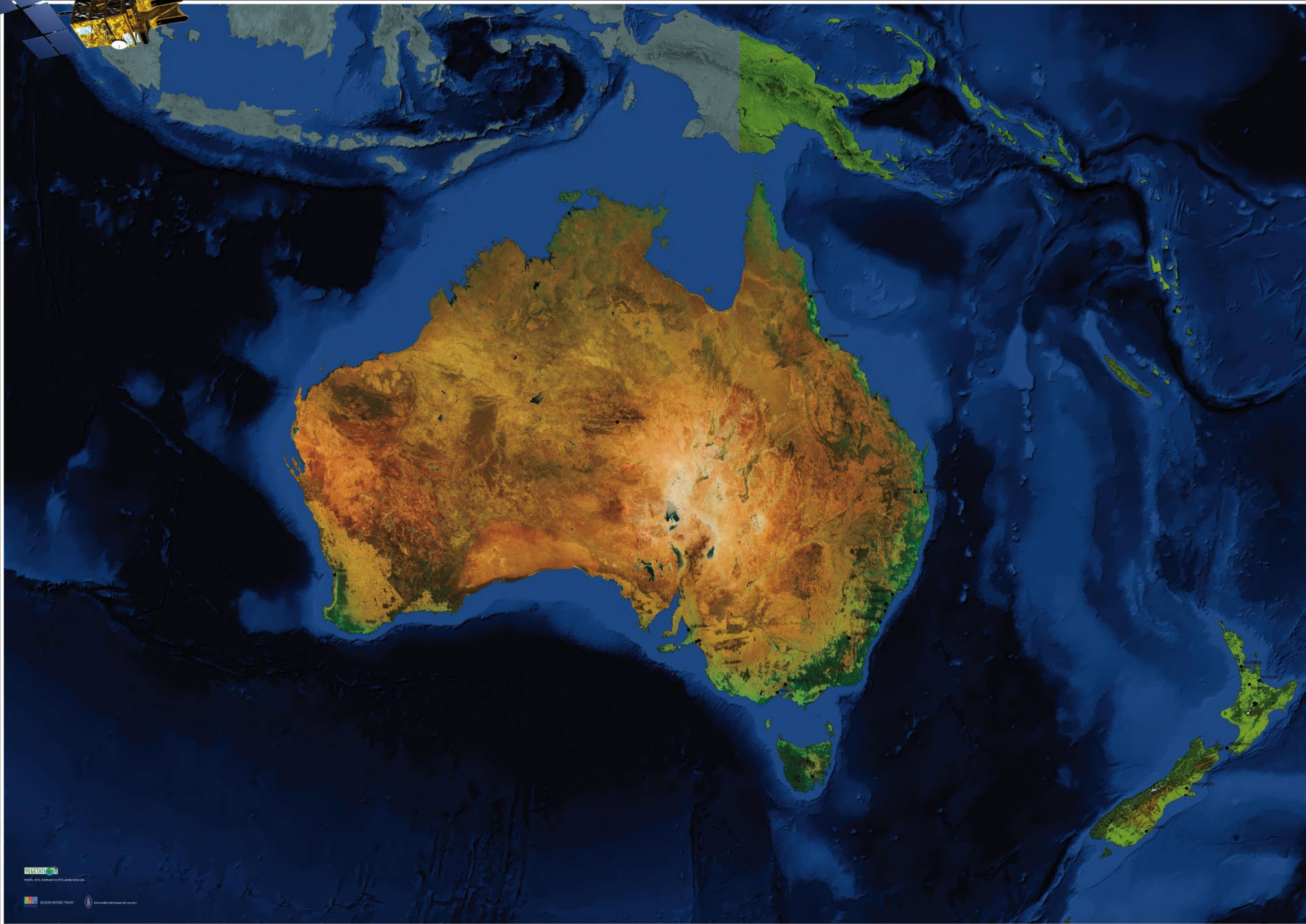
Kustbewoning: Elke toename in zeeniveau zal gemeenschappen en infrastructuur in kustgebieden in gevaar brengen in landen zoals Bangladesh, China, India, Myanmar en Thailand.

Satellites and World Heritage sites,
partners to understand climate change

Les satellites surveillent le changement climatique
sur les sites du patrimoine mondial

Los satélites, vigías del cambio climático
sobre el Patrimonio Mundial

Klimaatverandering en werelderfgoedsites
onder het wakende oog van satellieten



Effects of Climate Change in Oceania

Since 1950, temperatures have risen by 0.4 to 0.7°C, with more heat waves and a 70 mm rise in sea level.

It is likely that floods, landslides, droughts and storm surges will become more frequent and intense, while snow and frost should become less frequent in this region.

Vulnerability of Small Islands Developing States (SIDS): Sea level rise is expected to reduce island size, and exacerbate flooding, storm surges, erosion and other coastal hazards, thus threatening vital infrastructure, settlements and sources of livelihood.

One example of island vulnerability to environmental change is Tuvalu, where islanders may need to relocate to other countries to escape sea level rise. Tuvalu's culture is strongly related to the local environment, and coping mechanisms embedded in such cultures might be lost, making society less resilient to future natural disasters.

World's greatest living structure in peril: Australia's Great Barrier Reef could lose 95% of its living coral by 2050 should ocean temperatures increase by 1.5°C.

Les effets du changement climatique en Océanie

Depuis 1950, les températures ont augmenté de 0,4 à 0,7 °C dans la région ; on observe un plus grand nombre de vagues de chaleur et le niveau de la mer s'est élevé de 70 mm.

Il est probable qu'à l'avenir, des événements comme les inondations, les glissements de terrains, les sécheresses et les ondes de tempête soient plus fréquents et plus intenses, tandis que la neige et le gel devraient se faire plus rares.

Vulnérabilité des petits États insulaires en développement (PEID) : selon les projections actuelles, l'élévation du niveau de la mer réduirait la taille des îles tout en aggravant les inondations, les ondes de tempêtes, l'érosion et d'autres risques côtiers, mettant ainsi en danger des infrastructures, des habitations et des moyens de subsistance vitaux pour les populations.

Tuvalu est emblématique de la vulnérabilité des petites îles face au changement climatique. Ses habitants devront peut-être migrer vers d'autres pays afin d'échapper à l'élévation du niveau de la mer. Or, la culture de cette île est fortement liée à son environnement. Les mécanismes d'adaptation qui sont ancrés dans cette culture risquent donc d'être perdus à jamais, érodant la capacité de résilience des populations face aux catastrophes naturelles futures.

La plus grande structure vivante du monde en péril : la Grande Barrière de corail d'Australie pourrait perdre 95 % de son corail vivant d'ici 2050 si la température des océans venait à augmenter de 1,5 °C.

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 het zeeniveau met 70 mm gestegen.

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

Kwetsbaarheid van de kleine eilandstaten in ontwikkeling (SIDS): door zeespiegelstijgingen zullen deze staatjes aan oppervlakte inboeten, en zullen overstromingen, stormvloedën, erosie en andere risico's voor de kustgebieden toenemen. Hierdoor lopen infrastructuur, stedelijke gebieden en vitale bestaansmiddelen 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 gelinkt aan 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.

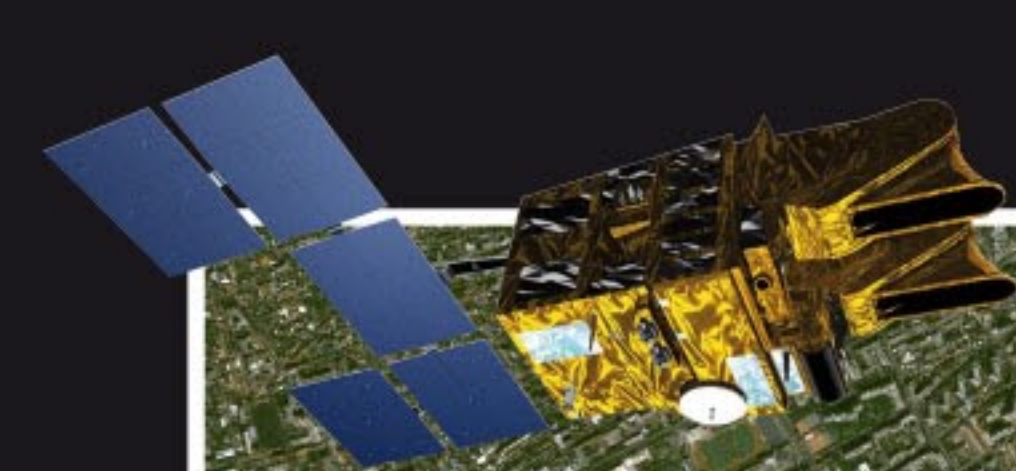
De grootste levende structuur ter wereld in gevaar: het Grote Barrièrerif van Australië dreigt 95 % van zijn levende koraal te verliezen tegen 2050 indien de temperatuur van de oceanen met 1,5 °C stijgt.

Satellites and World Heritage sites, partners to understand climate change

Les satellites surveillent le changement climatique sur les sites du patrimoine mondial

Los satélites, vigías del cambio climático sobre el Patrimonio Mundial

Klimaatverandering en werelderfgoedsites onder het wakende oog van satellieten



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



France
Francia

Paris, Banks of the Seine: Hydrological Models Estimate Water Decrease

From the Louvre to the Eiffel Tower, from the Place de la Concorde to the Grand and Petit Palais, the evolution of Paris and its history can be traced along the River Seine, and include such architectural masterpieces as the Cathedral of Notre-Dame and Sainte Chapelle.

The River Seine is extremely vulnerable to anomalies. From 20 January to 15 March 1910, Paris was severely flooded. The water of the Seine reached 8.62 m in height and about 20,000 buildings were inundated. It took 35 days for the water level to return to normal.

A climate change study using 12 different anthropogenic scenarios for the Seine and 5 different hydrological models, concludes that there will be a marked depletion of water resources during the 21st century, with an annual mean decrease in both water table level and river discharge. However, the study suggests that the centennial flooding would remain of the same order of magnitude.

Paris, quais de Seine : les modèles hydrologiques projettent une baisse du niveau d'eau

Du Louvre à la tour Eiffel, de la place de la Concorde aux Grand et Petit Palais, l'évolution de la ville de Paris et son histoire se dessinent le long de la Seine. Au fil de l'eau, on découvre des chefs-d'oeuvre architecturaux comme la cathédrale Notre-Dame et la Sainte-Chapelle.

La Seine est extrêmement vulnérable aux anomalies. En 1910, Paris a eu les pieds dans l'eau du 20 janvier au 15 mars ; la crue de la Seine a atteint 8,62 m, inondant près de 20 000 immeubles. Il a fallu attendre 35 jours pour que le niveau du fleuve revienne à la normale.

D'après une étude sur les effets des changements climatiques sur la Seine, prenant en compte 12 scénarios d'émission de gaz à effet de serre et 5 modèles hydrologiques, les ressources en eau diminueront fortement au cours du 21^e siècle avec une baisse du débit moyen annuel du fleuve mais aussi du niveau de la nappe phréatique. La crue centennale resterait cependant du même ordre de grandeur qu'auparavant.

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

Langsheen de Seine van het Louvre tot de Eiffeltoren, van de place de la Concorde tot het Grand Palais en het Petit Palais ontvouwt zich de stad Parijs en zijn geschiedenis. 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.

Uit 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 21e 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 van dezelfde orde van grootte blijven als voorheen.

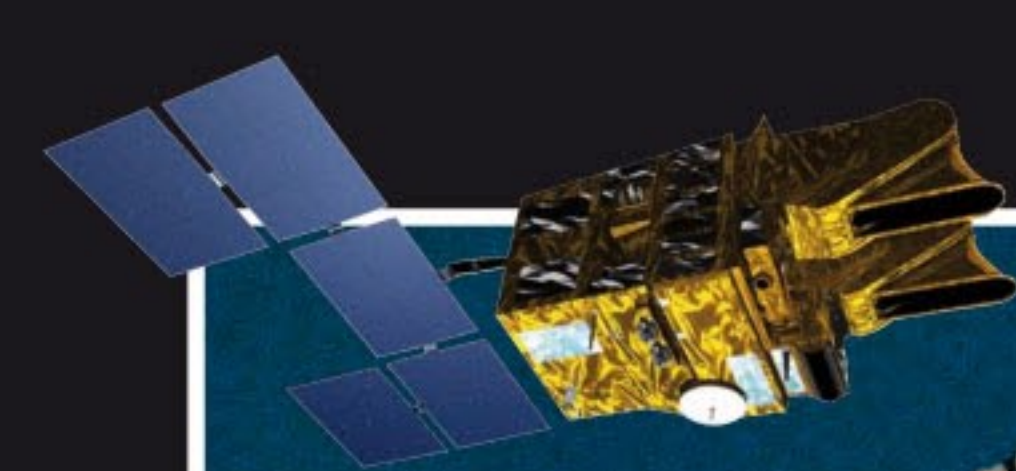
Source/Bron: Évolution potentielle du régime des crues de la Seine sous changement climatique (Ducharme et al, 2010)

Satellites and World Heritage sites,
partners to understand climate change

Les satellites surveillent le changement climatique
sur les sites du patrimoine mondial

Los satélites, vigías del cambio climático
sobre el Patrimonio Mundial

Klimaatverandering en werelderfgoedsites
onder het wakende oog van satellieten



Intensification of ENSO Effects in the Galapagos Islands

The Galapagos Islands are a unique 'living museum and showcase of evolution'. Their ecosystems are high in diversity and endemism and home to unusual animal lifeforms, including the land iguana and the giant tortoise.

Past climate events are key to understanding how climate change will affect the future of the Galapagos. Strong El Niño Southern Oscillation (ENSO) events have shaped the living communities of the archipelago over millennia. Recently, during the strong events of 1981–82 and 1997–98, marine ecosystems starved as a result of the disappearance of cold-water upwelling, which is rich in nutrients. Vital species sustaining entire communities, such as coral and seaweed, were devastated. Coastal fauna breeding decreased, nesting patterns changed, and the mortality rates of birds, reptiles and sea lions all increased.

Climate change has the potential to cause rises in sea level, sea temperatures, ocean acidification and rainfall, all of which would exacerbate regional ENSO climate impacts.

Intensification des conséquences d'El Niño dans les îles Galapagos

Les îles Galápagos sont un véritable musée vivant et une vitrine de l'évolution unique. Leurs écosystèmes présentent une diversité et un endémisme importants et abritent des espèces rares telles que l'iguane terrestre et la tortue géante.

Les événements climatiques passés permettent de comprendre comment le changement climatique affectera les Galápagos à l'avenir. Des événements El Niño – oscillation australe (ENOA) importants ont modelé les communautés vivantes de l'archipel tout au long des millénaires. Lors des événements sévères de 1981-1982 et 1997-1998, l'arrêt des remontées d'eaux froides riches en nutriments a affamé les écosystèmes marins. Certaines espèces vitales pour des communautés entières, telles que les coraux et les algues, ont été dévastées. Les taux de reproduction de la faune côtière ont baissé, les modèles de nidification ont changé et les taux de mortalité d'oiseaux, de reptiles et d'otaries ont augmenté.

Le changement climatique pourrait provoquer une augmentation du niveau de la mer, de sa température, de l'acidification de l'océan et des précipitations, et tous ces effets intensifieraient les impacts locaux d'ENOA.

Toenemende gevolgen van El Niño op de Galapagos

De Galapagoseilanden vormen een uniek levend museum en uitstalraam van de evolutie, met ecosystemen die sterk door endemie en diversiteit worden gekenmerkt. Op die eilanden wonen ongewone 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 (ENSO - El Niño Southern Oscillation) heeft de leefgemeenschappen van de archipel gedurende vele millennia gemodelleerd. 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 sterftcijfer 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.

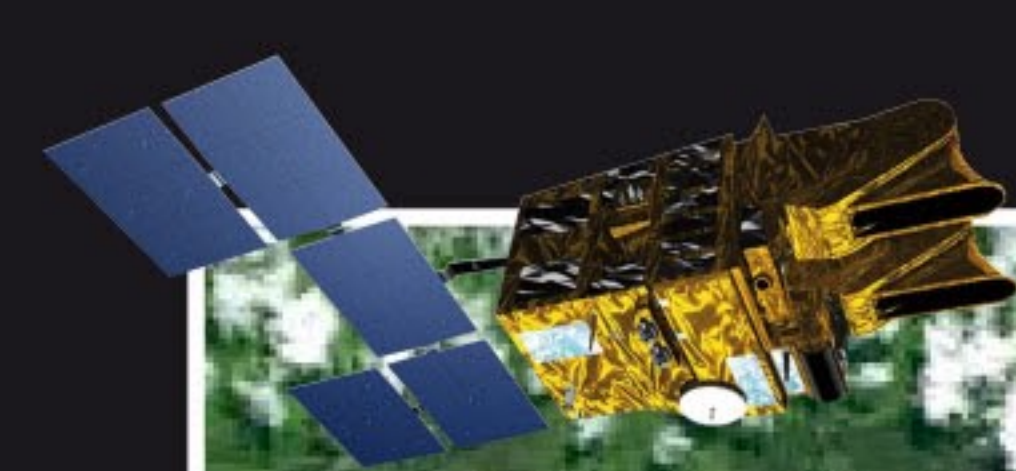
Ecuador
Équateur

Satellites and World Heritage sites, partners to understand climate change

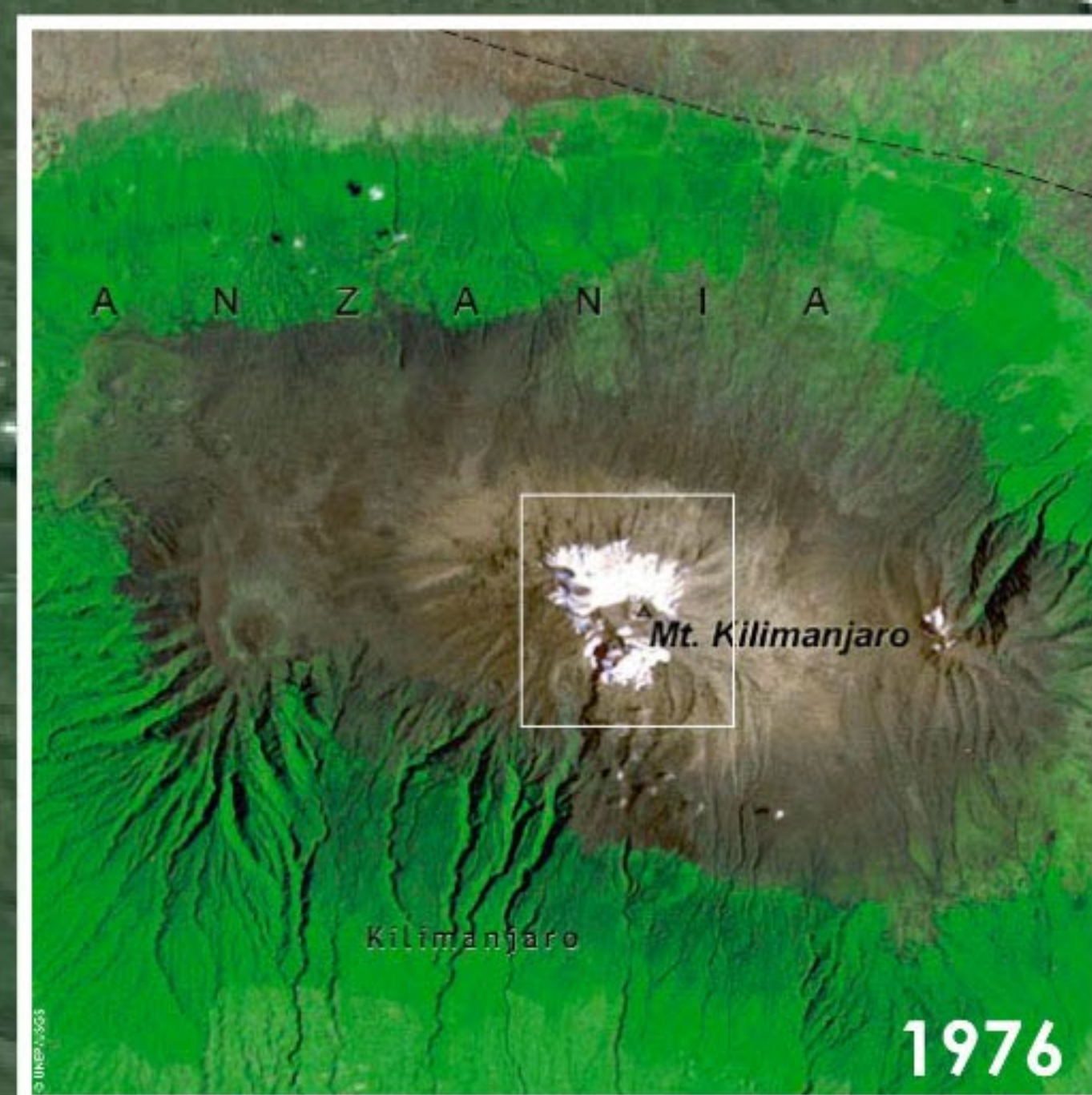
Les satellites surveillent le changement climatique sur les sites du patrimoine mondial

Los satélites, vigías del cambio climático sobre el Patrimonio Mundial

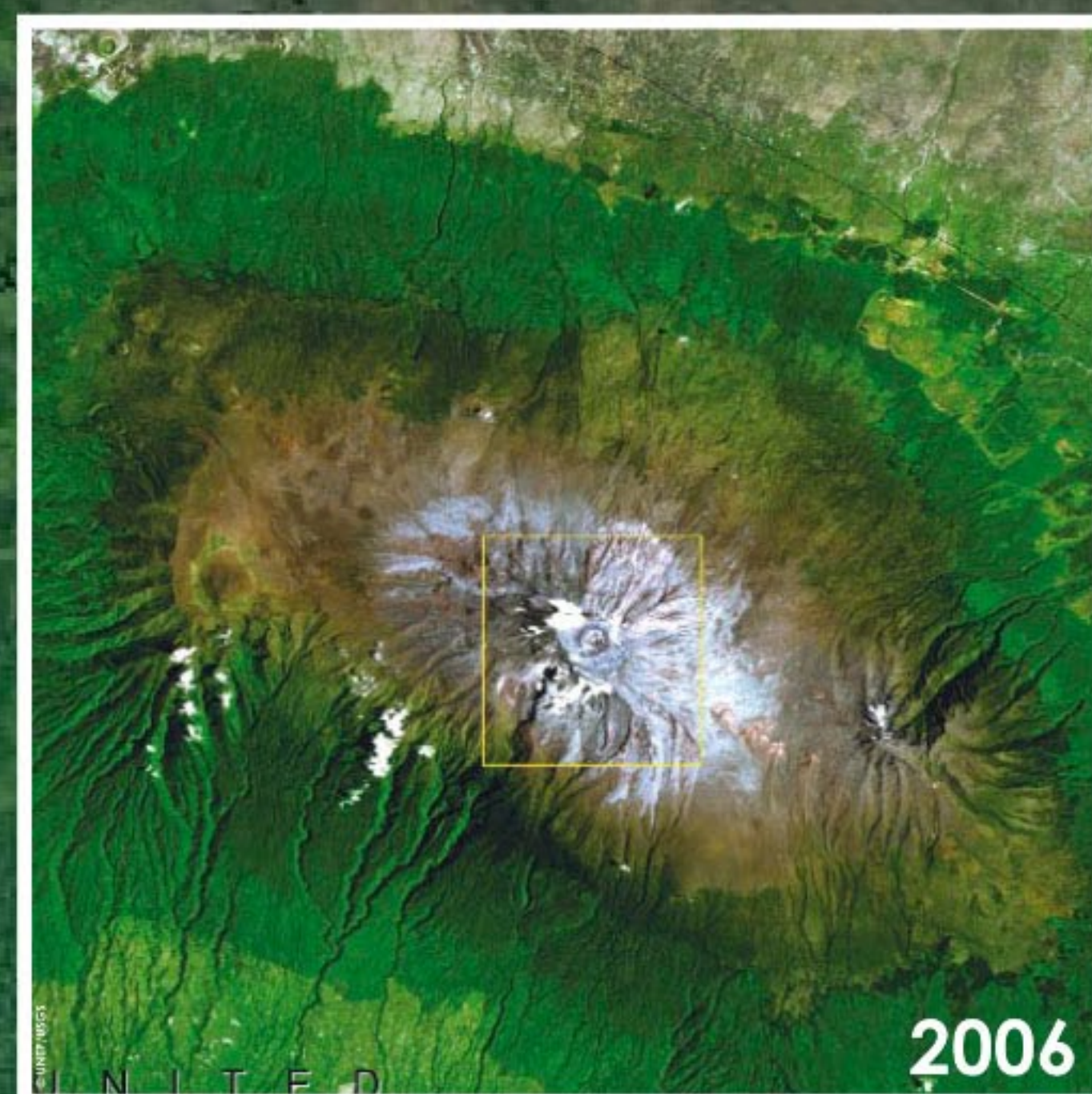
Klimaatverandering en werelderfgoedsites onder het wakende oog van satellieten



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



1976



2006



United Republic of Tanzania
République-Unie de Tanzanie
República Unida de Tanzania

2002

Disappearance of Glaciers on Mount Kilimanjaro

At 5,895 m, Mount Kilimanjaro is the highest mountain in Africa. The glaciers on its surface have persisted for at least 10,000 years. However, the effects of global climate change, combined with human activities, have resulted in the loss of 80% of this area during the 20th century. This shrinkage has had a huge impact on the rivers that depend on ice melt for their flow. It also carries serious implications for the growing population that lives on and around the mountain, who depend on its hydrological and ecological functions.

The total ice cover of the summit has diminished from 12,058 m² in 1912 to 3,305 m² in 1989. This amounts to the loss of more than half a metre each year. Should this trend continue, it will likely lead to the complete disappearance of the Kilimanjaro ice fields within the next 15 years.

Disparition des glaciers du mont Kilimandjaro

Avec ses 5 895 m d'altitude, le mont Kilimandjaro est la plus haute montagne d'Afrique. Ses glaciers ont persisté pendant au moins 10 000 ans. Au cours du 20^e siècle cependant, ils ont perdu 80 % de leur surface, suite aux effets combinés du changement climatique et des activités humaines. Le recul des glaciers a eu un impact important sur les cours d'eau dont le débit dépend de la fonte des glaces. Le recul des glaciers a également des répercussions très sérieuses sur les populations croissantes du mont Kilimandjaro et de ses environs, car ces populations dépendent des fonctions hydrologiques et écologiques de la montagne.

La couverture totale de glace du sommet a diminué de 12 058 m² à 3 305 m² entre 1912 et 1989. Cette perte correspond à un recul de plus de 50 cm par an. Si ce rythme se maintient, le champ de glace du Kilimandjaro pourrait disparaître totalement en moins de 15 ans.

Afsmelting 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 % 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 wonen, want zij zijn afhankelijk van de hydrologische en ecologische functies van de berg.

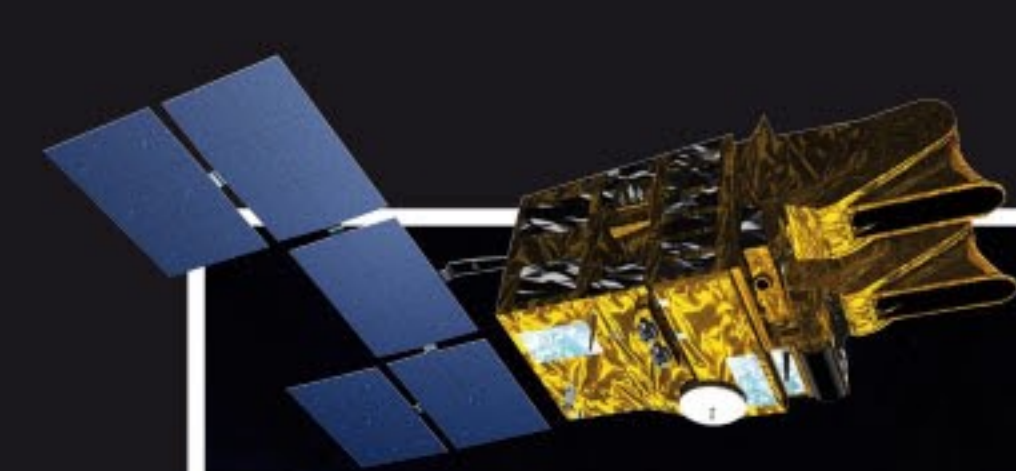
Op de top is de totale ijsbedekking gedaald van 12.058 m² in 1912 tot 3.305 m² in 1989. Dit komt neer op een jaarlijkse afname van meer dan een halve meter. Indien die huidige trend niet wordt omgebogen, zou het ijsveld op de Kilimanjaro in minder dan vijftien jaar tijd wel eens volledig verdwenen kunnen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

Satellites and World Heritage sites,
partners to understand climate change

Les satellites surveillent le changement climatique
sur les sites du patrimoine mondial

Los satélites, vigías del cambio climático
sobre el Patrimonio Mundial

Klimaatverandering en werelderfgoedsites
onder het wakende oog van satellieten



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



Loss of Corals, Mangroves and Turtles in the Komodo National Park

The satellite image shows the sea, coral and mangrove beaches of Komodo. This park features some of the world's most diverse coral reefs and is famous for the last remaining habitat of the world's largest lizard, the Komodo dragon (*Varanus komodoensis*), which exists nowhere else in the world.

Increased CO₂ concentrations in the sea and higher sea surface temperature threaten the existence of the coral reefs. Meanwhile, sea-level rise is endangering the conservation of mangrove forests in the park and threatening turtle-nesting beaches. The warmer environment is also affecting the sea turtles, since the incubation temperature of eggs co-determines the sex of hatchlings, with higher temperatures causing a predominance of female hatchlings. While more females may enhance the fertility of the sea turtle population, this effect may be nullified by the loss of nesting beaches.

Disparition des coraux, des mangroves et des tortues dans le Parc national de Komodo

Cette image satellite montre la mer, les récifs coralliens et les plages de mangroves de Komodo. Ce parc héberge certains des récifs coralliens les plus riches au monde, mais il doit aussi sa célébrité au fait qu'il est le dernier habitat du plus grand lézard du monde : le varan de Komodo (*Varanus komodoensis*).

L'augmentation des concentrations de CO₂ dissout et de la température de la mer menacent la survie des récifs coralliens. Parallèlement, l'augmentation du niveau de la mer met en danger la préservation des forêts de mangroves et des plages de nidification des tortues. L'augmentation des températures affecte également les tortues de mer, car la température d'incubation des oeufs est un facteur déterminant du sexe des couvées ; des températures plus élevées entraînent en effet une prédominance de femelles. Bien qu'une proportion plus élevée de femelles puisse augmenter la fertilité des populations de tortues de mer, cet effet pourrait être annulé par la disparition des plages de nidification.

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

Op de satelliefoto zijn de zee, de koraalriffen en de mangrovestranden van Komodo te zien. Dat 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.

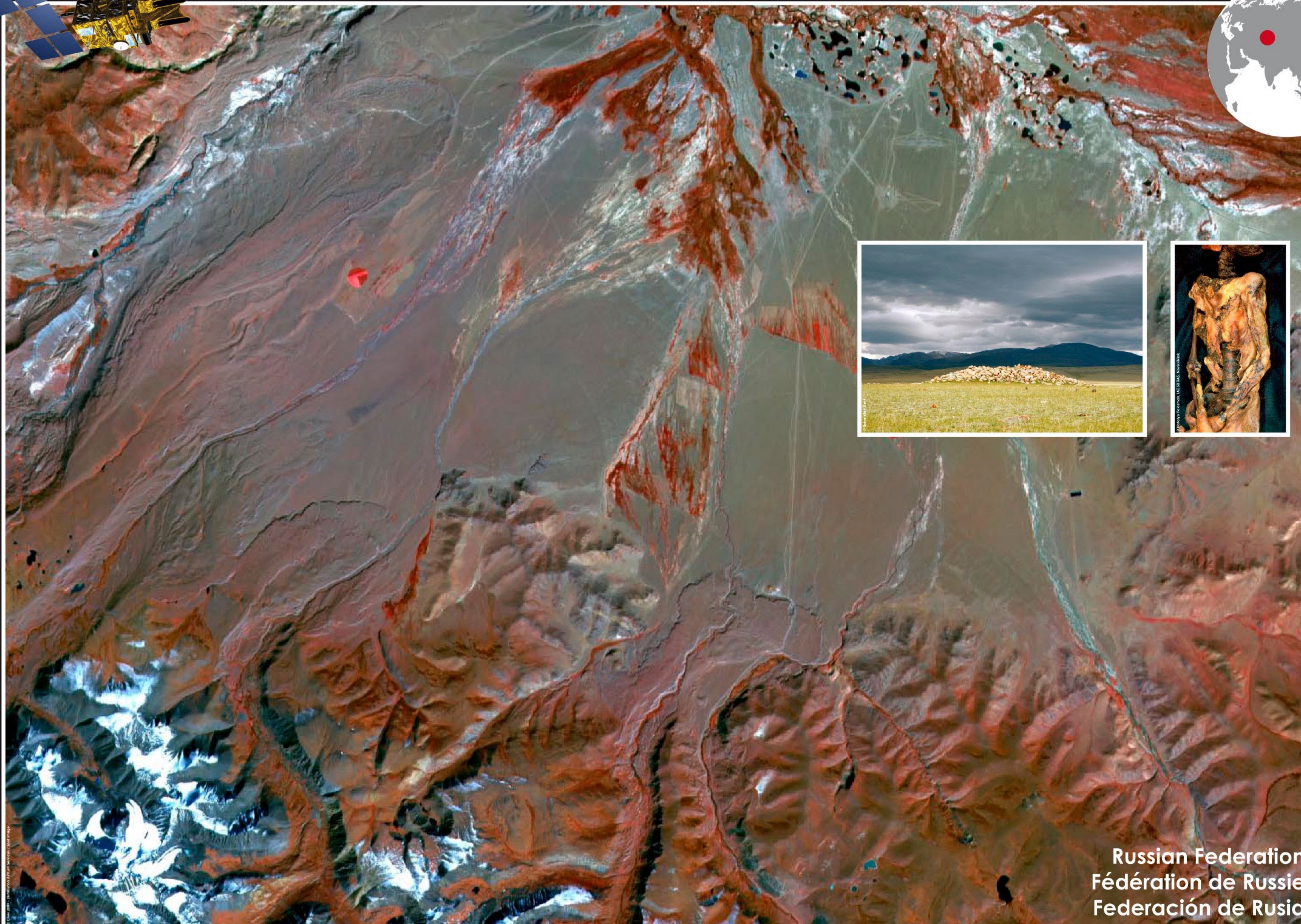
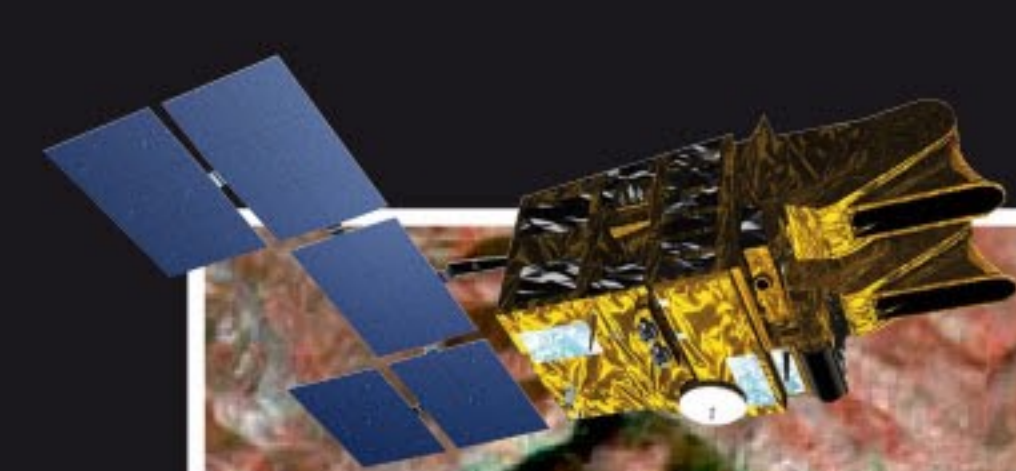
Indonesia
Indonésie

Satellites and World Heritage sites,
partners to understand climate change

Les satellites surveillent le changement climatique
sur les sites du patrimoine mondial

Los satélites, vigías del cambio climático
sobre el Patrimonio Mundial

Klimaatverandering en werelderfgoedsites
onder het wakende oog van satellieten



Russian Federation
Fédération de Russie
Federación de Rusia

Loss of Permafrost in the Golden Mountains of Altai

The Scythians built burial tombs - known as kurgans - in the Altai region (Siberia). These are uniquely situated in a permafrost zone. Permafrost is defined as soil that is below 0 °C for two years or more.

Due to the permafrost, the grave contents are perfectly preserved. They include metal and gold objects, and even organic material (mummified and sometimes beautifully tattooed human bodies, sacrificed horses, wood or leather items, clothes, textiles, etc.). However, the Altai permafrost is now endangered by climate change. Experts have detected a temperature increase of 2 °C over the past 100 years. Consequently, permafrost is disappearing in certain areas.

Ghent University (Belgium) is carrying out a complete survey of the area with UNESCO's support, using satellite techniques and field investigations. This will assist the relevant authorities in deciding what should be done to preserve this unique cultural heritage, which has been frozen for over 2,500 years.

Fonte du pergélisol dans les montagnes dorées de l'Altai

Dans la région de l'Altai (Sibérie) se trouvent des monticules funéraires, appelés kurgans, construits par les Scythes durant l'Antiquité. Leur localisation dans du pergélisol (sol d'une température inférieure à 0 °C pendant au moins deux ans) a permis la conservation exceptionnelle des tombes et de leur contenu, qu'il s'agisse d'objets en métal ou en or, ou de matières organiques (corps momifiés, parfois couverts de tatouages magnifiques, chevaux sacrifiés, objets en bois ou cuir, vêtements, textiles, etc.). Mais le pergélisol de l'Altai est menacé par le changement climatique. Les experts ont détecté une augmentation de température de 2 °C au cours des 100 dernières années avec pour conséquence une disparition du pergélisol par endroits.

L'Université de Gand (Belgique), soutenue par l'UNESCO, mène à bien une étude complète de la zone, qui combine les techniques de l'imagerie satellitaire et le travail de terrain. Cette étude aidera les autorités compétentes à prendre les décisions nécessaires à la conservation de ce patrimoine culturel unique, conservé dans la glace depuis plus de 2 500 ans.

Het smelten van de permafrost in de Gouden Bergen van Altaj

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 getatoueerde 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.

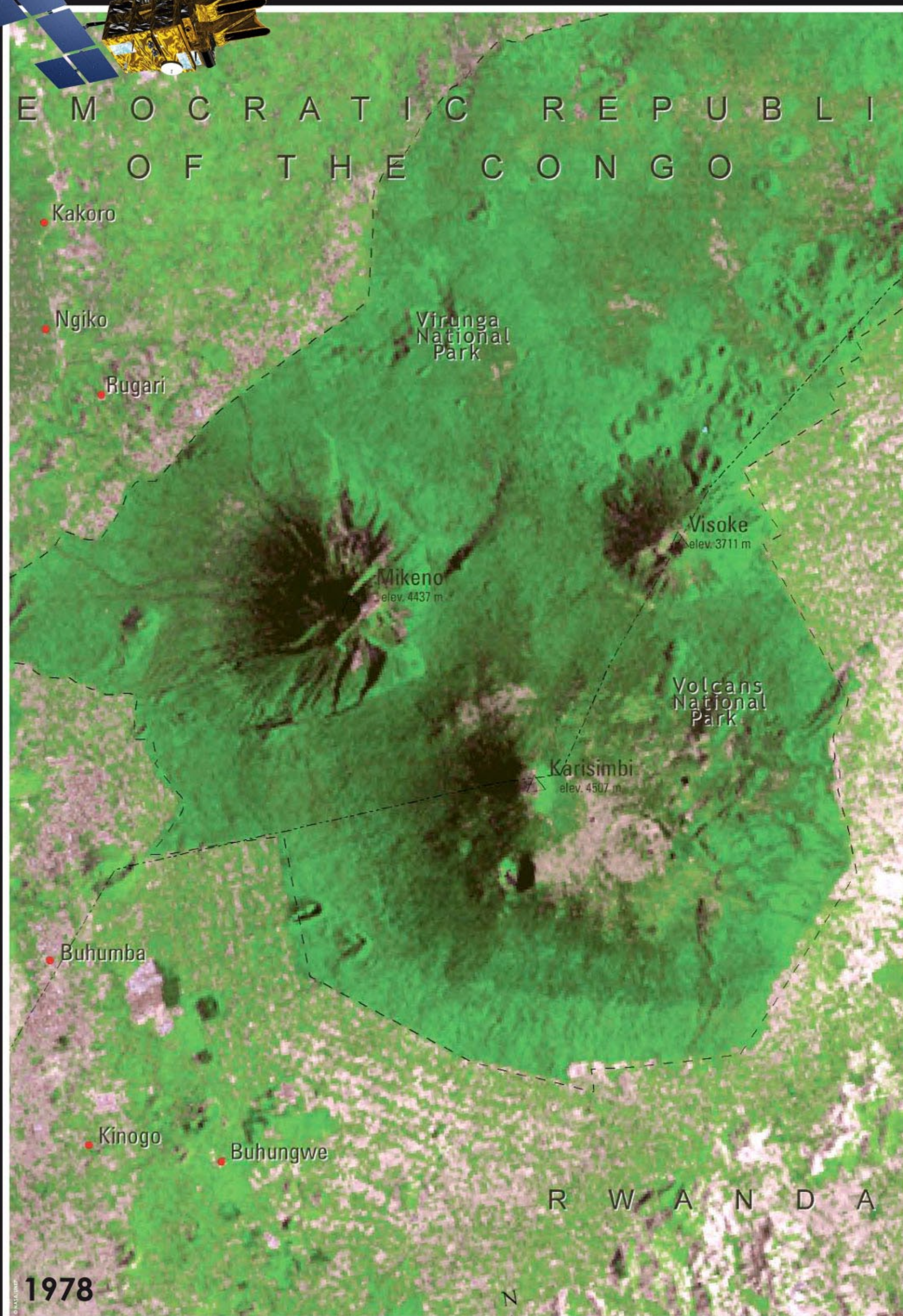
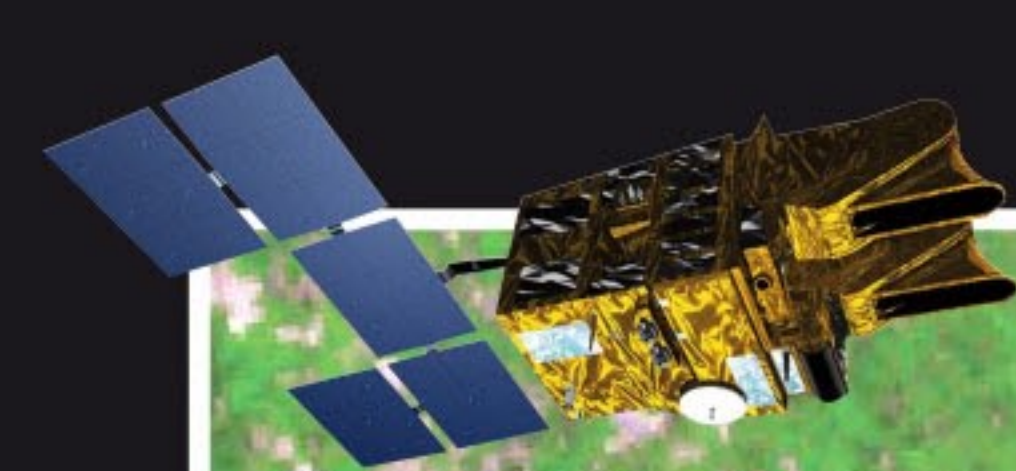
De Universiteit Gent (België) verricht een volledige studie van de zone met de steun van de UNESCO, waarbij satellietbeelden en terreinwerk elkaar aanvullen. Op grond daarvan kunnen de bevoegde overheden de nodige beslissingen nemen om dit unieke cultuurerfgoed in stand te houden, dat meer dan 2.500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

Satellites and World Heritage sites,
partners to understand climate change

Les satellites surveillent le changement climatique
sur les sites du patrimoine mondial

Los satélites, vigías del cambio climático
sobre el Patrimonio Mundial

Klimaatverandering en werelderfgoedsites
onder het wakende oog van satellieten



1978

Satellites and World Heritage sites, partners to understand climate change

Les satellites surveillent le changement climatique sur les sites du patrimoine mondial



2005

R W A N D A
Democratic Republic of Congo
République démocratique du Congo
República Democrática del Congo

Los satélites, vigías del cambio climático sobre el Patrimonio Mundial



Understanding and Protecting the Virunga National Park Carbon Sink

The Virunga Volcanoes are situated in the Albertine Rift where Uganda, Rwanda and the Democratic Republic of Congo meet. The area hosts more endemic vertebrate species than any other region of mainland Africa. The Virunga National Park is situated on the edge of the Congo Basin forest, the second-largest forest block in the world. Its mosaic of ecosystems – rivers, forests, savannah, swamps and flooded forests – are teeming with life. Its forests regulate local climate and the flow of water, protect and enrich soils, control diseases and safeguard water quality. Such forests are also important carbon sinks, thereby contributing to the regulation of the Earth's climate. Although their conservation is essential, our knowledge of humid tropical forests and their rates of change remains limited. Two programmes (FAO and TREES II) have recently been completed, using the global imaging capabilities of Earth observation satellites to provide information on the dynamics of tropical forest cover. UNESCO and its partners have used satellite images in the Virungas to develop base maps and facilitate management decisions.

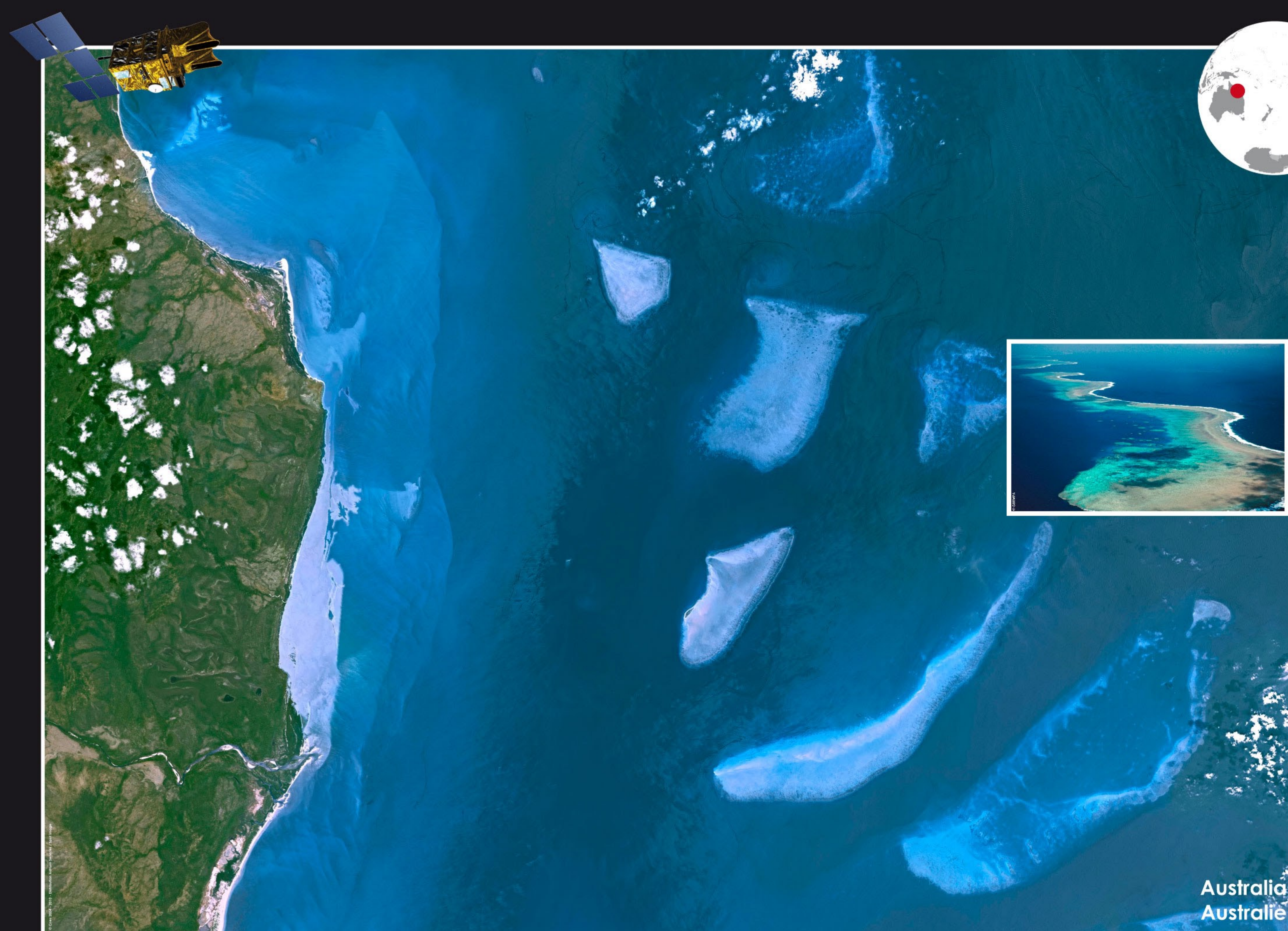
Comprendre et protéger le puits de carbone du Parc national des Virunga

Les volcans Virunga sont situés dans le Rift Albertin, là où l'Ouganda, le Rwanda et la République démocratique du Congo se rejoignent. Cet endroit héberge plus d'espèces vertébrées endémiques que toute autre région d'Afrique continentale. Le Parc national des Virunga est situé au bord du bassin du Congo, le deuxième massif forestier tropical du monde. Sa mosaïque d'écosystèmes, composée de rivières, de forêts, de savanes, de marécages et de forêts inondées, déborde de vie. Les forêts des Virunga régulent le climat local et les écoulements d'eau, protègent et enrichissent les sols, participent au contrôle des maladies et préservent la qualité de l'eau. De telles forêts sont également des puits de carbone importants, qui contribuent à la régulation du climat de la Terre. Bien que leur conservation soit essentielle, notre connaissance des forêts tropicales humides et de la vitesse à laquelle elles se modifient demeure limitée. Deux programmes (FAO et TREES II) ont récemment permis de fournir des informations sur la dynamique des forêts tropicales, grâce aux capacités d'observation globale des satellites d'observation de la Terre. L'UNESCO et ses partenaires ont utilisé l'imagerie satellitaire dans les Virunga pour développer des fonds de cartes et faciliter la prise de décision pour la gestion du Parc.

De kooldioxide-opslag in het Virunga National Park begrijpen en beschermen

De vulkanen van Virunga bevinden zich in de Albertine Rift op het drielandenpunt waar de grenzen van Oeganda, Rwanda en de Democratische Republiek Congo elkaar treffen. Die regio huisvest 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 overstroomde 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. Die wouden zijn belangrijke koolstofputten 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. De UNESCO en haar partners hebben satellietbeelden gebruikt om basiskaarten te maken van het park en de managementbesluitvorming te vergemakkelijken.

Klimaatverandering en werelderfgoedsites onder het wakende oog van satellieten



Coral Bleaching in the Great Barrier Reef

Corals have a symbiotic relationship with algae called zooxanthellae, which provide their colouration. Under stress, corals may release the zooxanthellae, thus losing their colour. One of the most common stress factors associated with bleaching is elevated sea temperature. Global climate change may play a role in the increase of coral bleaching events.

The Great Barrier Reef is the largest coral reef ecosystem in the world (344,400 km²), with 400 species of corals. In 1998 and 2002, major bleaching events occurred in the region. In 2002, between 60% and 95% of corals were affected. The corals of most of the reefs recovered well, but about 5% died.

According to model projections, the sea temperature in this region will increase from 2°C to 5°C by 2100. The most likely outlook is that mass bleaching events will become more frequent on the Australian coast in the coming decades, leading to widespread death of corals.



Blanchiment des coraux de la Grande Barrière

Les coraux vivent en symbiose avec des algues appelées zooxanthelles, qui leur donnent leur couleur. Lorsqu'ils subissent un stress, les coraux peuvent expulser les zooxanthelles et apparaissent alors blancs. L'un des facteurs de stress le plus communément associé au blanchiment est l'augmentation de la température de la mer. Le changement climatique pourrait donc avoir pour conséquence une augmentation des événements de blanchiment de coraux.

La Grande Barrière, qui abrite 400 espèces de coraux, est le plus grand écosystème corallien au monde (344 400 km²). Des événements de blanchiment importants ont eu lieu dans la région en 1998 et en 2002. En 2002, entre 60 % et 95 % des coraux ont été atteints. La plus grande partie des récifs se sont reconstitués, mais près de 5 % des coraux sont morts.

D'après les modèles climatiques, la température de la mer augmentera de 2 °C à 5 °C d'ici à 2010 dans la région. Il y a donc une forte probabilité que les épisodes de blanchiment de masse soient plus fréquents sur la côte australienne dans les décennies à venir, ce qui aboutirait à terme à la mort généralisée des coraux.

Verbleking van het koraal van het Grote Barrièrerif

Koraal heeft een symbiotische verhouding met algen genaamd zoöxanthellae die het zijn kleur geeft. Bij stresssituaties laat het koraal die algen los en verliest het zo 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 Grote Barrièrerif is het grootste koraalecosysteem ter wereld (344 400 km²), en herbergt 400 koraalsoorten. In 1998 en in 2002 deden zich belangrijke verblekingsincidenten voor. In 2002 werd 60 % tot 95 % van het koraal aangetast. Op de meeste riffen heeft het koraal zich intussen hersteld, zo'n 5 % van het koraal is gestorven.

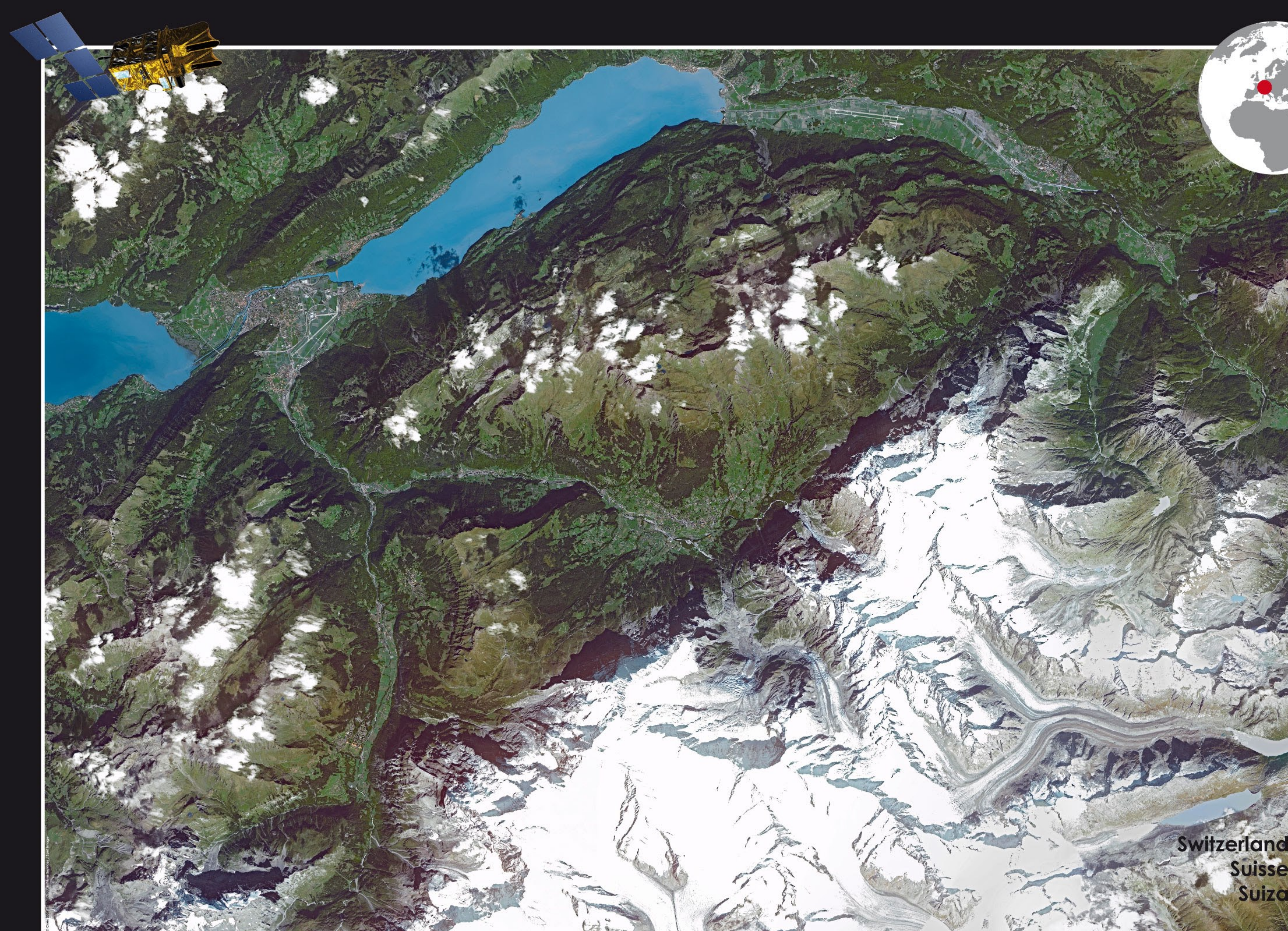
Uit modelvoorspellingen blijkt dat de zeetemperatuur in het Grote Barrièrerif tegen het jaar 2100 met 2 tot 5 °C zal stijgen. Waarschijnlijk zullen de verblekingsincidenten langs de Australische kust in de komende decennia steeds frequenter worden, met een wijdverspreid afsterven van het koraal tot gevolg.

Satellites and World Heritage sites, partners to understand climate change

Les satellites surveillent le changement climatique sur les sites du patrimoine mondial

Los satélites, vigías del cambio climático sobre el Patrimonio Mundial

Klimaatverandering en werelderfgoedsites onder het wakende oog van satellieten



The Jungfrau-Aletsch-Bietschhorn Area: An Example of Glacier Retreat in the European Alps

The Jungfrau-Aletsch-Bietschhorn area is the most glaciated part of the Alps. It contains the Aletsch glacier, Europe's largest glacier, with an area of 128 km², a length of 23 km and a depth of 900 m, as well as a range of glacial features including U-shaped valleys, cirques, horn peaks and moraines.

Since the mid-19th century it has retreated by 3.4 km. About 1.4 km of this retreat has occurred over the past 56 years. By 2050, it will likely shrink to its smallest size since the late Bronze Age. Between 1850 and 1980 glaciers in the European Alps lost approximately one-third of their area and one-half of their mass. Since 1980 another 20% to 30% of the ice has melted. If this trend continues, it is likely that 75% of the glaciers in the Swiss Alps will disappear by 2050. Glacier melting in the Alps will affect important European rivers such as the Rhine, the Rhone and the Danube, decreasing Europe's freshwater supply.

La région de Jungfrau-Aletsch-Bietschhorn : un exemple de retrait glaciaire dans les Alpes européennes

La région de Jungfrau-Aletsch-Bietschhorn est la partie glaciaire la plus importante des Alpes. Elle abrite le glacier de l'Aletsch qui, avec une superficie de 128 km², une longueur de 23 km et une profondeur de 900 m, est le plus grand glacier d'Europe. Ce glacier présente un ensemble de caractéristiques glaciaires classiques telles que des vallées en U, des cirques, des cornes glaciaires et des moraines.

Il a rétréci de 3,4 km depuis le milieu du 19^e siècle, dont près de 1,4 km au cours des 56 dernières années. D'ici 2050, il est très probable qu'il aura atteint la taille la plus petite de son histoire, depuis la fin de l'âge du bronze. Entre 1850 et 1980, les glaciers des Alpes européennes ont perdu environ un tiers de leur surface et près de la moitié de leur masse. Depuis 1980, 20 à 30 % supplémentaires ont fondu. Si cette évolution continue, 75 % des glaciers des Alpes suisses auront probablement disparu d'ici à 2050. La fonte des glaciers des Alpes affectera le débit des grands fleuves européens tels que le Rhin, le Rhône ou le Danube, réduisant ainsi l'approvisionnement en eau douce de l'Europe.

Het Jungfrau-Aletsch-Bietschhorngebied: een goed 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 die gletsjer ook gekenmerkt door een voor reeks glaciële kenmerken zoals trogdalen, keteldalen, ijspieken en morenen.

Sinds het midden van de 19de eeuw is die gletsjer 3,4 km gekrompen, waarvan zowat 1,4 km de laatste zesenvijftig 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 % gesmolten. Als die trend aanhoudt, zal 75 % van de gletsjers in de Zwitserse Alpen waarschijnlijk tegen 2050 gesmolten zijn. De afsmelting van de alpiene gletsjers heeft gevolgen voor de grote Europese rivieren zoals de Rijn, de Rhône en de Donau, waardoor de zoetwaterreserves inkrimpen.

Switzerland
Suisse
Suiza

Satellites and World Heritage sites, partners to understand climate change

Les satellites surveillent le changement climatique sur les sites du patrimoine mondial

Los satélites, vigías del cambio climático sobre el Patrimonio Mundial

Klimaatverandering en werelderfgoedsites onder het wakende oog van satellieten



Floods Risks to the World Heritage Sites of London

Since the beginning of humankind, people have established their settlements near seas or rivers. Climate change and the eventual consequences of rising sea levels will affect many historic sites.

A particular example is the City of London and the World Heritage sites located in it, or in its immediate vicinity. The combined effects of climate change, specifically sea level rise and an anomalous number of storms, are causing an increase in the amount of sea water entering the tidal Thames Estuary.

London and the Thames Estuary are currently protected by one of the best tidal defence systems in the world, which should have provided a high standard of protection beyond 2030. But the effects of climate change have now exceeded the historical trends of extreme water levels, which were used for the design of the system. This presents an unwelcome picture for flood risk in the future: the Thames Barrier was expected to be raised 2 to 3 times per year. It is now being raised 6 to 7 times per year.

Risques d'inondation des sites du patrimoine mondial de Londres

Depuis l'aube de l'humanité, les hommes se sont installés en bordure de mer ou de cours d'eau. De nombreux sites historiques seront donc touchés en cas d'élévation du niveau de la mer, causée par le changement climatique.

Un exemple particulier est Londres et les sites du patrimoine mondial situés au centre de la ville ou à proximité. Les effets combinés de l'élévation du niveau de la mer et de l'augmentation du nombre de tempêtes, provoquent une montée du niveau d'eau de mer dans l'estuaire de la Tamise.

À l'heure actuelle, Londres et l'estuaire de la Tamise sont dotés de l'un des systèmes de protection contre les marées les plus performants au monde. Les normes utilisées devaient normalement assurer une protection de la ville au-delà de 2030. Mais le système, développé en fonction des tendances historiques de niveaux d'eau extrêmes, est maintenant dépassé par les effets du changement climatique. Les risques d'inondation sont bien plus importants qu'on ne le pensait puisque la barrière de la Tamise, qu'on croyait devoir fermer 2 ou 3 fois par an, est aujourd'hui utilisée 6 à 7 fois par an.

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 zee niveau 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 de beste beveiligingssystemen ter wereld. Die bescherming was gewaarborgd tot na 2030. De gevolgen van klimaatverandering hebben echter de historische trend van extreme waterspiegelniveau's, die werd gebruikt bij het ontwerp van het systeem, oversteegen. 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.

United Kingdom
Royaume Uni
Reino Unido

Satellites and World Heritage sites, partners to understand climate change

Les satellites surveillent le changement climatique sur les sites du patrimoine mondial

Los satélites, vigías del cambio climático sobre el Patrimonio Mundial

Klimaatverandering en werelderfgoedsites onder het wakende oog van satellieten



Threatened Earth Structures in the Chan Chan Archaeological Zone

Chan Chan is one of the most important Pre-Hispanic earthen architecture cities on the American continent. However, intense rainfall is damaging the base of these structures. The higher levels of humidity in the lower parts of the buildings lead to increased salt contamination and to vegetation growth. Moreover, in 1997/98, the intense rains caused by the El Niño phenomenon largely contributed to a rise in groundwater levels.

This anomaly in precipitation intensity, which is putting the archaeological zone in danger, is probably caused by climate change. Despite the support of Earth observation from space, modelling El Niño remains a challenge. UNESCO and its space partners are assisting the Peruvian conservation authorities in documenting Chan Chan before the effects of climate change damage the site further.

Cités de terre en danger dans la zone archéologique de Chan Chan

Chan Chan est l'une des plus importantes cités préhispanique construites en argile du continent américain. Malheureusement, les précipitations intenses endommagent la base des structures de terre et l'augmentation des taux d'humidité dans les parties basses des constructions entraîne une aggravation de la contamination des structures par le sel et favorise la croissance de la végétation. De plus, les précipitations intenses de 1997 - 1998, dues au phénomène El Niño, ont largement contribué à l'élévation de la nappe phréatique.

Cette anomalie de l'intensité des précipitations, qui met la zone archéologique en danger, est probablement un effet du changement climatique. Malgré l'aide apportée par les techniques d'observation de la Terre depuis l'espace, la modélisation du phénomène El Niño demeure un défi. L'UNESCO et ses partenaires actifs dans le domaine spatial soutiennent les autorités péruviennes en charge de la conservation des sites, en complétant les connaissances sur le site de Chan Chan avant que les effets du changement climatique ne le détériorent plus encore.

Aarden structuren in gevaar in de Chan Chan archeologische zone

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 klimaatverandering. Ondanks de extra ondersteuning via aardobservatiesatellieten, blijft het een uitdaging om het klimaattfenomeen El Niño in een model te gieten. De UNESCO en haar ruimtevaartpartners helpen de Peruviaanse autoriteiten verantwoordelijk voor het behoud van de site van het nodige bij het opmeten van de Chan Chan-site voordat de gevolgen van de klimaatverandering de site nog meer beschadigen.

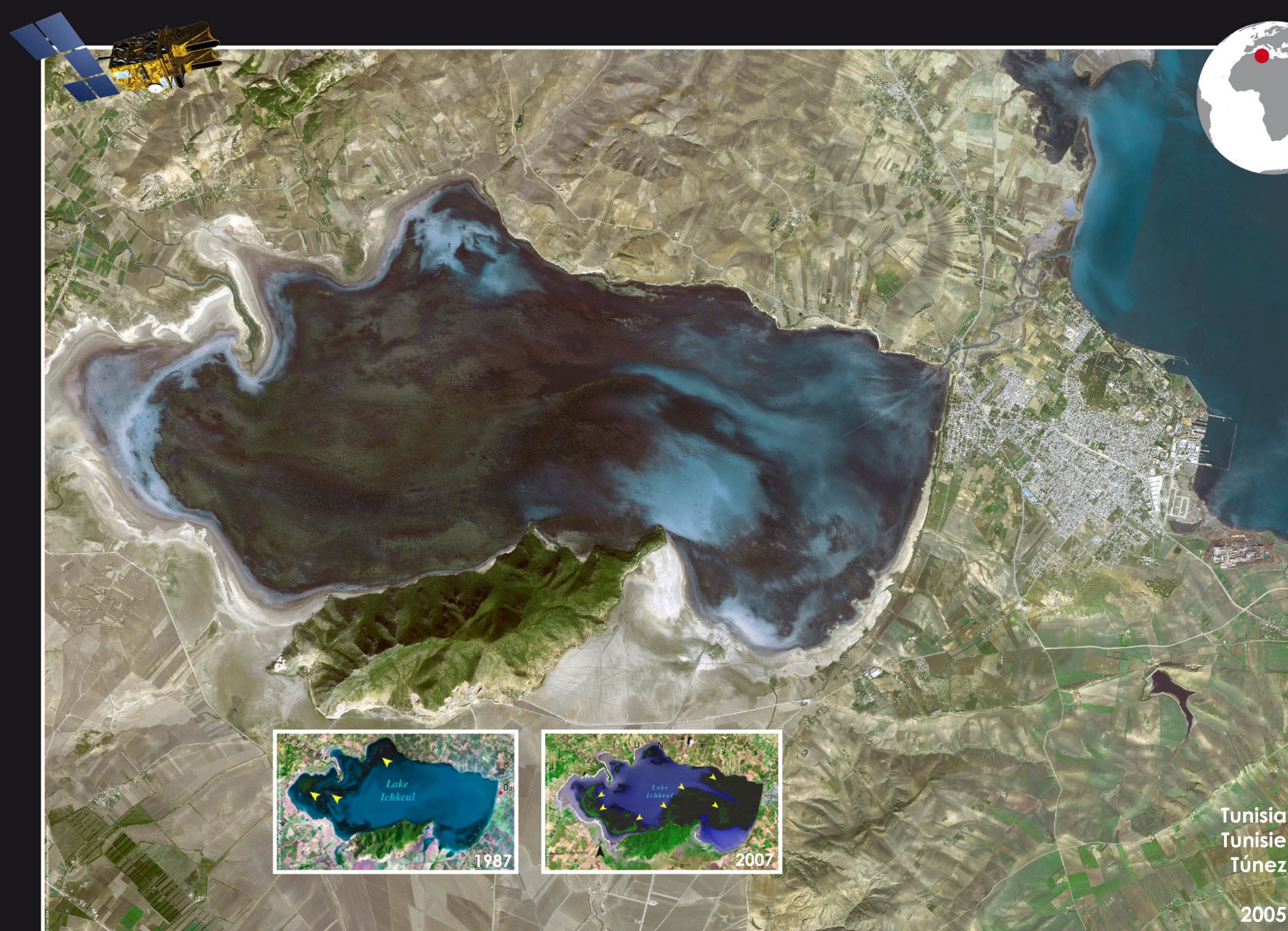
Peru
Pérou
Perú

Satellites and World Heritage sites, partners to understand climate change

Les satellites surveillent le changement climatique sur les sites du patrimoine mondial

Los satélites, vigías del cambio climático sobre el Patrimonio Mundial

Klimaatverandering en werelderfgoedsites onder het wakende oog van satellieten



Loss of Wetlands in Ichkeul National Park

The construction of dams on three of the rivers supplying Lake Ichkeul and its marshes led to long periods of drought between 1993 and 2002, reducing much of the freshwater inflow and resulting in a relative increase in saltwater inflow. In addition, observation of the Ichkeul region shows a decrease in rain since the 1930s. The year-to-year variability of annual precipitation is high; in other words, the frequency of very wet and very dry years has increased in the recent past. Satellite images show that the water surface has reduced as a consequence.

The salinity of the lake has increased, marshes have dried up, and plants that can survive in high-salinity environments (halophytic plants) are replacing freshwater plant species. The images taken in 2005 and 2007 clearly show such new species growing in the lake. One of the direct consequences is a sharp reduction in migratory bird populations, as these birds depend on the lake's previous habitat. Current climate models project that these effects will continue throughout the 21st century.

Disparition de zones humides dans le Parc national de l'Ichkeul

La construction de barrages sur trois des affluents du lac et des marais d'Ichkeul a entraîné de longues périodes de sécheresse entre 1993 et 2002. L'apport d'eau douce a été pratiquement interrompu, ce qui a provoqué une augmentation de la salinité des eaux du lac. De plus, on observe dans la région une baisse des précipitations depuis les années 1930. La variabilité interannuelle des précipitations a augmenté; ces dernières années, on a relevé une plus grande fréquence d'années très sèches ou très humides. Les images satellites montrent que la surface du lac a diminué en conséquence.

La salinité des eaux du lac est plus importante, les marais se sont asséchés, et les espèces de plantes d'eau douce ont été remplacées par des plantes capables de survivre dans des milieux à forte salinité (plantes halophytes). La présence de ces nouvelles espèces dans le lac est clairement visible sur les images prises en 2005 et 2007. L'une des conséquences directes de ces modifications est la réduction drastique de la population d'oiseaux migrateurs, qui ne retrouvent plus l'habitat qui est le leur. D'après les modèles climatiques actuels, ces effets persisteront au cours du 21^e siècle.

Minder natte zones in het nationaal park Ichkeul

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, waardoor 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 van de vroegere habitat rond het meer. Uit huidige klimaatmodellen blijkt dat die trends gedurende de hele 21ste eeuw zullen aanhouden.



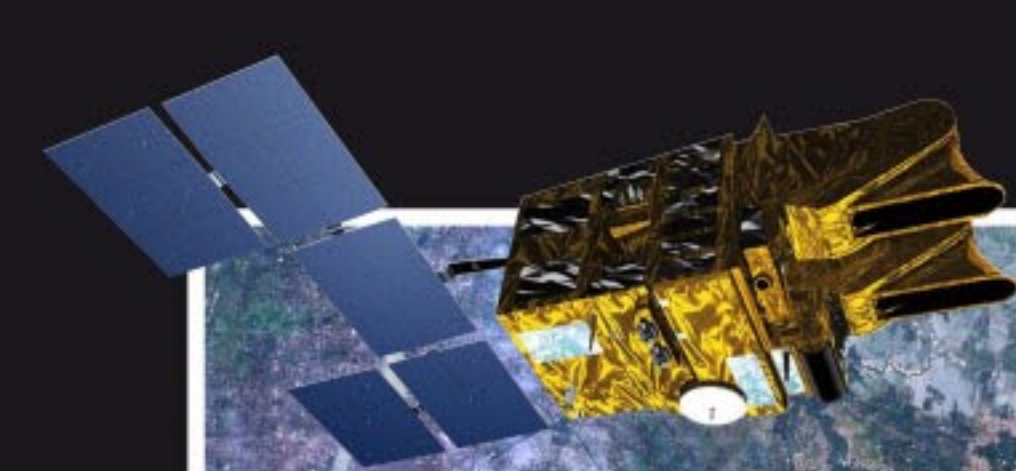
Tunisia
Tunisie
Túnez
2005

Satellites and World Heritage sites, partners to understand climate change

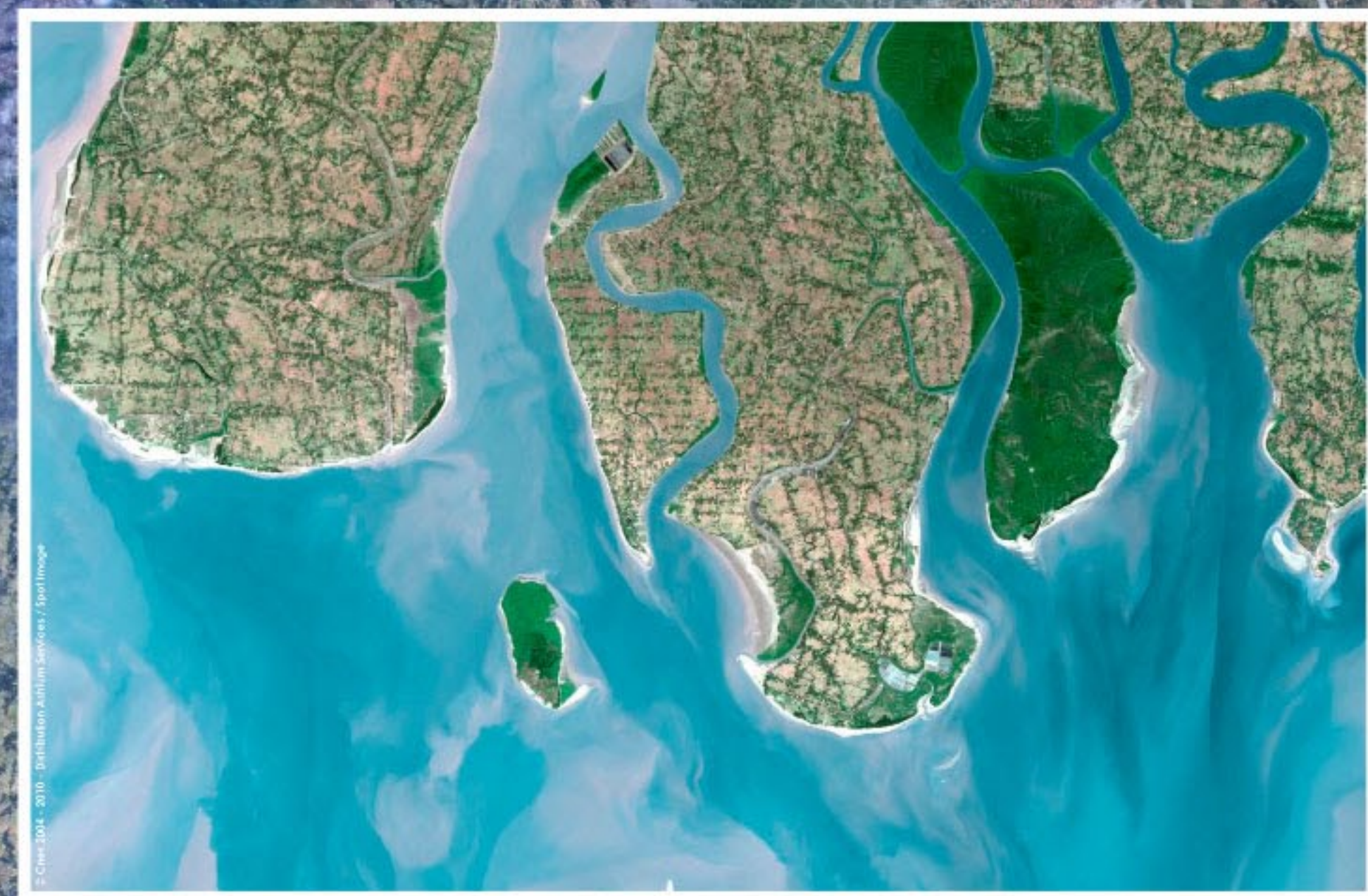
Les satellites surveillent le changement climatique sur les sites du patrimoine mondial

Los satélites, vigías del cambio climático sobre el Patrimonio Mundial

Klimaatverandering en werelderfgoedsites onder het wakende oog van satellieten



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



Bangladesh - India
Bangladesh - Inde

Destruction of the Mangrove Forest of the Sundarbans

This satellite image shows the Bay of Bengal where the rivers Ganges, Brahmapoutre and Meghna meet the sea, otherwise known as the Sundarbans.

With over 10,000 km² of land and water, the mangrove forests of the Sundarbans are the largest in the world. They host a rich biodiversity: 260 bird species, Indian otters, spotted deer, wild boar, fiddler crabs, mud crabs, 3 marine lizard species and 5 marine turtle species. They also host endangered species such as the estuarine crocodile, Indian python and the iconic Bengal tiger.

There is a continuous natural subsidence in the Sundarbans, which causes sea level to rise by about 2.2 mm every year. If the sea level was to rise by 45 cm worldwide as a consequence of climate change, 75% of the Sundarbans mangroves could be destroyed and many species would be affected.

Destruction des mangroves des Sundarbans

Cette image satellite montre le golfe du Bengale, à l'embouchure de trois fleuves : le Gange, le Brahmapoutre et le Meghna. Ce lieu est également connu sous le nom de Sundarbans.

La forêt de mangroves des Sundarbans, la plus grande au monde, s'étend sur 10 000 km². Elle héberge une riche biodiversité : 260 espèces d'oiseaux, des loutres indiennes, des cerfs tachetés, des sangliers, des crabes violonistes, des crabes de palétuvier, 3 espèces de lézards de mer et 5 espèces de tortues marines. Certaines espèces menacées s'y trouvent aussi, dont le crocodile de mer, le python indien et le très symbolique tigre du Bengale.

La région des Sundarbans subit une subsidence naturelle qui engendre une augmentation du niveau de la mer d'environ 2,2 mm par an. Si le niveau moyen de la mer devait augmenter de 45 cm en conséquence du changement climatique, 75 % des mangroves des Sundarbans pourraient être détruites et de nombreuses espèces seraient touchées.

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. Die 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.

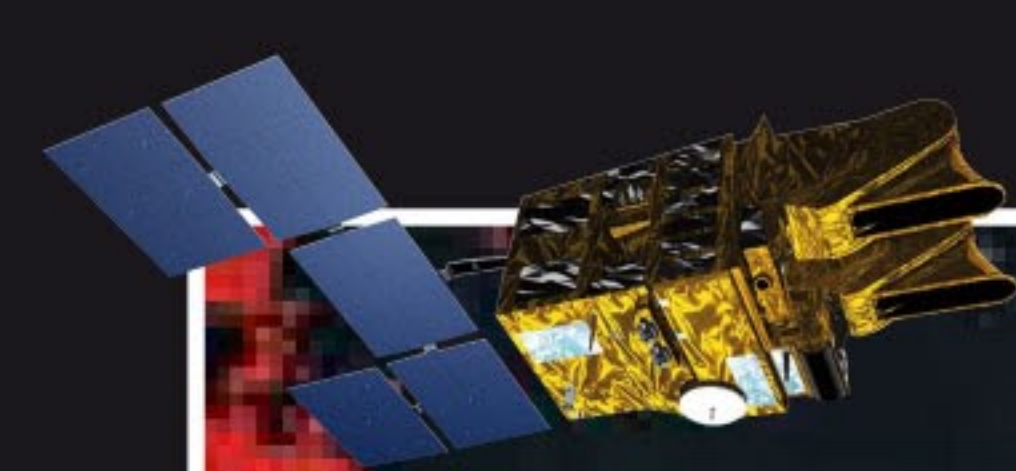
De Sundarbans ondergaan een natuurlijke verzakking, die het equivalent is van een zeespiegelstijging van zo'n 2,2 mm per jaar. Als het gemiddelde zeeniveau wereldwijd met 45 cm stijgt ten gevolge van de klimaatverandering, zou 75 % van de mangrovebossen van de Sundarbans worden vernietigd en zouden heel wat soorten worden getroffen.

Satellites and World Heritage sites,
partners to understand climate change

Les satellites surveillent le changement climatique
sur les sites du patrimoine mondial

Los satélites, vigías del cambio climático
sobre el Patrimonio Mundial

Klimaatverandering en werelderfgoedsites
onder het wakende oog van satellieten



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



Denmark
Danemark
Dinamarca

Glacial Recession in the Ilulissat Icefjord

Located in Greenland, this glacier is an outstanding remnant of the last ice age of the Quaternary Period, and plays a central role in the study of glaciology and climate.

Today, such remnants are essential to investigations of past climates. The information retrieved from the 3 km-long ice cores are of particular importance, as they reveal past temperatures and precipitation trends in Greenland over the last 250,000 years. No other glacier or ice cap in the Northern Hemisphere provides such a long and continuous record of past climates. However, current climate change impacts are threatening the conservation of this unique record.

A glacial recession took place during the 20th century. In 1851, the ice front across the fjord lay 25 km to the east of the sea. By 1950 it had retreated an additional 26 km eastward. UNESCO and the German Aerospace Center (DLR) are monitoring the evolution of the glacier.

Recul glaciaire dans le fjord glacé d'Ilulissat

Ce glacier situé au Groenland est un vestige exceptionnel du dernier âge glaciaire du quaternaire. Il joue donc un rôle fondamental dans l'étude de la glaciologie et du climat.

De tels vestiges sont en effet essentiels pour étudier les climats du passé. Les informations livrées par les carottes de glace de 3 km de profondeur sont particulièrement importantes, puisqu'elles révèlent l'évolution des températures et des précipitations au Groenland au cours des 250 000 dernières années. Aucun autre glacier ou calotte glaciaire de l'hémisphère Nord ne fournit des données des climats passés sur une période aussi longue et ininterrompue. Cependant, les impacts actuels du changement climatique menacent la conservation de ces données uniques.

Une récession glaciaire a eu lieu au cours du 20^e siècle. En 1851, le front glaciaire au travers du fjord se situait à 25 km à l'est de la mer. En 1950 il s'était retiré de 26 km plus à l'est. L'UNESCO et le Centre aérospatial allemand (DLR) surveillent l'évolution du glacier.

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 temperatuur en 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.

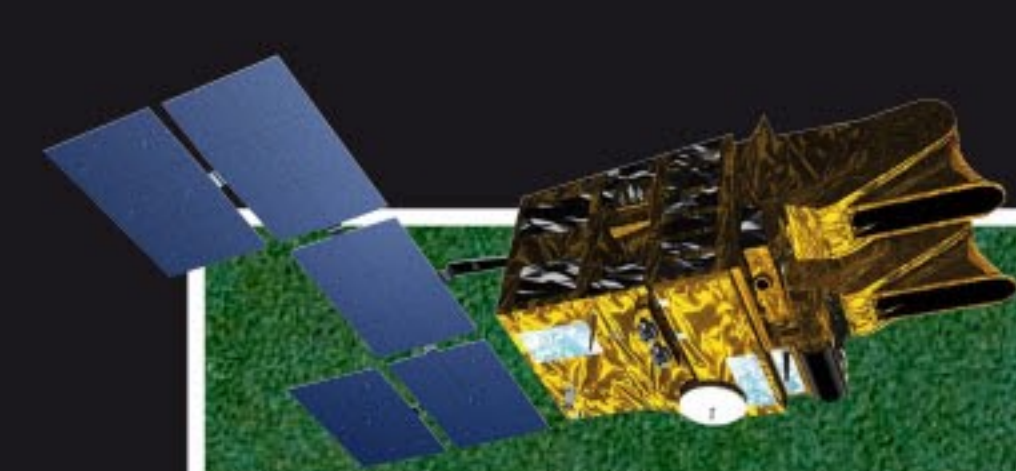
In de loop van de twintigste eeuw heeft het ijs zich teruggetrokken. In 1851 bevond het ijsfront van de fjord zich 25 km ten oosten van de zee. In 1950 had datzelfde front zich 26 km meer oostwaarts teruggetrokken. De UNESCO en het Duitse lucht- en ruimtevaartcentrum (DLR) houden de ontwikkeling van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

Klimaatverandering en werelderfgoed sites
onder het wakende oog van satellieten

Satellites and World Heritage sites,
partners to understand climate change

Les satellites surveillent le changement climatique
sur les sites du patrimoine mondial

Los satélites, vigías del cambio climático
sobre el Patrimonio Mundial



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization

Calakmul: an Ancient Lesson about the Effects of Climate Change?

Calakmul is the largest area of protected tropical forest in North and Central America. This unique ecosystem with a surface of 723,185 hectares hosts the ancient Maya city of Calakmul, which probably accommodated over 50,000 people. To date, over 6,250 ancient structures have been discovered within an area of 70 km².

The ancient Maya population of Calakmul modified the tropical forest into agricultural fields. However, they were subsequently forced to abandon the area as a result of dramatic environmental changes. The causes of the Maya collapse are still under research, but were likely a combination of political troubles and severe climate effects including drought.

The Calakmul tropical forest acts as a natural lung for the region, absorbing millions of tons of carbon and emits millions of tons of oxygen. Protection of this tropical forest is vital to efforts to mitigate the effects of climate change. Today, Calakmul forms part of the Meso-American Biological Corridor.

Calakmul, une leçon du passé sur les effets du changement climatique ?

Calakmul est la plus grande réserve de forêt tropicale de l'Amérique du Nord et centrale. Cet écosystème unique de 723 185 ha abrite l'ancienne cité maya de Calakmul, dont la population devait s'élever à 50 000 personnes. A ce jour, plus de 6 250 structures y ont été découvertes dans un périmètre de 70 km².

L'ancienne population maya de Calakmul avait transformé la forêt tropicale en champs agricoles. Plus tard, elle a été forcée de quitter la région à la suite de changements environnementaux spectaculaires. Les recherches concernant les causes de la chute des Mayas sont encore en cours, mais il s'agissait probablement d'une combinaison de troubles politiques et de rudes effets climatiques, dont la sécheresse.

La forêt tropicale de Calakmul fonctionne comme un poumon pour la région ; elle absorbe des millions de tonnes de carbone et émet des millions de tonnes d'oxygène. La préservation de cette forêt tropicale contribue de façon indispensable à l'atténuation des effets du changement climatique. Calakmul fait aujourd'hui partie du 'Couloir biologique méso-américain'.

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 over de oorzaken van de ondergang van de Maya's is nog aan de gang, maar die 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.



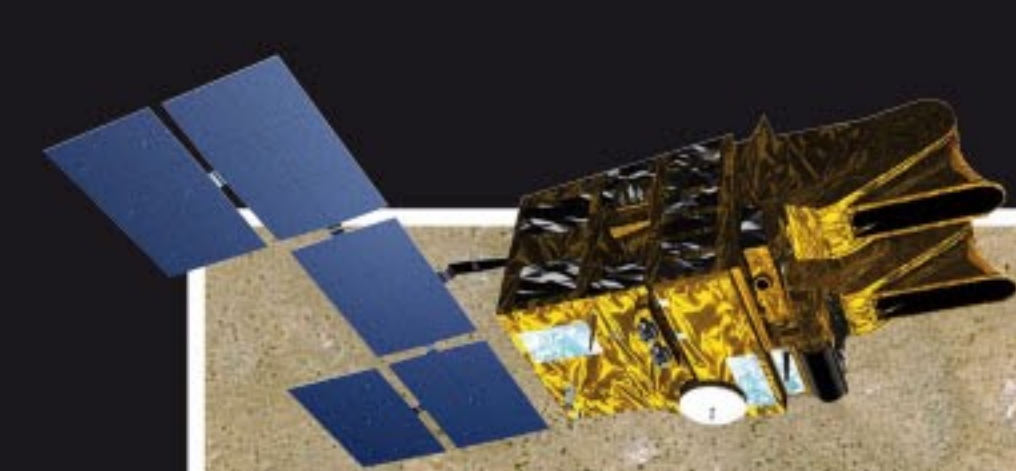
Mexico
Mexique
México

Satellites and World Heritage sites,
partners to understand climate change

Les satellites surveillent le changement climatique
sur les sites du patrimoine mondial

Los satélites, vigías del cambio climático
sobre el Patrimonio Mundial

Klimaatverandering en werelderfgoedsites
onder het wakende oog van satellieten



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



Mali



Effects of Desertification on the Mosques of Timbuktu

Timbuktu was an intellectual and spiritual capital and a centre for the propagation of Islam throughout Africa in the 15th and 16th centuries. Its three great mosques, Djingareyber, Sankore and Sidi Yahia, recall Timbuktu's golden age. Although these monuments are continuously restored, current desertification intensifies desert encroachment and sand storm: the site is under threat.

The satellite image shows the landscape surrounding Timbuktu, composed mainly of sand and desert. Between 1901 and 1996, the temperature increased by 1.4°C in this area. The impact of droughts is also becoming significant. Projected changes show that the area will face a decrease in average rainfall and an increase in atmospheric temperature in the future, which will surely enhance desert encroachment and sand-blown damage to Timbuktu. The University of Cape Town (South Africa), with the support of UNESCO, is using space technologies to document this site.

Les effets de la désertification sur les mosquées de Tombouctou

Aux 15^e et 16^e siècles, Tombouctou était une capitale intellectuelle et spirituelle, ainsi qu'un centre de la propagation de l'islam à travers l'Afrique. Ses trois grandes mosquées, Djingareyber, Sankoré et Sidi Yahia évoquent l'âge d'or de Tombouctou. Malgré leur restauration constante, ces monuments sont menacés par les effets actuels de la désertification, qui intensifie l'ensablement et les tempêtes de sable.

L'image satellite montre le paysage des alentours de Tombouctou, composé principalement de sable et de désert. Entre 1901 et 1996, la température a augmenté de 1,4 °C dans cette région et l'impact des sécheresses est devenu de plus en plus important. D'après les projections, la région devra faire face à l'avenir à une baisse des précipitations moyennes et à une augmentation de la température, ce qui favorisera certainement l'empiètement du désert et les dégâts causés par les tempêtes de sable à Tombouctou. L'université de Cape Town (Afrique du Sud) utilise les technologies spatiales pour étudier ce site, avec le soutien de l'UNESCO.

De gevolgen van de verwoestiging voor de moskeeën van Timboektoe

Als intellectuele en spirituele hoofdstad was Timboektoe in de vijftiende en zestiende 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 de verwoestiging, met een sterkere verzanding en meer zandstormen tot gevolg.

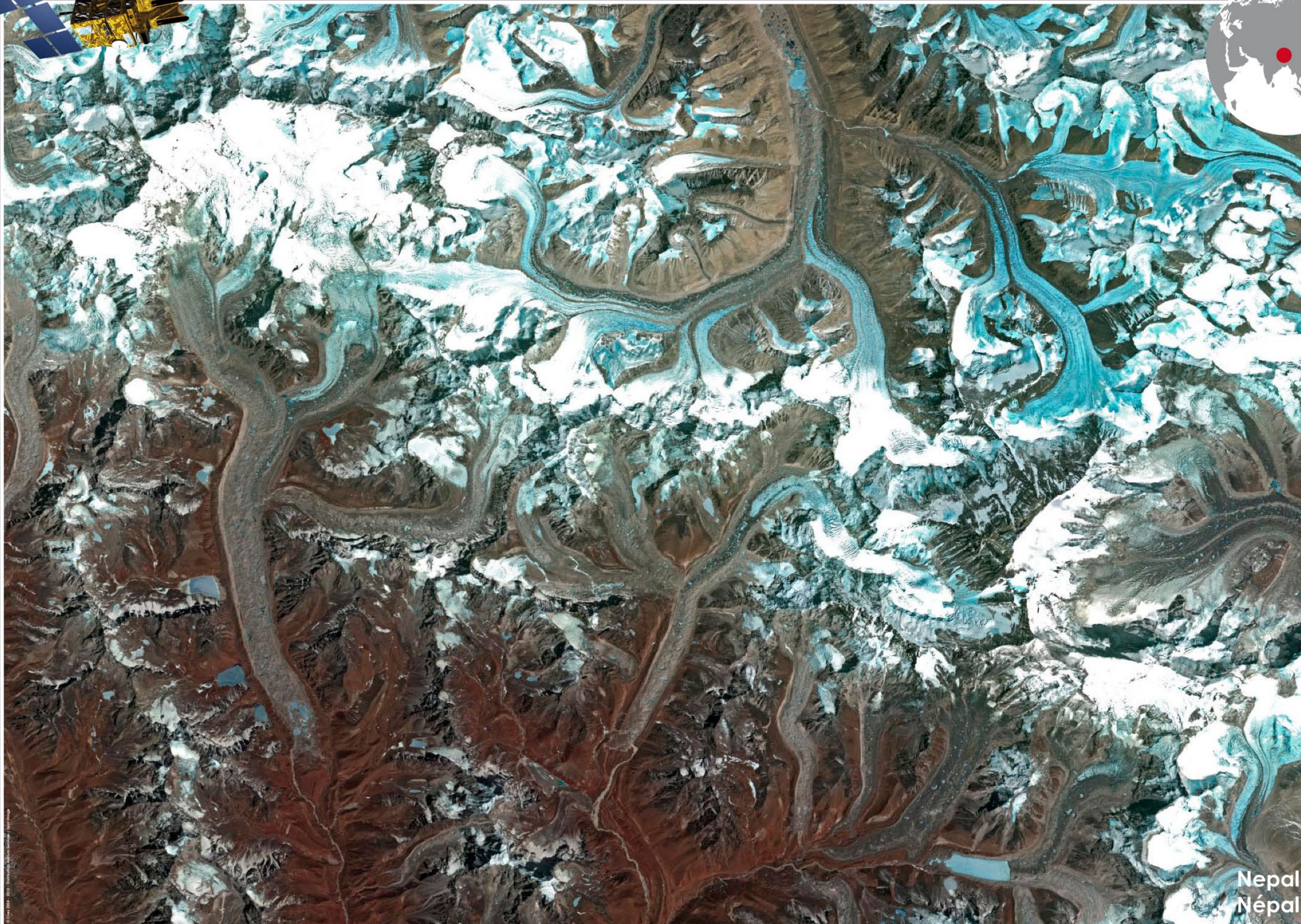
De satellietbeelden tonen het landschap rond de stad, waarop in hoofdzaak zand en woestijn te zien is. Tussen 1901 en 1996 is de temperatuur in de regio met 1,4 °C gestegen en hebben de droogteperiodes zich almaar meer laten gevoelen. Uit projecties blijkt dat er in de toekomst gemiddeld minder neerslag zal vallen en 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 de UNESCO maakt de universiteit van Kaapstad (Zuid-Afrika) gebruik van ruimtetechnologieën om die site te bestuderen.

Satellites and World Heritage sites,
partners to understand climate change

Les satellites surveillent le changement climatique
sur les sites du patrimoine mondial

Los satélites, vigías del cambio climático
sobre el Patrimonio Mundial

Klimaatverandering en werelderfgoedsites
onder het wakende oog van satellieten



Shrinking Glaciers on Mount Everest

The Sagarmatha National Park is an exceptional area with dramatic mountains, glaciers and deep valleys where Mount Everest (or Sagarmatha in Nepali), the highest peak in the world (8,848 m), is located. Several rare species, such as the snow leopard and the lesser panda, are found in the park.

The air temperatures in this area have risen by 1°C since 1970, leading to a 30% decrease in snow and ice cover over the last 40 years. A high glacier on Mount Everest, located at an altitude of 4,000 m, is now a lake. Glacier lake outburst floods are now much more frequent, creating serious risks for human populations with grave implications for the water supply in South Asia and the flow of major rivers such as the Ganges, Indus and Brahmaputra.

Retrait des glaciers du mont Everest

Le Parc national de Sagarmatha est un lieu exceptionnel composé de montagnes majestueuses, de glaciers et de vallées profondes, où se trouve le mont Everest (ou Sagarmatha en népalais), le plus haut sommet du monde (8 848 m). Ce parc héberge plusieurs espèces rares telles que le léopard des neiges et le petit panda.

Depuis 1970, la température de l'air a augmenté de 1°C dans la région, provoquant une diminution de 30 % de la couverture de neige et de glace au cours des 40 dernières années. Un glacier situé à 4 000 m d'altitude sur le mont Everest est devenu un lac. Les inondations consécutives aux vidanges brutales de lacs glaciaires sont devenues bien plus fréquentes ; elles représentent un risque important pour les populations locales, avec des conséquences désastreuses sur l'approvisionnement en eau de l'Asie méridionale et sur le cours de fleuves majeurs tels que le Gange, l'Indus et le Brahmapoutre.

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). Dat park huisvest verscheidene zeldzame diersoorten zoals de 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 % is gekrompen. Een gletsjer op 4000 meter hoogte is een meer geworden. Overstromingen ten gevolge 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.

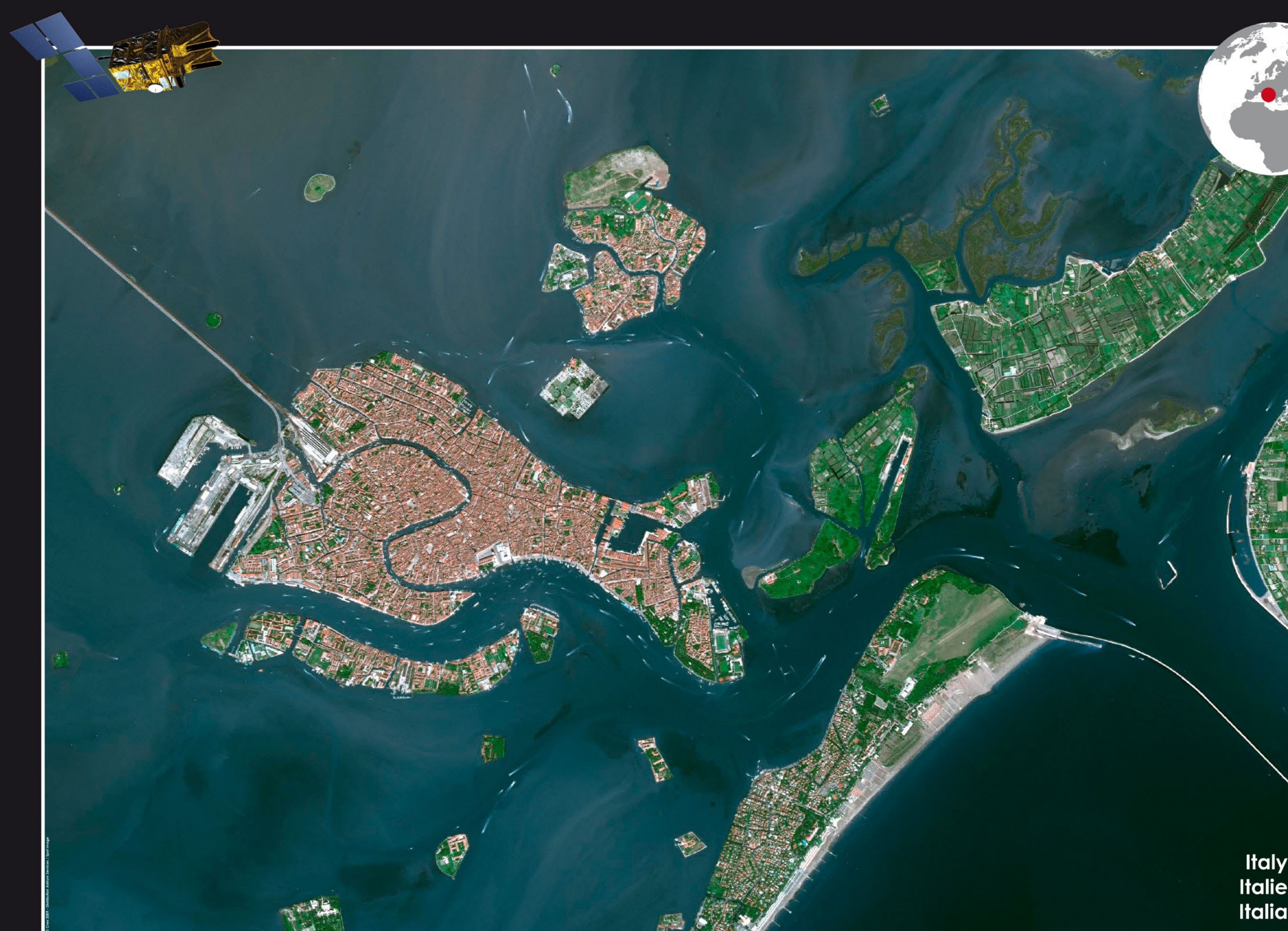
Nepal
Népal

Satellites and World Heritage sites, partners to understand climate change

Les satellites surveillent le changement climatique sur les sites du patrimoine mondial

Los satélites, vigías del cambio climático sobre el Patrimonio Mundial

Klimaatverandering en werelderfgoedsites onder het wakende oog van satellieten



Floods in Venice

Venice has been sinking at a rate of about 10 cm per century as a result of natural subsidence – the rise of water level caused by delta propagation and the compactness of sediments. However it sank an additional 10 cm to 13 cm during the 20th century, as a result of the pumping of groundwater from deep aquifers by neighbouring industries. By the time this process ended in the 1970s irreversible damage had been done. The combination of these human actions and global sea-level changes has resulted in a net rising of the sea level in Venice.

The satellite image shows that Venice is highly vulnerable to any change in sea level. The frequency of flooding and damage to the city has increased significantly in recent decades: 8 of the 10 highest tides of the past century have occurred since 1960. According to moderate climate change scenarios, the projected net altitude loss of Venice will reach 54 cm by 2100. If no action is taken to avert these consequences, Venice could be flooded on a daily basis.

Inondations à Venise

Dans le passé, Venise somrait à une vitesse d'environ 10 cm par siècle à cause de la subsidence naturelle, c'est-à-dire l'élévation nette du niveau de la mer due à la propagation du delta et à la compression des sédiments. Mais, au cours du 20^e siècle, elle s'est affaissée de 10 à 13 cm supplémentaires par suite du pompage par les industries avoisinantes de l'eau des nappes phréatiques profondes. Le temps que cette pratique prenne fin dans les années 1970, des dommages irréremédiables avaient été causés. Les effets combinés de ces actions humaines et du changement global du niveau de la mer ont entraîné une augmentation nette du niveau de la mer à Venise.

Les images satellites montrent que Venise est extrêmement vulnérable face à tout changement du niveau de la mer. La fréquence des inondations et des dégâts ont nettement augmenté ces dernières décennies : 8 des 10 marées les plus fortes du siècle passé ont eu lieu depuis 1960. Selon les scénarios modérés de changement climatique, l'affaissement net de Venise atteindrait 54 cm d'ici à 2010. Si rien n'est fait, Venise pourrait être inondée quotidiennement.

Overstromingen in Venetië

In het verleden zakte Venetië tegen een snelheid van 10 centimeter per eeuw weg ten gevolge van het fenomeen van de subsidentie, waarbij het zeeniveau stijgt wegens de uitbreiding van de delta en de samendrukking van de sedimenten. In de loop van de 20e eeuw is de stad evenwel met 10 tot 13 cm verder gezakt door het oppompen van diep grondwater door nabijgelegen bedrijven. Zelfs al is die praktijk eind 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.

Satellites and World Heritage sites, partners to understand climate change

Les satellites surveillent le changement climatique sur les sites du patrimoine mondial

Los satélites, vigías del cambio climático sobre el Patrimonio Mundial

Klimaatverandering en werelderfgoedsites onder het wakende oog van satellieten