



un lieu
universcience

La Terre vue de l'espace

DOCUMENT ENSEIGNANT

Objectifs Terre : la révolution des satellites est une exposition permanente dédiée à la conquête de l'espace et à la physique, mais aussi à l'histoire de l'observation, notamment celle de la Terre - la Terre, qui est au cœur de cette exposition.

Ce questionnaire permet une découverte active de l'exposition. Il porte sur une sélection d'éléments, la plupart situés dans la partie centrale, intitulée : Regards vers la Terre. Les pages de réponses pourront être remises aux élèves après la visite.

Niveaux : Collège et lycée

1 heure



SOMMAIRE

Introduction p 3

EN APPROCHE - Série d'images de la Terre vue de l'espace

IMAGINER LA TERRE - Film en relief sur les représentations de notre planète au cours des âges

Regards vers la Terre p 4

La Terre vue de l'espace

LE GLOBALSCOPE - Installation multimédia ayant comme support une grande sphère où sont projetées des vues satellites de la Terre

LA SALLE DES CARTES - Ecrans tactiles sur tables qui traitent de l'utilisation des données d'observation de la Terre :

- Table Biodiversité et écosystèmes - Etude de cas : *Les raisons de l'albatros*
- Table Urgence et sécurité - Etude de cas : *Incendies en Grèce*
- Table Vie quotidienne et mobilité - Etude de cas : *Chiens Fugueurs*

Spectre et télédétection

SPECTRE ET TELEDETECTION - Panneau d'introduction au sujet

LE SPECTRE ELECTROMAGNETIQUE - Fresque présentant le spectre et où figure le nom de grands instruments de télédétection dans leurs bandes de travaux ou de transmissions de données

VOIR A DISTANCE - VOIR L'INVISIBLE - Installation dédiée à la télédétection

LA GEOLOCALISATION, COMMENT ÇA MARCHE ? - Multimédia

En route vers l'espace p 10

A BORD DE L'ISS (Station Spatiale Internationale) - Film

BALLET DE SATELLITES - Installation multimédia qui présente les satellites en orbite autour de la Terre en temps réel

ORBITES REMARQUABLES - Maquettes tactiles en 3D

Poursuivez votre visite... p 12

Réponses p 13



un lieu
universcience



La Terre vue de l'espace

DOCUMENT ÉLÈVE

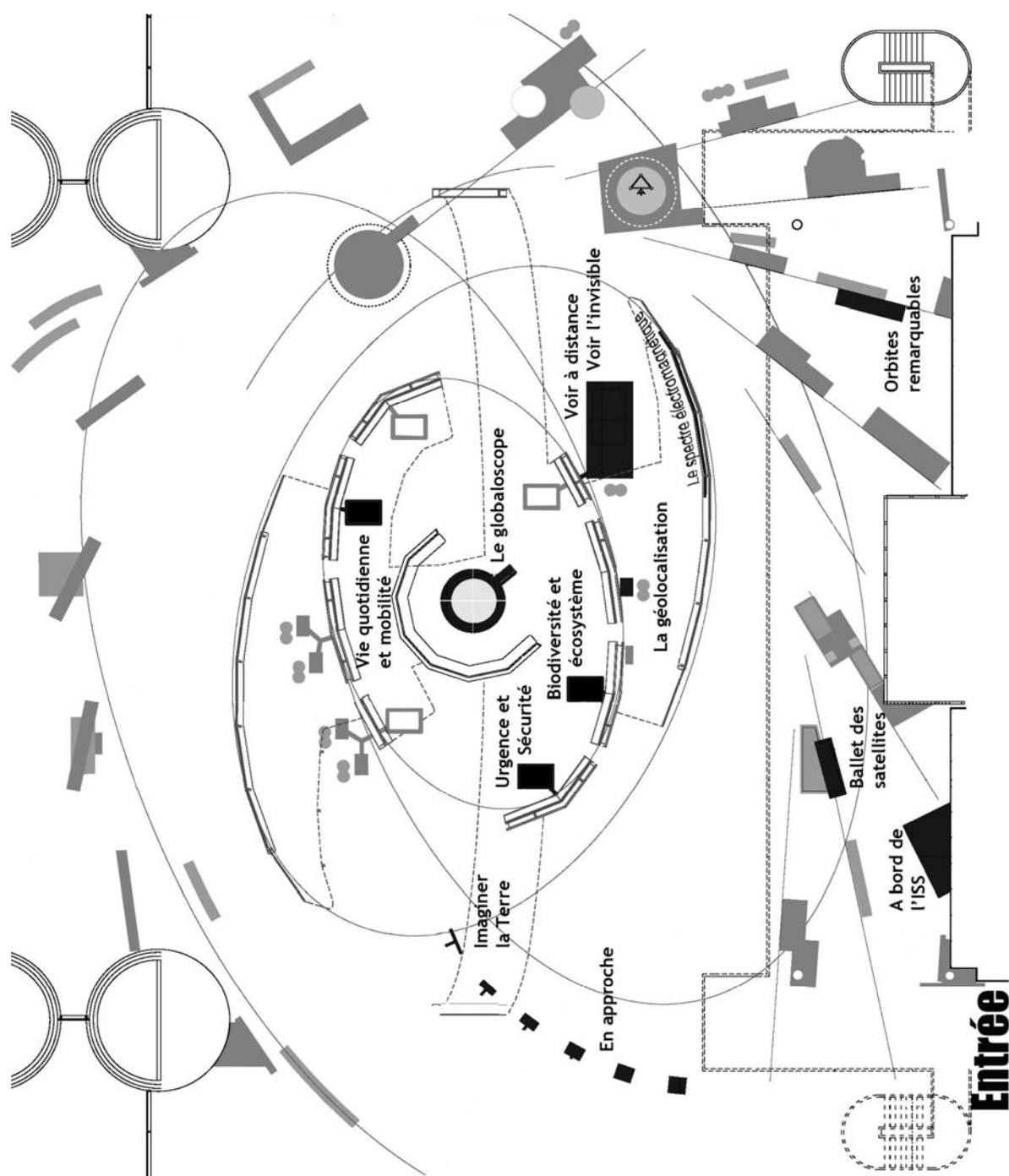


"Objectifs TERRE : la révolution des satellites" est une exposition permanente dédiée à l'espace mais tournée vers la Terre.

© CSI / Enrico Bartolucci

LE PLAN DE L'EXPO

Expo "Objectifs Terre" (niveau 1)



Introduction

L'exposition se compose de 2 grandes parties :

- "Regards vers la Terre", au centre, qui présente notre planète depuis l'espace, vue par les satellites d'observation,
- "En route vers l'espace", en périphérie de la première partie, qui est dédiée à la conquête spatiale et aux défis humains et technologiques à relever demain.

Avant d'entrer dans la première partie de l'exposition, retrouvez une succession d'images de la Terre vue de l'espace.

Pour répondre aux questions, la plupart du temps, vous aurez à entourer ou à cocher la réponse qui vous semble juste. Bonne visite.

EN APPROCHE (Photographies de la Terre)

- 1 Ces images de la Terre, souvent inédites, ont été prises par des sondes ou des satellites. La première de la série représente la plus lointaine image qui ait été prise de la Terre, à 6 milliards de kilomètres, par la sonde...

Voyager 1 Cassini

- 2 Ces images successives vous rapprochent progressivement de la Terre. La dernière a été prise par la sonde Clémentine, depuis la Lune, à un peu plus...

- d'une seconde-lumière
- de 300 000 km

IMAGINER LA TERRE (Film en relief sans lunettes)

Dans le prolongement de ces images de la Terre, découvrez un film en relief intitulé "Imaginer la Terre".

Il s'agit d'un voyage dans les représentations de notre planète au cours des âges. Nul besoin de lunettes spécifiques pour regarder ce film. L'écran renvoie 8 fois la même image. Pour bien le visionner, reculez jusqu'aux marques au sol.



"Imaginer la Terre" (Film en relief)

Comment notre vision de la Terre a-t-elle évolué ?

De plate à sphérique, la Terre a d'abord été imaginée, rêvée puis calculée... jusqu'aux premières « vraies » images de notre planète, qui datent de 1946. Voir la Terre de si loin déclencha une prise de conscience de sa globalité et de sa fragilité.

Regards vers la Terre

01

Avancez vers la partie centrale de l'exposition : "Regards vers la Terre"

Le globaloscope, au cœur de la salle des cartes, est l'élément phare de cette exposition. Rendez-vous autour de cette grande sphère animée, sur laquelle sont projetées des images satellites montrant les grands phénomènes terrestres.

LE GLOBALOSCOPE (Sphère de grande dimension)

Ce superbe globe permet de visualiser des séquences animées de vues satellites de la Terre, grâce à 4 vidéos-projecteurs. Prenez le temps d'admirer notre planète dans sa globalité, comme si vous étiez vous-même dans l'espace.



Le globaloscope © CSI/Enrico Bartolucci

LA SALLE DES CARTES (Panneau d'introduction : "La Terre vue de l'espace")

- 3 Autour du globaloscope, 6 écrans tactiles sur tables, traitent de l'utilisation des données d'observation de la Terre recueillies dans l'espace. Ces données sont devenues essentielles dans de nombreux domaines. Lesquels ? Pouvez-vous donner quelques exemples concrets ? (Par exemple pour l'environnement : comprendre les changements climatiques, évaluer la déforestation, etc.)



Image des incendies qui ont dévasté le Péloponnèse en 2007 © ESA

Chaque table tactile est associée à un thème. Vous êtes invités à exploiter des images satellitaires¹ qui, en complément des moyens disponibles sur Terre, vont vous permettre de résoudre des énigmes ou de répondre à des questions. A vous de jouer !
Pour commencer, dirigez-vous vers la table associée au thème Biodiversité & écosystèmes.

Table : BIODIVERSITE ET ECOSYSTEMES

- 4 Sélectionnez : Cas 1 Les raisons de l'albatros (Difficulté*)
Durant une seule saison de reproduction, les albatros de l'océan Austral parcourent plus de 150 000 km. Qu'est-ce qui les pousse à choisir le chemin qu'ils empruntent ?
- la température océanique
 - les vents qui les portent et réduisent leurs efforts
 - les zones de pêche

Table : URGENCE ET SECURITE

- 5 Sélectionnez : Cas 2 Incendies en Grèce (Difficulté**)
Été 2007 : la Grèce est ravagée par des feux de forêts destructeurs et meurtriers. Le Péloponnèse est très affecté. Au vu des images satellites, les incendies menacent-ils le site historique d'Olympie à la date du 26 août ?
- Oui Non

Table : VIE QUOTIDIENNE ET MOBILITE

- 6 Sélectionnez : Cas 3 Chiens fugueurs (Difficulté***)
Le chien Bobby a disparu. Il porte un collier qui envoie des informations GPS (dispositif de géolocalisation) et qui est équipé d'un système de téléphonie mobile pour communiquer sa position à son propriétaire. Il est 16h. D'après vous, où est Bobby ?
- Bobby gambade à un peu plus de 4 km dans la forêt
 - Il se repose à 2 km dans un champ
 - Il court à environ 7 km, sur la route. Attention danger !

¹ Les images satellites sont riches d'informations, à condition de pouvoir les interpréter... Les satellites transmettent des données brutes qu'il faut traiter pour pouvoir les exploiter. Lorsque vous aurez terminé ce parcours, vous pourrez manipuler des images satellitaires, grâce à L'atelier de traitement des images (01.3). Cet atelier s'attache à expliquer les principales caractéristiques de ces images et les traitements qu'elles subissent avant d'être lisibles.



La Terre sous surveillance © ESA

Rendez-vous dans la partie dédiée au “Spectre et à la télédétection”, devant le panneau qui introduit le sujet.

SPECTRE ET TELEDETECTION (Panneau d’introduction au sujet)

- 7 L’observation de la Terre repose sur la télédétection. En quoi consiste-t-elle ?

LE SPECTRE ELECTROMAGNETIQUE (Fresque)

Les instruments embarqués à bord des satellites d’observation mesurent différents types de longueurs d’ondes émises ou réfléchies par la Terre. Il y a les ondes que nos yeux perçoivent et celles que nous ne percevons pas.

- 8 Sur cette grande fresque du spectre électromagnétique figure le nom de grands instruments de télédétection, embarqués par les satellites dans leur bande de longueurs d’ondes de travail ou de transmission des données. Quelles sont les longueurs d’ondes exploitées par les instruments d’observation de la Terre ?

- les fréquences radio
- les micro-ondes
- l’infrarouge
- le domaine visible
- les ultraviolets
- les rayons X

- 9 Quel est le type de longueurs d’ondes utilisé pour transmettre des informations vers la Terre ?

- les fréquences radio
- les ultraviolets
- les rayons X

VOIR A DISTANCE - VOIR L'INVISIBLE (Panneau d'introduction au sujet)

- 10 Les instruments à bord des satellites mesurent à distance le rayonnement des objets dans différentes longueurs d'ondes. Ils sont passifs par opposition à certains instruments, dits actifs, qui émettent une onde vers la Terre et mesurent le signal renvoyé par la surface. Lequel de ces capteurs est actif ?

- le radiomètre infrarouge
- le radar

VOIR A DISTANCE - VOIR L'INVISIBLE (Installation dédiée à la télédétection)

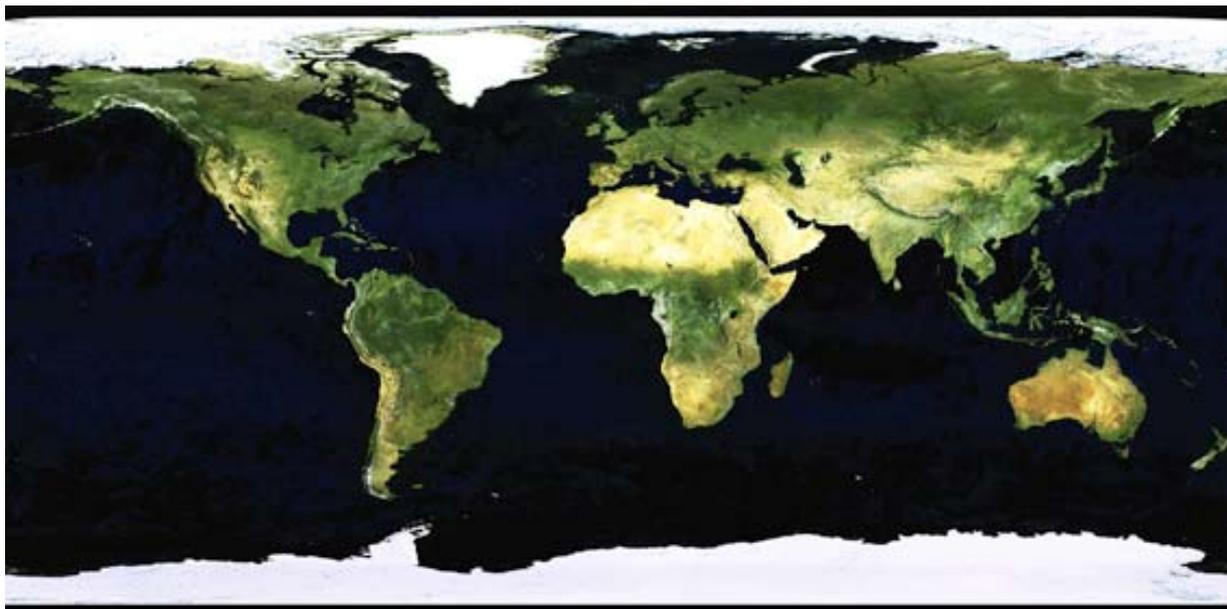
Sur cette grande table consacrée à la télédétection, 4 écrans sont reliés à des caméras situées en hauteur, dirigées vers des objets de nature et de couleurs différentes. Ces caméras sont dotées de capteurs, à l'instar des instruments placés à bord des satellites.

- 11 Comparez ce que vous voyez sur la table avec ce que mesure le capteur de la caméra CCD. Tous les matériaux (végétaux, minéraux...) ne renvoient pas la lumière du Soleil de la même manière. Plus l'énergie reçue est importante, plus les pixels sont...

lumineux sombres



Voir à distance - Voir l'invisible



Cette mosaïque nous montre le couvert végétal à la surface de la Terre. Elle est issue des données de 4 bandes spectrales du spectromètre MERIS d'ENVISAT. Il a fallu 1561 orbites réparties sur 4 mois pour obtenir un globe terrestre complet sans nuage. © ESA

- 12 Comparez ce que vous voyez sur la table avec ce que mesure le capteur des caméras CCD.

Les instruments spatiaux effectuent à distance des mesures du rayonnement lumineux d'objets naturels et artificiels, à différentes longueurs d'ondes ou fréquences du spectre électromagnétique. Ces objets renvoient plus ou moins de lumière dans ces différentes fréquences. Le choix de l'intervalle de mesure dépend de l'objet de l'étude : observation de la végétation, étude du relief, prévention des feux, etc.

Pour renforcer la visibilité de la végétation par exemple, quels intervalles du spectre utilise-t-on ?

- de 600 nm à 1 500 nm correspondant au visible rouge (filtre rouge)
- de 480 nm à 580 nm correspondant au visible vert (filtre vert)
- de 380 nm à 780 nm correspondant au visible bleu (filtre bleu)
- de 600 nm à 2 000 nm correspondant à l'infrarouge, proche et moyen (filtre IR)

- 13 Comparez ce que vous voyez sur la table avec ce que mesure le capteur de la caméra de thermographie infrarouge. Plus les pixels sont blancs plus le matériau est...

froid chaud

LA GEOLOCALISATION, COMMENT ÇA MARCHE ? (Multimédia)

En sélectionnant Un GPS en temps réel, vous pourrez localiser les satellites GPS² (Global Positioning System) présents au-dessus du toit de la Cité des sciences.

- 14 Sélectionnez Comment ça marche ? Pour fonctionner, le système GPS doit disposer :
- d'une constellation de satellites
 - de stations au sol pour vérifier le bon fonctionnement des satellites et l'exactitude de leurs orbites
 - de récepteurs qui reçoivent les signaux des satellites et calculent leur localisation et la vitesse de déplacement.
- Le système GPS nécessite au minimum...
- 12 satellites 24 satellites
- 15 Ces satellites gravitent autour de la Terre en 12 heures, sur des orbites quasi-circulaires à une altitude moyenne de...
- 36 000 km 20 000 Km 800 km
- 16 Les satellites sont répartis sur...
- 6 orbites distinctes 12 orbites distinctes
- 17 Pour déterminer sa position, un récepteur a besoin de...
- 3 satellites 4 satellites
- 18 Le rôle des satellites GPS est d'envoyer sans discontinuer des signaux vers la Terre, en indiquant leurs positions orbitales et l'heure exacte. Or, le temps ne s'écoule pas à la même vitesse pour les satellites GPS, bien plus éloignés du champ gravitationnel de la Terre que nous, qui sommes sur Terre. Si l'on ne tenait pas compte de cette déformation de temps, le GPS ne pourrait pas fonctionner correctement et se tromperait de plusieurs centaines de mètres. La géolocalisation est la seule application sur Terre de la relativité...
- restreinte d'Einstein générale d'Einstein



Un satellite de navigation comme ce satellite GPS envoie des signaux aux opérateurs qui les acheminent vers les avions, les navires, les véhicules ou les piétons qui les utilisent pour déterminer leurs positions.

© NASA

² Mis en place par le Département de la défense des États-Unis, le système GPS est le seul système de positionnement à usage civil en service en 2015, avec le système russe GLONASS.



L'astronaute espagnol Pedro Duque à bord de la station orbitale internationale (ISS) où il séjourna durant 10 jours, en 2003 (Mission Cervantes). On le voit ici durant l'expérience Cardiocog. L'ISS fait le tour de la Terre en 1h40 min à la vitesse de 7,7 km/seconde.
© ESA-NASA

En route vers l'espace 02

Quittez la partie centrale de l'exposition pour vous intéresser à la partie périphérique intitulée "En route vers l'espace". Cette seconde partie présente l'histoire de la conquête spatiale, les technologies qui ont permis de se rendre dans l'espace, la physique et les défis de demain. Pour commencer, faites une pause en regardant un film tourné à bord de la station spatiale internationale (ISS).

A BORD DE L'ISS (Film)

Ce film a été tourné à bord de l'ISS, à 400 km d'altitude. Comment y vit-on ? Qu'y fait-on ? Pedro Duque vous fait partager les expériences scientifiques qu'il mit en œuvre lors de son séjour en 2003 (Cf. photo ci-dessus).

BALLET DE SATELLITES (Installation multimédia)

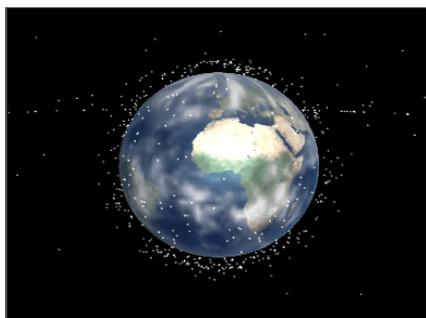
- 19 Ce simulateur montre en temps réel les satellites en orbite autour de la Terre (temps réel à l'allumage du logiciel chaque matin). Quel est le nombre de satellites déclarés au-dessus de nos têtes ? Le nombre apparaît régulièrement en haut à gauche de l'écran.

- entre 1 000 et 1 500
 environ 5 000

- 20 Comme vous pouvez le voir, les satellites se concentrent :
- sur une orbite basse, où ils tournent rapidement autour de la Terre
 - sur une orbite géostationnaire, dans le plan de l'équateur, à 36 000 km d'altitude
 - et sur des orbites intermédiaires, dispersées tout autour de la Terre

A votre avis, pour quelle raison les satellites de géolocalisation et les satellites de téléphonie sont-ils positionnés sur les orbites intermédiaires ?

- 21 L'orbite géostationnaire est occupée par des satellites qui survolent toujours le même point de la Terre, au-dessus de l'équateur. Ils tournent à la même vitesse et dans le même sens que notre planète.
A votre avis, pourquoi l'orbite géostationnaire est-elle utilisée en grande partie par les satellites de télécommunication et de télédiffusion (satellites dits "de communication") ?
-
-



Environ 5 500 satellites auraient été envoyés dans l'espace depuis le début de la conquête spatiale, mais il est difficile d'en connaître le nombre exact.
La durée de vie d'un satellite peut atteindre 15 ans. Après avoir rempli leurs missions, certains satellites sont envoyés sur des orbites dites "de garage".

ORBITES REMARQUABLES (Maquettes tactiles en 3D)

- 22 Retrouvez les deux maquettes en 3D qui présentent deux grands types d'orbites : géostationnaire et polaire. Les satellites qui évoluent sur des orbites polaires se situent...
- à une altitude comprise entre 200 et 1 500 km
 - à une altitude moyenne de 36 000 km
- 23 L'orbite polaire est occupée par des satellites qui passent par les pôles terrestres et survolent la totalité du globe en quelques jours. Ces satellites sont essentiellement...
- des satellites de communication
 - dédiés à l'étude de la Terre
- 24 Sur quelle orbite la majorité des satellites météorologiques sont-ils placés ?
- polaire
 - géostationnaire

Poursuivez votre visite et votre découverte de l'espace avec...

- Les médiations conduites par les médiateurs scientifiques de la Cité des sciences et de l'industrie (programme à l'accueil)
- L'exposition Le grand récit de l'Univers (niveau 2)
- Les spectacles du planétarium (billets en vente sur place, niveau 2)
- Sur le site web www.cite-sciences.fr
- A la bibliothèque de la Cité des sciences et de l'industrie (accès gratuit, niveau - 1)
- Les conférences proposées par le Collège (accès gratuit, niveau 0)
- Le livre de l'exposition que vous pouvez consulter dans l'exposition (devant le panneau 02.0.1) et acquérir à la boutique de la Cité des sciences et de l'industrie.



Le livre de l'exposition Objectifs Terre



un lieu
universcience

La Terre vue de l'espace

DOCUMENT ENSEIGNANT

RÉPONSES

RÉPONSES

Introduction

EN APPROCHE (Photographies de la Terre)

- 1 Ces images de la Terre, souvent inédites, ont été prises par des sondes ou des satellites. La première de la série représente la plus lointaine image qui ait été prise de la Terre, à 6 milliards de kilomètres, par la sonde...

Voyager 1 Cassini

La sonde Voyager 1 était en route vers les confins du système solaire depuis 13 ans lorsqu'elle prit ce cliché, en février 1990. C'est la vue la plus lointaine de la Terre. Notre planète y est plus petite qu'un pixel.

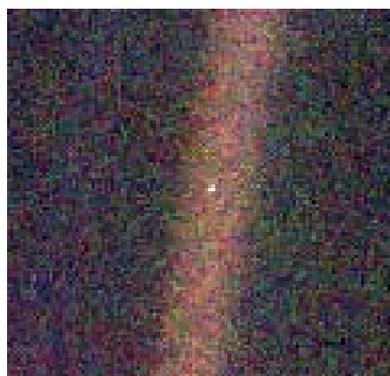
Cette image est le résultat de clichés pris à travers trois filtres, violet, bleu et vert (correspondants à différentes fréquences du spectre électromagnétique situées dans le domaine visible). A la vitesse de la lumière, les ondes électromagnétiques qui ont permis de restituer cette image ont mis près de 6 heures à rejoindre la Terre.

- 2 Ces images successives vous rapprochent progressivement de la Terre. La dernière a été prise par la sonde Clémentine, depuis la Lune, à un peu plus...

d'une seconde-lumière

de 300 000 km

La lumière parcourt 300 000 kilomètres par seconde. 1 seconde-lumière et 300 000 kilomètres sont donc deux manières différentes d'exprimer une même distance, celle qui sépare la Terre de son satellite naturel, la Lune.



La vue la plus lointaine de la Terre

Regards vers la Terre

LA SALLE DES CARTES (Panneau d'introduction : "La Terre vue de l'espace")

- 3 Autour du globaloscope, 6 écrans tactiles sur tables, traitent de l'utilisation des données d'observation de la Terre recueillies dans l'espace. Ces données sont devenues essentielles dans de nombreux domaines. Lesquels ? Pouvez-vous donner quelques exemples concrets ? (Par exemple pour l'environnement : comprendre les changements climatiques, évaluer la déforestation, etc.)

Les satellites d'information en activité qui gravitent au-dessus de nos têtes sont devenus essentiels dans des domaines tels que l'environnement, la sécurité, l'aménagement du territoire, la recherche, etc. Ils nous aident :

- à comprendre les changements climatiques,
- à évaluer la déforestation ou la couverture végétale à la surface de la Terre
- à gérer les ressources, les catastrophes naturelles et les épidémies,
- à circonscrire les incendies,
- à contrôler le trafic aérien,
- à assurer la sécurité des Etats,
- à trouver notre chemin avec le GPS (dispositif de géolocalisation)
- à communiquer à travers la planète.

Table : BIODIVERSITE ET ECOSYSTEMES

- 4 Sélectionnez : Cas 1 [Les raisons de l'albatros](#) (Difficulté*)
Durant une seule saison de reproduction, les albatros de l'océan Austral parcourent plus de 150 000 km. Qu'est-ce qui les pousse à choisir le chemin qu'ils empruntent ?

- la température océanique
 les vents qui les portent et réduisent leurs efforts
 les zones de pêche

Chez les oiseaux, le vol est très coûteux en énergie. Les albatros utilisent le vol plané dynamique qui leur permet d'utiliser le vent pour réduire leurs efforts. Dans l'Océan Austral, les systèmes dépressionnaires réguliers rendent les vents très prévisibles. Les albatros suivent les boucles de vents qu'ils connaissent bien, afin d'effectuer de longs trajets sans s'épuiser.

Table : URGENCE ET SECURITE

- 5 Sélectionnez : Cas 2 [Incendies en Grèce](#) (Difficulté**)
Été 2007 : la Grèce est ravagée par des feux de forêts destructeurs et meurtriers. Le Péloponnèse est très affecté. Au vu des images satellites, les incendies menacent-ils le site historique d'Olympie à la date du 26 août ?

Oui Non

Les données infrarouges sur l'image du 26 août l'attestent : le site historique d'Olympie a été menacé par l'incendie, mais les pompiers ont réussi à le sauver des flammes de justesse au prix d'une énorme mobilisation. Cette catastrophe a nécessité l'activation de la Charte Internationale «Espace et catastrophes majeures» qui permet d'obtenir toutes les données spatiales disponibles. Les images satellitaires ont permis ensuite de gérer le reboisement des milliers d'hectares dévastés.

Table : VIE QUOTIDIENNE ET MOBILITE

- 6 Sélectionnez : Cas 3 [Chiens fugueurs](#) (Difficulté**)
Le chien Bobby a disparu. Il porte un collier qui envoie des informations GPS (dispositif de géolocalisation) et qui est équipé d'un système de téléphonie mobile pour communiquer sa position à son propriétaire. Il est 16h. D'après vous, où est Bobby ?

- Bobby gambade à un peu plus de 4 km, dans la forêt ?
 Il se repose à 2 km dans un champ ?
 Il court à environ 7 km, sur la route. Attention danger !

Chaque année, 500 000 chiens se perdent ou fuguent en France. 20 % d'entre eux reviendront blessés et 3 % ne seront jamais retrouvés.

SPECTRE ET TELEDETECTION (Panneau d'introduction au sujet)

- 7 [L'observation de la Terre repose sur la télédétection. En quoi consiste-t-elle ?](#)

La télédétection est une technique qui permet de mesurer à distance les propriétés physiques des matériaux naturels et artificiels à la surface de la Terre.

La technique consiste à capter et à enregistrer l'énergie des rayonnements électromagnétiques émis ou réfléchis par des objets, à traiter et à analyser l'information, pour ensuite mettre en application cette information.

LE SPECTRE ELECTROMAGNETIQUE (Fresque)

8 Sur cette grande fresque du spectre électromagnétique figure le nom de grands instruments de télédétection, embarqués par les satellites dans leur bande de longueurs d'ondes de travail ou de transmission des données. Quelles sont les longueurs d'ondes exploitées par les instruments d'observation de la Terre ?

- les fréquences radio
- les micro-ondes
- l'infrarouge
- le domaine visible
- les ultraviolets
- les rayons X

9 Quel est le type de longueurs d'ondes utilisé pour transmettre des informations vers la Terre ?

- les fréquences radio
- les ultraviolets
- les rayons X

Les ondes radio sont primordiales à l'observation de la Terre. C'est par radio que les données transitent entre l'espace et la Terre. Depuis peu, un nouveau type de liaisons est expérimenté : les liaisons optiques à partir de faisceaux laser. Leurs débits sont beaucoup plus élevés que les ondes radios.

VOIR A DISTANCE - VOIR L'INVISIBLE (Panneau d'introduction au sujet)

10 Les instruments à bord des satellites mesurent à distance le rayonnement des objets dans différentes longueurs d'ondes. Ils sont passifs par opposition à certains instruments, dits actifs, qui émettent une onde vers la Terre et mesurent le signal renvoyé par la surface. Lequel de ces capteurs est actif ?

- le radiomètre infrarouge
- le radar

Les capteurs radar possèdent 3 atouts. Ils peuvent :

- acquérir des images à travers les nuages, la brume, le brouillard ou la fumée, donc quelles que soient les conditions météorologiques.
- émettre et recevoir un signal quelles que soient les conditions d'éclairement aussi bien de jour comme de nuit
- et enfin mesurer les caractéristiques physiques et géométriques des objets observés (structure, teneur en eau, biomasse)³.

³ Extrait du site de SPOT IMAGE (<http://www.spotimage.com>)

VOIR A DISTANCE - VOIR L'INVISIBLE (Installation dédiée à la télédétection)

- 11 Comparez ce que vous voyez sur la table avec ce que mesure le capteur de la caméra CCD. Tous les matériaux (végétaux, minéraux...) ne renvoient pas la lumière du Soleil de la même manière. Plus l'énergie reçue est importante, plus les pixels sont...

lumineux sombres

Une caméra numérique transforme l'énergie lumineuse reçue en un signal électrique. Plus l'énergie reçue est importante, plus les pixels sont lumineux (ici blancs). Sur l'écran, ce signal varie du noir au blanc. La mesure de la luminosité est la base de la télédétection.

- 12 Comparez ce que vous voyez sur la table avec ce que mesure le capteur des caméras CCD. Les instruments spatiaux effectuent à distance des mesures du rayonnement lumineux d'objets naturels et artificiels, à différentes longueurs d'ondes ou fréquences du spectre électromagnétique. Ces objets renvoient plus ou moins de lumière dans ces différentes fréquences. Le choix de l'intervalle de mesure dépend de l'objet de l'étude : observation de la végétation, étude du relief, prévention des feux, etc.

Pour renforcer la visibilité de la végétation par exemple, quels intervalles du spectre utilise-t-on ?

- de 600 nm à 1 500 nm correspondant au visible rouge (filtre rouge)
 de 480 nm à 580 nm correspondant au visible vert (filtre vert)
 de 380nm à 780 nm correspondant au visible bleu (filtre bleu)
 de 600 nm à 2 000 nm correspondant à l'infrarouge, proche et moyen (filtre IR)

Un filtre vert renforce la visibilité des objets verts, donc de la végétation. Un filtre infrarouge (IR proche et moyen) renforce la visibilité des objets diffusant dans les infrarouges, comme les végétaux feuillus. Par contre, les aiguilles des résineux comme le sapin diffusent peu dans l'IR. On peut donc reconnaître depuis l'espace le type de végétation.

- 13 Comparez ce que vous voyez sur la table avec ce que mesure le capteur de la caméra de thermographie infrarouge. Plus les pixels sont blancs plus le matériau est...

froid chaud

Les objets chauds émettent des ondes infrarouges qui sont invisibles à l'œil nu. Les caméras thermiques, comme les yeux des serpents, sont capables de les percevoir.

La gamme de mesure de cette caméra thermique s'étend dans l'infrarouge de 8 μm (micromètres) à 14 μm . Les mesures faites sur les canaux de 3,9 μm et 11 μm du spectromètre MODIS permettent, par exemple, de détecter des incendies.

LA GEOLOCALISATION, COMMENT ÇA MARCHE ? (Multimédia)

- 14 Sélectionnez [Comment ça marche ?](#) Pour fonctionner, le système GPS doit disposer :
- d'une constellation de satellites
 - de stations au sol pour vérifier le bon fonctionnement des satellites et l'exactitude de leurs orbites
 - de récepteurs qui reçoivent les signaux des satellites et calculent leur localisation et la vitesse de déplacement.
- Le système GPS nécessite au minimum...

12 satellites 24 satellites

C'est un minimum car il y a également des satellites de secours.

- 15 Ces satellites gravitent autour de la Terre en 12 heures, sur des orbites quasi-circulaires à une altitude moyenne de...

36 000 km 20 000 Km 800 km

L'altitude de 36 000 km correspond à l'orbite géostationnaire pour des satellites situés au-dessus du plan de l'Equateur et 800 km à l'altitude moyenne de satellites situés sur une orbite polaire.

- 16 Les satellites sont répartis sur...

6 orbites distinctes 12 orbites distinctes

... de telle sorte qu'il y ait toujours au moins 4 satellites qui puissent être détectés depuis n'importe quel point de la planète.

- 17 Pour déterminer sa position, un récepteur a besoin de...

3 satellites 4 satellites

Les trois premiers calculent la localisation sur Terre et le quatrième satellite est nécessaire pour calculer l'altitude.

- 18 Le rôle des satellites GPS est d'envoyer sans discontinuer des signaux vers la Terre, en indiquant leurs positions orbitales et l'heure exacte. Or, le temps ne s'écoule pas à la même vitesse pour les satellites GPS, bien plus éloignés du champ gravitationnel de la Terre que nous, qui sommes sur Terre. Si l'on ne tenait pas compte de cette déformation de temps, le GPS ne pourrait pas fonctionner correctement et se tromperait de plusieurs centaines de mètres. La géolocalisation est la seule application sur Terre de la relativité...

restreinte d'Einstein générale d'Einstein



Pour en savoir plus sur la géolocalisation et la relativité générale, rendez-vous au second niveau de l'exposition Le grand récit de l'Univers
© CSI

En route vers l'espace

BALLET DE SATELLITES (Installation multimédia)

- 19 Ce simulateur montre en temps réel les satellites en orbite autour de la Terre (temps réel à l'allumage du logiciel chaque matin). Quel est le nombre de satellites déclarés au-dessus de nos têtes ? (Le nombre apparaît régulièrement en haut à gauche de l'écran.)

- entre 1 000 et 1 500
 environ 5 000

On évalue à 950 le nombre de satellites actifs en août 2010 et à plus de 1250 le nombre de satellites civils connus et de satellites militaires déclarés qui gravitent autour de la Terre.

- 20 Comme vous pouvez le voir, les satellites se concentrent :
- sur une orbite basse, où ils tournent rapidement autour de la Terre
 - sur une orbite géostationnaire, dans le plan de l'équateur, à 36 000 km d'altitude
 - et sur des orbites intermédiaires, dispersées tout autour de la Terre.

A votre avis, pour quelle raison les satellites de géolocalisation et les satellites de téléphonie sont-ils positionnés sur les orbites intermédiaires ?

Pour pouvoir couvrir l'ensemble de la Terre à tout moment. Ces satellites sont situés à 20 000 km d'altitude en moyenne.

- 21 L'orbite géostationnaire est occupée par des satellites qui survolent toujours le même point de la Terre, au-dessus de l'équateur. Ils tournent à la même vitesse et dans le même sens que notre planète.

A votre avis, pourquoi l'orbite géostationnaire est-elle utilisée en grande partie par les satellites de télécommunication et de télédiffusion (satellites dits "de communication") ?

L'orbite géostationnaire est utilisée en grande partie par les satellites de communication pour couvrir en permanence les mêmes régions. Cette orbite est également utilisée par la plupart des satellites météorologiques.

L'orbite géostationnaire est très convoitée. Comme les satellites doivent être distants les uns des autres pour éviter les interférences radio, les positions sur cette orbite et les fréquences disponibles sont limitées. Leur affectation fait l'objet d'une gestion internationale.

ORBITES REMARQUABLES (Maquettes tactiles en 3D)

22 Retrouvez les deux maquettes en 3D qui présentent deux grands types d'orbites : géostationnaire et polaire. Les satellites qui évoluent sur des orbites polaires se situent...

- à une altitude comprise entre 200 et 1 500 km
- à une altitude moyenne de 36 000 km

23 L'orbite polaire est occupée par des satellites qui passent par les pôles terrestres et survolent la totalité du globe en quelques jours. Ces satellites sont essentiellement...

- des satellites de communication
- dédiés à l'observation de la Terre

Certains d'entre eux, les satellites de télédétection, sont placés sur une orbite polaire dite héliosynchrone. Ils repassent ainsi toujours au-dessus du même point, à la même heure solaire, ce qui leur garantit des conditions d'éclairement très proches à chaque fois.

24 Sur quelle orbite la majorité des satellites météorologiques sont-ils placés ?

- polaire
- géostationnaire

La plupart des satellites météorologiques se situent sur une orbite géostationnaire (les satellites européens de la famille de Météosat, par exemple), mais certains satellites météo évoluent sur des orbites polaires.