TP télédétection : applications simples en foresterie

Bordeaux Sciences Agro 3ème année : spécialisation foresterie

Installation de QGIS et des plugins

S'il n'est pas déjà installé QGIS peut être téléchargé gratuitement à l'adresse :

https://www.qgis.org/fr/site/forusers/download.html

QGIS permet la visualisation, l'édition et la manipulation de couches géographiques au format raster (imagerie) ou vecteur (points, lignes et polygones) avec une interface graphique simple, il est utilisé dans de nombreux domaines utilisant l'information géographique, dont la foresterie. Deux versions sont proposées : la *latest release* ou la *long term release*. La première est plus récente, peut inclure plus de fonctionnalités mais aussi des incompatibilités pour les extensions et des bugs. En général c'est souvent mieux d'utiliser la version *long term release*.

Une fois QGIS installé et ouvert, nous allons installer les extensions qui vont servir par la suite. On les installera à partir du menu *Extensions* \Rightarrow *Installer/Gérer les extensions*

Nom du pluginDescriptionSemi Automatic Classification PluginClassification thématique de rasters

1 Manipulation et comparaison d'images satellite

La première partie du TP est dédiée à la visualisation et à la mise en évidence des différences pouvant exister entre les images de plusieurs satellites. Parmi les qualités les plus recherchées dans une image satellite, on peut citer :

- La résolution spatiale, c'est à dire la taille d'un pixel de l'image
- La résolution spectrale c'est à dire le nombre de domaines spectraux sur lesquels on mesure la réflectance.
- La fauchée, c'est à dire la surface couverte par une acquisition

Ces qualités ne peuvent pas exister simultanément sans compromis et il convient de choisir la source de télédétection en fonction des besoins finaux. Nous nous intéressons ici à deux images du satellite GeoEye et du satellite Sentinel-2. Le dossier *PARTIE 1* contient les images découpées pour le besoin du TP (au format .tif) ainsi que les emprises originales de ces dernières (au format .kml).

Les images satellite peuvent en effet être très volumineuses. Pour ne pas s'encombrer de gros volumes de données, nous allons considérer seulement une portion des deux images.

Ouvrir les fichiers *ROI_Geoeye.kml* et *ROI_Sentinel.kml* sur QGIS, les deux fichiers contiennent les délimitations de la surface couverte par chacun des deux satellites en une seule acquisition. Estimer grossièrement la surface couverte par chacune des deux

images.

Note : les fichiers .kml sont, au même titre que les .shp, des fichiers contenant des couches vectorielles géoréférencées, ici des polygones simples. Le plus souvent l'emprise des images commandées est fournie au format .kml mais celui-ci peut être facilement converti en .shp.

1.1 Ouverture de l'image GeoEye panchromatique

Nous allons maintenant ouvrir les fichier rasters (=image) sur le logiciel QGIS. Un fichier peut être ouvert par le menu Couche => Ajouter une couche, le plus rapide reste cependant simplement de glisser déposer le fichier .tif sur QGIS. Ouvrir ainsi le fichier *po_1388686_pan_0010000.tif*. L'image s'affiche alors sur la carte, il est possible de se déplacer ou de zoomer sur l'image à l'aide du clic gauche et de la molette. Le panneau de gauche permet de réorganiser et d'afficher/masquer les couches. Aller dans les propriétés de la couche (clic droit sur le nom de la couche => Propriétés) et sélectionner l'onglet *Information*.

Relever les informations suivantes sur l'image :

- Le système de coordonnées
- La résolution spatiale

L'image chargée est une image dite panchromatique, elle ne possède qu'un canal couvrant tout le spectre (image noir et blanc) et compense sa faible résolution spectrale par une résolution spatiale plus importante. Les détails au sol y sont plus nets.

L'onglet *Histogramme* permet de visualiser l'histogramme de l'image, c'est à dire le nombre de pixels prenant une valeur dans chaque intervalle. Ici il n'y a qu'un seul histogramme, si l'image avait plusieurs canaux (une image couleur en a 3), les histogrammes de tous les canaux seraient représentés sur la même figure.

L'affichage de la couche se fait avec un mauvais contraste. Un coup d'œil dans l'onglet *Symbologie* des Propriétés de la couche permet de comprendre que QGIS affiche automatiquement les niveaux de gris de l'image entre les valeurs o et 255 alors que peu de pixels possèdent une valeur au-dessus de 100. Les valeurs *min* et *max* correspondent respectivement aux pixels qui seront affichés en noir et en blanc, les nuances de gris seront alors étirées entre ces deux bornes. Il faut donc régler la gamme d'affichage. Trois modes peuvent ainsi être utilisés pour régler le contraste :

- Découpe aux quantiles, cette option permet de ne pas considérer les pixels de valeur aberrante
- Découpe au minimum/maximum (choix de base de QGIS)
- Découpe à la moyenne +/- l'écart type (similaire aux quantiles)

Tester les différents modes et les paramètres associés jusqu'à obtenir un visuel satisfaisant.

Il est aussi possible de représenter une image monochromatique autrement qu'en niveaux de gris. Choisir *Pseudo couleur à bande unique* dans *Type de rendu* et afficher l'image avec une palette de couleur.

1.2 Ouverture de l'image GeoEye multispectrale

En complément de l'image panchromatique, l'image multispectrale contient plusieurs canaux empilés, correspondant aux valeurs de réflectance dans une longueur d'onde précise (le vert, le bleu, le proche infra-rouge etc.). Selon la source de données, les canaux peuvent être enregistrés dans plusieurs fichiers différents ou dans le même fichier.

Ouvrir le fichier *po_1388686_bgrn_0010000.tif* et consulter son histogramme. Ses canaux représentent dans l'ordre le bleu, le vert, le rouge et le proche-infrarouge et sont affichés simultanément sur l'histogramme.

De la même façon que pour l'image panchromatique, relever la résolution spatiale de cette image (onglet information). Comment expliquer la différence de résolution ?

La visualisation des images à plusieurs canaux est plus complexe qu'avec un seul canal. Visualiser une image en couleur nécessite de choisir un canal pour le rouge, un pour le vert et un pour le bleu (image RGB). Dans le cas comme ici où 4 canaux sont utilisés par l'image satellite plusieurs combinaisons sont donc possibles. En fonction de l'affectation des couleurs à trois bandes spectrales, on obtient soit une composition colorée dite naturelle (*vraies couleurs*), soit une composition en *fausses couleurs*. Nous allons ici utiliser ces deux modes de visualisation.

Se rendre dans la fenêtre *Propriétés* de la couche multispectrale puis aller dans l'onglet *Symbologie*. Ici il est possible de définir les canaux et les bornes pour les 3 couleurs rouge vert et bleu.

Type de rendu	Couleur à	bandes multiples	-
Bande rouge	Bande 3		•
	Min/max	0.0186666	0.115787
Bande verte	Bande 2		-
	Min/max	0.0246104	0.0786998
Bande bleue	Bande 1 ((Gray)	-
	Min/max	0.013201	0.0487658
Amélioration du contraste	Étirer juse	qu'au MinMax	•

- *RGB* : On affecte de manière simple les canaux rouge, vert et bleu aux 3 couleurs correspondantes. Cela correspond dans l'ordre aux canaux 3, 2 et 1. Choisir ces canaux et appliquer. L'image apparait alors en couleurs naturelles.
- *Fausses couleurs*. On réalise ici une composition colorée comprenant le proche infra-rouge, le rouge et le vert. La couleur rouge est associée à la bande proche infra-rouge, la couleur verte à la bande rouge et la couleur bleue à la bande verte. L'ordre des canaux est alors 4,3,2. Implémenter cet ordre puis cliquer sur Charger et Appliquer. Que pouvez-vous dire sur la couleur de la végétation, de la non-végétation?

1.3 Ouverture de l'image Sentinel2 multispectrale

Nous allons enfin ouvrir le troisième raster SENTINEL_PILE.tif, image multispectrale

en provenance du satellite Sentinel2. Consulter son nombre de bandes et sa résolution spatiale. Ce résultat vous parait-il cohérent par rapport aux observations réalisées sur les données GeoEye ?



1.4 Découpage de plusieurs images

Il existe de nombreuses façons de découper un raster. Une d'entre elles consiste à délimiter manuellement sur la carte un rectangle de découpe (souvent appelé ROI pour *Region Of Interest*). Ouvrir *Raster* => *Extraction* => *Découper un raster selon une emprise*. Choisir ensuite l'option emprise pour l'étendue de découpage et dessiner un rectangle de découpe. Utiliser ce rectangle pour découper un même extrait des 3 images.

Note : Les images découpées ont vraisemblablement perdu le style de l'image d'origine (celui-ci a été recalculé à partir des pixels présents dans l'image). Pour transférer le style, il suffit de copier et coller le style entre les deux couches à l'aide du menu contextuel *Styles* lorsque l'on réalise un clic droit sur une couche.

1.5 Superposition à OpenStreetMap

La grande force des SIG est leur capacité à mêler couches raster et couches vectorielles. Il est notamment possible, pour mieux replacer une image dans son contexte géographique, de la superposer à un fond cartographique. On va choisir le fond open Source Open Street Map

Menu Couches -> Ajouter une couche -> XYZ

Dans « Connexions XYZ » choisir OpenStreetMap Ajouter et fermer.

Ce type de fonds peuvent être utilisés pour contextualiser facilement des compositions carto- graphiques.

2 Evaluation d'un changement de surface forestière

Dans cette seconde partie, nous allons nous pencher sur le potentiel de la télédétection pour estimer l'évolution d'un couvert forestier (coupes rases, feux de forêt).

La figure suivante présente pour exemple l'incidence des incendies d'aout 2022 sur des peuplements de forêts à la Teste-de-Buch au sud-ouest de Bordeaux (images Sentinel-2). Au-delà de la différence visuellement frappante, il est possible de quantifier objectivement la surface perdue par les feux de forêt.



Pour la suite, nous allons nous intéresser à un autre cas d'étude sur la déforestation de la forêt amazonienne. On utilisera des images Landsat 5 et 8 acquises à deux dates différentes afin de quantifier le changement de surface entre ces dates. Dans un premier temps, nous nous intéresserons à la description et à la visualisation de ces images sur QGIS, que nous corrigerons en réflectance. Nous réaliserons ensuite pour chacune des deux images une classification des zones forestières avant de déterminer les zones de coupe. La carte de changements sera alors sauvegardée au format shapefile ou KML afin d'être intégrée sur n'importe quel outil cartographique.

2.1 Métadonnées des images

Les images sont contenues respectivement dans les dossiers :

Landsat5_Amazon_Rainforest et Landsat8_Amazon_Rainforest

Des métadonnées sont là afin de connaitre certaines informations sur la prise de vue. Celles-ci sont présentes dans le fichier .txt contenant la chaine de caractères *MTL* et résumées succinctement dans le fichier *readme.txt*. A l'aide des métadonnées de l'image, déterminer :

- La date de prise de vue des deux images et le nombre d'années entre les deux
- Le système de projection des images
- La couverture nuageuse au moment de la prise de vue

2.2 Correction radiométrique des images

Les capteurs des satellites permettent de mesurer la quantité de lumière reçue pour chaque pixel de l'image. Cette quantité de lumière appelée Compte Numérique n'a pas de signification physique. Connaissant les caractéristiques du capteur et le contexte de l'acquisition (heure de l'acquisition, couverture nuageuse), il est cependant possible de la convertir en valeurs interprétables et surtout comparables entre différentes images. Le schéma typique des corrections radiométriques est détaillé dans le schéma ci-dessous.



On s'arrête le plus souvent à la réflectance TOA car les données de correction atmosphérique sont difficiles à obtenir. Son déroulement précis dépend du capteur satellite et ne sera pas détaillé ici. Le plugin Semi-Classification (SCP) de QGIS intègre ces corrections pour les satellites Sentinel2, Landsat et ASTER. Ce plugin intègre des algorithmes dédiés aux pré-traitrements et à la classification d'images de télédétection.

Cliquer sur \checkmark ou \checkmark pour ouvrir la fenêtre principale du plugin et aller dans l'onglet Preprocessing \Rightarrow Landsat. Ouvrir l'un des deux répertoires contenant les images, le programme reconnait alors automatiquement les métadonnées telles que la date, la distance Terre-Soleil et l'élévation solaire. Décocher "créer un jeu de bandes et utiliser la boite à outils à de bandes" puis lancer l'algorithme afin de créer les images corrigées dans un autre dossier. Répéter la même opération pour l'autre image Landsat.

📴 Semi-Automatic Classificatio	n Plugin			-	
🕳 Jeu de bande	🐼 Landsat ၊ Sentinel-2 💽 Se	entinel-3 🔣 ASTER 🏓	MODIS Vecteur vers	/aster 🎽 Découper plusieurs rasters	🂔 Slip b r
 Outris basic Télécharger de produits 	Conversion des bandes Landsat en réflectance T Dossier contenant les bandes Landsat	OA et température de surface F:/TP COURS/BSA2018/3AFOF	RET_TELEDEC/TP_QGIS_FORET/DAT	A_ENONCE/PARTIE2/Landsat5_Amazon_Rair	nforest 🧻
 Pré-traitement Traitement de bande 	Sélectionner le fichier MTL				1
Post-traitement	Appliquer correction atmosphérique DOS1	🗹 uniquement la bande bleu e	t verte	Utiliser les valeur NoData	0
Calcul de bande Satch	Appliquer pansharpening (Landsat 7 ou 8) Créer un jeu de bandes et utiliser la boîte à ou	utils de bandes 🗌 Ajouter les ba	ndes à une nouveau jeu de bandes		
🛠 Paramètres	Métadonnée				
🤛 A propos	Satellite LANDSAT_5 Date (YYYY-N	M-DD) 1985-07-15	Elevation du solei 39.31039857	Distance Terre-Soleil 1.01646	741.4
🗐 Manuel utilisateur	1 LT52300691985196CUB00_B1.tif	0.671	-2.19134	REFLECTANCE_MULT REFLEC	
Aide en ligne	2 LT52300691985196CUB00_B2.tif	1.322	-4.16220		
	3 LT52300691985196CUB00_B3.tif	1.044	-2.21398		
	4 LT52300691985196CUB00_B4.tif	0.876	-2.38602		
	5 LT52300691985196CUB00_B5.tif	0.120	-0.49035		
Suppport SCP	6 LT52300691985196CUB00 B7.tif	0.066	-0.21555		>
	Lancer			Lar	ncer <u>S</u>

2.3 Fusion des bandes en une image multispectrale

Une fois la correction réalisée, les bandes corrigées apparaissent sur QGIS. Vérifier que les images ont bien été corrigées en réflectance, c'est-à-dire que les pixels prennent une valeur entre 0 et 1 (fraction de lumière réfléchie par la zone d'un pixel). multispectrale.

Nous allons dans un premier temps les rassembler en une seule image. Dans le menu de QGIS, sélectionner Raster \Rightarrow Divers \Rightarrow Fusionner. La fenêtre de fusion s'ouvre alors. En entrée sélectionner tous les rasters que l'on souhaite empiler (bandes pour une image Landsat). En sortie, créer un fichier *LANDSAT5_PILE.tif* dans le même dossier. Cocher la case *Placer chaque fichier en entrée dans une bande séparée* puis lancer l'algorithme. L'image fusionnée en couleur s'affiche alors dans QGIS et apparait dans le panneau des couches. Faire de même pour l'image Landsat 8.

2.4 Visualisation du raster fusionné

Se rendre dans la fenêtre *Propriétés* de l'une des deux couches fusionnées puis aller dans l'onglet *Symbologie*. Connaissant l'ordre des bandes indiqué dans le tableau cidessous, réaliser une composition colorée en couleurs naturelles et en fausses couleurs pour les deux images.

ID	1	2	3	4	5	6
Num. Bande	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	Band 5	Band 7
Domaine Spectral	Bleu	Vert	Rouge	Proche-infrarouge	SWIR 1	SWIR 2

2.5 Calcul d'un indice de végétation

L'information sur la végétation est contenue dans plusieurs canaux. Nous savons que la réflectance dans le proche infra-rouge est bien plus élevée que celle dans le rouge, définissant ainsi une zone de rupture brutale que l'on appelle la zone Red-Edge, cette information de pente entre deux longueurs d'onde proches peut être encodée dans ce que l'on appelle les indices de végétation. Ceux-ci prennent en compte deux voire parfois trois bandes pour créer un indice unique (donc une image en niveaux de gris) facilement visualisable et exploitable. Nous allons ici créer l'indice de végétation NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), qui est le plus communément utilisé. Celui-ci est défini par la formule :

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$$

où R est la bande rouge et NIR la bande proche-infrarouge

Pour le calculer, nous allons utiliser la fonction *Calculatrice Raster*. Aller dans Raster \Rightarrow Calculatrice Raster. La calculatrice s'ouvre alors dans une nouvelle fenêtre, on y rentre une expression en fonction des différents canaux chargés sur QGIS et on indique le raster en sortie. Renseigner la formule du NDVI comme indiqué dans la figure ci-dessous.

Bandes raster			Couche de résultat					
LANDSAT8_M	ERGED@1 ERGED@2			Couche er	n sortie	on_Rainforest/Correc	/NDVI.tif	
LANDSAT8_M	ERGED@3 ERGED@4			Format en	sortie	GeoTIFF	▼	
LANDSAT8_M	ERGED@5 ERGED@6			Emprise a	actuelle de la couche			
				min X	635770,72186	🔹 max X	695493,27198	
				min Y	-1441839,67797	🔹 max Y	-1375277,10617	
				Colonnes	1991	Lignes	2219	
				SCR en so	rtie	SCR sélectionné (EPS)	G:32620, WGS 84 🔻 🌏	
				X Ajoute	er le résultat au projet			
Opérateurs	5	r. r	*****************			1		
+	*	2	cos		sin tan	log10	(
-	1	^	acos	a	sin atan	Dans)	
<	>	=	!=		<= >=	AND	OR	
Expression d	e la calculatrice	raster						
("LANDSAT8_M	ERGED@4"-"LAND:	SAT8_MERGED@3	")/("LANDSAT	T8_MERGED	⊉4"+"LANDSAT8_MER	GED@3")		

Enregistrer le fichier sous le nom *Landsat5_NDVI.tif*. Consulter l'histogramme de l'image NDVI ainsi créée. Entre quelles bornes sont compris les pixels ? Quelles valeurs ont tendance à prendre les pixels de végétation ? Les pixels de non-végétation ?

Note : Il existe des dizaines d'indices, parfois pour des applications autres que la détection de végétaux (sol, neige, eau...). Un indice n'a en soit pas de signification, c'est donc juste une métrique d'évaluation artificielle créée pour répondre à un besoin particulier.

2.6 Détermination du seuil idéal de discrimination

Maintenant que nous possédons un indice de végétation discriminant pour les deux images, nous pouvons les seuiller afin de créer une image où la forêt sera représentée par la valeur 1 et le reste par la valeur 0, définissant ainsi une image binaire.

Afin de choisir le seuil idéal, deux méthodes sont possibles :

- Consulter l'histogramme des valeurs de l'indice de végétation. Si l'histogramme a un aspect bimodal, le seuil idéal correspondra à la limite entre les deux distributions sous-jacentes.

Pour seuiller une image, il suffit de se rendre dans la *Calculatrice Raster* et d'utiliser comme expression par exemple *LANDSAT5_NDVI>SEUIL* pour créer le nouveau raster *LANDSAT_NDVI_CLASSIF.tif*. Réaliser une classification binaire non-végétation/végétation pour les deux images.

Les valeurs de seuillage idéales sont-elles les mêmes entre les deux images ? La séparation entre zone de forêt et zone rase est-elle parfaite ?

2.7 Comparaison de la surface en forêt pour chaque image

Les deux cartographies binaires réalisées sont des rasters prenant la valeur o s'il n'y a pas de forêt et la valeur 1 s'il y en a. Par conséquent il suffit de faire la somme des valeurs de chaque raster pour obtenir le nombre de pixels de forêt à chaque date et par conséquent la surface forestière. Dans le menu *Propriétés* de la couche, onglet *Informations*, il est possible de récupérer la valeur STATISTICS_MEAN (moyenne de tous les pixels de l'image) qui nous donne le nombre de pixels de végétation si on la multiplie par le nombre de pixels de l'image. Déterminer alors (en utilisant aussi la résolution spatiale) la surface forestière pour les images aux deux dates. En déduire la perte de surface entre les deux dates.

2.8 Segmentation des zones de coupe

Nous souhaiterions maintenant connaitre les zones ayant fait l'objet d'une coupe entre les deux dates. Un pixel de coupe est un pixel dont la valeur dans l'image seuillée était 1 (végétation) pour la première date et 0 (non-végétation) pour la deuxième. Cette relation logique peut être implémentée simplement, toujours à l'aide de la *Calculatrice Raster* et son opérateur AND. Ici le problème sera exprimé par une expression du type :

(DATE1=1)AND(DATE2=0)

On peut alors créer en sortie le fichier *LANDSAT_CHANGEMENTS.tif*. Les pixels de coupe y sont ceux qui prennent la valeur 1 (c'est à dire qui satisfont la condition logique), le reste étant à 0. Vérifier que cette carte de changements est cohérente avec les deux photographies de départ.

2.9 Nettoyage du raster des changements

Le fichier *LANDSAT_CHANGEMENTS.tif* apporte une information intéressante mais celui-ci nécessite encore une étape de post-traitements. Afin de nettoyer l'image, nous allons utiliser une fonctionnalité de QGIS qui supprime les groupes de pixels dont la surface est inférieure à un seuil. Pour cela on utilisera la fonction Raster => Analyse => Tamiser. Dans la fenêtre qui s'ouvre, sélectionner la carte des changements, choisir un seuil (taille des zones qui seront éliminées) puis enregistrer les résultats dans un nouveau fichier. Expérimenter plusieurs valeurs de seuil pour obtenir la carte la plus propre possible.

Paramètres	Journal	
Couche en ent	rée	
LANDSAT	_CHANGEMENTS [EPSG: 32620]	
Seuil		
15	63	*
Use 8-conn	rectedness	
Ne pas utili	ana la mana ja da validhé nas déferit nava las bandas an astrés	
	ser le masque de validite par deladit pour les bandes en end ee	
Masque de vali	idité [optional]	
Masque de val	se le module de valuare par dellaur pour les bandes en enuee (dité [optiona])
Masque de vali Famisé	en en inseque de valuite par velour, pour les parties en envee (dité (optonal)	_
Masque de vali Tamisé [Enregistrer de	dite (optional) ars un fichter temporaire)	
Masque de val Tamisé [Enregistrer de V Ouvrir le fit	en en lange de traine par version pour les sanues en en vee dité (optional)	
Masque de val Tamisé [Enregistrer d V Ouvrir le fit Console GDAL/	en en language de valuite par ceriour, pour les banues en envice (dité [optional]	
Masque de vall Tamisé (Enregistrer d V Ouvrir le fir Console GDAL/ gdal_sieve.ba	est en inacque de valuite par delioù, pour les barues en envee dirte [optonal]	
Masque de vall Tamisé [Enregistrer d V Ouvrir le fit Console GDAL/ gdal_sieve.ba	este le magie de value par cellan pour les sanses en envee dité (optional)	
Masque de vall Tamisé [Enregistrer d V Ouvrir le fit Console GDAL/ gdal_sieve.ba	en en langet de valuite par verlaar, pour les banues en en vee dité (optional) ans un fichier temporaire) there en sortie après l'exécution de l'algorithme l'OGR t et 15 4 - maak F-/TP COURS/BSA2018/3AFORET_TELEDEC/TP_QGIS_FORET/DATA_TRAITEMENTS/PARTIEZ/	

2.10 Export au format vectoriel

Il ne nous reste plus qu'à convertir cette carte en couche vectorielle où les zones de coupe seront représentées par des polygones. Aller dans Raster \Rightarrow Conversion \Rightarrow Polygoniser et créer la couche shapefile *LANDSAT_CHANGEMENTS.shp* en n'oubliant pas de cocher la case *Nom du champ*

Paramètres Journal		
Couche en entrée		
LANDSAT_CHANGEMENTS [EPSG:32620]		
Numéro de bande		
Bande 1 (Gray)		•
Nom du champ à créer		
DN		
Use 8-connectedness		
Vectorisé		
[Enregistrer dans un fichier temporaire]		
Ouvrir le fichier en sortie après l'exécution de l'algorithme		
Console GDAL/OGR		
gdal_polygonize.bat "F:/TP COURS/BSA20.18/3AFORET_TE LANDSAT_CHANGEMENTS.tif" C:/Users/jpdacost/AppData/ c9908af80fac4dba954fe99d29326f7a/OUTPUT.shp -b 1 -f	EDEC/TP_QGIS_FORET/DATA_TRAITEMENTS/PARTIE2/ .ocal/Temp/processing_5d18305c083548c8a55edc8e94fa 'ESRI Shapefile" None DN	fa39/
	09	6 Annuler

Note : Il est très facile de passer d'un raster à un shapefile (contenant un ensemble de points ou un ensemble de polygones) tout comme il est possible de convertir un shapefile en raster à condition de définir son emprise et la résolution souhaitée en sortie. Selon la situation, un shapefile ou un raster peut être plus avantageux (poids du fichier, lourdeurs du traitement etc).

Le shapefile obtenu couvre toute l'image, nous souhaitons juste garder les polygones correspondant aux zones de changement. Pour ne garder que ces zones, nous allons supprimer les autres grâce à la table attributaire. Faire un clic droit sur le shapefile dans le panneau des couches et cliquer sur *Ouvrir la table d'attributs*. Cliquer sur le crayon

pour passer en mode édition puis cliquer sur $\stackrel{\text{le}}{=}$. Dans la fenêtre qui s'ouvre, renseigner "DN" =0 (on filtre les polygones dont la valeur des pixels était nulle dans l'image). Cliquer sur sélection pour filtrer les polygones puis les supprimer en cliquant sur l'icône

👼 . Sauvegarder les changements sur la couche en quittant le mode édition.

Il ne reste plus qu'à enregistrer le résultat. Faire un clic droit sur la couche puis sélectionner *Enregistrer Sous* et enregistrer le fichier *LANDSAT_CHANGEMENTS.kml* au format shp ou kml.

3 Classification de surfaces dans un contexte forestier, urbain et agricole



Nous avons vu dans la partie précédente que l'imagerie satellite pouvait permettre de distinguer la végétation et notamment la forêt. Dans certains cas cependant, les surfaces forestières peuvent être mêlées à des surfaces agricoles. Dans ce cas, l'indice NDVI seul pourrait ne pas être suffisant. Nous nous intéresserons ainsi ici aux images **Sentinel-2** dont la richesse spectrale (notamment dans la région du red-edge après le proche-infrarouge) nous donnera une information supplémentaire sur la présence et la différenciation de végétaux. En particulier, nous allons réaliser une **classification supervisée** des pixels de l'images en plusieurs classes d'intérêt.

La région d'étude est ici en Aquitaine, mêlant zones urbaines, zones agricoles et zones forestières.

3.1 Importation des images sur QGIS et sur le plugin SCP

Les images Sentinel-2 que nous utiliserons par la suite se trouvent dans le dossier *SENTINEL2*. Les images ont déjà été corrigées en réflectance.

Note : tout l'historique des images Sentinel-2 est téléchargeable gratuitement depuis le portail Copernicus. Il est aussi possible de télécharger sur QGIS les images avec le plugin SCP. L'onglet "Télécharger des produits" permet de réaliser cette opération.

Ici, chaque image .tif correspond à une bande, numérotée de 1 à 12 plus une bande 8A.

Les bandes 9 et 10 ont été supprimées car elles sont utilisées pour réaliser des corrections atmosphériques. Le tableau suivant présente le détail de ces bandes.

Num. Bande Sentinel2	Domaine Spectral
1	443nm
2	490nm (Bleu)
3	560nm (Vert)
4	665nm (Rouge)
5	705nm(Red-Edge)
6	740nm(Red-Edge)
7	783nm (Red-Edge)
8	842nm (PIR)
8A	865nm(PIR)
9	940nm (IR)
10	1375nm (IR)
11	1610nm
12	2190nm

Commençons par importer directement toutes les images du dossier sur QGIS. Ensuite, ouvrir le plugin SCP en cliquant sur \swarrow pour ouvrir le menu principal.

Dans le menu principal du plugin SCP, aller dans l'onglet "jeu de bandes". C cliquer sur + puis sélectionner toutes les bandes Sentinel-2 pour les ajouter au jeu de bandes du plugin. Choisir l'option Sentinel2 dans Band Quick Settings. La colonne Center Wavelength correspond à la longueur d'onde de chacune des bandes. Par exemple, la bande 02 correspond à la réflectance à 490nm (couleur bleue). Cocher "Create Vitual Raster of Band Set" puis sur "Lancer". Vous devez choisir le dossier dans lequel sera rangé le « Band Set » (créer un dossier CompSentinel par exemple). Charger votre nouvelle couche virtuelle : une composition colorée de l'image Sentinel-2 s'affiche alors. Vous pouvez selectionner les 3 bandes à afficher dans les propriétés de la couche (Exemple Rouge=Bande 4, Vert = Bande3, Bleu=Bande 2 pour une image en couleurs naturelles).

La visualisation des compositions colorées peut se faire directement depuis la barre d'outils en haut de QGIS . Deux choix sont proposés ici par défaut. Il est aussi possible de renseigner soi-même la combinaison de bandes souhaitées.

En cherchant bien il est possible de voir sur la composition colorée (coordonnées : 45592.8,5636384.2) un détail amusant sous la forme de 3 petites taches rouge, vert et bleu. Comment expliquer la présence de ces points ?



3.2 Classification de l'image Sentinel-2

Ici nous souhaitons réaliser une classification de la région, pour faire une séparation grossière des pixels entre les classes suivantes :

- Eau
- Bati et routes
- Sol
- Végétation basse, cultures
- Forêt

Afin de déterminer la classe des pixels d'une image, deux types de méthodes existent :

- Les méthodes non supervisées qui déterminent la classe de chaque pixel sans utiliser de données d'apprentissage. Cela signifie que l'on laisse l'algorithme déterminer la nature de chaque classe (l'utilisateur fixe seulement le nombre de classes)
- Les **méthodes supervisées** qui utilisent un échantillon de pixels dont on connaît la classe pour en déduire des règles applicables à l'ensemble de tous les autres pixels de l'image. L'utilisateur fixe alors le nombre et la nature de chaque classe.

Nous testerons ici successivement ces deux méthodes

3.3 Classification non supervisée

La classification non supervisée n'utilise pas de données d'apprentissage, elle peut donc être directement utilisée sur l'image Sentinel-2 brute. Il faut cependant renseigner à l'algorithme le nombre de classes souhaitées.

Dans la fenêtre SCP, ouvrir l'onglet traitement de bande puis Clustering.

Semi-Automatic Classification Plugin									10-10		×
Filtre											
💣 Jeu de bandes 🔺	Entrée									\leq	10
Outils basiques											2
📕 Algorithme : poids des bandes	Cluster du jeu de bandes										0
Liste des bandes	Sélectionner un jeu de ban	des 1				Méthode 🖲 K-means	O ISODATA				F
1 Exporter les signatures	-		- -		-						
Importer des signatures	Seuil de distance	0.0001000	÷	Nombre de dasses	5 🗘						
Seuil LCS	Nombre max d'itérations	3	\$								
Creation de ROI multiple				MODIFI I.I.							
🙀 Liste RGB	ISODATA écart type	0.0001000	\$	minimum de taile er	10 2						
Seuil des signatures	maximum			pixel							
🐇 Télécharger de produits	Use value as NoData	0	1								
				k						_	
Traitement de bande	Seed signatures										
Combinaison de bandes	Seed signatures from b	and values		Use	Signature list as s	eed signatures	Use random see	d signatures			
Classification	Distance algorithm			lus proche voisin		Spectral Apple Mapp	ina				
Clustering						C shere a shere when					
VZ ACP	sauvegarder les résulta	ats à la liste des si	gnatures								
RF Random forest											
🏂 Distance spectrale											
Post-traitement	Lancer										
🛗 Calcul de bande									-		
O Batch								BATCH	Lancer	>	
 X Paramètres 										-	
Debug	Sartia									<hr/>	
Interface	Julie									_	
Processing setting											

On utilisera ici 3 itérations max afin de ne pas avoir de calculs trop longs (ca prend un peu de temps quand même !). Tester plusieurs nombres de classes (de 4 à 7 et les deux distances) et observer l'influence sur la classification résultante. Que peut-on dire des résultats ?

3.4 Classification supervisée

Afin d'améliorer les résultats nous nous intéresserons ici à la classification supervisée

pour laquelle nous utiliserons des données d'apprentissage. Ces données contiennent une classification réalisée manuellement sur une petite partie de l'image. Le fichier contenu dans le dossier TRAINING nommé *CLASSES_MACRO.scpx* contient des échantillons d'apprentissage pour les 5 classes. Il servira de base à l'algorithme pour classifier l'image entière.

Importons alors le fichier .scpx dans le plugin SCP :

- 1 Dans le panneau latéral SCP Dock, choisir l'onglet *Entrée données entrainement* puis l'icône *Ouvrir un fichier de données d'apprentissage*.
- 2 Récupérer CLASSES_MACRO.scp dans le dossier TRAINING

Accuel	Ouvrin	un fichier	1				
	o de doi	nées	e MC ID	CID	C Info	:	oule
nées entrainement	des signature de la	entissage					
📕 Entrée don	dasse 🕌 Liste						
Classification	iste des macro				 		
	MC II	1 🗘	MC Info	MC 1			
7	CID	1 🗢	C Info	C 1			
	a de Re				✓ Sauvegarde auto	Signature	

Les données d'apprentissage sont alors visibles dans le panneau latéral SCP Dock et ainsi que sur la carte sous la forme de rectangles noirs

ROI	ROI & Liste des signatures (band set 1)						
Filtre							
	MC ID	•	C ID	Nom		Туре	Coule
	· 10			EAU			
	· 20			BATI			
	· 30			SOLNU			
	• 40			CULTURE			
	· 50			FORET			

Il est possible de changer les couleurs des classes pour mieux les distinguer. Une exploration de ces deux outils permet de mieux comprendre les données à classifier.

3.5 Visualisation des spectres de chaque classe

Il est aussi possible de visualiser respectivement les spectres de chaque classe \swarrow .

Sélectionner toutes les classes puis cliquer sur l'icône . La fenêtre qui s'ouvre permet de visualiser la signature de chaque classe, c'est à dire sa valeur moyenne de réflectance sur les longueurs d'ondes des 9 bandes ainsi que la variabilité des valeurs. L'onglet *Signature Details* permet d'obtenir des précisions pour chaque classe.

Identifier la portion Red-Edge sur le spectre. Que pouvez-vous dire des spectres de chaque classe ? La séparabilité entre classes vous parait-elle bonne ? Quelles portions du spectre vous paraissent intéressantes pour séparer les classes ?

3.6 Visualisation du Scatter Plot des classes

Il est aussi possible de visualiser les scatter plots 🖾 des pixels de chaque classe. De la même manière que précédemment, sélectionner toutes les classes puis cliquer sur

l'icône . La fenêtre qui s'ouvre permet de représenter sur deux axes (un axe étant associé à une bande que l'on choisit) la dispersion des données de chaque classe. Pour changer de combinaison, il faut renseigner les valeurs des bandes que l'on veut représenter (par exemple 4 et 5 pour représenter le rouge et le proche infra-rouge) puis cliquer sur Calculer pour mettre à jour le graphique.

3.7 Classification de l'image

Dans la fenêtre « Semi Automatic Classification PlugIn » choisir le menu Traitement de bandes => Classification. Nous testerons ici 3 algorithmes de classification proposés par le plugin SCP.

- Minimum Distance : Considère la distance euclidienne entre les spectres
- Maximum Likelyhood : distance avec axes décorrélés en estimant une loi gaussienne multivariée sur les données

• Spectral Angle Mapper : Mesure de similarité considérant la forme des spectres Tester les 3 algorithmes, évaluer visuellement les résultats pour déterminer celui qui semble le mieux adapté à notre problème.

3.8 Bonus : Compression de l'information de l'image par ACP

Finissons enfin par réduire le jeu de données de 9 bandes à l'aide d'une Analyse en Composante Principale. L'ACP décompose l'image d'origine en une suite de bandes(composantes) expliquant au mieux la variabilité de l'image originale. La première bande sera la plus informative et chaque nouvelle bande apportera une information supplémentaire. Ici on s'intéressera seulement aux 3 premières bandes afin d'avoir une représentation compacte de l'information des 9 bandes.

Dans le menu du plugin SCP, aller dans l'onglet *Traitement de bande* puis sélectionner l'onglet ACP. Choisir 3 composantes principales (cochez Nombre d'éléments et choisir 3)

Creation de ROI multiple	Entrée			
🙀 Liste RGB				
Seuil des signatures	Analyse à composante princip	lu jeu de bandes		
Télécharger de produits	Sélectionner un jeu de bandes	\$		
Pré-traitement				
Traitement de bande	V Nombre d'éléments	÷		
Marcombinaison de bandes	Use value as NoData	\$		
Classification				
Clustering				
ACP				
RF Random forest				
September 2015 Septem				
Post-traitement				
Précision				
Dilater la classification				
Eroder la classification				
Rapport de classification				
Classification vers vecteur				
E Cribler la classification				
🛞 Classe signature	Lancer			
📇 Classification croisé				
Editer raster			BATCH 🚺 Lancer	>
Changement d'occupation des sols				_
Reclassification	Castia			
1 7 and shat water	Sorue			1

Les résultats numériques de l'ACP sont de même présentées. Relever le pourcentage de variance et de variance cumulée pour les 3 bandes. L'ACP a-t-elle permis de retenir la majorité de l'information initiale ?

On peut alors tout simplement représenter ces bandes en mode RGB pour obtenir une composition colorée. Pour cela, se rendre dans Raster => Divers => Fusionner et renseigner les 3 bandes à empiler en n'oubliant pas de cocher "placer chaque fichier en entrée dans une bande séparée".

L'ACP donne une bonne indication visuelle de la facilité de la classification : Les zones de couvert végétal différents qui apparaissent de couleurs différentes seront nettement plus faciles à classifier que celles qui apparaissent de couleur identique !