

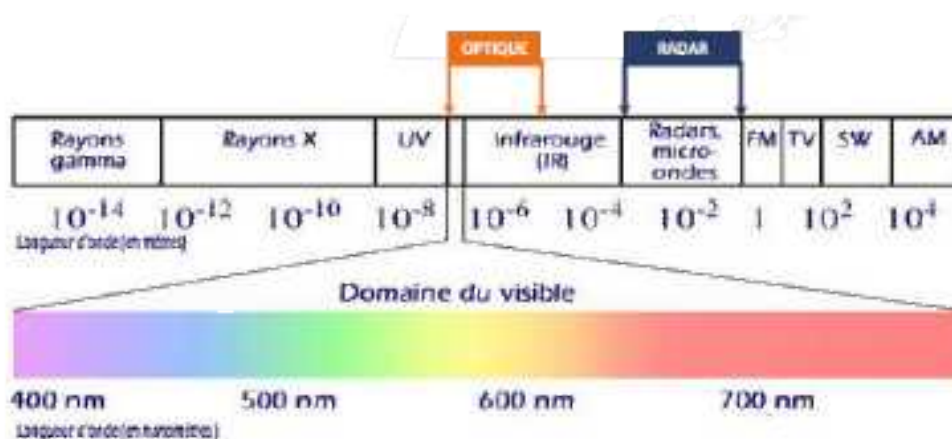
Les satellites : capteurs, domaines spectraux et caractéristiques

Voir, comparer, détecter, mesurer : observer la Terre par satellite permet de mieux la comprendre. Mais comment fonctionnent ces satellites d'observation ? Quels capteurs utilisent-ils ? Quelles sont leurs principales caractéristiques ?... Avec plus de 300 satellites d'observation de la Terre déjà en orbite, et de nombreux autres prêts à être lancés, ces questions sont légitimes. Zoom sur les satellites et leur fonctionnement.

Comment fonctionnent les capteurs des satellites ?

Pour pouvoir fournir des informations, les satellites peuvent être équipés de deux principaux types de capteurs :

- ✓ Les capteurs optiques fonctionnent sur le même principe que les appareils photographiques. Ils enregistrent des images à partir du rayonnement solaire réfléchi par la Terre. Ces capteurs passifs sont basés sur la seule réflectance. Leurs bandes multispectrales leur permettent d'acquérir des images du visible, proche et moyen infrarouge (400 à 1 600 nm environ).
- ✓ Les capteurs radar (plus précisément Radar à Synthèse d'Ouverture, RSO, ou SAR en anglais) produisent des images sur la base d'un signal micro-ondes (2 à 30 cm) émis et réceptionné par une antenne, après réflexion sur le sol. Ces capteurs actifs mesurent les caractéristiques de l'énergie rétrodiffusée.



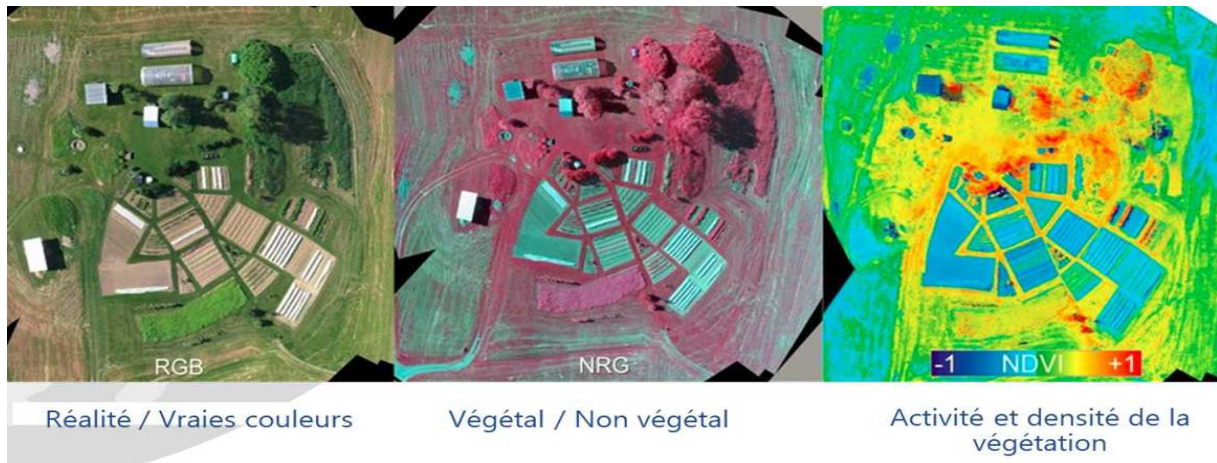
Les domaines spectraux exploités pour l'imagerie satellitaire
 Source : Idgeo

Quelles sont les informations observables selon les domaines spectraux ?

Selon les domaines spectraux couverts, les informations observables à partir des images satellitaires diffèrent :

- ✓ Dans le domaine du visible, les objets et phénomènes apparaissent tels que nous les voyons, en couleur. Impossible donc d'exploiter des images optiques prises de nuit ou avec un couvert nuageux trop important. Ce domaine est celui exploité pour étudier l'occupation du sol, cartographier l'extension urbaine...
- ✓ Les images dans le proche infrarouge révèlent bien l'activité chlorophyllienne des végétaux ; celles du moyen infrarouge la teneur en humidité du sol ou de la végétation...

- ✓ Les ondes radar sont insensibles au rayonnement solaire, à la couverture nuageuse ... Prisées dans des pays régulièrement nuageux, les images radar sont particulièrement adaptées pour déterminer la présence de métal, l'humidité et la rugosité de surface.



Comparaison entre trois interprétations d'une même image :

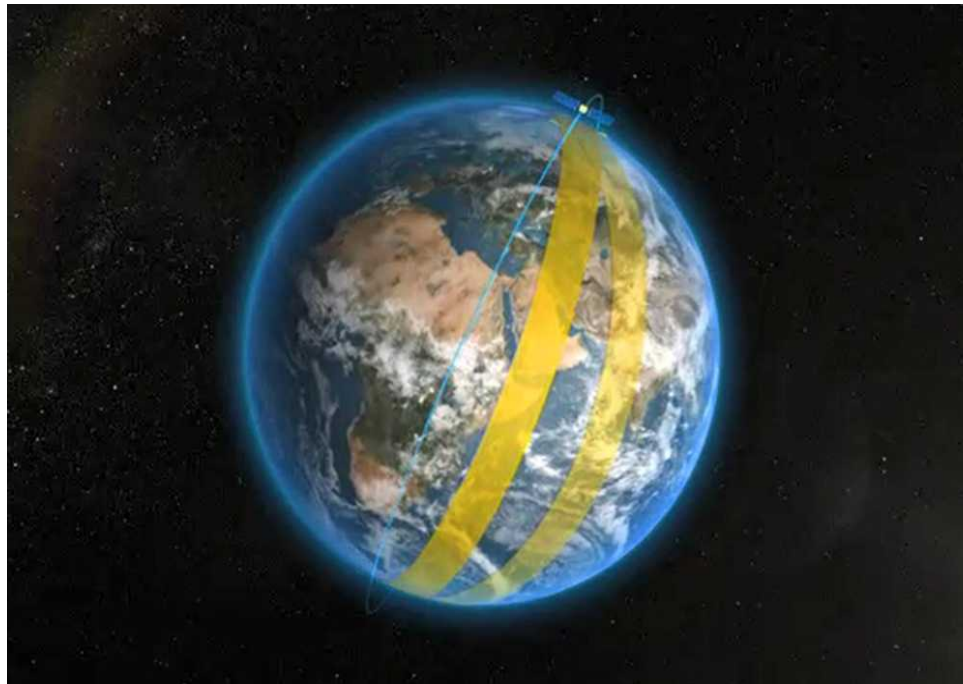
- (1) Visualisation en vraie couleur ;*
- (2) Visualisation avec le proche infrarouge (en rouge) ;*
- (3) Visualisation avec indice d'activité chlorophyllienne.*

Source : Idgeo

Quelles sont les principales caractéristiques des satellites ?

Les satellites d'observation de la Terre se définissent par de nombreuses caractéristiques techniques. Pour ne citer que les principales :

- ✓ **L'orbite des satellites.** Il existe plusieurs formes (elliptique, circulaire) et types (incliné, géostationnaire, polaire, héliosynchrone) d'orbite. Les satellites artificiels d'observation de la Terre (en opposition au seul satellite naturel de la Terre, la Lune) ont le plus souvent une orbite héliosynchrone, polaire et quasi-circulaire :
 - Héliosynchrone, car cette orbite est centrée sur la Terre avec un angle quasi-constant entre le plan de l'orbite et la direction du Soleil. De cette façon, ces satellites observent chaque région du globe toujours à la même heure solaire.
 - Polaire, car ces satellites survolent les pôles terrestres à chaque période de révolution avec une inclinaison proche de 90°. Cette caractéristique permet une couverture totale de la surface terrestre.



Satellite polaire : couverture quasi-mondiale, accessibilité limitée (selon période, débattement, latitude), altitudes faibles possibles

Source : Cnes

- Quasi-circulaire, car ces orbites ont une trajectoire quasiment en forme de cercle (la Terre n'étant pas une sphère parfaite). Cette propriété permet au satellite de maintenir une altitude fixe (comprise entre 500 et 1 000 km pour les satellites d'observation de la Terre).
- ✓ **La résolution spatiale.** La résolution spatiale des satellites est la taille du plus petit élément observable sur les images. Les satellites à basse et moyenne résolution permettent de repérer des éléments dont la taille est comprise entre 1 km et 100 m. Ceux compris entre 100 m et 1 m apparaissent sur les images en haute résolution. Avec des images en très haute résolution, les objets et phénomènes de moins d'1 m deviennent observables. A noter que plus la résolution spatiale est haute, moins la largeur de surface couverte est importante.

L'image satellitaire optique : exemples de satellites



Exemples de satellites optiques avec leur niveau de résolution

Source : Idgeo

- ✓ **La programmation.** En général, les satellites de résolution métrique et submétrique ne font pas d'acquisitions systématiques. Ils nécessitent d'être programmés pour acquérir des images à très haute résolution sur un territoire donné. Cette propriété est à la fois une contrainte (il n'y a pas d'archives disponibles) et une opportunité (les acquisitions répondent à une demande précise). Elle induit également une notion de réactivité : la capacité de réaction de certains satellites permet d'acquérir rapidement des images en cas d'urgence.
- ✓ **La largeur de fauchée.** Lorsqu'un satellite est en orbite autour de la Terre, son capteur observe une certaine partie de la surface terrestre. Cette surface terrestre couverte, appelée largeur de fauchée (qui correspond à la largeur de l'image acquise), varie généralement entre une dizaine et une centaine de kilomètres. Les satellites de la constellation Pléiades (Pléiades-2A et 2B) enregistrent une largeur de fauchée de 20 km, tandis que ceux de la constellation Sentinel (Sentinel-2A et 2B) couvrent 290 km avec une seule image.
- ✓ **La répétitivité temporelle.** Chaque satellite a son propre cycle de révolution autour de la Terre. Il met un certain temps pour revenir à un point de départ donné, après une phase descendante (du pôle Nord au pôle Sud) puis ascendante (du pôle Sud au pôle Nord). Cette répétitivité temporelle s'exprime en jour ou en semaines, selon les satellites.
- ✓ **La période de revisite.** La durée du cycle orbital ne doit pas être confondue avec la période de revisite. Avec des capteurs orientables, les instruments peuvent observer une surface avant et après le passage en orbite au-dessus d'une région donnée. Selon les satellites, cette période de revisite diffère de quelques heures (période de revisite des satellites Pléiades : 24 h, sous certaines conditions) à quelques semaines.

D'autres propriétés des satellites (capacité de prise de vue stéréoscopique pour la 3D, réactivité de la programmation en cas de crise, etc.) sont exploitées pour obtenir des clichés adaptés à l'usage visé...

Pour aller plus loin

- L'observation de la Terre par satellite
- Comment choisir vos images satellitaires ?
- Comment accéder aux images satellitaires en cas de crise ?
- Comment accéder aux images SPOT 6/7 et Pléiades ?
- <https://cnes.fr>