



Atelier d'exploration



CNES @CNES · 6 mai

La semaine dernière, le satellite Pléiades Neo 3 ainsi que 5 autres petits satellites ont été lancés depuis la Guyane par une fusée **Vega**

Retour en images sur ce lancement

#VV18 @Arianespace @vega_sts @AirbusSpace @esa

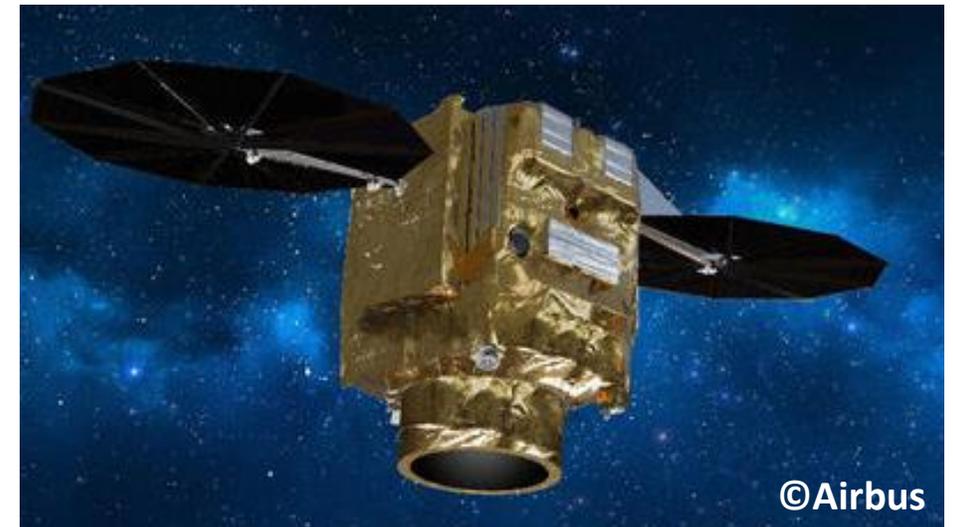




Image obtenue à partir des données du satellite Pléiade Neo 3 (20/05/21)

Pyramide de Gizeh et tombeau présumé du pharaon Khéops.

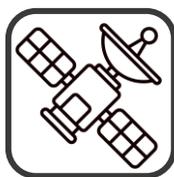
Résolution d'image de 30 cm obtenue à partir de ce satellite situé sur une orbite héliosynchrone





Que signifient tous ces termes ?

Quelles sont les différentes étapes qui permettent d'obtenir une image satellite ?



Lancer un satellite
Obtenir des données

PC



Transmettre les données

Maths/SI



Analyser les données

SVT / HG



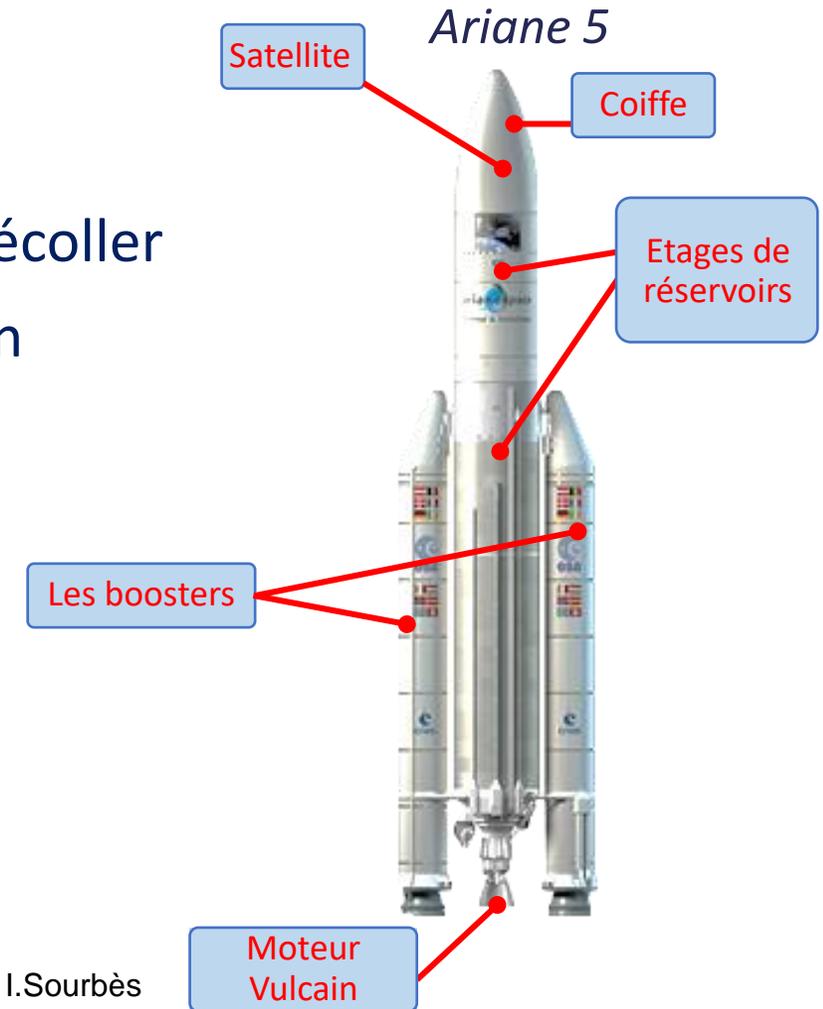
Partie 1 : Physique – Chimie

Obtenir des données *Satellites, orbitographie et capteurs*



Comment lancer un satellite ?

- Les boosters et le moteur Vulcain permettent au lanceur de décoller
- Les boosters sont abandonnés à une altitude de 60 km environ



Source : Mappemonde 71/1 ; Y. Plazot, I.Sourbès



Où sont situés les satellites ?

Une **orbite** représente une trajectoire fermée suivie par un objet céleste autour d'un autre corps sous l'influence de la gravitation et de forces d'inertie.



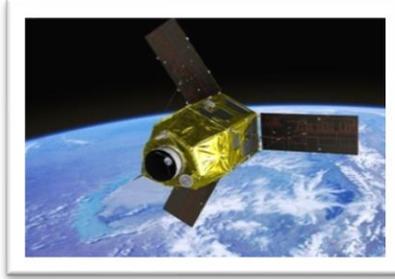
L'Espace en Tête

En distanciel

7 > 9 Juillet 2021



Satellite météo à 36000 km



Satellite imageur :
Pléiades Neo 3 à 620 km



Satellite Galileo :
à 20000 km

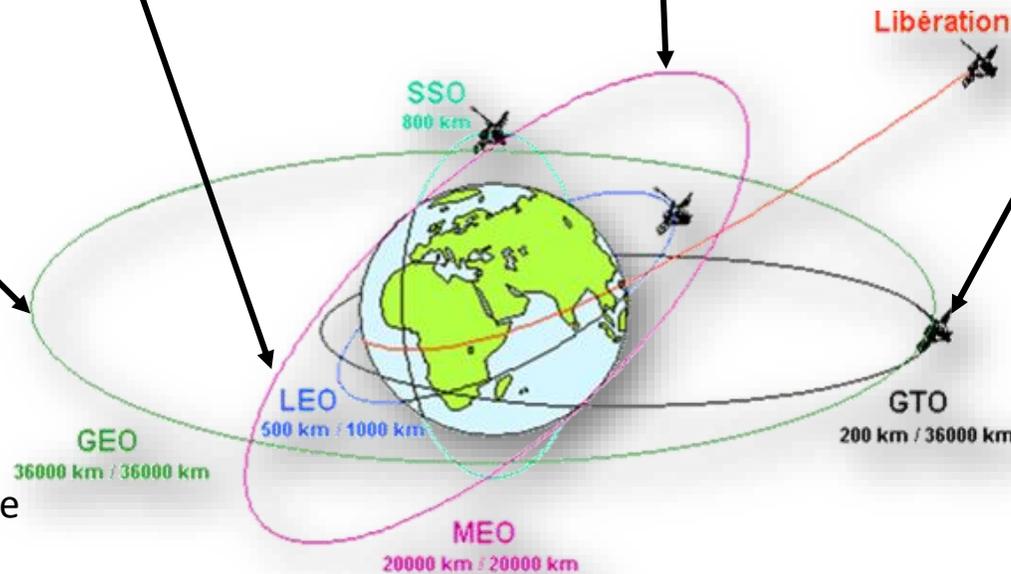


Sonde interplanétaire
Cassini

SSO : Orbite héliosynchrone
 Sun Synchronous Orbit

GEO : Orbite géostationnaire
 Geosynchronous Earth Orbit

GTO : Orbite de transfert géostationnaire
 Geosynchronous Transfert Orbit



LEO: Orbite basse
 Low Earth Orbit

MEO : Orbite
 moyenne Medium
 Earth Orbit



IXION : Logiciel d'orbitographie utilisable en ligne permettant de visualiser la position et la trajectoire d'un satellite

IXION

Institut Pierre Simon Laplace
Sciences de l'environnement

1 - Choix du corps attractif *i*

1

Terre Mars Autres Planètes Satellites naturels

Modèle gravitationnel
standard = EIGEN6C2

2

Pléiade1A

2 - Choix du satellite

Orbites Réelles (NORAD) *i* Orbites Théoriques (nominales) *i* Two-Line Elements NORAD

Special-Interest Weather & Earth Resources Communications Navigation Scientific Miscellaneous Our Favorites TLE Data

Space Data



Visualisation de l'orbite d'un satellite d'observation : **Pléiade 1A**

3 - *Choix du type de sortie*

ORBITOGRAPHIE

- Trace simple (avec fauchées éventuelles)
- Trace avec TSM (Temps Solaire Moyen)
- Trace avec notation du jour
- Trace avec notation de l'éclipse
- Suivi du satellite en temps réel

3

APPLICATIONS

- Vue du satellite pour un lieu donné
- Coïncidence spatio-temporelle

ECHANTILLONNAGE

- Tableau mensuel
- Tableau avec indication du soleil
- Tableaux Statistiques

Valider

4



Pléiade 1A

PLEIADES 1A

2021 05 24 17:50:49 TUC >>> 1440.0 min = 1.00 jour
Phasage = [15;-11; 26] 379
[NORAD] 2021 05 24 11:27:58 TUC [iAsc]
REVOL. Init. : 50237 / Repr. : 50240

Inclinaison: 98.2° a: 7073.065km
Période: 98.79mn
a: 8.899176 Arg. périgée: 95.83°
Altitude apogée: 717km Altitude périgée: 714km

exemple: Paris exemple: 48.85/2.35 (lat/long)

Satellite -

IXION

Google Imagerie ©2021 NASA Conditions d'utilisation

Par défaut,
trajectoire visualisée
sur un jour

Période

Satellite dit à
orbite basse



Pléiade 1A

Modifier la durée de visualisation de la trajectoire

The screenshot shows a Google Earth interface with a satellite trajectory overlaid on a map. The trajectory is a red grid of lines. The word 'IXION' is visible in a box on the map. Below the map, there are navigation controls including a zoom in (+) and zoom out (-) button. Below the map, there are links: '> Consulter les résultats <' and '> Télécharger Google Earth KMZ <'. At the bottom, there is a toolbar with five icons: 'Type Sortie & Satellite', 'Orbite', 'Fauchées', 'Projection', and 'Zoom'. The 'Orbite' icon is highlighted with a red box. A red box with the number '1' is connected to the 'Orbite' icon by a red line.



Pléiade 1A

Modifier la durée de visualisation de la trajectoire

Option de représentation de l'orbite

DURÉE DE REPRÉSENTATION CHOISIE

3 jours

PAS DE VARIATION CHOISI

0.50 minutes

LONGITUDE ET HEURE DE PASSAGE AU NOEUD ASCENDANT

Longitude de passage au noeud ascendant

Longitude prédéfinie 165.772 degrés

Heure de passage au noeud ascendant

Heure prédéfinie (TSM) 22:31:04

OPTIONS DE TRACÉ

Moment de début de la représentation graphique

Passage au noeud ascendant Date au choix (UTC) 24/05/2021 18:15:39

3 Valider

2 : Choisir 3 jours

3



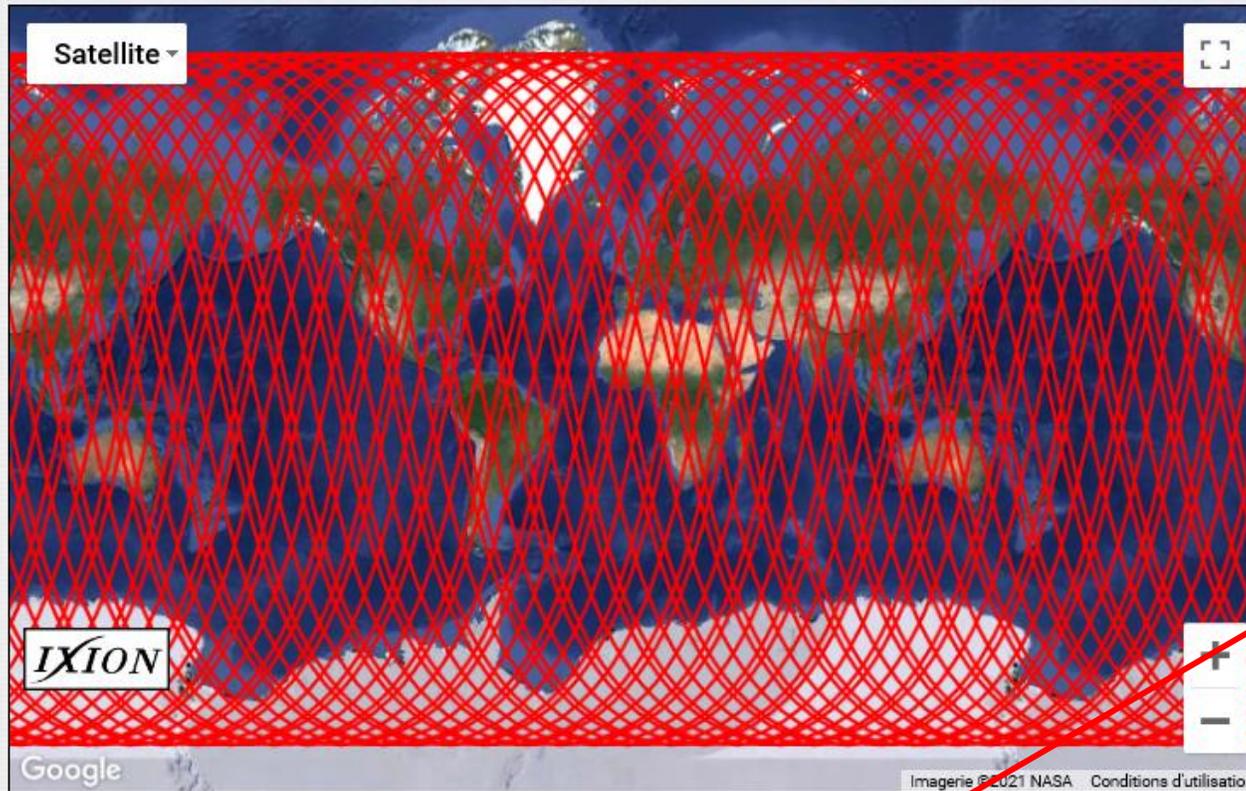
Pléiade 1A

2021 05 24 18:15:39 TUC >>> 43 0.0 min = 3.00 jours
Phasage = [15; -11; 26] 379
[NORAD] 2021 05 24 11:27:58 TUC [NAsc]
REVOL. Init. : 50237 / Repr. : 50241

Inclinaison: 98.2°
Période: 98.79mn
e: 0.000179
Altitude apogée: 717km

a: 7073.065km
Arg. périégée: 95.83°
Altitude périégée: 714km

exemple: Paris exemple: 48.85/2.35 (lat/long)



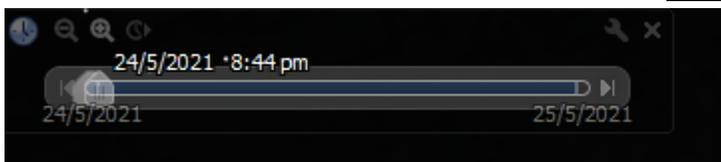
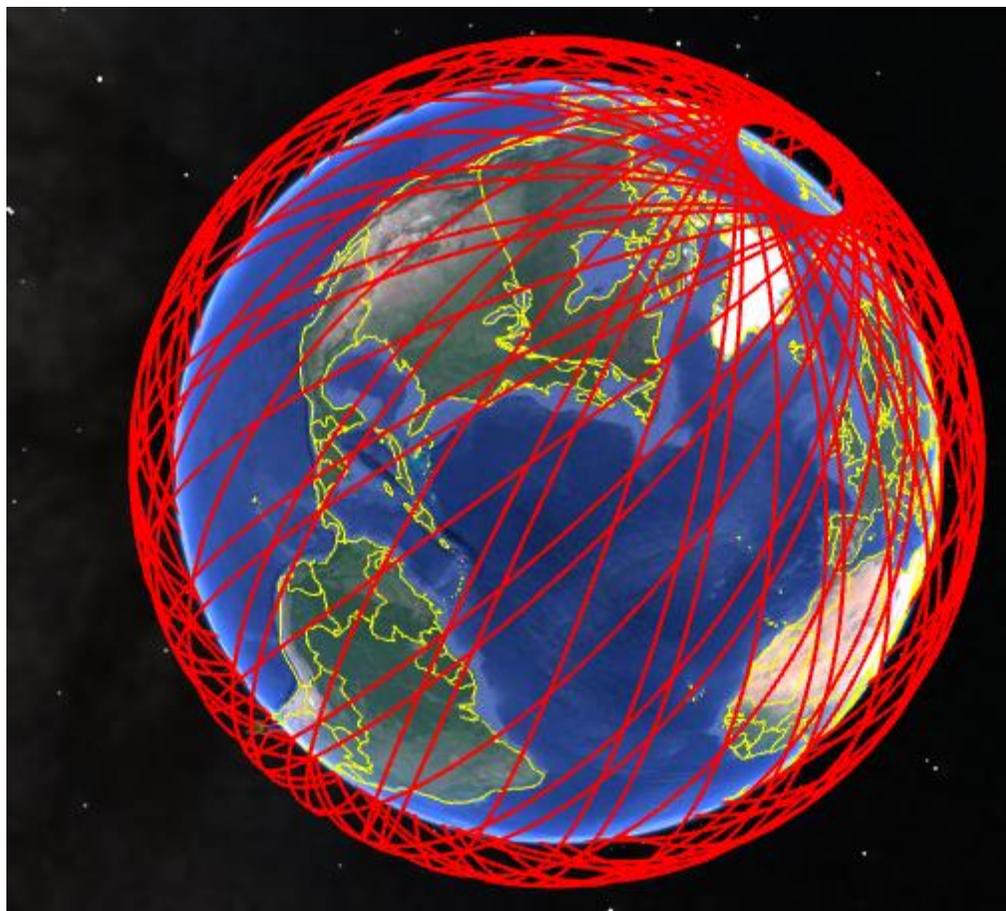
>Télécharger les résultats<
>Télécharger Google Earth KMZ<

Cliquer et
ouvrir le fichier
(Google Earth)



Pléiade 1A

Visualiser la trajectoire
sur Google Earth



Utiliser la vidéo pour visualiser la
trajectoire du satellite



Les satellites à orbites basses en deux mots :

- Entre 300 et 2000 km d'altitude
- Grande résolution
- Une orbite particulière : l'orbite quasi polaire avec une inclinaison proche des pôles (angle entre le plan équatorial et le plan de l'orbite du satellite).
- Les satellites placés sur cette orbite sont dits héliosynchrones (*SSO : Sun Synchronous Orbit*) : ils passent à une latitude donnée toujours à la même heure solaire

- Utilisation :**
- Télédétection : Imagerie, météorologie, renseignements
 - Télécommunications
 - Missions spatiale (ISS)



L'instrument du CNES, T2L2, se trouve à bord du satellite Jason-2, lui-même en orbite à 1336 km d'altitude. Crédits : NASA.



Visualisation de l'orbite d'un satellite météo : météosat-11

IXION

Institut Pierre Simon Laplace
Sciences de l'environnement

1 - Choix du corps attractif *i*

1

Terre Mars Autres Planètes Satellites naturels

Modèle gravitationnel
standard = EIGEN6C2

2

meteosat11

Orbites Réelles (NORAD) *i* Orbites Théoriques (nominales) *i* Two-Line Elements NORAD

Special-Interest Weather & Earth Resources Communications Navigation Scientific Miscellaneous Our Favorites TLE Data

Space Data



Météosat-11

3 - Choix du type de sortie

ORBITOGRAPHIE

- Trace simple (avec fauchées éventuelles)
- Trace avec TSM (Temps Solaire Moyen)
- Trace avec notation du jour
- Trace avec notation de l'éclipse
- Suivi du satellite en temps réel

3

APPLICATIONS

- Vue du satellite pour un lieu donné
- Coïncidence spatio-temporelle

ECHANTILLONNAGE

- Tableau mensuel
- Tableau avec indication du soleil
- Tableaux Statistiques

Valider

4



Météosat-11

METEOSAT-11 (MSG-4)

2021 05 24 18:44:25 TUC >>> 1440.0 min = 1.00 jour	Inclinaison: 0.11°	a: 42168.59km
Phasage = [1; +0; 1] 1	Période: 1436.13mn	
[NORAD] 2021 05 23 20:25:52 TUC [NAsc]	<i>0.000005</i>	Arg. périgée: 101.42°
REVOL. Init. : 2147 / Repr. : 2147	Altitude apogée: 35794km	Altitude périgée: 35787km

exemple: Paris exemple: 48.85/2.35 (lat/long)

Satellite ▾

IXION

Il est là !

Satellite dit géostationnaire



Météosat-11

Visualiser la trajectoire
sur Google Earth

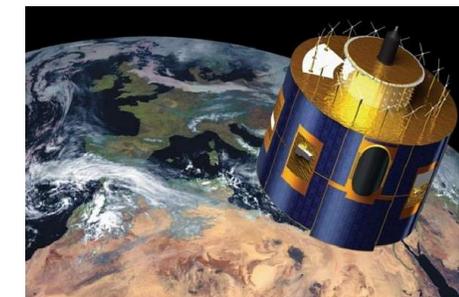
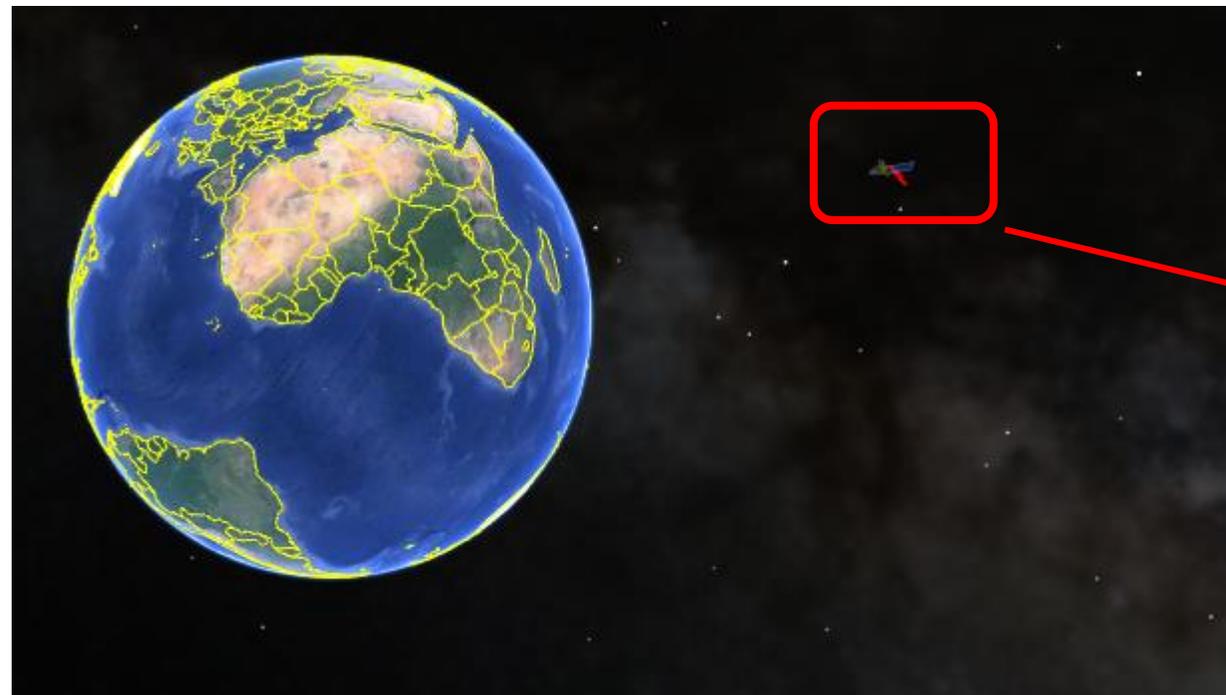
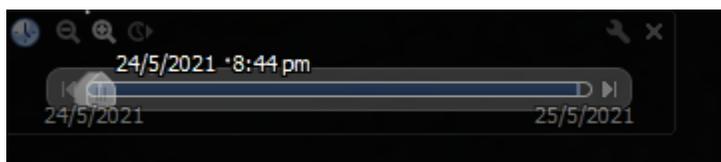


Figure 1: Artist's rendition of the Meteosat-8 satellite (image credit: EUMETSAT)

Il est là !

Utiliser la vidéo pour visualiser la
trajectoire du satellite



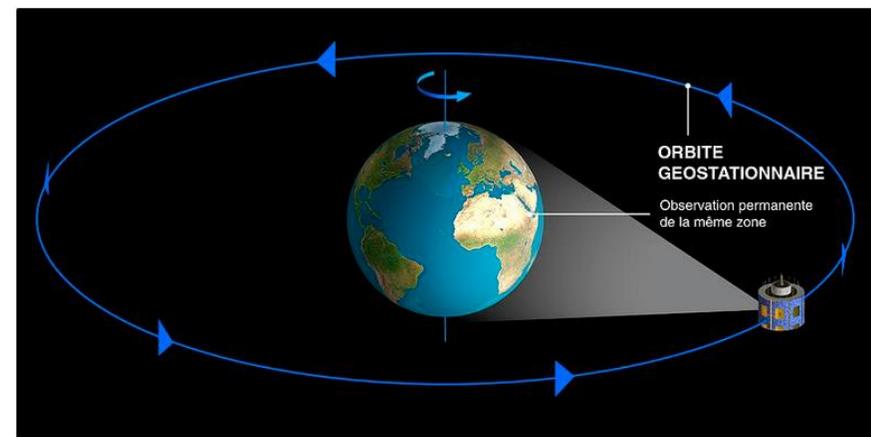


Les satellites géostationnaires en deux mots :

- 36 000 km d'altitude
- Situés au-dessus de l'équateur : ils tournent à la même vitesse et dans le même sens que la Terre.
- Ils apparaissent stationnaires au dessus d'un point du globe placé sur l'équateur (il est synchrone par rapport à la rotation de la Terre).
- Informations en continu sur une très grande portion terrestre
- N'observent pas les pôles !
(Les satellites en orbite basse sont complémentaires)

Utilisation :

- Télécommunication
- Météorologie



Geostationary Orbit Diagram is a photograph by David Ducros, Cnes which was uploaded on May 9th, 2013.



Pour se faire plaisir :
Mars Global Surveyor

1 - Choix du corps attractif

Terre Mars Autres Planètes Satellites naturels

Modèle gravitationnel
standard = MGM1025

2 - Choix du satellite

Orbites Réelles (NORAD) Orbites Théoriques (nominales) Two-Line Elements NORAD

Orbite circulaire Orbite elliptique

MARS GLOBAL SURVEYVOR

3 - Choix du type de sortie

ORBITOGRAPHIE APPLICATIONS ECHANTILLONNAGE

Trace simple (avec fauchées éventuelles) Vue du satellite pour un lieu donné Tableau mensuel

VALIDER

4



Mars Global Surveyor

Mars Global Surveyor

>>> Durée représentée : 1479.5 min = 1.00 sol

Inclinaison: 92.9°

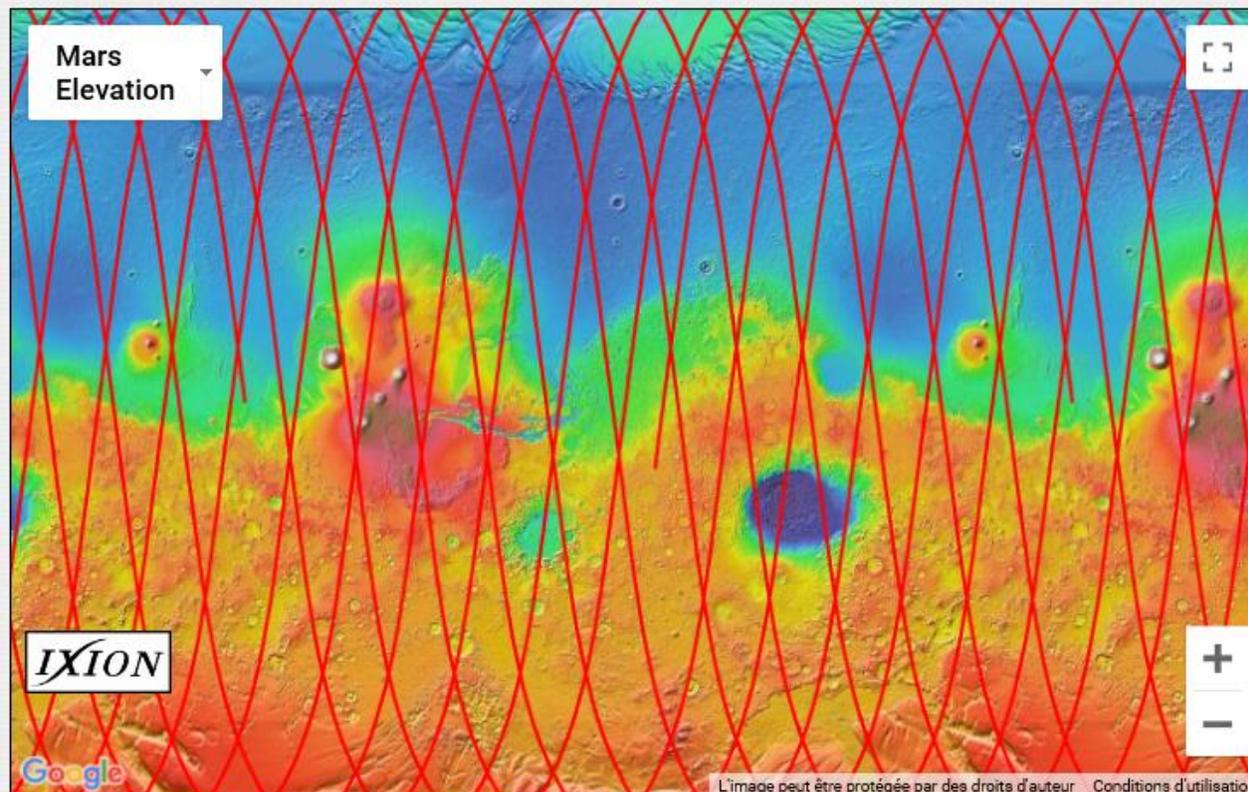
a: 3775.088km

Phasage = [13;-233;550]6917

Période: 117.64mn

Altitude: 378.1km

Longitude et Heure de passage au
noeud ascendant -171.69° [14:00
TSM]



[> Consulter les résultats <](#)
[> Télécharger Google Earth KMZ <](#)



Mars Global Surveyor

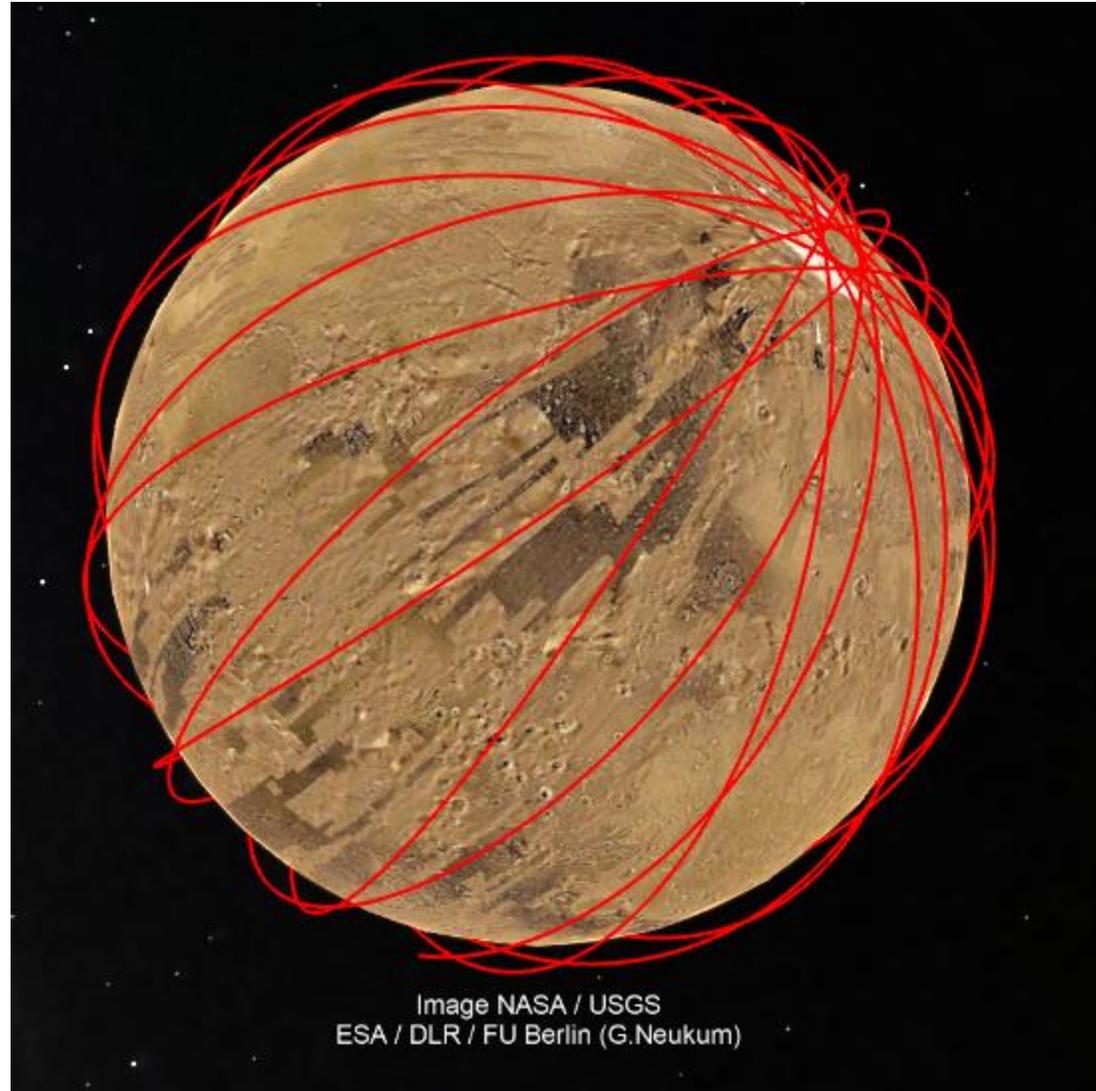


Image NASA / USGS
ESA / DLR / FU Berlin (G. Neukum)





Mars Global Surveyor

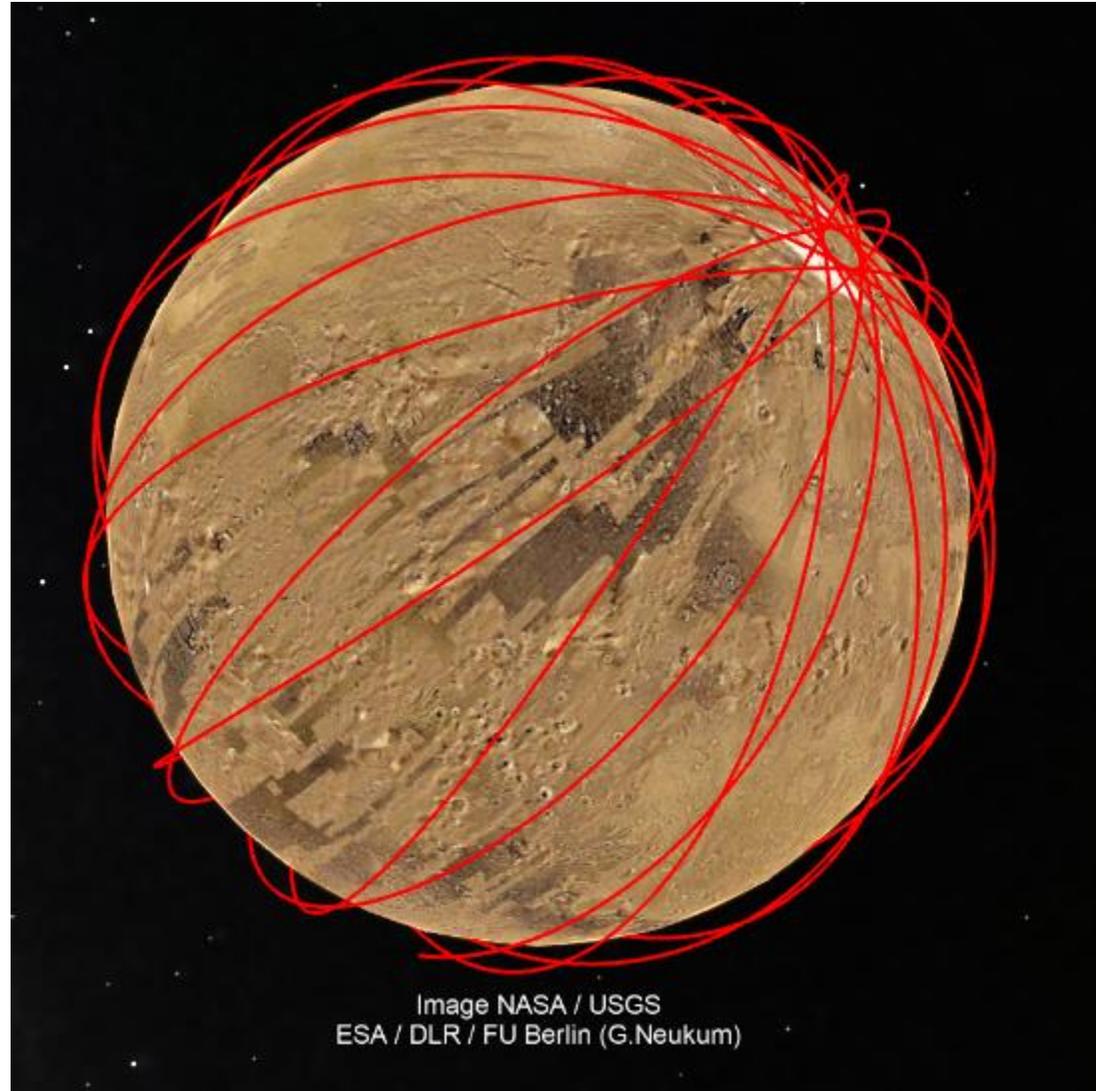


Image NASA / USGS
ESA / DLR / FU Berlin (G. Neukum)





Que mesurent les capteurs embarqués sur les satellites ?

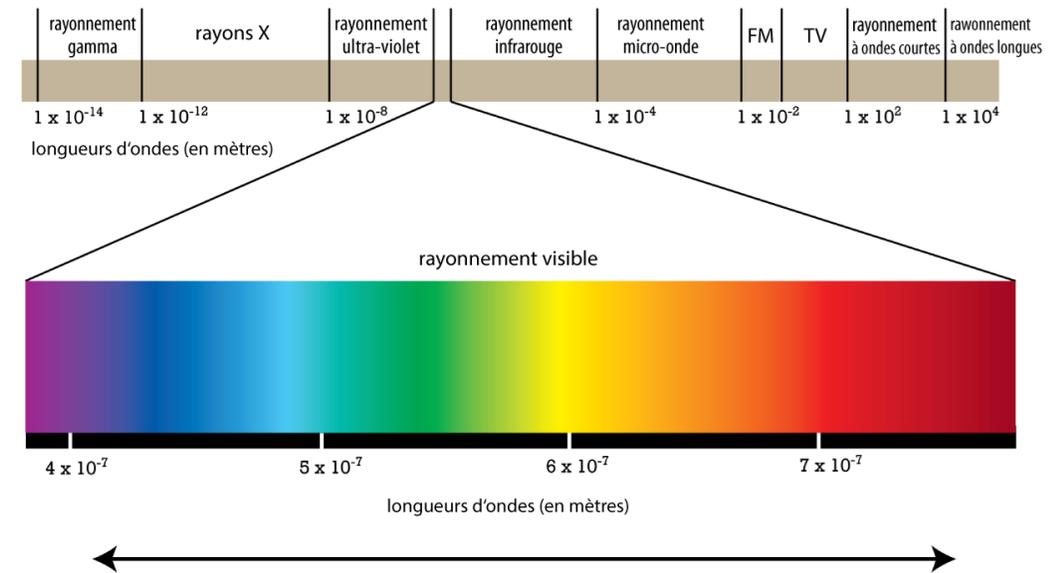
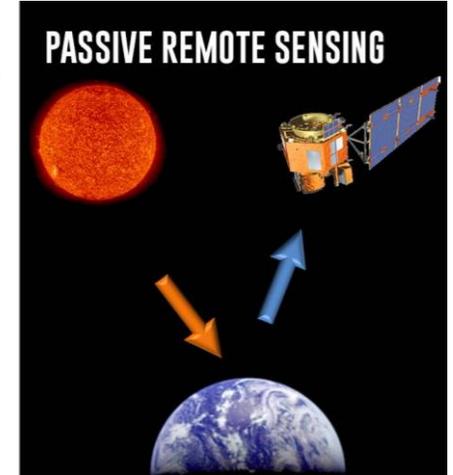


Que mesurent les capteurs embarqués sur les satellites ?

Les capteurs des satellites sont des radiomètres qui mesurent et enregistrent la lumière reçue depuis la Terre

Cette lumière est constituée d'un ensemble d'ondes électromagnétiques, caractérisées par leur longueur d'onde (exemple : la lumière visible entre 400 et 800 nm)

Les satellites n'observent que certaines de ces longueurs d'ondes selon l'objectif de leur mission





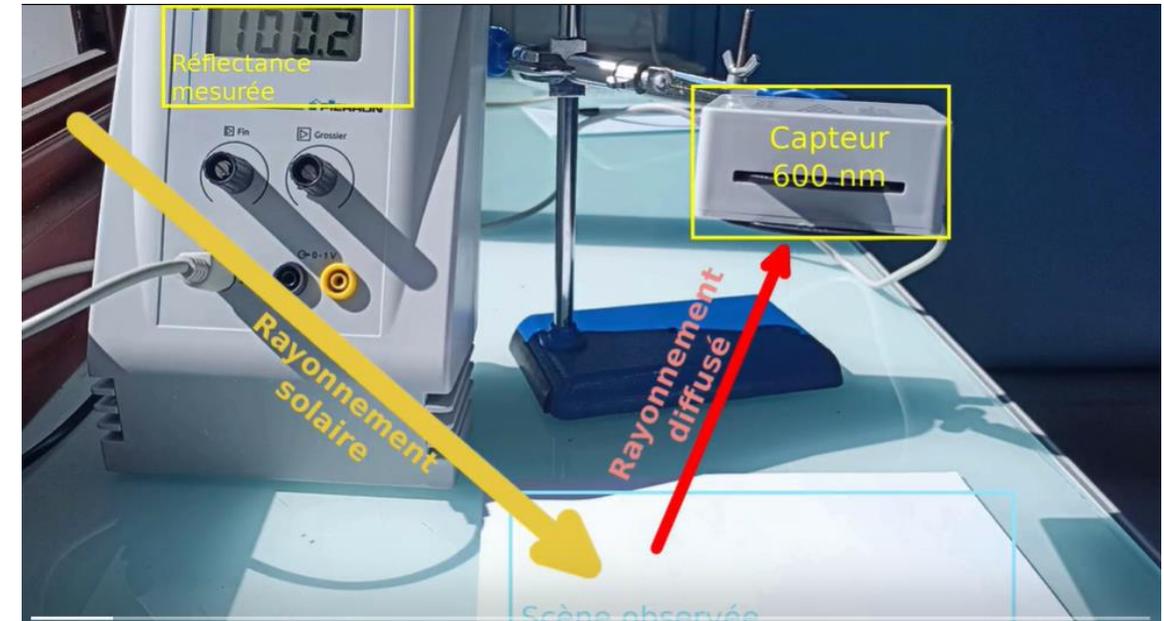
Les mesures radiométriques

Un radiomètre mesure la **luminance** de la surface terrestre, qui provient essentiellement de la diffusion par la Terre d'une **partie du rayonnement solaire**.

Afin de s'abstraire de l'éclairement solaire, qui dépend de la distance entre la Terre et le Soleil (variable avec la saison), on utilise la **réflectance** :

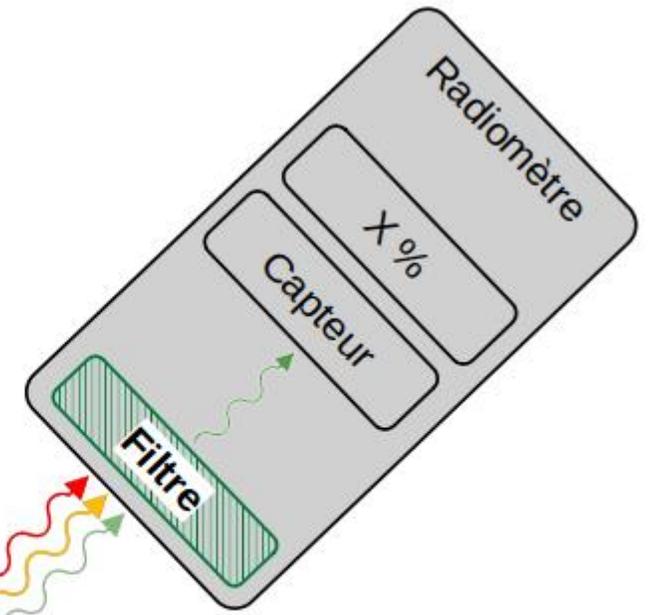
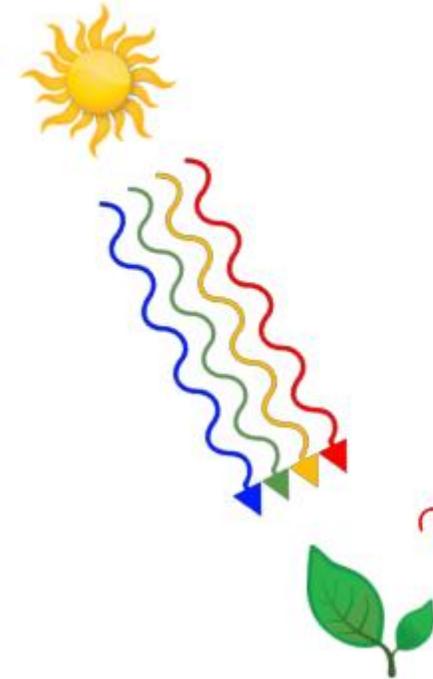
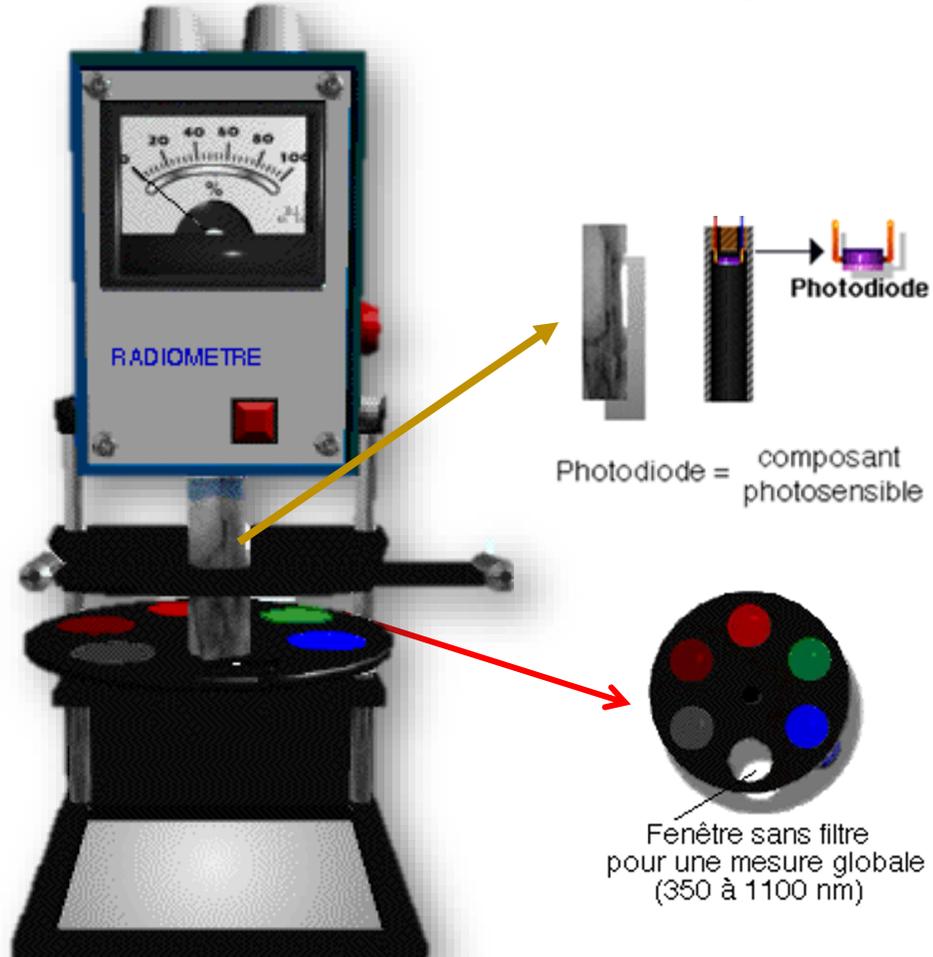
$$\text{reflectance} = \frac{\text{luminance}}{\text{eclairement du Soleil}}$$

La **réflectance** est donc un **nombre compris entre 0 et 1**, ramené le plus souvent à un **pourcentage**.





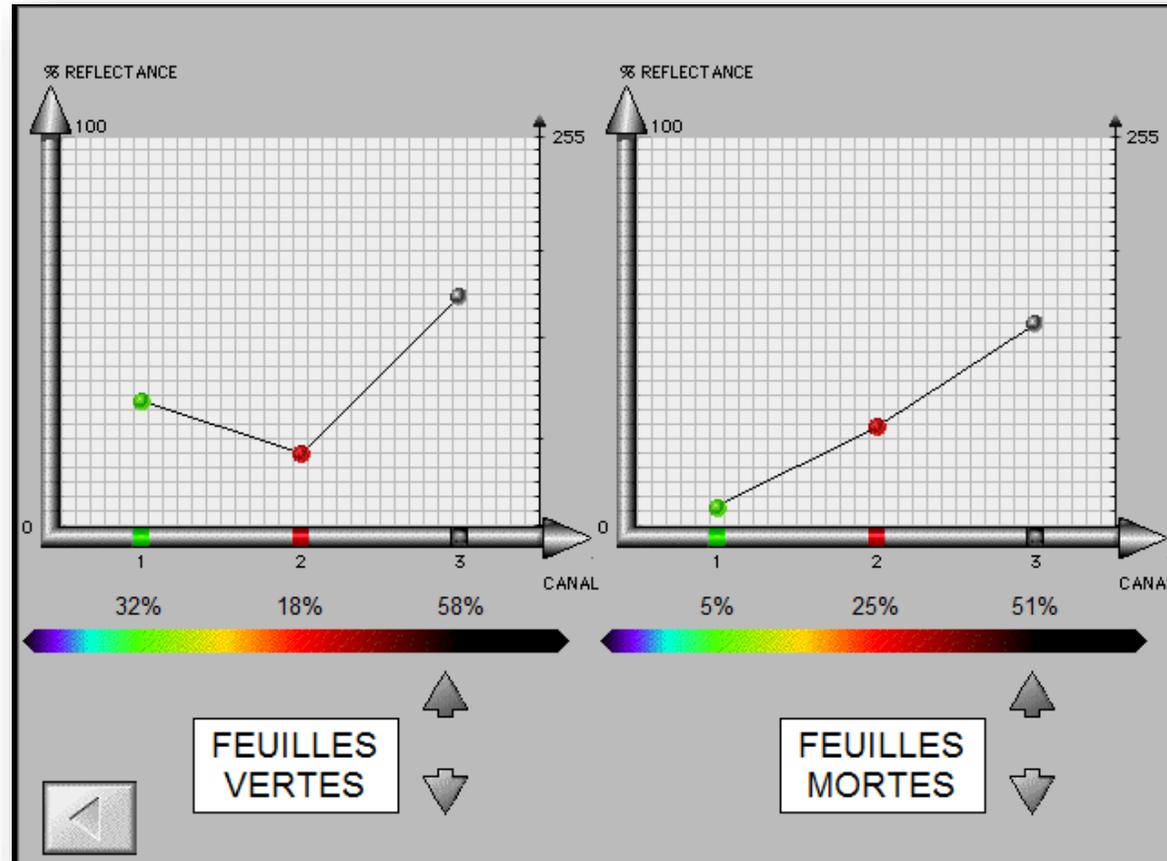
Les mesures radiométriques





Les mesures radiométriques

Signatures spectrales





Les mesures radiométriques

Extension du domaine d'exploration dans les infrarouges et les ondes radar

La notion de canaux

Les **radiomètres** embarqués sur les satellites d'observation de la Terre ont des « canaux » de mesure bien calibrés :

- 0,4 à 0,8 μm pour les canaux dans le visible
- 5,5 à 7,1 μm pour l'infrarouge vapeur d'eau
- 10,5 à 12,5 μm pour l'infrarouge thermique.

