



Politique scientifique fédérale



belspo



Organisation
des Nations Unies
pour l'Éducation,
la Science et la Culture

UNESCO@vlaanderen

UNESCO Platform Vlaanderen vzw



Organisation
des Nations Unies
pour l'Éducation,
la Science et la Culture

Secteur des sciences
exactes et naturelles

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

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

Image de couverture: Le glacier de l'Aletsch dans la région de Jungfrau-Aletsch-Bietschhorn des Alpes suisses
© Cnes 2009 - Distribution Astrium Services / Spot Image



Secteur des sciences exactes et naturelles



AVEC LE SOUTIEN DU GOUVERNEMENT FLAMAND

Ce projet a été réalisé avec le soutien du Gouvernement flamand et de la Politique scientifique fédérale.

Le Gouvernement flamand et la Politique scientifique fédérale ne peuvent être tenus pour responsables du contenu de cette brochure.

Cette brochure a été réalisée par la Politique scientifique fédérale (BELSPO) et UNESCO Platform Vlaanderen vzw.



La Politique scientifique fédérale (BELSPO)

La mission de la Politique scientifique fédérale et de ses dix Etablissements scientifiques est la maximalisation du potentiel scientifique et culturel de la Belgique au service des décideurs politiques, du secteur industriel et des citoyens: "une politique pour et par la science".

La direction Applications aérospatiales est chargée de gérer la participation belge aux activités de R&D réalisées par l'industrie et les scientifiques belges en matière spatiale.

Le programme national de recherche en Observation de la Terre par satellite, STEREO 2, complète la participation belge aux programmes spatiaux internationaux.

<http://eo.belspo.be> - Plate-forme Observation de la Terre

<http://eoeu.belspo.be> - EO Edu Observons notre planète



UNESCO@vlaanderen

UNESCO Platform Vlaanderen vzw


Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture

UNESCO Platform Vlaanderen

Unesco Platform Vlaanderen s'emploie principalement à la diffusion la plus large possible d'informations sur les activités et les programmes de l'Unesco. Les outils de cette diffusion sont la revue trimestrielle Unesco Info, un site internet et des publications de brochures ou autres supports sur des priorités spécifiques de l'Unesco. De plus, Unesco Platform Vlaanderen gère un centre d'information et de documentation où le public peut trouver réponse à ses questions liées à l'Unesco. Unesco Platform Vlaanderen est également en charge de la coordination du réseau des écoles associées à l'Unesco en Flandre.

www.unesco-vlaanderen.be

www.unescoscholen.be



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

Cette brochure accompagne une exposition, développée initialement par l'UNESCO grâce au soutien financier du Gouvernement flamand. Elle a été adaptée pour le public belge par la Politique scientifique fédérale belge et Unesco Platform Vlaanderen. 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

© ESA

serre, tels que le dioxyde de carbone (CO₂), provenant de la combustion de combustibles fossiles. Outre l'augmentation des températures, l'un des effets les plus marquants du réchauffement est l'élévation du niveau moyen des mers. Elle est calculée depuis 1993 et est estimée à 3,2 mm par an. La dilatation thermique des océans et la fonte généralisée des glaces des terres émergées vont provoquer une élévation plus importante encore du niveau des mers. Mais les changements climatiques ont bien d'autres conséquences: modifications des schémas de précipitations, augmentation de l'intensité et de la fréquence des tempêtes, acidification des océans...

Tous ces effets risquent fort d'avoir un impact important sur les sites du patrimoine mondial, naturels et culturels; les glaciers fondent, les récifs de corail sont exposés au blanchiment, l'existence même de sites côtiers ou de sites archéologiques anciens est menacée, la biodiversité est affectée...

Les capteurs embarqués sur les satellites d'observation de la Terre permettent de mesurer des variables essentielles des changements climatiques, mais également d'en évaluer les effets. 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 :

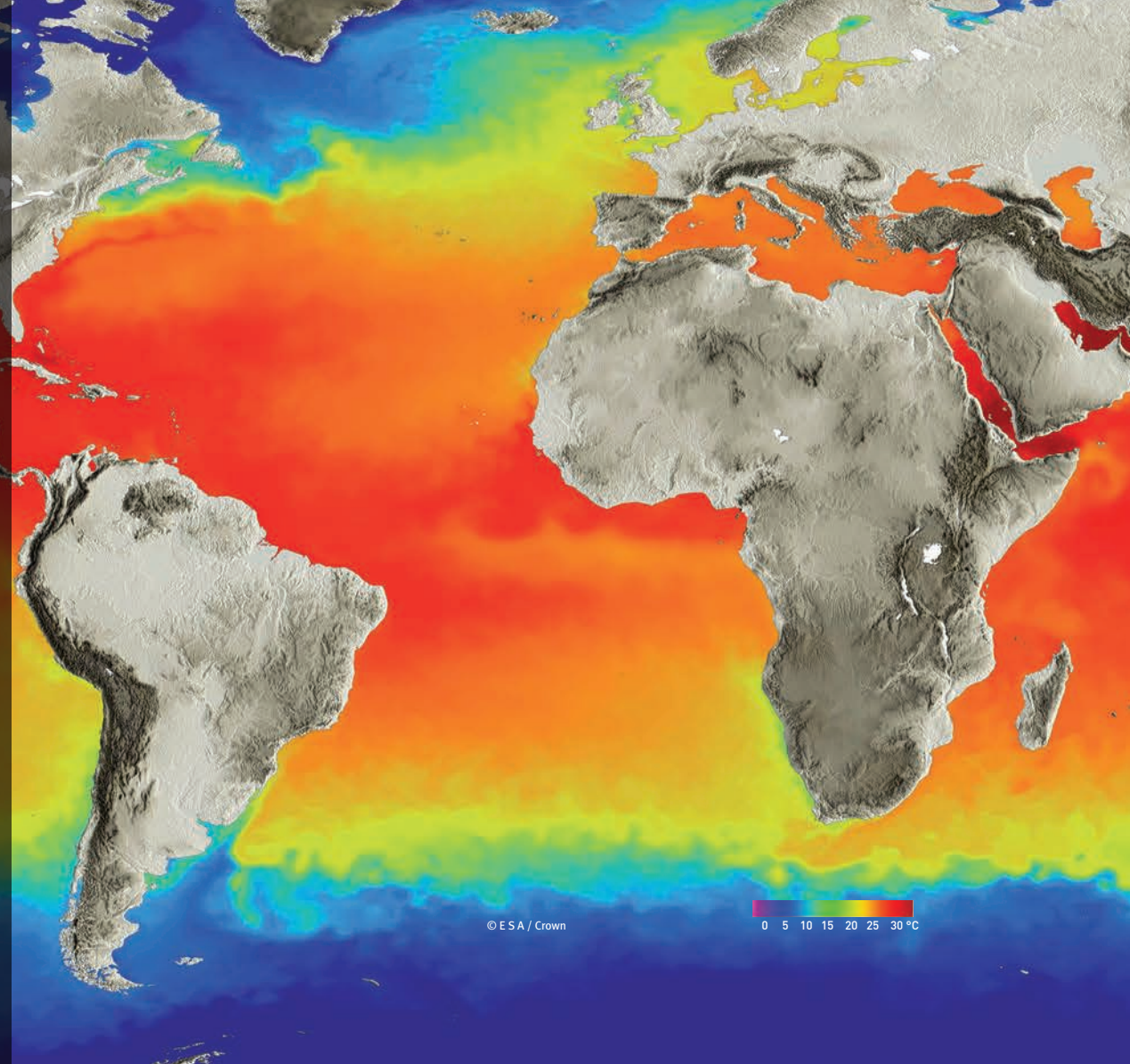
- 'Études de cas - Changement climatique et patrimoine mondial' (UNESCO, 2007)
- Quatrième Rapport d'évaluation du GIEC « Bilan 2007 des changements climatiques: Impacts, adaptation et vulnérabilité ». (GIEC, 2007)
- 'Ten Years of Imaging the Earth' (Politique scientifique fédérale, 2009).
- 'Partenariat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

L'UNESCO remercie 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), l'Agence spatiale européenne (ESA), la Politique scientifique fédérale (Belgique), la Délégation permanente de la Belgique auprès de l'UNESCO, la Délégation permanente du Mexique auprès de l'UNESCO.

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 :

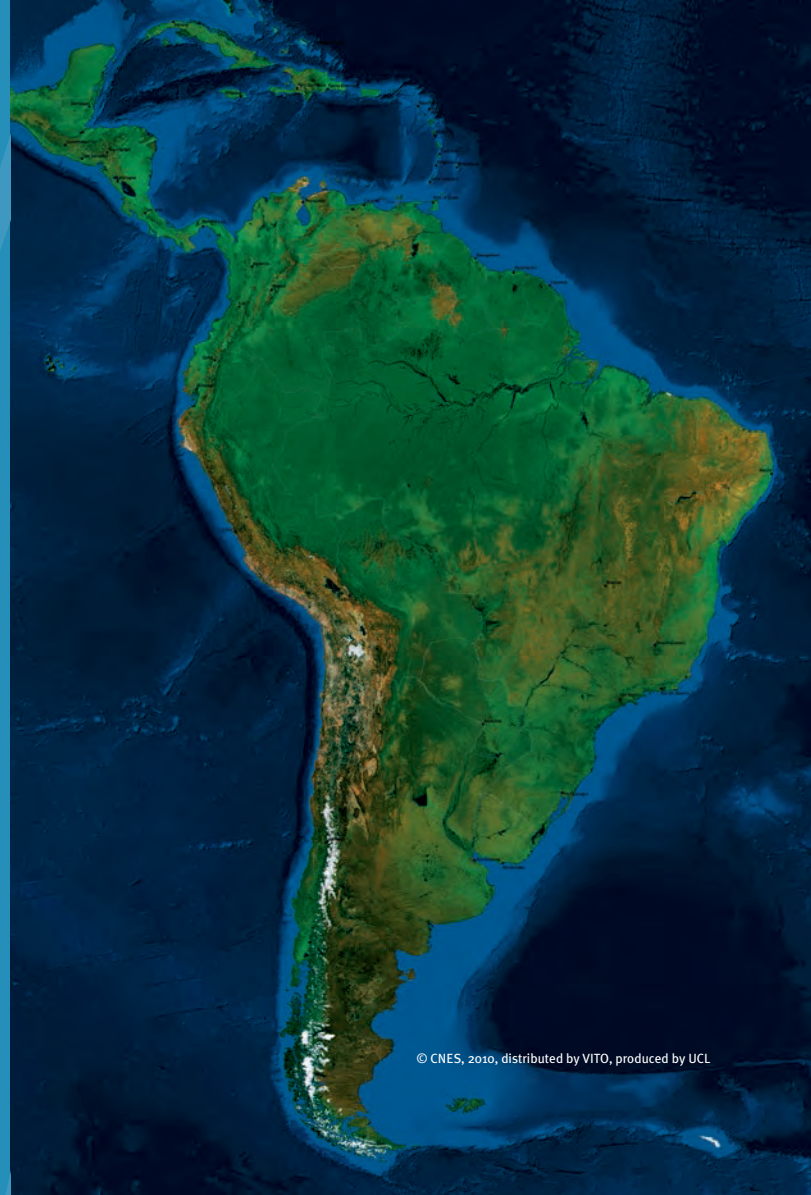
- Cancún, Mexique, pendant la 16^e Conférence des Nations Unies sur les changements climatiques (novembre - décembre 2010);
- San Francisco de Campeche, Mexique (décembre 2010);
- Ciudad del Carmen, Mexique (janvier 2011);
- Beijing, Chine (août 2011);
- Paris, France (octobre 2011);
- Durban, Afrique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

Les données satellitaires 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.



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 (CO_2) 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 CO_2 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.



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

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 déclinero. 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'Amazone 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.



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'ajoutent aux nombreuses vies perdues ou bouleversées.

Banquise arctique: elle 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.





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

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.





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

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.





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.





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.





France

© CNES 2011 - Distribution Astrium Services / Spot Image

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 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.

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

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 du même ordre de grandeur qu'auparavant.

Equateur

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

Intensification des conséquences d'ENOA dans les îles Galápagos

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.

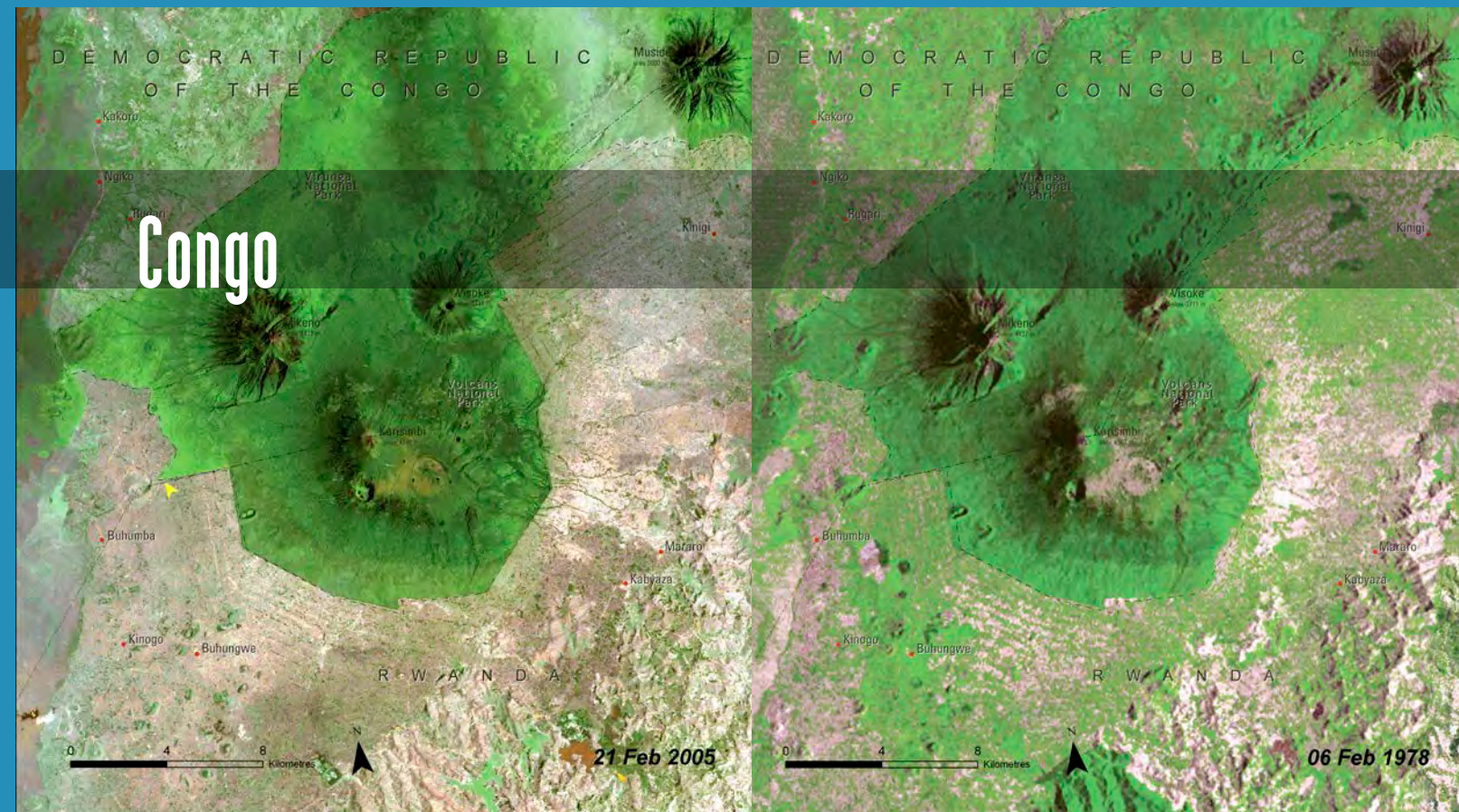
Les événements climatiques passés permettent de comprendre comment le changement climatique affectera les Galápagos à l'avenir. Des événements El Niño – oscillation australe (ENOA) importants ont modelé les communautés vivantes de l'archipel tout au long des millénaires. Lors des événements sévères de 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.



Congo



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.

Bangladesh - Inde



© MSA



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

Destruction des mangroves de 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.



Suisse

© Cnes 2009 - Distribution Astrium Services / Spot Image

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 disparus 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.

Tanzanie

© Cnes 2002 - Distribution Astrium Services / Spot Image

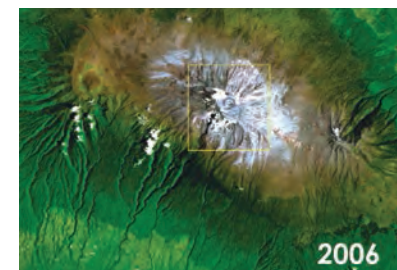
Disparition des glaciers du mont Kilimandjaro

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.





Royaume-Uni

© CNRS 2004 - Distribution Astrium Services / Spot Image

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.

Russie

© CNES 2006 - Distribution Astrium Services / Spot Image

Fonte du pergélisol dans les montagnes dorées de l'Altai



© Université de Gand

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.

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

Chan Chan est l'une des plus importantes cités préhispaniques 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.

Tunisie

2005

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

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.





Indonésie

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

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 menace les 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.

Australie

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



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.



Danemark

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

Recul glaciaire dans le fjord glacé d'Illulissat

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.

Mexique

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

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'.



© Mario Hernandez



© Mario Hernandez



Népal

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

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.

Mali

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



© African Heritage Database

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'empiétement 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.



Italie

© Cnes 2009 - Distribution Astrium Services / Spot Image

Inondations à Venise

Dans le passé, Venise sombrait 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.



Secteur des sciences
exactes et naturelles

Organisation
des Nations Unies
pour l'Éducation,
la Science et la Culture

Edition originale 2011:

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

Coordination: Maria Rosa Cardenas, Mario Hernandez

Edition: Isabelle Brugnon, David McDonald

SC-2011/WS/14



UNESCO@vlaanderen

UNESCO Platform Vlaanderen vzw

Organisation
des Nations Unies
pour l'Éducation,
la Science et la Culture



Edition française 2012:

Politique scientifique fédérale (BELSPO)

Rédaction finale: Martine Stélandre

Conception graphique: www.artypo.be

D/2012/9546/2



Organisation
des Nations Unies
pour l'Éducation,
la Science et la Culture

UNESCO@vlaanderen

UNESCO Platform Vlaanderen vzw



DLR

Politique scientifique fédérale



belspo

