Promenade spatiale
au fil des ondes

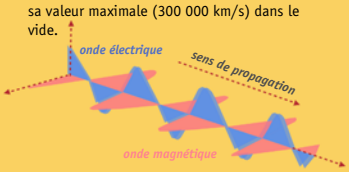
L'essentiel du spectre électromagnétique est invisible pour les yeux

Produit de milliards d'années d'évolution, l'œil humain est un formidable récepteur. Il est spécifiquement adapté à des ondes électromagnétiques omniprésentes sur notre planète. Ce sont elles qui composent ce que nous appelons couramment : la lumière et les couleurs. Mais il existe d'autres ondes électromagnétiques, totalement invisibles pour nous. Ce sont les ondes radio, les micro-ondes, l'infrarouge, l'ultraviolet, les rayons X ou encore les rayons gamma. Autrement dit, les ondes qui composent la lumière constituent la partie émergée d'un iceberg bien plus important : le spectre électromagnétique.

cnes
CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES

Qu'est ce qu'une onde électromagnétique ?

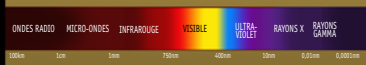
Electricité et magnétisme sont étroitement associés. Un courant électrique génère un champ magnétique. Inversement un champ magnétique variable crée un champ électrique.
Une onde électromagnétique est composée d'un champ électrique et d'un champ magnétique qui se propagent simultanément dans l'espace. Ces ondes n'ont pas besoin de matière pour se déplacer. Leur vitesse dépend du milieu de propagation. Elle atteint sa valeur maximale (300 000 km/s) dans le vide.



Une onde électromagnétique se caractérise par son amplitude, sa longueur d'onde ou sa fréquence.
L'amplitude correspond à la variation maximale du champ électrique ou magnétique.
La longueur d'onde est la distance qui sépare deux maxima successifs.
La fréquence est le nombre d'oscillations par seconde : elle se mesure en hertz.

Onde et corpuscule
Au début du XXe siècle, les physiciens découvrent que les ondes électromagnétiques peuvent aussi être décrites sous forme de corpuscules appelés photons. Ces particules élémentaires de masse et de charge nulles transportent d'autant plus d'énergie que la fréquence de l'onde à laquelle elles sont associées est élevée.

Le spectre électromagnétique
On classe les ondes électromagnétiques en fonction de leur longueur d'onde. Le spectre électromagnétique s'étend des ondes radio dont la longueur d'onde peut atteindre plusieurs centaines de kilomètres, jusqu'aux rayons gamma qui ont une longueur d'onde inférieure au millième de milliardième de mètre. Entre ces deux extrêmes, on trouve les micro-ondes, l'infrarouge, le visible, l'ultraviolet et les rayons X. Dans le domaine visible, chaque couleur correspond à une longueur d'onde bien précise.



L'électromagnétisme en quelques dates

1820 **H.C. Oersted** constate la relation entre courant électrique et magnétisme. **A.M. Ampère** et **F. Arago** construisent le premier électroaimant.

1831 **M. Faraday** découvre le principe de l'induction électromagnétique.

1864

J.C. Maxwell établit les lois de l'électromagnétisme.

1888 **H. Hertz** montre expérimentalement que la lumière est une forme de rayonnement électromagnétique.

1895 **W. Conrad Röntgen** découvre les rayons X.

La Terre vue de l'espace

La Terre est scrutée en permanence par des satellites qui nous donnent des images étonnantes de notre environnement. A leur altitude ils observent de grandes zones du globe. Mais ils sont aussi capables de zoomer avec précision sur des petites surfaces.
Différents de nos yeux, ces satellites ne regardent pas la Terre uniquement dans le domaine visible mais aussi dans le domaine radio, ultraviolet et infrarouge.
Ces observations spatiales sont très utiles pour établir des prévisions météorologiques, surveiller l'évolution des ressources naturelles, observer les océans et les glaces ou encore étudier l'atmosphère.
D'autres satellites en orbite autour de la Terre servent de relais de télécommunications en recevant et transmettant des informations par radio.

L'Univers brille de milles feux... pas tous visibles à nos yeux

Les planètes et les étoiles émettent également différents types d'ondes électromagnétiques. Ces ondes se propagent dans l'Univers en transportant avec elles de précieuses informations. Elles nous renseignent sur la composition chimique, la température, la pression et l'environnement des objets célestes. Toutefois, la plupart de ces ondes sont arrêtées par l'atmosphère terrestre et ne parviennent pas jusqu'à nous. L'altitude des satellites leur permet de capter ces ondes en provenance de l'Univers.

Les satellites qui observent la Terre et l'Univers ne voient pas la même chose que nous. Découvrons le monde qui nous entoure, à travers leurs yeux, le temps d'une promenade au fil du spectre électromagnétique...

Les satellites en quelques dates

1957 **Spoutnik** premier satellite artificiel (Union Soviétique)

1960 **TIROS-1** premier satellite météorologique (Etats-Unis)

1968 **OAO** : premier satellite d'astronomie en ultraviolet (Etats-Unis)

1970 **SAS 1** : premier satellite d'astronomie en rayons X (Etats-Unis)

1972 **SAS 2** : premier satellite d'astronomie en rayons gamma (Etats-Unis)

1983 **IRAS** : premier satellite d'astronomie en infrarouge (Etats-Unis, Royaume-Uni, Pays-Bas).

cnes
CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES

Vue d'artiste des satellites Galileo. Equivalent du GPS américain (Global Positioning System), ce système européen de positionnement par satellite fonctionnera avec des ondes radio.

plus de 100 km à 1 cm

ONDES RADIO

Satellite Eutelsat

Un satellite comme relais

Les ondes électromagnétiques se propagent en ligne droite dans le vide. Comme la Terre est ronde avec du relief, il faut de nombreux relais pour acheminer des ondes radio sur une grande distance, à moins de prendre de l'altitude. Des satellites en orbite géostationnaire, c'est-à-dire immobiles par rapport à la Terre à 36 000 km d'altitude, peuvent servir de relais en recevant et transmettant des ondes radio. Ainsi 3 satellites suffisent pour couvrir la quasi-totalité du globe.

Communiquer sans fil

Les ondes radio se propagent rapidement et avec peu de pertes d'énergie dans l'atmosphère. Elles sont actuellement très utilisées pour transmettre à distance et sans fil des messages et des informations. La radio, la télévision, les téléphones portables en sont les principales applications. Afin d'obtenir suffisamment de signaux différents, on fait varier faiblement la fréquence (modulation de fréquence) ou l'amplitude (modulation d'amplitude) de ces ondes. Tout le monde connaît par exemple les grandes ondes, les ondes moyennes ou courtes utilisées pour la radiophonie.

"Les téléphones portables utilisent les ondes radio pour communiquer."

Transmission de la télévision par satellite.

Les systèmes de positionnement par satellite sont utilisés en agriculture.

Les balises Argos permettent de suivre par satellite des animaux sauvages.

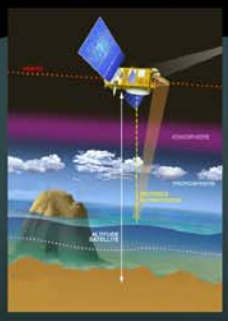
cnes
CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES

les océans vus en altimétrie par le satellite Topex Poséidon.

plus de 100 km à 1 cm

ONDES RADIO

Satellite Jason-1



L'altimétrie radar

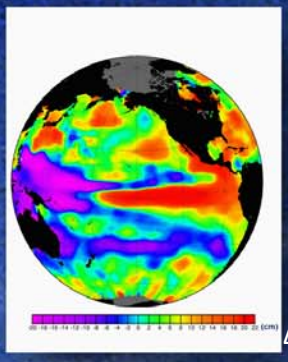
Les altimètres des satellites sont des radars qui envoient des ondes radio sous forme d'impulsions très brèves. Quand ces ondes rencontrent un obstacle, elles sont réfléchies sous forme d'écho et retournent à leur source. Dans le cas de Jason-1 cet obstacle est la surface de l'océan. Connaissant la vitesse de propagation des ondes électromagnétiques, la durée de leur aller-retour permet de déduire la distance qui sépare le satellite de la mer. Les altimètres calculent ainsi des altitudes avec une précision de 2 cm. L'amplitude et la forme de l'écho nous renseignent sur d'autres paramètres comme la hauteur des vagues ou la vitesse du vent à la surface de la mer.

Mesurer le niveau des mers

Les radars embarqués à bord de certains satellites fonctionnement avec des ondes radio. Ces instruments mesurent des distances et des hauteurs. Par exemple le satellite Jason-1 observe spécifiquement les océans et grâce à son radar, il calcule le niveau moyen des mers. Les scientifiques estiment aujourd'hui, à partir de ces observations et de modèles numériques, que ce niveau s'élève de 2 mm par an. Ce phénomène pourrait être en relation avec l'augmentation générale de la température. Jason-1 nous apporte aussi des informations sur la hauteur des vagues, les courants marins et les vents, et permet de déceler des signes précurseurs d'anomalies climatiques tel que El Niño.

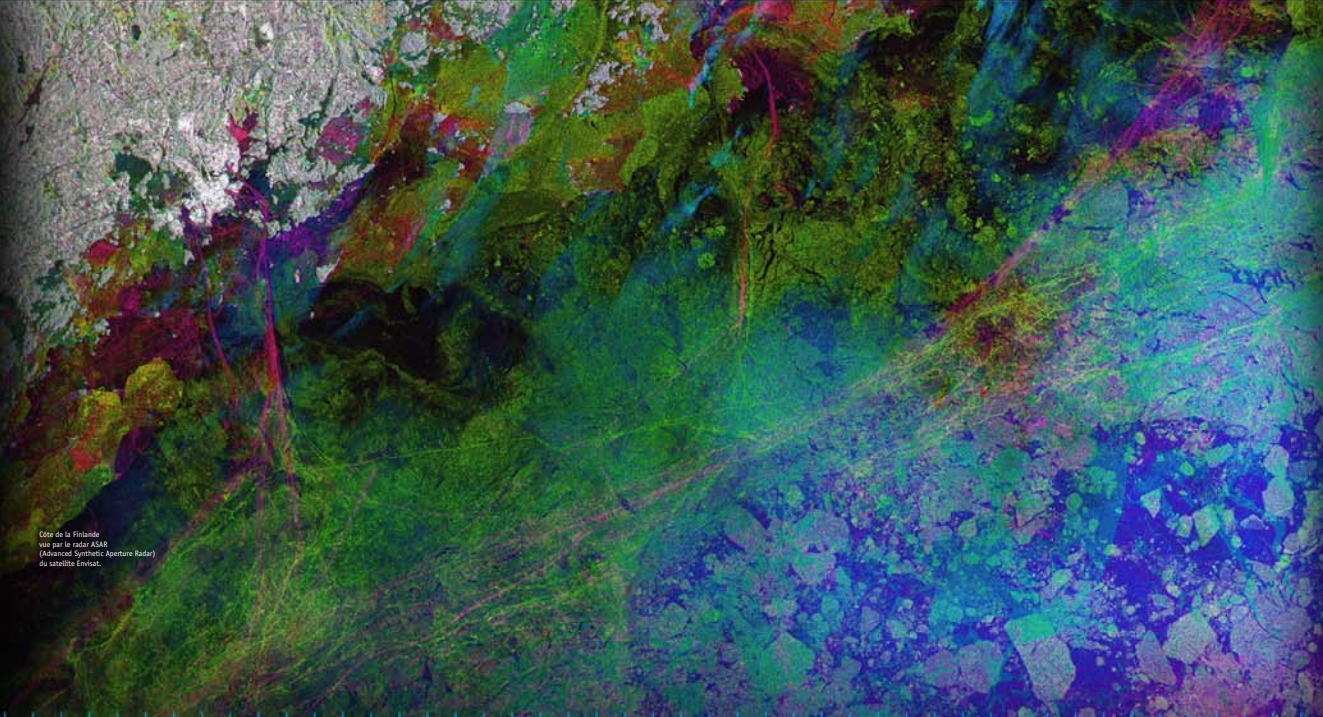
"En imagerie médicale, l'IRM (imagerie par résonance magnétique) fonctionne avec des ondes radio."

Les données obtenues par le satellite Jason-1 sont utiles pour les activités de pêche.



El Niño observé le 7 septembre 1997 par le radar du satellite Jason-1

cnes
CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES



Côte de la Finlande vue par le radar ASAR (Advanced Synthetic Aperture Radar) du satellite Envisat.

plus de 100 km à 1 cm

ONDES RADIO

Surveiller la planète

Pour ausculter la planète et protéger notre environnement, les scientifiques peuvent compter sur les radars embarqués à bord de certains satellites. Celui d'Envisat est utilisé entre autres pour cartographier les zones polaires, observer des glaces à la surface des océans et repérer des marées noires. En plus de son radar, ce satellite européen intègre 9 autres instruments avec lesquels il surveille les océans, les terres émergées et l'atmosphère de notre planète.

Le radar ASAR

L'antenne du radar ASAR (Advanced Synthetic Aperture Radar) du satellite Envisat est composée de 20 plaques, chacune constituée de 16 parties indépendantes capables d'émettre et de recevoir des ondes électromagnétiques. Ces 320 modules peuvent être configurés et orientés indépendamment, ce qui permet de réaliser des observations de tailles et de résolutions très diverses. Pour étudier les vagues ou repérer des glaces, ASAR surveille des zones de 5 km de côté. Mais il est également capable de faire des observations sur des surfaces de plus de 400 km².

Satellite Envisat

La marée noire provoquée par le Prestige détectée par le radar ASAR du satellite Envisat.

"Les radars autoroutiers fonctionnent selon le même principe que les altimètres."

Le radar ASAR du satellite Envisat permet de détecter et de suivre des icebergs ou des bateaux à la surface des océans.

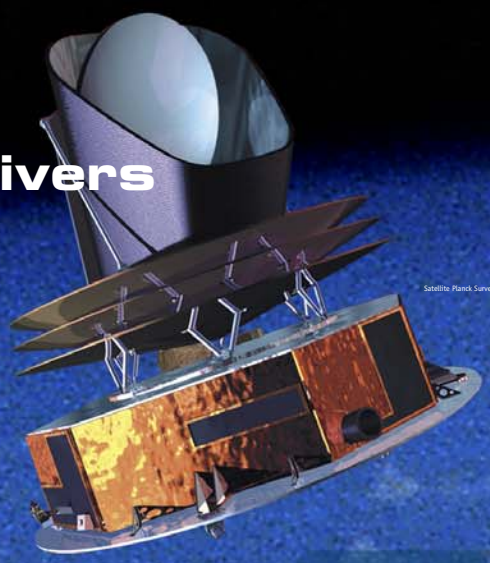
L'Univers vu
par le satellite Wmap.

de 1cm à 1mm

MICRO-ONDES

Un rayonnement vieux comme l'Univers

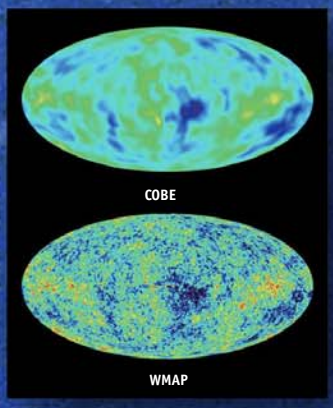
L'Univers est entièrement baigné par un rayonnement micro-onde de faible énergie que l'on appelle le rayonnement cosmologique fossile. Ces ondes auraient été émises à peine 380 000 ans après le Big-Bang et constitueraient le plus vieux rayonnement de l'Univers. En étudiant ces ondes électromagnétiques, les satellites Cobe et Wmap ont permis d'estimer l'âge de l'Univers à 13,7 milliards d'années.



Satellite Planck Surveyor

La mission Planck Surveyor

Le satellite Cobe est le premier à avoir observé le rayonnement cosmologique en 1989. Depuis, Wmap a obtenu des données plus précises et Planck Surveyor permettra d'étudier encore plus finement les propriétés de ce rayonnement et de déterminer l'évolution de l'Univers.
Le télescope de Planck Surveyor avec un diamètre de 1,3 mètre aura une résolution 30 fois supérieure à celui de Cobe. Les instruments du satellite, refroidis à 0,1° au-dessus du zéro absolu (-273°C), capteront le rayonnement sous forme d'infimes modifications de températures.



L'Univers vu par le satellite Cobe en 1989 puis par le satellite Wmap en 2003.
La deuxième image est 40 fois plus précise.

"Comme leur nom l'indique, les fours à micro-ondes utilisent des micro-ondes pour chauffer les aliments."

cnes
CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES

La Terre vue par le radiomètre du satellite Odin.
Le trou de la couche d'ozone apparaît en violet et bleu.

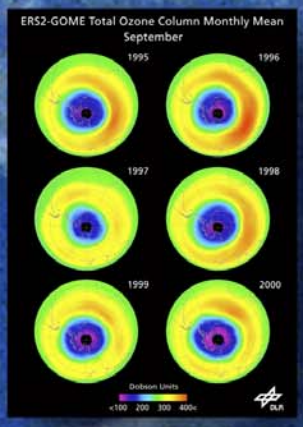
de 1 mm à 750 nm

INFRAROUGE

Satellite Odin

Quand les molécules de l'atmosphère se dévoilent

Certains rayonnements, en particulier dans l'infrarouge, émis par les corps célestes ne franchissent pas l'atmosphère terrestre car ils sont absorbés par les molécules qui la composent (eau, oxygène...). Le satellite Odin utilise cette propriété pour étudier la chimie de notre atmosphère. En mesurant le taux d'absorption de ces rayonnements infrarouges, il calcule les concentrations atmosphériques en vapeur d'eau, ozone, monoxyde de carbone ou oxyde de chlore. Odin étudie et surveille par exemple le trou de la couche d'ozone.



Évolution du trou de la couche d'ozone de 1995 à 2000 suivie par Odin.

La comète Ikeya-Zhang dont Odin a étudié les poussières et les gaz.

Le double regard d'Odin

Le satellite Odin scrute la Terre tout en gardant un œil sur l'Univers. Les instruments qu'il utilise pour étudier notre atmosphère lui servent aussi à détecter la présence d'eau ou d'oxygène dans des comètes ou des nuages interstellaires.
Son radiomètre capte des ondes électromagnétiques correspondant à 5 longueurs d'onde : 4 dans le domaine dit submillimétrique (autour de 0,5 mm) et 1 dans le domaine millimétrique (3 mm).

"Les télécommandes envoient des informations grâce à des infrarouges."

cnes
CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES

La nébuleuse de la Tête de Cheval vue par le spectromètre à grande longueur d'onde du satellite Iso.

de 1 mm à 750 nm

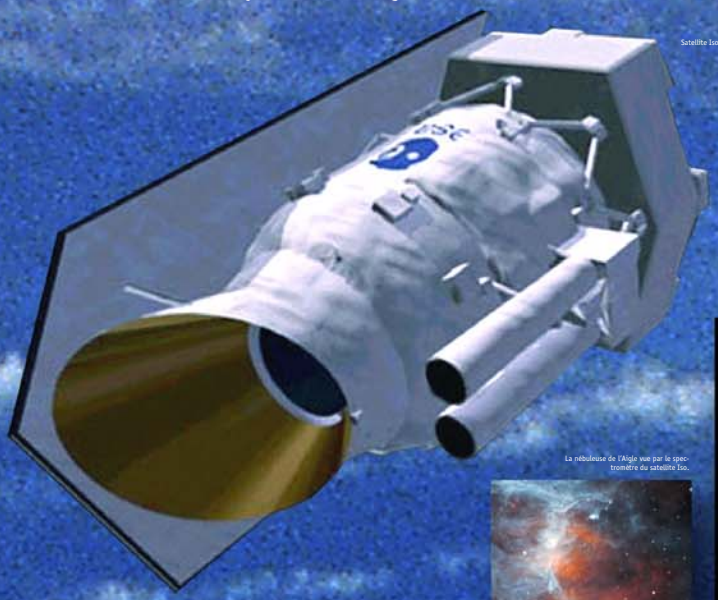
INFRAROUGE

L'Univers froid

L'observation astronomique dans l'infrarouge permet d'étudier les zones froides et poussiéreuses de l'Univers. Ces ondes infrarouges sont émises par la matière interstellaire à une température de quelques dizaines de degrés au-dessus du zéro absolu (-273°C). Le satellite Iso est le premier à avoir observé l'Univers dans cette longueur d'onde. Il a plus particulièrement étudié les nuages de poussières et de gaz dans lesquels naissent les étoiles à des températures inférieures à -250°C. Lancé en 2007, le satellite Herschel s'intéressera à la formation des galaxies et des étoiles en utilisant ce rayonnement infrarouge.

Un satellite climatisé

L'objectif de la mission Iso étant de capter des infrarouges émis par les objets froids, le satellite a dû être constamment refroidi pour ne pas être aveuglé par sa propre émission. De l'hélium liquide a permis de maintenir la température des instruments autour de -271°C. Iso a fonctionné aussi longtemps qu'il a disposé de réserves d'hélium. Celles-ci étant épuisées après 28 mois, au lieu des 18 prévus initialement, la température des instruments a commencé à augmenter et le satellite a cessé d'être opérationnel.



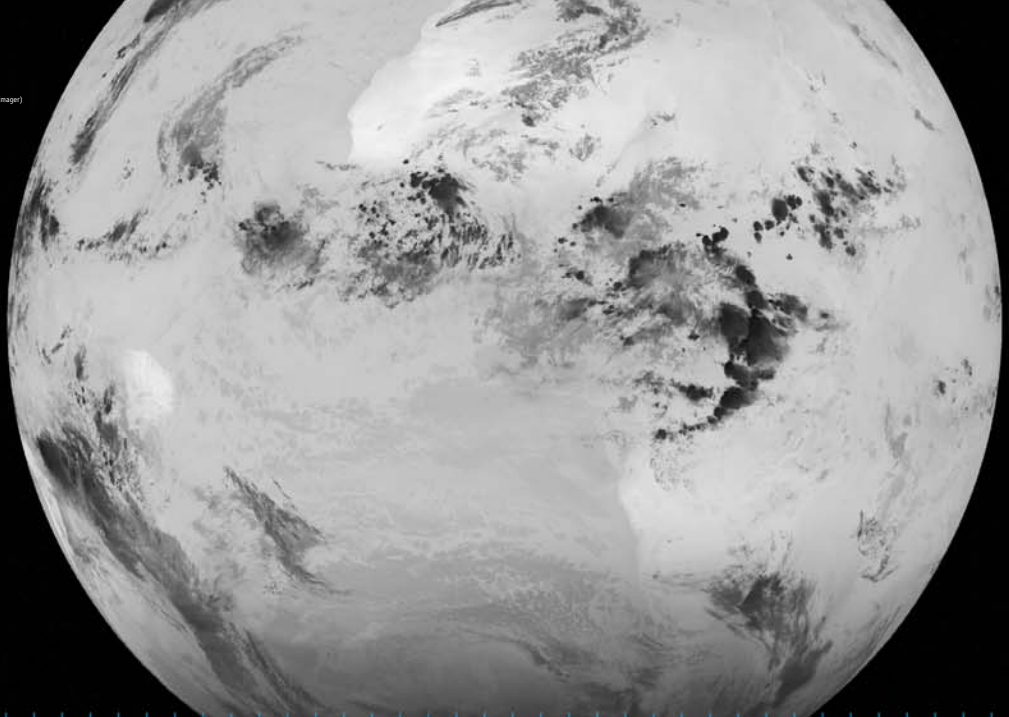
Satellite Iso

"Pour filmer la nuit, les caméras utilisent un certain type d'infrarouges."

La nébuleuse de l'Aigle vue par le spectromètre du satellite Iso.

Galaxie d'Andromède vue par le spectromètre du satellite Iso.

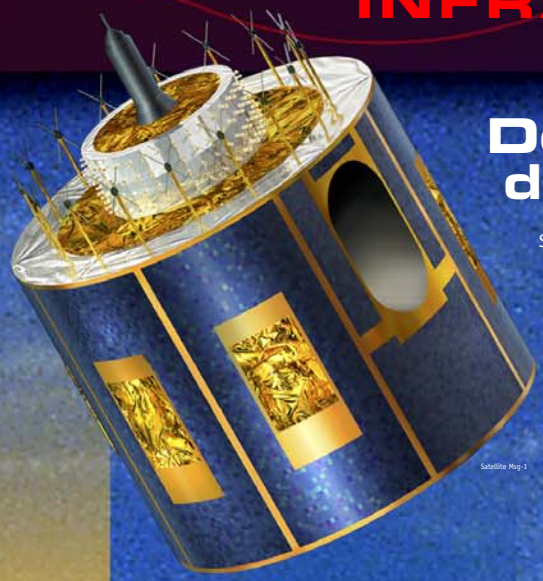
cnes
CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES



La Terre en infrarouge
vue par le capteur SEVIRI
(Spinning Enhanced Visible & InfraRed Imager)
du satellite Msg-1.

de 1 mm à 750 nm

INFRAROUGE



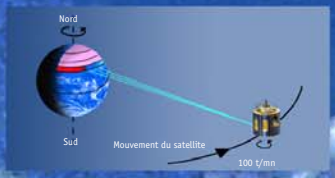
Satellite Msg-1

Des cartes de température

Sur Terre, les corps chauds émettent des rayons infrarouges dits thermiques, d'une longueur d'onde comprise entre 10 et 15 µm. Les satellites météorologiques utilisent cette propriété pour établir à distance la température des nuages ou de la surface de la Terre. Ces données peuvent être traduites en cartes. Par exemple une surface très chaude, comme un désert, émet beaucoup de rayonnement infrarouge et apparaîtra blanche sur la carte. A l'inverse les nuages froids d'altitude seront représentés en noir. Ces données servent à établir les prévisions météorologiques.

Le capteur SEVIRI

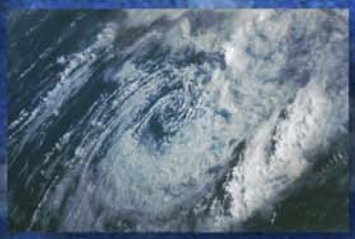
Le satellite Msg-1 est équipé d'un capteur SEVIRI (Spinning Enhanced Visible & InfraRed Imager). Avec ses 12 canaux, ce capteur peut prendre simultanément 12 clichés de la Terre dans des longueurs d'onde différentes. 3 canaux permettent d'observer la Terre dans le visible et 9 dans le domaine de l'infrarouge (notamment l'infrarouge thermique).
Afin de se stabiliser, le satellite en orbite géostationnaire tourne sur lui-même. En un tour, son capteur balaye d'ouest en est une étroite bande de la surface du globe. Au tour suivant, il se décale légèrement vers le nord. Ainsi en quelque 1 250 révolutions, effectuées en moins de 15 minutes, le capteur reconstitue une image complète de la moitié de globe qu'il observe.



"Les systèmes de vision nocturne repèrent les émissions d'infrarouges thermiques."

Il est important d'avoir un suivi des sécheresses...

Des données météorologiques précises sont indispensables en agriculture.



... et de pouvoir détecter très tôt l'ampleur des tempêtes et des ouragans.

cnes
CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES

Le viaduc de Millau
vu par l'instrument HRS
(Haute Résolution Stéréoscopique)
du satellite Spot 5.

de 750 nm à 400 nm

VISIBLE

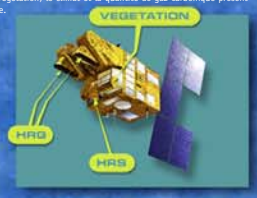
Les continents à la loupe

Certains satellites sont spécialisés dans l'observation des terres émergées. Les données qu'ils recueillent sur notre environnement constituent de précieux outils. Les satellites français Spot font partie de ces sentinelles du ciel. Le plus récent d'entre eux, Spot 5, a été mis en orbite en 2002. Depuis, les spécialistes utilisent ses images pour suivre l'évolution des cultures agricoles, gérer le développement des villes, surveiller l'état et la nature de la végétation, ou encore évaluer les effets d'inondations ou d'incendies.

Satellite Spot 5

Spot 5 et ses instruments

L'instrument HRS (Haute Résolution Stéréoscopique), embarqué à bord du satellite Spot 5, est composé de deux caméras capables d'acquérir quasi-simultanément des images sous des angles de vue différents. Elles peuvent ainsi restituer le relief, de la même façon que nous voyons en 3 dimensions grâce à nos deux yeux. Le satellite est également équipé de deux télescopes HRG (Haute Résolution Géométrique), offrant une résolution de 2,5 à 5 m pour les images en noir et blanc et de 10 m pour les images en couleur. Enfin l'instrument Végétation de Spot 5 est composé de 4 caméras qui regardent avec une résolution d'environ 1 km, dans 4 bandes du spectre : 1 bleue (longueur d'onde : 0,43 à 0,47 µm), 1 rouge (longueur d'onde : 0,61 à 0,68 µm) et 2 infrarouges (longueurs d'onde : 0,78 à 0,89 µm et 1,58 à 1,75 µm). Cet instrument est destiné à l'étude des interactions entre la végétation, le climat et la quantité de gaz carbonique présent dans l'atmosphère.



"Les lentilles d'une longue vue agrandissent l'image en déviant les rayons lumineux."

Des champs cultivés dans la région du Caire en Egypte vus par le satellite Spot 5.

Iguazu à la frontière du Brésil
et de l'Argentine vu par le satellite Spot 5.

cnes
CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES

Région centrale
de la nébuleuse planétaire
NGC 6543 dite l'Œil de Chat
vue par le télescope Hubble.

de 750 nm à 400 nm

VISIBLE

Satellite Corot

Des étoiles à perte de vue...

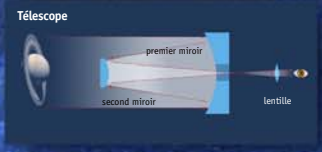
Observer l'Univers dans le visible depuis l'espace permet de réaliser des images d'une qualité impossible à obtenir depuis le sol. Celles prises par le télescope Hubble ont permis des avancées scientifiques majeures.
Le télescope spatial français Corot, dont la mise en orbite est prévue pour 2006, aura pour mission de traquer des exoplanètes de type tellurique comme la Terre et d'observer les oscillations lumineuses des étoiles pour mieux comprendre leurs structures internes qui guident leurs évolutions.

"Les pages d'un livre réfléchissent vers les yeux du lecteur des ondes électromagnétiques appartenant au visible."

La nébuleuse de la Tarentule
vue par le télescope Hubble

Lunette ou télescope, quelle différence ?

Lunettes astronomiques et télescopes se comportent un peu comme des entonnoirs à lumière. Ils concentrent les rayons lumineux provenant d'un objet lointain, en un point appelé foyer. A cet endroit se forme une minuscule image qu'il reste à agrandir pour la rendre observable.
La différence entre les deux instruments tient au fait que les lunettes utilisent des lentilles pour faire converger les rayons lumineux, alors que ce sont des miroirs qui remplissent ce rôle dans les télescopes. Les miroirs déformant moins les images que les lentilles, ils peuvent atteindre des diamètres plus importants et ainsi capter davantage de rayons lumineux. C'est l'une des raisons pour lesquelles l'acuité et la précision des télescopes sont meilleures que celles des lunettes astronomiques, pour l'observation du ciel profond.



Vallès Marineris
sur la planète Mars
vu par l'instrument HRSC
(High Resolution Stereo Camera)
de la sonde Mars Express.

de 750 nm à 400 nm

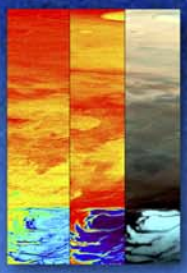
VISIBLE

Satellite Mars Express

S'approcher pour mieux voir

Plusieurs sondes parties explorer les planètes du système solaire observent dans le domaine visible et envoient sur Terre des images fascinantes. C'est le cas par exemple de la sonde européenne Mars Express, placée sur orbite martienne le 25 décembre 2003, avec pour mission d'étudier la surface et l'atmosphère de la planète rouge. Grâce à l'un de ses instruments, baptisé Omega, fonctionnant dans le visible et le proche infrarouge, Mars Express a cartographié les calottes polaires de notre intrigante voisine.

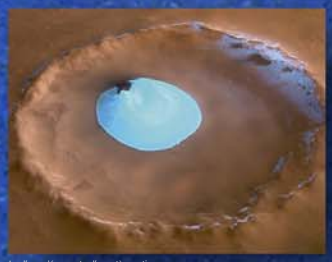
"Qu'il soit numérique ou argentique un appareil photo a besoin de lumière pour capturer les images."



Calotte polaire Sud de la planète Mars (en bas sur l'image) vue par Omega dans trois longueurs d'onde différentes.
A gauche : image prise dans l'infrarouge montrant la glace d'eau (présente sous la glace carbonique)
Au centre : image prise dans l'infrarouge montrant la glace carbonique
A droite : image prise dans le visible

Omega sur Mars Express

Omega est l'un des deux instruments français embarqués à bord de la sonde Mars Express. Il cartographie la surface de la planète rouge au moyen de 352 canaux spectraux couvrant le domaine visible et une partie de l'infrarouge (longueurs d'onde : 0,35 à 5,2 µm). Dans cette région du spectre, la plupart des solides et des gaz émettent des ondes électromagnétiques qui leur sont spécifiques. On parle de "signature". En analysant ces ondes, Omega peut déterminer avec une résolution de quelques centaines de mètres, la composition minéralogique de la surface.
L'instrument étant capable de détecter la glace d'eau, la vapeur d'eau et l'eau piégée dans les roches, il devrait permettre d'évaluer le volume global de l'eau disponible sur Mars actuellement.



Lac d'eau gelée au centre d'un cratère martien
vu par l'instrument HRSC (High Resolution Stereo Camera) de la sonde Mars Express.

Le canyon Reull Vallis sur la planète Mars vu par l'instrument HRSC (High Resolution Stereo Camera) de la sonde Mars Express.

Le Soleil vu par l'instrument EIT (Extreme Ultraviolet Imaging Telescope) du satellite Soho.

de 400 nm à 10 nm

ULTRAVIOLET

Un peu plus près des étoiles... et de leur composition

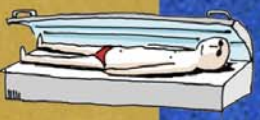
Le Soleil est connu pour émettre des rayons ultraviolets. Bien d'autres étoiles, allant des naines blanches aux étoiles géantes, émettent dans cette gamme du spectre électromagnétique. L'observation de ces astres dans l'ultraviolet renseigne les scientifiques sur leur température, leur mouvement, leur magnétisme ou encore leur composition chimique. De plus, regarder le ciel dans l'ultraviolet permet d'identifier les étoiles jeunes et de recueillir de précieuses informations sur leur évolution.

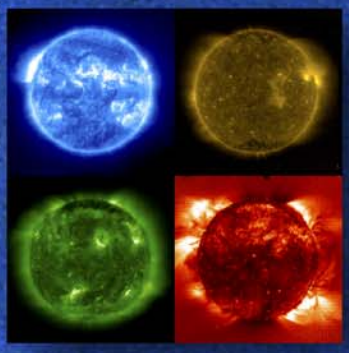
Une place au Soleil pour Soho

Lancé en 1996, le satellite européen Soho permet de disposer d'une vue ininterrompue et complète du Soleil. Autrement dit, pour cet observatoire spatial, il fait jour en permanence.
Soho est situé entre la Terre et le Soleil, à 1 million et demi de kilomètres de la planète bleue, au voisinage de l'un des cinq "points de Lagrange". Ces points, déterminés au XVIII' siècle par le mathématicien français Joseph-Louis de Lagrange, sont les endroits où les forces gravitationnelles de notre planète et de son étoile s'équilibrent. Ainsi, Soho tourne autour du Soleil en même temps que la Terre et occupe une position relativement fixe par rapport aux deux astres. Ceci en fait un lieu d'observation idéal.

Satellite Soho

"Pour faire brunir la peau, les lampes à bronzer émettent des rayons ultraviolets."





Le Soleil vu par l'instrument EIT (Extreme Ultraviolet Imaging Telescope) du satellite Soho.
Les images ont été prises dans 4 longueurs d'onde différentes appartenant à l'ultraviolet.

cnes
CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES

Un amas de galaxies vu par l'instrument EPIC (European Photon Imaging Camera) du satellite XMM-Newton.

NGC 4889
NGC 4858
NGC 4874
IC 4040
IC 4051
QSO 1256+281
NGC 4921
QSO 1259+281
QSO 1258+280
NGC 4911
NGC 4839
AGC 221162 (?)

de 10 nm à 0,01 nm

RAYONS X

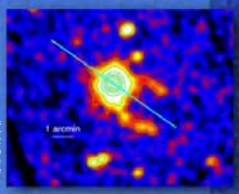
Satellite XMM-Newton

Ce que l'atmosphère nous cache...

Les rayons X et gamma venus de l'espace ne peuvent être captés depuis la Terre car l'atmosphère constitue un écran presque totalement opaque à ce type de rayonnement. L'envoi de satellites d'observations au-delà de l'atmosphère terrestre a permis de lever le voile. Aujourd'hui l'astronomie utilisant les rayons X et gamma est devenue un outil important dans l'étude de l'Univers. Elle a permis, par exemple, de confirmer l'existence de trous noirs en étudiant le rayonnement émis par la matière tombant sur ces objets célestes.

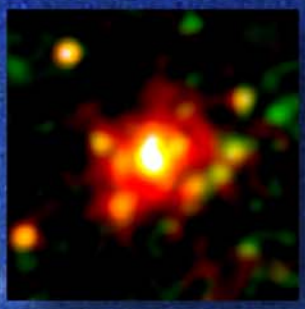
Pour détecter les rayons X, c'est EPIC

Le détecteur de rayons X EPIC (European Photon Imaging Camera) est installé sur le satellite XMM-Newton de l'Agence spatiale européenne. Il comprend 3 caméras à rayons X.
A ce jour, EPIC est le détecteur de rayons X le plus sensible au monde. Il a, par exemple, permis à des scientifiques* de découvrir la présence d'une tache chaude de la taille d'un terrain de football sur la surface d'une étoile à neutrons du nom de Geminga, située à 500 années-lumière de la Terre.



L'étoile à neutrons Geminga vue par l'instrument EPIC (European Photon Imaging Camera) du satellite XMM-Newton.

* Ce résultat a été obtenu par les équipes de l'Institut d'astrophysique spatiale du CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche) de Milan et du Centre d'Etude Spatiale des Rayonnements (CNRS – Université Paul Sabatier) de Toulouse.



La galaxie M100 vue par l'instrument EPIC (European Photon Imaging Camera) du satellite XMM-Newton.

"Les rayons X traversent la chair et sont arrêtés par les os, une propriété utilisée pour l'imagerie médicale."

cnes
CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES

Le sursaut gamma GRB02112 vu par l'instrument IBIS (Imager on Board the Integral Satellite) du satellite Integral.

de 0,01 nm à 0,0001 nm

RAYONS GAMMA

Satellite Integral

Les phénomènes les plus énergétiques de l'Univers

Sur le spectre électromagnétique, les rayons gamma correspondent aux ondes qui transportent le plus d'énergie. L'astronomie utilisant ce type de rayons permet de mieux comprendre les processus violents de l'Univers comme les sursauts gamma, des bouffées de photons gamma probablement liés aux phases ultimes de l'évolution des étoiles massives. L'étude des rayons gamma émis par les supernovae ou les trous noirs renseigne les scientifiques sur la formation et l'évolution de l'Univers. Depuis son lancement en octobre 2002, le satellite Intégral participe à l'observation de ces phénomènes.

"Les réactions nucléaires émettent des rayons gamma."

La technique du masque codé

Le rayonnement gamma est si énergétique qu'il ne peut être focalisé par des lentilles ou des miroirs comme c'est le cas pour les rayons lumineux dans une lunette astronomique ou un télescope travaillant dans le visible. Pour détecter ces rayons, les scientifiques ont mis au point la technique du masque codé. Elle consiste à remplacer les miroirs ou les lentilles par un masque percé de multiples ouvertures. L'ombre projetée de ce masque sur un détecteur de rayons gamma, permet, grâce à un traitement informatique, de localiser la source du rayonnement, comme l'ombre d'un objet permet de déterminer la position du Soleil dans le ciel.

cnes
CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES

Promenade spatiale
au fil des ondes

Cette promenade spatiale au fil des ondes a été organisée par le Centre National d'Études Spatiales

> Le CNES est l'établissement public chargé du développement et de la conduite des programmes spatiaux français. Il a pour mission de garantir la maîtrise de l'accès à l'espace et de son utilisation pour tous les besoins nationaux ou européens. Agence spatiale et centre technique de développement,. le CNES dispose d'une compétence technique de bout en bout dans la conception et la mise en œuvre des systèmes spatiaux.

> L'action du CNES se structure autour de cinq grands domaines :

- Transport spatial,
- Développement durable,
- Sécurité défense,
- Applications grand public,
- Science et innovation.

> Le CNES dispose de quatre établissements (Paris, Evry, Toulouse et Kourou).
Il s'appuie sur des laboratoires de recherche et des industriels performants.
Ses activités s'inscrivent dans une dynamique nationale, en collaboration avec l'ESA, l'Union Européenne ou encore en coopération internationale.

> A travers ses programmes et par sa capacité d'innovation et d'anticipation, le CNES contribue au progrès des connaissances et à l'émergence de nouvelles applications au bénéfice de tous.

Nos remerciements au CNRS pour sa contribution

Les programmes spatiaux cités sont : CNES, ESA, SNSB et NASA.

www.cnes.fr

Conception éditoriale, Jeremy Querenet, Daniel Fievet, conception graphique Clovis Vijoux, réalisation, Zigzag.
Crédits photos : CNES, ESA, NASA, JPL/University of Arizona, XMM/Newton/EPIC, CNRS, DLR, SPOT IMAGE, Météo France, ESA-CNES-ARIA-NESPACE/Service Optique Vidéo CSG, SNECMA Moteur, LEP/C. Bost, CESR, ESA/ECF, AURENSA, Stéphane Corvaja, Jean-Pierre Haigneré, Stéphane Lévin, Bernard Maybon.
Illustrations : Quentin Vijoux, David Ducros, Pierre Carril, A. Szames, Jacky Huart.

© CNES 10/10/2005 - Tous droits réservés.