

# PANORAMA DES OUTILS DE TRAITEMENT IMAGES

Olivier Queyrut, CNES



## Logiciel SIG (Système d'Information Géographique)

- ❖ Système d'information capable d'organiser et de présenter des données alphanumériques spatialement référencées ainsi que de produire des plans et des cartes

## En quelques mots

- ❖ Commencé en 2002
- ❖ Basé sur GDAL
- ❖ Open source, sous licence GPL

## Fonctionnalités

- Affichage ou production de cartes
- Analyse des données pour créer une nouvelle information
- Acquisition des données
- Abstraction ou représentation des éléments choisis
- Archivage

• Les données géographiques possèdent quatre composantes :

- Les **données géométriques** renvoient à la forme et à la localisation des objets ou phénomènes
- Les **données descriptives** (ou attributaires) renvoient à l'ensemble des attributs descriptifs des objets et phénomènes
- Les **données de styles** renvoient aux paramètres d'affichage des objets (type de trait, couleur,...)
- Les **métadonnées associées**, c'est à dire les données qui décrivent les données (date d'acquisition, nom du propriétaire, méthode d'acquisition, ...)

## Image raster et vecteur

**Raster** = grille de pixels organisés en lignes / colonnes

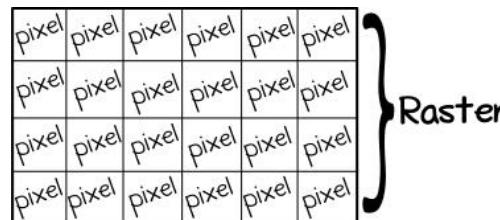
Chaque pixel a des valeurs :

- ❖ Données continues : couleur (e.g. RGB), hauteur (e.g. MNS), ...
  - ❖ Données discrètes : masque (e.g. masque de nuage), classe (e.g. classe occupation du sol)

Résolution d'un raster dépend du nombre de pixels qu'il contient. Plus il y a de pixels dans une image, meilleure est sa résolution et sa qualité visuelle.

C'est pour cela que plus la résolution du raster est grande, plus le fichier raster est lourd.

Exemple de format : TIFF + info de géoréférencement = GEOTIFF



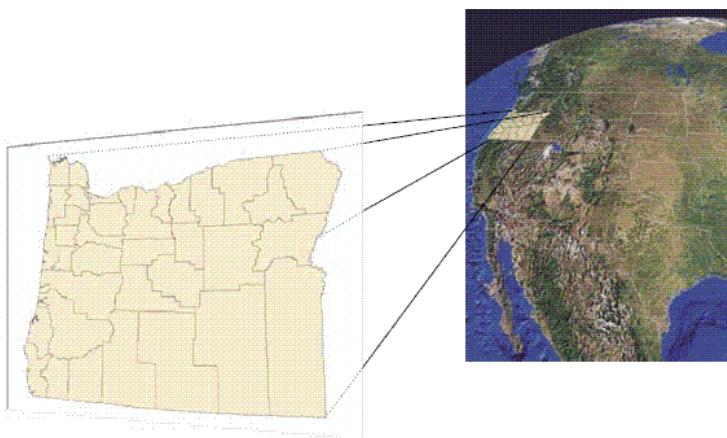
Source : <https://naturagis.fr/cartographie-sig/difference-vecteur-raster>

- **Vecteur** = dessin vectoriel formé de géométries avec des données attributaires
    - ❖ Géométrie : nœuds (des points dans l'espace) et formules mathématiques pour calculer les arcs (des lignes) qui relient ces nœuds entre eux
    - ❖ Attribut : des méta-données, par exemple l'identifiant d'une parcelle dans le cadastre vectoriel
  - Un vecteur est un objet calculé, il est donc possible de zoomer et de dé-zoomer à l'infini sur l'image, sans altération de sa qualité visuelle.
  - La taille d'un vecteur ne dépend pas de la taille des géométries (uniquement de leur complexité et des données attributaires)
  - Exemple de format : shapefile, GeoJSON

# Géoréférencement et projection

**Géoréférencement** = consiste à utiliser des coordonnées cartographiques pour affecter un emplacement spatial à des entités cartographiques

Pour être adéquate, la description de l'emplacement et de la forme des entités nécessite une structure de coordonnées permettant de définir les emplacements réels. Un système de coordonnées géographiques permet d'associer des emplacements géographiques à des objets. Exemple : longitude, latitude, altitude



Source : <https://resources.arcgis.com/fr/help/getting-started/articles/026n0000000s000000.htm>

**Projection cartographique** = processus qui consiste à transformer et à représenter sur une surface bidimensionnelle (plane) des points situés sur la surface sphérique tridimensionnelle de la terre

- Ellipsoïde de référence + repère géodésique = **DATUM ou Système Géodésique de Référence**  
Exemples : RGF (Référentiel Géodésique Français), WGS84
- Afin de représenter cet ellipsoïde sur un plan, on utilise différents **systèmes de projections** :

- conforme de Mercator : conserve les angles mais altère les surfaces (cartes militaires, de navigation...)
- équivalente de Lambert : conserve les surfaces mais altère les angles (cartes politiques)
- aphylactique qui altère les angles et les surfaces
- Exemples : Lambert 93 = EPSG:2154 (RGF), EPSG:32631 (WGS84, zone UTM 31N), EPSG:3857 (WGS84, pseudo-mercator)

<https://epsg.io/>

La Terre est un **géoïde**, c'est à dire une sphère irrégulière. Pour la représenter, il faut trouver un modèle mathématique qui corresponde le mieux à la surface topographique de la Terre. La surface utilisée est donc un **ellipsoïde** : un volume géométrique régulier proche du géoïde.

# Installer et configurer QGIS

## Installer

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

Standalone installers (MSI) from OSGeo4W packages (recommended for new users)

Dernière version (plus riche en fonctionnalités) :

- QGIS Standalone Installer Version 3.20  
 sha256

Version long terme (la plus stable) :

- QGIS Standalone Installer Version 3.16  
 sha256

Note that the MSI installers are much bigger than the previous installers. This is because they include significant larger packages (eg. PROJ 8). The main reason for the switch to MSI were the size limits previously used NSIS has, which was blocking updates of dependencies.

Long-term release in old OSGeo4W (continued with previous dependencies):

- Installateur réseau OSGeo4W (64 bit)  

- Installateur réseau OSGeo4W (32 bit)  


Dans l'installateur, choisissez l'**Installateur pour utilisateurs experts** et sélectionnez **qgis-ltr-full** to install the *long term release*.  
Packages for the latest release and nightly thereof and master are discontinued in old OSGeo4W.  
This installer also allows installing QGIS without non-free software

## Configurer

- **Proxy :**  
Préférences > Options > Réseau Configuration proxy
- 
- **Plugin (Extension) :**  
Ajout via les dépôts  
Extensions > Installer/Gérer les extensions...  
Utiliser la barre de recherche ou sélectionner un plugin  
Cliquer sur installer  
Plugins à installer : ValueTool, ProfileTool, ContrastHomogenizer
- 
- **Activer OTB**  
<https://gitlab.orfeo-toolbox.org/orfeotoolbox/qgis-otb-plugin>
- 
- 
- 
-

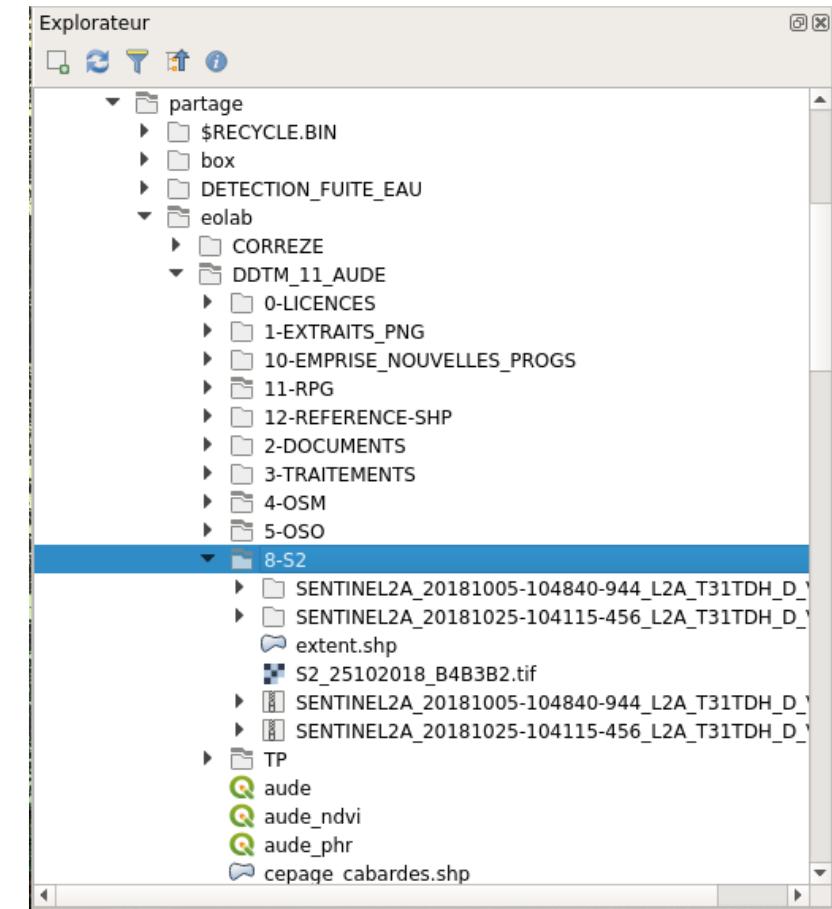
## Ouvrir des données (raster, vecteur) dans QGIS

Pour importer des fichiers dans QGIS, il est possible d'utiliser l'explorateur.

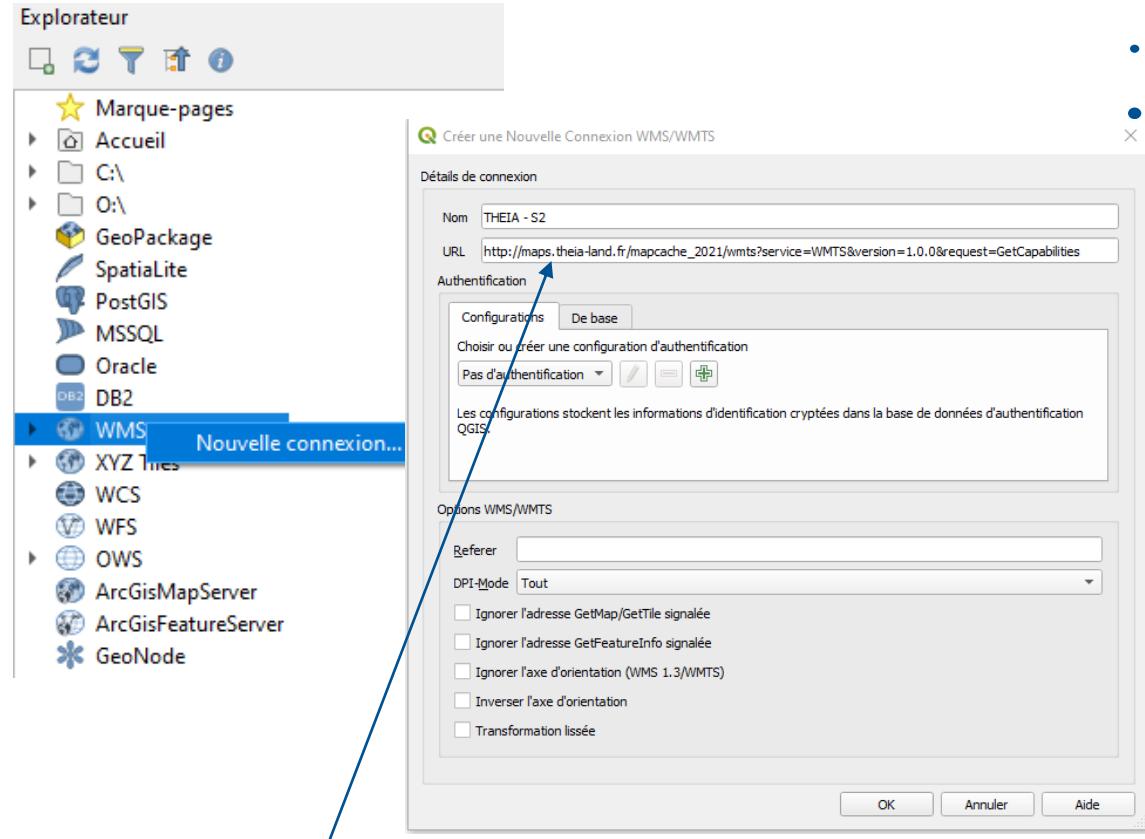
- Si le panneau n'est pas disponible, l'activer via Vue > Panneaux > Explorateur
- Double cliquer sur un fichier pour l'importer dans QGIS

A savoir que cette méthode permet d'ouvrir n'importe quel type de données géographiques indépendamment de sa catégorie

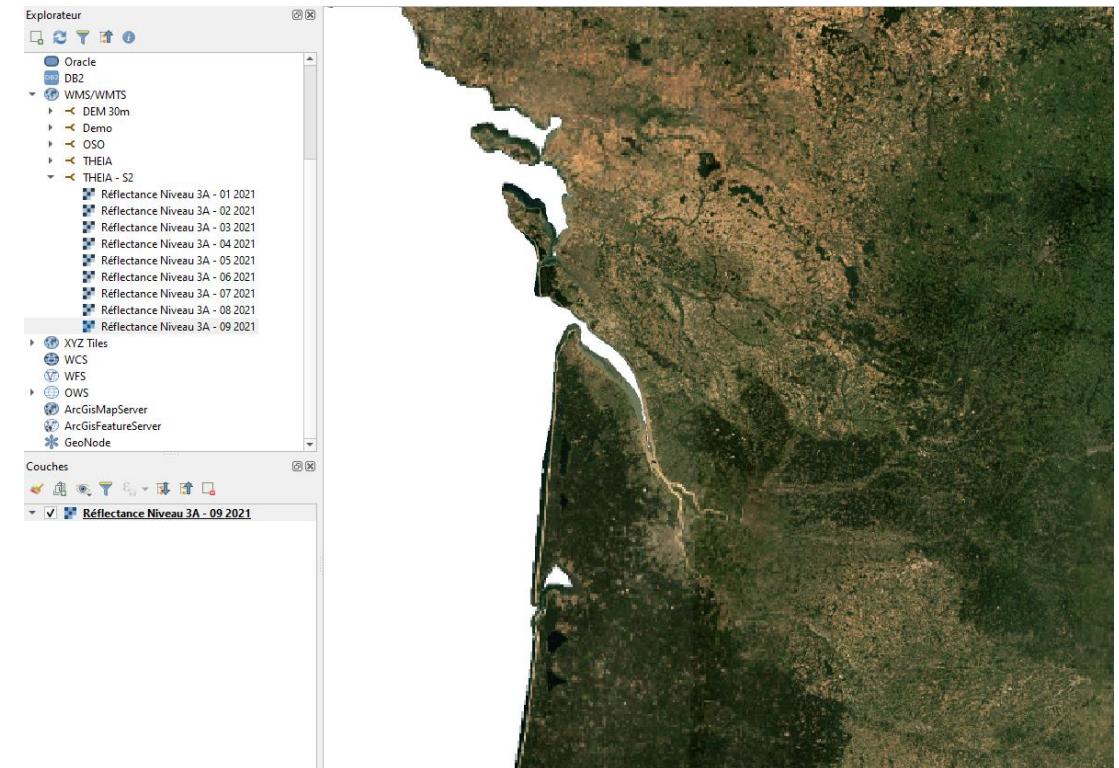
Sinon, passer par  puis aller dans la catégorie correspondant à la donnée à ouvrir (Raster, Vecteur)



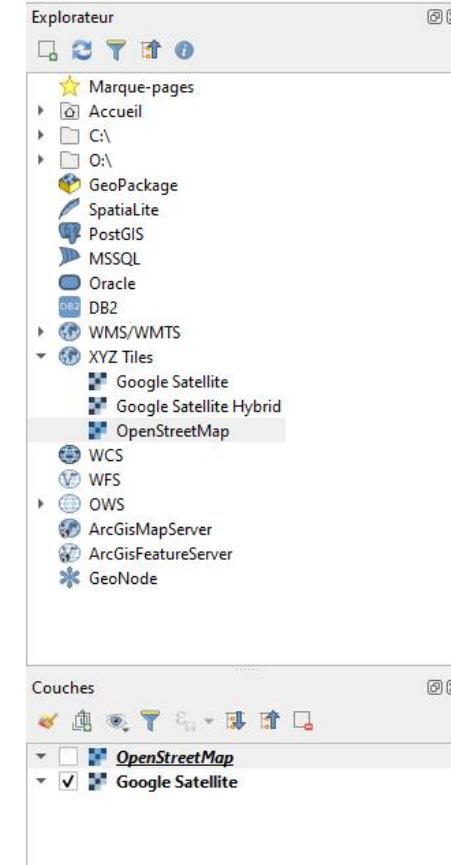
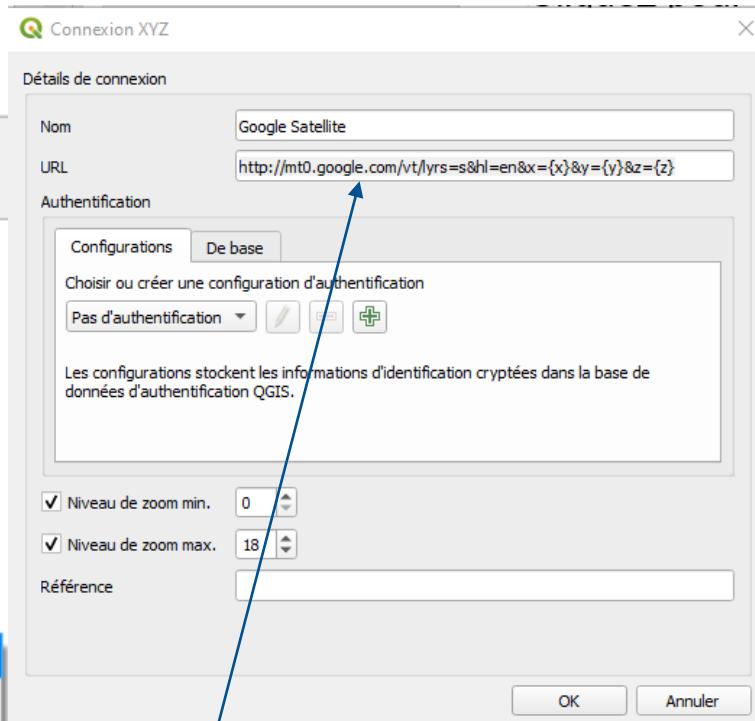
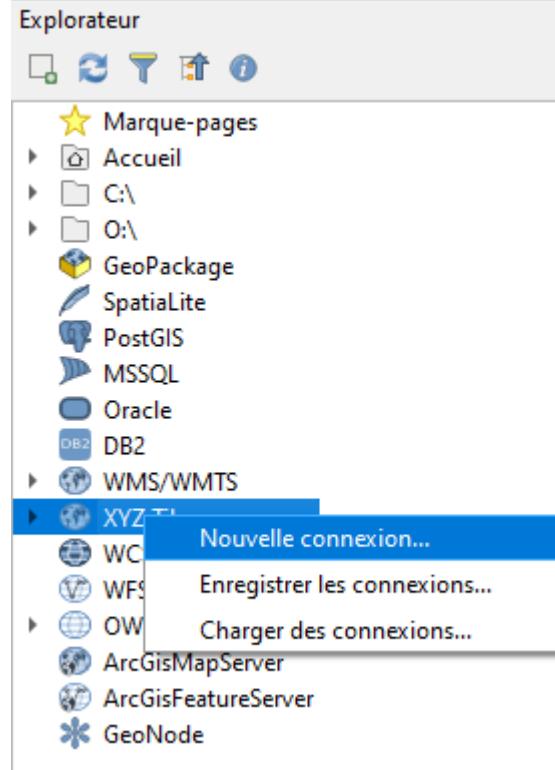
# Ouvrir un flux WMS



[http://maps.theia-land.fr/mapcache\\_2021/wmts?service=WMTS&version=1.0.0&request=GetCapabilities](http://maps.theia-land.fr/mapcache_2021/wmts?service=WMTS&version=1.0.0&request=GetCapabilities)



# Ouvrir un flux XYZ tiles



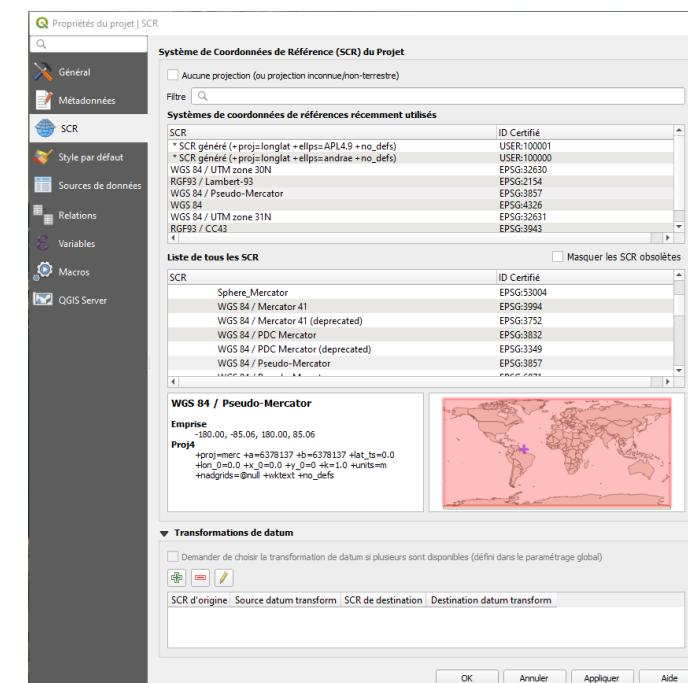
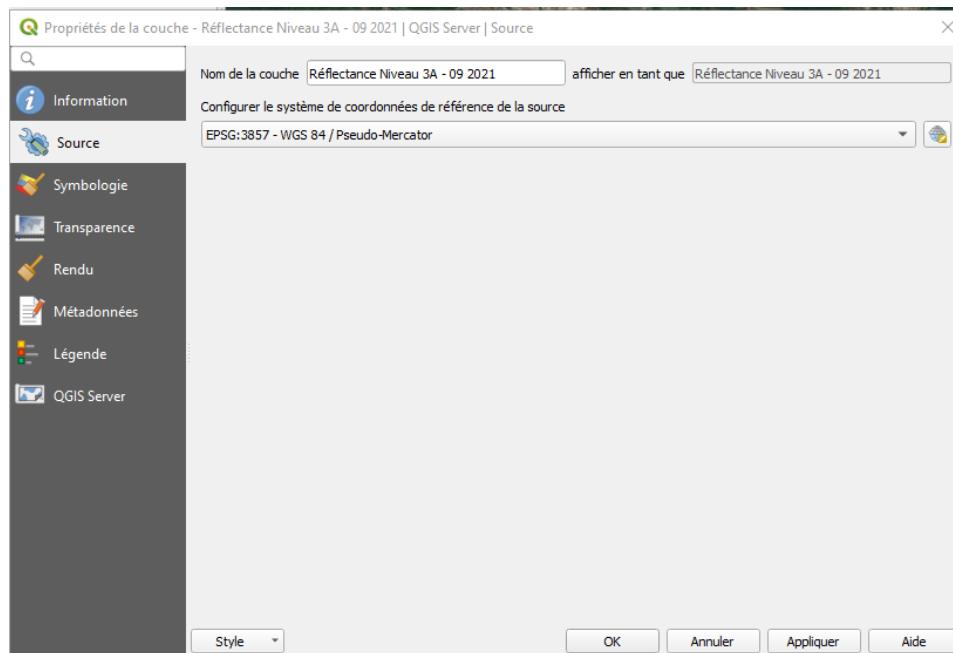
<http://mt0.google.com/vt/lyrs=s&hl=en&x={x}&y={y}&z={z}>  
<http://a.tile.openstreetmap.org/{z}/{x}/{y}.png>

## Projection : SCR de la couche et SCR du projet

Chaque couche définit son propre système de coordonnées, qui peut être défini ou modifié via le panneau de propriétés.

S'il est modifié, les données ne sont pas reprojetées !  
On ne modifie que les infos de la couche.

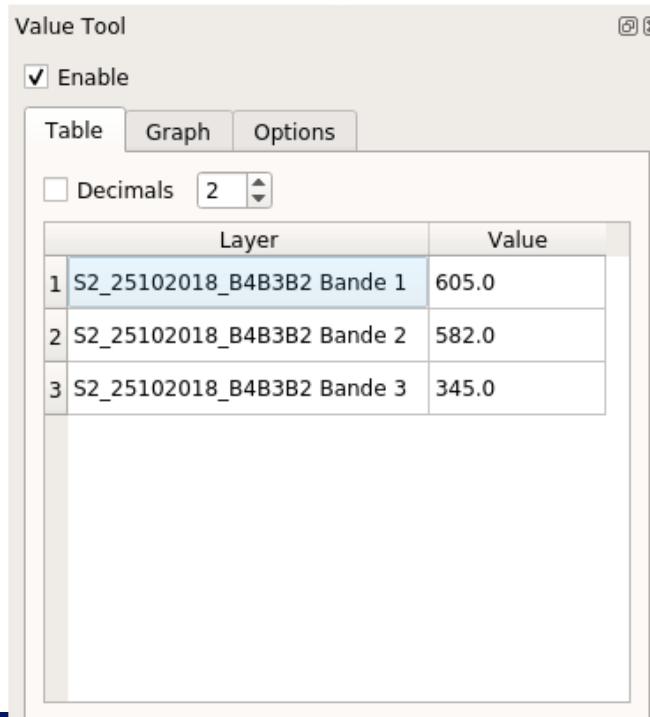
- QGIS affiche dans un Système de Coordonnées de Référence (SCR) qui peut être différent de ceux des couches à afficher.
  - **La projection à la volée** est une fonctionnalité qui permet d'afficher des couches dans un autre SCR que le leur, le SCR du projet.



## Rasters – afficher des informations

Avec Value Tool (plugin installé via les dépôts)

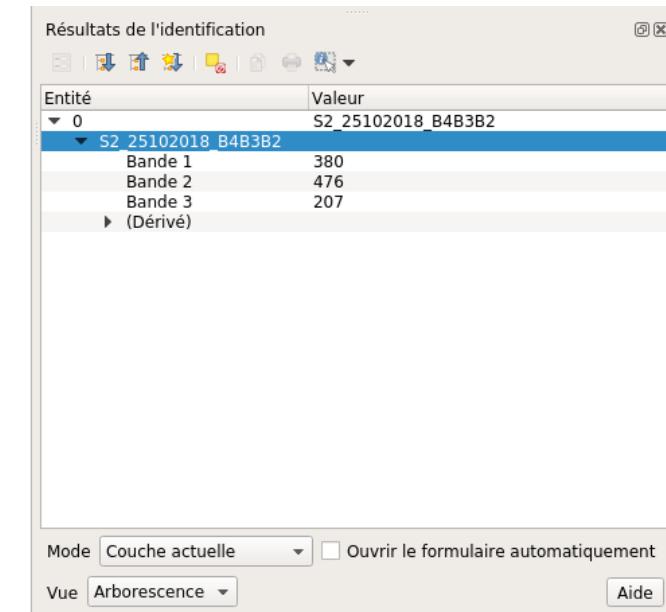
- ❖ Si le panneau du Value Tool n'est pas affiché, l'activer via *Vue> Panneaux> Panneau Value Tool*
  - ❖ Cocher «*Enable*»
  - ❖ Le plugin affiche les valeurs des bandes de toutes les couches visibles sous la souris



## Avec l'outil par défaut



- ❖ Sélectionner la couche
  - ❖ Cliquer sur le pixel souhaité dans l'image



## Rasters - Traitements

Il existe plusieurs façons de lancer des traitements sur des couches QGIS rasters :

❖ La calculatrice raster

Raster > Calculatrice raster

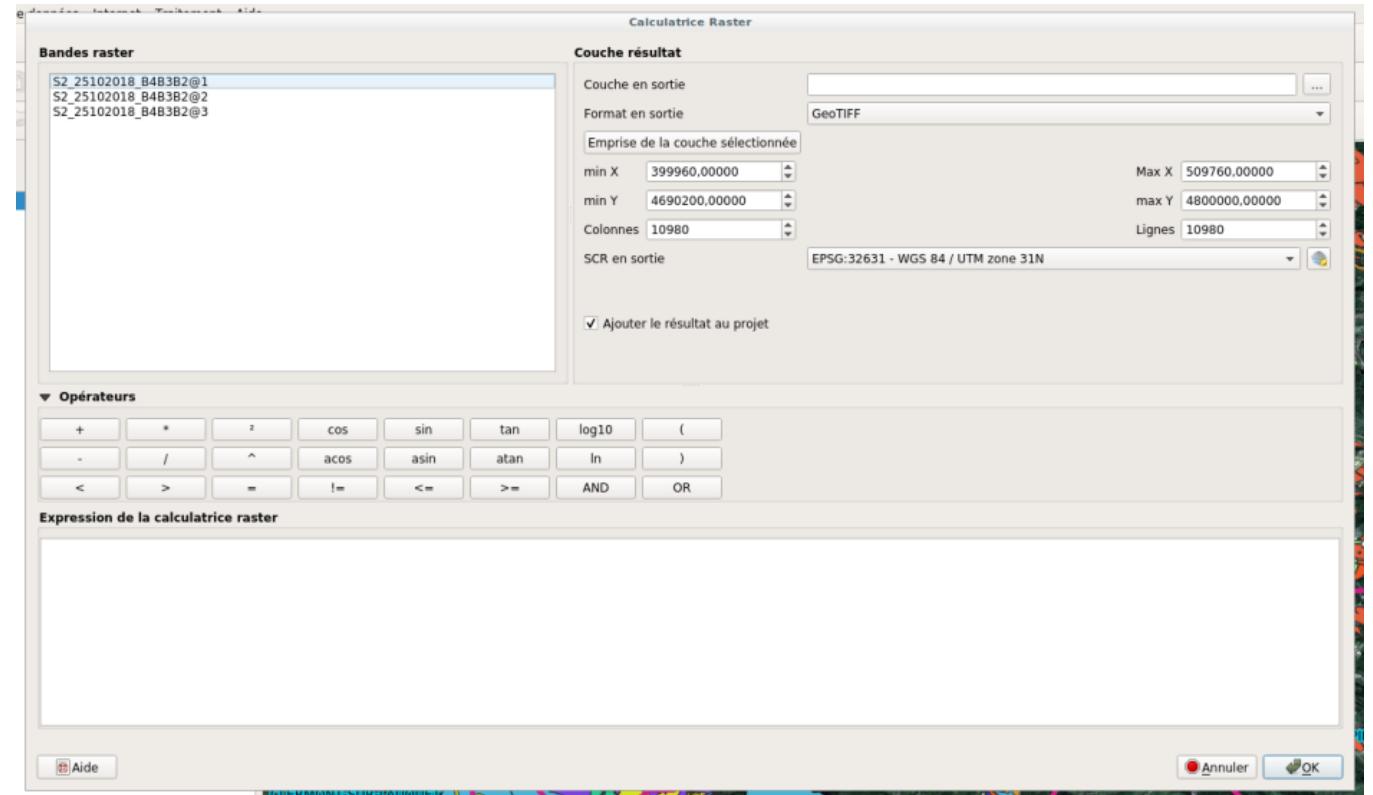
❖ La boite à outils

Traitement > Boite à outils

Accès à des outils comme GRASS, OTB...

❖ Le menu raster

Outils basés sur GDAL qui sont un raccourcis vers la boite à outils



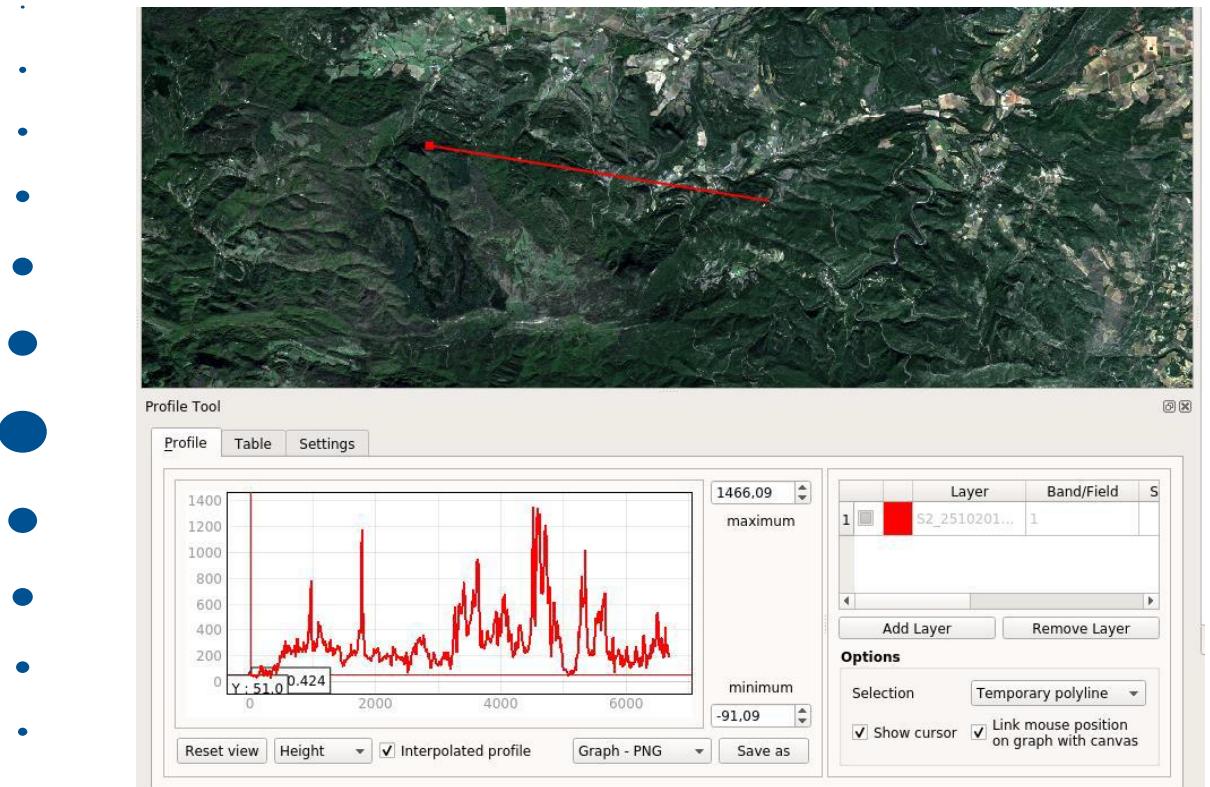
## Rasters – afficher des informations

Les outils GDAL sont disponibles dans QGIS

- ❖ Raster > Divers > Information raster
- ❖ Sélectionner la layer et cliquer sur ok

Autres

- ❖ Les outils OTB sont disponibles via la boite de traitements
- ❖ Le plugin profile tool permet d'afficher la valeur des pixels d'une bande donnée sous une droite tracée à la main



# Vecteurs – afficher des informations

Ouvrir la table d'attributs, cliquer sur



Afficher les informations d'une feature



COMMUNE-31TDH :: Total des entités: 740, Filtrées: 740, Sélectionnées: 0

	ID_GEOFLA	CODE_COM	INSEE_COM	NOM_COM	STATUT	X_CHF_LIEU	Y_CHF_LIEU	X_CENTROID	Y_CENTROID	Z_MOYEN	SUPERFICIE	POPULATION	CODE_ARR
1	COMMUNE00...	086	11086	CAVES	Commune si...	698070	6203518	697103	6203825	96	903	789	3
2	COMMUNE00...	133	66133	PALAU-DEL-V...	Commune si...	696833	6163685	696705	6163179	24	1041	3153	1
3	COMMUNE00...	076	66076	FELLUNS	Commune si...	657683	6184793	657964	6185001	407	673	59	3
4	COMMUNE00...	100	66100	LLO	Commune si...	622886	6151019	624540	6149427	1968	2872	168	3
5	COMMUNE00...	333	11333	SAINT-BENOIT	Commune si...	623471	6213600	623703	6212511	541	2147	104	2
6	COMMUNE00...	062	11062	CAMPAGNA-...	Commune si...	622469	6184905	622008	6184795	1433	1079	16	2
7	COMMUNE00...	198	66198	SOURNIA	Commune si...	654254	6181087	652318	6179998	798	3015	501	3
8	COMMUNE00...	188	66188	SAINT-PIERR...	Commune si...	627419	6155380	627224	6153859	1866	1291	265	3
9	COMMUNE00...	038	11038	BESSEDE-DE-...	Commune si...	628360	6188073	629073	6187158	936	1548	61	2
10	COMMUNE00...	330	11330	RUSTIQUES	Commune si...	657153	6235345	657694	6235711	115	657	502	1
11	COMMUNE00...	186	66186	SAINT-NAZAIRE	Commune si...	699334	6174211	699106	6173798	5	1040	2542	2
12	COMMUNE00...	091	11091	CHALABRE	Commune si...	618881	6209902	619181	6208530	460	1605	1107	2
13	COMMUNE00...	120	11120	LA DIGNE-D'...	Commune si...	633121	6216653	633116	6216746	247	322	538	2
14	COMMUNE00...	299	11299	PREIXAN	Commune si...	642116	6227688	641264	6227597	201	857	599	1
15	COMMUNE00...	271	11271	PALAIRAC	Commune si...	672351	6206501	672137	6206984	436	1843	32	1
16	COMMUNE00...	153	11153	LA FORCE	Commune si...	626283	6233197	625549	6234017	182	473	209	1
17	COMMUNE00...	040	11040	BIZANET	Commune si...	689405	6229452	689688	6227928	87	3758	1514	3
18	COMMUNE00...	019	11019	AUNAT	Commune si...	625899	6188676	626254	6188567	987	1084	48	2
19	COMMUNE00...	195	11195	LAURABUC	Commune si...	617161	6239185	618290	6240656	166	844	403	1
20	COMMUNE00...	138	11138	FENDEILLE	Commune si...	614204	6241744	615078	6242069	206	734	583	1
21	COMMUNE00...	015	11015	ARQUES	Commune si...	648956	6206094	649447	6205589	495	1902	240	2
22	COMMUNE00...	138	66138	PRYRESTORT...	Commune si...	687849	6183855	687507	6183453	55	809	1382	2



Résultats de l'identification

Entité	Valeur
COMMUNE-31TDH	
ID_GEOFLA	COMMUNE00000000000000007822
(Dérivé)	
Actions	
ID_GEOFLA	COMMUNE00000000000000007822
CODE_COM	006
INSEE_COM	11006
NOM_COM	ALBAS
STATUT	Commune simple
X_CHF_LIEU	678309
Y_CHF_LIEU	6211897
X_CENTROID	678318
Y_CENTROID	6212030
Z_MOYEN	313
SUPERFICIE	2288
POPULATION	74
CODE_ARR	3
CODE_DEPT	11
NOM_DEPT	AUDE
CODE_REG	76
NOM_REG	LANGUEDOC-ROUSSILLON-MIDI-PYREN

Mode: Couche actuelle  Ouvrir le formulaire automatiquement

Vue: Arborescence  Aide

## Vecteurs - traitements

Il existe plusieurs façons de lancer des traitements sur des couches QGIS vecteurs :

- ❖ La boite à outils

- Traitement > Boite à outils

- Accès à des outils comme GRASS, OTB...

- ❖ Le menu vecteur

- Outils écrits en python

## Pour aller plus loin ...

### Configuration des styles

- ❖ Choix des bandes d'un raster
- ❖ Réglage de la dynamique
- ❖ Transparence
- ❖ Utilisation de la boite à outils raster
- ❖ Ombrage



### Export de données

Utilisation des boîtes à outils (OTB notamment)

### Création et manipulation de shapefiles

### Création de compositions imprimables

## Traitement d'images satellite



GDAL (Geospatial Data Abstraction Library) est une **bibliothèque libre** permettant de **lire et de traiter** un très grand nombre de format **d'images géographiques** (notamment GeoTIFF et ECW) depuis des langages de programmation tels que C, C++, C sharp / .Net, Java, Ruby, VB6, Perl, Python, ou encore le langage statistique R. Un sous-ensemble de cette bibliothèque est la bibliothèque **OGR** permettant d'accéder à la plupart des formats courants de **données vectorielles** (à l'exception notable d'AutoCAD).

La version binaire inclut de nombreux utilitaires de conversion et de transformation et de reprojection pour traiter directement les photos ou les vecteurs.

GDAL/OGR fait partie des projets de la Fondation Open Source Geospatial.

Cette bibliothèque est un des **piliers des systèmes d'informations géographique libres**, car elle permet d'assurer la compatibilité avec de nombreux systèmes commerciaux reposant sur des formats propriétaires tout autant que sur les normes de l'Open Geospatial Consortium.

# Rappel sur les librairies de base python

## NumPy

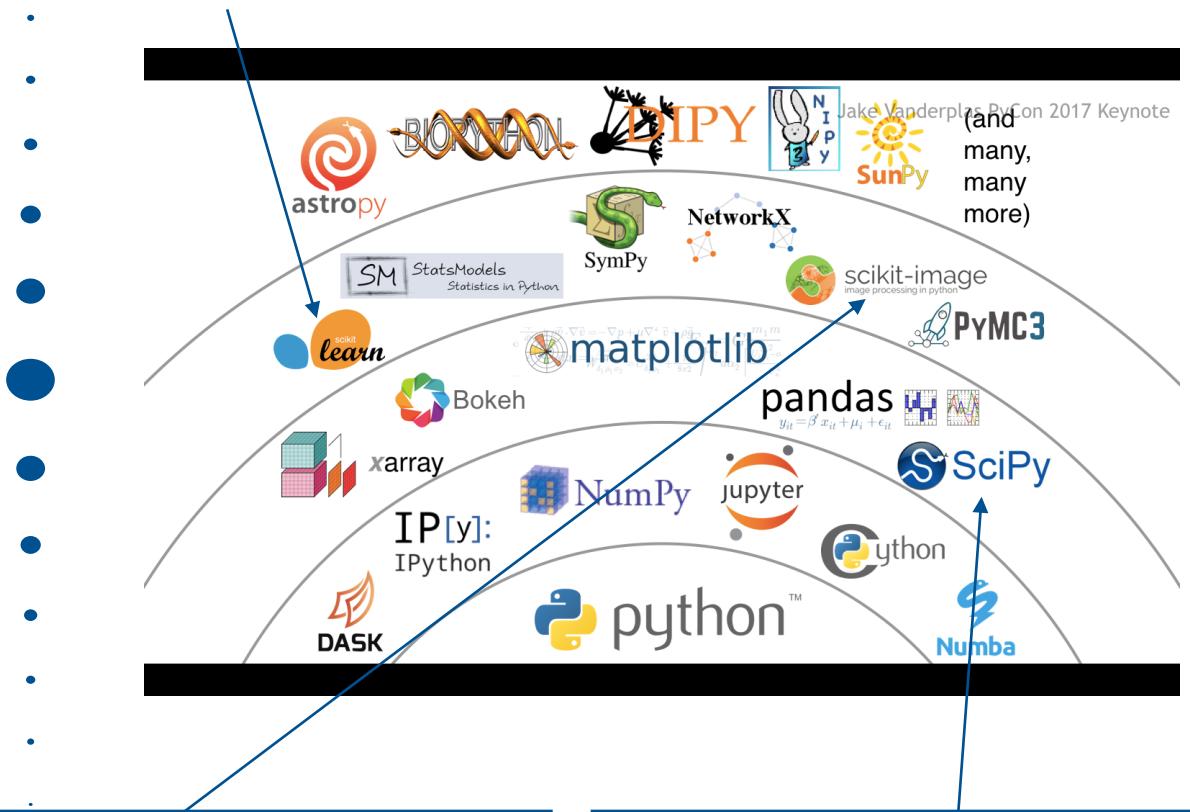
- ❖ Manipuler des matrices ou tableaux multidimensionnels
- ❖ Opérer des fonctions mathématiques sur ces tableaux
- 
- 
- 

**pandas** propose des structures de données et des opérations de manipulation de tableaux numériques et de séries temporelles

- ❖ Series : stockage des données selon une dimension - grandeur en fonction d'un index
- ❖ DataFrame : stockage des données selon 2 dimensions - lignes et colonnes, avec des types de données potentiellement différents entre les colonnes
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 

**scikit-learn** : apprentissage automatique

- Supervisé : classification, régression avec RandomForest, GradientBoosting (voir plutôt xgboost), etc.
- Non supervisé : k-means, meanshift, etc.
- Réseaux de neurones



**scikit-image** : traitement d'images (ex. détection de contours, débruitage, détection d'objets, segmentation, ...)

Sans oublier : OpenCV, OTB, et plein d'autres !!!

**scipy** : optimisation, algèbre linéaire, statistiques, traitement du signal, traitement d'images `scipy.ndimage` : filtrage, interpolation, morphologie (érosion, dilatation), ...

# Traitement d'images raster avec python

## Rasterio (<https://rasterio.readthedocs.io/en/latest/>)

- ❖ Bien que GDAL offre une API python, celle-ci n'est pas commode à utiliser
- ❖ **Rasterio** fournit un niveau d'abstraction supplémentaire aux couches C de GDAL et se calque sur les structures de données numpy

```
>>> import rasterio
```

```
>>> dataset = rasterio.open('exemple.tif')
```

## Traitement :

- ❖ Avec les librairies nombreuses manipulant du numpy (scipy, scikit, etc.)
- ❖ Avec les API de rasterio notamment pour tout ce qui concerne les reprojections, le fenêtrage, la gestion nodata, l'extraction de features



xarray

xarray (<http://xarray.pydata.org/en/stable/>) + rioxarray

- ❖ xarray est à Rasterio ce que pandas est à numpy
- ❖ xarray propose ainsi des tableaux à N dimensions, comme numpy, mais que l'on peut manipuler avec des index qui n'ont plus rien à voir avec les indices numériques des lignes et colonnes.
- ❖ La librairie peut de plus lire de multiples fichiers à la fois, comme un seul grand fichier. Ou encore manipuler des données ne tenant pas en mémoire.
- ❖ xarray s'appuie sur Dask pour paralléliser certains traitements et ré-implémente plusieurs opérations Numpy dont les opérateurs mathématiques.

```
import xarray
```

```
xds = xarray.open_dataset("my.tif", engine="rasterio")
```

```
<xarray.Dataset>
```

```
Dimensions: (x: 10980, y: 10980)
```

```
Coordinates:
```

```
  * y      (y) float64 5e+06 5e+06 5e+06 ... 4.89e+06 4.89e+06 4.89e+06
  * x      (x) float64 3e+05 3e+05 3e+05 ... 4.098e+05 4.098e+05 4.098e+05
```

```
Data variables:
```

```
  FRE_B2  (y, x) float64 dask.array<shape=(10980, 10980), chunksize=(200, 10980)>
  FRE_B3  (y, x) float64 dask.array<shape=(10980, 10980), chunksize=(200, 10980)>
  FRE_B4  (y, x) float64 dask.array<shape=(10980, 10980), chunksize=(200, 10980)>
```

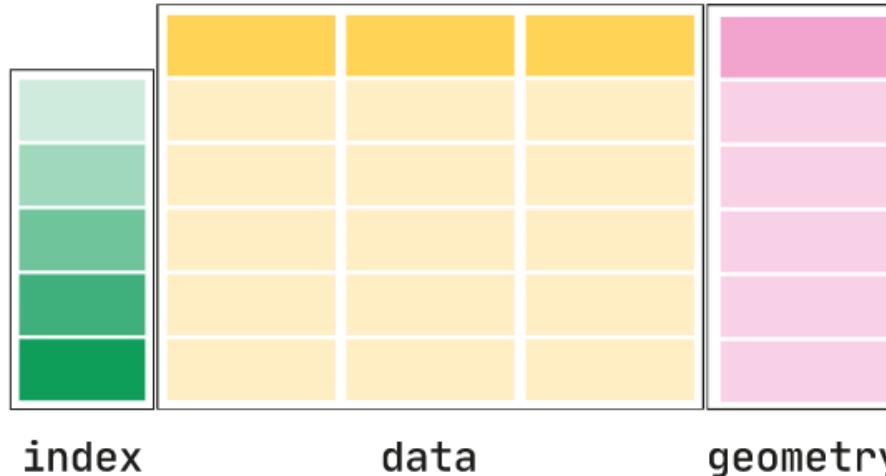
## Traitement :

- ❖ Avec les API de xarray

# Traitements de données vectorielles avec python

GeoPandas (<https://geopandas.org/>)

## ❖ geopandas = pandas + colonne geometry



## Lecture / écriture de données vectorielles

```
[1]: import geopandas
path_to_data = geopandas.datasets.get_path("nybb")
gdf = geopandas.read_file(path_to_data)

gdf
```

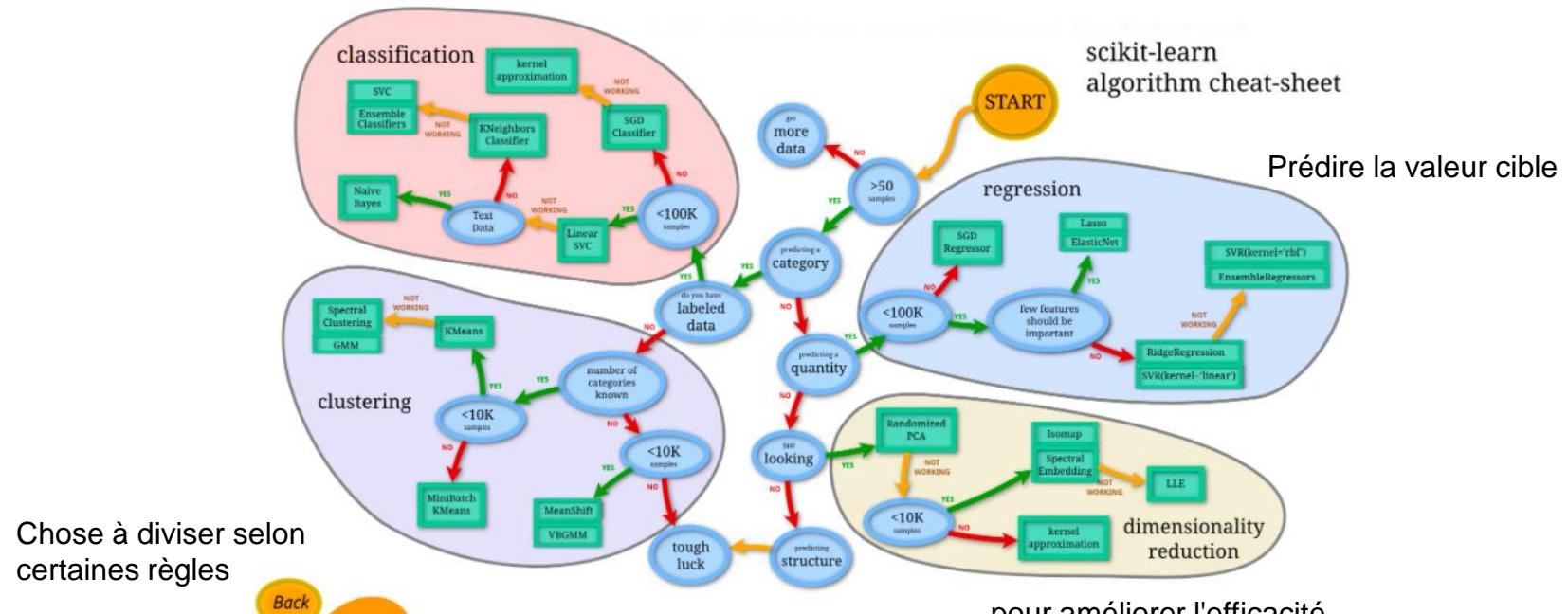
	BoroCode	BoroName	Shape_Leng	Shape_Area	geometry
0	5	Staten Island	330470.010332	1.623820e+09	MULTIPOLYGON (((970217.022 145643.332, 970227....
1	4	Queens	896344.047763	3.045213e+09	MULTIPOLYGON (((1029606.077 156073.814, 102957...
2	3	Brooklyn	741080.523166	1.937479e+09	MULTIPOLYGON (((1021176.479 151374.797, 102100...
3	1	Manhattan	359299.096471	6.364715e+08	MULTIPOLYGON (((981219.056 188655.316, 980940....
4	2	Bronx	464392.991824	1.186925e+09	MULTIPOLYGON (((1012821.806 229228.265, 101278...

## Traitement

- ❖ Utilisation des méthodes classiques de Pandas
- ❖ + API geopandas pour les aspects géographiques (reprojection, agrégation, calcul de centroïd, etc.)

# Machine Learning avec python : scikit-learn

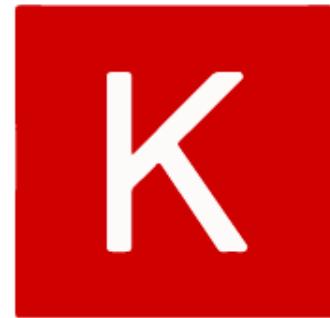
A quelle classe appartient le pixel ?



```
>>> from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier
>>> from sklearn.datasets import make_classification
>>> X, y = make_classification(n_samples=1000, n_features=4,
...                             n_informative=2, n_redundant=0,
...                             random_state=0, shuffle=False)
>>> clf = RandomForestClassifier(max_depth=2, random_state=0)
>>> clf.fit(X, y)
RandomForestClassifier(...)
>>> print(clf.predict([[0, 0, 0, 0]]))
[1]
```

# Deep Learning avec Python

Keras



Keras is an open source **neural network** library written in **Python**. It is capable of running on top of TensorFlow. It is designed to enable fast experimentation with **deep neural networks**.

TensorFlow



**TensorFlow** is an open-source software library for dataflow programming across a range of tasks. It is a symbolic math library that is used for **machine learning** applications like neural networks.

PyTorch



**PyTorch** is an open source **machine learning** library for Python, based on Torch. It is used for applications such as **natural language processing** and was developed by Facebook's AI research group.