

Projet de Sciences des Données
Exploitation d'images satellites haute-résolution
pour la prévision d'indicateurs socio-économiques

YOUSSEF - KACER

22 Septembre 2016

Table des matières

Introduction	i
1 Calcul de l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI)	1
2 Géoréférencement d'images aériennes	7
2.1 Principe	7
2.2 Les systèmes de géoréférencement	7
2.3 Géoréférencement des images Landsat-8	8
2.3.1 Création d'une image de l'IGN géoréférencée	8
2.3.2 Superposition d'un raster Landsat-8	22

Introduction

Dans ce document, nous présentons le calcul d'indice végétale par différence normalisée (*NDVI*) lié à une zone géographique. Il est censé renseigner sur la présence de végétaux : on pense pouvoir utiliser par la suite un tel indicateur afin de prédire et quantifier la densité de population.

Chapitre 1

Calcul de l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI)

Cet indice est calculé à partir des canaux rouge (R) et proche-infrarouge (PIR) via la formule :

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

Typiquement, l'eau, la neige et les nuages refléchissent plus dans le rouge que le proche-infrarouge, soit un $NDVI$ négatif

Les sols nus réfléchissent tout autant dans les deux bandes d'où un $NDVI$ nul
En revanche, les sols revêtus de végétaux refléchissent bien plus dans le proche infra-rouge, ce qui donne un $NDVI$ positif, et d'autant plus positif que la végétation est dense.

Afin de calculer un tel indice sur les images *Landsat-8*, nous utilisons les bandes géoréférencées 4 et 5 qui jouent respectivement les rôles du rouge ($0.85-0.88nm$) et du proche-infrarouge ($0.64-0.67nm$).

la librairie *gdal* sur *python* nous permet d'effectuer l'opération de différence normalisée sur des rasters pour produire une image de $NDVI$ géoréférencée (*GeoTIFF*).

La figure 1.1 montre un ndvi négatif au sud de la commune de Chamonix, ce qui correspond au glaciers du Mont-Blanc

2CHAPITRE 1. CALCUL DE L'INDICE DE VÉGÉTATION PAR DIFFÉRENCE NORMALISÉE (NDVI)

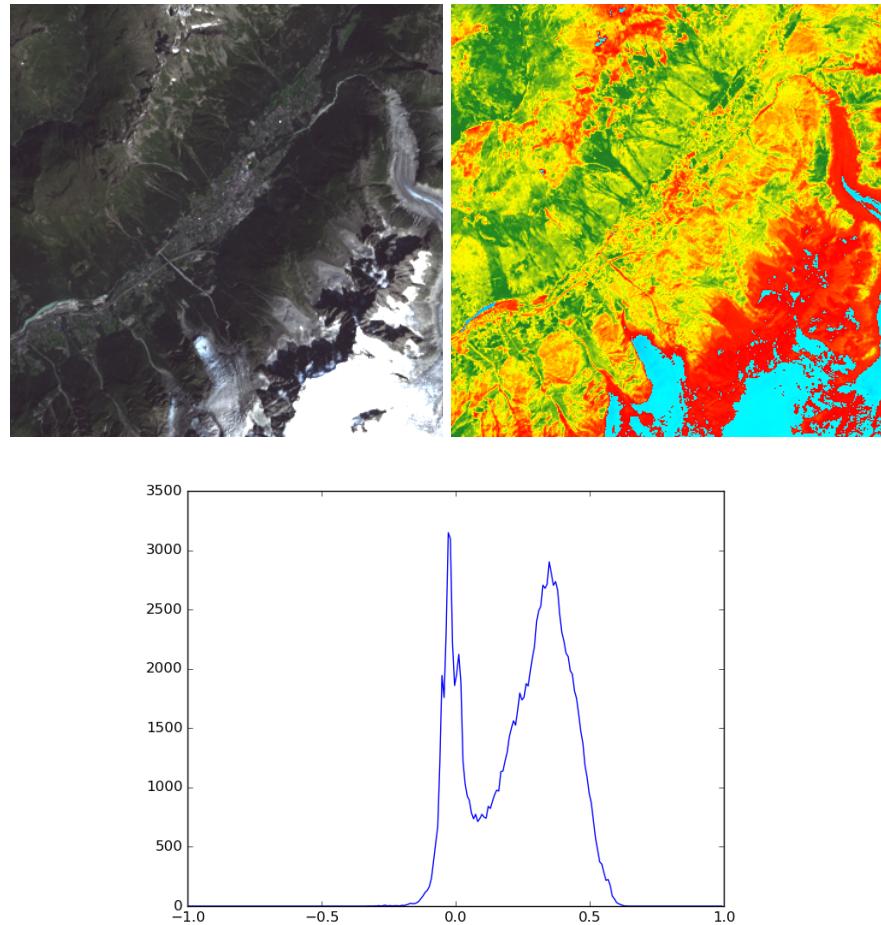


FIGURE 1.1 – image, ndvi et histogramme de ndvi pour la commune de *Chamonix* sur un périmètre de 116km² au mois d'Août

La figure 1.2 montre un ndvi supérieur à 0.5 autour de la ville de Manaus au Brésil, ce qui correspond à la végétation dense de la forêt amazonienne. Le fleuve du *Rio Negro* apparaît lui en négatif

4 CHAPITRE 1. CALCUL DE L'INDICE DE VÉGÉTATION PAR DIFFÉRENCE NORMALISÉE (NDVI)

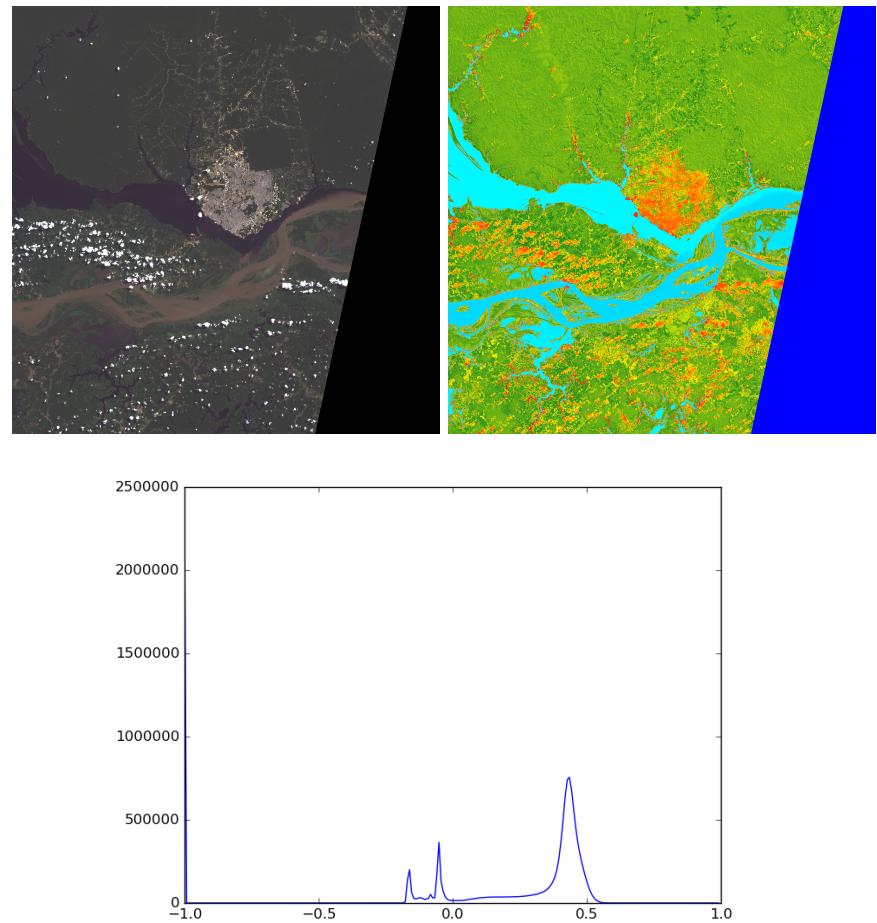


FIGURE 1.2 – image, ndvi et histogramme de ndvi pour la ville de *Manaus* (*Bresil*) sur un périmètre de 11000km² au mois de Juillet

La figure 1.3 montre un ndvi quasi nulle donc sans végétation, comme on peut s'y attendre dans une commune urbaine telle que Paris en période hivernale

6CHAPITRE 1. CALCUL DE L'INDICE DE VÉGÉTATION PAR DIFFÉRENCE NORMALISÉE (NDVI)

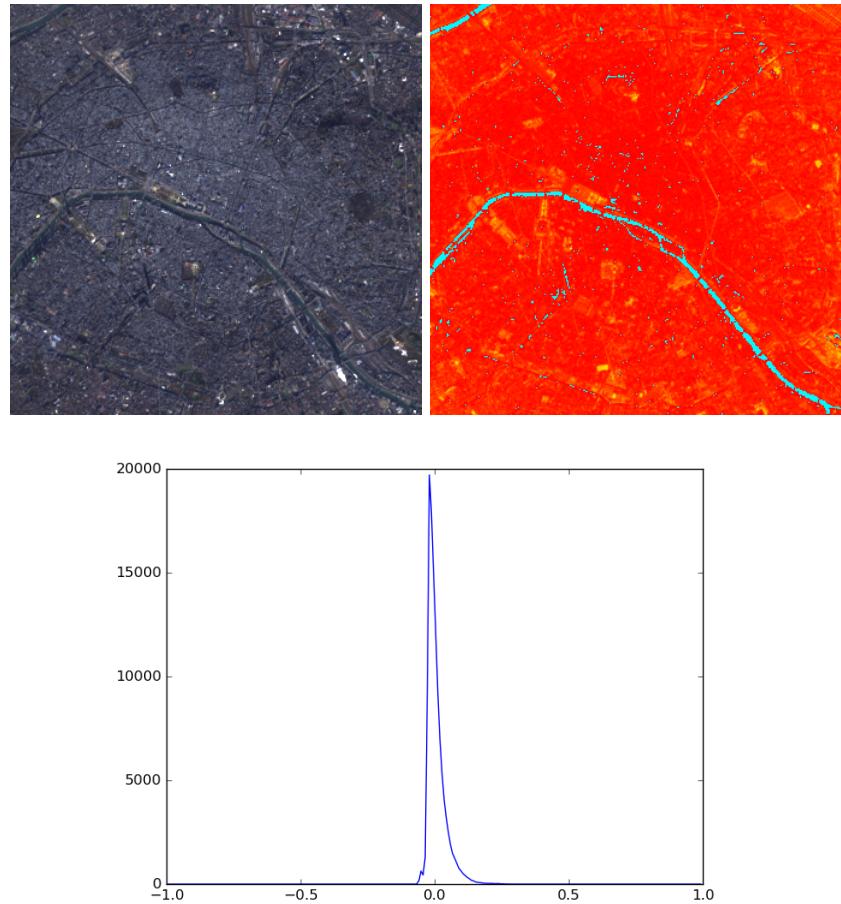


FIGURE 1.3 – image, ndvi et histogramme de ndvi pour la ville de *Paris* sur un périmètre de 105km² au mois de Décembre

Chapitre 2

Géoréférencement d'images aériennes

2.1 Principe

Une première méthode pour le géoréférencement d'une image dans un certain système de coordonnées, nécessite la connaissance des coordonnées d'un certain nombre de points de l'image dans ce système de coordonnées, ce sont les *points d'amers*. A partir de ces points, une transformation d'un certain ordre est appliquée aux autres points de l'image afin de leur attribuer des coordonnées dans ce système.

Les images de prise de vue aérienne peuvent être livrées déjà géoréférencées dans un certain système de coordonnées géographiques, c'est le niveau 2 de rectification dans la nomenclature du cours de Jean-Marie Nicolas [?].

2.2 Les systèmes de géoréférencement

Il en existe une multitude dont le nom est codifié par l'*European Petroleum Survey Group* depuis 1985.

A titre d'exemple, l'*IGN (Institut Géographique National)* géoréférence ces images via plusieurs systèmes de géoréférencement possibles dont :

- *NTF 93/Lambert 93* dont le code est *EPSG :2154*.
- *NTF Paris/Lambert zone II étendu* dont le code est *EPSG :27572*.

Les images du satellite *Landsat-8* sont géoréférencées dans le système *WGS84/Mercator* dont le code *EPSG* dépend de la zone *UTM (Universal Transverse Mercator)* où l'on se situe dans le globe (par exemple *EPSG :32631* pour la zone *UTM*

31N contenant la commune de *Thonon-Les-Bains*).

Dans la section qui suit, nous proposons une méthode pour vérifier la fiabilité du géoréférencement des images du satellite *LANDSAT-8*.

2.3 Géoréférencement des images Landsat-8

le site de l'*USGS* (*U.S. Geological Survey*) [?] qui met à disposition les images satellitaires de *LANDSAT-8*, ne précise pas la méthode utilisée pour leur géoréférencement. Mais on peut toutefois vérifier sa fiabilité en comparant une image de ce satellite avec une image de l'*IGN*.

En effet, il suffirait de récupérer une image d'une certaine zone au format *Geo-TIFF*, donc géoréférencé, de l'*IGN* et de la superposer à une image *LANDSAT-8* contenant la même zone. Toutefois, le géoréférencement de l'image *IGN* étant différent de celui de l'image *LANDSAT-8*, il faudrait afficher la première dans le géoréférencement de la seconde.

Seulement, le site de l'*IGN* ne propose des images géoréférencées qu'à l'achat, mais nous pouvons contourner cela en récupérant une image non géoréférencé, qu'on géoréferencerait ensuite via un logiciel *SIG*, *QGIS* en l'occurrence.

2.3.1 Crédation d'une image de l'*IGN* géoréférencée

Le portail de l'*IGN* [?] permet de parcourir le globe en affichant instantanément les coordonnées des points dans plusieurs systèmes de coordonnées possibles. La figure 2.1 montre l'interface du portail affichant la commune de *Thonon-Les-Bains* en coordonnées *NTF 93/Lambert 93*.

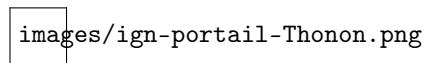


FIGURE 2.1 – Portail de l'*IGN* - commune de Thonon-Les-Bains en coordonnées NTF93/Lambert93 [?]

La manipulation consiste à prendre un snapshot du portail pour cette zone, en y inscrivant au préalable les coordonnées de plusieurs points via l'outil de marquage et d'annotation du portail. La figure 2.2 montre ainsi six points dont on a indiqué les coordonnées en *NTF 93/Lambert 93*. Ces points vont jouer le rôle des *points d'amers* décrits plus haut dans le principe de géoréférencement 2.1.

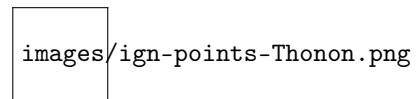


FIGURE 2.2 – image non-géoréférencé de l'*IGN* - commune de Thonon-Les-Bains et six points de contrôle en coordonnées NTF93/Lambert93

Le logiciel libre *QGIS* [?] permet de géoréférencer une image dans le même système de coordonnées que des points de contrôle préalablement renseignés dans l'outil.

Pour commencer, il faut ouvrir un projet dans la fenêtre principale et renseigner le système de projection dans lequel on souhaite visualiser les images géoréférencées (on parle de *raster*). On choisit ici le système de projection *EPSG :32631* car c'est celui dans lequel les images *Landsat-8* (dans la zone *UTM* de *Thonon-Les-Bains*) sont projetées et sur lequel on projetera notre snapshot IGN une fois géoréférencé, pour comparaison.

La figure 2.3 montre la manipulation dans les propriétés du projet.

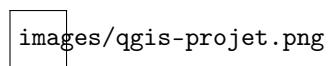


FIGURE 2.3 – Projet *QGIS* et système de projection

Ensuite, via l'onglet « Raster > Géoréférencer > Géoréférencer », on ouvre une nouvelle fenêtre dédiée au géoréférencement à partir de laquelle on charge notre snapshot 2.4 (onglet « Ajouter un raster »). L'outil demande alors de renseigner un système de projection pour le géoréférencement, on sélectionne celui correspondant à nos points d'amers, soit *NTF 93/Lambert 93 (EPSG :2154)*.

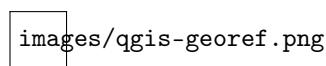


FIGURE 2.4 – Projet *QGIS* et chargement d'une image non-géoréférencé pour géoréférencement

Une fois le snapshot chargé, on renseigne les points de contrôle correspondant aux croix rouges sur le snapshot via l'onglet « Ajouter un point », dans la fenêtre de géoréférencement. On ajoute tour à tour les six points en renseignant les coordonnées des points. La figure 2.5 montre ainsi la fenêtre de géoréférencement contenant le snapshot et le tableau des points de contrôle en bas.

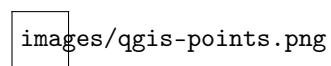


FIGURE 2.5 – Projet *QGIS* et renseignement des points de contrôle dans la fenêtre de géoréférencement

Maintenant que les points de renseignement sont donnés, on va définir la transformation à appliquer. Pour cela, on ouvre l'onglet « Paramètres > Transformation », qu'on renseigne comme dans la figure 2.6. Par ordre, on renseigne le type de transformation, ici polynomiale du second degré. En effet, avec six points d'amers, on peut se permettre une transformation non linéaire d'ordre 2 en vertu de la formule [?] :

$$P \geq \frac{(L + 1)(L + 2)}{2}$$

où L est le degré du polynôme et P , le nombre de points d'amers nécessaires. On renseigne aussi le type de rééchantillonnage des pixels, afin d'affecter une valeur aux pixels qui n'en auront pas après transformation. Et enfin, on renseigne le système de géoréférencement correspondant à nos points d'amers, soit *NTF 93/Lambert 93 (EPSG :2154)*. On peut aussi cocher la case « charger dans QGIS lorsque terminé » afin d'avoir l'image géoréférencé directement projeté dans le système de coordonnées du projet (*EPSG :32631*).

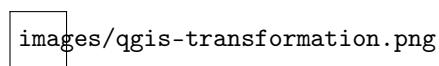


FIGURE 2.6 – Projet *QGIS* et renseignement de la transformation dans la fenêtre de géoréférencement

Il ne reste qu'à lancer la géoréférencement via la flèche verte dans la fenêtre de géoréférencement, cela va afficher notre snapshot dans le système de coordonnées *EPSG :32631 2.7.*

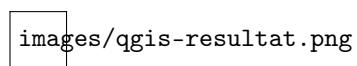


FIGURE 2.7 – Projet *QGIS* et affichage du raster géoréférencé projeté dans la fenêtre principale

2.3.2 Superposition d'un raster Landsat-8

A présent que notre snapshot IGN est géoréférencé et projeté dans le système de coordonnées de *Landsat-8* (*EPSG :32631*), on peut charger une image géoréférencé *Landsat-8* contenant la commune de *Thonon-Les-Bains*. Pour cela, on a téléchargé les bandes 2,3,4 correspondantes et formé l'image couleur 2.8. On peut vérifier que le système de géoréférencement de ces images est bien *EPSG :32631* via la commande *listgeo* :

```
listgeo LC81960282016252LGN00_B2.TIF
```

qui renvoie bien (*PCS* pour *Projection Coordinate System*) :

```
PCS = 32631 (WGS 84 / UTM zone 31N)
```

images/Thonon_landsat.png

FIGURE 2.8 – Image couleur à partir d’images géoréférencées Landsat-8 contenant la commune de Thonon-Les-Bains

On peut alors charger cette image dans la fenêtre principale *QGIS* via l'onglet « Couche > Ajouter une couche > Ajouter une couche raster ». On observe au final la superposition des deux rasters et dont on peut régler la transparence (sous-fenêtre « couches ») dans la fenêtre principale *QGIS* 2.9



FIGURE 2.9 – Projet *QGIS* et superposition des rasters IGN et Landsat-8 géo-référencés en EPSG :32631 - commune de Thonon-Les-Bains

On constate une assez bonne superposition des deux rasters, le géoréférencement du satellite *Landsat-8* peut donc être considéré comme convenable.

Liste des tableaux

Table des figures

1.1	image, ndvi et histogramme de ndvi pour la commune de <i>Chamonix</i> sur un périmètre de 116km ² au mois d'Août	2
1.2	image, ndvi et histogramme de ndvi pour la ville de <i>Manaus (Brasil)</i> sur un périmètre de 11000km ² au mois de Juillet	4
1.3	image, ndvi et histogramme de ndvi pour la ville de <i>Paris</i> sur un périmètre de 105km ² au mois de Décembre	6
2.1	Portail de l' <i>IGN</i> - commune de Thonon-Les-Bains en coordonnées NTF93/Lambert93 [?]	9
2.2	image non-géoréférencé de l' <i>IGN</i> - commune de Thonon-Les-Bains et six points de contrôle en coordonnées NTF93/Lambert93	11
2.3	Projet <i>QGIS</i> et système de projection	13
2.4	Projet <i>QGIS</i> et chargement d'une image non-géoréférencé pour géoréférencement	15
2.5	Projet <i>QGIS</i> et renseignement des points de contrôle dans la fenêtre de géoréférencement	17
2.6	Projet <i>QGIS</i> et renseignement de la transformation dans la fenêtre de géoréférencement	19
2.7	Projet <i>QGIS</i> et affichage du raster géoréférencé projeté dans la fenêtre principale	21
2.8	Image couleur à partir d'images géoréférencées Landsat-8 contenant la commune de Thonon-Les-Bains	23
2.9	Projet <i>QGIS</i> et superposition des rasters IGN et Landsat-8 géo-référencés en EPSG :32631 - commune de Thonon-Les-Bains	25