

Exposition interactive
La Terre vue d'en haut

Cahier de l'animateur

Réalisation Centre•Sciences, CCSTI de la région Centre



Textes des panneaux d'exposition

Ilôt 1 : Prendre de la hauteur...

1-1- 50 ans de surveillance

D'abord réservés aux militaires et aux scientifiques, les satellites sont aujourd'hui au service du citoyen : météo, téléphone, télévision, Internet, GPS, e-commerce, banques... L'observation satellitaire permet surtout d'étudier, de plus en plus rapidement et de plus en plus finement, les différents processus évolutifs de notre planète.

Cartographie des océans, prévision des climats, observation des volcans et des plaques tectoniques, gestion contrôlée de l'agriculture... sont autant de programmes qui se développent au rythme de l'évolution des technologies et du potentiel des centres de calcul.

Ces projets lourds et coûteux obligent à une large collaboration internationale.

1.1 Mer de Wedell - Antartique © PlanetObserver

Les satellites (Modis, Landsat) suivent la fonte de la banquise au printemps austral et l'impact du réchauffement climatique. Certains icebergs dépassent ici 10 km.

Le réchauffement climatique sur l'Arctique en 22 ans : asymétrique, il est plus marqué sur l'Amérique du Nord avec un léger rafraîchissement sur l'Eurasie ©Nasa

1-2- Où sont-ils en orbite ?

Les satellites tournent à des distances et sur des orbites choisies en fonction des observations envisagées. Des orbites basses et polaires permettent une haute résolution spatiale et radiométrique. Pour une large zone étudiée, les passages sont plus fréquents.

Lorsque le plan de l'orbite reste dans l'axe Soleil - Terre, les zones observées sont sous un éclairage constant. Ainsi, Spot et Envisat tournent à la même vitesse que le mouvement apparent du Soleil. À près de 35 800 km, les satellites se déplacent avec la même vitesse de rotation que la Terre. Ils sont en orbite géostationnaire favorable à l'observation météorologique (Gms, Insat, Météosat) ou la communication télévisuelle.

Attraction gravitationnelle et vitesse sont les deux moteurs qui permettent aux satellites de se maintenir sur leur orbite. De 7,8 km/s en orbite basse, la vitesse des satellites passe à 3,1 km/s en orbite géostationnaire. La Lune, à 384 000 km de la Terre, ne tourne qu'à 1 km/s.



1.2 Ouragan Hernan - Pacifique © PlanetObserver

Sur les eaux chaudes se forment des tempêtes tropicales voire des ouragans lorsque les vents approchent les 230 km/h.

Entre orbite basse et moyenne, le temps d'une rotation passe d'une 1h30 à 6h, voire 24h en géostationnaire.

îlot 2 Prévoir les climats

2-1- Evolution de l'effet de serre

Les mesures de l'altération de la couche d'ozone, du rôle des gaz à effet de serre (vapeur d'eau, CO₂, méthane, CFC...) et des aérosols précisent le bilan radiatif de la Terre et aident à comprendre l'impact des activités humaines, industrielles et agricoles, sur l'effet de serre, un équilibre fragile en voie de rupture.

De plus en plus affirmée par les mesures satellitaires et terrestres, la corrélation entre augmentation du CO₂ et élévation de la température moyenne du globe voire du niveau des mers doit pousser les citoyens et les politiques à des choix individuels et collectifs.

2.1 Parc des glaciers – Argentine © PlanetObserver
Témoin du réchauffement climatique, la fonte accélérée de ces glaciers.

Glaciologue à la recherche d'un passage dans un champ de sérac. Flanc nord du volcan englacé Cotopaxi (Equateur) ©IRD - Jean-Philippe Eissen

2-2- El Niño, La Niña, Gulf Stream...

Les radars altimétriques qui donnent la hauteur des surfaces océaniques, les radiomètres qui indiquent la température de ces surfaces et la vitesse du vent, la salinité de l'eau ou sa concentration en phytoplancton sont autant d'instruments embarqués par les satellites (Topex Poséidon, Jason...) ; ils facilitent l'observation et la connaissance des courants océaniques, de leur évolution et impact sur les climats.

Ces mesures, croisées avec des mesures terrestres ou maritimes, permettent de déceler les signes précurseurs d'anomalies climatiques (cyclones, typhons...) ou la formation de courants marins comme El Niño. Aujourd'hui, on peut aussi prévoir les conditions climatiques engendrées par El Niño avec six mois d'avance.

2.2 Gulf Stream – Atlantique © PlanetObserver
Le subtil changement de bleu à l'Est des côtes nord-américaines révèle l'un des plus importants courants océaniques.

El Niño sous l'œil du satellite Topex-Poseidon ©Cnes - Yves Ménard



Ilôt 3 : Communiquer sans fil

3-1- Où es-tu ? Où suis-je ?

Les ondes électromagnétiques ont une longueur d'onde qui s'étend de plusieurs centaines de kilomètres à quelques millimètres. Radios, télévisions, téléphones fixes ou mobiles les utilisent pour faire voyager l'information de l'émetteur aux récepteurs en tout point de la Terre. Mais le domaine de la communication spatiale concerne également le positionnement par satellites (GPS, Galiléo...), la collecte de données environnementales (Argos), la recherche et le sauvetage ou la santé.

GPS : ce système américain comprend 24 satellites placés sur des orbites circulaires d'altitude moyenne. Il permet de localiser tout point sur la Terre, en mesurant, à l'aide de signaux radio, sa distance par rapport à au moins trois satellites, un quatrième calant les horloges de chacun d'eux.

Galiléo : futur système européen de radio-positionnement, constitué d'une flotte de 30 satellites complétée de stations au sol, il facilitera la gestion des transports, la cartographie, la surveillance d'événements géophysiques...

3.1 Vue de nuit - Europe, Asie et Afrique © PlanetObserver

La consommation moyenne en énergie par habitant des pays industrialisés est 20 fois supérieure à celle des pays en développement.

Tout point sur la Terre pourra être localisé par la constellation des satellites Galiléo, Vue d'artiste ©Esa-J. Huart

3-2- Ma maison vue du ciel

Chacun peut désormais survoler sa maison ou localiser l'origine physique d'un numéro de téléphone (fixe) d'un simple clic sur Internet, bien assis devant son ordinateur, comme s'il embarquait dans un satellite ou un avion.

Google Earth® propose depuis quelques années de survoler la Terre comme un globe virtuel, à partir des images satellitaires de la Nasa ou du français Spot Images. Combinant images satellitaires et photos aériennes, il propose maintenant des vues haute définition des villes, rues et maisons.

Géoportail® grâce à un maillage de 400 000 photos aériennes réalisées par l'Institut Géographique National français (Ign) permet de voir des détails au sol d'un mètre.

D'autres entreprises comme Microsoft se lancent sur ce nouveau marché de l'image qui intéresse aussi bien les constructeurs automobiles que les agences immobilières.



3.2 Croissance urbaine de Chengdu - Chine © PlanetObserver
Avec près d'un habitant sur deux en ville, la concentration urbaine est un enjeu majeur du développement.

Extension périurbaine au nord-ouest de Tours sur 30 ans
© MSH Villes et territoires - D. Adrieux
(rose=bâti, rouge=extension en 2005, vert=espace naturel, blanc=zone agricole, cyan=eau)

Ilôt 4 : Connaître la Terre

4-1- Quand la Terre bouge

La Terre est constituée d'une dizaine de plaques tectoniques qui se déplacent les unes par rapport aux autres à des vitesses constantes allant jusqu'à 10 cm par an pour la plaque Pacifique.

Grâce à des positionnements par satellite et à l'imagerie radar, la géodésie spatiale permet de mesurer une déformation de quelques millimètres le long de ligne de faille de plusieurs centaines de kilomètres, d'en connaître l'épaisseur et d'en déduire la résistance aux déformations. L'analyse de ces déplacements sur plusieurs dizaines d'années autorisera la modélisation des cycles sismiques voire peut-être à terme, la prévision de certains séismes.

L'interférométrie satellitaire offre des outils d'observation supplémentaires pour suivre l'évolution des volcans, des calottes polaires, le recul des glaciers ou les affaissements de sol tel que le fait le Brgm (Géosciences pour une Terre durable).

4.1 Chaîne de l'Himalaya - Inde © PlanetObserver

Collision des plaques indo-australienne et eurasienne qui se déplacent de près de 5cm par an.

Les multiples réflexions sur le relief amplifient la durée et l'intensité du séisme en surface, ici simulées sur la baie de Nice ©Brgm/Cea - DAM

4-2- Quelle est la forme de la Terre ?

On savait la Terre aplatie aux pôles, mais grâce aux satellites, les physiciens la représentent aujourd'hui comme un patatoïde bosselé qu'ils appellent géoïde.

En combinant mesures au sol et dans l'espace (satellites Oersted, Champ, Sac-C, Doris...), les physiciens se représentent la Terre telle qu'en tout point sa surface est perpendiculaire à la direction du fil à plomb. Le champ de gravité se calcule aussi en étudiant les perturbations de la trajectoire des satellites par rapport à une trajectoire idéale si la Terre était homogène.

Non seulement la Terre n'est pas ronde, mais elle ne tourne pas rond ! La position de l'axe de rotation et la vitesse de rotation de la planète varient dans le temps avec le champ de gravité. Ces fluctuations sont dues à variations de masse de la croûte terrestre mais aussi à l'abondance ou au déficit des neiges et des glaciers, aux variations du niveau des mers ou même, des nappes d'eau souterraine.



4.2 Reconstitution du globe terrestre © PlanetObserver

L'imagerie satellitaire offre à l'homme le recul nécessaire pour mieux connaître la Terre.

Géoïde où creux et bosses traduisent les variations du champ de gravité terrestre ©Legos-Grgs/Cnes

Ilot 5 : Protéger les sols

5-1- Les forêts en infrarouge

Les images satellitaires (Landsat, Spot, Noaa, Ers, QuickBird...) et aériennes permettent de suivre l'évolution de la forêt et de l'impact de l'activité humaine sur ce milieu : défrichement agricole, développement péri-urbain spontané, exploitation forestière illégale... C'est ce que font l'Ird en Amazonie, Spot-Images en Indonésie.

En infrarouge apparaissent la variété des sols, la multiplicité des essences, l'état de croissance des espèces, la gestion forestière. L'Inventaire Forestier National (Ifn) a ainsi référencé l'ensemble des forêts françaises par photos aériennes.

L'observation satellitaire dans l'infrarouge permet une détection thermique des feux de forêts, de suivre leur progression et adapter en temps réel les moyens d'intervention. Elle permet aussi de prévoir et prévenir certains incendies ; le Cemagref et l'Onf contribuent à ces recherches.

5.1 Rivière Barito, île de Bornéo - Indonésie © PlanetObserver

Déforestation le long des voies d'accès ; à l'embouchure, les eaux douces chargées de sédiments bénéficient à la biodiversité du littoral.

La photo-interprétation en infrarouge de la forêt de Blois révèle les futaies de chêne en régénération (AA) où l'attaque du Bombyx fait chuter l'activité chlorophyllienne (en rose) © Ifn - Jean-Guy Boureau (AA= futaie, HA= futaie-taillis, QF= taillis, 50= peupleraie)

5-2- Agriculture sous contrôle

D'un tracteur piloté par un système GPS mis au point par le Cemagref et Renault-Agriculture, l'agriculteur peut se concentrer sur ses autres tâches —semis, pulvérisations, épandages ou interventions sur les cultures— tout en améliorant la productivité des terres et en préservant le milieu et l'environnement.

En fonction de la position précise du tracteur, les informations satellitaires fournies permettent de dresser l'état des surfaces cultivées, de connaître la nature des sols, d'inventorier les ressources en eau... De même, ces technologies autorisent une gestion instantanée dans le traitement des surfaces (en particulier contrôle des arrosages, précision du dosage des engrais et fongicides), voire la connaissance "pixel par pixel" du rendement prévisible des parcelles et l'optimisation des récoltes.

C'est l'agriculture de précision au service d'un développement maîtrisé !



5.2 Oasis de Koufra - Lybie © PlanetObserver

Pour irriguer les cultures dans le désert Lybique, les nappes d'eau profondes sont pompées.

Robucar, une plateforme mobile tout terrain, vers l'autonomie de déplacements guidés par GPS © Cemagref

Ilôt 6 : Prévenir les questions de santé

6-1- Prévention des maladies

Comment le spatial peut-il intervenir en matière de santé ?

Les satellites (Meteosat, Envisat) fournissent des données climatiques et environnementales concernant l'estimation des précipitations, les changements de température, l'évolution des vents, l'humidité sur des sites sentinelles... Ces mesures sont exploitées pour surveiller le risque de transmission du paludisme qui concerne 40% de la population mondiale.

Face aux épidémies (gripes, malaria, choléra, dengue...), les informations spatiales favorisent la connaissance de ces maladies, de leurs lieux d'émergence, des paramètres de leur apparition et du suivi de leur dissémination au niveau mondial. L'utilisation des outils satellitaires dans ce domaine est émergente et se développe rapidement, comme pour la collecte de données préventives sur le terrain (Argos). S'y ajoutent aussi les outils de télémédecine et de téléassistance chirurgicale en particulier dans les zones isolées.

6.1 Fleuve Betsiboka - Madagascar © PlanetObserver

Avec l'érosion rapide des sols due à la déforestation, le fleuve semble « saigner » dans la mer.

Analyse de l'eau d'une mare, où se reproduit le moustique, vecteur de la fièvre jaune © Ird - V. Robert

6-2- Sécurité alimentaire

Energies, eau, terres cultivables... Les ressources sont finies alors que la demande des populations est croissante en particulier dans les pays en développement.

La télédétection permet de suivre l'évolution des stocks d'eau (mesures altimétriques des surfaces d'eau douce, variations saisonnières du champ de gravité pour les nappes souterraines...). L'observation satellitaire intervient pour mieux connaître l'évolution de l'occupation des sols et prévoir les rendements des surfaces céréalières.

Les capteurs d'un satellite différencient les couverts végétaux (selon la quantité d'énergie réfléchie), aident à l'analyse des méthodes de gestion et des cycles d'irrigation ; ils permettent une meilleure estimation des rendements et des périodes de récolte.



6.2 Mines de lignite - Allemagne © PlanetObserver

Au nord de Dresde, la fermeture de ces exploitations à ciel ouvert soulève le problème environnemental de l'après-mine.

La différenciation des sols © Ign, Paris- Roger Trias Sanz
(violet=forêt, rouge=cultures, vert=terre cultivable,
bleu=route, jaune=sol nu, cyan=verger)

Ilôt 7 : Surveiller les océans

7-1- Les pollueurs des mers

Les marées noires provoquées par l'échouage d'un bateau, souvent très médiatisées ne sont pas les principales causes de pollution maritime.

Les dégazages sauvages en mer sont bien plus importants : chaque année en Méditerranée, ils correspondent à six naufrages de l'Erika. La traînée de mazout qu'ils laissent est aisément observée par satellite. Cette trace d'huile se différencie facilement du sillage et fournit la position et la route du bateau responsable. Ainsi, les satellites (Envisat, Radarsat) balayent les côtes méditerranéennes et fournissent régulièrement des images des mêmes lieux, surveillant les pollueurs.

L'observation satellitaire des mers concerne aussi les pêches pirates, les activités portuaires, les exploitations pétrolières offshore...

7.1 Détroit de Gibraltar, entre l'Europe et l'Afrique © PlanetObserver

Carrefour d'un intense trafic maritime entre l'Est et l'Ouest, dû pour partie au canal de Suez, c'est l'un des ponts migratoires entre l'Europe et l'Afrique.

Nappe d'hydrocarbure s'échappant du pétrolier Prestige au large de l'Espagne, vue par le satellite Envisat © Esa

7-2- Littoraux en danger

L'une des conséquences du réchauffement de la planète est l'élévation du niveau moyen des mers. Dans le même temps, la zone littorale accueille une population en constante augmentation.

Les satellites (CryoSat, ICESat) observent aussi en continu l'évolution des calottes polaires et des glaciers. Des systèmes globaux d'observation croisent les données de plusieurs satellites pour connaître l'évolution des côtes, par submersion ou érosion, la température de surface de la mer, les variations du niveau des océans, les circulations océaniques...

D'autres menaces sur les littoraux sont observables par satellite : la fréquence accrue des cyclones atteignant les côtes, la hausse de la salinité des eaux des rivières, la dégradation des récifs coralliens, la prolifération des algues ou des méduses.



7.2 Delta du Gange – Inde © PlanetObserver

Survolés régulièrement par satellite, les mesures altimétriques du fleuve et de sa plaine alluviale permettent de mieux comprendre ses variations voire de prévenir ses crues.

Géologue de l'Ird forant le récif corallien pour l'étude des paléoclimats ©Ird - Joël Orempuller

Vues du ciel

Embarqué sur Spot 4, l'instrument *Végétation* permet un suivi global de la couverture végétale par une observation régulière des cultures et de la biosphère continentale. Observez les passages du satellite !

En savoir plus :

Cet aperçu est la synthèse de 10 jours d'observation. À 830 kilomètres d'altitude, *Végétation* couvre quotidiennement 90% des terres émergées et le reste le lendemain ! Les données mémorisées à bord sont retransmises lors du survol de la station suédoise de Kiruna. La programmation, le traitement et la distribution des données sont effectués en France et en Belgique.

Grâce à un suivi régulier des mécanismes environnementaux et des changements auxquels ils sont soumis, *Végétation* permet d'appréhender les changements climatiques et leurs conséquences sur la biosphère.

Source CNES/distribution Spot Image, 1999

Commentaires :

Avec l'atmosphère et l'océan, la végétation est un des principaux moteurs des changements de l'environnement. Alors qu'elle est directement influencée à la fois par le climat et les activités humaines, la végétation a aussi en retour un impact important sur le climat et ses variations à long terme, ainsi que sur la disponibilité des ressources pour l'espèce humaine.

Au-delà du court terme, notre connaissance des mécanismes induisant des modifications de l'environnement est très approximative. Seule l'observation systématique permettra d'améliorer notre compréhension des mécanismes qui entrent en jeu pour décrire les changements possibles. Le système *Végétation*, fournissant régulièrement une couverture rapide et fiable de l'ensemble du globe, ainsi que des détails régionaux, constitue l'outil idéal pour une telle mission d'observation à long terme.

L'instrument *Végétation* est équipé d'un ensemble de 4 caméras - une par bande spectrale - qui couvrent chacune la totalité du champ. Ces bandes spectrales reprennent les bandes spectrales choisies sur l'instrument "*Haute Résolution Visible et Infra-Rouge*" de SPOT 4. Mais contrairement à ce dernier, ces 4 caméras utilisent un très grand champ (largeur de la prise de vue) de 101° soit 2250 Km au sol. La résolution retenue pour optimiser la mission est définie par des pixels de 1,165 km x 1,165 km au lieu de la dizaine de mètres de l'instrument principal de SPOT 4. *Végétation* collecte le flux réfléchi par la surface terrestre et le transforme en informations radiométriques numérisées. Les prises de vues sont faites de jour au-dessus des terres et s'arrêtent lorsque le satellite passe au-dessus des océans. Par exemple, la prise de vue débute sur le Groenland, reprend au-dessus de Terre Neuve, puis couvre l'Amérique du Sud.

Combien de satellites faut-il ?

Pour couvrir une surface maximale sur le globe, il faut un nombre suffisant de satellites. Combien sont nécessaires : 1,2,3... ou plus ? Testez-le en éclairant tout le globe avec le minimum de lampes.

En savoir plus :

Un seul satellite géostationnaire peut théoriquement recevoir et émettre des communications téléphoniques, des données informatisées ou des programmes télévisés depuis et en direction d'un point quelconque d'une moitié du globe. Trois satellites suffisent à couvrir le globe d'un réseau en liaison constante. L'avantage est énorme là où les infrastructures au sol sont inexistantes ou difficiles à implanter : ainsi, pour les pays en développement, le satellite de télévision permet l'accès au savoir, à la culture et à l'information sur de vastes territoires.



Commentaires :

Plus les relais de communication sont hauts, plus leur portée est grande. Les relais ont d'abord été montés sur des points hauts pour voir et émettre au-dessus des barrières de relief et de végétation. Avec les satellites, la technologie permet aujourd'hui de s'affranchir de la courbure de la Terre ; même dans une région aussi plate que la Beauce ou en mer par exemple, cette courbure limite à 70 kilomètres la portée d'un émetteur situé au sol.

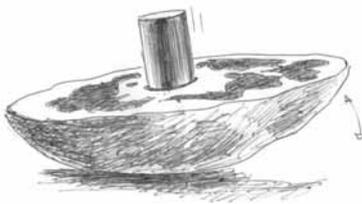
Le satellite géostationnaire, à 36 000 kilomètres de la Terre, constitue l'infrastructure relais la plus simple que l'on puisse placer dans l'espace : un seul satellite suffit pour recevoir et émettre depuis et vers un point quelconque, sur la moitié du globe !

Mappemonde ronde ?

À vous de jouer pour reconnaître la Terre dans le reflet du miroir.
La sphère est une surface que l'on ne peut aplatir sans déformation.

En savoir plus :

La principale gageure des cartes géographiques est de mettre à plat un monde sphérique. Aucune solution n'est pleinement satisfaisante pour projeter le globe sur une feuille. C'est pourquoi toutes les cartes sont fausses : elles ne peuvent conserver à la fois les rapports de distances, les angles et les surfaces. Les projections conformes (Lambert, Mercator) conservent les angles, en particulier par rapport aux méridiens. Elles sont indispensables à la navigation maritime, mais elles ne respectent pas les surfaces ; survolé par satellite, le plus court chemin de Paris à Rio sera un arc de cercle, concentrique à la Terre.



Commentaires :

Il existe de nombreuses projections cartographiques. Les projections équivalentes (Arno Peters, Sanson/Flamsteed) conservent les proportions de surfaces mais elles déforment les contours sur les bords de la carte ; elles s'imposent pour toutes les cartes à base statistique.

Les projections conformes (Lambert, Mercator) conservent les angles mais trahissent les surfaces ; méridiens et parallèles s'y coupent toujours à angle droit. Beaucoup de projections

modernes cherchent des solutions de compromis. Elles ne sont ni équivalentes ni conformes, cependant elles sont plus respectueuses des silhouettes des pays, océans et continents. Sur une sphère, les plus courts chemins —les géodésiques— sont les grands cercles ayant pour centre le centre de la Terre et pour rayon le rayon terrestre. Un aviateur pressé se déplace de Paris à Tokyo sans escale, en ignorant les espaces aériens interdits, ira d'abord vers le nord, survolant la Sibérie, puis descendra vers le sud pour réaliser le plus court chemin. Sur une sphère, deux grands cercles se coupent toujours en deux points. Il n'existe pas de géodésiques parallèles.

Vraie-fausse couleur

Quels sont les points communs entre l'impressionnisme et l'image satellitaire ? Codées en fausses couleurs ou en valeurs contrastées, les données sont reconstruites en images. Suivez ici un événement climatique !

En savoir plus :

Le phénomène El Niño correspond à une variation de température dans l'océan Pacifique ici suivi par satellite et codé en fausse couleur. Des courants chauds changent de direction et empêchent les eaux froides et riches en matières nutritives de remonter au large de la côte pacifique des Amériques.

Les conséquences peuvent être très négatives : pénuries de pêche au Pérou, fortes précipitations voire cultures dévastées... La compréhension et la prévision de cet événement climatique, assistées par l'observation satellitaire, contribuent à la prévention du risque humain et économique.

<http://www.elnino.noaa.gov/>



commentaires :

El Niño provoque de nombreux bouleversements climatiques : les océans et l'atmosphère étant en continuelle interaction, les modifications induites sur la température de surface de la mer vont affecter les vents. Sous l'effet de forts alizés, la remontée d'eau froide (upwelling) le long du Pacifique équatorial rafraîchit l'air qui le surplombe : alors trop dense pour s'élever, la vapeur d'eau ne peut s'y condenser pour former nuages et gouttes de pluie. Ainsi l'air reste libre de nuages pendant les années «

normales », et la pluie dans la ceinture équatoriale reste confinée dans l'extrême ouest du bassin, au voisinage de l'Indonésie.

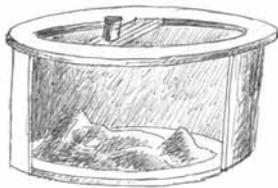
Au départ d'un événement El Niño, l'affaiblissement des alizés entraîne le réchauffement de l'océan. L'air humide à la surface de l'océan se réchauffe également, la formation de nuages donnant alors lieu à de fortes pluies le long de l'équateur. Ainsi, l'El Niño de 1982-1983 a produit des effets dramatiques sur les continents. En Équateur et dans le nord du Pérou environ 250 cm de pluie tombèrent en 6 mois. Vers l'ouest, les anomalies du vent ont dérouté les typhons de leurs routes habituelles, vers Hawaii ou Tahiti non préparées à ces conditions météorologiques. En 1997, El Niño provoqua des sécheresses et des feux de forêts en Indonésie, de fortes pluies en Californie et des inondations dans la région du sud-est des États-Unis... Les technologies satellitaires et de nouveaux moyens autorisent une meilleure compréhension du phénomène. Ainsi, l'IRD par carottage, utilise les coraux comme paléothermomètres ; ils attestent de la fluctuation du niveau de la mer au cours des ans, révélant l'impact d'El Niño sur les variations climatiques et sur l'environnement.

Voir le relief

En plaçant le satellite au-dessus du paysage, relevez les différences d'altitude. Après l'avoir mis en route (bouton rouge), appuyez sur le bouton vert pour effectuer une mesure...

En savoir plus :

Le principe du radar permet de voir la surface de la Terre et de mesurer le temps de trajet aller-retour mis par une onde émise par le satellite en direction du globe. Ces ondes traversent l'atmosphère et se réfléchissent sur le sol. Cette technique est utilisable de jour comme de nuit, même avec une couverture nuageuse. Ces mesures altimétriques permettent par exemple de connaître, avec une précision de quelques centimètres, le relief de la surface océanique et de cartographier, en trois dimensions, la circulation des courants océaniques et leurs variations.



Commentaires :

La connaissance que nous avons du monde qui nous entoure est encore bien imparfaite et suscite toujours de multiples interrogations : que signifient ces "marées terrestres", soulèvements du sol sous l'influence de la Lune que la géodésie spatiale a permis de mettre en évidence en surveillant le moindre mouvement de l'écorce du globe ? Au-delà de la seule observation de la planète par les outils de la télédétection spatiale et de la mesure des composants de l'atmosphère à

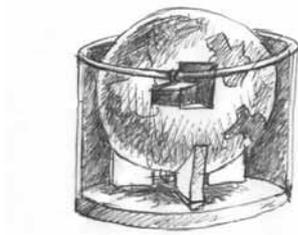
l'aide de capteurs placés sur les satellites, les mesures altimétriques ouvrent de nouvelles perspectives. C'est par exemple ce que font les altimètres radar installés sur les satellites Topex-Poseidon (1992) et Jason 1 (2001).

Albédo et observations

Une même lumière réfléchi par une forêt ou par des cultures change et trahit leurs différences. Appuyez sur le bouton rouge et déterminez la nature des sols et couverts végétaux en reconnaissant leur signature avec ce radiomètre similaire à ceux qu'embarquent les satellites.

En savoir plus :

Chaque corps réfléchit plus ou moins la lumière reçue. L'observation à plusieurs longueurs d'onde différentes permet la caractérisation des surfaces observées (végétation, surface sèche, sol humide...). Cette technique est utilisée en agriculture pour évaluer l'étendue des surfaces cultivées et la nature des cultures, ou encore pour suivre l'évolution des zones de déforestation en Amazonie par exemple.



Commentaires :

Tout objet éclairé absorbe une partie du rayonnement lumineux qu'il reçoit et renvoie l'autre partie ; le rapport (puissance lumineuse réfléchi) / (puissance lumineuse reçue) s'appelle la réflectance de l'objet. Une substance homogène présente une réflectance caractéristique pour chaque longueur d'onde

reçue ; deux substances différentes ont des réflectances qui permettent de les distinguer l'une de l'autre. Les réflectances d'un corps pour plusieurs longueurs d'onde différentes constituent la signature spectrale caractéristique de ce corps.

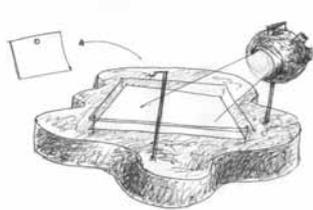
Interférométrie radar

L'information radar augmente en précision lorsqu'elle est observée sous différents angles. Déformez ce relief et en lumière polarisée se révèlent les mouvements du terrain.

(Faire pivoter le filtre en main jusqu'à l'assombrissement de la lumière)

En savoir plus :

Par interférométrie radar, il est possible de détecter et de mesurer des déformations de sol de quelques millimètres depuis l'espace ; cette technique spatiale, peu onéreuse et non-intrusive, exploite les données satellitaires pour visualiser ces variations altimétriques. Particulièrement pertinente en milieu urbanisé, elle autorise le suivi de risques naturels à dynamique lente liés aux séismes et glissements de terrains... mais aussi aux tassements des sols. Le Brgm développe ces techniques afin d'étudier l'impact des cavités souterraines dans les villes.



Commentaires :

Lancé par le Brgm, le projet RESUM —Radar pour prévenir les mouvements de terrain— visait à développer une activité innovante sur la mesure des phénomènes de subsidence (tassement des sols sédimentaires) urbaine et minière grâce à l'interférométrie radar différentielle. Les exploitations minières souterraines, le stockage de gaz souterrain, les installations d'équipements souterrains, les pompages de nappes sont autant de causes de déformations en surface et sont la source d'enjeux très importants tant en terme de protection civile qu'en termes économiques. Il s'agissait de préciser le comportement à moyen et long terme des cavités, d'évaluer leurs répercussions en surface, de mettre au point des méthodes de surveillance des zones à risque et enfin de concevoir des procédés de réduction des risques.

L'interférométrie Radar à synthèse d'ouverture est une technique spatiale performante qui permet de détecter de très faibles déformations de surface à partir de données acquises par différents satellites européens (ERS1 et 2, Envisat), canadien (Radarast) ou japonais (Jers). Cette technique vient compléter les dispositifs conventionnels de surveillance actuellement mis en œuvre (géophysique, géodésique, suivi GPS).

Aujourd'hui achevé, le projet a permis de montrer les atouts et les limites de cette technique. Sa mise en œuvre en milieu rural fortement végétalisé s'est parfois avérée complexe. Mais en milieu urbain, elle est très puissante pour détecter et quantifier avec une précision millimétrique des déformations sur de grandes étendues, en particulier dans le cas des évolutions cinématiques lentes. Le projet a également trouvé un débouché avec la création d'une offre technique sur le marché national et international où des opportunités notamment européennes se sont ouvertes. (source Géorama, octobre 2004-n°13)