

# Un **Oeil** en **Mauritanie**

Egalement connue comme la structure de Richat, cette particularité géologique présente dans le désert mauritanien a longtemps été considérée comme les restes de l'impact d'une météorite, à cause de sa forme circulaire en cratère. En fait, « l'œil » de Mauritanie est un dôme constitué de roches sédimentaires agencées en couches

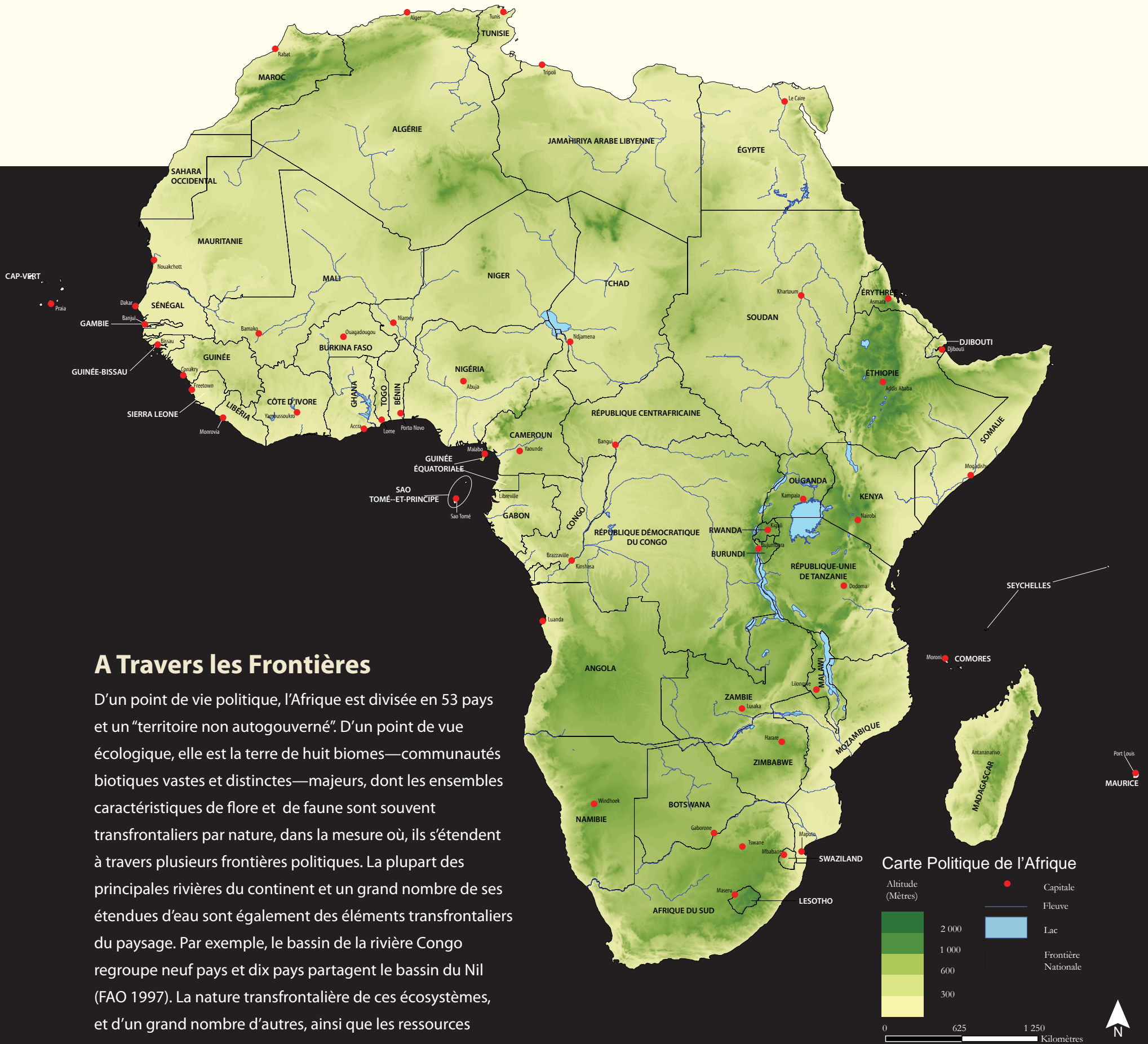
successives qui, au fil du temps, a été victime de l'érosion du vent et du sable. D'une largeur de 50 km, la structure de Richat peut être vue depuis l'espace par les astronautes car elle contraste considérablement avec la nudité du désert dans lequel elle se trouve.



Un homme chantant sur la place Jemaa Fna, Maroc

# Chapitre 2

## Questions Environnementales Transfrontalières



### A Travers les Frontières

D'un point de vue politique, l'Afrique est divisée en 53 pays et un "territoire non autogouverné". D'un point de vue écologique, elle est la terre de huit biomes—communautés biotiques vastes et distinctes—majeurs, dont les ensembles caractéristiques de flore et de faune sont souvent transfrontaliers par nature, dans la mesure où, ils s'étendent à travers plusieurs frontières politiques. La plupart des principales rivières du continent et un grand nombre de ses étendues d'eau sont également des éléments transfrontaliers du paysage. Par exemple, le bassin de la rivière Congo regroupe neuf pays et dix pays partagent le bassin du Nil (FAO 1997). La nature transfrontalière de ces écosystèmes, et d'un grand nombre d'autres, ainsi que les ressources naturelles qu'on y trouve, sont à la source de nombreuses questions environnementales et présentent de nombreux défis quant à leur gestion partout en Afrique et, parfois même, au-delà du continent.



Hipopotames dans la réserve nationale du Maasai Mara, Kenya

Christian Lambrechts/UNEP

Les questions environnementales impliquant par nature plusieurs nations, les réponses qui leur sont apportées reposent souvent sur des lois et réglementations différentes (Gauthier and others 2003). L'exploitation durable des ressources naturelles telles que celles qui sont issues des écosystèmes forestiers ainsi que le contrôle, la gestion et la conservation d'une flore et d'une faune partagées par plusieurs pays représentent un sujet d'inquiétude majeure en Afrique. Des efforts ont été menés dans le but d'introduire des mécanismes de gestion impliquant une coopération internationale, en particulier concernant les cours d'eau transfrontaliers, mais des inadéquations au sein de ces derniers se font jour lorsque des questions se posent à propos des nombreuses autres ressources partagées telles que les ceintures forestières et les zones protégées.

Les problèmes environnementaux et leur impact sur les populations et sur leur cadre de vie sont bien souvent similaires d'un pays à l'autre. Dans de nombreux cas, les approches

régionales à ces problèmes sont préférables. Dans certaines situations, la coopération entre les pays est essentielle à la résolution de problèmes spécifiques. Comme exemples de problèmes où une approche coopérative régionale est vitale et bénéficie à toutes les parties engagées, on recense la protection d'habitats cruciaux partagés par deux pays ou plus, la protection et la gestion des ressources hydriques transfrontalières et la gestion intégrée des espèces invasives non natives.

Ce chapitre présente les exemples de quatre problèmes transfrontaliers d'une grande importance pour l'Afrique:

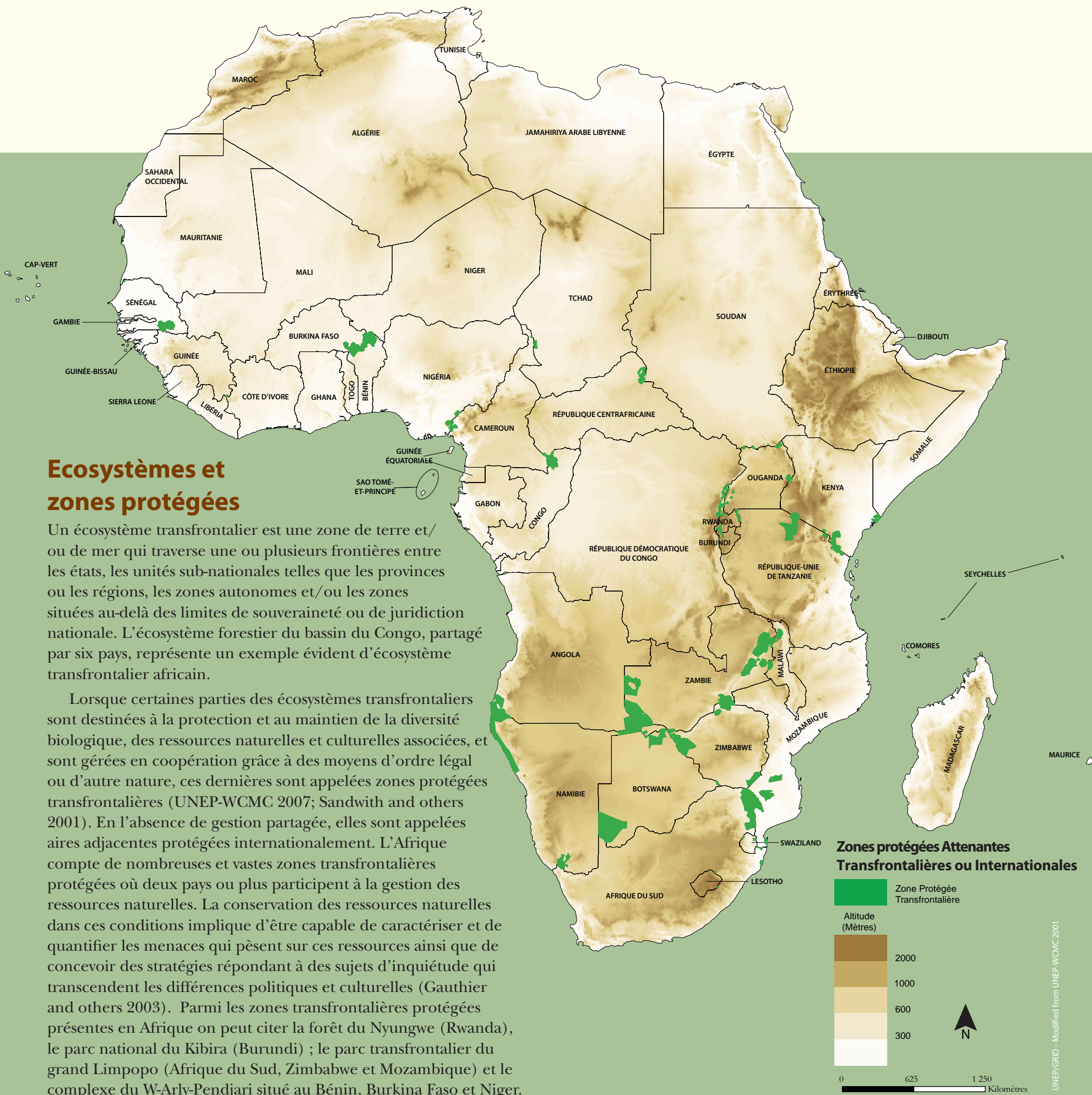
1. Ecosystèmes et zones protégées transfrontaliers;
2. Ressources hydriques transfrontalières;
3. Mouvements transfrontaliers de populations;
4. Mouvements transfrontaliers de matières polluantes.



Paysage Africain

Christian Lambrechts/UNEP

## 2.1 Ecosystèmes et zones protégées transfrontaliers



### Ecosystèmes et zones protégées

Un écosystème transfrontalier est une zone de terre et/ou de mer qui traverse une ou plusieurs frontières entre les états, les unités sub-nationales telles que les provinces ou les régions, les zones autonomes et/ou les zones situées au-delà des limites de souveraineté ou de juridiction nationale. L'écosystème forestier du bassin du Congo, partagé par six pays, représente un exemple évident d'écosystème transfrontalier africain.

Lorsque certaines parties des écosystèmes transfrontaliers sont destinées à la protection et au maintien de la diversité biologique, des ressources naturelles et culturelles associées, et sont gérées en coopération grâce à des moyens d'ordre légal ou d'autre nature, ces dernières sont appelées zones protégées transfrontalières (UNEP-WCMC 2007; Sandwith and others 2001). En l'absence de gestion partagée, elles sont appelées aires adjacentes protégées internationalement. L'Afrique compte de nombreuses et vastes zones transfrontalières protégées où deux pays ou plus participent à la gestion des ressources naturelles. La conservation des ressources naturelles dans ces conditions implique d'être capable de caractériser et de quantifier les menaces qui pèsent sur ces ressources ainsi que de concevoir des stratégies répondant à des sujets d'inquiétude qui transcendent les différences politiques et culturelles (Gauthier and others 2003). Parmi les zones transfrontalières protégées présentes en Afrique on peut citer la forêt du Nyungwe (Rwanda), le parc national du Kibira (Burundi) ; le parc transfrontalier du grand Limpopo (Afrique du Sud, Zimbabwe et Mozambique) et le complexe du W-Arly-Pendjari situé au Bénin, Burkina Faso et Niger.

## Ecosystèmes transfrontaliers

### Forêts du Bassin du Congo

Les forêts du bassin du Congo constituent, après les forêts d'Amazonie en Amérique du Sud, la plus grande étendue de forêts tropicales au monde. Les forêts du bassin du Congo forment un écosystème transfrontalier partagé entre le Cameroun, la République centrafricaine, la République du Congo, la Guinée Equatoriale, le Gabon et la République Démocratique du Congo. Cet écosystème immense, d'une grande diversité biologique s'étend du Golfe de Guinée à l'ouest jusqu'aux montagnes du rift Albertin près de la frontière orientale de la République Démocratique du Congo, et englobe sept degrés de latitude sur les deux côtés de l'équateur. Les forêts du bassin du Congo représentent plus de 80 pour cent du total de la structure forestière de la zone Guinée-Congo et englobent les forêts d'afromontane du Cameroun occidental et de l'est de la République Démocratique du Congo (CARPE 2006). Le tableau 2.1 compare les étendues forestières pour chacun des six pays qui se partagent l'écosystème transfrontalier du Bassin du Congo.

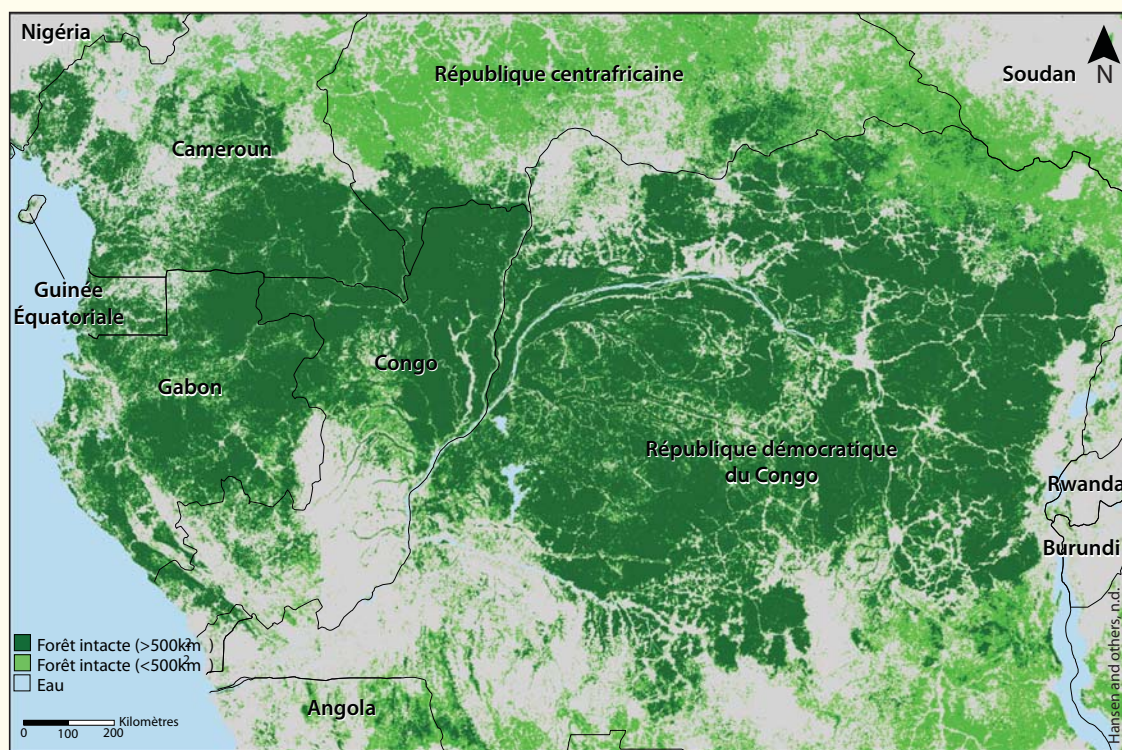
Les denses forêts pluviales du Bassin du Congo firent autrefois partie des zones les plus vierges au monde. Toutefois, l'expansion relativement récente de l'exploitation forestière industrielle et les réseaux routiers qui vont avec menacent désormais l'avenir de cet écosystème aussi important qu'unique.

Environ 60 pour cent de la couverture forestière totale dans le Bassin du Congo est considérée comme exploitable industriellement. Les espaces consacrés à l'exploitation forestière se sont significativement étendus au cours des dernières années. En 2004, par exemple, cette dernière s'étendait sur 494 000 km<sup>2</sup> sur l'ensemble de l'écosystème (CARPE 2006). En 2007, cette couverture avait atteint et dépassé les 600 000 km<sup>2</sup> (Laporte and others 2007).

Parmi les conséquences les plus importantes de l'exploitation forestière sur cet écosystème transfrontalier, on peut citer l'altération de sa composition et de sa biodiversité, l'accès à de nouveaux espaces de braconnage et la modification d'un grand nombre des attributs fonctionnels de l'écosystème (Laporte and others 2007).

Au-delà du commerce industriel du bois, d'autres activités ou événements ont un impact négatif sur l'écosystème forestier du bassin du Congo. On compte parmi eux la production d'huile de palme, l'immigration, la croissance démographique, la chasse commerciale, un accès de plus en plus important à des marchés éloignés et la construction de routes. Ajoutées à l'exploitation forestière, ces activités ont submergé et détruit les systèmes traditionnels de gestion des ressources naturelles (CARPE 2006).

De plus, la construction de réseaux routiers et ferroviaires destinés à l'extraction et au transport des ressources naturelles a fortement modifié la répartition des populations humaines au sein et autour des forêts du bassin du Congo. Dans de nombreux



Localisation du Bassin des forêts du Congo

endroits, l'agriculture intensive permanente a pris le pas sur les écosystèmes forestiers.

Bien que de vastes zones de forêt toujours intactes, sans routes ou cours d'eau navigables, la pression générée par l'empiètement humain s'accroît de jour en jour. La construction de villages le long des routes, par exemple crée des anneaux—ou halos—d'impact humain dans la forêt. Lorsque ces établissements de populations humaines individuelles convergent et se rejoignent, de longues bandes de déforestation et de dégradation environnementale se forment et concourent à la fragmentation des zones forestières encore intactes. Ce modèle est quelque peu différent à l'est de la République Démocratique du Congo. Là, les populations des hauts plateaux ne vivent pas dans des villages mais sont plus ou moins dispersées dans la campagne où ils pratiquent une agriculture intensive marquée par de courtes périodes de jachère. Ce style de vie différent a conduit à un nouveau modèle de densité démographique comportant des zones locales de surpopulation (CARPE 2006).

A mesure que les nombreuses pressions sur les forêts du bassin du Congo augmentent, le besoin d'une gestion appropriée de cet écosystème unique se fait plus pressant. La nature transfrontalière de ces forêts exige une approche multinationale pour la conservation et l'utilisation durable de ses ressources.

Table 2.1: Superficie forestière, par pays, dans l'écosystème forestier transfrontalier du bassin du Congo.

Pays	Statut des forêts mondiales en 2005 (FAO) (1 000 ha)
Cameroun	21 245
République centrafricaine	22 755
Congo	22 471
Guinée équatoriale	1 632
Gabon	21 775
République Démocratique du Congo	133 610
Total	223 488

Source: FAO 2005; CARPE 2006



Forêt de Nyungwe, Rwanda

Jon and Melanie Kots/Flickr.com

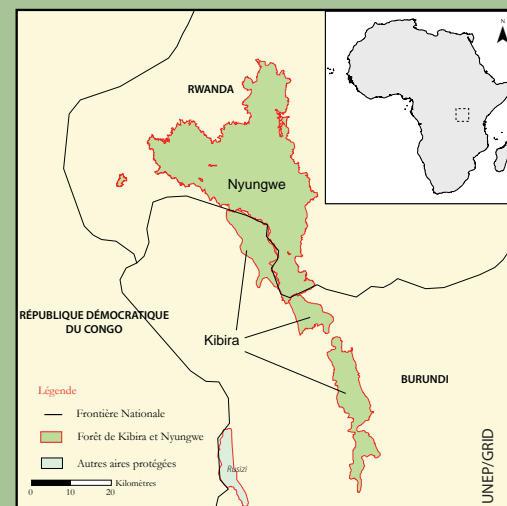
## Zones protégées transfrontalières

On compte au total 3 044 zones protégées en Afrique (UNEP-WCMC 2007), dont 198 zones protégées marines, 50 réserves de biosphère et 80 marais d'importance internationale. Dans le cadre de cet Atlas, le terme de zones protégées transfrontalières s'applique aux zones protégées partagées par deux pays ou plus, quelle que soit la nature de la collaboration.

Le continent africain abrite en lui certains des habitats naturels les plus riches et biologiquement divers du monde. Les populations animales qu'on y rencontre, réellement incroyables à bien des égards, peuvent facilement être considérées comme des merveilles du monde et, d'un point de vue écologique, confèrent au continent un atout particulier. Toutefois, ces ressources naturelles incroyablement riches sont mises en péril par la destruction de l'habitat naturel, le braconnage, l'essor démographique des populations rurales, l'urbanisation et les changements dans l'utilisation des sols. Ainsi, les zones protégées sont essentielles à la sauvegarde et à la préservation de la vie sauvage africaine et à la diversité de ses écosystèmes.

L'importance des zones protégées transfrontalières est particulièrement évidente pour les espèces migratoires. Par exemple, des milliers d'espèces d'oiseaux différentes migrent à travers l'Afrique dans un mouvement saisonnier nord-sud traversant la plupart du temps l'équateur, depuis les sols propices subtropicaux jusqu'aux habitats du sud. A travers ces mouvements,

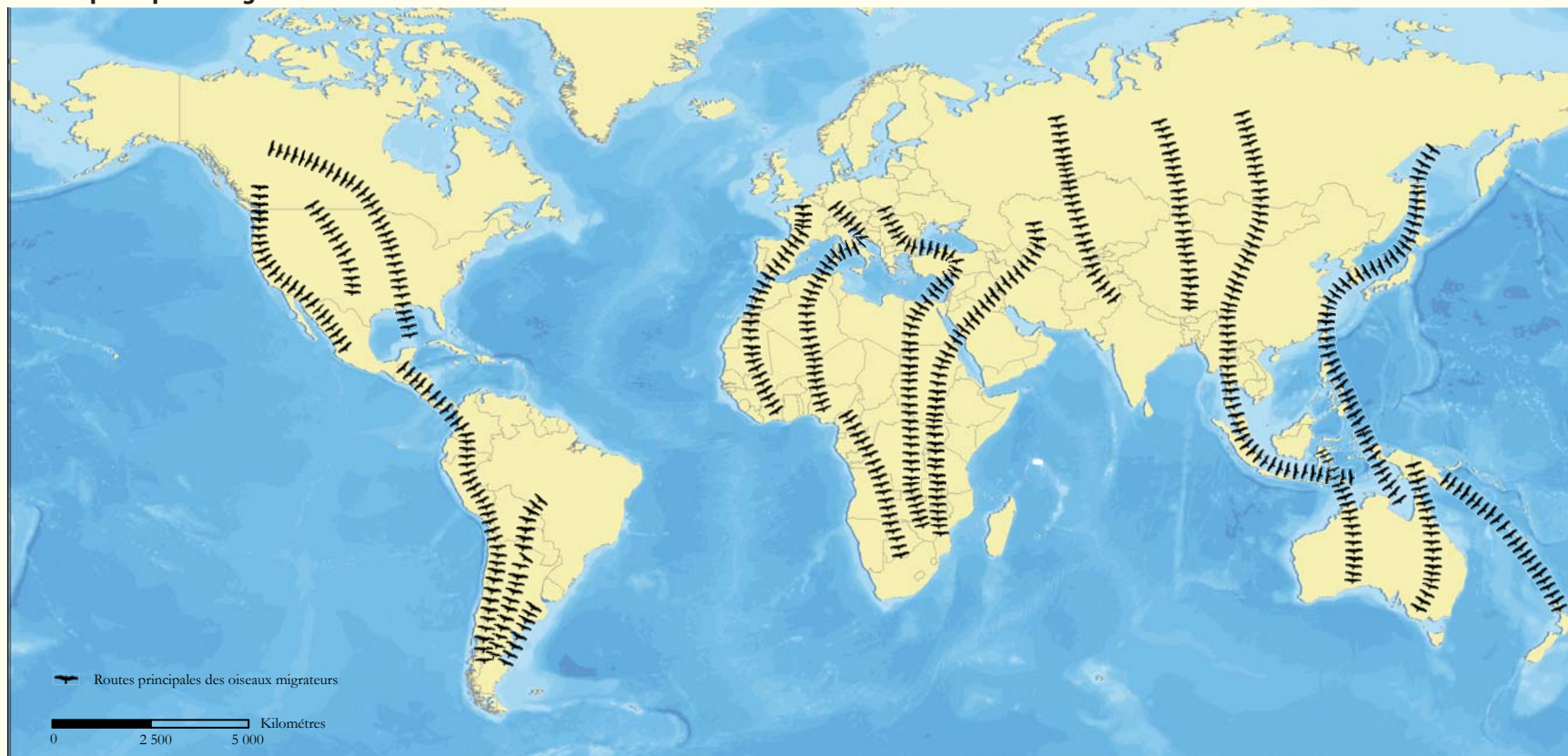
La forêt de Nyungwe au Rwanda est composée de 980 km<sup>2</sup> de forêt de montane et est contiguë au parc national du Kibira au Burundi. Ensemble, ces deux zones protégées forment le plus grand ensemble forestier d'Afrique. Son altitude est comprise entre 1 500 et 2 300 m.



des écosystèmes distincts et séparés peuvent être mis en relation grâce aux espèces migratoires qui les traversent (UNEP 2006b).

Les oiseaux et autres espèces migratoires représentent un élément essentiel des ressources environnementales transfrontalières. La destruction ou la dégradation d'un ou de plusieurs écosystèmes situés le long d'une route migratoire peut mettre en péril la survie des espèces. La carte ci-dessous présente les principales routes migratoires mondiales et montre que c'est en Afrique qu'on trouve la plus importante concentration de ces dernières. Là où les écosystèmes situés le long des routes migratoires sont protégés, les oiseaux ont le plus de chances de survivre.

## Routes principales migratoires des oiseaux au monde



UNEP/GRID - Data Source: Perrins and Elphick 2003



Migration de gnous traversant une rivière, Kenya

Flickr.com

### Migration de gnous traversant une rivière, Kenya

La réserve du Maasaï Mara au Kenya et le parc national du Serengeti en République-Unie de Tanzanie sont deux zones protégées transfrontalières voisines présentant une grande diversité de flore et de faune. On y rencontre entre autres de vastes troupeaux de gnous migrateurs (*Connochaetes taurinus*). À mesure que la saison avance dans l'écosystème de savane de l'est Africain, des milliers de gnous ainsi que d'autres herbivores comme les zèbres (*Equus burchelli*) se déplacent progressivement vers les pâturages les plus verts. Les prédateurs suivent de près cette migration, dont le cycle est lié aux précipitations et à d'autres changements saisonniers, et dont les dates peuvent donc varier d'une année à l'autre (Douglas and others 2004). Généralement, les femelles mettent bas dans le Serengeti oriental entre janvier et mi-mars. Au mois de juin, les troupeaux commencent à se diriger vers l'ouest du Serengeti et, finalement, vers le nord, en direction du Maasaï Mara (Go2Africa 2003).

En janvier 2006, la grande sécheresse qui frappa l'Afrique de l'Est suite à l'arrivée tardive de la saison des pluies affecta sévèrement la vie sauvage dans les zones protégées du Serengeti et du Maasaï Mara. Elle perturba notamment la migration du Maasaï Mara au Serengeti de plus de 1.5 millions de gnous, zèbres et autres herbivores (Ngowi 2006). Dans les deux images satellites présentées ci-dessous, le contraste entre la végétation relativement luxuriante présente en 2005 et les paysages desséchés, stériles, qui l'ont remplacée en 2006 montre l'intensité et l'étendue de la sécheresse. Les lacs Eyasi et Manyara, visibles dans les coins inférieurs droits de chaque image, étaient presque complètement asséchés en 2006. La sécheresse qui frappa l'Afrique de l'Est en 2006 a souligné le besoin de stratégies communes de gestion des ressources naturelles entre les pays qui partagent des zones protégées transfrontalières abritant des espèces migratoires.

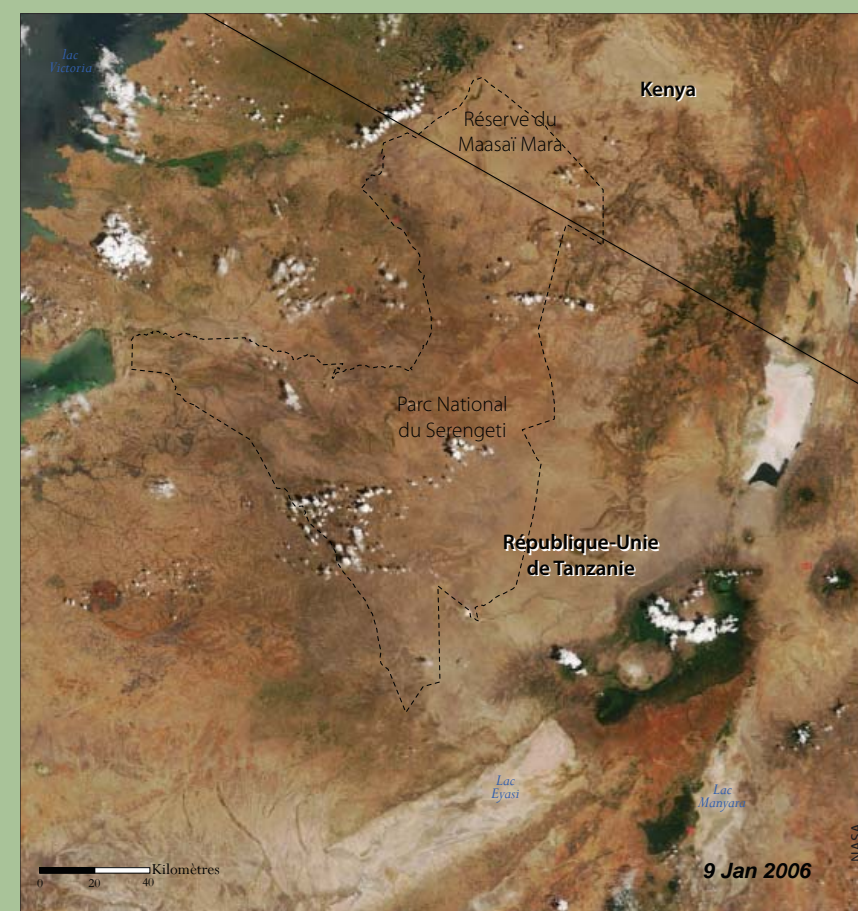
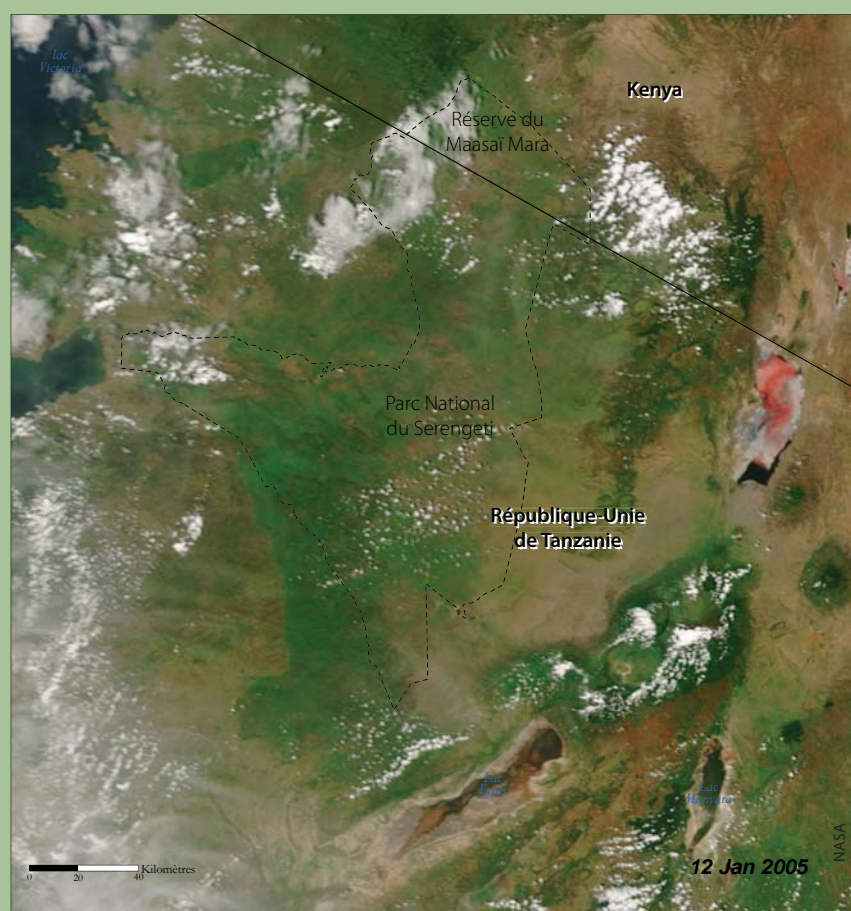
### Carte de la zone d'étude



UNEP/GRID

Chaque année, les troupeaux de gnous, zèbres et autres herbivores migrent dans un mouvement circulaire entre le parc national du Serengeti en République-Unie de Tanzanie et la réserve du Maasaï Mara au Kenya.

Deux images comparant la végétation de 2005 aux paysages stériles de 2006 (NASA 2006a).





## Complexe des parcs du W-Arly-Pendjari

Le complexe des parcs du W-Arly-Pendjari (WAP) englobe le Bénin, le Burkina Faso et le Niger, et représente un des plus grands ensembles de zones protégées contiguës d'Afrique. Le "W" dans le nom du complexe vient du parcours angulaire en "W" suivi par la rivière Niger lorsqu'elle traverse les contreforts des montagnes de l'Atakora au Bénin. Le complexe des parcs du WAP est un ensemble d'écosystèmes terrestres, semi-aquatiques et aquatiques, et il abrite plus de la moitié de la population des éléphants d'Afrique de l'Ouest. De plus, le WAP est le dernier refuge naturel pour la plupart des espèces vulnérables et/ou menacées du Bénin, Burkina Faso et Niger.

### Changements dans la couverture des terres autour du Complexe du W-Arly-Pendjari

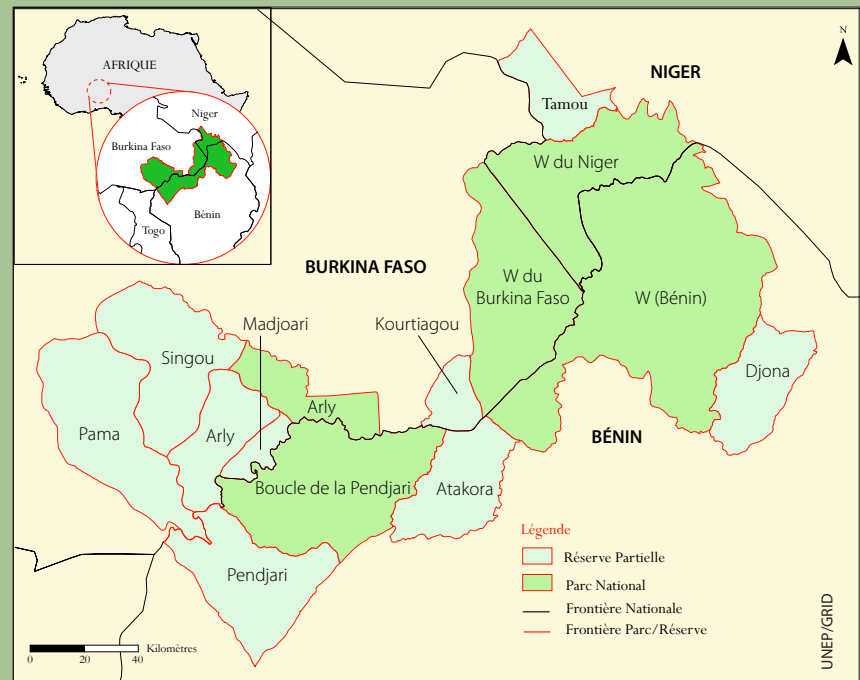
Les zones situées aux alentours du complexe du WAP connaissent actuellement des changements de couverture et d'utilisation significatifs. Un des exemples les plus frappants de ce changement peut être pris au nord du Bénin, où le développement de ce que l'on nomme la "ceinture de coton" a nettement altéré la végétation naturelle au cours des 20 dernières

**Table 2.2 – Utilisation des sols/ Changement dans l'occupation des sols aux environs des parcs (1975-2002)**

	1975 (km <sup>2</sup> )	2002 (km <sup>2</sup> )	Augmentation (%)
Agriculture - Intensive	2 813	4 997	78
Agriculture - Hétérogène	3 600	5 644	57
Savannes dégradée	3 281	4 264	30
Savannes	10 059	4 924	-51

Source: Eva and others 2006

## Carte de la zone d'étude



années. Durant cette période, les terres protégées du complexe ont été presque totalement entourées de zones agricoles, ce qui a eu pour conséquence une réduction de la biodiversité et une augmentation des contacts potentiels entre activités humaines et vie sauvage. À mesure que la disponibilité des ressources naturelles dans les zones non protégées diminue, les zones protégées, deviennent de fait les derniers endroits de la région où il est possible de s'approvisionner en bois de chauffage, fourrage et viande de brousse. Ces zones sont de plus en plus touchées par le braconnage, l'élevage illégal de bétail et autres activités humaines ayant un impact sur la durabilité de cette partie du complexe du WAP (Eva and others 2006).



Zèbres et gnous dans le parc du Grand Limpopo

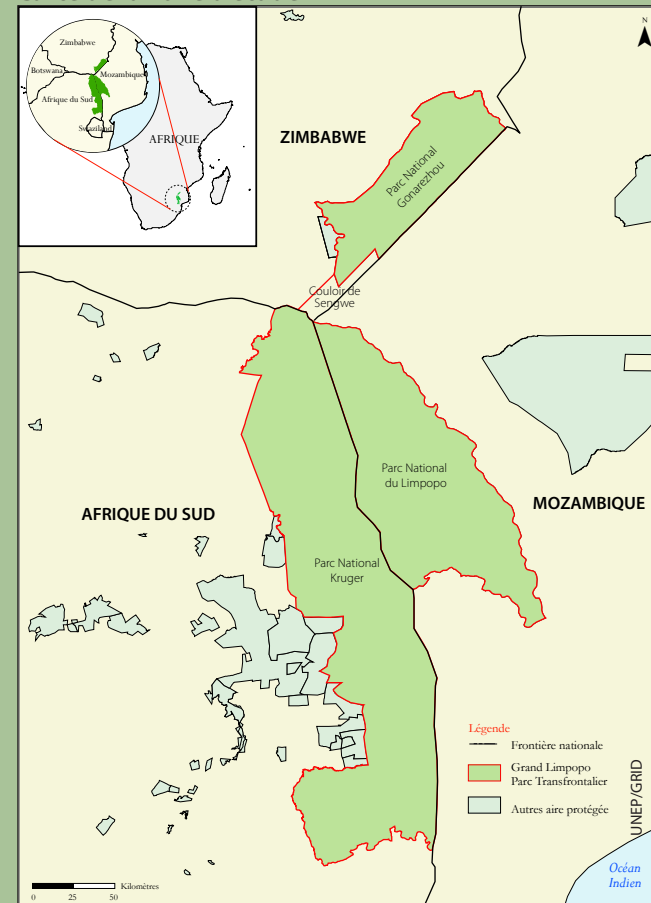
## Parc transfrontalier du Grand Limpopo

Le parc transfrontalier du Grand Limpopo (PTGL) est la plus grande zone protégée transfrontalière d'Afrique. Il est formé par le parc national du Kruger en Afrique du Sud, le parc national du Limpopo au Mozambique et le parc national Gonarezhou au Zimbabwe, et sa gestion est partagée entre ces trois pays (AWF 2003). Il s'étend sur 35 000 km<sup>2</sup> et ses trois composantes se rencontrent en son centre, au long de la rivière Limpopo.

Géographiquement, les principaux paysages qui composent le PTLG sont un écosystème de savanes de plaines où se trouvent, à l'ouest, quelques plateaux vallonnés les Montagnes du Lebombo dont l'altitude ne dépasse pas en moyenne les 500 m et qui suivent la frontière entre l'Afrique du Sud et le Zimbabwe et les zones inondables qui bordent les rivières Save, Changane, Limpopo, Olifants, Shingwedzi et Komati (SANParks 2007).

Le PTGL regroupe quelques-unes des zones protégées les plus belles et les plus importantes en terme de vie sauvage de tout le continent africain. Il abrite d'importantes populations d'éléphants, de rhinocéros noirs et de chiens sauvages toutes menacées ainsi que des espèces vulnérables telles que les lions, les léopards, girafes, buffles et de nombreuses variétés d'antilopes (MSN Encarta 2007). La population sauvage du PTGL comprend

## Carte de la zone d'étude



au moins 147 espèces de mammifères, 116 espèces de reptiles, 49 espèces de poissons, 34 espèces de grenouilles et une incroyable variété d'espèces d'oiseaux, dont le nombre dépasse les 500. De plus, au moins 2 000 espèces végétales ont déjà été identifiées (SANParks 2007). Le GLTP représente un exemple de succès récents dans l'établissement de parcs transfrontaliers destinés à la conservation et caractérisés par un vaste panel dans les approches de gestion des ressources naturelles (Rogers 2005).



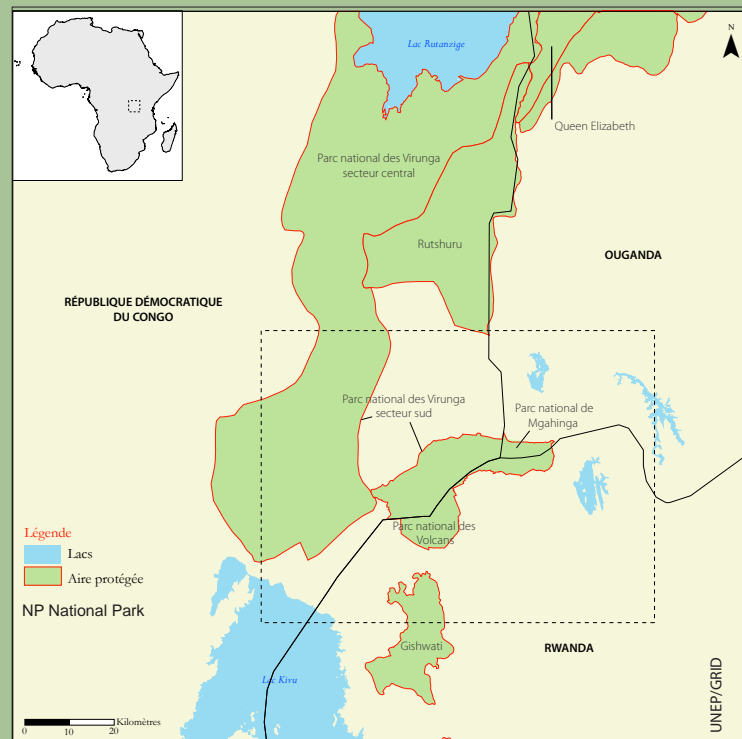
Gorille dans le parc national des volcans, Rwanda

Darren Kumasa/Flickr.com

### Conservation des Gorilles de Montagne au cœur des Virunga

Le cœur des Virunga, au centre de la région du Rift Albert située à l'est de l'Afrique centrale englobe les frontières de la République Démocratique du Congo, du Rwanda et de l'Ouganda. Il comprend le parc national des Virunga, patrimoine mondial de l'UNESCO (le plus vieux parc national d'Afrique) et abrite de vastes et luxuriantes forêts d'afromontane. Ici, les hauts plateaux des montagnes volcaniques abritent le dernier des gorilles de montagne au monde (*Gorilla beringei beringei*). Les chimpanzés, singes dorés, éléphants de forêts et une grande variété d'oiseaux, reptiles et amphibiens cohabitent au cœur de cet écosystème incroyablement varié. Parce que le cœur des Virunga s'étend sur trois pays, la gestion des ressources naturelles transfrontalières joue ici un rôle crucial dans le maintien de l'intégrité du paysage. Toutefois, les efforts de gestion conjoints ont été mis à mal depuis 1990 suite aux guerres et troubles civils qu'a connus la région. Historiquement, le braconnage, la progression de maladies et la disparition des habitats naturels consécutifs aux pressions démographiques et aux troubles politiques représentent depuis longtemps une menace pour les gorilles de montagne des forêts des Virunga. Toutefois, les efforts menés contre le braconnage et un modèle unique d'écotourisme consacré aux gorilles ont permis à la population de gorilles des

### Carte de la zone d'étude



Virunga d'augmenter de 17 pour cent entre 1988 et 2003. Le nombre total de gorilles de montagnes, si l'on comprend les 320 individus vivant dans le parc national du Bwindi en Ouganda, est aujourd'hui d'environ 700.

Malgré ces motifs de satisfaction et d'optimisme, la mort et l'extinction des gorilles de montagne demeurent une menace particulièrement présente. En 2007, sept gorilles ont été tués ; quatre de ces morts ont eu lieu dans la région des Virunga. Le massacre, qui continue, de ces primates particulièrement menacés illustre les défis auxquels doivent faire face les programmes de préservation des gorilles ainsi que l'urgence d'une amélioration de la gestion des parcs transfrontaliers de cette région d'Afrique.

Sources: McCrummen 2007; MSNBC 2007; WWF 2007



Gazelle, kob, and tiang

Paul Elkan and J. Michael Fay/  
National Geographic

### Sud Soudan: Le miracle de la survie

Le Sud Soudan s'étend sur 582 759 km<sup>2</sup> et se trouve entre le désert du Sahara et la ceinture africaine des forêts tropicales. Les biologistes spécialistes de la vie sauvage ont depuis longtemps considéré les prairies, zones boisées et marais du Sud Soudan comme le territoire des éléphants, zèbres, girafes et autres animaux.

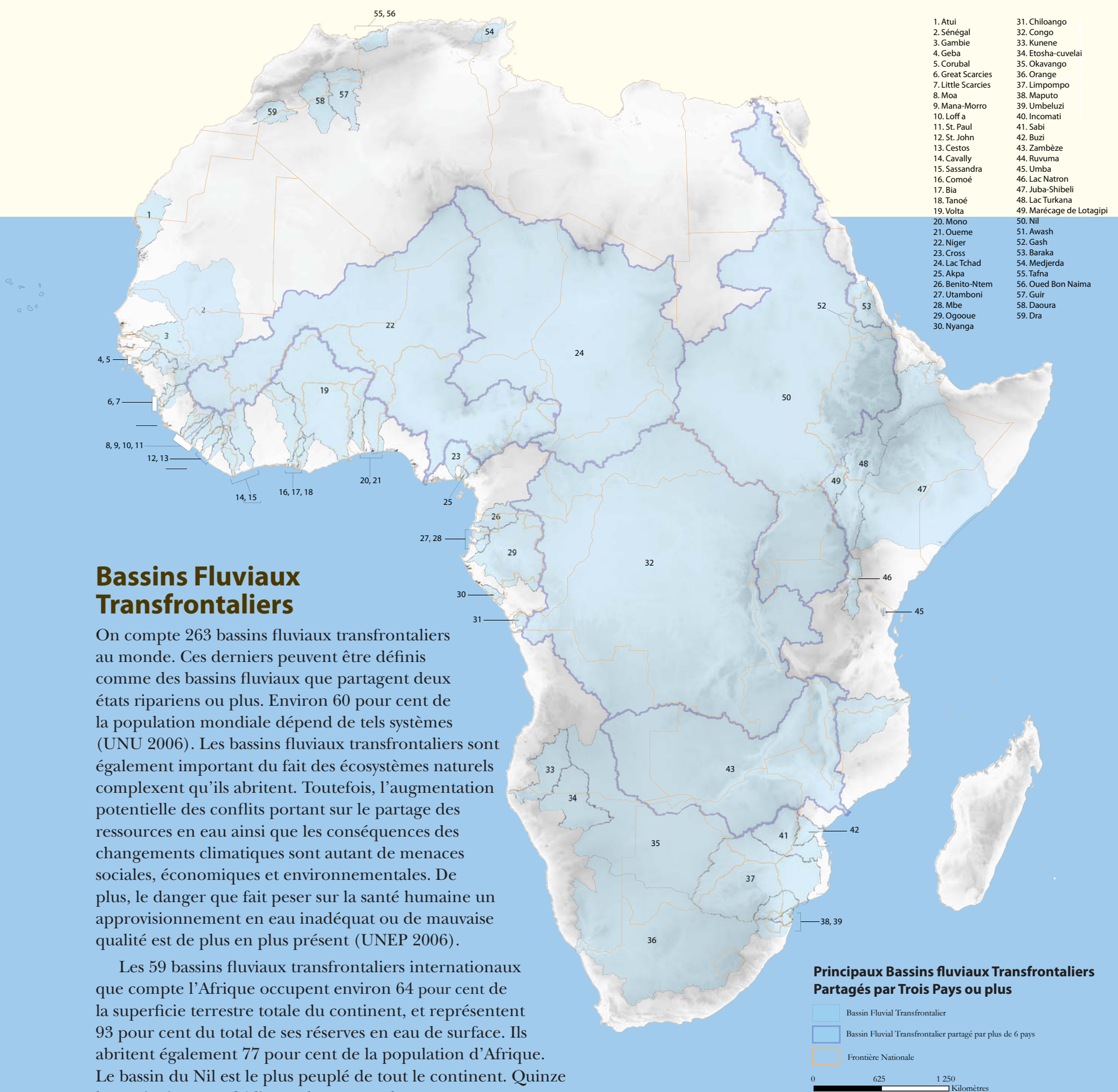
Avant la guerre civile (1983–2005), une étude menée en 1982 avait montré qu'environ 900 000 kobs de Buffon (*Kobus kob*)—une sorte d'antilope—migraient au Sud Soudan depuis les zones frontalières. Récemment, la première étude aérienne menée au Sud Soudan depuis 25 ans a montré que les immenses troupes migratoires sont parvenues à survivre à plus de 20 ans de guerre civile. Dans cette nouvelle étude, les biologistes estiment à 1.3 millions le nombre de kobs, tiangs et gazelles dans la région, un nombre qui dépasse même celui des troupes de gnous du Serengeti, longtemps considérés comme la plus grande concentration de mammifères migrateurs. Les estimations comprennent 250 000 gazelles Mongalla, 160 000 tiangs, 13 000 reedbucks, 8 900 buffles et 2 800 autruches. D'autres animaux tels que les éléphants, lions, léopards, hippopotames et buffles prospèrent également dans certaines zones du Sud Soudan. De plus, de nombreux oryx d'Afrique de l'Est (*Oryx beisa*), une espèce qu'on pensait éteinte dans la région, ont été recensés. D'un autre côté, certaines espèces situées au sud du Soudan sont sérieusement

### Carte de la zone d'étude



menacées. Par exemple, une étude récente a révélé qu'il n'existait plus de zèbres dans le parc national du Boma et qu'on n'en trouvait plus qu'un faible nombre dans le reste de la région, un résultat qui doit être comparé aux 20 000 individus recensés en 1982.

Source: WCS 2007; Pilkington 2007; Mongabay 2007



### Bassins Fluviaux Transfrontaliers

On compte 263 bassins fluviaux transfrontaliers au monde. Ces derniers peuvent être définis comme des bassins fluviaux que partagent deux états ripariens ou plus. Environ 60 pour cent de la population mondiale dépend de tels systèmes (UNU 2006). Les bassins fluviaux transfrontaliers sont également important du fait des écosystèmes naturels complexes qu'ils abritent. Toutefois, l'augmentation potentielle des conflits portant sur le partage des ressources en eau ainsi que les conséquences des changements climatiques sont autant de menaces sociales, économiques et environnementales. De plus, le danger que fait peser sur la santé humaine un approvisionnement en eau inadéquat ou de mauvaise qualité est de plus en plus présent (UNEP 2006).

Les 59 bassins fluviaux transfrontaliers internationaux que compte l'Afrique occupent environ 64 pour cent de la superficie terrestre totale du continent, et représentent 93 pour cent du total de ses réserves en eau de surface. Ils abritent également 77 pour cent de la population d'Afrique. Le bassin du Nil est le plus peuplé de tout le continent. Quinze lacs principaux et 24 lignes de partage des eaux traversent en Afrique les frontières politiques de deux pays ou plus (UNEP 2006b). Les 17 principaux bassins hydrographiques et bassins fluviaux d'Afrique dépassent les 100 000 km<sup>2</sup> (UNU 2006). On compte également en Afrique 38 systèmes d'aquifères transfrontaliers, dont on sait encore peu de choses.

La plupart des Africains vivent dans des zones rurales et restent fortement dépendants de l'agriculture, faisant ainsi de l'eau une ressource et une marchandise vitale. Avec la croissance démographique, l'extrême variabilité des précipitations qui s'abattent sur les différents paysages

d'Afrique—depuis les régions arides du nord et du sud jusqu'à la ceinture de forêts tropicales—représente un défi majeur pour l'approvisionnement en eau potable et les conditions sanitaires de millions de personnes. Ainsi, la gestion des ressources en eau transfrontalières implique d'évoluer dans un environnement qui encourage la coopération sur de nombreux fronts.

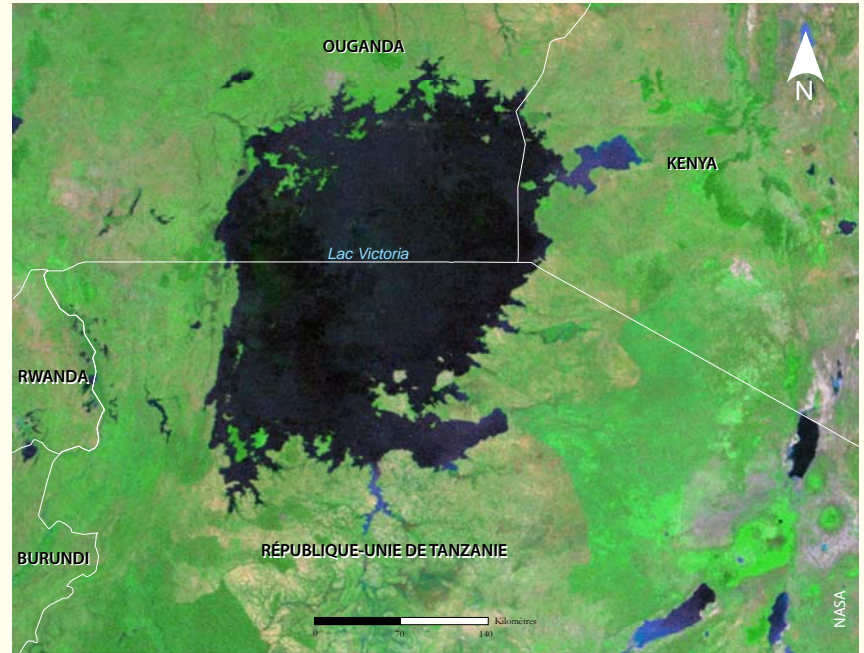


Jacinthe d'eau poussant près d'un dock, Lac Victoria, Kenya

### Lac Victoria : La plus grande étendue d'eau douce d'Afrique

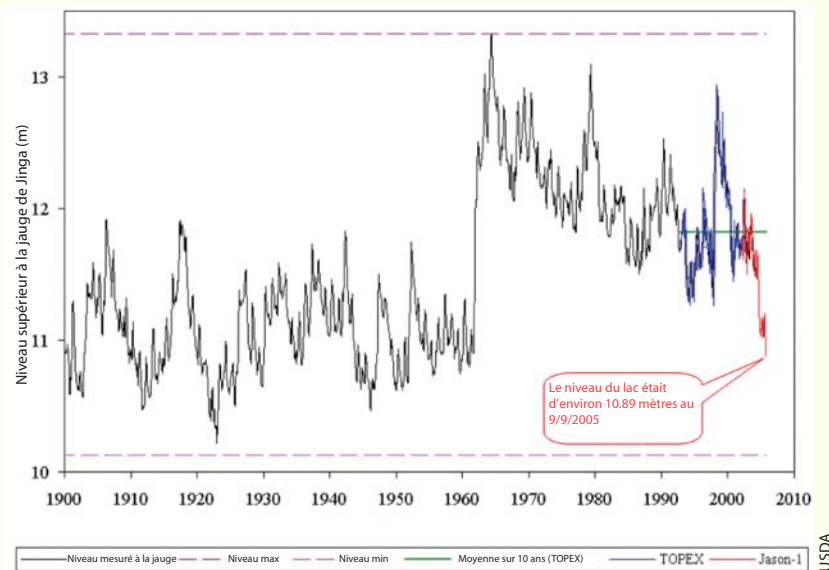
Le lac Victoria est le plus grand lac d'eau douce d'Afrique, et le deuxième au monde. Son bassin total est d'environ 250 000 km<sup>2</sup> dont 68 870 km<sup>2</sup> représentent la surface du lac à proprement parler (URT 2001). Situées dans les étendues supérieures du bassin du Nil en Afrique de l'Est, ses eaux sont partagées entre le Kenya, l'Ouganda et la République-Unie de Tanzanie. Le lac Victoria doit faire face à une myriade de problèmes environnementaux dont ceux posés par les espèces invasives, la qualité de l'eau et les fluctuations des niveaux d'eau.

Mesurés depuis maintenant 105 ans (au niveau de Jinja en Ouganda), les niveaux du lac Victoria ont déjà connu d'importantes fluctuations. En 1961 et 1962, par exemple, de fortes pluies ont concouru à une spectaculaire élévation de deux mètres du niveau des eaux. Depuis, les niveaux ont généralement été en déclinant au fil du temps. En décembre 2005, les niveaux

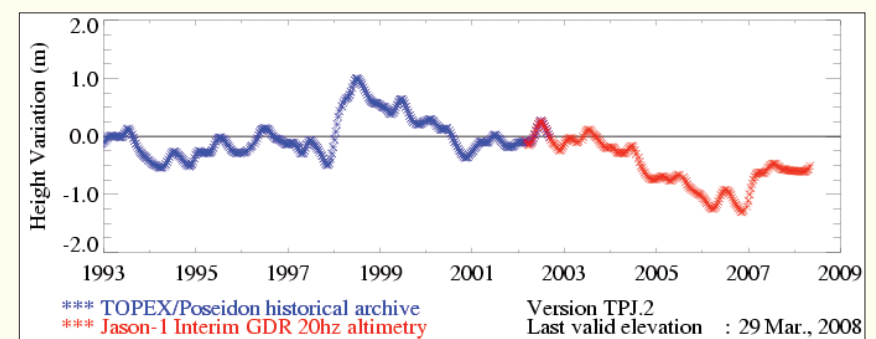


ont atteint le record absolu de baisse de 10.89 m (NASA 2006a), un chiffre que confirment les mesures satellitaires. Au cours des dernières années, les niveaux d'eau ont légèrement augmenté.

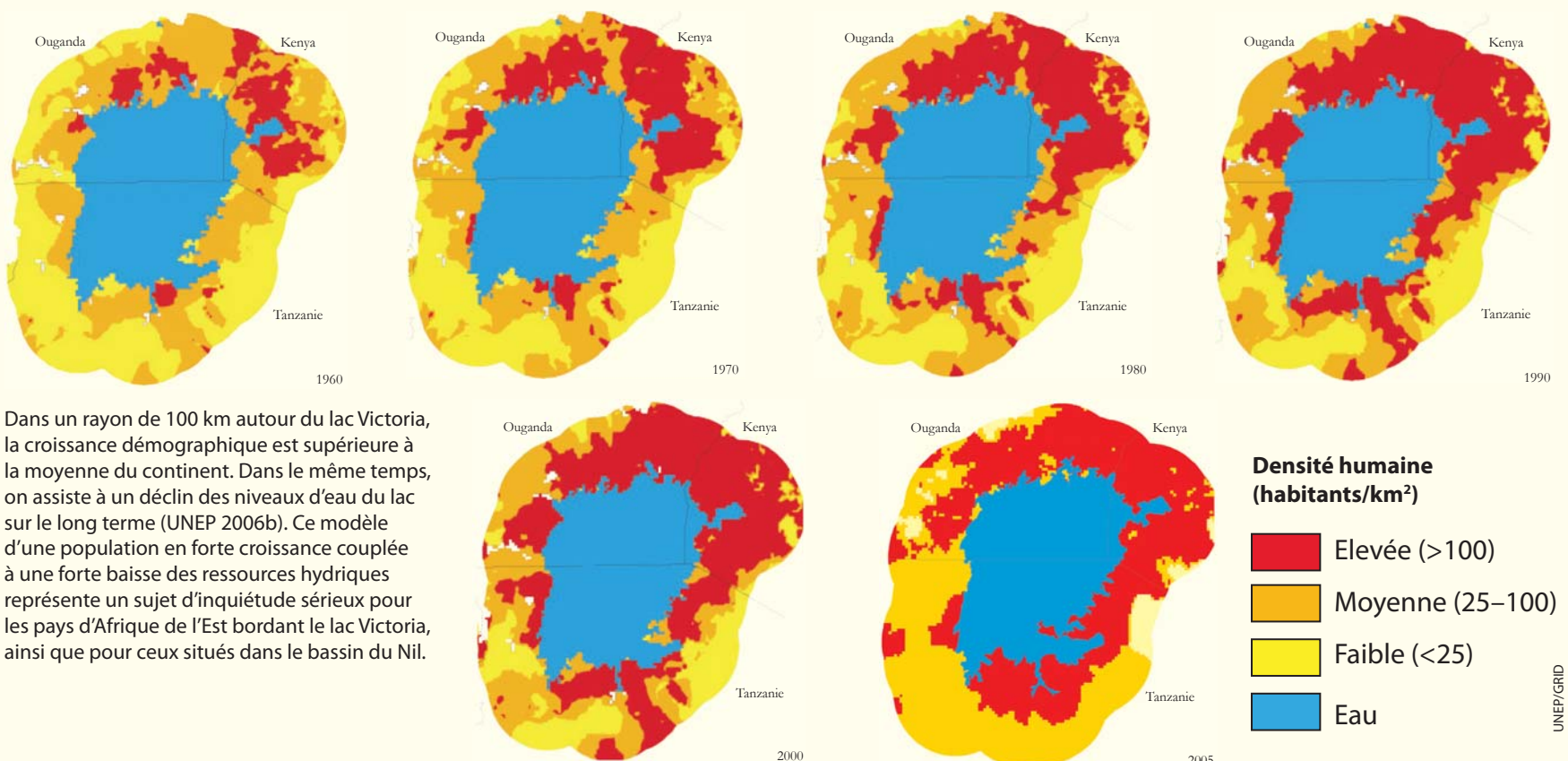
### Élévations des niveaux d'eau du lac Victoria



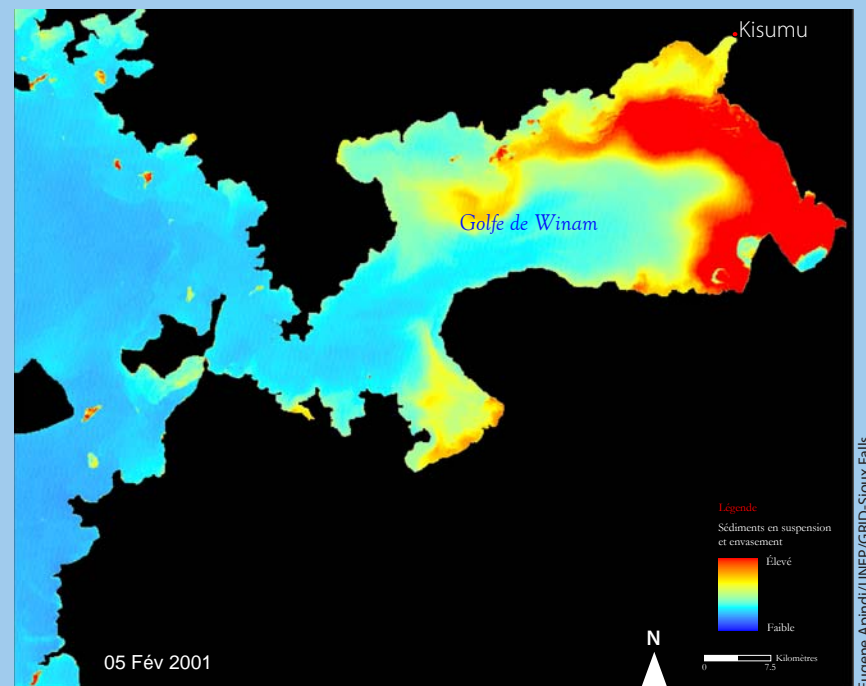
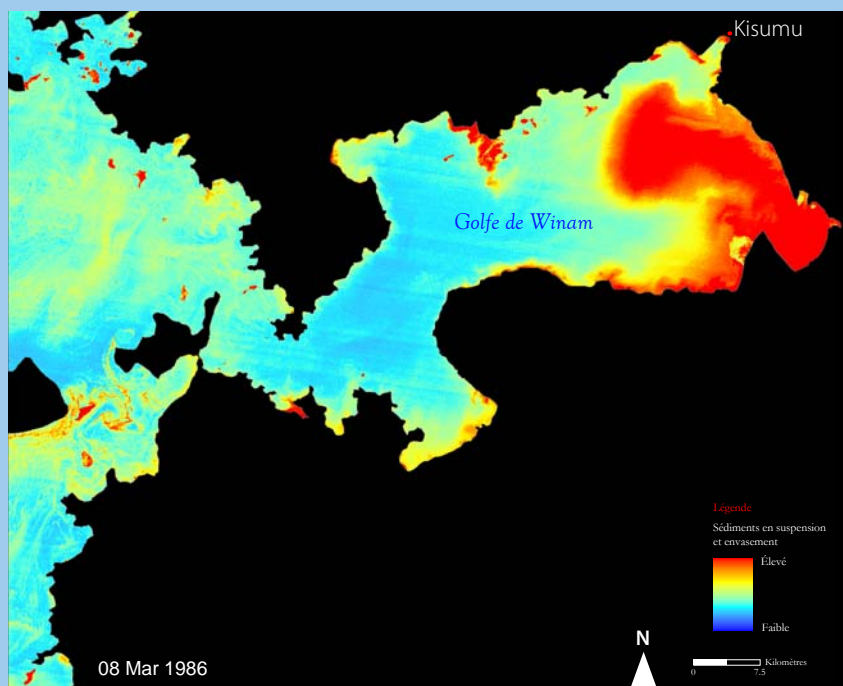
### Variations de hauteurs au niveau du lac Victoria



### Une forte croissance démographique aux alentours du lac



Dans un rayon de 100 km autour du lac Victoria, la croissance démographique est supérieure à la moyenne du continent. Dans le même temps, on assiste à un déclin des niveaux d'eau du lac sur le long terme (UNEP 2006b). Ce modèle d'une population en forte croissance couplée à une forte baisse des ressources hydriques représente un sujet d'inquiétude sérieux pour les pays d'Afrique de l'Est bordant le lac Victoria, ainsi que pour ceux situés dans le bassin du Nil.



Images montrant l'augmentation de l'envasement et des sédiments en suspension

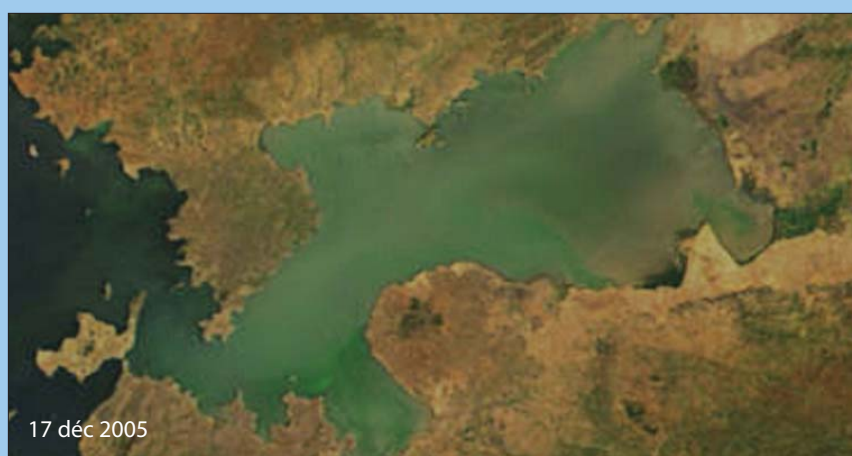
### Le golfe de Winam du lac Victoria

Le golfe de Winam est un large bras du lac Victoria qui s'étend en direction de l'est à l'intérieur du Kenya, environ sur 100 km d'est en ouest et 50 km du nord au sud pour 550 km de littoral. Le golfe est relativement peu profond, la profondeur moyenne enregistrée étant de six mètres (Osumo 2001).

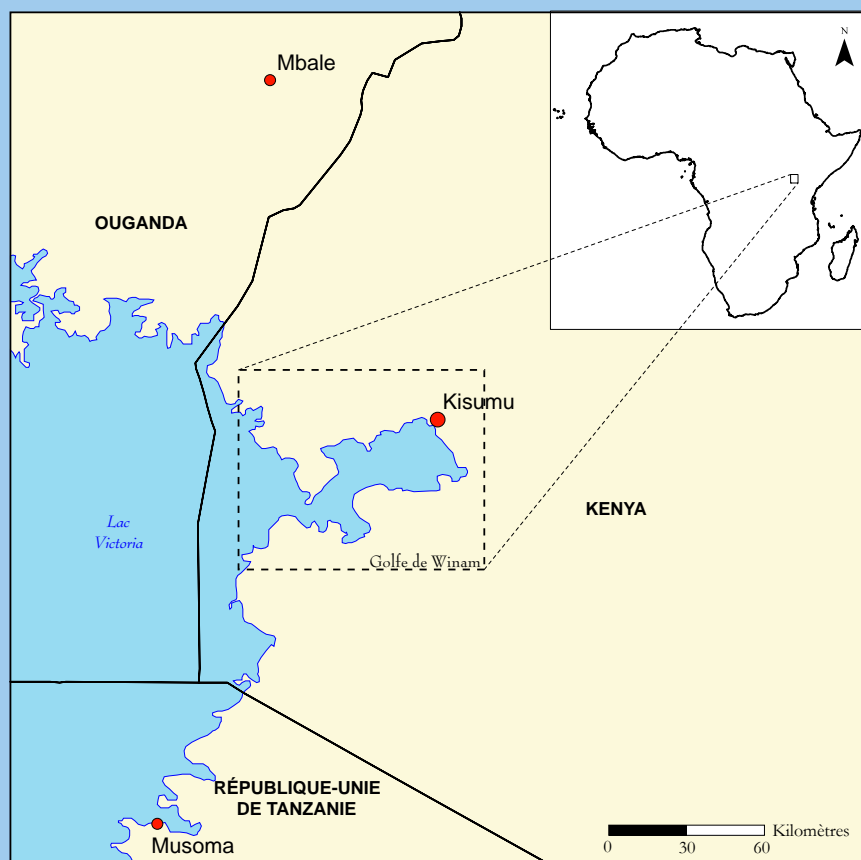
Tout comme le lac Victoria dont il fait partie, le golfe de Winam doit faire face à de nombreux défis environnementaux. Ces derniers incluent, entre autres, l'envasement, la sédimentation, les contaminations toxiques et l'eutrophisation. Ces changements sont sous-tendus par une explosion démographique dans le bassin du lac associés aux pratiques agricoles locales et à l'urbanisation de la région. Quatre rivières d'importance majeure—Sondumiri, Kibos, Nyando et Kisat—déversent en moyenne 231 m<sup>3</sup> d'eau par seconde dans le golfe (Osumo 2001). Les eaux d'égout et déchets non traités provenant des villes alentours ainsi que les nutriments organiques et non organiques charriés depuis les zones cultivées se retrouvent d'abord dans ces rivières avant d'être déversés dans le Golfe. De plus, une érosion excessive des sols dans certaines parties du bassin du lac a provoqué un envasement et une sédimentation massive de certaines zones, en particulier au niveau du golfe de Winam. Les images ci-dessus montrent l'augmentation de l'envasement et des sédiments en suspension présents dans les eaux du Golfe de Winam entre le 8 mars 1996 (en haut à gauche) et le 5 février 2001 (en haut à droite). Les zones les plus touchées apparaissent en rouge tandis que les plus épargnées sont signalées en bleu.

Lors de l'invasion des jacinthes d'eau (*Eichhornia crassipes*) qui frappa le lac Victoria dans les années 1990, le Golfe de Winam fut une des régions les plus sévèrement touchées. Au moins 17 231 hectares de sa surface furent recouverts par cette plante. En 2000, toutefois, la zone envahie par la jacinthe d'eau avait été réduite, grâce à différentes mesures de contrôle, à 500 hectares. Cinq ans

Images de baies submergées par les jacinthes d'eau

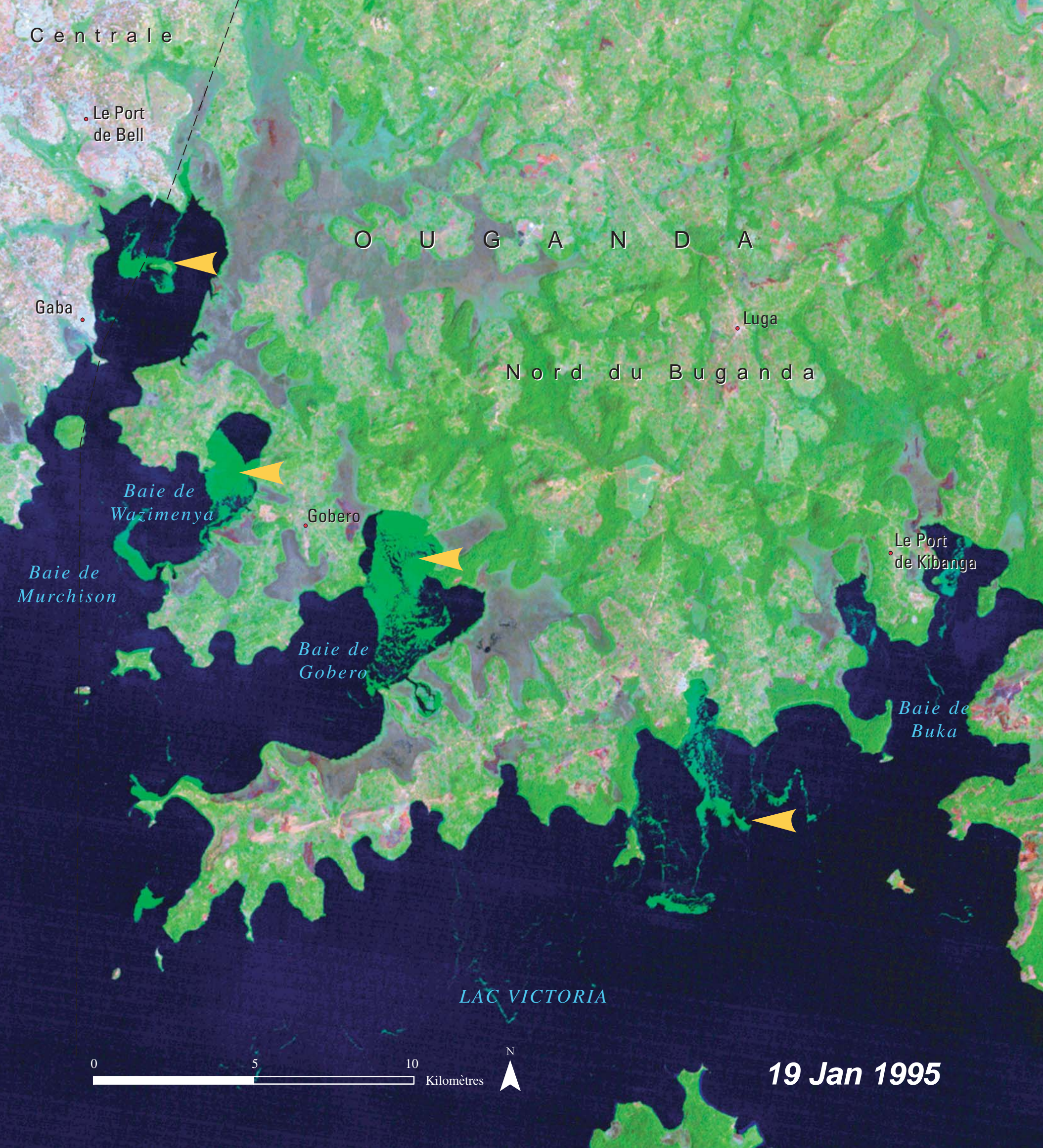


### Carte de la zone d'étude



plus tard, comme le montre l'image satellitaire prise en décembre 2005 (en bas à gauche), le golfe apparaît comme pratiquement débarrassé de ces plantes. Environ un an plus tard, toutefois, des précipitations particulièrement importantes gonflèrent les rivières qui se jettent dans le golfe, provoquant une augmentation des niveaux d'eau de ce dernier et contribuant finalement à l'augmentation de la qualité nutritionnelle de l'environnement aquatique. Ainsi, les jacinthes d'eau purent rapidement ré envahir à nouveau le golfe, comme le montre l'image satellite prise en 2006 (en bas à droite).





**Les jacinthes d'eau dans le lac Victoria, 1995-2001**

Au cours des années 1990, le lac Victoria fut envahi par les jacinthes d'eau (flèches jaunes), une espèce introduite qui prospère sur les nutriments provenant des fertilisants utilisés sur les terres agricoles voisines. Ces plantes perturbèrent le transport et la pêche, obstruèrent les canaux municipaux de distribution

d'eau et permirent aux moustiques et autres insectes vecteurs de maladies de prospérer. Afin de répondre à ce problème, un Projet de Gestion Environnementale du Lac Victoria fut lancé en 1994. L'objectif de ce projet était de combattre l'envahissement du lac par les jacinthes d'eau, en particulier dans les régions proches de l'Ouganda, particulièrement touchées.



**27 Nov 2001**

Cette image satellitaire datant de 1995 montre l'infestation des jacinthes d'eau dans ou près des baies de Murchison, Wazimenya, Gobero et Buka (flèches jaunes). Dans les premiers temps, les plantes furent manuellement retirées du lac mais elles

repoussèrent rapidement. Plus tard, des insectes prédateurs naturels de la jacinthe d'eau furent introduits avec de meilleurs résultats. A la fin de l'année 2001, la plupart des jacinthes avaient disparu des zones précédemment citées.



Vendeur de rue au Tchad

Permission Pending/Flickr.com

### Lac Tchad: l'assèchement progressif d'un lac africain

Situé sur la bordure sud du désert du Sahara, le lac Tchad est entouré par le Nigeria, le Niger, le Tchad et le Cameroun. Il fut autrefois le deuxième plus grand marais d'Afrique, hôte d'une grande diversité d'animaux endémiques et de vie végétale.

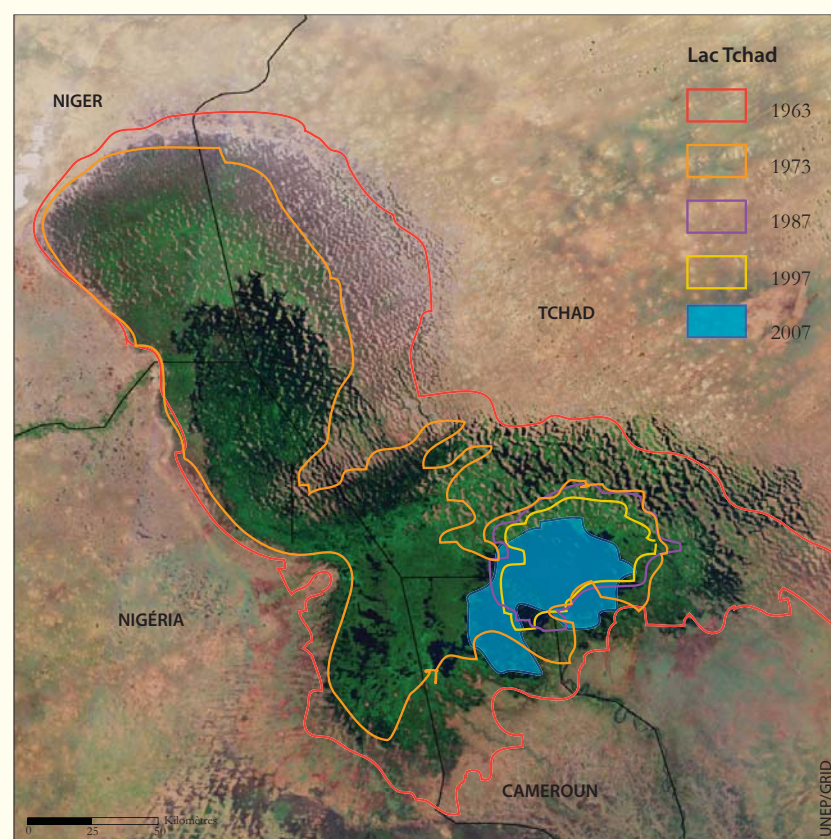
Le bassin de drainage du lac Tchad, une étendue hydrologique fermée de 2 500 000 km<sup>2</sup>, s'étend à travers huit pays : l'Algérie, la Libye, le Niger, le Tchad, le Soudan, la République centrafricaine, le Cameroun et le Nigéria. Plus de 20 millions de personnes, dont l'habitat dépend directement ou indirectement du lac, y vivent. La plus grande partie des pluies ont lieu dans le tiers sud du bassin de drainage du lac Tchad, contribuant à environ 90 pour cent des ruissellements issus du bassin. Les deux tiers nord du bassin, toutefois, sont exposés à des conditions météorologiques arides (Coe et Foley 2001).

La variabilité climatique et l'augmentation de la consommation en eau par les populations locales ont modifié la balance hydrique du bassin et provoqué des changements qui sont toujours en cours. Depuis le début des années 1960, les précipitations ont sérieusement baissé tandis que l'irrigation a considérablement augmenté sur la même période (Coe et Foley 2001). Le lac est particulièrement vulnérable aux changements climatiques du fait qu'il est relativement peu profond, avec une profondeur moyenne de 4.11 m (NASA 2001a). Subséquemment à la baisse des précipitations et à l'augmentation des besoins en eau, le lac a perdu 95 pour cent de sa surface initiale en 35 ans. Plus récemment, les niveaux d'eau ont légèrement augmenté, mais le lac reste un vestige de ce qu'il fut il y a encore peu.

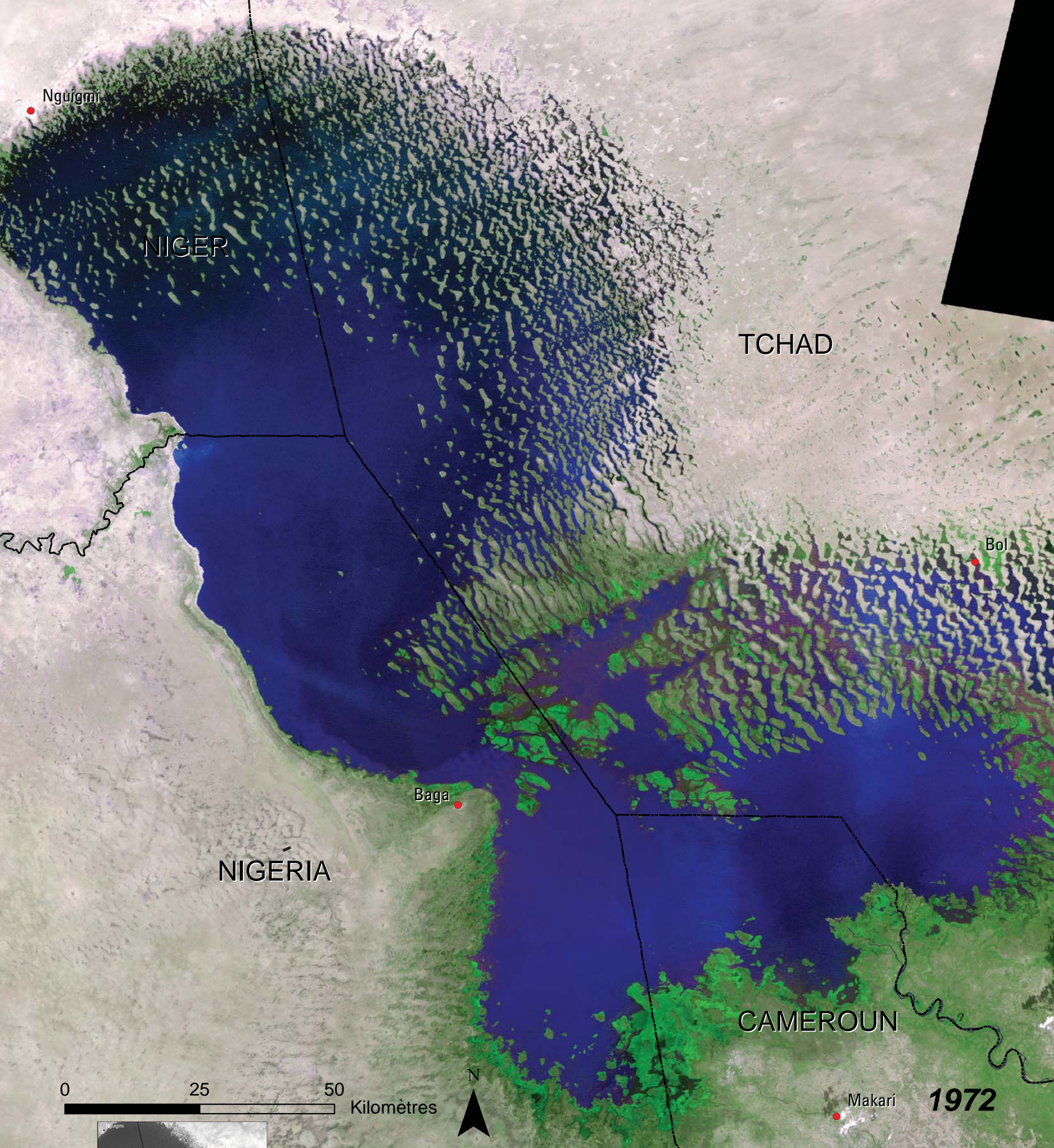
### Bassin de drainage du lac Tchad



### Assèchement du lac Tchad



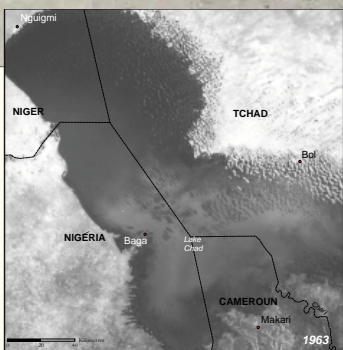


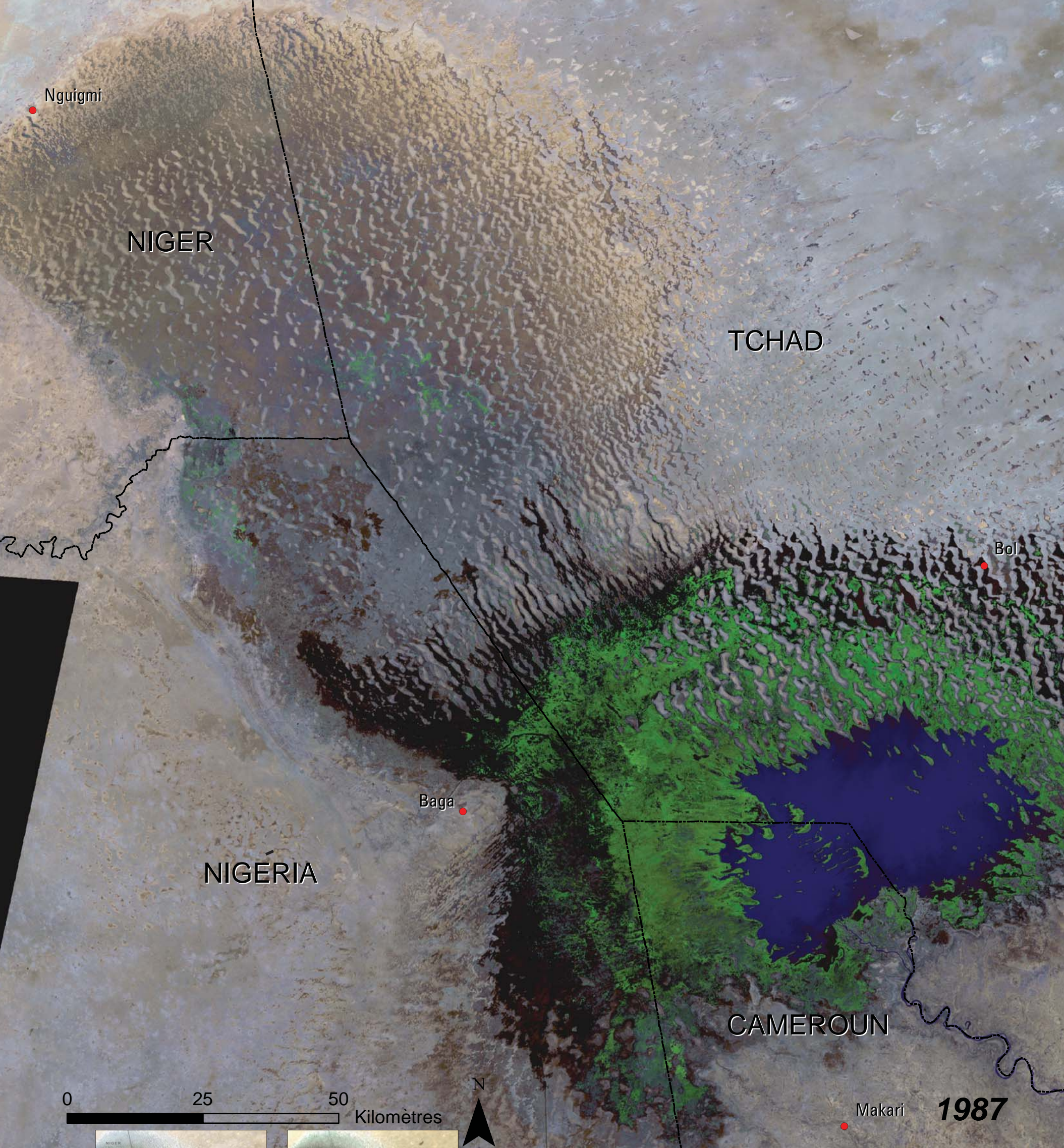


**Déclin du niveau des eaux du lac Tchad, 1972-2007**

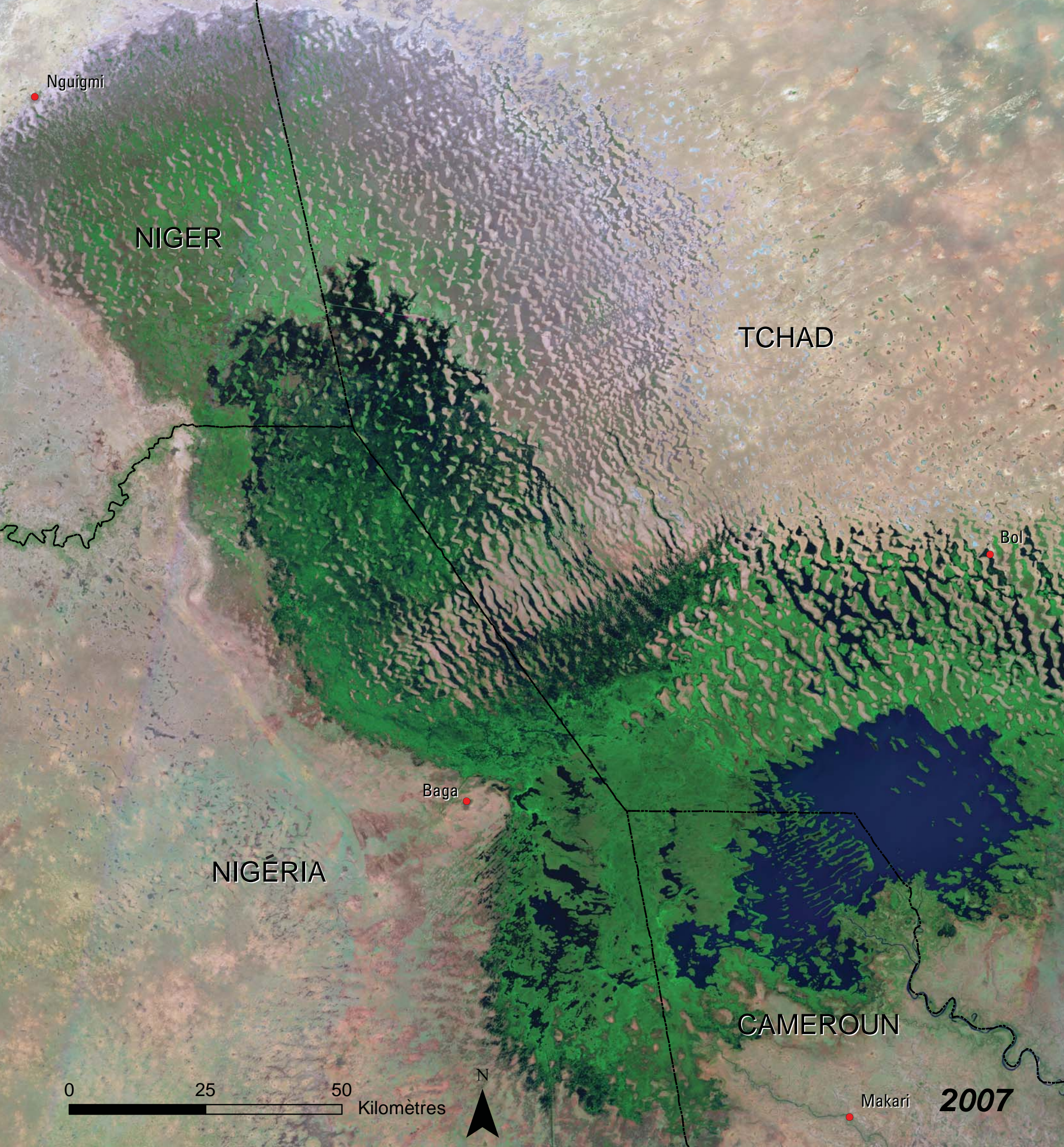
Le lac Tchad, situé à la jonction du Nigeria, du Niger, du Tchad et du Cameroun, fut autrefois le 6ème plus grand lac au monde et le deuxième plus grand marais d’Afrique. Il était alors hautement productif et accueillait une grande variété de vie sauvage. Des sécheresses à répétition

et le développement de l’irrigation agricole ont réduit son étendue, au cours des 35 dernières années, jusqu’à un dixième de sa taille originelle. Malgré son grand bassin de drainage, le nord du lac—asséché—ne fournit pratiquement plus d’eau. 90 pour cent des eaux du lacs proviennent de la rivière Chari.





Avec un lit plat et peu profond, le lac Tchad est particulièrement réactif aux changements de précipitations. Lorsque ces dernières diminuent, les niveaux d'eau chutent rapidement. Le détournement des eaux du lac et de la rivière Chari par les activités humaines peut expliquer en partie certaines baisses de débit, mais les précipitations



restent le principal facteur de modification des niveaux d'eau et de l'étendue du lac. Comme le montrent ces images satellites prises en 1972, 1987 et 2007, la surface du lac a subi un déclin considérable au fil des années. L'image datant de 2007 montre une légère amélioration, mais l'étendue du lac Tchad reste nettement inférieure aux niveaux mesurés il y a trois ou quatre décennies.





Vue aérienne du delta de l'Okavango

Justin Hall/Flickr.com

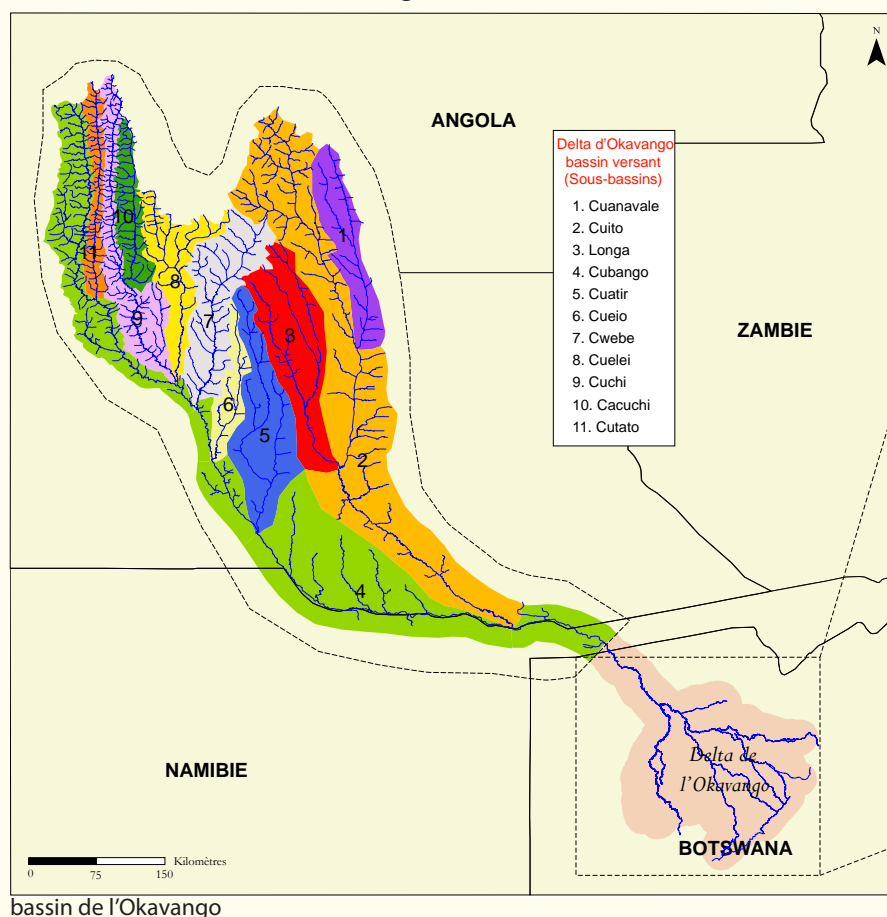
### Okavango: Le plus grand Delta intérieur au monde

Le delta de l'Okavango (également appelé marais de l'Okavango), un site Ramsar reconnu dans le monde entier, est le plus grand delta situé à l'intérieur des terres au monde. L'Angola, la Namibie et le Botswana se partagent le bassin de la rivière Okavango qui alimente le delta. S'étendant sur environ 15 000 km<sup>2</sup>, le delta représente un habitat naturel d'eau douce riche et varié pour de nombreuses espèces végétales et animales. Il abrite 2 000 à 3 000 espèces de plantes, plus de 162 espèces d'araignées, plus de 20 espèces de grands herbivores, plus de 450 espèces d'oiseaux (Monna 1999) et environ 70 espèces de poissons (Kolding 1996). Cette zone appartenait autrefois au lac Makgadikgadi (un ancien lac qui s'assécha complètement il y a 10 000 ans). Aujourd'hui, la rivière Okavango n'a pas de sortie maritime. Elle prend fin en se déversant sur les sables du désert du Kalahari (Kgalagadi), assurant l'irrigation naturelle de 15 000 km<sup>2</sup> de terrain. Chaque année, 11 km<sup>3</sup> d'eau atteignent et entretiennent le delta de l'Okavango.

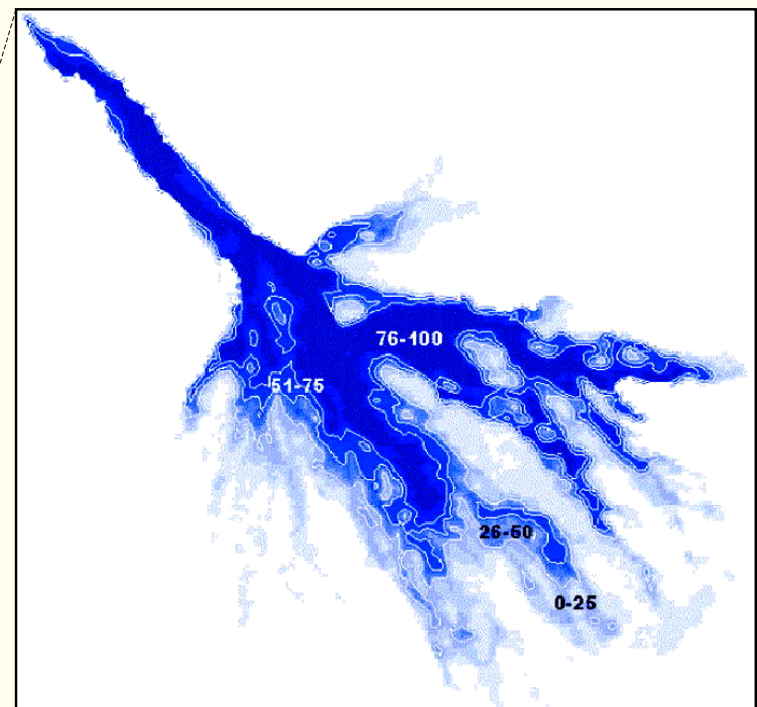
La zone inondée du delta change chaque année et de manière saisonnière, en fonction des précipitations qui s'abattent sur le bassin situé dans les hautes terres angolaises (McCarthy and others 2003).

L'inondation du delta commence au milieu de l'été dans le nord et six mois plus tard dans le sud. Les eaux pénétrant dans le delta traversent d'abord les aquifères sablonneux de nombreuses îles et s'évaporent en laissant derrière elles d'énormes quantités de sel. La végétation disparaît du centre de ces îles et d'épaisses couches de sel se forment autour de celles-ci. Les îles peuvent être complètement submergées au plus fort de la saison des inondations, pour réapparaître lorsque les eaux se retirent. Ces niveaux d'eaux constamment changeants ont un impact social et environnemental extrêmement important dans la mesure où le delta abrite une très riche biodiversité et que de nombreuses populations locales et communautés y sont installées et en dépendent directement. La carte présentée ci-dessous montre le pourcentage de l'année—entre 1985 et 2000—durant lequel certaines zones du delta furent inondées. La coloration en bleu foncé indique les zones inondées en permanence tandis que les zones d'un bleu plus clair ou représentées en blanc sont moins souvent inondées (McCarthy and others 2003). Le niveau d'inondation du delta a toujours varié d'une année à l'autre. Une étude menée par McCarthy et al en 2003 montre que les étendues de zones marécageuses ont pu varier de 2450 km<sup>2</sup> à 11 400 km<sup>2</sup> entre 1972 et 2000.

Carte du bassin du Delta de l'Okavango

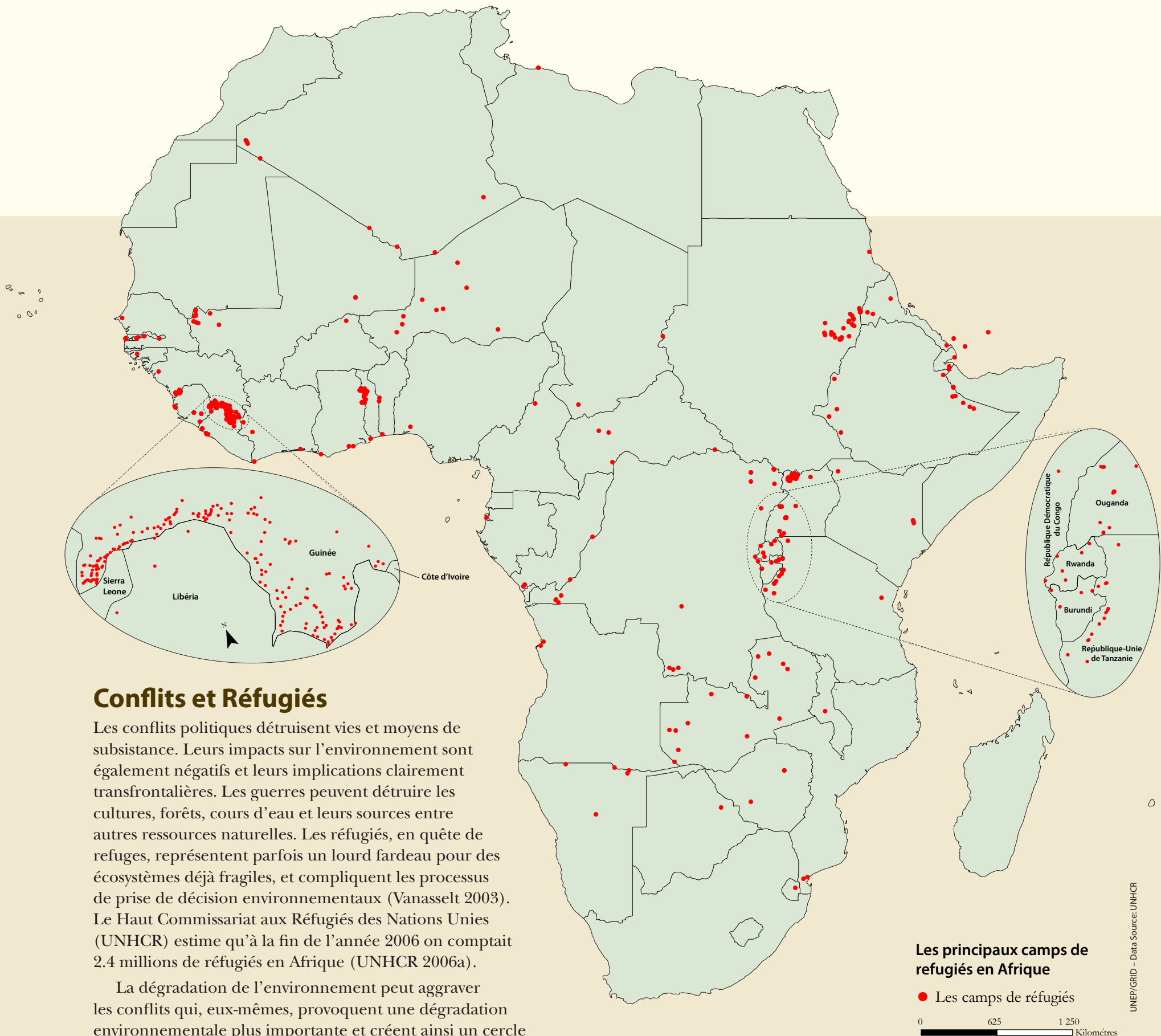


bassin de l'Okavango



Certaines parties du delta de l'Okavango restent inondés toute l'année, même au cours des années sèches, cependant, la majorité du delta est inondé uniquement de façon saisonnière ou durant les années humides. Cette image montre le pourcentage d'inondation du delta entre 1985 et 2000

McCarthy and others 2003

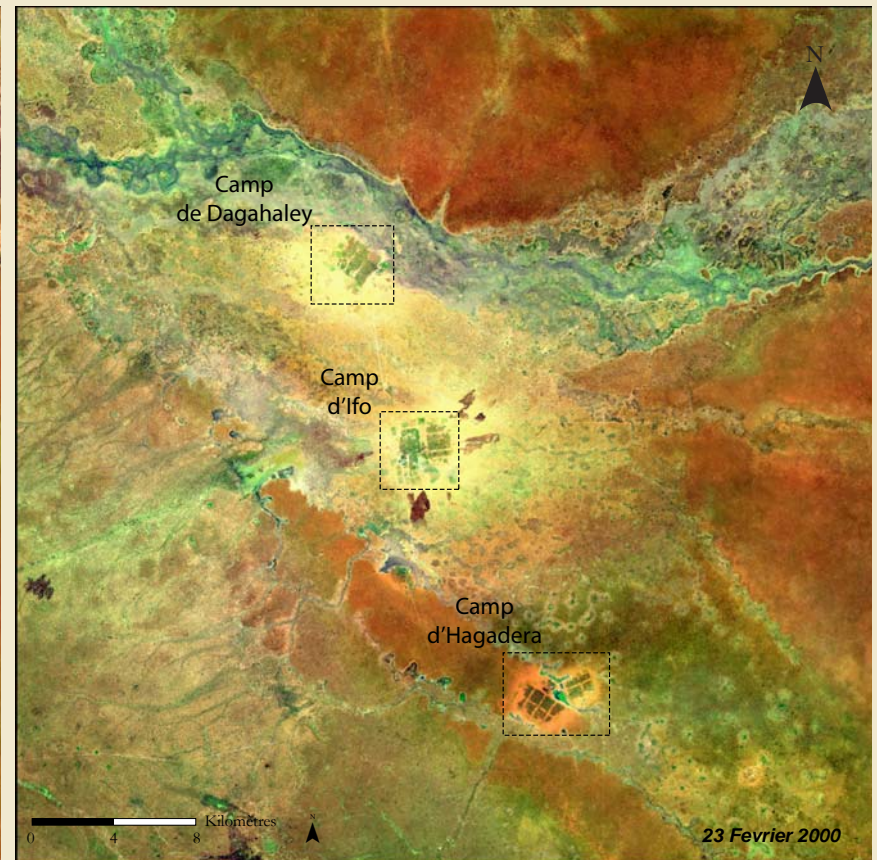
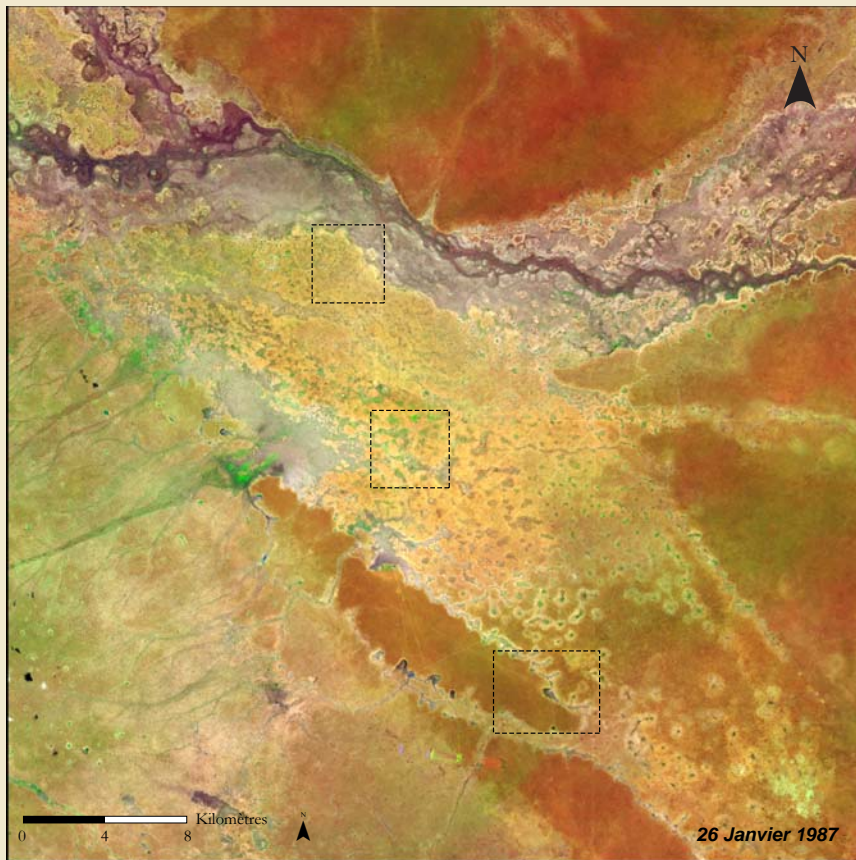


### Conflits et Réfugiés

Les conflits politiques détruisent vies et moyens de subsistance. Leurs impacts sur l'environnement sont également négatifs et leurs implications clairement transfrontalières. Les guerres peuvent détruire les cultures, forêts, cours d'eau et leurs sources entre autres ressources naturelles. Les réfugiés, en quête de refuges, représentent parfois un lourd fardeau pour des écosystèmes déjà fragiles, et compliquent les processus de prise de décision environnementaux (Vanasselt 2003). Le Haut Commissariat aux Réfugiés des Nations Unies (UNHCR) estime qu'à la fin de l'année 2006 on comptait 2.4 millions de réfugiés en Afrique (UNHCR 2006a).

La dégradation de l'environnement peut aggraver les conflits qui, eux-mêmes, provoquent une dégradation environnementale plus importante et créent ainsi un cercle vicieux de mise en concurrence exacerbée de ressources diminuées, d'augmentation de l'hostilité entre les hommes, de conflits intercommunautaires et finalement d'éclatement social et politique. Les signes avant-coureurs écologiques liés aux conflits et à leurs impacts incluent un espace habitable limité, une baisse de la production des biens et une « empreinte écologique » humaine renforcée (Wolf 2007).

**Changements dans la composition du paysage dans et autour du camp de réfugiés de Dadaab entre 1987 et 2000**



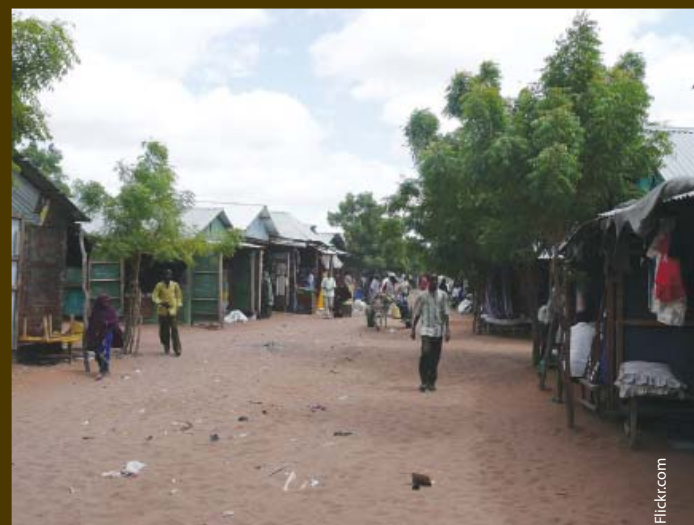
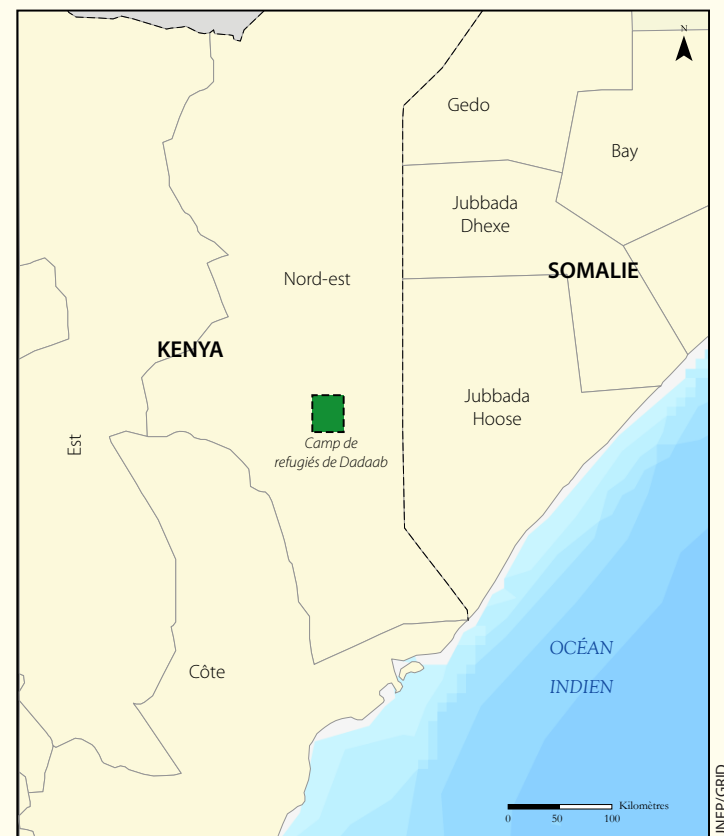
**Camp de réfugiés de Dadaab**

Les camps de réfugiés d'Ifo, Dagahaley et de Hagadera sont situés dans la ville de Dadaab, au nord-est du Kenya, près de la frontière somalienne. Leur établissement remonte à 1991, lorsque la guerre civile a frappé à grande échelle la Somalie. Les conflits, ainsi qu'une sécheresse prolongée, ont poussé plus de 400 000 personnes à fuir la Somalie pour le Kenya, et 500 000 pour d'autres pays proches.

L'image satellitaire prise en 1987, présentée ci-dessus présente un paysage intact dans son ensemble, dominée par une végétation composée d'arbustes caractéristique des zones semi-arides. Sur la photo prise en 2000, les camps de réfugiés d'Ifo, Dagahaley et Hagadera apparaissent distinctement, révélant la présence et l'impact que peut avoir une haute concentration de réfugiés—plus de 100 000—sur l'environnement. Les zones boisées ont été réduites à quelques emplacements isolés et nus où survivent quelques arbustes et une maigre végétation, tandis que les plantes de rivière ont également souffert de pertes et de dégradations.

Dans les camps de réfugiés, la plupart des ménages utilisent différents espaces – dortoirs, cuisines, parfois espace de stockage—ainsi qu'un grand nombre de lieux communs extérieurs où les familles peuvent cuisiner, se rencontrer, nettoyer vaisselle et linge entre autres activités. Il n'est pas rare que des familles partagent leur foyer avec chèvres, ânes ou poulets.

**Carte de la zone d'étude**





Scène de rue en Guinée

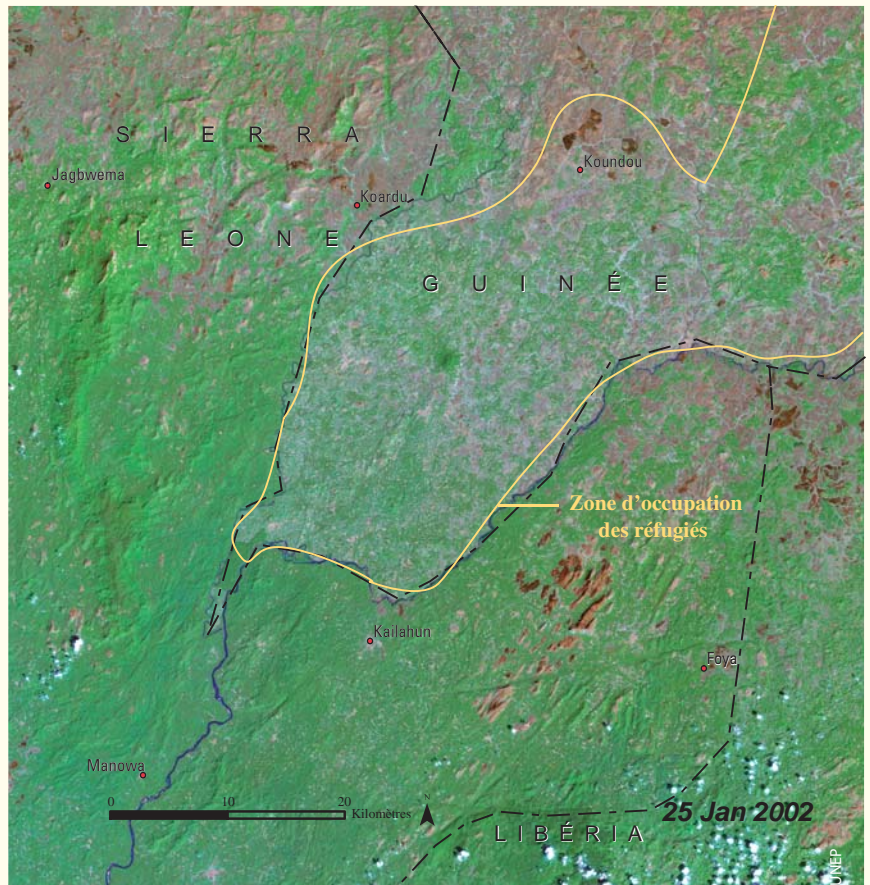
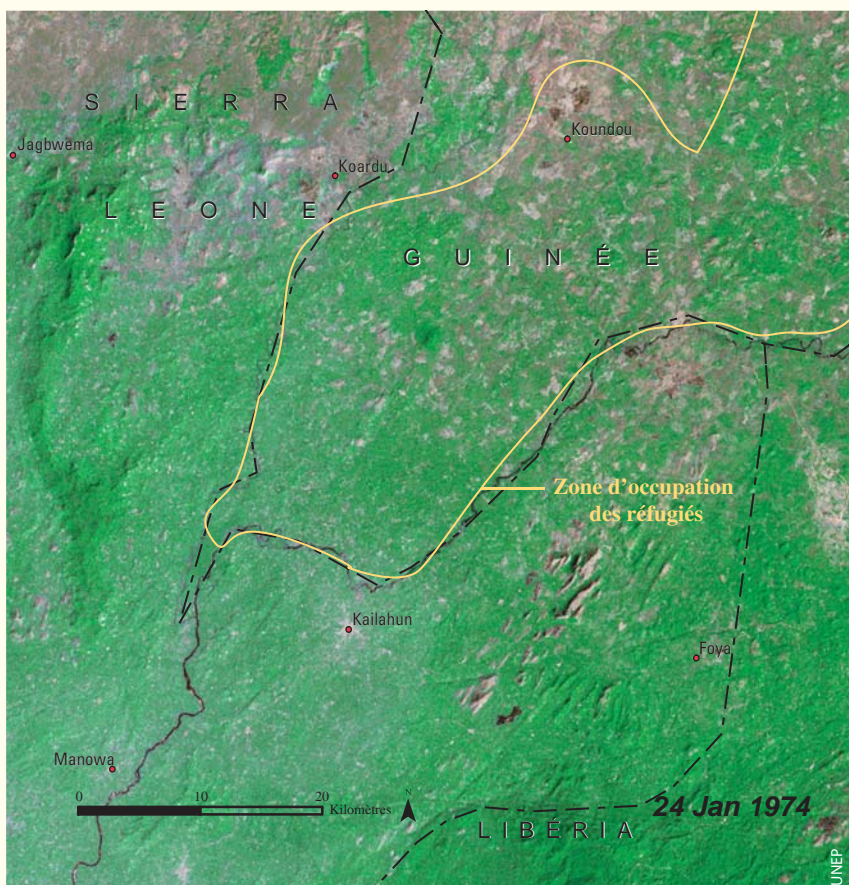
Courtesy/Flickr.com

### Région du Bec du Perroquet

La région du “bec du perroquet” est une fine bande de terre située entre la Sierra Leone et le Liberia et appartenant à la Guinée. Dans les années 1990, les guerres civiles en Sierra Leone et au Libéria poussèrent des centaines de milliers de personnes vers la sécurité relative qu’offrait alors la Guinée. Un grand nombre de ces réfugiés s’installa dans la région du Bec du Perroquet. L’impact de ce mouvement sur la région est évident à la lecture des deux images satellites présentées ci-dessous. Sur l’image prise en 1974 – avant l’arrivée des réfugiés – les petites taches vert pâle mêlées au vert foncé des forêts représentent

les ensembles de villages entourés d’installations agricoles. Le contraste avec l’image prise en 2002 est saisissant : cette différence est le résultat direct de la déforestation des zones où les réfugiés se sont installés. Nombre de réfugiés se sont installés et intégrés dans les villages locaux et ont converti les forêts en exploitations agricoles familiales à un tel point que le Bec du Perroquet est aujourd’hui pratiquement dénudé. Au début de l’année 2003, Le Haut Commissariat des Nations Unies pour les Réfugiés (UNHCR) a aidé 16 500 réfugiés Sierra Léonais vivant en Guinée à retourner sur leurs terres ; environ la moitié d’entre eux est revenue depuis dans la région du bec du perroquet.

### Changements dans la région du bec du perroquet entre 1974 et 2002





### Conflit du Darfour

Le conflit du Darfour est une crise politique complexe qui frappe la région du Darfour, située à l'ouest du Soudan. La combinaison de plusieurs décennies de sécheresse, de désertification et de surpopulation a été un des facteurs qui ont poussé les nomades en quête d'eau à conduire leurs troupeaux vers le sud, dans des régions principalement occupées par des communautés fermières sédentaires. Finalement, l'escalade des tensions existantes entre ces deux groupes a débouché sur un conflit. Les Nations Unies estiment qu'environ 450 000 personnes sont mortes suite aux violences et aux maladies et qu'en octobre 2006 environ 2.5 millions d'entre elles avaient été déplacées (UNHCR 2006b).

Le 16 juin 2007, le Secrétaire Général des Nations Unies, Ban Ki-Moon, a déclaré que les conséquences du changement climatique sont une cause directe du conflit du Darfour, la désertification ayant exercé une pression particulièrement forte sur les conditions de vie des populations pastorales, les forçant à se déplacer vers le sud (Ban Ki-Moon 2007). En plus des millions de personnes déplacées à l'intérieur du pays, plus de 200 000 réfugiés sont actuellement accueillis dans 12 camps gérés par l'UNHCR au niveau de la frontière avec le Tchad (UNHCR 2006b). Leur présence est en soi un problème environnemental transfrontalier dans la mesure où les besoins en bois de chauffage ont poussé les réfugiés à détruire les forêts situées près des camps, également à creuser de nouveaux puits pour subvenir à leurs besoins en eau, vidant les aquifères.

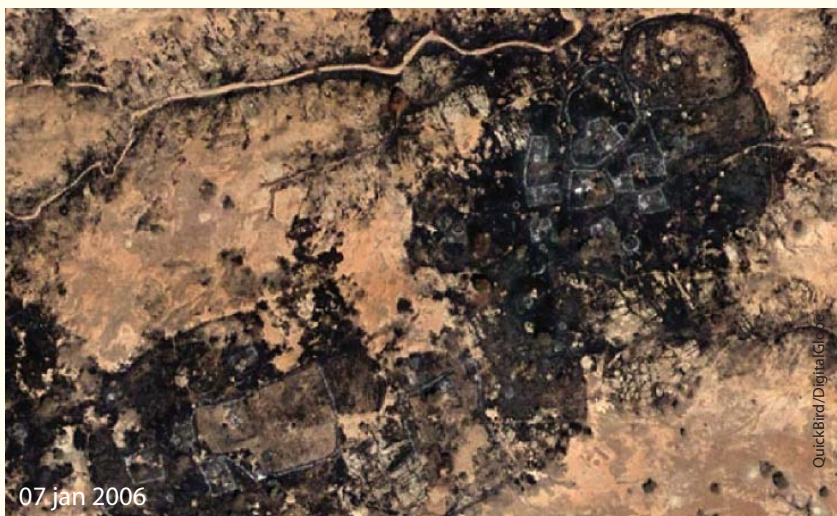
Le village de Bir Kedouas s'étend sur deux km<sup>2</sup>, juste à l'ouest de la région soudanaise du Darfour (voir ci-dessous). Le

### Carte de la zone d'étude



16 décembre 2005, les combattants nomades Janjawid attaquent le village, détruisant au moins 60 maisons et provoquant de nombreux dégâts (Amnesty International 2006).

### Changements à Bir Kedouas, Tchad, entre 2004 et 2006



Avant et après l'attaque de 2005 (images Quickbird/Digital Globe)



### Tempêtes de sable et Feux

Les tempêtes de sable, ainsi que la combustion de la biomasse représentent deux sources importantes de pollution atmosphérique transfrontalière en Afrique. La désertification—un problème environnemental majeur—contribue à la formation de tempêtes de sable, tandis que la combustion de biomasse rejette dans l’atmosphère un grand nombre de particules néfastes, provoquant une pollution atmosphérique qui elle-même est à l’origine de maladies respiratoires, allergies et autres problèmes sanitaires.

Tempête de sable au Caire, en Égypte

## Tempêtes de sable

Les tempêtes de sable représentent un véritable danger météorologique. Elles se caractérisent par des vents violents surchargés en poussières et s'étendant sur une zone importante, se déplaçant souvent d'un pays à l'autre. Elles sont fréquentes dans les régions arides et semi-arides. Les poussières sont soit d'origine naturelle—provenant d'éruptions volcaniques ou de l'érosion des sols par les vents—soit résultent d'activités humaines telles que l'exploitation minière et diverses industries.

L'Afrique est une des plus grosses régions productrices de poussières au monde (Washington and others 2006a). Le Niger, le Tchad, la Mauritanie, le nord du Nigeria et le Burkina Faso sont les pays les plus touchés par l'érosion éolienne des sols supérieurs. Les tempêtes de sable sahariennes étaient autrefois relativement rares, mais leur fréquence a été multipliée par dix au cours des dernières 50 années. En Mauritanie, le nombre de tempêtes de

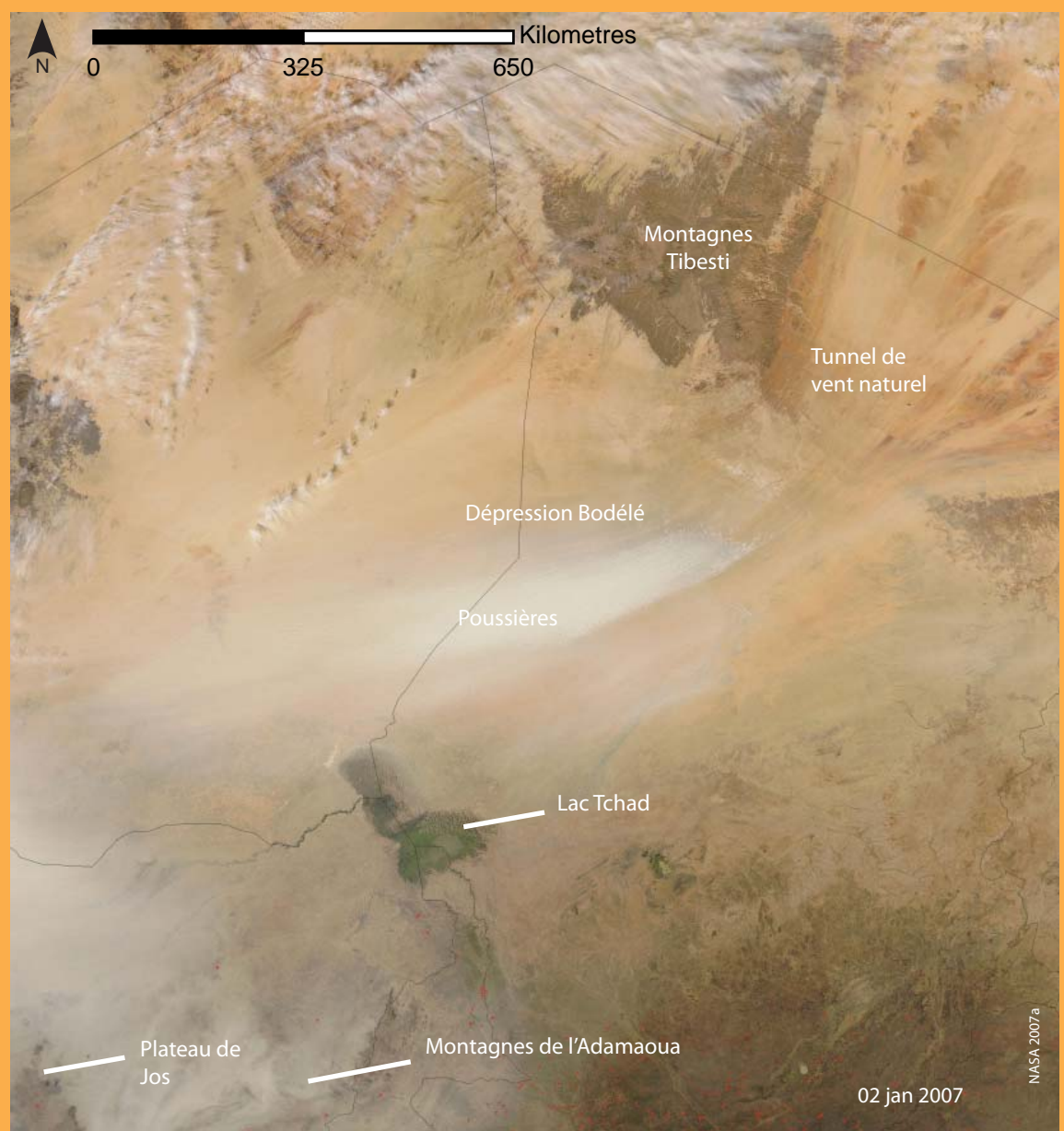
sable est passé de deux par an au début des années 1960 à 80 par an plus récemment (Brown 2007).

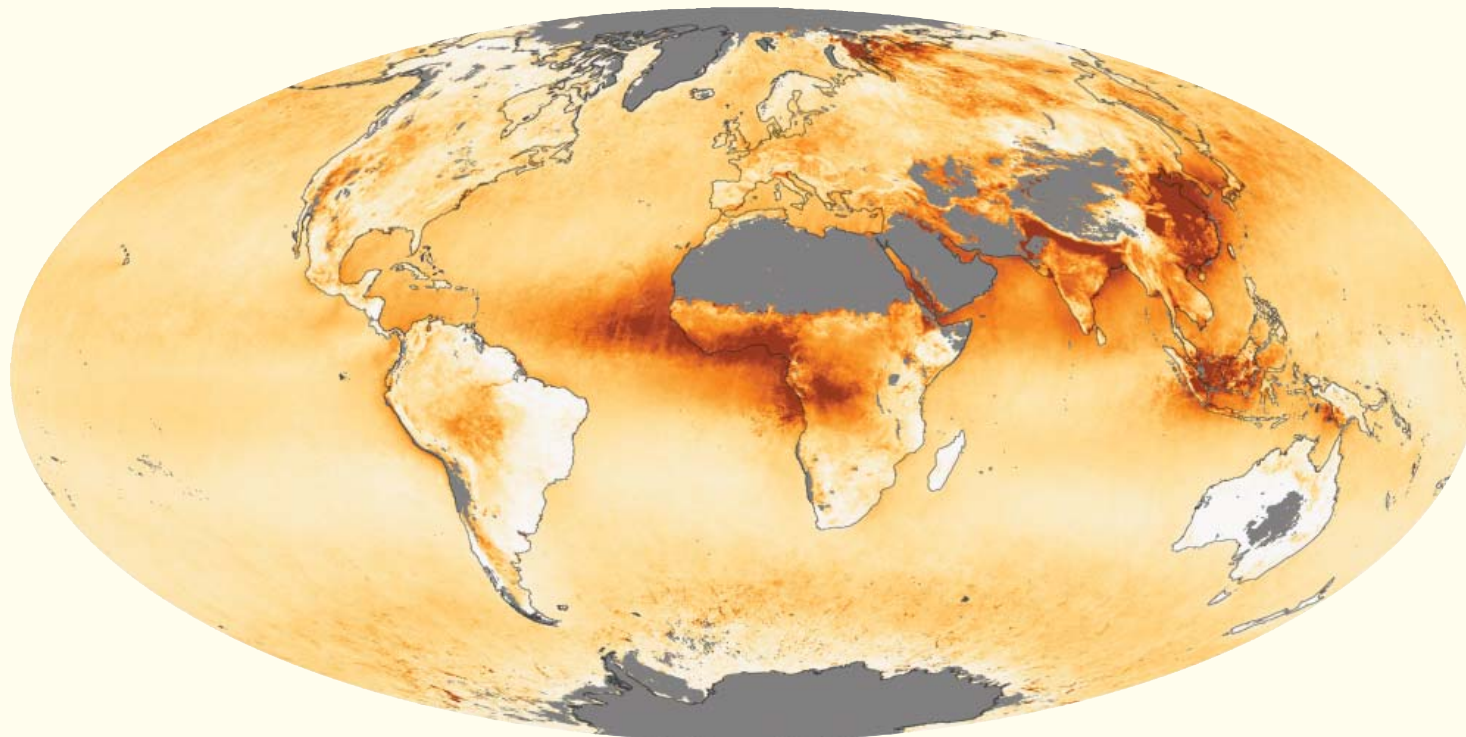
Le transport transfrontalier de poussière africaine—à travers les continents et parfois même les océans—peut mener à un grand nombre de dangers environnementaux tels que l'eutrophisation (baisse des taux d'oxygène) dans les estuaires et infections pulmonaires pour les humains. La perte de fines particules consécutive à l'érosion éolienne est néfaste à la fertilité des terres ainsi qu'à la productivité biologique (Brown 2007), et peut affecter le climat en renvoyant une plus grande quantité de rayons solaires dans l'espace (NASA 2004a). Les tempêtes de sable sont ainsi de plus en plus fortement considérées comme des phénomènes placés au centre des changements que subissent certains écosystèmes terrestres et marins et comme une source potentielle importante d'agents pathogènes et contaminants (Ila 2006).

### Tempête de sable dans la dépression Bodélé

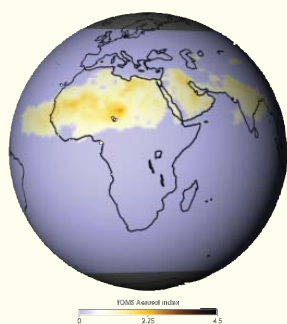
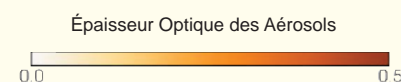
La dépression Bodélé, située à la pointe sud du désert du Sahara (nord de l'Afrique centrale), est une des sources de poussière atmosphérique la plus importante au monde. Nichée entre deux chaînes de montagnes au Tchad et parcourue par un tunnel de vent naturel, elle fournit en permanence au Sahara une importante colonne de poussière. Cette image satellite datée de janvier 2007 (droite) montre une tempête de sable se formant au niveau de la dépression Bodélé. Au niveau du lac Tchad. Au cours de l'hiver dans l'hémisphère nord, les vents du nord soufflent généralement sur cette partie de l'Afrique. La poussière est dispersée à l'ouest au-dessus de l'océan Atlantique pour finalement atteindre le bassin de la rivière Amazone en Amérique du Sud où il nourrit les sols en nutriments, remplaçant ceux que les fortes pluies tropicales emportent dans leur ruissellement. Environ la moitié des 40 millions de tonnes de poussières sahariennes qui atteignent chaque année l'Amazone depuis l'océan Atlantique proviennent de la dépression Bodélé, une zone qui pourtant ne représente que 0.2 pour cent de la surface du Sahara (NASA 2007a).

En se basant sur des données satellitaires et des modèles informatiques, les scientifiques ont pu estimer que les tempêtes de sable du Sahara génèrent en moyenne 0.7 million de tonnes de poussières chaque jour d'hiver.





Cette image montre la profondeur optique moyenne d'aérosol troposphérique pour l'année 2006. La profondeur optique permet de mesurer le degré auquel les aérosols empêchent les rayons du soleil d'atteindre la surface de la Terre. De fortes concentrations d'aérosols ont été observées au-dessus de l'Afrique centrale et occidentale. Elles sont le fait de la poussière provenant du Sahara ainsi que de la combustion de la biomasse. Les zones grises correspondent aux régions où les données concernant les concentrations en aérosols n'ont pas pu être collectées (NASA 2006c).



Dans cette image d'Afrique datant d'avril 2006, on peut clairement voir la poussière soufflée depuis le désert du Sahara vers l'océan Atlantique, mesurée dans ce cas présent à travers les zones où les aérosols absorbent les radiations ultraviolet. Les plus fortes concentrations d'aérosols sont indiquées en marron et les plus faibles en jaune (NASA 2000).

## Aérosols

Les aérosols sont de minuscules particules en suspension dans l'air. Ils ont généralement un effet refroidissant sur la surface du globe, car ils reflètent certains rayons du soleil qu'ils renvoient dans l'espace. Ils absorbent également les radiations UV. Les aérosols peuvent provenir de feux de forêts, de tempêtes de sable ainsi que de sources anthropiques comme la combustion des carburants fossiles. Présents en moyenne partout autour du globe, les aérosols résultant directement des activités humaines représentent environ dix pour cent du total des aérosols présents dans l'atmosphère (Hardin and Kahn, n.d.). La plus grande partie de ces dix pour cent est concentrée dans l'hémisphère Nord, en particulier au-dessus des sites industriels, des régions agricoles, des zones où les cultures sur brûlis sont privilégiées et dans les zones de surpâturage.

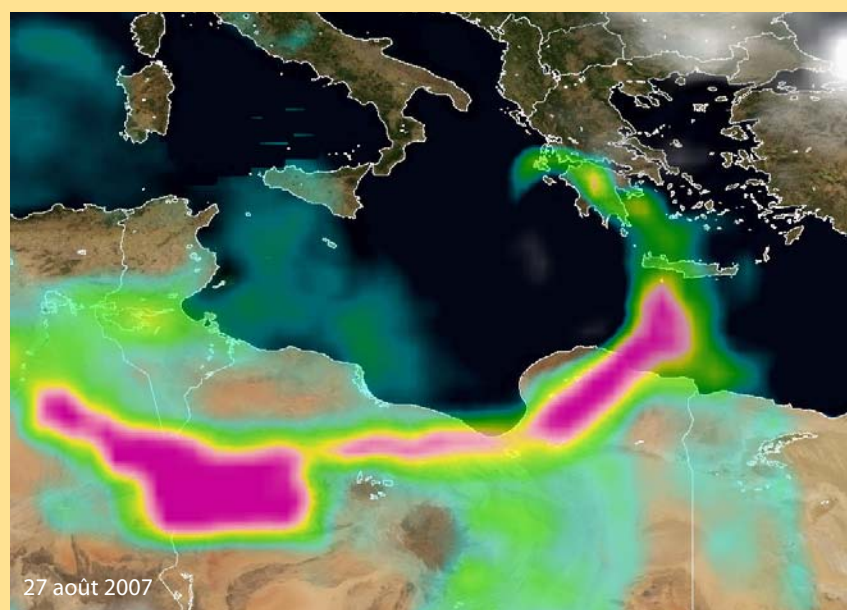
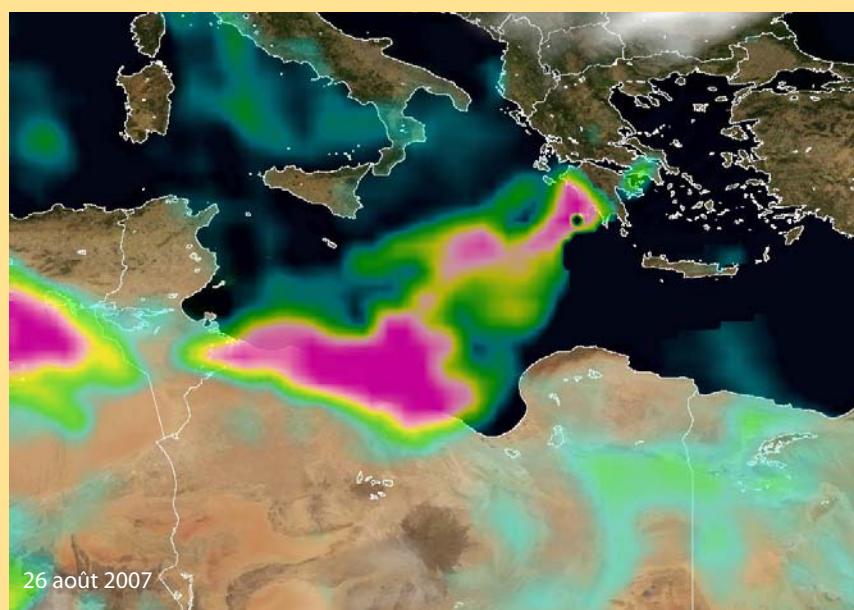


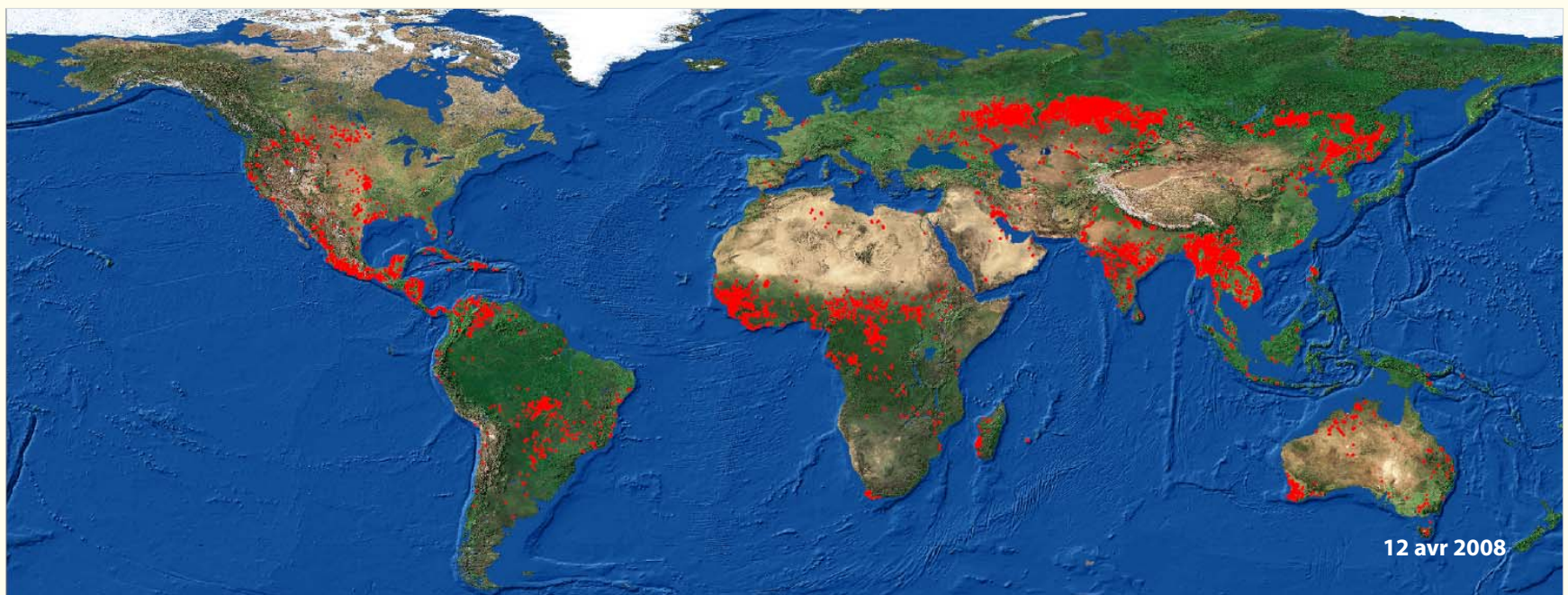
Cette photographie datant de 2007 présente les foyers de combustions actifs en rouge – un ligne de foyers s'étire au long de la côte occidentale de la péninsule Grecque du Péloponnèse. Au nord-est, un foyer unique transporte une colonne de fumée au-dessus de la capitale de la Grèce, Athènes.

## Diffusion des fumées depuis la Grèce jusqu'en Afrique

Les feux qui embrasèrent le sud-ouest de la Grèce en août 2007 libèrent des aérosols que le vent transporta jusqu'en Afrique. Le 26 août 2007, les aérosols issus des feux traversèrent de manière relativement directe la Méditerranée pour se retrouver sur la côte occidentale de la Lybie. Le 27 août 2007 les fumées prirent un chemin différent et furent dispersées vers le sud dans

un mouvement rotatif depuis la Grèce, à travers l'île de Crète et finalement se concentrant au-dessus de la Lybie. Dans ces images, les concentrations en aérosols les plus importantes sont présentées en rose, les plus faibles en jaune et vert, en fonction de la transparence de l'air (NASA 2007c).





Cette image présente la distribution globale des zones de combustion, représentées par des points rouges. Leur distribution en Afrique souligne que sur ce continent on trouve les niveaux de combustion de biomasse les plus élevés au monde (images basées sur des mesures nocturnes).

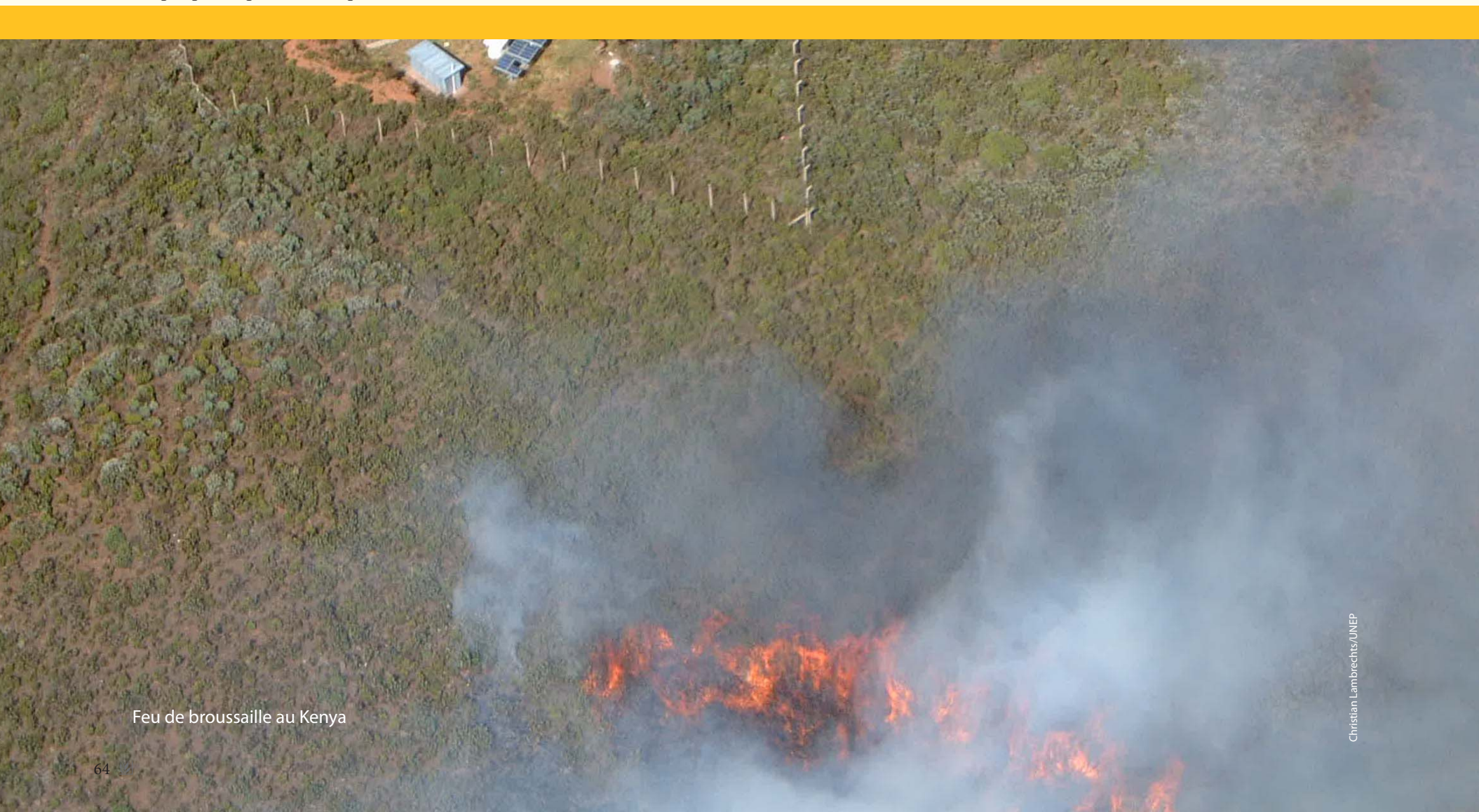
Image Credit: NASA n.d.b; Data Source: GLCF

## Feux

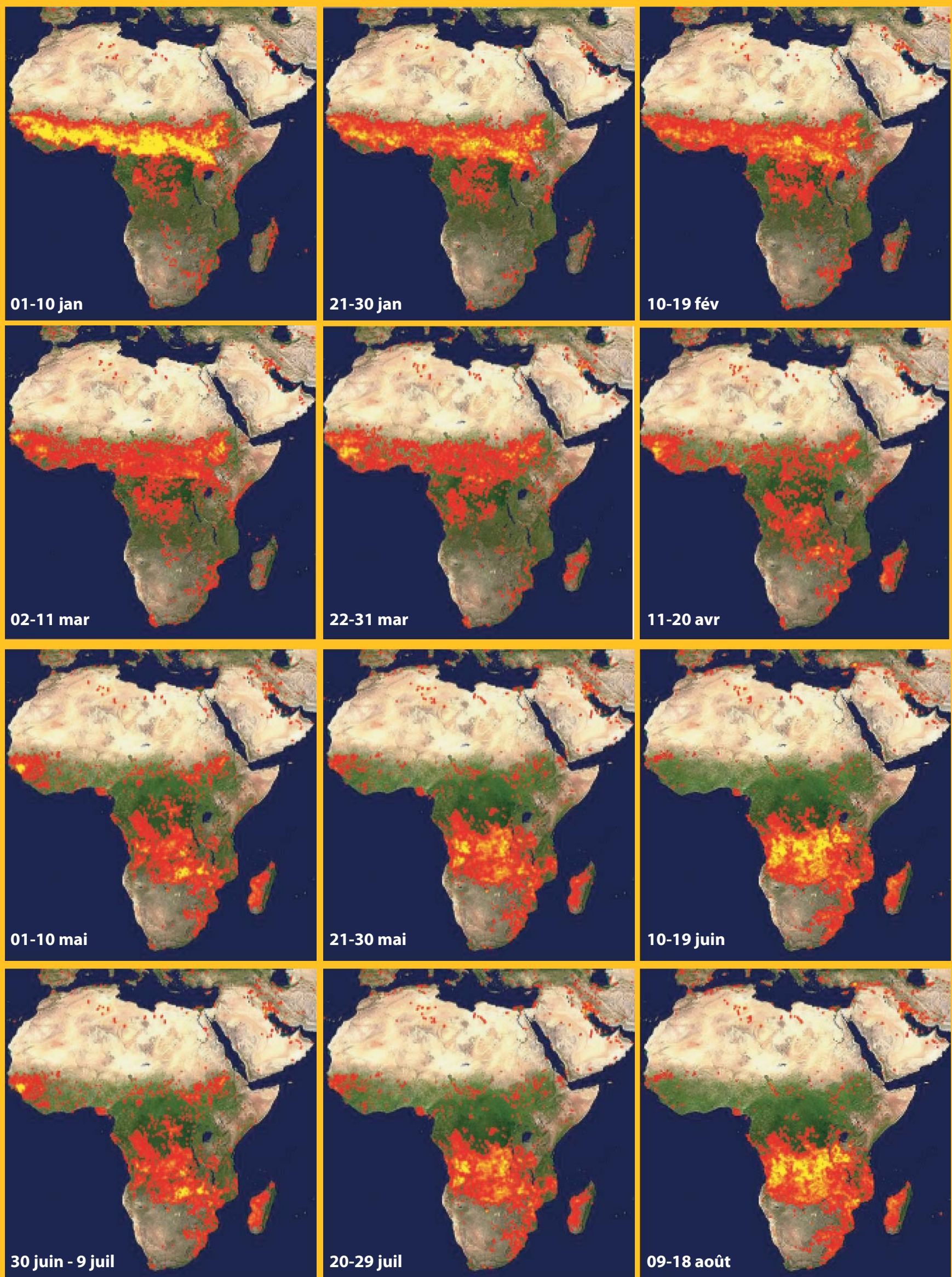
La culture sur brûlis, fréquente et pratiquée à grande échelle en Afrique, contribue à la pollution transfrontalière de l'air à travers les émissions de particules (aérosols) et de gaz dans l'atmosphère, dont beaucoup ont un impact négatif sur le climat et la santé humaine. Par exemple, les feux rejettent du monoxyde de carbone, hydrocarbonés et oxydes d'azote. Une fois exposées à la lumière du soleil, certaines de ces substances réagissent et se transforment en ozone troposphérique qui, contrairement à l'ozone stratosphérique qui absorbe les rayons ultraviolets, est un polluant atmosphérique dangereux qui peut provoquer nombre de maladies respiratoires et allergies. Alors que les contributions urbaines et industrielles à la pollution de l'air sont étalées de manière assez régulière tout au long de l'année, les niveaux de pollutions consécutifs aux feux sont saisonniers. Les feux contribuent à au moins 35 pour cent de la formation d'ozone troposphérique en Afrique.

## Combustion de la Biomasse en Afrique

La combustion de la biomasse est la combustion de toute végétation vivante ou morte et comprend les feux de forêts, de savanes et de terres agricoles. Les feux sauvages sont responsables de plus de la moitié de la combustion de la biomasse en Afrique, tandis que l'agriculture alternée représente 24 pour cent, la déforestation dix pour cent, les feux domestiques 11 pour cent et la combustion de déchets agricoles cinq pourcents (UNEP 2005b). Les études montrent que la combustion de la biomasse a augmenté au niveau global au cours des 100 dernières années. Les savanes d'Afrique subissent la combustion de biomasse la plus importante au monde (NASA 2001b). Parce que les deux-tiers de la savane mondiale sont situés en Afrique, le continent est désormais reconnu comme "centre de combustion" de la planète (Levine and others 1995).



Feu de broussaille au Kenya



NASA 2005

### Modèle saisonnier des feux sauvages d'Afrique

Cette série d'images présente un modèle saisonnier des feux sauvages sur le continent africain au cours de l'année 2005. Les feux sont présentés sous formes de points rouges, oranges ou jaunes, le jaune indiquant le plus grand nombre de feux. Certains des niveaux de combustion de la biomasse les plus élevés au monde sont mesurés dans le sud de l'Afrique. Depuis des milliers d'années, les fermiers et bergers vivant au sud du Sahara utilisent les feux pour nettoyer les terres agricoles ou pour régénérer les sols destinés à la pâture. La localisation des feux change avec les saisons.

La combustion des savanes tropicales rejette selon les estimations presque trois fois plus de carbone (sous forme de dioxyde de carbone) dans l'atmosphère que la combustion des forêts tropicales. La combustion extensive de la biomasse en Afrique rejette dans l'atmosphère non seulement du dioxyde de carbone—le principal gaz à effet de serre—mais contribue également à la formation de monoxyde de carbone. De plus, si les végétations brûlées ne se régénèrent pas, elles ne peuvent plus emprisonner et stocker le carbone. Des paysages dénudés favorisent enfin l'avancée de la désertification.

La combustion de la biomasse provoque une pollution massive au monoxyde de carbone

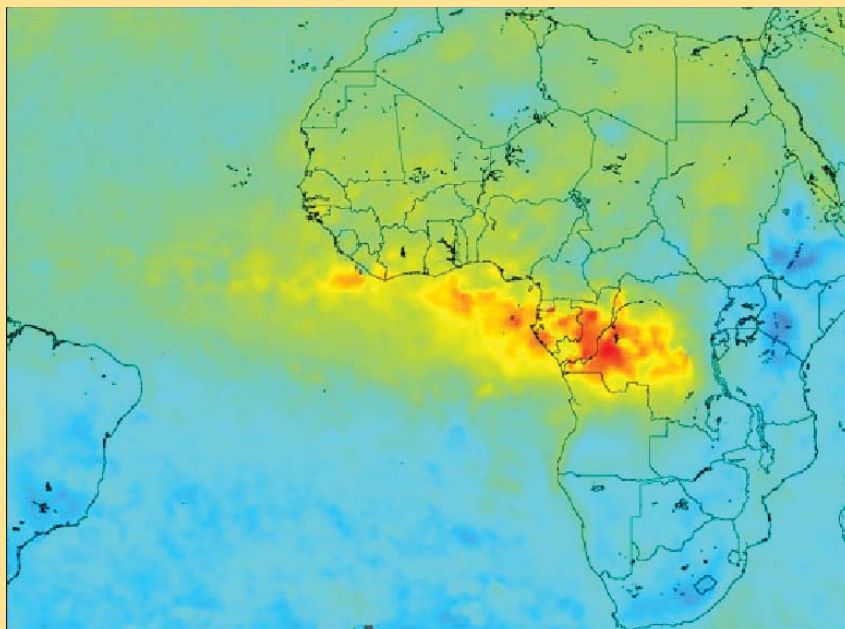
Christien Lambrechts/UNEP

## Pollution au monoxyde de carbone: Une conséquence de la combustion de la biomasse

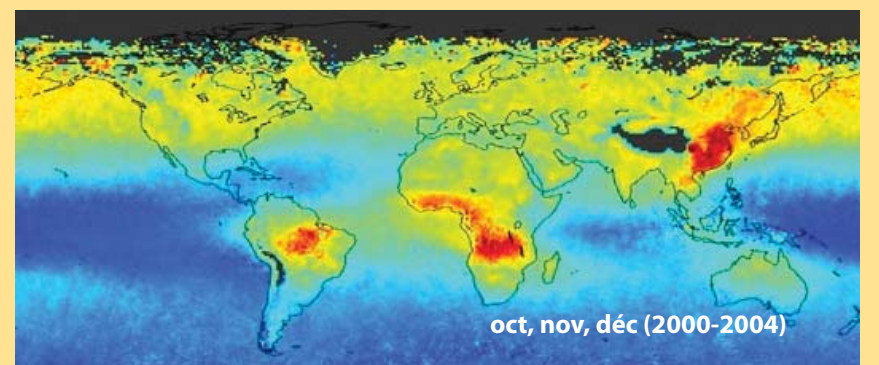
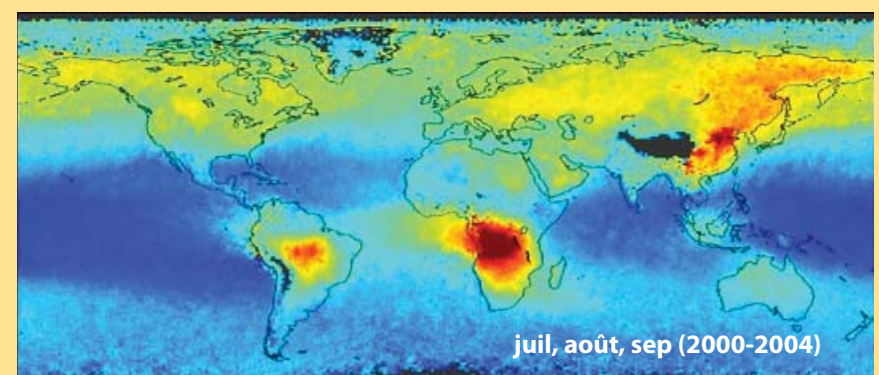
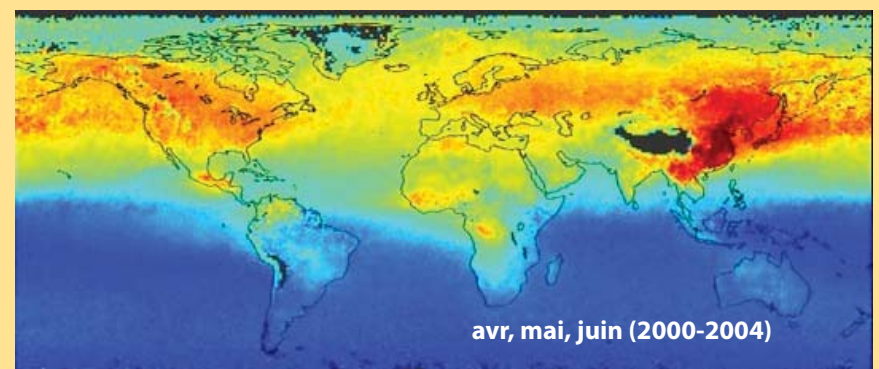
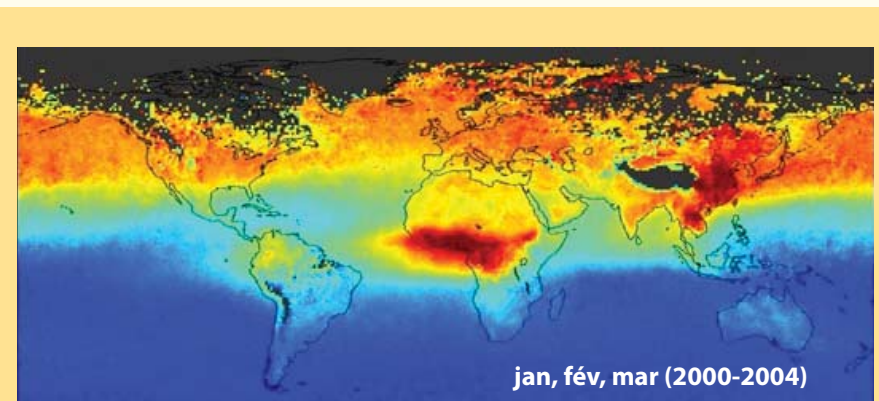
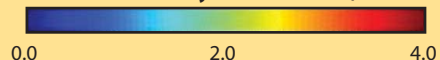
Le monoxyde de carbone (CO), un gaz mortel, incolore et inodore, est produit par la combustion des carburants fossiles par l'industrie, l'utilisation des automobiles, mais également les feux de forêts et de prairies. Polluant atmosphérique majeur, le monoxyde de carbone est créé lorsque les carburants à base de carbone—comme les carburants fossiles ou bois de chauffage—ne brûlent pas complètement ou efficacement. On trouve de hauts niveaux de pollution au monoxyde de carbone dans de nombreuses régions du monde, et ils résultent de différents modes de combustion dans différents lieux. En Afrique centrale, les hauts niveaux de monoxyde de carbone atmosphérique sont liés aux feux d'activités agricoles très répandus et aux feux de forêts. Les molécules de monoxyde de carbone peuvent rester de quelques semaines à plusieurs mois dans l'atmosphère et elles peuvent aller au-delà des frontières du pays. En raison de ses mouvements transfrontaliers, le monoxyde de carbone peut affecter la qualité de l'air de régions éloignées de sa source (NASA 2000-2004).

## A grande échelle, les feux relâchent de grandes quantités de CO

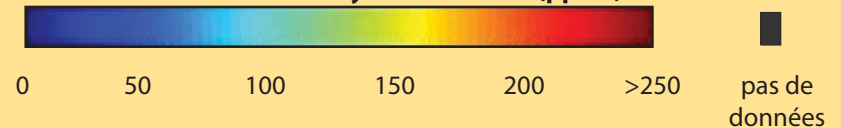
Cette série verticale d'images (à droite) présente un enregistrement de la production mondiale de CO de mars 2000 à février 2004. Les zones bleues sont peu ou pas chargées en CO atmosphérique, tandis que les niveaux plus élevés de CO sont figurés en vert, jaune, orange et rouge. De janvier à mars, la production de CO atteint son pic annuel—plus de 200 particules par million—à travers la plus grande partie de l'hémisphère nord. On en retrouve même jusqu'en Arctique et partout à travers les océans Atlantique et Pacifique, suite aux déplacements et mouvements transfrontaliers (NASA 2000 – 2004). Les niveaux de CO sont particulièrement élevés au-dessus de l'Afrique Centrale, tout au long de l'année.



Densité de la colonne de monoxyde de carbone (1018 molécules/cm<sup>3</sup>)



Concentration en monoxyde de carbone (ppmv)



Dans cette image (à gauche) datée de juin 2004, les colorations rouge et jaune indiquent de hauts niveaux de monoxyde de carbone, tandis que le bleu symbolise les valeurs les plus basses (NASA 2004b). Une vaste colonne de CO s'étend depuis l'Afrique à travers l'océan Atlantique.

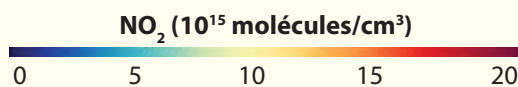
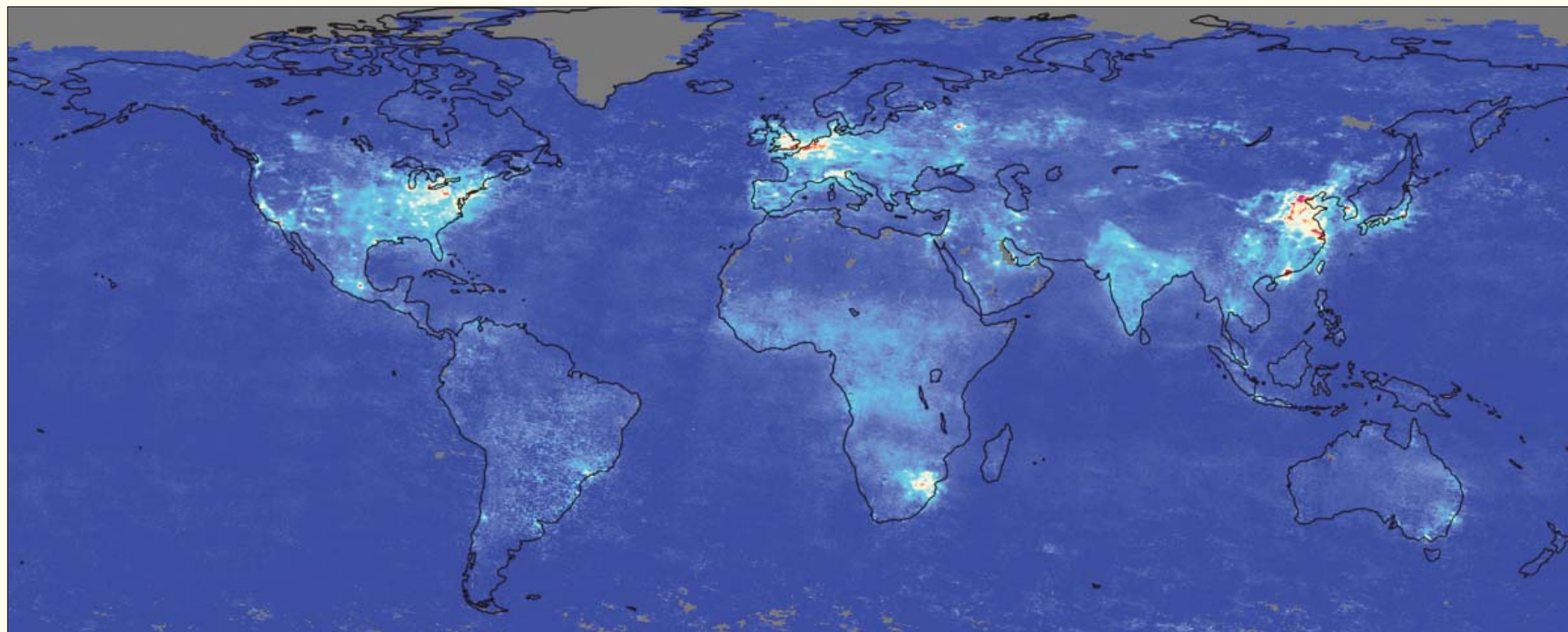
## L'Afrique australe : un point chaud pour la production de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

Les oxydes d'azote sont une conséquence de la foudre, de l'activité microbienne des sols, des feux à la fois naturels et anthropogéniques, des émissions automobiles, de la combustion des carburants fossiles et de la biomasse ainsi que de la photodégradation d'oxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) dans la stratosphère. Les oxydes d'azote présents dans l'atmosphère peuvent finir par former des pluies acides qui détruisent les plantes et les récoltes agricoles (EPA 2002). Le dioxyde d'azote peut avoir des conséquences sur la santé humaine et être à l'origine de cancers

du poumon et de problèmes respiratoires. Il joue également un rôle dans la pollution urbaine, dans la mesure où il favorise la production d'ozone troposphérique.

## Une carte mondiale de la répartition de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) dans la troposphère en 2003

Cette image de 2003 indique quelles zones connaissent les niveaux de NO<sub>2</sub> les plus élevés au monde. Les hautes concentrations de NO<sub>2</sub> sont généralement associées aux grandes zones urbaines et industrielles. En Afrique, les concentrations de NO<sub>2</sub> sont particulièrement importantes au-dessus des complexes de traitement de charbon d'Afrique du Sud. Des concentrations plus faibles mais plus étendues de gaz produit par la combustion de la biomasse—sont visibles à peu près partout sur le continent africain (NASA 2003).



## 2.5 Conclusion

Les études de cas illustrées et les exemples présentés dans le chapitre ont montré à quel point les écosystèmes d'Afrique et leurs habitants—faune et flore—ne peuvent être confinés dans des juridictions politiques, mais sont souvent partagés par de nombreux pays. De plus, l'impact des activités humaines se fait

souvent ressentir bien au-delà des frontières des pays au sein desquels ces activités se déroulent. Pour toutes ces raisons, il est nécessaire, afin de préserver la biodiversité du continent africain et les ressources naturelles dont ses habitants dépendent directement, de mettre en place des approches communes et actions complémentaires entre pays voisins et régions entières.



Amenant du bois au marché

## References

- AWF (2003). African Wildlife Foundation, Africa launches the Great Limpopo Transfrontier Park, 13 January 2003, Available at: <http://www.awf.org/content/headline/detail/1174> [Accessed 13 September 2007]
- Ban Ki Moon (2007). A climate culprit in Darfur, The Washington Post, 16 June 2007, pp. A15. Available at: <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2007/06/15/AR2007061501857.html> [Accessed 16 June 2007]
- Brown, L. R. (2007). Losing soil. Adapted from Chapter 5, "Natural Systems Under Stress," in Plan B 2.0: Rescuing a Planet Under Stress and a Civilization in Trouble, New York: W.W. Norton & Company, 2006. Earth Policy Institute, New York, Available at: [http://www.earth-policy.org/Books/Seg/PB2ch05\\_ss3.htm](http://www.earth-policy.org/Books/Seg/PB2ch05_ss3.htm) [Accessed 04 July 2007]
- CARPE (2006). Central African Regional Project for the Environment, The Forests of the Congo Basin: State of the Forest 2006. The Congo Basin Forest Partnership (CBFP), [http://carpe.umd.edu/resources/Documents/THE\\_FORESTS\\_OF\\_THE\\_CONGO\\_BASIN\\_State\\_of\\_the\\_Forest\\_2006.pdf/view](http://carpe.umd.edu/resources/Documents/THE_FORESTS_OF_THE_CONGO_BASIN_State_of_the_Forest_2006.pdf/view) [Accessed 21 July 2007]
- Coe, M. T. and Foley, J. A. (2001). Human and natural impacts on the water research of the Lake Chad basin. *Journal of Geophysical Research*, 106 (D4) pp. 3349-3356.
- Douglas E. M., Sanga-Ngoie K. (2004). Simulating the East African wildebeest migration patterns using GIS and remote sensing, *African Journal of Ecology*, v. 42, n.4, pp. 355-362.
- EPA (2002). Greenhouse Gases and Global Warming Potential Values. Excerpt from the inventory of U.S. greenhouse emissions and sinks: 1990-2000, United States Environmental Protection Agency, Available at: [http://www.epa.gov/climatechange/emissions/downloads/ghg\\_gwp.pdf](http://www.epa.gov/climatechange/emissions/downloads/ghg_gwp.pdf) [Accessed 13 May 2007]
- Eva, H. D., Brink, A. and Simonetti, D. (2006). Monitoring land cover dynamics in Sub-Saharan Africa. EUR 22498 EN. Institute for Environment and Sustainability, Joint Research Centre European Commission, Luxembourg. Available at: [http://ies.jrc.ec.eu.int/fileadmin/Documentation/Reports/Global\\_Vegetation\\_Monitoring/EUR\\_2006-2007/EUR\\_22498\\_EN.pdf](http://ies.jrc.ec.eu.int/fileadmin/Documentation/Reports/Global_Vegetation_Monitoring/EUR_2006-2007/EUR_22498_EN.pdf) [Accessed 11 October 2007]
- FAO (1997). Irrigation potential in Africa: A basin approach – The Nile Basin and The Congo/Zaire River basin. Available at: <http://www.fao.org/docrep/W4347E/w4347e0k.htm#the%20mile%20basin> and <http://www.fao.org/docrep/W4347E/w4347e0n.htm#the%20congozaire%20river%20basin> [Accessed 23 January 2007]
- FAO (2005). State of the World's Forests 2005. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5574e/y5574e00.pdf> [Accessed 28 April 2007]
- Gauthier, D. A., Lafon, A., Tooms, T. P., Hoth, J. and Wiken, E. (2003). Grasslands: Toward a North American Conservation Strategy. Commission for Environmental Cooperation, Montreal and Canadian Plains Research Center, University of Regina, Canada,
- Go2Africa (2003). The Wildebeest Migration, <http://www.safari.go2africa.com/africa-features/wildebeest-migration.asp> [Accessed 25 September 2007]
- Hansen, M.C., Roy, D., Lindquist, E., Adusei, B., Justice, C.O., and Altstatt, A. (n.d.). A method for integrating MODIS and Landsat data for systematic monitoring of forest cover and change in the Congo Basin, *Remote Sensing of Environment*, in press.
- Hardin, M. and Kahn, R. (n.d.). Aerosols and climate change. Available at: <http://earthobservatory.nasa.gov/Library/Aerosols/aerosol.html> [Accessed 24 September 2007]
- Ila, P. (2006). Medical geology/geochemistry: an exposure. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge MA, USA. Available at: <http://ocw.mit.edu/NR/rdonlyres/Earth-Atmospheric-and-Planetary-Sciences/12-091January-IAP-2006/B8E16620-F020-48EC-A11D-0BC2EB06246D/0/session5.pdf> [Accessed 18 June 2007]
- Kolding, J. (1996). Feasibility Study and Appraisal of Fish Stock Management Plan in Okavango, University of Bergen, Norway
- Levine, J. S., Cofer, W. R., Cahoon, D. R. and Winstead, E. L. (1995). Biomass burning: a driver for global change, *Environmental Science and Technology*, 29 (3) 120A-125A, Available at: [http://science.larc.nasa.gov/biomass\\_burn/pdffdocs/BioMassBurning-Factsheet.pdf](http://science.larc.nasa.gov/biomass_burn/pdffdocs/BioMassBurning-Factsheet.pdf) [Accessed 24 September 2007]
- Laporte, N. T., Stabach, J. A., Grosch, R., Lin, T. S. and Goetz, S. J. (2007). Expansion of industrial logging in Central Africa, *Science*, 316 (5830) 1451.
- McCarthy, J. M., Gumbrecht, T., McCarthy, T., Frost, P., Wessels, K. and Seidel, F. (2003). Flooding patterns of the Okavango Wetland in Botswana between 1972-2000. *Ambio*, 32 (7) 453-457, Available at: <http://www.bioone.org/archive/0044-7447/32/7/pdf/i0044-7447-32-7-453.pdf> [Accessed 24 September 2007]
- McCrummen, S. (2007). In an Eastern Congo oasis, blood amid the greenery. The Washington Post, 22 July 2007, 130 (229) pp. A1, A10 [Accessed 22 July 2007]
- Miller, R. L. and Tegen, I. (1998). Climate response to soil dust aerosols. *Journal of Climate*. 11: pp 3247 – 3267.
- Mongabay (2007). Massive wildlife population discovered in Southern Sudan, 12 June 2007, Available at: <http://news.mongabay.com/2007/0612-sudan.html> [Accessed 24 September 2007]
- Monna, S. C. (1999). A Framework for International Cooperation for the Management of the Okavango Basin and Delta. Ramsar COP7 DOC.205. The Ramsar Convention on Wetlands.
- MSNBC (2007). Four endangered gorillas found shot dead, MSNBC News, 26 July 2007. Available at: <http://www.msnbc.msn.com/id/19974474/> [Accessed 26 July 2007]
- MSN Encarta (2007). Great Limpopo Transfrontier Park. MSN Encarta Encyclopedia, Available at: [http://encarta.msn-ppe.com:443/encyclopedia\\_701639180/Great\\_Limpopo\\_Transfrontier\\_Park.html](http://encarta.msn-ppe.com:443/encyclopedia_701639180/Great_Limpopo_Transfrontier_Park.html) [Accessed 24 September 2007]
- Musiega, D. E., and Kazadi, S-N (2004). Simulating the East African wildebeest migration patterns using GIS and remote sensing. *African Journal of Ecology* 42 (4) 355-362, Available at: <http://www.blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2028.2004.00538.x?journalCode=aje> [Accessed 24 September 2007]
- NASA (2000). TOMS Aerosol Index, Earth Observatory News, 2000, Available at: [http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img\\_id=4540](http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img_id=4540) [Accessed 24 September 2007]
- NASA (2000-2004). Seasonal carbon monoxide measurements, Earth Observatory News. Available at: [http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img\\_id=16550](http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img_id=16550) [Accessed 26 September 2007]
- NASA (2001a). Africa's Lake Chad shrinks by 20 times due to irrigation demands, climate change, Goddard Space Flight Center, Release No: 01-17, 27, February 2001, Available at: <http://www.gsfc.nasa.gov/news-release/releases/2001/01-17.htm> [Accessed 8 June 2007]
- NASA (2001b). Biomass burning: a hot issue in global change, Fact Sheet, Langley Research Center, Available at: [http://science.larc.nasa.gov/biomass\\_burn/pdffdocs/BioMassBurning-Factsheet.pdf](http://science.larc.nasa.gov/biomass_burn/pdffdocs/BioMassBurning-Factsheet.pdf) [Accessed 24 September 2007]
- NASA (2003). 2003 Global NO2, Earth Observatory News, 2003. Available at: [http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img\\_id=16654](http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img_id=16654) [Accessed 24 September 2007]
- NASA (2004a). 2004 Earth Feature Story – Special: Africa to Atlantic, Dust to Dust, Goddard Space Flight Center, 10 February 2004, Available at: <http://www.gsfc.nasa.gov/feature/2004/0116dust.html> [Accessed 24 September 2007]
- NASA (2004b). Carbon monoxide from African fires, Earth Observatory News, June 2004, Available at: [http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img\\_id=16598](http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img_id=16598) [Accessed 24 September 2007]
- NASA (2005). 2005 Fire patterns across Africa, Earth Observatory News, 2005, Available at: [http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img\\_id=17016](http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img_id=17016) [Accessed 24 September 2007]
- NASA (2006a). Drought on the Serengeti Plain. Available at: [http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img\\_id=17163](http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img_id=17163) [Accessed 14 September 2007]
- NASA (2006b). Lake Victoria's falling waters. Available at: <http://earthobservatory.nasa.gov/Study/Victoria/victoria.html> [Accessed 09 June 2007]
- NASA (2006c). Water Hyacinth Re-invades Lake Victoria. Available at: [http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img\\_id=17560](http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img_id=17560) [Accessed 09 June 2007]







