

Fiche pédagogique

Les satellites: des outils pour étudier notre planète !

ESERO is an education project of the European Space Agency (ESA) co-funded by ESA and by national partners active in the fields of education and space.

<https://esero.fr>

<https://enseignants-mediateurs.cnes.fr/fr>

www.esa.int/Education



Copyright @ESERO France, CNES, ESA – 2020

Les satellites: des outils pour étudier notre planète !

Animés d'un mouvement périodique en orbite autour de la Terre, les satellites artificiels sont assez récents dans l'histoire (1957 : Spoutnik 1). De nos jours, plusieurs milliers de satellites sont actifs : leur utilisation est devenue incontournable dans de nombreux domaines.

Le travail proposé dans cette fiche vise à caractériser les satellites d'un point de vue technologique (architecture, équipement) et à comprendre comment les données collectées sont récupérées (chaîne de transmission de l'information) pour être ensuite utilisées.

Relations avec les programmes scolaires de cycle 4

Les notions abordées sont en relation avec les programmes de Cycle 4, essentiellement en Technologie, dans les thèmes *Les objets techniques, les services et les changements induits dans la société* et *La modélisation et la simulation des objets et systèmes techniques*.

Démarche proposée

L'approche pédagogique proposée mobilisera ici essentiellement des compétences de raisonnement par analogie et de recherche documentaire.

⇒ **Introduction** : Le sujet sera abordé par la mobilisation des connaissances des élèves sur les objets en orbite, naturels ou artificiels (créés par l'Homme) qui nous intéressent ici. Les élèves connaissent certaines utilisations des satellites (communication, télévision, météo). Les satellites permettent la transmission d'informations et l'acquisition de données d'observation (T°, vents,...).

⇒ **Recherche** : Dans un premier temps, on se demandera *comment est conçu un satellite*. Même si les différences sont à souligner, une analogie avec des véhicules terrestres aidera à définir la conception d'un satellite, constituée d'une **plate forme** permettant le fonctionnement du satellite et d'une **charge utile** permettant la réalisation de la mission :

	Eléments pour le fonctionnement	Eléments pour la mission
Véhicule : Camion, tracteur,...	Châssis, carrosserie, moteur, GPS, réservoir, ...	Chargement (passagers, marchandises) / Outils de travail : matériel pour pompiers, équipements d'ambulance, semoir...
Satellite	Plate forme : structure, panneaux solaires pour l'énergie, GPS pour localisation,...	Charge utile : Instruments de mesure, d'acquisition ou de transmission des informations

Dans un second temps, on cherchera *comment sont transmises ou acquises les données*, par une recherche documentaire, individuelle ou par petits groupes. On pourra s'appuyer sur internet ou sur la documentation fournie en pages 4 et 5 « *En savoir plus* ». La mise en commun orale permettra de structurer les étapes de circulation dans le cas de transmission (exemples : télévision et signaux Argos) ou d'acquisition de données (exemple du rayonnement mesuré par les satellites de météo).

⇒ **Trace écrite et bilan** : La fiche élève ci-après permettra une trace écrite en bilan.

Prolongements

En technologie, on pourra montrer comment l'évolution technologique liée aux satellites a révolutionné l'observation de notre Terre et les communications. On pourra également aborder le principe de fonctionnement des capteurs et détecteurs, la nature du signal et de l'information (numérique ou analogique) et sensibiliser les élèves à l'adéquation entre les grandeurs à mesurer et les instruments de mesure.

En Physique, on pourra caractériser le mouvement orbital (thème *Mouvement et interactions*) et les types et propriétés des signaux (*Des signaux pour observer et communiquer*).

En SVT ou Géographie, les cartes satellites sont exploitées dans de nombreux thèmes des programmes scolaires.

Les annexes de cette fiche et les dossiers pédagogiques ESERO France (*La machine océanique, Réchauffement climatique et Etude de la biodiversité*) fournissent de nombreuses ressources pédagogiques soulignant l'apport des mesures satellites pour la connaissance de notre planète.

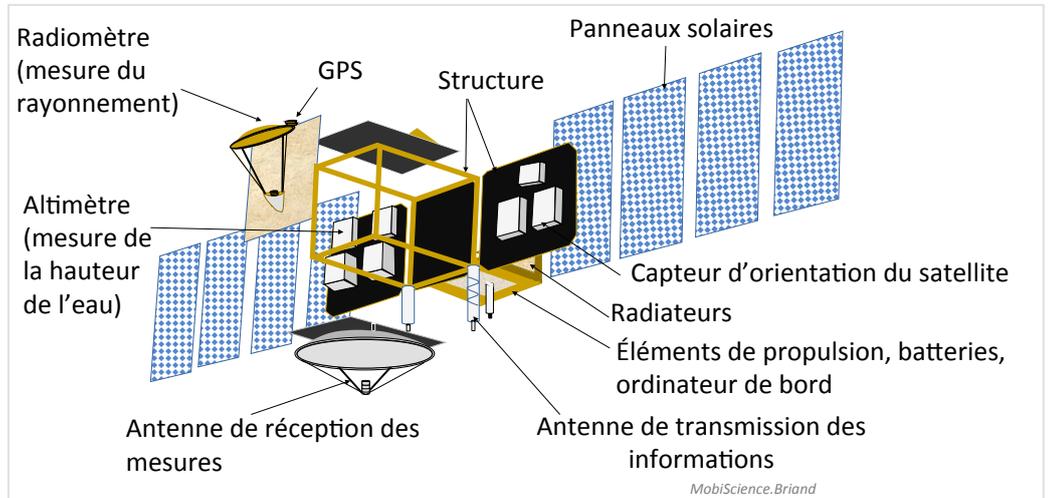
Organisation fonctionnelle d'un satellite

Les satellites ont différentes formes et tailles mais la plupart ont une organisation identique avec :

- une plate forme avec les éléments de fonctionnement (structure, protection, positionnement,...)
- une charge utile (instruments de mesure, d'acquisition et de transmission d'information).

→ Sur le schéma ci-contre, soulignez les légendes des éléments composant le satellite :

en bleu : la plate-forme,
en rouge : la charge utile du satellite.



Exemple d'organisation fonctionnelle d'un satellite

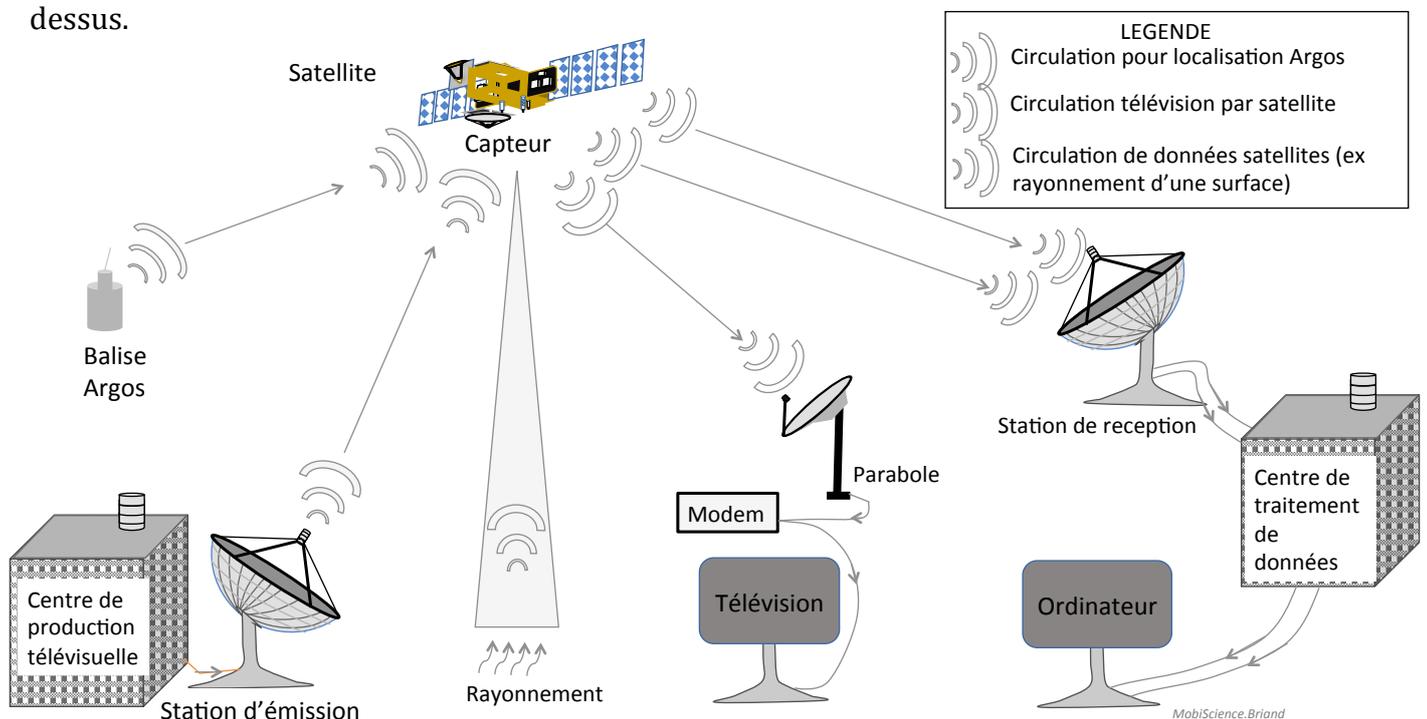
Circulation des informations satellites

Les satellites permettent soit de relayer des informations, soit de faire des mesures à distance (la *télé-détection*). Ils utilisent des ondes électromagnétiques comme porteur des informations depuis (ou vers) le sol. Deux exemples où le satellite joue un rôle de relai :

- Pour la *télévision par satellite*, la station d'émission envoie les informations du centre de production télévisuelle au satellite qui les renvoie à une parabole. Ces données circulent jusqu'au Modem qui les adapte au poste de télévision.
- Les signaux émis par une *balise Argos* sont reçus puis renvoyés par les satellites à une station de réception. Ces données transitent alors jusqu'à un centre de traitement où elles sont traitées pour être distribuées sur les ordinateurs.

Une autre catégorie de satellites permet de mesurer puis transmettre des grandeurs physiques (vent, température...) au sol, grâce aux capteurs (charge utile) embarqués sur le satellite. Par exemple, les images acquises par les capteurs des satellites météo sont ensuite envoyées à une station de réception au sol. Un centre de traitement les rend utilisables par les ordinateurs.

→ Utilisez 3 couleurs différentes pour mettre en évidence les 3 chaînes de circulation décrites ci-dessus.



Organisation fonctionnelle d'un satellite

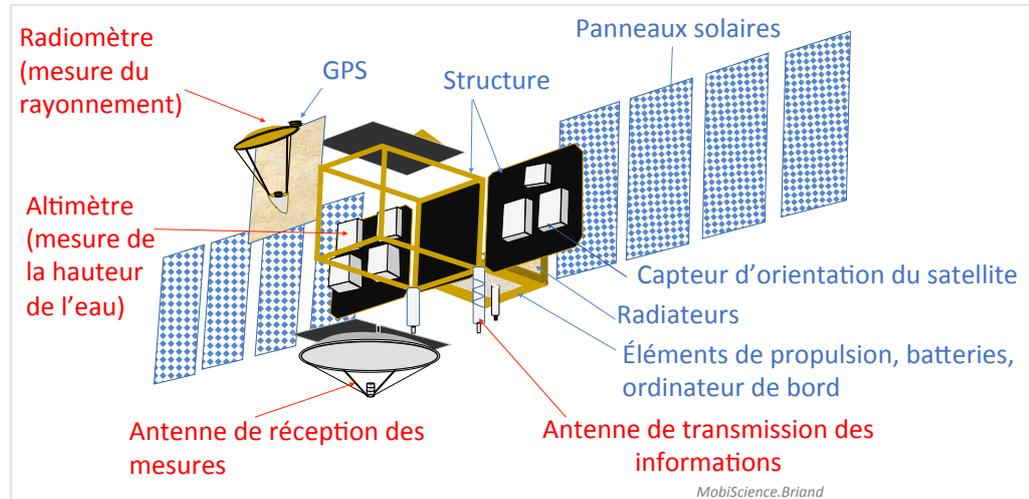
Les satellites ont différentes formes et tailles mais la plupart ont une organisation identique avec :

- des éléments permettant le *fonctionnement* : *structure, protection, positionnement* (plate-forme)
- des instruments permettant de *faire des mesures* (charge utile).

→ Sur le schéma ci-contre, soulignez les légendes des éléments composant le satellite :

en bleu : la plate-forme,
en rouge : la charge utile du satellite.

Exemple d'organisation fonctionnelle d'un satellite

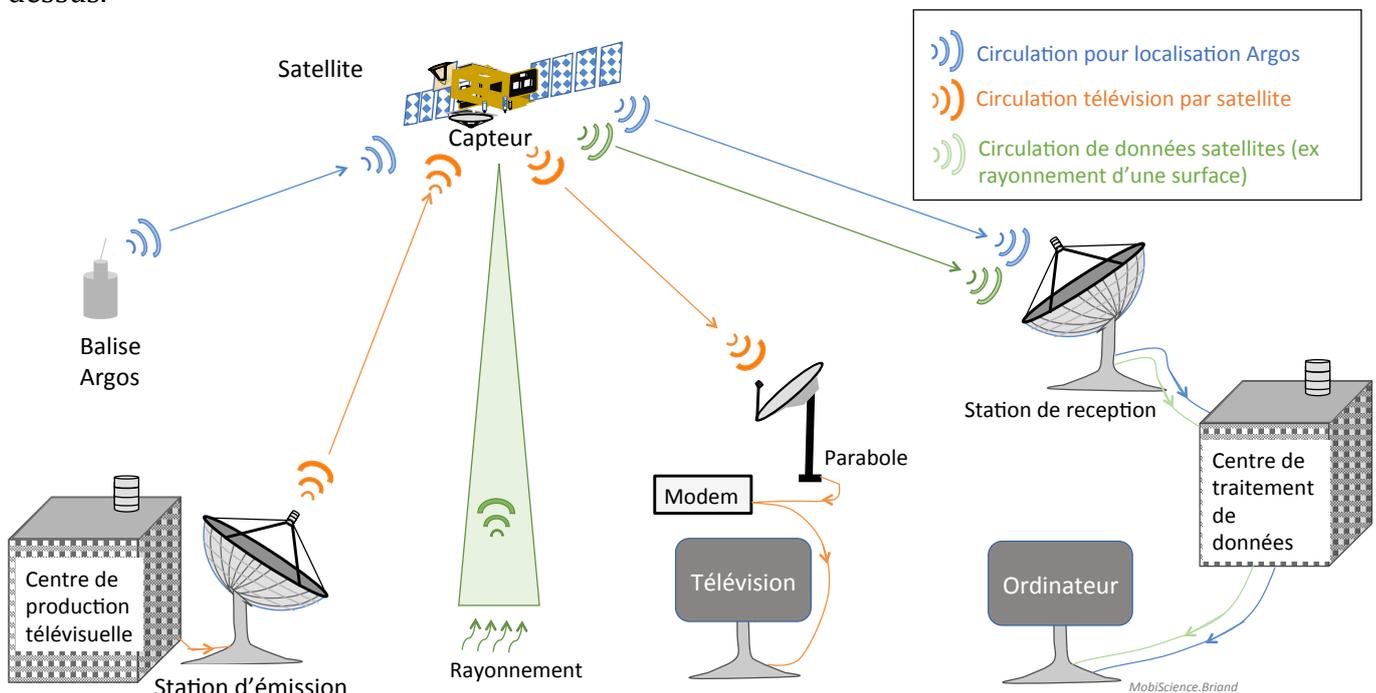
**Circulation des informations satellites**

Les satellites permettent soit de relayer des informations, soit de faire des mesures à distance (la télédétection). Ils utilisent des ondes électromagnétiques comme porteur des informations depuis (ou vers) le sol. Deux exemples où le satellite joue un rôle de relai :

- Pour la *télévision par satellite*, la station d'émission envoie les informations du centre de production télévisuelle au satellite qui les renvoie à une parabole. Ces données circulent jusqu'au Modem qui les adapte au poste de télévision.
- Les signaux émis par une *balise Argos* sont reçus puis renvoyés par les satellites à une station de réception. Ces données transitent alors jusqu'à un centre de traitement où elles sont traitées pour être distribuées sur les ordinateurs.

Une autre catégorie de satellites permet de mesurer puis transmettre des grandeurs physiques (vent, température...) au sol, grâce aux capteurs (charge utile) embarqués sur le satellite. Par exemple, les images acquises par les capteurs des satellites météo sont ensuite envoyées à une station de réception au sol. Un centre de traitement les rend utilisables par les ordinateurs.

→ Utilisez 3 couleurs différentes pour mettre en évidence les 3 chaînes de circulation décrites ci-dessus.



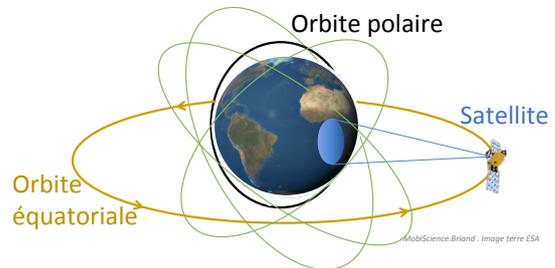
En savoir plus

→ En orbite autour de la Terre

Plusieurs milliers de satellites artificiels tournent en orbite autour de la Terre sous l'effet du champ de gravité terrestre.

Les orbites peuvent être circulaires ou elliptiques, à différentes altitudes et présenter des inclinaisons variées par rapport au plan de l'équateur. Certaines ont des particularités intéressantes (orbites polaires défilantes à 800 km, orbites équatoriales géostationnaires 36.000 km, orbites intermédiaires inclinées).

L'orbite d'un satellite est fixée en fonction des besoins de la mission.



→ Utilité des satellites

Transmettant des informations et recueillant des données variées en fonction de leur charge utile, les satellites sont indispensables dans de nombreux domaines :

- L'observation : 1/3 des satellites environ sont dédiés à l'observation de la Terre (météorologie, climatologie, observation des terres émergées, calottes polaires et océans...). Ils fournissent des images grâce à des capteurs actifs ou passifs et des données issues d'autres capteurs de facteurs environnementaux (T°, ozone, courants...). Ces satellites ont révolutionné l'observation de notre planète, basée auparavant sur des mesures locales et des instruments moins performants.

- La communication : environ 1/3 des satellites sont dédiés aux services de communication (télévision, mails, internet, téléphonie par satellite, etc...).

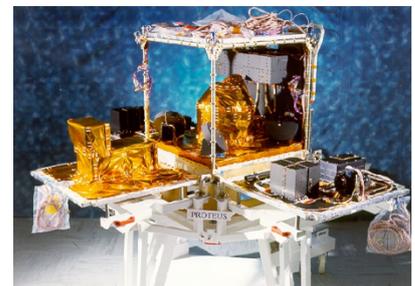
- Autres missions : un peu moins d'1/3 des satellites sont utilisés à but scientifique, pour la localisation et la navigation, pour l'observation de l'Univers ou la défense.

→ Structure fonctionnelle d'un satellite

Les satellites sont de taille et de poids très variables (de quelques Kg à plusieurs tonnes), mais ils ont une même organisation de base, comportant *une plate-forme*, formée de ce qui est nécessaire au fonctionnement du satellite et *une charge utile*, composée d'instruments destinés à réaliser la mission.

• La plate-forme est composée d'un treillis rigide, résistant aux accélérations et vibrations lors du lancement, et de protections thermiques (couvertures réfléchissantes isolantes et radiateurs) pour éviter une surchauffe ou un refroidissement excessif (la température en orbite autour de la Terre peut en effet varier entre -130°C et 150°C.). La plate-forme comporte aussi généralement :

- des systèmes de repérage et de guidage, des antennes des systèmes de correction de trajectoire et d'altitude (petits propulseurs et réservoirs d'ergols, tuyères,...) permettant au satellite d'accélérer ou ralentir pour maintenir son altitude et corriger légèrement son plan orbital ou pour effectuer les manœuvres de fin de vie. un ordinateur de bord pour la gestion des divers équipements (automatiquement ou en fonction des données des capteurs ou encore par communication avec les centres de contrôle au sol)



La plate-forme Protéus Image CNES

- des sources d'énergie produite par les panneaux solaires, pouvant être stockée par les batteries pour l'activité du satellite au passage dans l'ombre de la Terre.

La plate-forme peut s'orienter précisément, pour que les panneaux solaires reçoivent le maximum d'énergie, pour communiquer avec la Terre ou pour réaliser des observations d'étoiles ou de planètes...

• La charge utile est composée en fonction de la mission du satellite à l'aide de capteurs passifs ou actifs, d'instruments de mesure, ... : caméras (images), altimètres (mesures de hauteurs de glaces ou d'océan), radiomètres, spectromètres ou lidars (sondages atmosphériques), diffusiomètres (mesures de vitesse de vents), répéteurs (amplification et transmission des signaux entre la Terre et le satellite), accéléromètres (mesure de la force gravitationnelle), ...



Assemblage des instruments d'une charge utile. Droits CNES

→ Acquisition, transmission et circulation des informations satellites

Les satellites peuvent acquérir et émettre des informations sous forme d'ondes radios (signaux électromagnétiques) de différentes fréquences selon le type de satellite utilisé. L'acquisition des signaux se fait soit avec les capteurs de la charge utile soit par réception des signaux de stations d'émission ou de balises. La transmission des informations par les satellites se fait vers des stations de réception, des antennes ou paraboles au sol.

L'acquisition et la transmission des signaux fait intervenir des maillons de relai et des systèmes de traitement de données en amont et en aval du satellite. Les chaînes de circulation des informations satellites présentent quelques spécificités. Par exemple :

- Les satellites défilants, qui couvrent de très grandes surfaces en quelques secondes, stockent les images ou données recueillies avant de les transmettre à une station de réception lorsqu'ils passent au dessus.

- Les satellites géostationnaires, restant toujours au dessus d'une même zone, retransmettent les données au sol en temps quasi réel. Pour les satellites de communication, géostationnaires en général, le relai entre antennes d'émission et antennes de réception au sol se fait sans avoir à modifier l'orientation du satellite.

- Pour la télévision par satellite, les informations sont émises via un centre de diffusion au sol. Les satellites en orbite font un relai directement vers les paraboles personnelles qui les acheminent par câble vers les décodeurs puis vers les téléviseurs.

N.B : La téléphonie est assurée par les antennes relais terrestres des différents opérateurs et les câbles optiques sous-marins qui maillent le globe aujourd'hui. Les téléphones satellites restent utilisés dans les zones les plus isolées non couvertes.

- Pour la localisation :

- le système ARGOS permet de localiser une balise qui émet un signal : le satellite capte et renvoie ce signal à une station de réception. La station le transmet par câbles à un centre de traitement au sol. L'analyse des caractéristiques du signal permet de déterminer la position de la balise.
- les systèmes de localisation par satellite GNSS (Global Navigation Satellite Systems) permettent à un objet (exemple : téléphone portable) de se localiser en recevant des signaux d'au moins 3 satellites d'une constellation de satellites situés sur des orbites intermédiaires à différentes inclinaisons (telles GPS-USA-, GALILEO-Europe-...). La position un instant donné est calculée selon le principe de triangulation.



Une station de réception

Droits CNES