

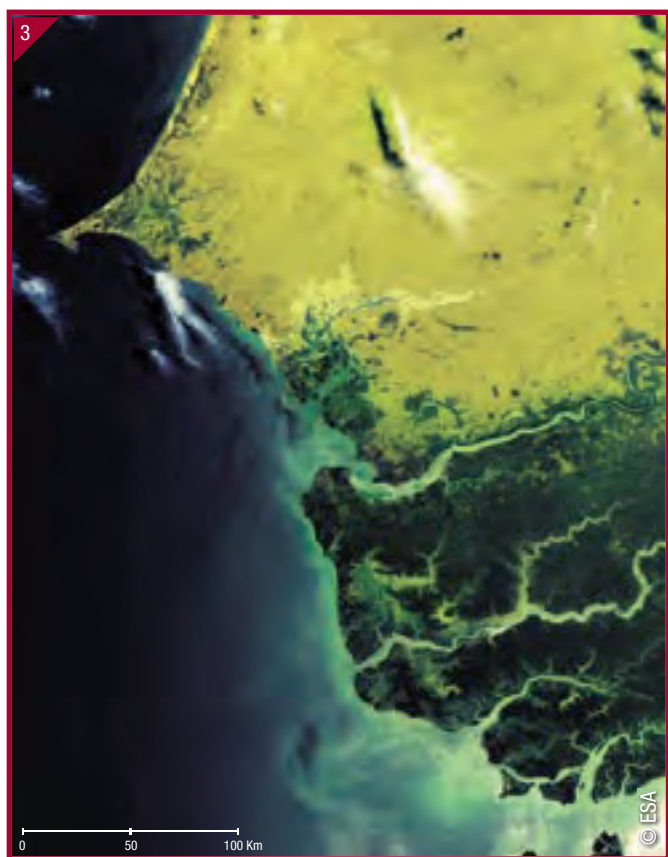
4- L'Afrique et la diversité des milieux

Sous le regard des satellites

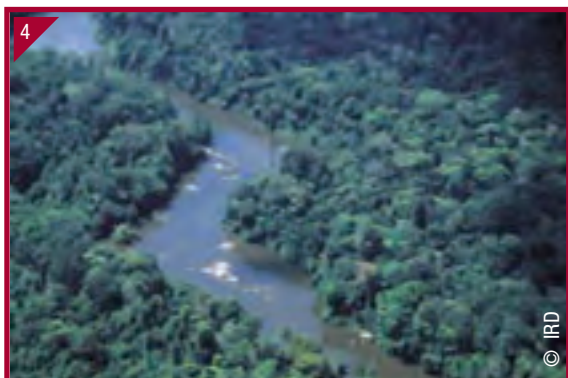




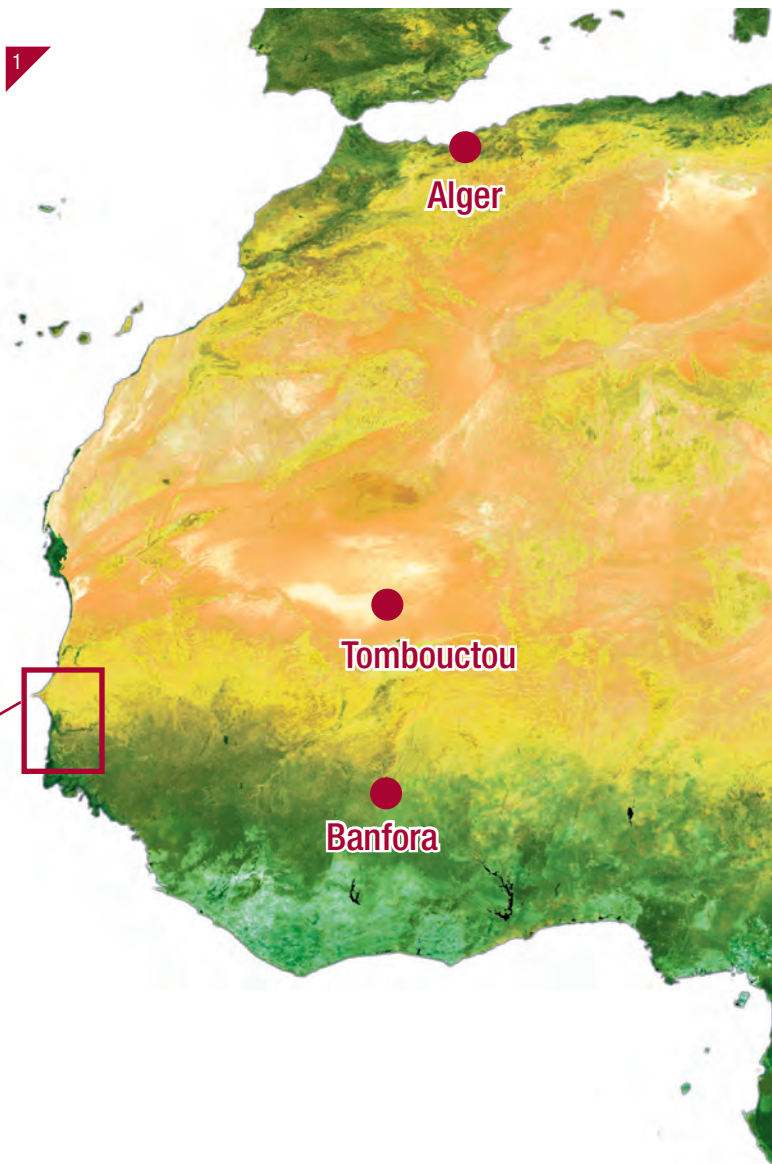
© C. MOIRENC / WALLIS



Vue satellitaire de la région côtière de l'Afrique de l'Ouest qui révèle la différence entre le domaine désertique et le domaine tropical.



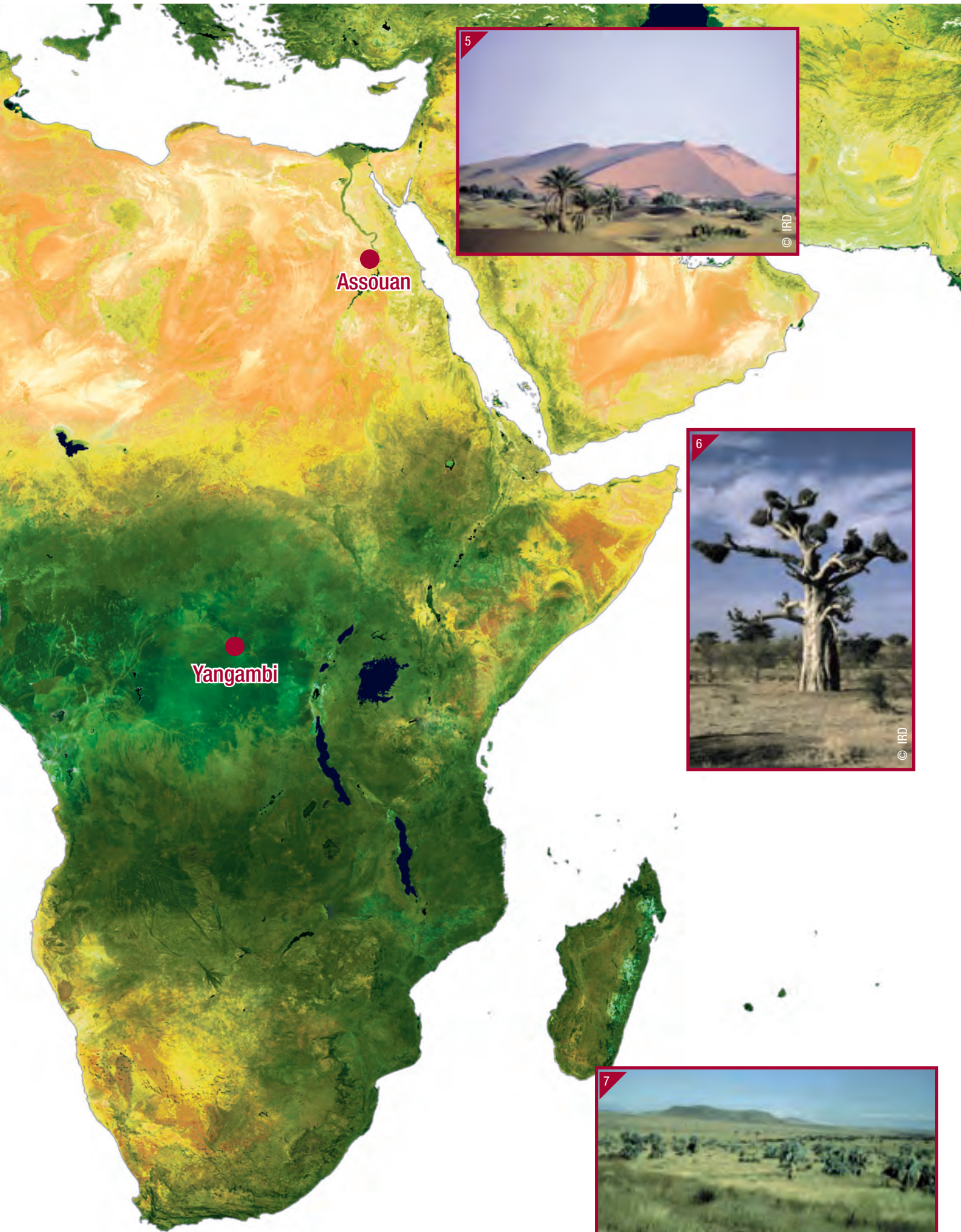
© IRD



Sur un continent de la taille de l'Afrique (plus de 8 000 km du Nord au Sud), on rencontre une grande diversité bioclimatique, liée aux inégalités d'ensoleillement et de précipitations selon les régions. Ces grands domaines sont presque tous chauds, mais constituent des milieux très contrastés qui ont une influence sur les espèces végétales, animales et sur l'occupation humaine.



Pour réaliser cette image de l'Afrique, le satellite Envisat a survolé plusieurs fois le continent, à une altitude de 800 km. Il enregistre à chaque passage une bande de 1 200 km, qu'il faut ensuite raccorder aux autres pour reconstituer l'image entière du continent. Il n'y a pas de nuages sur cette représentation de l'Afrique car les images qui en comportaient ont été éliminées pour ne conserver que celles où il faisait beau. Elles ont ensuite été assemblées en une mosaïque. En réalité, une vue sans nuages de l'Afrique est impossible à faire en une seule fois.



0 500 1000 Km

Les domaines bioclimatiques sont des espaces caractérisés par un climat, un sol, et une végétation naturelle cohérents ou homogènes.

Le climat méditerranéen est un climat chaud et sec l'été, doux et humide l'hiver.

Le climat désertique ne voit tomber que quelques millimètres d'eau par an.

Le climat équatorial est marqué par des températures chaudes et des précipitations abondantes toute l'année.

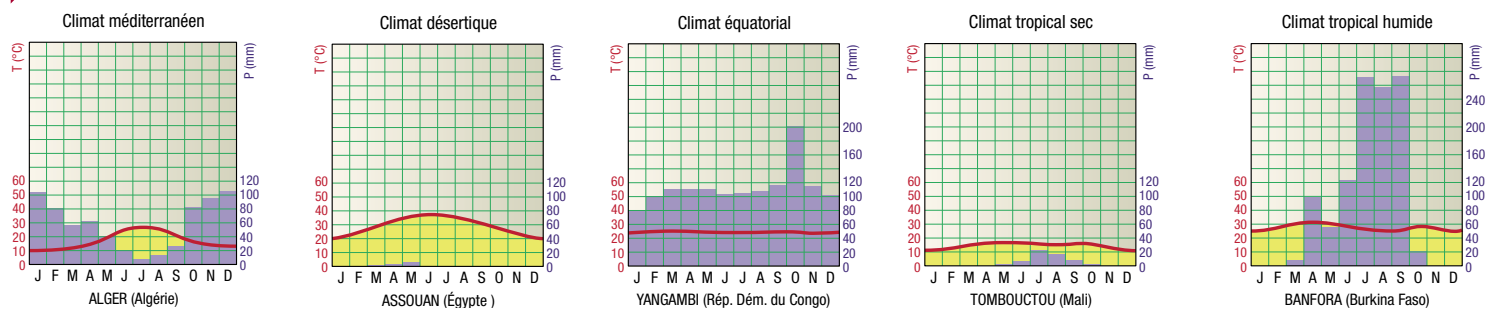
Le climat tropical sec ne dispose que d'une courte saison humide.

Le climat tropical humide alterne une saison sèche et une saison humide.



LES TEMPÉRATURES ET LES PRÉCIPITATIONS

9



10



11



Pendant la phase de croissance, la végétation a une grande activité de photosynthèse et absorbe fortement la lumière visible alors qu'elle réfléchit au contraire les rayons infrarouges. Le traitement des données obtenues par satellite dans ces deux longueurs d'onde permet d'obtenir des images qui montrent clairement les zones de forte croissance végétale. Cet indice (NDVI) est couramment utilisé pour estimer la densité du couvert végétal et son évolution.

© ESA

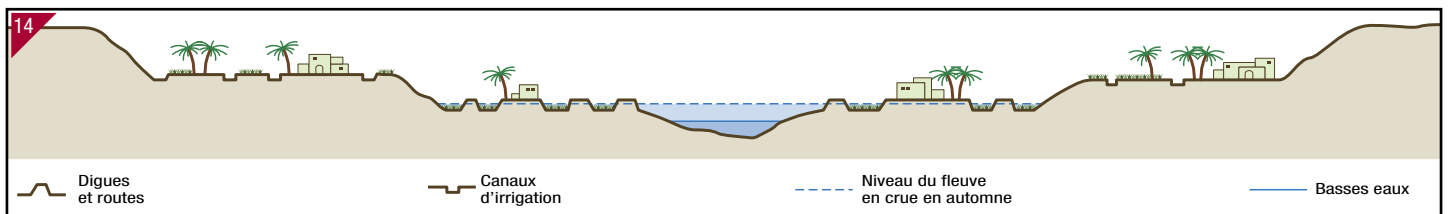
Les domaines tropicaux sont marqués par l'alternance de la saison des pluies et de la saison sèche. Selon que l'on se trouve au nord ou au sud de l'équateur, le régime des pluies est inversé. Prises à six mois d'intervalle, ces deux images satellites montrent la croissance des végétaux qui est à son maximum pendant la saison des pluies.

LA VALLÉE DU NIL

Le climat égyptien est méditerranéen sur la côte nord et désertique dans le reste du pays. Les zones désertiques représentent plus de 95% de la superficie de l'Égypte. L'étroite bande de fertilité qui borde le fleuve et le delta du Nil constitue la principale région propice aux cultures et à l'occupation humaine.



Le Nil s'étire sur 6 700 km. C'est l'un des plus longs fleuves du monde. On peut voir au bas de l'image, le grand lac artificiel créé par le barrage d'Assouan.



Coupe transversale de la vallée du Nil avant la construction du barrage d'Assouan.



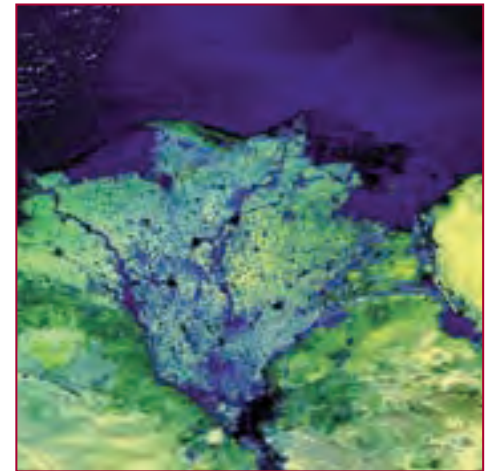
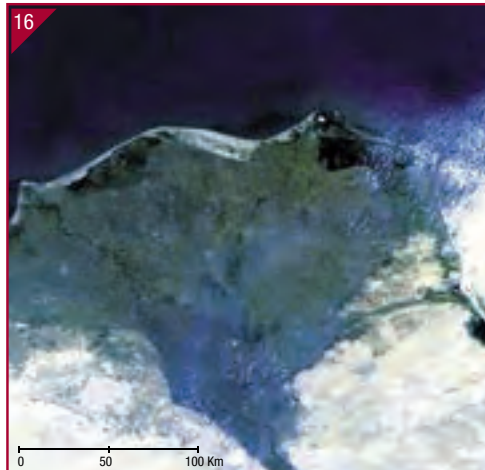
Image satellitaire de la vallée du Nil.

Autrefois, l'Égypte était tributaire des crues du Nil qui déposaient sur les berges du fleuve les sédiments nutritifs nécessaires à l'agriculture. Mais certaines années, les inondations étaient excessives et dangereuses. À l'inverse, les crues pouvaient être parfois trop faibles, ce qui risquait de provoquer des famines. Grâce au barrage d'Assouan, la régularisation des crues du Nil permet l'irrigation de 850.000 hectares de terres désertiques. Mais le problème de l'eau reste crucial en Égypte. Du fait du barrage, le débit du fleuve a baissé, les alluvions ne parviennent plus jusqu'à la mer en quantité suffisante et la Méditerranée regagne sur les terres plusieurs mètres par an. De plus les limons répandus autrefois par les crues ne fertilisent plus les terres cultivées qui s'appauvrissent obligeant ainsi les paysans à recourir à des engrais chimiques. Le pays doit relever de nouveaux défis : lutter contre la pollution, essayer de réduire l'érosion. L'observation par satellites fournit une aide essentielle pour comprendre ces phénomènes.

Comment travaillent les satellites ?

Un satellite peut produire plusieurs images d'une même région

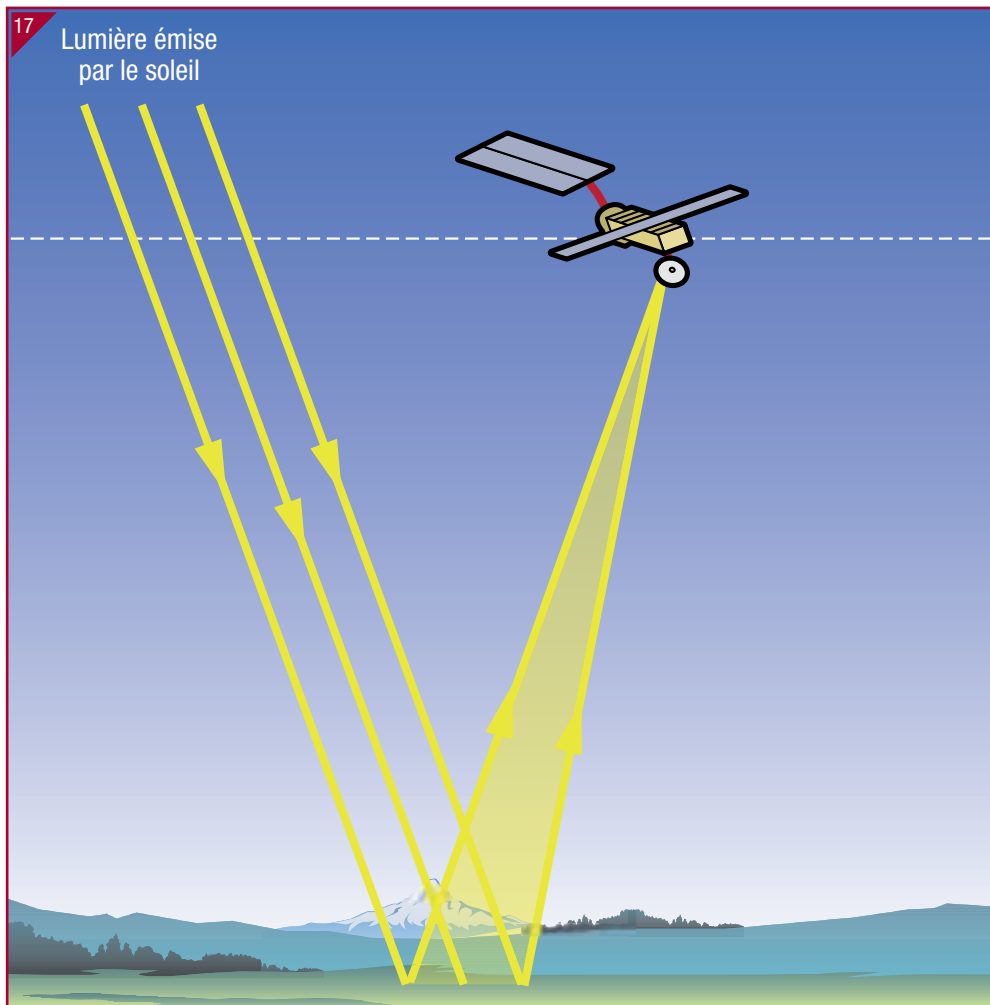
Un même satellite peut produire différentes images d'une même région, qui donneront chacune des informations différentes. Les zones de végétation du delta apparaissent en vert foncé (à gauche). Sur l'image centrale, un traitement particulier de l'image permet de rendre visibles les limons rejetés par le fleuve dans la mer Méditerranée. L'image de droite révèle (en bleu) les zones les plus humides du delta.



© ESA

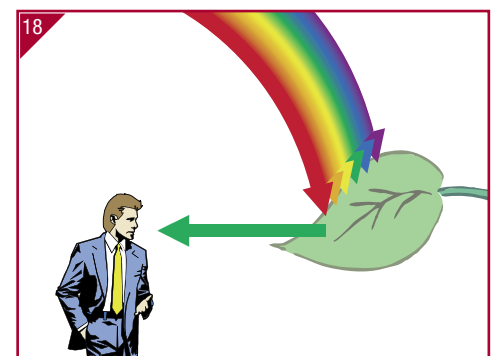
Le delta du Nil vu par le satellite Envisat.

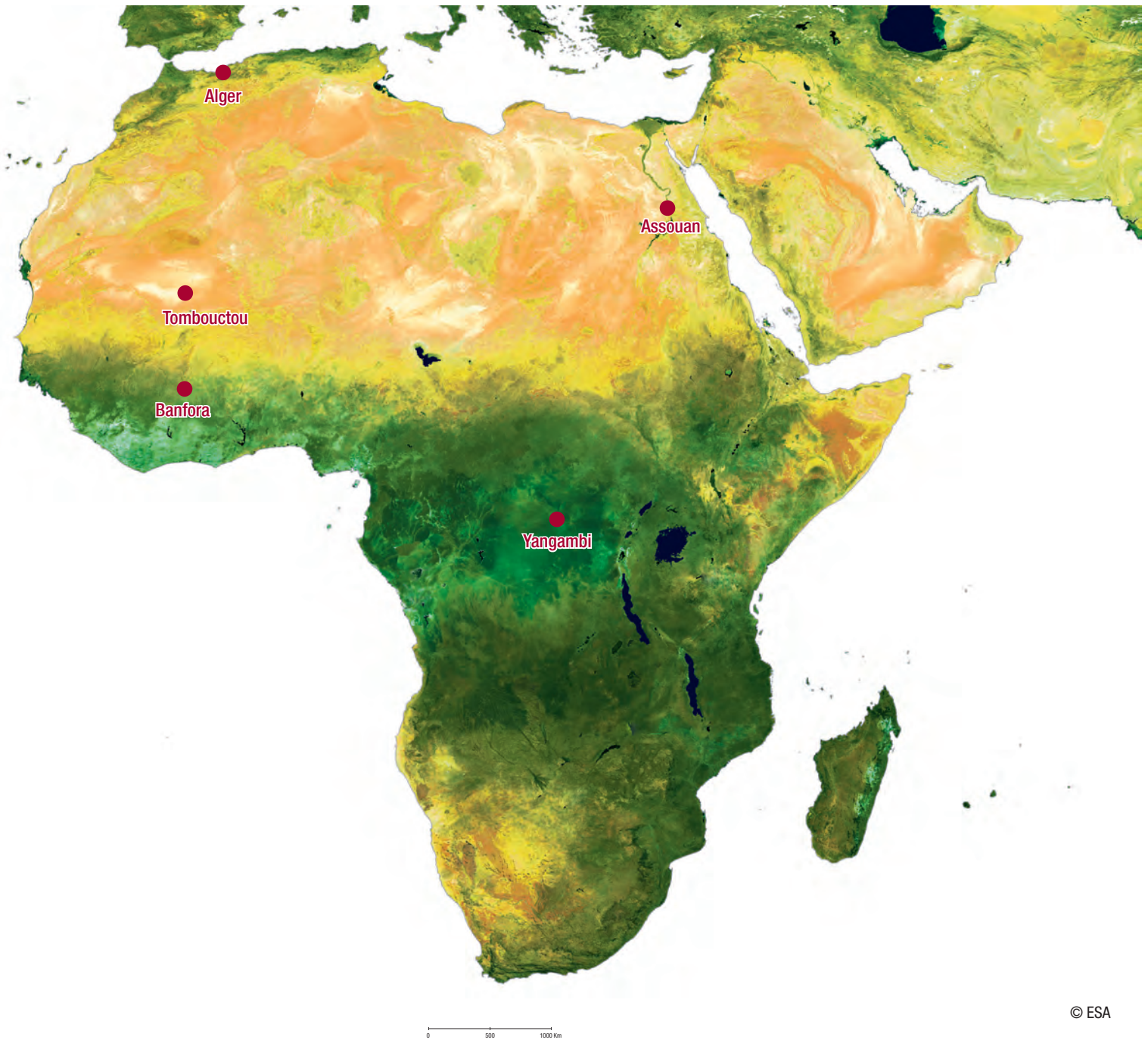
Les satellites captent la lumière du soleil réfléchi par la terre



Les satellites disposent d'instruments qui leur permettent d'enregistrer la lumière solaire réfléchi par la Terre. La lumière du soleil nous paraît blanche, mais cette lumière blanche est en fait la combinaison de toutes les couleurs, chacune avec une longueur d'onde spécifique. On peut le montrer à travers un prisme de verre qui diffracte la lumière du soleil en un arc-en-ciel.

Les objets et les matières ont des couleurs différentes car selon leur composition, ils absorbent certaines longueurs d'onde et en renvoient d'autres. Par exemple, les végétaux nous apparaissent verts, car ils absorbent le rouge et le bleu et ne renvoient vers notre œil que le vert.





L'Afrique

This image belongs to the 'Watching over the Earth' teaching pack from the European Space Agency (ESA). The Living Planet programme.

Informations pour les enseignants

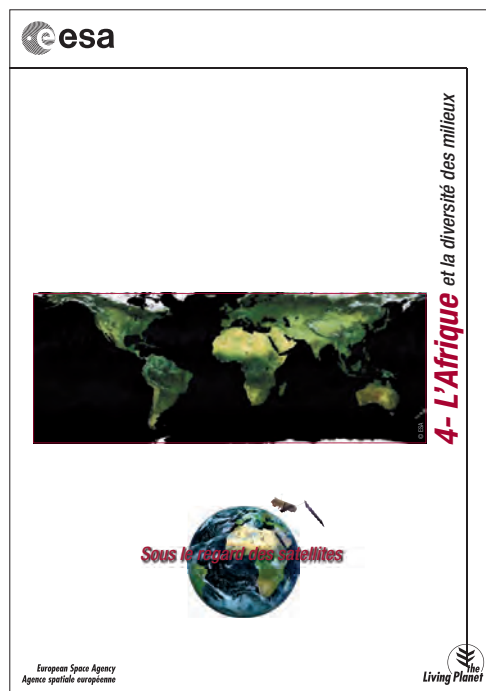
Les fiches d'informations pour les enseignants sont conçues pour offrir un support lors de la préparation des cours. Elles viennent en complément des dossiers distribués aux élèves. Le professeur y trouvera une synthèse d'informations utiles à la présentation du sujet, des données complémentaires concernant les images satellitaires, une bibliographie et une liste d'adresses de sites traitant les sujets abordés.

Dossier N°4 : L'Afrique et la diversité des milieux

Le dossier N°4 est centré sur l'étude de l'Afrique. Il s'agit essentiellement de porter un regard sur les milieux « naturels » qui composent ce continent et sur leur organisation géographique en vastes bandes zonales. L'échelle de l'étude est donc principalement continentale, mais n'exclut pas au moyen de la combinaison des documents proposés une approche sub-régionale.

Ce dossier permet :

- de repérer et d'identifier les grands milieux « naturels » du continent africain ainsi que leurs discontinuités;
- d'analyser la zonation bioclimatique de l'Afrique et de déterminer les facteurs de localisation de ces grands milieux;
- d'utiliser des notions (climat, zone, milieu, désert, savane...).



Les domaines bioclimatiques de l'Afrique

L'Afrique est le plus chaud des continents. Elle est traversée par l'Équateur à peu près en son milieu, ce qui explique que la plus grande partie du continent s'étend sur des régions où il n'y a pas d'hiver, qu'elles soient équatoriales ou tropicales. Aux extrémités septentrionales et méridionales, les régions tempérées méditerranéennes sont modestement présentes sur le littoral du Maghreb et dans la région du Cap, en République sud-africaine. Par ailleurs, les alizés en provenance de l'océan Indien, qui pourraient rafraîchir les températures, sont bloqués sur le littoral oriental du continent par les montagnes côtières. L'Afrique est un continent globalement moins humide que l'Asie, malgré sa vaste forêt équatoriale, car l'impact de la mousson africaine est beaucoup plus faible au niveau des précipitations.

L'Afrique du nord et le littoral de l'Afrique du sud bénéficient d'un climat méditerranéen. Ces régions sont à la limite des régions tempérées et des régions tropicales. Les hivers sont tièdes et les étés sont marqués par un déficit hydrique qui réduit souvent les cours d'eau à leur plus simple expression. Les montagnes côtières, plus arrosées, portent des forêts de garrigues et de maquis.

Sous les tropiques, la végétation est quasi-absente dans les déserts arides sableux ou rocheux du Sahara et de Namibie (moins de 250 mm de précipitation par an). Les amplitudes thermiques sont très fortes entre des jours frappés par un rayonnement solaire intense et des nuits où le rayonnement terrestre restitue l'énergie diurne. La région tropicale sèche est, quant à elle, couverte de brousses épineuses. Elle bénéficie de quelques précipitations irrégulières qui ne peuvent pas véritablement définir une saison humide. C'est la grande différence avec les régions de climat tropical humide où les pluies tombent régulièrement en été. Elles portent une végétation de savanes herbeuses de plus en plus arborées à mesure que les influences équatoriales se font sentir. Les forêts galeries, le long des cours d'eau, apparaissent également.

Enfin l'Afrique équatoriale est couverte de forêts épaisses où les espèces végétales peuvent atteindre 60 mètres de hauteur. La chaleur et l'humidité sont constantes tout au long de l'année. Les précipitations peuvent dépasser 4 mètres par an ! Cette gradation zonale est le produit de la combinaison de l'éloignement progressif de l'équateur, de l'homogénéité des espaces en présence mais aussi de la présence de courants froids ou chauds le long des littoraux. Ainsi les grands déserts du Sahara et de Namibie s'expliquent-ils à la fois par la présence des grandes masses d'air anticycloniques tropicales mais aussi par celle de courants froids le long des côtes qui empêchent une évaporation propice aux précipitations.

Page de couverture

Image de couverture : Le planisphère terrestre

Cette image satellite met en évidence les caractéristiques géophysiques du globe.

Parmi les continents, l'étendue géographique de l'Afrique et sa singularité avec le désert de Sahara est particulièrement perceptible.

Le satellite Envisat utilise pour cette image l'instrument MERIS, un capteur optique à large champ qui permet notamment l'observation du couvert végétal. La « fauchée » maximale de cet instrument (largeur de la portion de territoire observée dans son champ de vision) est de 1250 Km et sa résolution est alors de 300 mètres. MERIS assure une couverture intégrale de la Terre tous les 3 jours. Ses données permettent ainsi d'établir des représentations complètes et régulièrement mises à jour du globe. Ce planisphère est reconstitué à partir d'acquisitions sélectionnées pour éliminer les périodes nuageuses. Cette vue associe des images partielles qui peuvent avoir été prises à un mois d'intervalle. Les océans, au-dessus desquels se trouvent d'importantes masses nuageuses, n'ont pas été pris en compte et sont donc ici reproduits en noir.

En revanche, l'image de fond du titre de cette série, « Sous le regard des satellites » est prise par le satellite géostationnaire Météosat qui montre les masses nuageuses de l'atmosphère terrestre.

Dossier central

Image N°1 : L'Afrique

L'image de l'Afrique présentée ici est une reprise du planisphère présenté en page de couverture.

Images N°2, 4, 5, 6, 7 : Cinq paysages représentatifs des milieux bioclimatiques d'Afrique.

Ces photographies ont été numérotées afin de permettre un travail d'association entre les différents milieux cités, les paysages, et les 5 villes indiquées sur l'image satellite.

Image N°3 : La Casamance

L'image satellite encadrée est centrée sur une région du Sénégal, la Casamance. C'est une des premières images prise par Envisat, le 22 mars 2002. Elle montre la transition entre la Savane et la végétation tropicale et le transport des sédiments vers l'océan. Ce type d'image fournit des indications précieuses sur l'évolution des sols et leur érosion.

Image N°9 : Températures et précipitations (cinq graphiques)

Ces données météorologiques correspondent à celles des cinq villes indiquées sur l'image principale.

Images N°10 et 11 : La variation saisonnière de la végétation (ESA)

La différence entre le réflechissement dans le visible et dans le proche infrarouge peut aider à déterminer la photosynthèse et la croissance des plantes. Selon ce principe, l'indice NDVI (Normalized Difference Vegetation Index - indice de différence normalisée de la végétation) a été adopté pour cartographier la répartition mondiale de la végétation. Sur ces images, le vert clair indique les zones de croissance vigoureuse, tandis que le jaune et le marron indiquent l'absence de croissance.

Des tentatives particulières ont été mises en œuvre pour cartographier la végétation locale de manière plus détaillée. Les données des satellites peuvent être interprétées en kilogrammes de biomasse par hectare avec une grande précision (en mesurant au sol certaines zones de contrôle afin de valider les modèles et en ajustant les résultats de la télédétection). Ainsi, ces informations, relevées à intervalles rapprochés sur de vastes zones géographiques, pourront permettre de détecter plus rapidement les problèmes dus à la sécheresse et à ses conséquences.

Page 5 - La vallée du Nil

Image N°12 : La vallée du Nil et la mer Rouge

Image prise par le satellite Envisat, avec l'instrument MERIS. La résolution de cet instrument est de 300 mètres.

Image N°15 : Détail de la vallée du Nil

Le Nil, 300 Km en amont du Caire. La vallée concentre les cultures irriguées et l'habitat (gris). On perçoit les chemins, les routes et les canaux d'irrigation. Assiout est visible au bord du fleuve, là où se raccorde le canal latéral. L'alternance de roche et de sable explique les variations de teinte du jaune au brun clair. Cette image est réalisée par le satellite SPOT 5, avec une résolution de 5 mètres. Cette résolution permet de percevoir de nombreux détails, notamment les variations des zones cultivées. La résolution courante des images Spot est de 2,5m, 5m ou 10m.

Les capacités différentes des satellites sont complémentaires. Ainsi, certaines images fournissent des indications sur les océans, les continents, la végétation, l'atmosphère etc., et nécessitent un champ de vision très large. C'est le cas d'Envisat. Au contraire, les images à haute résolution, comme les images fournies par Spot, apportent des informations beaucoup plus détaillées sur une région donnée. Les applications de ces satellites sont différentes et l'utilité des images qu'ils produisent n'est pas dépendante de la résolution de leurs instruments.

Page 6 - « Comment travaillent les satellites ? »

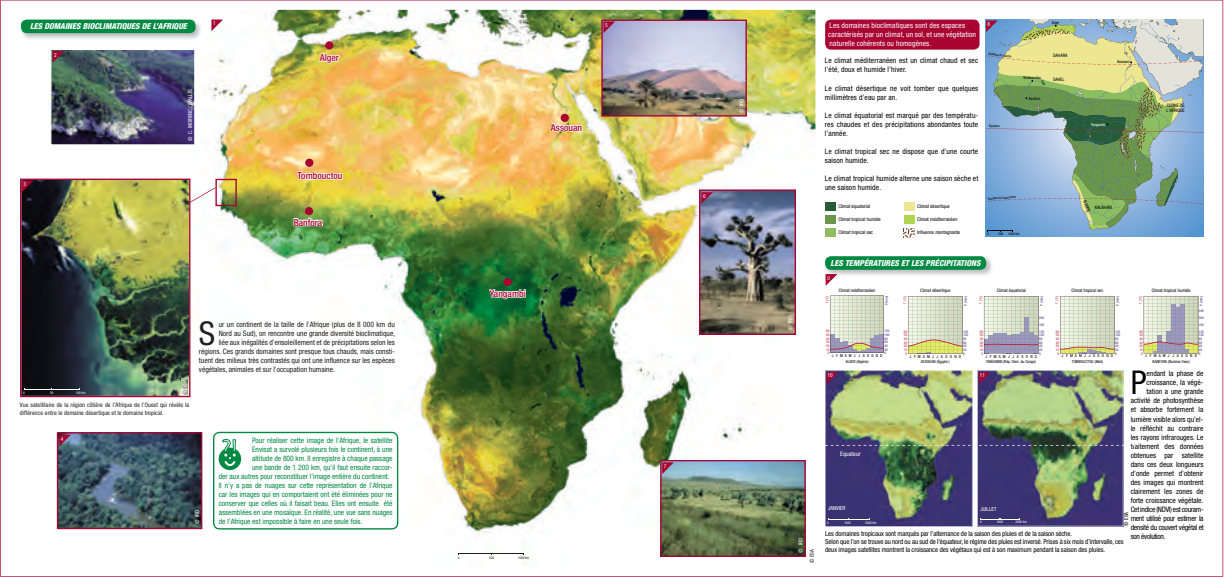
Image N°16 : Trois vues du delta du Nil

Ces 3 images ont été prises par l'instrument MERIS, embarqué sur Envisat. Le choix de différentes bandes spectrales disponibles sur cet instrument permet de mettre en évidence les sédiments rejetés à la mer par le fleuve ou de révéler les variations de l'humidité du delta lui-même. La ville du Caire est visible (zone très sombre sur l'image de droite), à la base du delta.

Image N° 17 : Schéma « les satellites captent la lumière du Soleil réfléchie par la Terre »

Ce schéma illustre le principe des satellites « passifs » qui captent la lumière émise ou réfléchie par différents corps. Un schéma similaire, illustrant le fonctionnement des satellites « actifs » (qui émettent un signal radar dont ils captent l'écho) est présenté dans le dossier suivant (dossier N°5 « L'Asie et la riziculture »).

Dans le cas des satellites passifs, il faut noter que les instruments ne captent pas seulement la lumière du soleil réfléchie par la Terre, mais également les radiations émises directement par l'atmosphère et la Terre.



Ressources en ligne

www.esa.int
www.esa.int/SPECIALS/ESRIN_SITE/index.html

www.esa.int/eo
earth.esa.int/earthimages
www.earth.esa.int/education
www.eduspace.esa.int
www.cnes.fr

www.cnes-edu.org
www.spotimage.fr

CLIMATOLOGIE

fr.allmetsat.com/climat/afrique.php

www.meteofrance.com/FR/climat/clim_afriq.jsp

INDICE NDVI ET CARTOGRAPHIE DE LA VÉGÉTATION

www.eduspace.esa.int/subtopic/default.asp?document=295&language=fr

postel.mediasfrance.org/fr/PRODUITS-BIOGEOPHYSIQUES/NDVI

Site de l'ESA (Agence spatiale européenne)
Site de l'ESRIN - Institut européen de recherches spatiales : centre de l'ESA dédié à l'Observation de la Terre
Site de l'Observation de la Terre de l'ESA
Galerie d'images satellitaires de l'ESA
Site éducation de l'ESA
Site éducatif de l'Observation de la Terre (EDUSPACE)
Site du CNES (Centre National d'Etudes Spatiales)
Présentation des missions et des activités du CNES
Site éducatif du CNES
Galerie d'image de SPOT IMAGE

Données climatiques de plus de 3000 stations météorologiques

Site de Météo France

Site EDUSPACE: Principes de télédétection/Cartographie de la végétation

Site de POSTEL : Pôle d'observation des surfaces continentales par télédétection
Description des sols et de la végétation par imagerie spatiale

Bibliographie

Les satellites, à quoi ça sert ?

TDC, textes et documents pour la classe
Du 1er au 15 mai 2005, N° 895
CNDP, 2005

Ce numéro est consacré au rôle essentiel des satellites dans la compréhension et la gestion de notre environnement.

Vidéographie

L'Afrique rurale / L'Egypte (2 x 26 min)

Découverte de la savane en Afrique rurale.

Images satellitaires



Conduite du projet pour l'ESA
Conception éditoriale
Rédaction et réalisation
Conseillers scientifiques (ESA)
Conseillers pédagogiques

Agostino de Agostini
Frédéric Létang / Patrice Desenne
Frédéric Létang
Isabelle Duvaux Béchon / Laurence Ghaye
Éric Janin / Jean Jandaly

Documentation
Graphisme
Illustrations

Production

Valérie Massignon - XYZèbre
Boris Uzan
Philippe Bouillon - Illustratek

Europimages - Aliette Cremer

Dossier N°4 : L'Afrique et la diversité des milieux

Après avoir lu et regardé attentivement le dossier, répondez aux questions suivantes :

1 – À quoi est principalement due la diversité bioclimatique en Afrique ?

.....
.....
.....

2 – Cinq photographies, numérotées 2, 4, 5, 6, 7, et représentant des paysages, sont présentées dans le dossier central. Notez à quel climat correspond chacune d'elle.

.....
.....
.....
.....
.....

3 – Observez l'image satellitaire de l'Afrique. Que peut-on remarquer entre la partie nord et la partie sud du continent ?

.....
.....
.....

4 – Quel grand fleuve africain se jette dans la mer Méditerranée ? Que peut-on dire de la vallée où coule ce fleuve ?

.....
.....
.....

5 – Le climat tropical humide alterne une saison sèche et une saison humide. À quelle époque de l'année se situe la saison sèche au nord de l'équateur ? À quelle époque de l'année a lieu la saison humide au sud de l'équateur ?

.....
.....
.....
.....

6 – Étudiez la page consacrée à la vallée du Nil. Décrivez le paysage. Expliquez brièvement pourquoi ce paysage est-il formé ainsi.

.....
.....
.....

7 – Trois images du delta du Nil sont présentées dans la dernière page. Que peut-on découvrir de particulier sur l'image satellitaire du milieu ?

.....
.....
.....