

## Satellites d'observation de la terre

La naissance des satellites s'échelonne d'avril 1960 (lancement de 'Transit 1', premier engin spatial pour la navigation) et juillet 1962 ('Telstar', premier satellite de communication), juillet 1972 ('Landsat 1, le premier satellite opérationnel d'observation de la terre), et au milieu des années 80 avec ceux de Landsat 4 et 5 et de Spot. Qui sont les vecteurs les plus courants transportant des capteurs.

Tableau suivant représente L'historique des satellites LANDSAT.

Satellite	Date de	Altitude	Cycle	Fauchée	Capteurs, canaux et résolution
Landsat 1	juillet 1972	910 km	18 jours	185 km	Caméra RBV (3 canaux, 80 m) Radiomètre MSS (4 canaux, 80 m)
Landsat 2	Janvier 1975	910 km	18 jours	185 km	Caméra RBV (3 canaux, 80 m) Radiomètre MSS
Landsat 3	mars 1978	910 km	18 jours	185 km	Caméra RBV (3 canaux, 80 m) Radiomètre MSS
Landsat 4	juillet 1982	705 km	16 jours	185 km	Radiomètre MSS (5 canaux, 80 m) Radiomètre TM (7 canaux, 30 m)
Landsat 5	Janvier 1984	705 km	16 jours	185 km	Radiomètre MSS (5 canaux, 80 m) Radiomètre TM
Landsat 6	oct. 1993	Détruit après lancement			
Landsat 7	avril 1999	705 km	16 jours	185 km	Radiomètre ETM + (7 canaux, 30 m, plus canal panchro, 15 m)

### 2.1. La Plate-forme

Le terme plate-forme s'applique à tout véhicule spatial, aérien ou terrestre capable de porter un capteur.

- Appelée aussi vecteur à tout objet se déplaçant et susceptible de porter un capteur,

on peut donc définir divers types de vecteurs : Ceux qui opèrent à quelques mètres du sol : grue, ou véhicules qui supportent des radiomètres ou appareils photographiques.

- Ceux qui opèrent entre la dizaine de mètres et la dizaine de kilomètres : avion, ballon, hélicoptère.
- Ceux qui opèrent entre la dizaine et la centaine de kilomètres : les ballons stratosphériques.
- Ceux qui opèrent entre 200 et 40000 km : ce sont les satellites soumis à l'attraction terrestre.

## **2.2. Composantes du satellite**

Un satellite artificiel se compose de (CCT, 2005) :

1. Un système de maintien de l'altitude, constamment perturbé par l'attraction de la terre, les frottements de l'atmosphère, la pression des radiations solaires.
2. Un système de commande d'altitude pour orienter l'axe de prise de vue vers la terre et empêcher le satellite d'osciller là encore les corrections sont faites avec des jets du gaz.
3. Un système producteur d'énergie : les panneaux solaires qui produisent l'électricité nécessaire.
4. Un système de contrôle des opérations à bord et des communications avec la station au sol.
5. Des antennes radio pour la liaison avec le sol.
6. La charge utile : le capteur avec son système optique et son radiomètre.
7. Un système de stockage provisoire des informations que l'on peut lire lorsque le satellite entre dans la zone de réception de la station au sol.

### **2.2.1 Capteur :**

En télédétection, les capteurs sont les équipements placés à bord satellites qui permettent de mesurer des objets étudiés dans une bande donnée de longueur d'onde.

Donc le capteur (imageur) est un instrument recueille le rayonnement électromagnétique en provenance de l'objet et le transforme en un signal numérique, il fournit des données

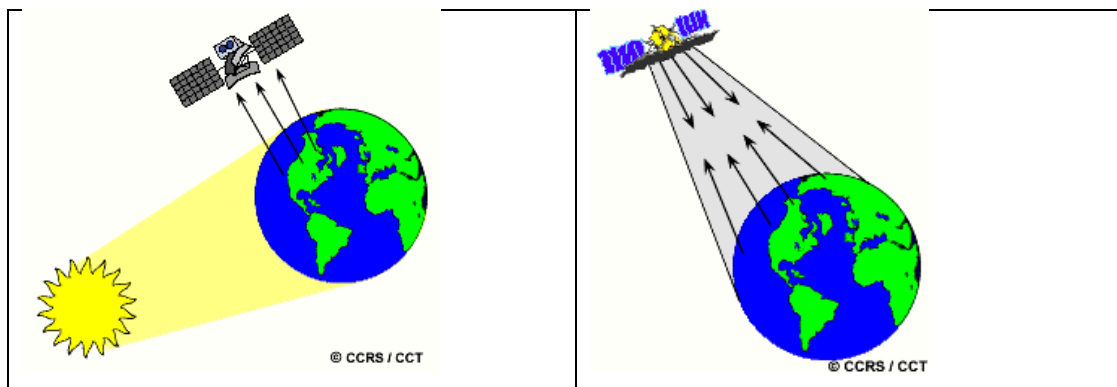
organisées en lignes et en colonnes permettant de reconstituer une image en 02 dimensions de l'objet.

On distingue 02 types de capteurs (Figure 6) :

- 1) **Le capteur actif** : capteur comprenant à la fois un émetteur et un récepteur du rayonnement électromagnétique, de façon à observer l'objet indépendamment d'une source de rayonnement naturel exemple : RADAR, LIDAR (*Light Détection And Ranging*)....etc.
- 2) **Le capteur passif** : capteur qui recueille le rayonnement d'origine naturelle en provenance de l'objet, dans une ou plusieurs bandes spectrales exemple : (radiomètres, caméras ....). l'émetteur principal étant le plus souvent le soleil.

D'après (GIRARD, 1999) chaque capteur est caractérisé par :

- Sa résolution spatiale c'est à dire la dimension et des quantités d'observation de pixel.
- Sa résolution spectrale c'est à dire la finesse de séparation des longueurs d'onde proches.
- Sa résolution radiométrique, qui consiste en la distinction de quantité d'énergie captée, sa limite étant la plus petite variation d'énergie décelable



### 2.2.2. L'orbite héliosynchrone

Le satellite passe toujours à la même heure solaire locale en un même point de la terre.

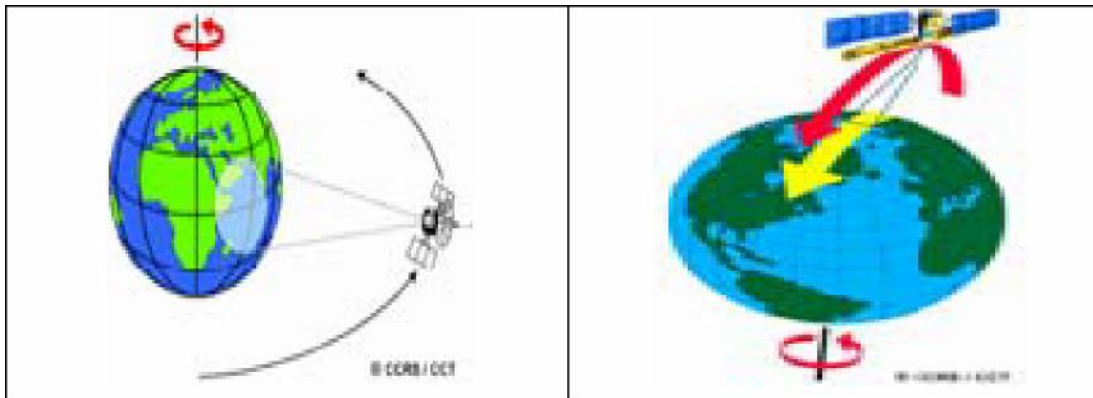
Il faut donc que le plan orbital du satellite reste fixe par rapport au plan orbital de la terre autour du soleil. Ce qui revient à la ligne des nœuds fasse un angle constant avec la droite des centres de la terre et du soleil.

Les satellites NIMBUS, LANDSAT (Américain) et SPOT (France) ont des orbites héliosynchrones.

Donc on distingue les satellites à défilement (avec des orbites circulaires quelconques ou héliosynchrones), des satellites géostationnaires.

Géostationnaire

Héliosynchrone



Télédétection active et télédétection passive (CCRS/CCT).

### 2.2.3. Satellites d'observation de la terre

Parmi les satellites qui nous intéressent (LANDSAT, SPOT) pour l'observation des ressources terrestres, (METEOSAT, NOAA) dont le but est l'étude de l'environnement et la météorologie.

Le tableau suivant montre les caractéristiques des principaux systèmes satellitaires d'observation de la terre dans les bandes du visible et du proche infrarouge.

Caractéristiques du système	LANDSAT MSS	LANDSAT ETM+	SPOT	METEOSAT	NOAA-AVHRR
Orbites:					
Type d'orbite	Sub-Polaire Héliosynchrone	Sub-Polaire Héliosynchrone	Sub-Polaire Héliosynchrone	Géostationnaire	Circulaire
Altitude (km)	705	705	830	35800	850
répétitivité	16jours	16 jours	26(ou 1ou 5) jours	25 min	12 h

Capteurs: Balayage	Miroir oscillant	Miroir oscillant	Barrettes CCD	Rotation du satellite	Miroir tournant
Résolution spatiale	56x79m	30m	10m(pan) ; 20m(S)	2.5 km (S1) 5 km(S2, S3)	1.1ou4km
Bande spectrales(pm)					
S1	0.5-0.6	0.45-0.52	0.50-0.59	0.4-1.1	0.58-0.68 0.72-1.1
S2	0.6-0.7	0.52-0.60	0.61-0.68	5.7-7.1	3.55-3.93
S3	0.7-0.8	0.63-0.69	0.79-0.89	10.5-12.5	10.3-11.3
S4	0.8-0.9	0.76-0.90			11.5-12.5
S5		1.55-1.75			
S6		10.4-12.5			
S7		2.0-2.35	0.51-0.73		
Dimensions de la scène (km)	185	185	60	Le globe	2400

### 3. Apport de la télédétection :

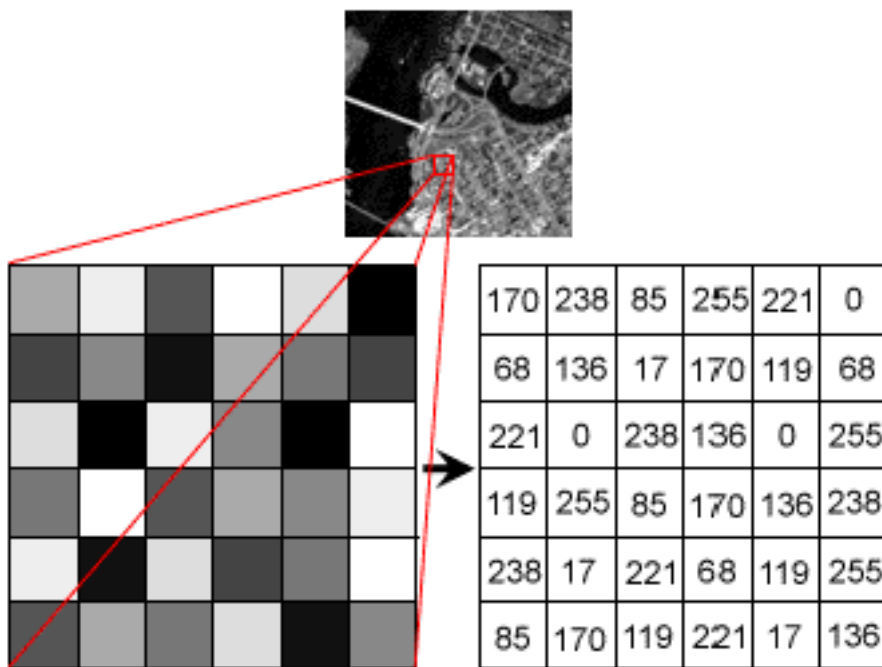
On peut résumer l'apport de la télédétection comme suit :

- Les données de télédétection sont homogènes et continues sur de grandes surfaces ;
- Elle offre une vision riche d'informations (multispectrale);
- Elle permet d'accéder à des zones dites « inaccessible » pour des questions de topographie, de climat et de catastrophes naturelles ;
- Acquisitions de données en temps voulu ;
- Elle autorise des observations très rapprochées ;
- Les images sont sous forme numérique, ce qui facilite considérablement leur intégration dans les bases de données des SIG ;
- Les programmes satellitaires sont maintenant suffisamment nombreux et fiables pour garantir aux utilisateurs une constitué dans la fourniture d'images.

### 4. Les données de télédétection

Les données de télédétection sont le plus souvent fournies en format d'images numériques. L'image correspond à une matrice de pixels. La taille du pixel correspond à la résolution spatiale et son contenu correspond à l'intensité du rayonnement réfléchi ou émis. Cette intensité est exprimée en niveaux de gris. Pour chaque bande spectrale correspond une image résultante.

Et aussi l'image satellitaire : Les informations acquises par télédétection spatiale sont restituées sous forme d'images où l'unité de résolution est de pixel. Ce dernier est défini comme étant « la plus petite surface homogène enregistrée de la maille d'échantillonnage »



Les caractéristiques fondamentales des images de télédétection sont :

#### A) La résolution spectrale :

En fonction de leurs caractéristiques techniques, les capteurs à bord des satellites enregistrent le rayonnement réfléchi ou émis par les objets au sol dans des gammes ou intervalles de longueur d'onde donnés.

La résolution spectrale est l'aptitude du capteur à distinguer des rayonnements électromagnétiques de fréquences différentes. Plus le capteur est sensible à des différences spectrales fines (intervalles de longueur d'onde étroits), plus la résolution spectrale du capteur

est élevée. La résolution spectrale dépend du dispositif de filtrage optique qui décompose l'énergie captée en bandes spectrales plus ou moins larges

## **B) La résolution spatiale**

La résolution des images numériques est définie par le nombre de pixels par millimètres. En télédétection, on exprime la résolution des images par la taille de la zone couverte par un pixel. Chaque pixel de l'image correspond à une partie de la surface de la terre. On parle alors de "résolution-sol" [17].

La résolution des satellites d'observation de la terre les plus courants est donnée dans le (Cf.tableau 27)

Tableau 27 : la résolution spatiale de quelques satellites

<b>Satellite</b>	<b>Capteur</b>	<b>Résolution-sol</b>
Landsat	MSS	80m
Landsat	Thématique Mapper	30m
SPOT	XS (Multispectral)	20m
SPOT	Panchromatique	10m
Ikonos	Multispectral	4m
Ikonos	Panchromatique	1m

ainsi la surface et l'intérieur du milieu observé (contenu en eau, rugosité...).

## **5. Etapes du processus de la télédétection :**

Dans la plupart des cas, la télédétection implique une interaction entre l'énergie incidente et les cibles. Le processus de la télédétection au moyen de systèmes imageurs comporte les sept étapes que nous élaborons ci-après

1. Une source d'énergie ou d'illumination (**A**)

En télédétection dite passive, le soleil constitue la principale source d'énergie. En télédétection dite active, la source est fabriquée par l'homme.

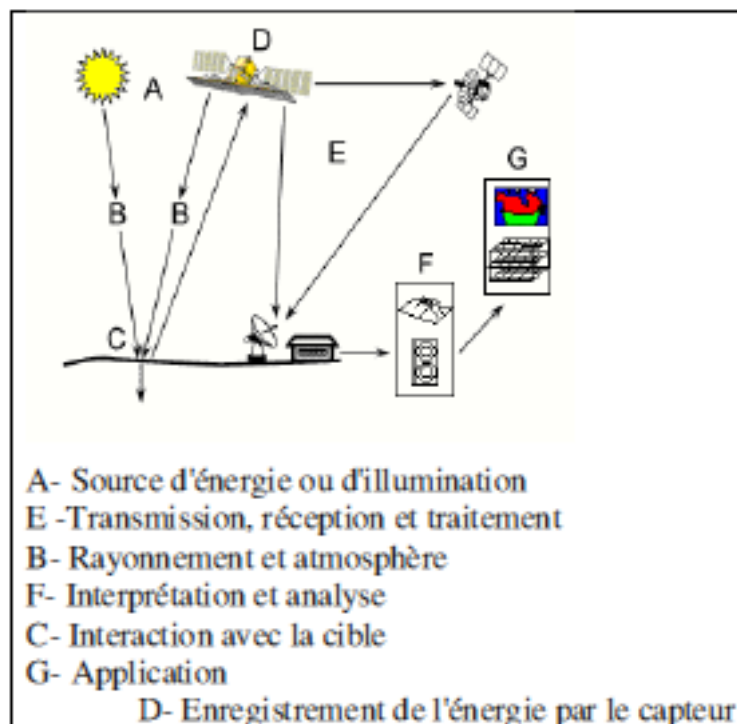
2. Interactions entre le rayonnement et l'atmosphère tout au long du trajet source-cible et cible-capteur(**B**).

3. Interactions avec la cible (**C**) Ces interactions sont de trois types : la transmission, la réflexion et l'absorption. L'émission est à considérer comme un phénomène à part.

4. Enregistrement du signal par le capteur (**D**) Le capteur enregistre le signal reçu.

5. Transmission, Réception, et Traitement (**E**) Le satellite transmet les signaux vers des stations de réception au sol ou à des satellites relais. Au niveau de ces stations, les informations sont décodées et enregistrées sous forme d'images ou de photographies.

6. Traitements, analyses, interprétation et applications (**F et G**) : Les traitements se basent sur des théories et techniques souvent complexes et servent à extraire les informations utiles. Ces informations sont ensuite utilisées pour caractériser la cible étudiée.



L'information d'une gamme étroite de longueur d'onde est captée et emmagasinée sous forme numérique dans un fichier représentant la bande de longueurs d'onde. Il est ensuite possible de combiner et d'afficher ces d'information numérique.



