

L'observation de la Terre par satellite

Qu'est-ce qu'observer la Terre ? Que peut-on observer ? Pourquoi avons-nous besoin de l'observer ? Comment réaliser ces observations ?... Retour sur quelques notions de base sur l'observation de la Terre et les principaux types d'applications pour les métiers du pôle ministériel.

Mots clés : observation de la Terre, télédétection, satellites, imagerie satellitaire, usages

Qu'est-ce qu'observer la Terre ?

Le verbe « **observer** » peut prendre différents sens : regarder avec attention, considérer avec minutie, surveiller avec défiance, suivre une loi à la lettre... « Observer la Terre », c'est tout cela appliqué à la Terre ! Voir la Terre telle qu'elle est, la considérer dans toutes ses dimensions, surveiller ses évolutions, détecter ses défaillances, presque la comprendre...

De manière synthétique, « observer la Terre » peut se décliner par 4 grandes missions :

			
Voir	Comparer	Détecter	Mesurer/Extraire

Source : DEAL Guyane

- ✓ **Voir** : une information (liée à un objet, un phénomène...) dont la localisation géographique (latitude et longitude) est connue, sur une image récente de la Terre. Voir la spatialisation d'une information, la construction d'un bâtiment, l'étendue d'une inondation, le morcellement des parcelles forestières...
- ✓ **Comparer** : plusieurs images d'un même lieu, à plusieurs dates données. Par simple lecture visuelle de deux images éloignées dans le temps, il est aisé de suivre l'évolution des espaces agricoles, de surveiller la déforestation en Amazonie, de contrôler le respect des règlements d'urbanisme...
- ✓ **Détecter** : un changement sur un large territoire géolocalisé. D'origine naturelle (ouragan, inondation, maladie des arbres...) ou humaine (destruction, incendie, pollution...), inattendus ou prévisibles, les changements rapides de la Terre s'observent de l'espace. En Guyane, la détection de l'habitat illicite ou de l'orpaillage illégal est basée sur l'interprétation d'images satellitaires.
- ✓ **Mesurer / Extraire** : des informations géographiques illimitées. Des informations de base (de l'eau, de la végétation, des constructions...), relative à des objets ou phénomènes décrits par leur nature (une rivière, une autoroute, une parcelle agricole...) et leur géométrie (forme et coordonnées géographiques). Ces données peuvent être mesurées (périmètre, superficie, volume...), dénombrées, analysées... et traitées, par photo-interprétation manuelle ou

automatique, grâce à des logiciels SIG, par des techniciens ayant une compétence géomatique.

A ces fonctions opérationnelles est parfois ajoutée une fonction plus stratégique, assimilée au verbe « **Comprendre** ». Par elle-même, l'observation de la Terre permet en effet de comprendre intuitivement un phénomène qui vient de se produire (canicules, tornade...), de prédire l'évolution d'un espace (fonte des glaciers, pollution marine...)... Des observations à distance, croisées avec des analyses thématiques ou statistiques, qui s'avèrent scientifiquement prouvées.

Que peut-on observer ?

Ces observations portent sur **tout objet** (ex. un bâtiment) ou **phénomène** (ex. un cyclone) étudiable sur la surface de la Terre. Sur les terres émergées, il peut s'agir des sols et de leur évolution, du relief et de la topographie, de la végétation naturelle ou agricole, du réseau hydrographique ou de la couverture neigeuse... En mer et sur les côtes, peuvent être observés la topographie de la surface des océans, la teneur en chlorophylle ou en phytoplancton, l'évolution du trait de côté et des marées, l'arrivée d'un tsunami ou d'une vague-submersion...

Tous ces éléments sont observables dans leur **dimension naturelle et/ou anthropique**. Ainsi, les images satellitaires de Loire fournissent des informations aussi bien sur le fleuve en tant qu'entité géographique (longueur, lit majeur, lit mineur, profondeur, débit d'eau, turbidité...) qu'en tant qu'élément anthropisé (aménagement de méandres artificiels, suivi du niveau d'eau des barrages, détection des éventuelles pollutions...).

Ces informations reflètent une **situation statique** comme un **changement de situation**. A partir d'images satellitaires, il est tout autant possible de mesurer la température d'un fleuve un jour donné (situation statique), que de suivre l'évolution d'une côte rocheuse soumise à l'érosion mécanique des vagues (changement lent de situation) ou que de prévoir les zones qui risquent d'être inondées lors d'une crue exceptionnelle (changement rapidement de situation).

Pourquoi avons-nous besoin de l'observer ?

L'observation de la Terre sert aujourd'hui dans de **multiples domaines** : l'agriculture, le transport, la santé, le numérique, la gestion des ressources naturelles, l'environnement, l'aménagement territorial, la prévention des risques, la gestion de crise...

Les images envoyées par les satellites procurent des informations exploitables pour de **nombreux usages** tels que :

- ✓ **la gestion d'une situation de crise**. En septembre 2017, Irma, José et Katia sont passés sur les Antilles françaises. Ces trois cyclones ont notamment ravagé une grande partie des îles de Saint-Martin et de Saint-Barthélemy. Pour suivre les traces du passage de ces ouragans, évaluer l'ampleur des dégâts, préparer l'intervention des secours... des satellites tels que Pléiades 1A et 1B ont rapidement été mobilisés par le Cnes.
- ✓ **la prévention des risques industriels**. Trois des réacteurs de la centrale nucléaire de Fukushima sont entrés en fusion le 11 mars 2011, créant la plus grave catastrophe nucléaire du XXIe siècle. Pour évaluer les impacts environnementaux que pourrait causer une telle explosion en France, EDF comme d'autres entreprises françaises multiplient les simulations à partir de l'imagerie satellitaire.

- ✓ **le contrôle de la conformité réglementaire.** Grâce aux images satellitaires, les services en charge de l'urbanisme visualisent les zones urbaines en friche, les parcelles agricoles exploitées, les constructions illicites... et leur évolution. Autant d'informations qui permettent d'objectiver la révision d'un plan local d'urbanisme, la mise en place de mesures d'expulsion, l'interdiction de construire sur certaines zones à risques...
- ✓ **la surveillance épidémiologique.** Les données d'observation de la Terre permettent de caractériser des écosystèmes propices à la prolifération d'agents pathogènes responsables de maladies : présence d'eau stagnante, évolution d'une espèce végétale... Les zones de propagation du moustique tigre (vecteur de la dengue et du chikungunya), des anophèles (paludisme), des tiques (maladie de Lyme)... sont ainsi surveillées pour prévenir les risques épidémiques associés.
- ✓ **l'aménagement du territoire.** Les réformes territoriales successives ont doté les collectivités territoriales de compétences élargies. Qu'il s'agisse de développement économique ou d'action sociale, l'imagerie satellitaire fournit des masses de données et des solutions innovantes pour disposer de cartographies fines, homogènes, actualisées des territoires. Des outils essentiels pour gérer les problématiques territoriales et piloter l'action publique.
- ✓ **la définition des politiques urbaines.** A partir des images fournies par la constellation Pléiades, le Cerema a, par exemple, quantifié la densité urbaine de la métropole bordelaise. Les vues stéréoscopiques des bâtiments ont permis de déterminer la densité volumétrique (nombre de mètres cubes par mètre carré) de chaque parcelle. Un outil de suivi qui apporte des indications précieuses sur l'évolution du tissu urbain et aide à la planification urbaine.

Ces exemples illustrent quelques usages possibles autour de l'imagerie satellitaire. Mais son potentiel d'application en appui aux politiques publiques est très vaste !

Comment observer la Terre ?

Pour observer la Terre, les scientifiques font appel à la **télé-détection**. Dans son acception la plus large, la télé-détection est l'acquisition d'informations sur un objet ou un phénomène, par l'intermédiaire d'un instrument de mesure n'ayant pas de contact direct avec l'objet ciblé.

La télé-détection nécessite l'utilisation d'**instruments de mesure** évoluant à distance de la surface terrestre. Dans l'eau (bateaux, sous-marins, sondeurs multifaisceaux...), dans l'air (avions, hélicoptères, ULM pilotés, drones...) ou dans l'espace (satellites, sondes spatiales...), ces instruments de mesure ont tous leurs spécificités et permettent d'étudier les propriétés d'un objet ou d'un phénomène sous un certain angle. Quand, par exemple, un drone couvre une surface au sol inférieure à 10 km mais peut repérer des objets de 3 cm, un satellite permet d'obtenir l'image d'un territoire de la taille de l'Islande à une résolution allant jusqu'à 35 cm.

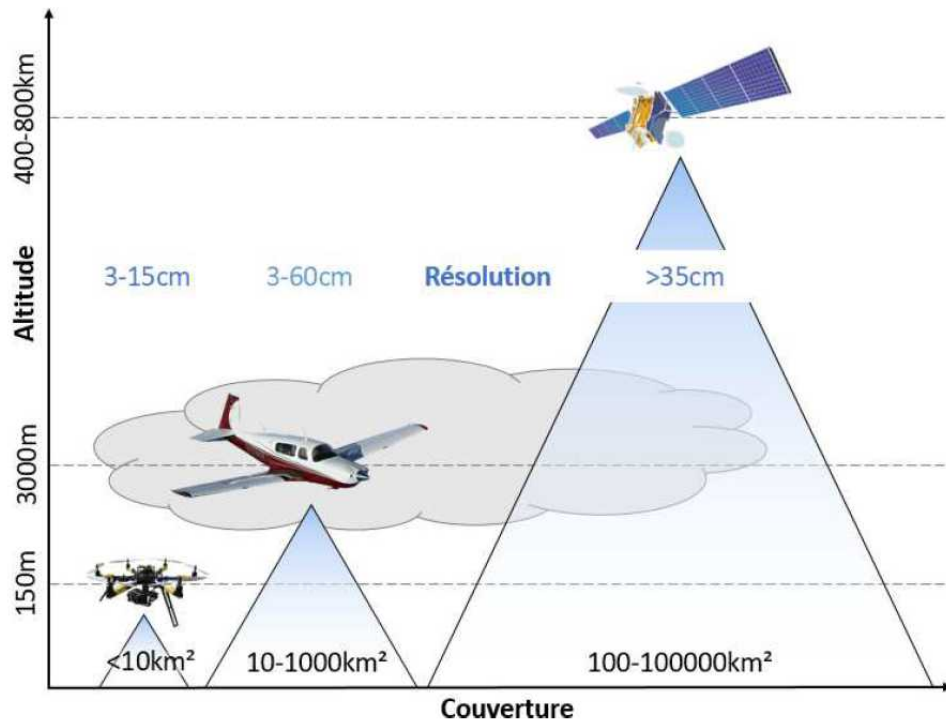


Illustration de la complémentarité entre différents vecteurs : drone, avion et satellite
 Source : DEAL Guyane

Dans le domaine de la télédétection spatiale, le **satellite** apparaît comme un instrument de mesure présentant de nombreux avantages :

- ✓ Le satellite couvre de très grandes surfaces en quelques secondes.
- ✓ Il est capable d'acquérir plusieurs images d'une même région, parfaitement superposables, avec une haute fréquence d'acquisition.
- ✓ La mobilisation d'un satellite peut être très rapide (cf. *Comment accéder aux images satellitaires en cas de crise ?*).
- ✓ Le coût de sa construction, de son lancement et d'opération sont partagés entre plusieurs milliers d'utilisateurs.
- ✓ Son utilisation ne nécessite pas d'autres moyens matériels (ex. location d'un avion), de demander des autorisations de vol (ex. survol des propriétés privées par drone), etc.
- ✓ Les informations qu'il fournit montrent exactement un objet ou un phénomène, sa localisation, son ampleur... de manière factuelle.
- ✓ L'information transmise est numérique : mesurable, archivable, téléchargeable, diffusable...

Pour aller plus loin

- Les satellites : capteurs, domaines spectraux et caractéristiques
- 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/fr/un-peu-de-vulgarisation-le-satellite>
- <https://eduscol.education.fr>
- <http://cours-fad-public.ensg.eu>