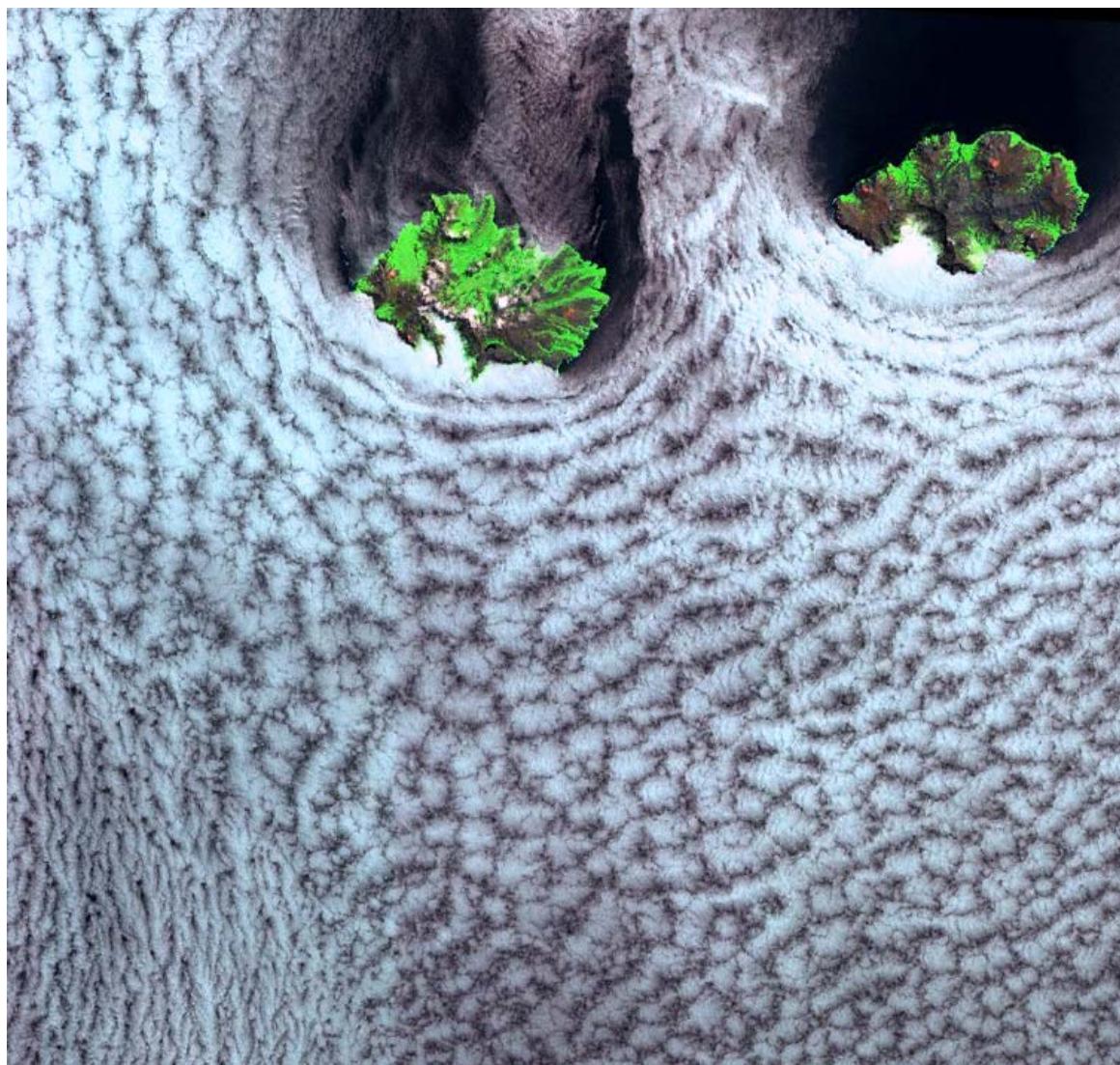


Télédétection

Les principales imageries d'intérêt pour la ZATA

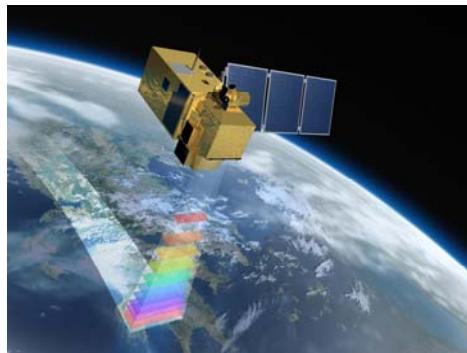


Document à usage interne | Damien FOURCY – INRAE UMR ESE | 2020



SOMMAIRE

Images aériennes basse altitude (Low Altitude Aerial Photography)	2
Imageries satellitaires	3
Pléiades 1A et 1B (Très Haute Résolution)	3
Caractéristiques des images	
Accès	
SPOT 6-7 (Haute Résolution)	4
Caractéristiques des images	
Accès et informations supplémentaires	
LANDSAT 8	5
Caractéristiques des images (OLI et TIRS)	
Accès	
SENTINEL 2	6
Caractéristiques des images	
Accès	
Comparaison des imageries satellitaires	8
Comparaison des fauchées	
Comparaison des bandes spectrales	
Comparaison des résolutions spatiales	
Structure des données et dénomination des fichiers	11
Opérations de base	15
Ouverture des images	
Combinaison de bandes	
Vos questions	19
Choisir le bon type d'imagerie pour votre projet	20
Terminologie, abréviations et acronymes	22
Liens utiles	25



Ce document a pour objectif de présenter quelques imageries satellitaires ou aériennes pertinentes pour les recherches menées sur la ZATA et dont l'acquisition comme l'exploitation peuvent s'envisager collectivement.

Les caractéristiques principales de ces imageries sont décrites dans le but de vous aider à choisir les plus adaptées à vos travaux.

Ce document rassemble également les informations minimales à connaître pour utiliser ces images et aborde les opérations de base permettant de les explorer visuellement.

De nombreuses autres imageries satellitaires existent, celles présentées ici ont l'avantage d'être gratuites et pour certaines facilement accessibles.

Imagerie	Coût pour ZATA	Accès	Remarques
Pléiades	Partiellement gratuit	Sur dossier Via Theia/Dinamis	Programmable (on peut demander l'acquisition de nouvelles images).
SPOT	Partiellement gratuit	Sur dossier. Via Theia/Dinamis	
Sentinel	Gratuit	Libre Via portails web	Récent, donc archives à partir de 2016 seulement
Landsat	Gratuit	Libre Via portails web	Archives depuis 1999 sur le subantarctique
LAAP*	Achat de matériel	Production interne (IPEV 136, IPEV 109)	En cours de développement dans la ZATA.

*LAAP : Low Altitude Aerial Photography, il s'agit ici de photos prises avec un drone ou cerf-volant

Tableau 1 : Liste des imageries présentées.

Images aériennes basse altitude (Low Altitude Aerial Photography)

Images acquises depuis un drone ou un cerf-volant à une hauteur généralement inférieure à 150 m au-dessus du sol (plancher de vol des avions). La résolution des images dépend du capteur de l'appareil photographique, de la focale de l'objectif et de la hauteur de prise de vue. Elle est donc adaptable selon les besoins et peut aller de **quelques millimètres à quelques centimètres par pixel**. L'usage d'une caméra multispectrale est également possible (exemple : caméra Parrot Sequoia, 4 canaux RVB + IR).

Avantages :

Ultra haute résolution, pas de contraintes liées au couvert nuageux, grande souplesse pour la prise de vues.

Inconvénients :

Mise en œuvre tributaire de la météorologie (pluie, vent), et de la réglementation locale (RN, Antarctique). Faible couverture spatiale à chaque session de prise de vue. A 150 m de haut une image couvre environ 25000 m² (Capteur format APS-C et focale équivalente 28 mm).

Applications :

Pour des zones d'étude de l'ordre de quelques hectares. Identification fine des communautés végétales, comptage des effectifs d'une colonie animale, création de modèles numériques de surface (3D) par photogrammétrie.

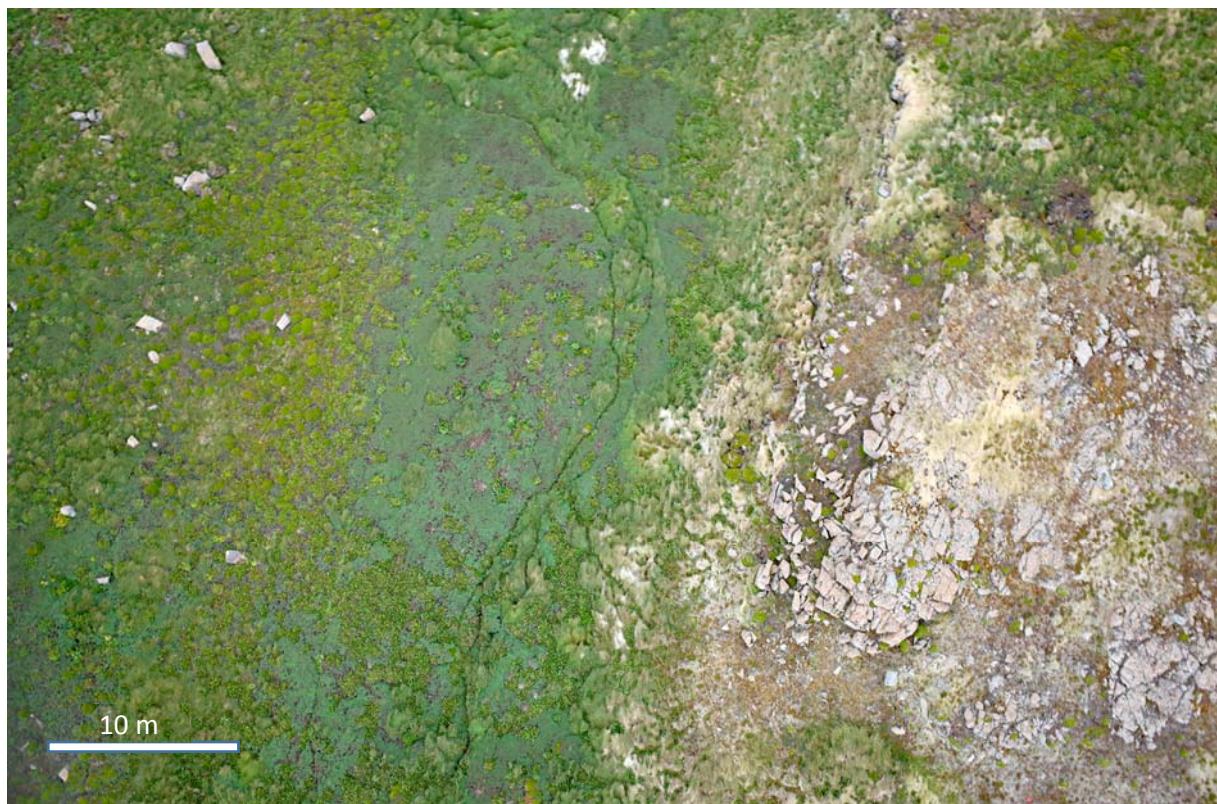


Figure 1 : Photographie basse altitude prise par cerf-volant sur l'île Mayes (Kerguelen). On distingue clairement les différentes communautés végétales ainsi que d'autres éléments comme le sentier qui s'est formé sur ce secteur fréquenté très régulièrement depuis 30 ans. Photo : D.Fourcy 2016.

Imageries satellitaires

Pléiades 1A et 1B (Très Haute Résolution)

Deux satellites, de caractéristiques identiques et sur la même orbite.

Résolution spatiale des produits ortho : 0.5 m en panchromatique, 2 m en multispectral

Revisite : 1 jour

Fauchée : 20 km

Caractéristiques des images

Bandé	Description	λ min (μm)	λ max (μm)	Résolution (m)
PAN	Panchromatique	0.47	0.83	0.5
B0	Bleu	0.43	0.55	2
B1	Vert	0.50	0.62	2
B2	Rouge	0.59	0.71	2
B3	Proche infrarouge (NIR)	0.74	0.94	2

Accès

Pléiades et SPOT ont été rendues disponibles gratuitement ou à bas coût pour les utilisateurs institutionnels français via la structure Theia / Dinamis. C'est à ce guichet que nous adressons les demandes de programmation pour la ZATA. Nous disposons d'un quota gratuit de 2000 km² (en monoscopique), au-delà, le coût est de 1€ / Km². En contrepartie de ces conditions d'accès nous devons fournir annuellement un **bilan de l'utilisation des images commandées**.

La centralisation des demandes a été faite par Marc Lebouvier jusqu'en 2019, elle est faite à présent par Damien Fourcy (damien.fourcy@inrae.fr).

Les archives Pléiades sont consultable ici :

<https://www.intelligence-airbusds.com/fr/5114-parcourir-et-commander>

Plus d'informations

Depuis l'exploitation de Pléiades et SPOT par l'opérateur privé Airbus Defence and Space, l'information technique disponible est très réduite. Les pages officielles sont consultables ici :

<https://www.intelligence-airbusds.com/satellite-data/>

SPOT 6-7 (Haute Résolution)

Deux satellites, de caractéristiques identiques et sur la même orbite

Résolution spatiale : 1.5 m en panchromatique, 6 m en multispectral

Revisite : 1 jour avec SPOT6 et SPOT7 exploités simultanément

Fauchée : 60 km

Caractéristiques des images

Bandé	Description	λ min (μm)	λ max (μm)	Résolution (m)
PAN	Panchromatique	0.450	0.744	1.5
B0	Bleu	0.450	0.520	6
B1	Vert	0.530	0.580	6
B2	Rouge	0.625	0.695	6
B3	Proche infrarouge (NIR)	0.760	0.890	6

Accès

La Zata dispose d'un accès aux archives SPOT via Théia/Dinamis. Pas de programmation possible actuellement.

Les demandes sont centralisées pour la ZATA par Damien Fourcy (damien.fourcy@inrae.fr).

Les archives SPOT sont consultable ici :

<https://www.intelligence-airbusds.com/fr/5114-parcourir-et-commander>

Plus d'informations

Quelques informations techniques ici :

<https://www.intelligence-airbusds.com/satellite-data/>

LANDSAT 8

Résolution spatiale : 15 m en panchromatique, 30 m en multispectral, 30 m en IR thermique rééchantillonné.

Revisite : 16 jours, couverture globale

Fauchée : 190 km (scène : 190 x 180 km)

Couverture : 82°40' N - 82°40' S

Caractéristiques des images (OLI et *TIRS*)

Bandé	Description	λ min (μm)	λ max (μm)	Résolution (m)
1	Coastal/Aerosol	0.435	0.451	30
2	Blue	0.452	0.521	30
3	Green	0.533	0.590	30
4	Red	0.636	0.673	30
5	NIR	0.851	0.879	30
6	Short Wave IR-1	1.566	1.651	30
10	<i>Thermal IR-1</i>	10.60	11.19	100
11	<i>Thermal IR-2</i>	11.50	12.51	100
7	SWIR-2	2.107	2.994	30
8	PAN	0.503	0.676	15
9	Cirrus	1.363	1.384	30

Accès

Les images Landsat sont accessibles facilement et gratuitement ici : <https://earthexplorer.usgs.gov/>

Plus d'informations

Contrairement à Pléiades et SPOT, beaucoup d'informations sont disponibles pour Landsat : <https://landsat.usgs.gov/>

SENTINEL 2

Deux satellites S2A et S2B, de caractéristiques proches et sur la même orbite

Résolution spatiale : 10 m, 20 m, 60 m selon les bandes

Revisite : 5 jours

Fauchée : 290 km (tuiles des produits orthorectifiés niveau 1C et 2A* : 100 km x 100 km)

Couverture : 83° N – 56° S

* Voir page 7

Caractéristiques des images

Bandé	Description	Longueur d'onde centrale (μm)	Largeur de la bande (μm)	Résolution (m)
1	Aérosols	0.443	0.02	60
2	Bleu	0.49	0.065	10
3	Vert	0.56	0.035	10
4	Rouge	0.665	0.03	10
5	Red-Edge	0.705	0.015	20
6	Red-Edge	0.74	0.015	20
7	Red-Edge	0.783	0.02	20
8	NIR	0.842	0.115	10
8a	NIR	0.865	0.02	20
9	NIR (water/vapour)	0.945	0.02	60
10	SWIR (cirrus)	1.375	0.03	60
11	SWIR (snow/ice/clouds)	1.61	0.09	20
12	SWIR (snow/ice/clouds)	2.19	0.18	20

Accès

Les images sont accessibles gratuitement via plusieurs portails dont :

- Copernicus (programme d'observation de la Terre de l'Union Européenne) :

<https://scihub.copernicus.eu/dhus/-/home>

- EarthExplorer : <https://earthexplorer.usgs.gov/>

Produits disponibles

Généralement, sur les zones géographiques de la ZATA, les produits de niveau 2A ne sont pas pré-existants.

Nom	Description	Production & Distribution	Volume de données
Level-1C	Réflectance <i>Top-of-atmosphere</i>	Génération systématique et diffusion en ligne	600 MB (100 km x 100 km)
Level-2A	Reflectance <i>Bottom-of-atmosphere</i>	Génération systématique et diffusion en ligne + génération par l'utilisateur (Sentinel 2 Toolbox)	800 MB (100 km x 100 km)

Plus d'informations

<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/home>

Comparaison des imageries satellitaires

Comparaison des fauchées

La fauchée, c'est à dire la largeur au sol de l'emprise des images le long de la trace du satellite est un des paramètres de base à prendre en compte dans le choix de l'imagerie pour votre projet. La figure ci-dessous compare les fauchées des différents capteurs.



Figure 2 : illustration des fauchées des différents satellites (largeur d'une image le long de la trace du satellite). On remarque l'intérêt de l'imagerie Sentinel 2 qui peut permettre d'avoir une couverture de tout l'archipel de Kerguelen à une même date. Cela se vérifie dans quelques images disponibles.

Comparaison des bandes spectrales

Les bandes spectrales de Pléiades et SPOT sont volontairement très similaires. Trois bandes dans le visible et une bande dans le proche infrarouge. En revanche il y a plus de différences entre Sentinel 2 et Landsat 8 (cf. figure 3)

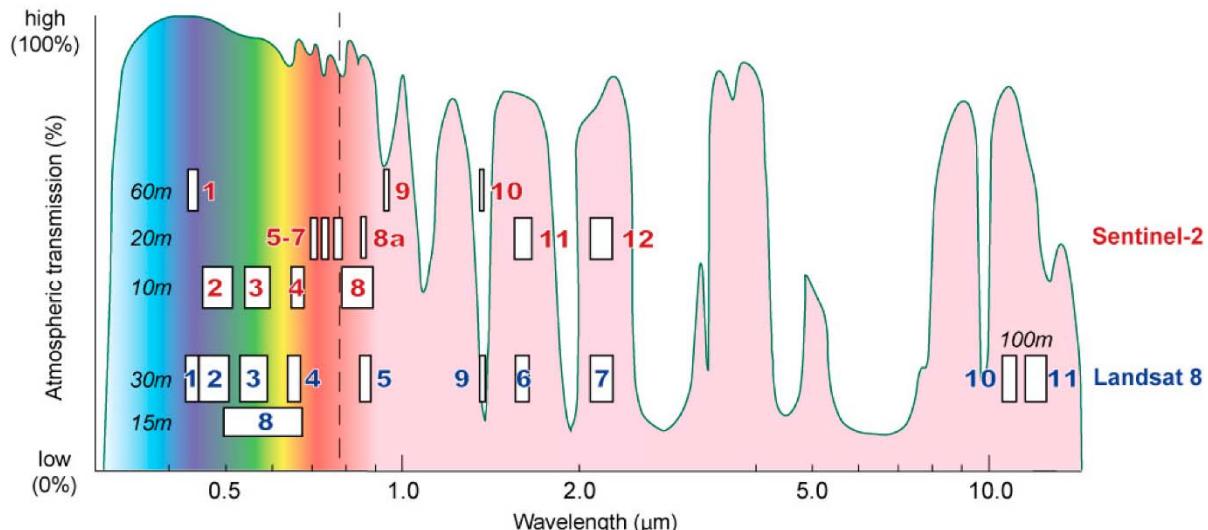


Figure 3 : Comparaison des bandes spectrales de Sentinel 2 et Landsat 8 (D'après Kääb et al. Remote Sensing 2016).

Remarquez les bandes 5 à 7 de Sentinel 2, situées dans la gamme infrarouge appelée « red edge » très utile pour l'étude de la végétation. Landsat 8 possède de son côté deux bandes dans les infrarouges thermiques (10 et 11) non couverts par Sentinel 2.

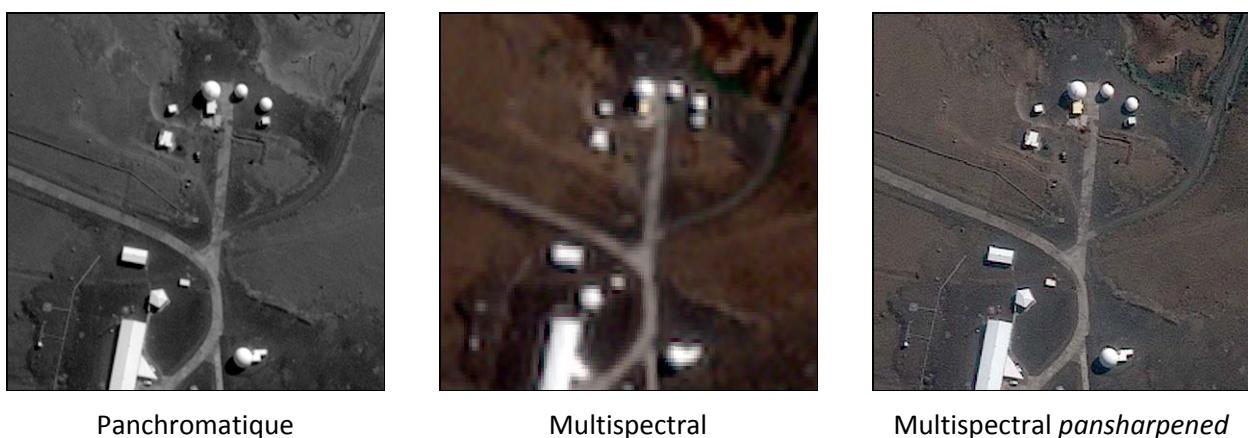
Pour en savoir plus sur ces différentes bandes spectrales :

<https://landsat.usgs.gov/what-are-best-spectral-bands-use-my-study>

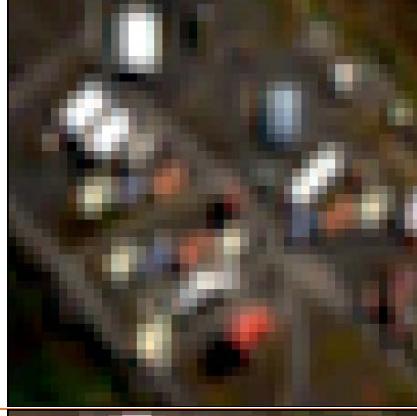
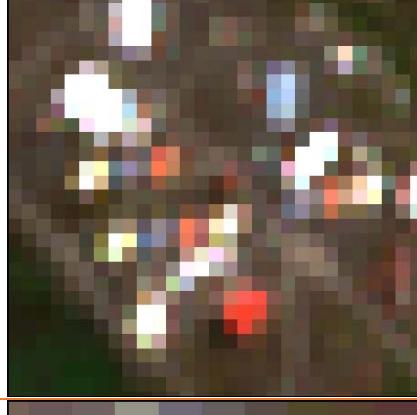
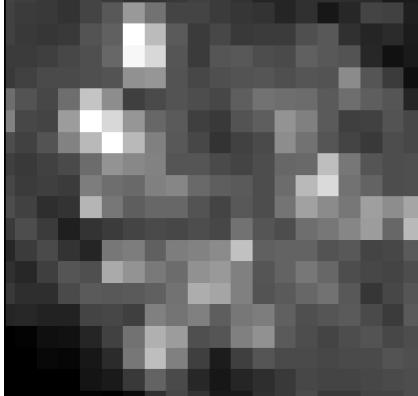
<https://landsat.usgs.gov/spectral-characteristics-viewer>

Comparaison des résolutions spatiales

Pour chaque scène, sauf avec Sentinel 2 de technologie plus récente, une image en mode panchromatique (noir et blanc) de résolution plus élevée est produite en plus des bandes multispectrales. Il est possible de fusionner la bande panchromatique avec les bandes multispectrales selon des méthodes standardisées pour obtenir une image couleur affinée. C'est la technique du *Pan Sharpening* illustrée par la figure ci-dessous sur un extrait d'une image Pléiades de 2017 (installations du CNES, Kerguelen) :



La page suivante montre une comparaison des résolutions en mode panchromatique ou multispectral disponibles pour chaque imagerie. Les vignettes sont des extraits centrés sur Port-aux-Français.

Panchromatique	Multispectral	Imagerie
		Pléiades 0.5 m / 2 m
		SPOT 6/7 1.5 m / 6 m
Pas de bande panchromatique		Sentinel 2 10 m
		Landsat 8 15m / 30 m

Structure des données et dénomination des fichiers

Les images SPOT, Pléiades, Landsat ou Sentinel 2 sont livrées sous forme de répertoires structurés contenant plusieurs fichiers en plus des fichiers images (métadonnées, masques, etc.). Les scènes très vastes sont divisées en tuiles dans les produits SPOT et Pléiades. Ces fichiers images portent l'extension .tif (GeoTiff) ou .jp2 (JPEG 2000) selon le format commandé. Dans les produits Sentinel 2 et Landsat 8, il y a un fichier image par bande.

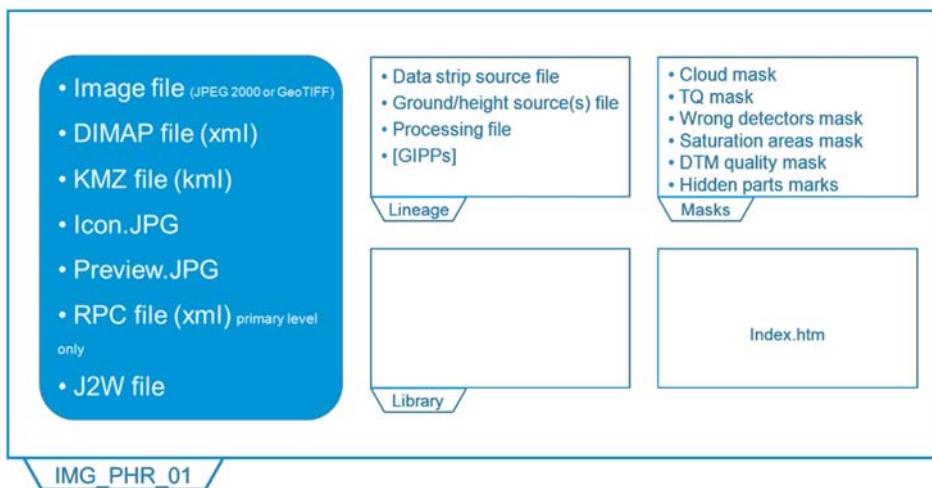


Figure 4 : Structure DIMAP v2 des produits Pléiades et SPOT 6/7

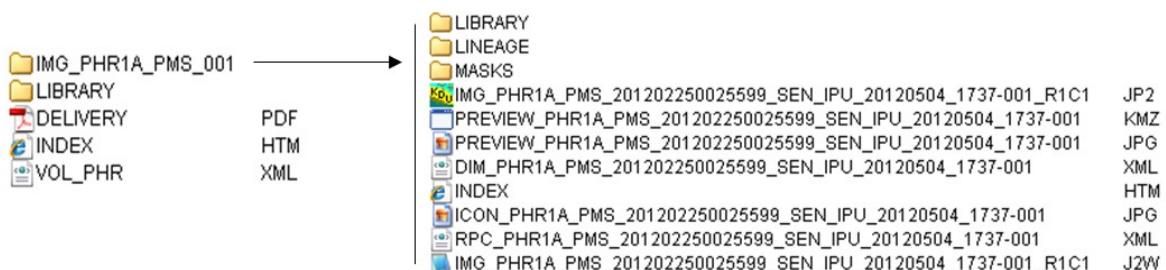


Figure 5 : Exemple d'un répertoire d'une image Pléiades

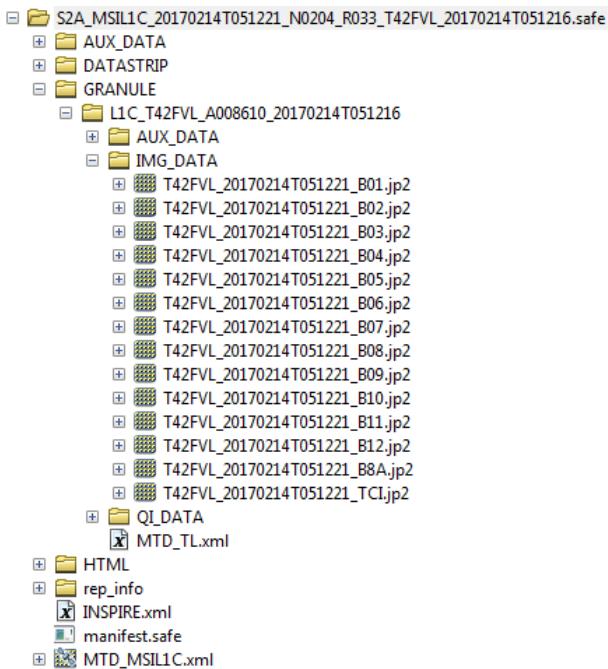


Figure 6 : exemple de répertoire d'une scène **Sentinel 2**. Les images de chaque bande sont contenues dans le sous-répertoire GRANULE. Les autres répertoires contiennent des informations de contrôle de qualité et des métadonnées.

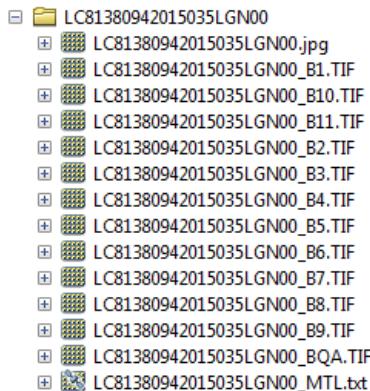


Figure 7 : exemple de répertoire d'une scène **Landsat 8**. La structure est beaucoup plus simple. Les images de chaque bande sont contenues sous la racine du-répertoire. Les métadonnées sont dans le fichier portant le suffixe MTL et l'extension .txt.

Conventions de dénomination

Les conventions de dénomination des fichiers images sont présentées ci-après. Pour plus d'informations sur le contenu d'un produit et la dénomination des autres fichiers, se reporter aux guides des utilisateurs :

SPOT 6-7 : <https://www.intelligence-airbusds.com/en/5279-spot-6-user-guide>

Pléiades : <https://www.intelligence-airbusds.com/fr/4567-pleiades-user-guide>

Sentinel 2 : <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi>

Landsat 8 : <https://landsat.usgs.gov/landsat-8-data-users-handbook>

Pléiades

Les noms de fichiers pour les produits sont organisés ainsi :

PHR<SAT_NUMBER>_<SPECTRAL_PROCESSING>_<IMAGING_TIME>_<PROCESS_LEVEL>_<JOB_ID>

Exemple: PHR1A_PMS_201006181052299_ORT_123456789

Avec :

<SAT_NUMBER> = numéro du satellite

<SPECTRAL_PROCESSING> = P: panchro, MS : multispectral 4 bandes, PMS : Multispectral *pansharpened*

<IMAGING_TIME> = date de début de l'acquisition, UTC locale. Format = "YYYYMMDD_HHMMSSS"

<JOB_ID> = Internal production identifier

<PROCESS_LEVEL> = {EN : sensor, ORT : Ortho, MOS : ortho mosaic}

SPOT

Les noms de fichiers pour les produits ortho et primaires sont organisés ainsi :

SPOT<SAT_NUMBER>_<SPECTRAL_PROCESSING>_<IMAGING_TIME>_<PROCESS_LEVEL>_<JOB_ID>

Exemple: SPOT6_PMS_201006181052299_ORT_123456789

Avec :

<SAT_NUMBER> = numéro du satellite

<SPECTRAL_PROCESSING> = P: panchro, MS : multispectral 4 bandes, PMS : Multispectral *pansharpened*

<IMAGING_TIME> = date de début de l'acquisition, UTC locale. Format = "YYYYMMDDHHMMSSS"

<PROCESS_LEVEL> = SEN : sensor, ORT : Ortho

LANDSAT 8

Convention de dénomination Landsat 8, exemple :

LC80390222013076EDC00

Avec :

L: Landsat

C / O / T: Instrument; C = Combiné, O = OLI, T = TIRS

8: Version du satellite

039: Path (quadrillage WRS-2)

022: Row (quadrillage WRS-2)

2013: année

076: jour Julien (jour 76 de l'année civile = 17 mars)

EDC: Station terrestre où les données ont été reçues

00: numéro de version de l'archive

SENTINEL 2

Convention de dénomination compacte (depuis 6 décembre 2016) :

MMM_MSIL1C_YYYYMMJJHHMMSS_Nxxxxy_ROOO_Txxxxx_<Discriminateur de produit>.SAFE

Les produits contiennent deux dates.

La première date (AAAAMMJJHHMMSS) est la date d'acquisition par le capteur.

La deuxième date est le champ "<Discriminateur de produit>" utilisé pour distinguer les différents produits finaux d'une même acquisition. L'heure dans ce champ peut être antérieure ou légèrement postérieure à celle de l'acquisition.

Les autres composants du nom de fichier sont:

MMM: est l'identifiant de la mission (S2A / S2B)

MSIL1C: indique le niveau de produit Level-1C

AAAAMMJJHHMMSS: l'heure de début de la détection

Nxxxxy: le numéro « Processing Baseline » (par exemple, N0204)

ROOO: numéro d'orbite relative (R001 - R143)

Txxxxx: numéro de tuile

SAFE: Format du produit (format d'archive standard pour l'Europe)

Opérations de base

Ouverture des images

Pour ouvrir des images satellites vous aurez besoin d'un logiciel adapté tel que **ENVI, ArcGis, Qgis, SNAP, Orfeo Toolbox**, etc.

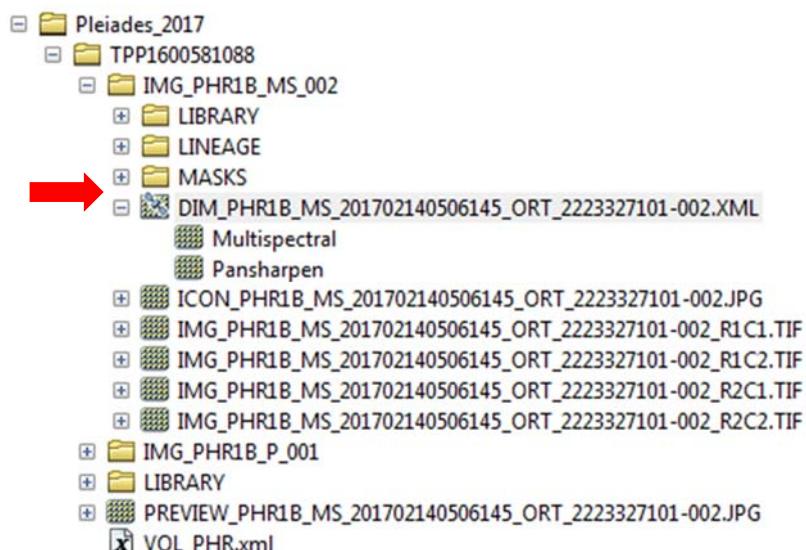
Liens vers les logiciels Open Source :

SNAP : <https://step.esa.int/main/download/>

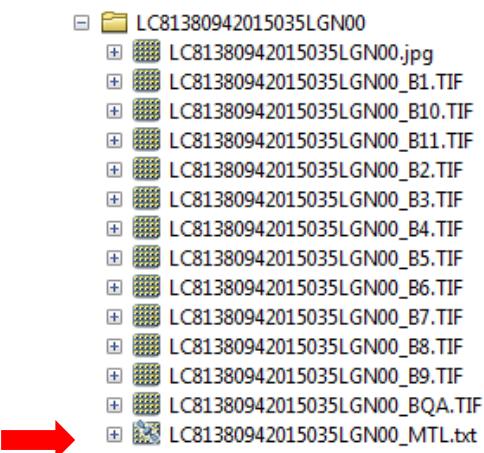
Qgis : <https://www.qgis.org/fr/site/>

Orfeo toolbox : <https://www.orfeo-toolbox.org/>

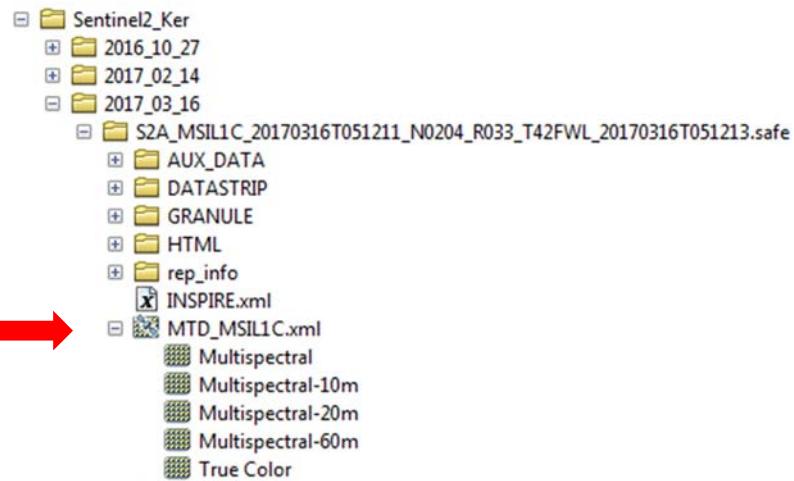
Pour ouvrir les images SPOT 6/7 ou Pléiades avec ArcGis ou SNAP, ouvrez le fichier portant le préfixe DIM et l'extension XML ou l'un de ses composants :



Pour ouvrir les fichiers Landsat 8 avec ArcGis ou SNAP ouvrez le fichier portant le suffixe MTL et l'extension txt



Pour ouvrir les fichiers Sentinel 2 avec ArcGis ou SNAP ouvrez le fichier portant le préfixe MTD et l'extension xml.

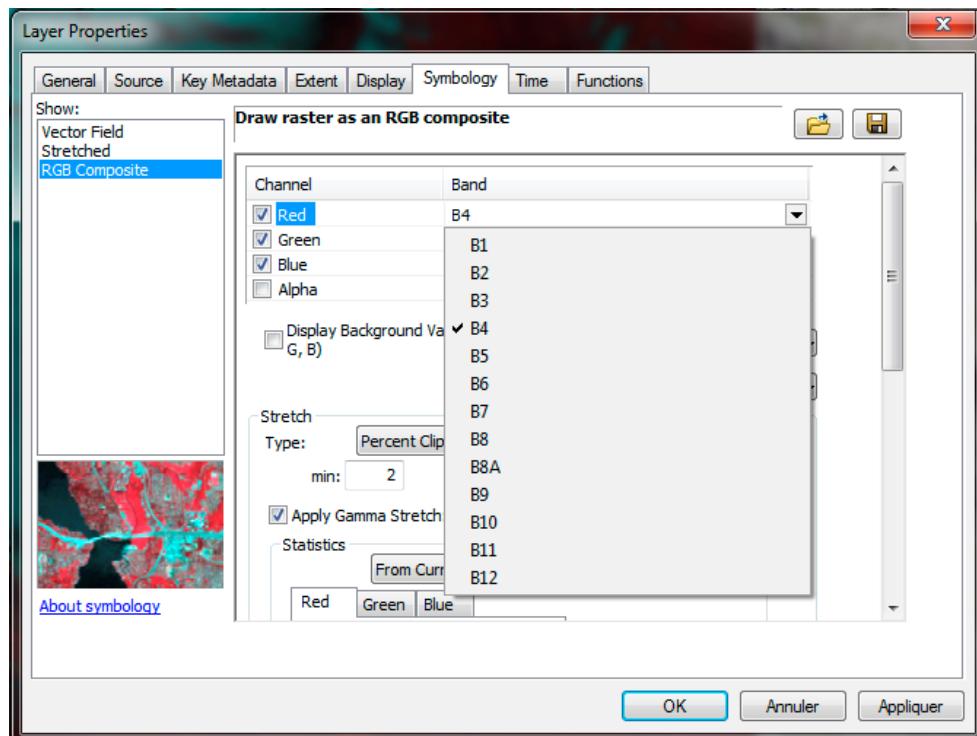


Combinaison de bandes

En combinant les différentes bandes des images Landsat 8 ou Sentinel 2, on peut mettre en évidence visuellement différentes informations.

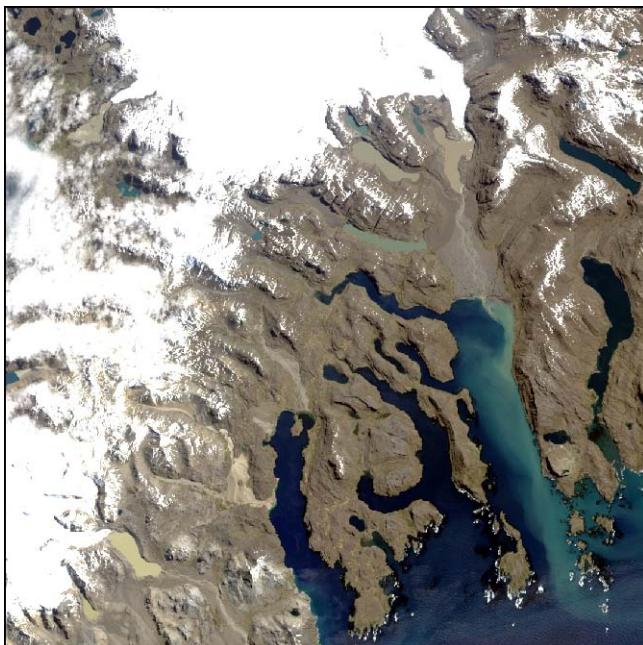
Les combinaisons simples consistent à affecter aux canaux Rouge, Vert et Bleu d'une image restituée par un écran les différentes bandes d'une image satellites.

Pour réaliser, avec ArcGis par exemple, une combinaison de bandes il suffit de choisir les bandes pour chacun des canaux RVB dans les propriétés de symbologie de la couche raster. Ci-dessous un exemple avec Landsat 8 :



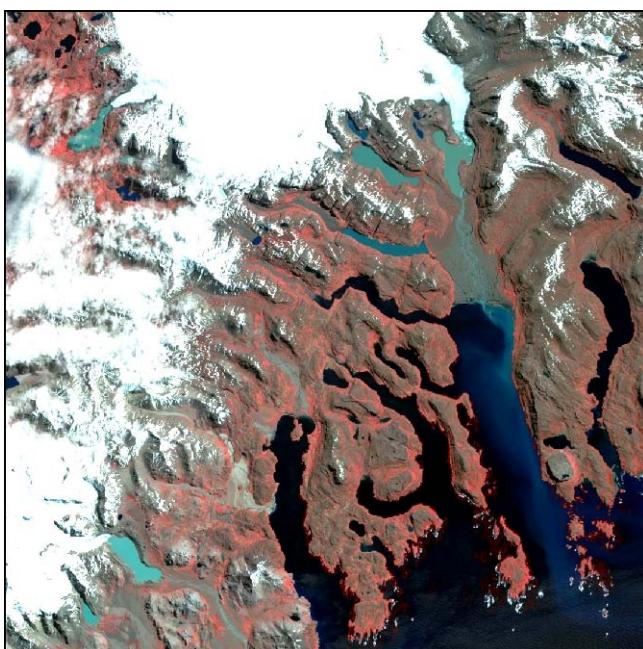
Le principe est le même avec les autres logiciels de géomatique (SNAP, Qgis, ENVI, ...)

Voici ci-dessous quelques exemples de combinaisons pour une image Landsat 8 (secteur Baie de la Mouche, Kerguelen). Les chiffres indiquent respectivement les bandes affectées au Rouge, Vert et Bleu de l'image restituée. Des combinaisons similaires sont également réalisables avec Sentinel 2. Les deux premières combinaisons sont les plus fréquemment rencontrées et sont réalisables avec toutes les imageries satellitaires présentées dans ce document.



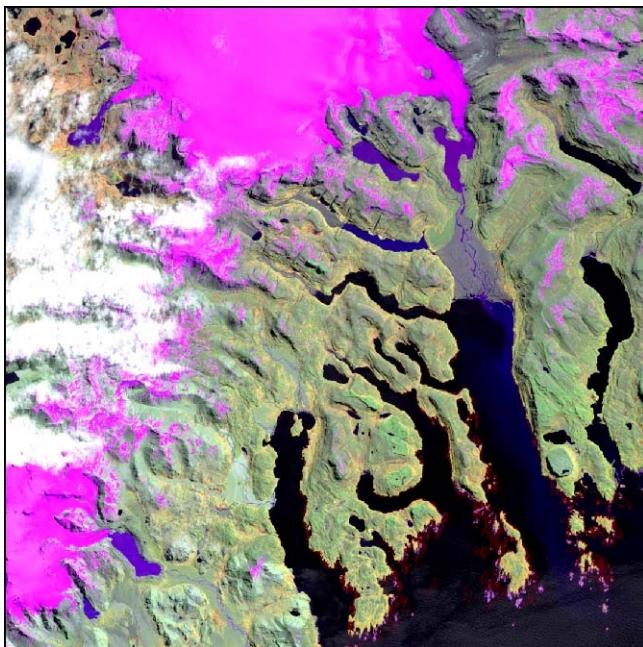
Combinaison 432, dite « couleurs vraies ».
Simule ce que verrait un œil humain.

Rouge = bande rouge (4)
Vert = bande verte (3)
Bleu = bande bleue (2)



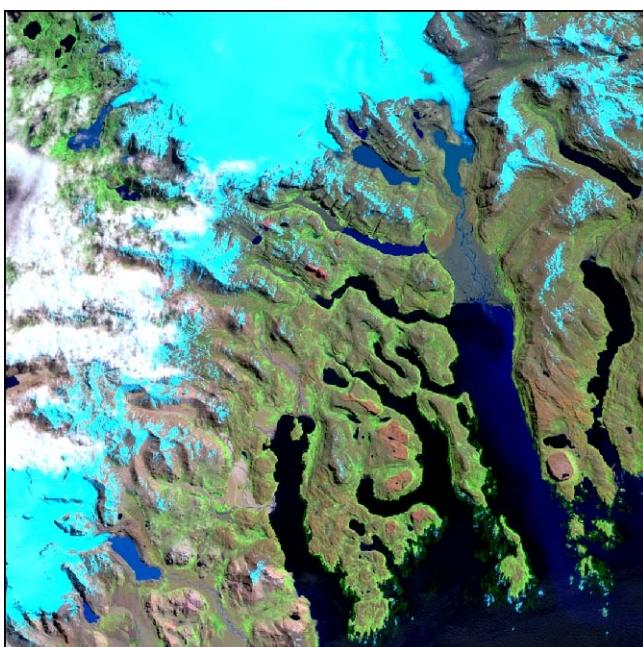
Combinaison 543, dite « fausses couleurs infrarouge ». Combinaison classique mettant en évidence la végétation (en rouge) et les différences de turbidité de l'eau. L'eau claire est presque noire.

Rouge = bande infrarouge proche (5)
Vert = bande rouge (4)
Bleu = bande verte (3)



Combinaison 564. Pour différencier la terre et l'eau.

Les surfaces terrestres apparaissent en nuances de vert et orange, la glace en magenta vif et l'eau en nuances de bleu-violet.



Combinaison 753. Bonne pénétration atmosphérique. Cette combinaison est similaire à 564 mais la végétation ressort en nuances de vert plus vives.

Figure 8 : exemples de combinaisons de bandes Landsat 8 courantes.

Vos questions

1. Peut-on observer le fond d'une rivière ?

Le fond des rivières est peu visible sur les images satellitaires, même à très haute résolution (Pléiades). Pour avoir ce genre d'information, l'imagerie aérienne à basse altitude (drone, cerf-volant) est plus adaptée.

2. Peut-on estimer la température de l'eau ?

Cela est possible avec les données Landsat 8 ou Sentinel 3, mais la résolution est très faible, 100 m pour Landsat 8 et 1km pour Sentinel 3 (conçu pour l'océanographie). Pour une application aux rivières, il faudra s'orienter plutôt vers de l'imagerie aérienne (hélico, drone, cerf-volant) avec une caméra thermique.

3. Comment mesurer une surface sur une image ?

Tous les logiciels de SIG possèdent un outil permettant de mesurer à la volée une surface ou bien de construire des polygones dont la surface sera calculée automatiquement. La condition élémentaire indispensable est de travailler sur une image affichée dans un système de coordonnées projeté. Les plus couramment utilisés sur la ZATA sont :

District	Projection UTM zone
Amsterdam	UTM zone 43 S
Crozet	UTM zone 39 S
Kerguelen	UTM zone 42 S
Terre-Adélie	UTM zone 54 S

4. Quelles sont les images les plus adaptées pour cartographier et analyser les champs de macrocystis ?

A priori, toutes les imageries présentées ici sont utilisables pour ce type d'analyse car elles ont toutes au moins une bande dans le proche infrarouge. L'utilisation de l'indice NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) qui est une combinaison des bandes rouge (R) et proche infrarouge (NIR) peut permettre de délimiter les surfaces affleurantes. D'autres indices ont été développés, tel que le FAI (1) qui pourrait être utilisé sur des images Sentinel 2, toutefois, d'après la littérature, il semble difficile de détecter les parties submergées des forêts de macrocystis.

L'image ci-dessous illustre l'intérêt du NDVI (R-NIR/R+NIR) pour détecter les macrocystis affleurants. Exemple calculé sur une image Sentinel 2 de février 2018 (côte Isthme Bas, près de Port-aux-Français) :

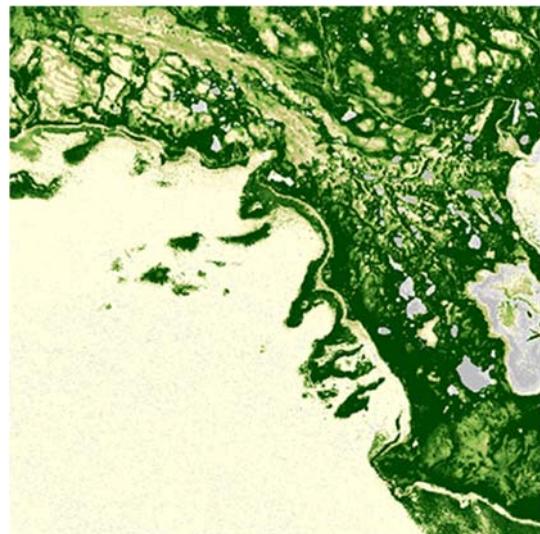
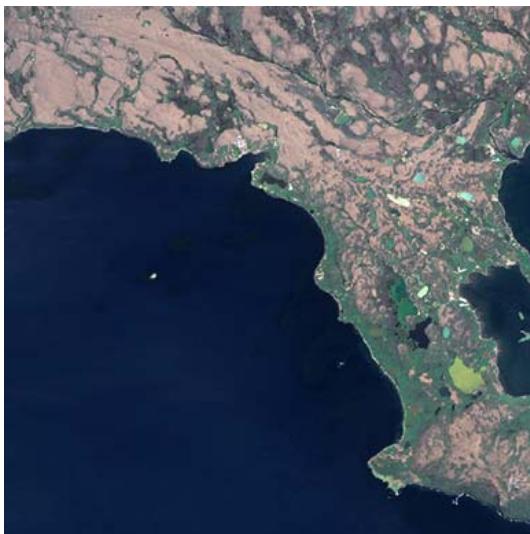


Figure 9 : Illustration de la détection des champs de macrocystis par l'indice NDVI calculé sur une image Sentinel 2. Vignette de gauche = combinaison « couleurs vraies » ; vignette de droite = NDVI. Les champs de macrocystis affleurants sont clairement mis en évidence.

(1) Chuanmin Hu, *A novel ocean color index to detect floating algae in the global oceans*, Remote Sensing of Environment, Volume 113, Issue 10, 2009, ISSN 0034-4257, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2009.05.012>.

Choisir le bon type d'imagerie pour votre projet

Le choix d'une imagerie doit tenir compte de trois aspects principaux de votre projet :

La taille des éléments les plus petits que vous devez absolument identifier (résolution spatiale de l'image)

Pour détecter une colonie d'éléphants de mer vous devrez avoir une résolution sub-métrique, en revanche pour cartographier des dykes de plusieurs centaines de mètres, une résolution trop élevée apportera un surplus d'informations inutile.

La surface de votre zone d'étude (étendue spatiale de l'image)

Si votre zone d'étude est l'ensemble de la côte nord de Kerguelen, il sera préférable de s'orienter vers des imagerie de moyenne résolution mais de large fauchée.

La nature des surfaces que vous souhaitez analyser (résolution spectrale de l'image)

Les données multispectrales ne sont, à priori, que peu intéressantes pour détecter une colonie d'éléphants de mer. En revanche, elles seront déterminantes pour une étude de la végétation.

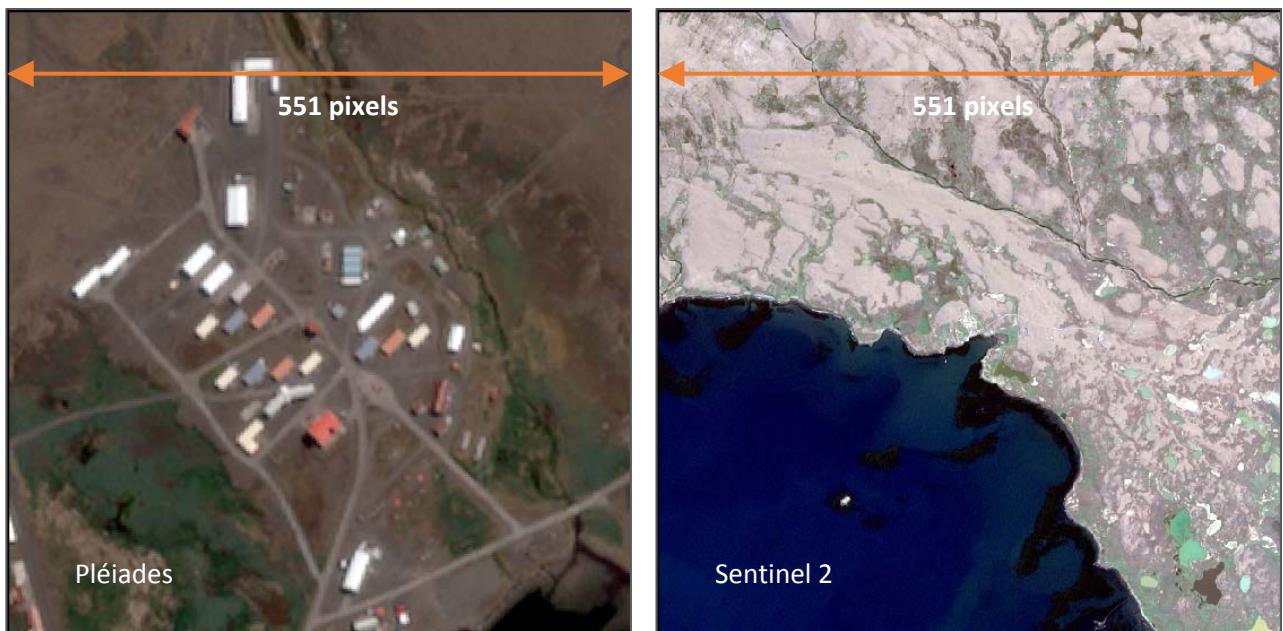


Figure 10 : Même pour des images à trois bandes dans le visible (RVB) la résolution spatiale ne doit pas être le seul critère de choix d'une imagerie. La quantité d'information portée par une image dépend aussi son étendue spatiale. Ces deux images centrées sur Port-aux-Français ont chacune une taille de 302 601 pixels. Une même quantité d'information peut avoir un intérêt différent selon l'objectif d'analyse.

En résumé :

Pléiades : Une résolution spatiale sub-métrique mais fauchée réduite ; programmation possible.

SPOT 6/7 : Un compromis entre résolution spatiale et largeur de fauchée mais accès restreint.

Sentinel 2 : Une résolution spatiale moyenne, une résolution spectrale étendue et une fauchée maximale. Très grande polyvalence.

Landsat 7 et 8 : Une résolution spatiale moyenne, une résolution spectrale étendue et une collection remontant à 1999. Très utilisée pour les séries temporelles longues.

Terminologie, abréviations et acronymes

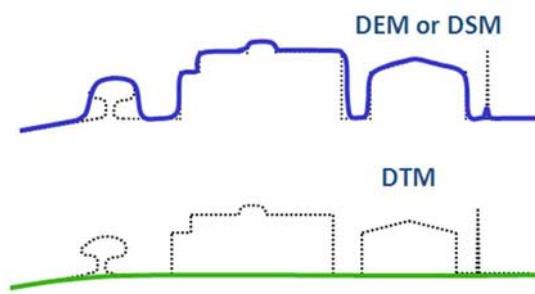
Petit glossaire en anglais pour se familiariser avec le vocabulaire des documents techniques associés à une imagerie satellitaire.

Attitude: The angular orientation of a spacecraft as determined by the relationship between its axes and a reference line or plane or a fixed system of axes. Usually, "Y" is used for the axis that defines the direction of flight, "X" for the "cross-track" axis perpendicular to the direction of flight, and "Z" for the vertical axis. Roll is the deviation from the vertical axis (the angle between the Z axis of the vehicle and the vertical axis, or angular rotation around the Y axis). Pitch is the angular rotation around the X axis. Yaw is rotation around the Z axis.

Azimuth: The arc of the horizon measured clockwise from the north point to the point referenced, expressed in degrees. Azimuth indicates direction, and not location.

Coordinate Reference System (CRS): A coordinate system related to the Earth through one datum. This definition includes coordinate systems based on geodetic or Cartesian coordinates and coordinate systems based on map projections.

DEM – Digital Elevation Model (or DSM – Digital Surface Model): A digital 3D ground model, including the maximum altitude in every point: with human superstructures and canopy.



DTM – Digital Terrain Model: A digital natural ground (bare Earth) model, meaning without human superstructures or canopy. *See DEM.*

Geolocation Accuracy: Geolocation accuracy means positional accuracy using satellite ancillary data only. It is a measure of the possible difference between the locations of features in the data versus their actual location on the ground. It is usually expressed in units plus or minus some distance (e.g. + or - 50m) from the actual ground position in either the horizontal or vertical plane. To exclude local terrain effects the specification is asset globally on Ellipsoid.

Geometric Modeling: The relationship between image and ground coordinates for a given sensor.

GeoTIFF - Geographic Tagged Image File Format: GeoTIFF is a public domain metadata standard which allows georeferencing information to be embedded within a TIFF file. The potential additional information includes map projection, coordinate systems, ellipsoids, datums, and everything else necessary to establish the exact spatial reference for the file.

GIS – Geographic Information System: A geographic information system is a system designed to capture, store, manipulate, analyze, edit, manage, and present all types of geographical data.

Ground Control Point (GCP): A geographic feature of a known location (e.g. corner of a building, rock reflector,...) that is recognizable on an image and can be used to determine geometric corrections to improve the geolocation accuracy of the image.

Ground Sampling Distance (GSD): The Ground Sampling Distance is the distance at Ground view by two consecutive

pixels (in meters) along both directions: image line direction and image column direction.

HR – High Resolution: Imagery with a resolution between 1 m and 10 m.

Incidence Angle: See *Viewing angle*.

JPEG 2000: An image compression standard and coding system. It is the default image format for SPOT 6/7 products.

KML - Keyhole Markup Language: An XML notation for expressing geographic annotation and visualization within Internet-based, two-dimensional maps and three-dimensional Earth browsers. KML was developed for use with Google Earth, which was originally named Keyhole Earth Viewer. It was created by Keyhole, Inc., which was acquired by Google in 2004. KML is an international standard of the Open Geospatial Consortium.

Mosaic: A mosaic is the end result of combining multiple smaller images into one larger, cohesive image. Geographically, a mosaic is a raster data set composed of multiple raster datasets merged together.

Multispectral (MS): Generally denotes remote sensing in two or more spectral bands (and less than 20 bands), such as visible and infrared. Multispectral capacity enables a sensor to deliver colour images.

Nadir: The point on the ground vertically beneath the sensor.

Near Infra-Red (NIR): The preferred term for the shorter wavelengths in the infrared region (the entire infrared region extends from about 0.7 µm, visible red, to about 3 µm).

Orthogonal: Having three right angles.

Orthorectified: Describes an image which has had the displacements due to tilt and relief removed. The resulting image can be virtually overlaid on a map.

Pan-sharpening: The practice of using the highest resolution Panchromatic band in conjunction with the other lower resolution multispectral bands to increase the apparent spatial resolution of a multi-band (colour) product.

Panchromatic (PAN): Detectors that are sensitive to visible colours of the spectrum. SPOT 6/7 have a Panchromatic band that extends into the near-IR and covers the spectral region between 0.45 - 0.74 µm.

Planimetric Accuracy: The positional accuracy of the image projected on an Earth mapping system and reset with a DEM (vertical reset) and possibly with GCPs (horizontal reset). Unlike Geolocation Accuracy, the Planimetric Accuracy depends on the intrinsic accuracy of the external data (DEM and GCP). Planimetric Accuracy is dedicated for georeferenced products like ortho images.

Quicklook: Sometimes called a browse image. A quicklook provides an overview of the product with a degraded resolution to make browsing an image catalog quicker and easier. It gives an immediate understanding of the image quality and cloud cover. Quicklooks of images are for instance the images that are used and displayed in the GeoStore catalogue. Basically, the quicklook is a sub-sampled image.

Radiance: A measure of radiant intensity per unit of a projected source area in a specified direction. The unit is the rate of transfer of energy (Watt, W) recorded by a sensor, per square meter on the ground, for one steradian (solid angle from a point on Earth's surface to the sensor), per unit wavelength being measured.

Reflectance: The ratio of the reflected radiance divided by the incoming radiance. Note, that this ratio has a directional aspect. Reflectance provides a standardized measure, which is directly comparable between images. Reflectance is unitless and thus is measured on a scale from 0 to 1 (or 0-100%). Top-of-Atmosphere (TOA) reflectance does not attempt to account for atmospheric effects. Surface reflectance attempts to correct for the atmosphere while also converting to reflectance.

Resolution (Spatial Resolution): A measure of the smallest angular or linear separation between two objects that can be resolved by the sensor. There is a relationship between the size of the feature to be sensed and the spatial

resolution of the optical system. It is simply the dimension in meters of the ground-projected instantaneous field of view (IFOV).

RMSE – Root Mean Squared Error: Commonly used for quoting and validating geodetic image registration accuracy. A RMSE value is a single summary statistic that describes the square-root of the mean horizontal distance between all photo-identifiable GCPs and their respective twin counterparts acquired in an independent geodetic survey.

SHP – Shapefile: A popular geospatial vector data format for Geographic Information Systems software. It is developed and regulated by ESRI as a (mostly) open specification for data interoperability among ESRI and other software products. Shapefiles spatially describe vector geometries: points, polylines, and polygons. These, for example, could represent water wells, rivers, and lakes, respectively. Each item may also have attributes that describe the items, such as the name or temperature.

SNR – Signal to Noise Ratio: SNR measures the radiometric accuracy of an image.

Spectral Band: An interval in the electromagnetic spectrum defined by two wavelengths, frequencies, or wave numbers (e.g. SPOT 6 blue band covers an area between 0.45 and 0.52 μm).

Stereo(scopic): Which has been obtained by imaging from two viewpoints on the same orbit.

Sun-synchronous: A satellite orbit in which the orbital plane remains at a fixed angle with respect to the Sun, processing through 360° during the period of a year. The SPOT 6/7 satellites are in a near-polar orbit of this type and maintain an orbital altitude such that each pass over a given latitude on the Earth's surface occurs at the same mean Sun time every day.

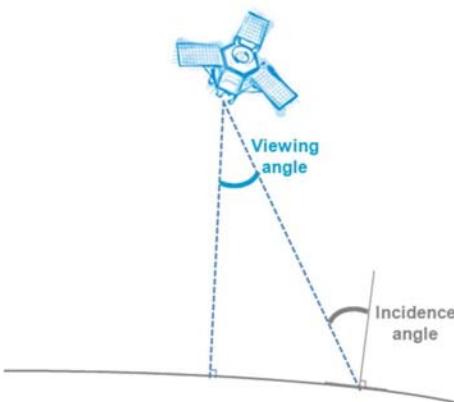
Swath: The width of an image. SPOT 6/7 swath is 60 km at nadir. The swath increases proportionally with the angle.

UTC: Universal Time Coordinated.

UTM – Universal Transverse Mercator: A projection system which divides the Earth into sixty zones, each a six-degree band of longitude, and uses a secant transverse Mercator projection in each zone.

VHR – Very High Resolution: Imagery with a resolution below 1m.

Viewing Angle: The angle from instrument's point of view. It represents the angle between the look direction from the satellite and nadir, combining the pitch and roll angles. It is different from the incidence angle.



Zenith: The point in the celestial sphere that is exactly overhead. The opposite of nadir.

Liens utiles

Quelques liens vers des cours de télédétection :

La télédétection aérospatiale : une introduction | Claude Kergomard, ENS Paris

<http://www.geographie.ens.fr/IMG/file/kergomard/Teledetection/CTeledetection.pdf>

Introduction à la télédétection | Ecole Nationale des Sciences Géographiques

<http://cours-fad-public.ensg.eu/course/view.php?id=29>

Notions fondamentales de télédétection | Ressources Naturelles Canada

https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/resource/tutor/fundam/pdf/fundamentals_f.pdf