

## Comment choisir son image satellitaire ?

**Quels sont les critères à prendre en compte pour choisir son image satellitaire ? Quelles sont les questions à se poser avant d'acquérir une image ? Quelles sont les différences entre les caractéristiques techniques des images Pléiades, SPOT, Sentinel et Landsat ?... Au regard de la multitude des images disponibles, il n'est pas toujours facile de faire un choix. Voici quelques pistes qui peuvent vous guider dans vos réflexions.**

*Mots-clés : Pléiades, SPOT, Sentinel, choix des images*

Préalablement au choix d'une image, quelques précautions élémentaires doivent être prises :

- Avoir formulé le besoin de manière suffisamment précise pour qu'il puisse être décrit techniquement. Pour ce faire, il est possible de se faire accompagner par une assistance à la maîtrise d'ouvrage.
- Avoir étudié les solutions existantes : faire un inventaire des solutions ayant pu être développées antérieurement sur le même sujet, examiner les expériences décrites sur Applisat... voire, directement, poser des questions sur le forum généraliste d'Applisat.

Vient ensuite l'analyse des différents critères de choix. Quels sont ces critères ? A quoi correspondent-ils ?... Premiers éléments de questions / réponses autour des critères techniques, organisationnels et humains qui déterminent le choix d'une image.

### \* Les critères techniques

#### ***Des images prises par des capteurs optiques ou radar ?***

Les capteurs optiques permettent d'avoir une image réaliste (domaine du visible) ou presque (proche infrarouge), mais ils sont aveugles la nuit et sous couvert nuageux. Les capteurs radar (micro-ondes) fournissent des images en noir et blanc plus difficiles à interpréter, mais qui facilitent l'étude de la rugosité de surface, du type de matériau et de sa teneur en humidité. Ils permettent d'acquérir des images de nuit et à travers la couverture nuageuse. Pour mesurer l'étendue d'une nappe d'hydrocarbure sur l'océan, mieux vaut alors utiliser des images radar. Pour caractériser un paysage agricole, des images optiques seront adaptées.

#### ***Quelle largeur de fauchée / surface couverte ?***

Plus la surface balayée lors du passage du satellite est large (moins de 10 km à plusieurs centaines de km), plus les images obtenues sont en basse résolution. Ainsi, une image Pléiades couvre 20 km de large pour une résolution initiale de 70 cm, tandis qu'une image Sentinel-2 en couvre 290 km pour une résolution allant de 10 à 60 mètres. Un compromis est donc à trouver entre la largeur de fauchée et la résolution spatiale attendue, notamment en fonction de la taille du territoire et de la dimension des objets / phénomènes à observer.

#### ***Avec quel niveau de résolution spatiale ?***

Entre une image en basse résolution spatiale (1 pixel = 1 km<sup>2</sup>) et une image en très haute résolution (1 pixel < 1 m<sup>2</sup>), le choix dépend de la taille minimale des objets à identifier et de l'échelle de production cartographique visée. A titre indicatif, une image haute résolution à 15 m sera idéale pour une production au 1 : 60 000 (ex. carte touristique à l'échelle d'un parc naturel régional). Une image très haute résolution à 50 cm sera utilisée pour une échelle recherchée au 1 : 2 000 (ex. carte des activités autour d'une base de loisirs). A noter que cette résolution spatiale diffère suivant les bandes spectrales qui constituent l'image « brute ».

**Quelle(s) bande(s) spectrale(s) ?**

Chaque objet ayant sa propre réflectance, les bandes spectrales du visible (bleu, vert, rouge) seront largement utilisées pour visualiser la présence de l'eau, celles du proche infrarouge pour cartographier la végétation, celles de l'infrarouge moyen pour étudier la composition des sols... Certains satellites optiques ont 5 longueurs d'ondes, d'autres en ont jusqu'à 25 (13 bandes spectrales pour Sentinel-2). Les satellites radar n'enregistrent eux que les images sur une seule bande (P, L, S, C ou X). Le type d'objet que l'on cherche à observer, comme ces caractéristiques géométriques et physiques, sont donc déterminants dans le choix des bandes (panchromatique ou multispectrales) à utiliser.

**Avec ou sans stéréoscopie ?**

Pour l'observation de reliefs accidentés (ex. manteau neigeux en zone montagneuse) ou de tissus urbains (ex. : espaces arborées / espaces enherbés en ville), disposer d'images en 3D peut s'avérer bien utile. Les satellites SPOT 6/7 et Pléiades permettent d'acquérir de telles images stéréoscopiques.

**Quelle fréquence d'acquisition ?**

La fréquence de passage au-dessus d'une même zone (également appelée capacité de revisite ou répétitivité) varie d'un satellite à l'autre. Quand certains satellites ont une fréquence d'acquisition de 24 h entre deux images d'une même zone (ex. Pléiades), d'autres mettent plusieurs jours (ex. 5 j. pour Sentinel-2). En cas de crise, il est primordial de pouvoir accéder à des images au jour le jour (même heure par heure). Pour des suivis annualisés (ex. évolution des surfaces agricoles, etc.), la fréquence d'acquisition n'est pas un critère de choix essentiel.

**Quel matériel pour gérer ces images ?**

Une image Pléiades en 8 bits pèse près de 6 Go ; en 16 bits, elle en pèse deux fois plus... Si la dimension du territoire étudié nécessite la création d'une mosaïque d'images, les capacités de stockage (ordinateurs, serveurs...) sont à regarder de près. De même, pour le traitement automatisé des images, mieux vaut être équipé d'un ordinateur puissant : processeur haut de gamme (ex. Intel i5 et 8 Go de mémoire vive), rapidité d'écriture du disque dur (ex. 7 200 tours / minute)...

**Des images provenant de quels satellites ?**

Avec plus de 300 satellites d'Observation de la Terre en orbite, difficile de savoir lesquels mobiliser ! Pour accéder facilement à des images gratuites ou à coût très compétitif (cf. Les critères organisationnels, ci-après), il est intéressant de comparer les caractéristiques des images provenant déjà des satellites suivants :

Satellites	Agence	Année de lancement	Type de capteur	Fauchée	Résolution spatiale (m)	Bandes spectrales	Fréquence d'acquisition
<b>PLÉIADES 1 et 2</b>	CNES (Centre national d'études spatiales)	2011 / 2012	Optique	20 km	PA <sup>1</sup> : 0,7 (rééchantillonné à 0,5) / MS <sup>2</sup> : 2,8	Visible et proche infrarouge	2 jours
<b>SPOT 6 et 7</b>	CNES (Centre national d'études spatiales)	2012 / 2014	Optique	60 km	PA : 1,5 / MS : 6	Visible et proche infrarouge	1 à 3 jours
<b>SENTINEL 1A et 1B</b>	ESA (European Space Agency)	2014 / 2016	Radar	4 modes d'acquisition : > fauchée de 400 km / résolution de 20 x 40 m > fauchée de 250 km / résolution de 5 x 20 m > fauchée de 100 km / résolution de 5 x 5 m > fauchée de 80 km / résolution de 5 x 5 m		Bande C	3 jours (à l'équateur)

<b>SENTINEL 2A et 2B</b>	ESA (European Space Agency)	2015 / 2017	Optique	290 km	MS : 10, 20, 60	Visible et proche infrarouge (13 bandes)	5 jours
<b>LANDSAT 8</b>	UGSA (USA Geological Survey) / NASA (National Aeronautics and Space Administration)	2013	Optique	180 km	PA : 15 / MS : 30	CA <sup>3</sup> , visible, proche et moyen infrarouge	16 jours

<sup>1</sup> PA : panchromatique

<sup>2</sup> MS : multispectrale

<sup>3</sup> CA : côtier / aérosol

Pour aller plus loin, les recherches d'images peuvent être orientées vers d'autres satellites :

- financés sur fonds européens et développés par l'ESA : Sentinel-3, Sentinel-4, Sentinel-5, Sentinel-6, ENVISAT... (cf. fiche sur Copernicus)
- développés par des agences nationales étrangères : TERRASAR- X / TANDEM-X (German Aerospace Center), COSMO-SKYMED (Agenzia Spaziale Italiana), RADARSAT-2 (Canadian Space Agency)...
- lancés par des compagnies privées : GeoEye, QuickBird, WorldView...

### \* Les critères organisationnels

#### **Le coût d'acquisition ?**

A l'ensemble de ces critères techniques s'ajoutent des critères plutôt « organisationnels », tels que le coût d'acquisition de l'image. Celui-ci dépend de plusieurs facteurs : la qualité du demandeur (institutionnels, privés...), la disponibilité de l'image (image d'archives ou image à programmer), le niveau de priorité de la demande (ex. demande d'acquisition urgente pour gérer une crise), etc. Les institutionnels français peuvent, par exemple, accéder à des images Pléiades à des coûts très modérés :

- Images d'archives : 1,40 € / km<sup>2</sup> pour une image non acquise – Gratuit si déjà acquise par un autre institutionnel
- Programmation d'une nouvelle image : 1,80 € / km<sup>2</sup> pour une programmation standard – 2 € / km<sup>2</sup> pour une programmation prioritaire

Le critère « coût » est peu contraignant sur des images Pléiades, SPOT, Sentinel... mais peut le devenir si le parti est pris d'opter pour des images prises par des satellites commerciaux.

#### **Avec quelles modalités d'accès ?**

La facilité d'accès à certaines images peut aussi entrer en ligne de compte. Les organismes de recherche, services de l'État et collectivités ont facilement accès aux images des satellites SPOT et Pléiades. Pour les entreprises privées, l'accès est plus limité. (cf. fiches Comment accéder aux images SPOT 6/7 et Pléiades ?). Les images Sentinel sont, quant à elles, en accès libre et gratuit pour tous les contribuables européens (mais inscription obligatoire). Plusieurs plateformes permettent d'y accéder : PEPS (développé par le CNES), le portail Theia, les DIAS de Copernicus (cf. fiche Copernicus) ...

#### **Pour quel degré d'urgence ?**

Selon le degré d'urgence, il peut être nécessaire de demander l'activation de satellites. Lors d'une crue (ex. la crue du Loing en 2016) comme lors du passage d'une tempête (ex. l'ouragan Irma en 2017), le critère prioritaire devient l'accès à la donnée disponible, quelle qu'elle soit (cf. fiche Comment accéder aux images satellitaires en cas de crise ?).

#### **Avec quel délai de production ?**

Lorsqu'une crise majeure survient, le temps est compté. Avec le programme « Copernicus Emergency

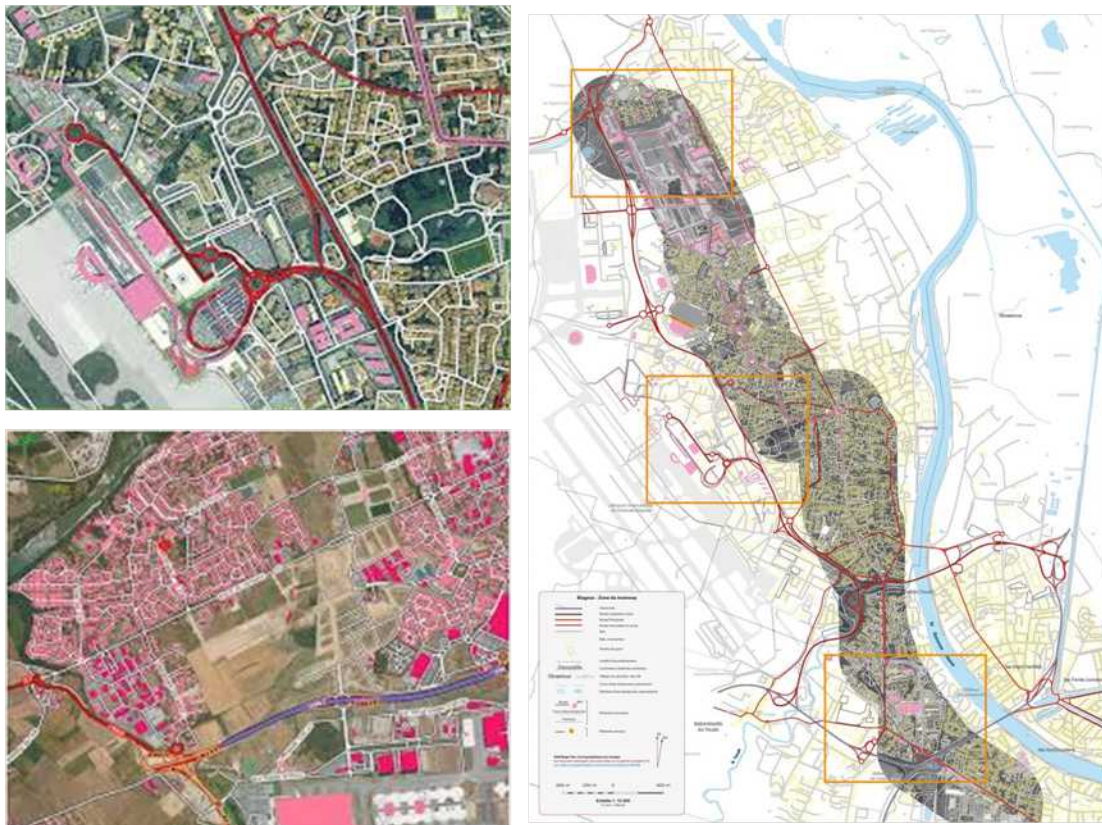
Management Service », composante urgence du programme Copernicus, l'utilisateur disposera, dans un délai de 3 heures, de produits cartographiques réalisés à partir d'images programmées. Pour l'étude de phénomènes à plus long terme, tels que le suivi pluriannuel de l'évolution des friches agricoles, des images d'archives Pléiades, disponibles sur plusieurs millésimes, seront les bienvenues.

***Avec quelle licence / pour quel type de diffusion ?***

Les contrats de licence varient d'un fournisseur à l'autre. Pour les images SPOT 6/7 et Pléiades acquises, traitées et validées par IGN Espace, le contrat de licence donne le droit d'utiliser les images, de les publier en visualisation... mais n'ouvrent pas droit à une redistribution. Pour la diffusion d'images satellitaires sur des plateformes de téléchargement de données en Open Data, les contrats de licence restent à vérifier au cas par cas.

***La complémentarité avec les autres données ?***

Pour la réalisation de produits cartographiques, les images satellitaires sont souvent couplées avec d'autres données : base de données de référence (BD Ortho, PCI vecteur...), relevés GNSS, images prises par drone, données issues de capteurs en mer... En fonction de la qualité de l'image obtenue en superposant ces différents types de données, le choix de l'image satellitaire peut évoluer.



*Superposition de bases de données de l'IGN (BD Ortho / BD Topo)  
avec des images satellites (Pléiades / Worldview)  
Source : @IGN, @DigitalGlobe*

**\* Les critères humains**

***Quelles compétences en télédétection ?***

Avec des notions de télédétection, il est possible d'interpréter facilement les bandes panchromatiques (nuances de noir et blanc), notamment pour distinguer des bâtiments (en blanc) au milieu d'espaces verts (en gris plus ou moins foncé). L'étude des compositions colorées (basées sur les bandes bleu, vert et rouge) est également intuitive. En revanche, l'analyse d'images radar (ex. pour la détection de structures enfouies en archéologie) implique des compétences plus poussées en télédétection. Un niveau Master peut être requis en la matière. Pour en savoir plus sur les formations en géomatique, un annuaire des formations est proposé par l'AFIGEO et GeoRezo :

<https://georezo.net/wiki/formation/start>

### ***Quelle ressources humaines / temporelles dédiées au projet ?***

La recherche, l'acquisition, le traitement et l'élaboration d'une première cartographie basée sur l'imagerie satellitaire demande un peu de temps. Pour des réalisations simples, il est préférable de partir d'images d'archives Pléiades ou SPOT, et d'un travail manuel d'interprétation. Pour des réalisations plus complexes, nécessitant la définition d'une méthode de classification basée sur des échantillons d'apprentissage... des ressources humaines supplémentaires devront être allouées au projet, notamment pour disposer d'assez de temps pour acquérir et tester différentes images.

### ***Un accompagnement ?***

De nombreux acteurs du spatial interviennent dans l'acquisition et le traitement d'images satellitaires. Le programme européen [COPERNICUS](#) propose des services dans six principaux domaines (Atmosphère, Marin, Terrestre, Changement climatique, Sécurité, Urgence), avec cinq plateformes en ligne DIAS (services d'accès aux données et à l'information). [IGN Espace](#) fournit des données, des services et des expertises incontournables pour l'utilisation de certaines images. Le [Cerema](#) apporte un appui aux acteurs territoriaux sur les questions d'acquisition et de production satellitaires... Tous peuvent vous aider pour choisir une image et faire vos premiers pas dans l'imagerie satellitaire.

### ***Les échanges de pratiques avec d'autres acteurs du satellite ?***

Vous souhaitez aller plus loin ? Echanger sur le type d'images satellitaires à mobiliser pour tel ou tel usage en particulier (déterminer des zones inondées, évaluer le potentiel solaire d'un département, évaluer la verdure en ville, suivre l'évolution d'un trait de côte...) ? Explorer davantage le potentiel de l'imagerie satellitaire ? Partager votre expérience en matière d'applications satellitaires ? Vous êtes le bienvenu dans la communauté des utilisateurs du satellite ! Pour nous rejoindre...