

Introduction à Google Earth Engine

Cours pratiques divisés en études de cas



1

Introduction à Google Earth Engine

Collaborer sur GEE

Changer de resolution et projection

Client et serveur, Exécution différée

Cas 15 : Tendances non paramétriques

Cas 16 : Les "Kernels"

Cas 17 : Mosaïques

Cas 18 : Unmixing

Cas 19 : Exporter de grands rasters

Utiliser GEE dans QGIS

Debugging

Ressources



2

Introduction à Google Earth Engine

Collaborer sur GEE

Changer de resolution et projection [GEE]

Client et serveur, Exécution différée [GEE]

Cas 15 : Tendances non paramétriques

Cas 16 : Les “Kernels” [www.eefabook.org]

Cas 17 : Mosaïques

Cas 18 : Unmixing [Gorelick, EE-JRC]

Cas 19 : Exporter de grands rasters [spatialthoughts]

Utiliser GEE dans QGIS

Debugging [Gorelick]

Ressources



3

Utiliser Google Earth Engine

Quizz / Rappels

Question 1

Est-ce qu'il est possible de faire une classification d'image dans GEE ?

- a) Non, il faut passer sur un logiciel comme QGIS
- b) Oui, mais seulement de manière non-supervisée
- c) Oui, de manière supervisée ou non-supervisée

4

Question 2

Qu'est-ce qu'un joint dans GEE ?

- a) Une sorte de filtre se basant sur les caractéristiques d'objets spatiaux
- b) Une liste
- c) Le détournement d'espaces couverts par de l'eau
- d) Un type d'importation de donnée externe à GEE

5

Question 3

Que permet de faire la fonction `.flatten()` sur une FeatureCollection de FeatureCollection ?

- a) Elle produit une FeatureCollection simple contenant des features
- b) Elle efface les données de toutes les FeatureCollections
- c) Elle filtre les features en se basant sur les arguments de la fonction flatten()
- d) Elle produit une feature

6

Utiliser Google Earth Engine

Collaborer sur GEE

Collaborer sur Google Earth Engine

- Partage de scripts
- Partage de données (asset)
- Partage de dossiers
- Suivre les modifications des scripts
- Les versions d'un script
- Importer des modules (require)

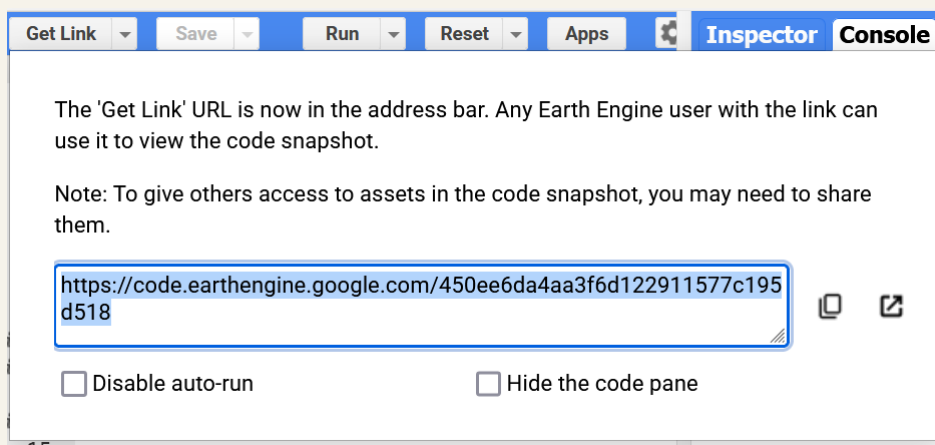
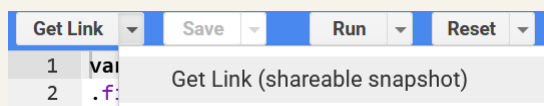


7

Utiliser Google Earth Engine

Collaborer sur GEE

Partager son script



8

Utiliser Google Earth Engine

Collaborer sur GEE

Partager son script

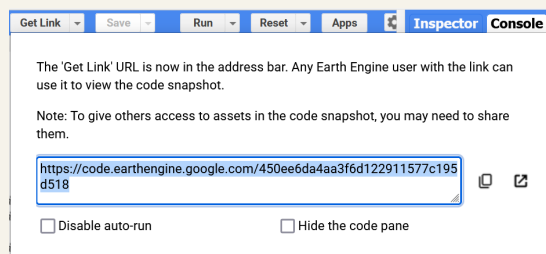
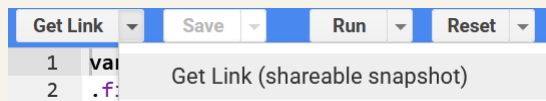
Créez un lien de partage aux deux étapes de ce script:

```
print('version 1')
```

(créer un lien, puis ajouter la ligne suivante :)

```
print('version 2')
```

(créer un lien)



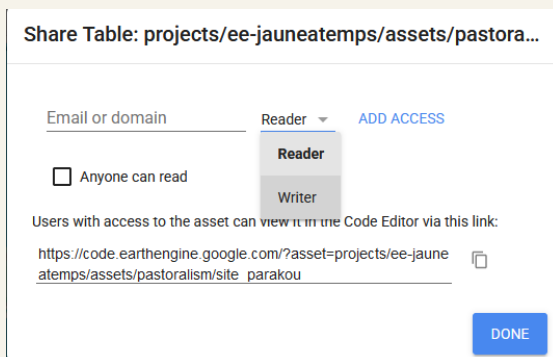
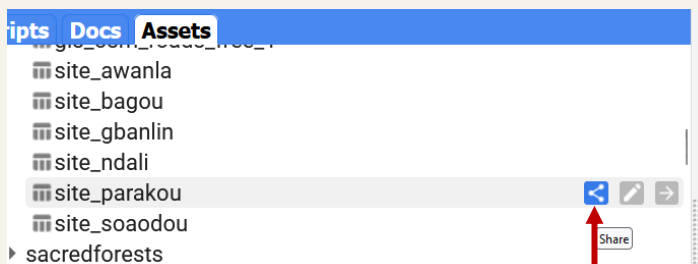
9

Utiliser Google Earth Engine

Collaborer sur GEE

Partager ses données (assets)

Reader / Writer



10

Utiliser Google Earth Engine

Collaborer sur GEE

Partager ses données (assets)

Importer les données d'autres utilisateurs

```
var carteOS =
ee.Image('projects/ee-jauneatemps/assets/pastoralism/OBSYDYA_OS_2023_L1_Awanla')
```

Données provenant d'articles peer-reviewed pas référencés sur le catalogue GEE

- “directement” depuis les articles ou rapports

Par exemple: *Monitoring road development in Congo Basin forests with multi-sensor satellite imagery and deep learning* (Slagter et al., 2024)

- depuis des catalogues comme <https://gee-community-catalog.org/projects/>

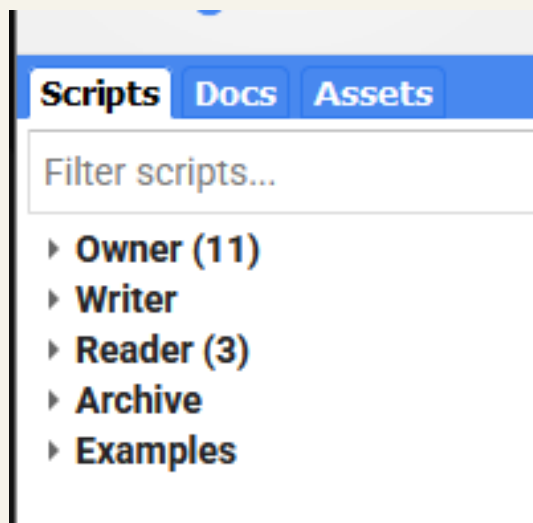
11

Utiliser Google Earth Engine

Collaborer sur GEE

Partager ses données (repositories)

Owner/Write/Reader



12

Utiliser Google Earth Engine

Collaborer sur GEE

Partager ses données (repositories)

Share Repo: users/jauneatemps/course

jauneatemps@gmail.com

Owner

Email or domain

Reader

ADD ACCESS

☐ Anyone can read

Reader

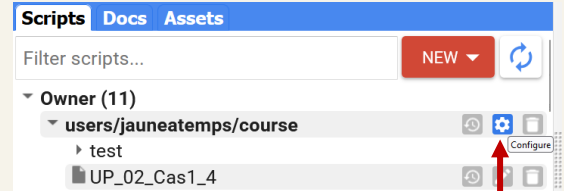
Writer

Users with access to the repository can add it to the Code Editor using:

https://code.earthengine.google.com/?accept_repo=users/jauneatemps/courseClone the [Git](#) repository by running the following command in a terminal:

```
git clone https://earthengine.google.com/users/jauneatemps/course
```

DONE



13

Utiliser Google Earth Engine

Collaborer sur GEE

Partager ses données (repositories)

Share Repo: users/jauneatemps/course

jauneatemps@gmail.com

Owner

Email or domain

Reader

ADD ACCESS

☐ Anyone can read

Reader

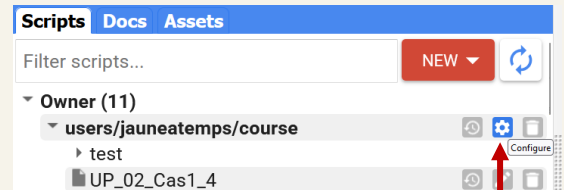
Writer

Users with access to the repository can add it to the Code Editor using:

https://code.earthengine.google.com/?accept_repo=users/jauneatemps/courseClone the [Git](#) repository by running the following command in a terminal:

```
git clone https://earthengine.google.com/users/jauneatemps/course
```

DONE



peut modifier le
repository (changer le
code, ...)

14

Utiliser Google Earth Engine

Collaborer sur GEE

Suivre les changements

Dans un repository

Owner (11)

users/jauneatemps/course



Revision history:

Time	Author	Message
Jan 30, 11:30	jauneatemps	Updated UP_03_derniering (added 1 ...
Jan 30, 10:36	jauneatemps	Updated UP_03_dernieringchange...
Jan 30, 10:30	jauneatemps	Updated UP_03_dernieringchange...
Jan 30, 09:56	jauneatemps	Updated UP_03_derniering (added 3 ...
Jan 30, 09:52	jauneatemps	Updated UP_03_derniering (added 1 ...
Jan 30, 09:45	jauneatemps	Updated UP_03_derniering (added 2 ...
Jan 29, 09:45	jauneatemps	Updated UP_03_derniering (added 9 ...
Jan 29, 14:42	jauneatemps	Updated UP_03_derniering (added 4 ...
Jan 29, 14:35	jauneatemps	Updated UP_03_derniering (added 1 ...
Jan 29, 14:34	jauneatemps	Updated UP_03_derniering (added 1 ...
Jan 29, 14:17	jauneatemps	Updated UP_03_derniering (added 2 ...
Jan 29, 14:16	jauneatemps	Updated UP_03_derniering (added 3 ...
Jan 29, 14:05	jauneatemps	Updated UP_03_derniering (added 4 ...
Jan 29, 11:17	jauneatemps	Updated UP_03_derniering (added 1 ...
Jan 29, 11:04	jauneatemps	Updated UP_03_derniering (added 2 ...
Jan 29, 11:03	jauneatemps	Updated UP_03_derniering (added 2 ...
Jan 29, 11:02	jauneatemps	Updated UP_03_derniering (added 1 ...
Jan 29, 10:32	jauneatemps	Updated UP_03_derniering (added 1 ...
Jan 29, 10:32	jauneatemps	Updated UP_03_derniering (added 4 ...
Jan 29, 10:28	jauneatemps	Updated UP_03_derniering (added 5 ...
Jan 29, 10:19	jauneatemps	Updated UP_03_derniering (added 1 ...
Jan 29, 09:56	jauneatemps	Updated UP_03_derniering (added 1 ...
Jan 29, 09:35	jauneatemps	Updated UP_03_derniering (deleted ...
Jan 29, 09:32	jauneatemps	Updated UP_03_derniering (added 3 ...
Jan 29, 09:25	jauneatemps	Updated UP_03_derniering (added 2 ...
Jan 28, 17:23	jauneatemps	Updated UP_03_derniering (added 2 ...
Jan 27, 17:22	jauneatemps	Updated UP_03_derniering (added 1 ...
Jan 27, 17:22	jauneatemps	Updated UP_03_derniering (added 1 ...
Jan 27, 17:22	jauneatemps	Updated UP_03_derniering (added 3 ...
Jan 27, 17:20	jauneatemps	Updated UP_03_derniering (added 1 ...
Jan 27, 17:19	jauneatemps	Updated UP_03_derniering (added 4 ...

ending (added 1 ...
ctionchange... Revert
ctionchange...

Done

15

Utiliser Google Earth Engine

Collaborer sur GEE

Suivre les changements

Pour un code

!! REVERT veut dire revenir en arrière

Revision history: UP_03_detectionchangement

Time	Author	Message
Jan 30, 10:36	jauneatemps	Updated UP_03_detectionchangement...
Jan 30, 10:30	jauneatemps	Updated UP_03_detectionchangement... Compare
Jan 27, 17:20	jauneatemps	Updated UP_03_detectionchangement...
Jan 27, 17:15	jauneatemps	Updated UP_03_detectionchangement...
Jan 27, 17:10	jauneatemps	Updated UP_03_detectionchangement...



< Jan 30, 10:30 > vs latest commit

```

50 50
51 51 var thresholdGain = 0.05;
52 52 var thresholdLoss = -0.05;
53 53
54 54 var diffClassified = ee.Image(0);
55 55
56 56 var diffClassified = diffClassified.where(deltaNDVI.lte(thresholdLoss), 2);
57 57 var diffClassified = diffClassified.where(deltaNDVI.gte(thresholdGain), 1);
58 58
59 59 var methodeAlternative = deltaNDVI.gte(thresholdGain).where(deltaNDVI.lte(thresholdLoss),
60 60
61 61 var changeVis = {
62 62   palette: 'blue,red',
63 63   min: 1,
64 64   max: 2
65 65 };
66 66
67 67 Map.addLayer(diffClassified.selfMask(),
68 68   changeVis,
69 69   'change classified by threshold');
70
71 71 Map.addLayer(methodeAlternative.selfMask(),
72 72   changeVis,
73 73   'change classified by threshold 2');
74
75
76

```

CANCEL REVERT

16

Utiliser Google Earth Engine

Collaborer sur GEE

Importer des modules

require

permet de réutiliser du code sans avoir à le coller dans l'éditeur de code

permet d'importer des modules créés par d'autres utilisateurs

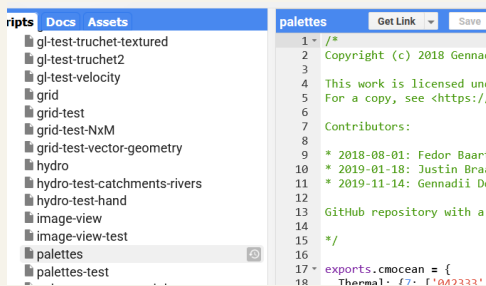
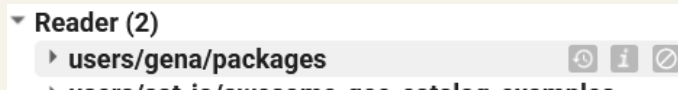
17

Utiliser Google Earth Engine

Collaborer sur GEE

Importer des modules

code.earthengine.google.com/?accept_repo=users/gena/packages



ouvrir le code 'palettes'

18

Utiliser Google Earth Engine

Collaborer sur GEE

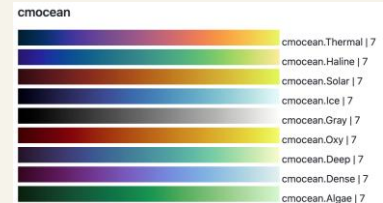
Importer des modules

code.earthengine.google.com/?accept_repo=users/gena/packages

```

exports.cmocean = {
  Thermal: {7: ['042333', '2c3395', '744992', 'b15f82', 'eb7958', 'fbb43d', 'e8fa5b']},
  Haline: {7: ['2a186c', '14439c', '206e8b', '3c9387', '5ab978', 'aad85c', 'fdef9a']},
  Solar: {7: ['331418', '682325', '973b1c', 'b66413', 'cb921a', 'dac62f', 'e1fd4b']},
  Ice: {7: ['040613', '292851', '3f4b96', '427bb7', '61a8c7', '9cd4da', 'eafdfd']},
  Gray: {7: ['000000', '232323', '4a4a49', '727171', '9b9a9a', 'cacac9', 'ffffff']},
  Oxy: {7: ['400505', '850a0b', '6f6f6e', '9b9a9a', 'cbcac9', 'ebf34b', 'ddaf19']},
  Deep: {7: ['fdfecc', 'a5dfa7', '5dbaa4', '488e9e', '3e6495', '3f396c', '281a2c']},
  Dense: {7: ['e6f1f1', 'a2cee2', '76a4e5', '7871d5', '7642a5', '621d62', '360e24']},
  Algae: {7: ['d7f9d0', 'a2d595', '64b463', '129450', '126e45', '1a482f', '122414']},
  Matter: {7: ['feedb0', 'f7b37c', 'eb7858', 'ce4356', '9f2462', '66185c', '2f0f3e']},
  Turbid: {7: ['e9f6ab', 'd3c671', 'bf9747', 'a1703b', '795338', '4d392d', '221f1b']},
  Speed: {7: ['fffdcd', 'e1cd73', 'aac20', '5f920c', '187328', '144b2a', '172313']},
  Amp: {7: ['f1edec', 'dfbcb0', 'd08b73', 'c0583b', 'a62225', '730e27', '3c0912']},
  Tempo: {7: ['fff6f4', 'c3d1ba', '7db390', '2a937f', '156d73', '1c455b', '151d44']},
  Phase: {7: ['a8780d', 'd74957', 'd02fd0', '7d73f0', '1e93a8', '359943', 'a8780d']},
  Balance: {7: ['181c43', '0c5ebe', '75aabe', 'f1eceb', 'd08b73', 'a52125', '3c0912']},
  Delta: {7: ['112040', '1c67a0', '6db6b3', 'fffcce', 'abac21', '177228', '172313']},
  Curl: {7: ['151d44', '156c72', '7eb390', 'fdf5f4', 'db8d77', '9c3060', '340d35']},
}

```



19

Utiliser Google Earth Engine

Collaborer sur GEE

Importer des modules

code.earthengine.google.com/?accept_repo=users/gena/packages

```

var mnt = ee.Image('USGS/SRTMGL1_003');
var palettes = require('users/gena/packages:palettes');
Map.addLayer(mnt, {
  min: 0,
  max: 3000,
  palette: palettes.cmocean.Algae[7]
}, 'cmocean Algae[7]');

```

20

Utiliser Google Earth Engine

Collaborer sur GEE

Créer son module et l'appliquer

Harmonized Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-1C



Disponibilité des ensembles de données
2015-06-27T00:00:00Z-2025-01-31T17:26:43Z

Fournisseur d'ensembles de données
[Union européenne/ESA/Copernicus](#)

Extrait Earth Engine

`ee.ImageCollection("COPERNICUS/S2_HARMONIZED")`

Intervalle de nouvelle visite
5 jours

Tags

[copernicus](#) [esa](#) [eu](#) [msi](#) [radiance](#)

[sentinel](#)

21

Utiliser Google Earth Engine

Collaborer sur GEE

Créer son module et l'appliquer

créer un nouveau script dans
le repository 'cours2025':
l'appeler '**S2masquenuage**'

Harmonized Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-1C



Disponibilité des ensembles de données
2015-06-27T00:00:00Z-2025-01-31T17:26:43Z

Fournisseur d'ensembles de données
[Union européenne/ESA/Copernicus](#)

Extrait Earth Engine

`ee.ImageCollection("COPERNICUS/S2_HARMONIZED")`

Intervalle de nouvelle visite
5 jours

Tags

[copernicus](#) [esa](#) [eu](#) [msi](#) [radiance](#)

[sentinel](#)

```
exports.maskS2clouds = function (image) {
  var qa = image.select('QA60');
  // Bits 10 and 11 are clouds and cirrus, respectively.
  var cloudBitMask = 1 << 10;
  var cirrusBitMask = 1 << 11;
  // Both flags should be set to zero, indicating clear conditions.
  var mask = qa.bitwiseAnd(cloudBitMask).eq(0)
    .and(qa.bitwiseAnd(cirrusBitMask).eq(0));
  return image.updateMask(mask).divide(10000);
}
```

22

Utiliser Google Earth Engine

Collaborer sur GEE

Créer son module et l'appliquer

Harmonized Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-1C



Disponibilité des ensembles de données
2015-06-27T00:00:00Z-2025-01-31T17:26:43Z

Fournisseur d'ensembles de données
Union européenne/ESA/Copernicus

Extrait Earth Engine

ee.ImageCollection("COPERNICUS/S2_HARMONIZED")

Intervalle de nouvelle visite
5 jours

Tags

copernicus esa eu esa radiance

sentinel

```
var myCloudFunctions = require(
  'users/jauneatemp/cours2025:S2masquenuage' );
```

créer un autre script
dans le repository
'cours2025'

23

Utiliser Google Earth Engine

Collaborer sur GEE

Créer son module et l'appliquer

Harmonized Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-1C



Disponibilité des ensembles de données
2015-06-27T00:00:00Z-2025-01-31T17:26:43Z

Fournisseur d'ensembles de données
Union européenne/ESA/Copernicus

Extrait Earth Engine

ee.ImageCollection("COPERNICUS/S2_HARMONIZED")

Intervalle de nouvelle visite
5 jours

Tags

copernicus esa eu esa radiance

sentinel

```
var myCloudFunctions = require(
  'users/jauneatemp/cours2025:S2masquenuage' );
```

créer un autre script
dans le repository
'cours2025'

```
var S2 = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2_HARMONIZED')
  .filterDate('2024-10-01', '2024-12-01')
  .filterBounds(geometry)
  .filter(ee.Filter.lt('CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE', 20))
  .map(myCloudFunctions.maskS2clouds);
```

24

Utiliser Google Earth Engine

Collaborer sur GEE

Créer son module et l'appliquer

```
var rgbVis = {
  min: 0.0,
  max: 0.3,
  bands: ['B4', 'B3', 'B2'],
};
```

```
Map.addLayer(S2.first(), rgbVis, 'S2 sans nuages');
```

Harmonized Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-1C



Disponibilité des ensembles de données
2015-06-27T00:00:00Z-2025-01-31T17:26:43Z

Fournisseur d'ensembles de données
Union européenne/ESA/Copernicus

Extrait Earth Engine

ee.ImageCollection("COPERNICUS/S2_HARMONIZED")

Intervalle de nouvelle visite
5 jours

Tags

copernicus esa eu esa europa

sentinel

25

Utiliser Google Earth Engine

Collaborer sur GEE

Conclusion

- Scripts
- Données (assets)
- Dépôts (repositories)
- Entièrement public ou avec des utilisateurs identifiés
- Reader / Writer

Git: <https://earthengine.googlesource.com> (public)

26

Résolution et projection

27

Résolution et projection

GEE gère la résolution des images selon les critères qui lui sont demandés :

- Affichage d'une image
- Extraction d'un raster
- Calcul d'une statistique
- ...

Ce critère est renseigné avec l'argument *scale*.

Par exemple `ee.Image.reduceRegions`

ee.Image.reduceRegions



Apply a reducer over the area of each feature in the given collection.

The reducer must have the same number of inputs as the input image has bands.

Returns the input features, each augmented with the corresponding reducer outputs.

Usage

```
Image.reduceRegions(collection, reducer, scale, crs, crsTransform, tileScale)
```

28

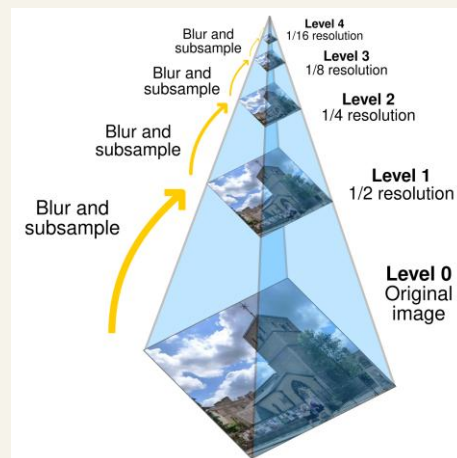
Résolution et projection

Les Images dans GEE sont stockées en pyramide d'images allant de la résolution de l'image initiale (level 0) à des résolutions moins détaillées.

Resampling des valeurs :

Variables continues : moyenne

Variables discrètes : une valeur parmi celles existantes



29

Résolution et projection

Les Images dans GEE sont stockées en pyramide d'images allant de la résolution de l'image initiale (level 0) à des résolutions moins détaillées.

Resampling des valeurs :

Variables continues : moyenne

Variables discrètes : une valeur parmi celles existantes

Upload a new image asset

Source files
[SELECT](#)
 Please drag and drop or select files for this asset.
 Allowed extensions: tiff, tif, json, tfrecord or tfrecord.gz.

Asset ID
 projects/ee-jauneatemp/assets/ Asset Name

Properties
 Metadata properties about the asset which can be edited during asset upload and after ingestion. The "system:time_start" property is used as the primary date of the asset.
[Add start time](#) [Add end time](#) [Add property](#)

Advanced options
 Pyramiding policy: MEAN
 Resampling mode: None
[Learn more](#) about how uploaded files are processed.

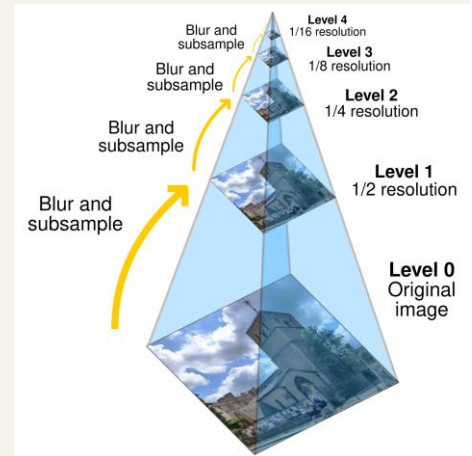
[CANCEL](#) [UPLOAD](#)

30

Résolution et projection

Lorsqu'un calcul est effectué, ou bien une image est présentée sur la carte, GEE utilise l'échelle de la carte (le niveau du zoom) pour définir *scale* et prendre un niveau de la pyramide.

C'est le résultat désiré qui va modifier l'échelle à laquelle GEE travaille sauf si un *scale* est défini.

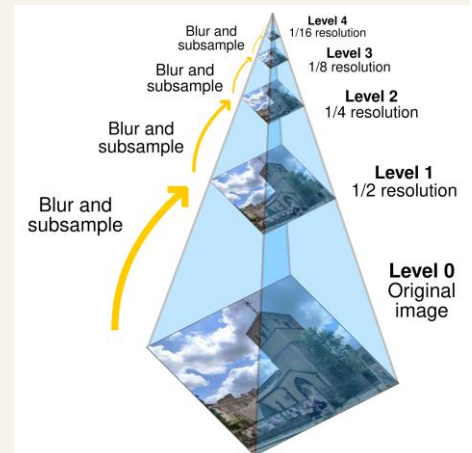


31

Résolution et projection

En mentionnant un *scale*, GEE identifie le niveau de la pyramide le plus proche puis applique une fonction de resampling.

Méthode par défaut : plus proche voisin



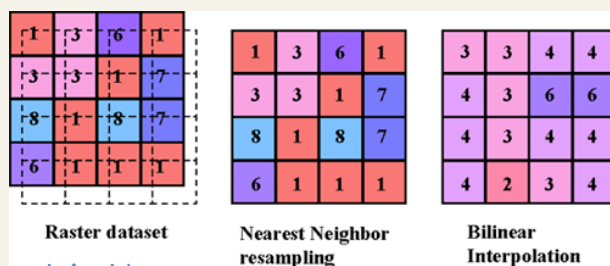
32

Résolution et projection

En mentionnant un *scale*, GEE identifie le niveau de la pyramide le plus proche puis applique une fonction de resampling.

Méthode par défaut : plus proche voisin

Pour utiliser une autre méthode, elle doit être précisée :



`Image.resample('bilinear' ou 'bicubic')`

Cette méthode sera utilisée à la prochaine reprojection.

documentation ArcGIS

33

Résolution et projection

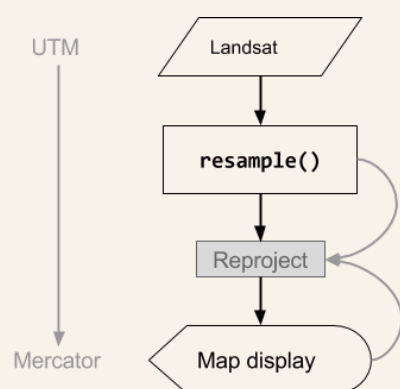
En mentionnant un *scale*, GEE identifie le niveau de la pyramide le plus proche puis applique une fonction de resampling.

Méthode par défaut : plus proche voisin

Pour utiliser une autre méthode, elle doit être précisée :

`Image.resample('bilinear' ou 'bicubic')`

Cette méthode sera utilisée à la prochaine reprojection.

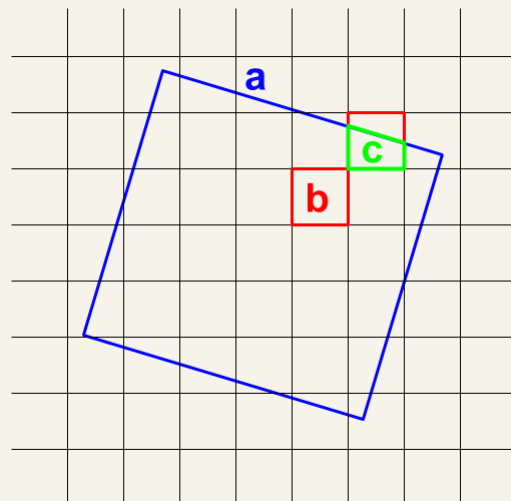


documentation GEE

34

Résolution et projection

Lorsqu'on veut aller vers une résolution plus grossière (10m vers 1000m) : les pixels ont chacun un poids en lien avec le recouvrement avec le pixel d'arrivée.

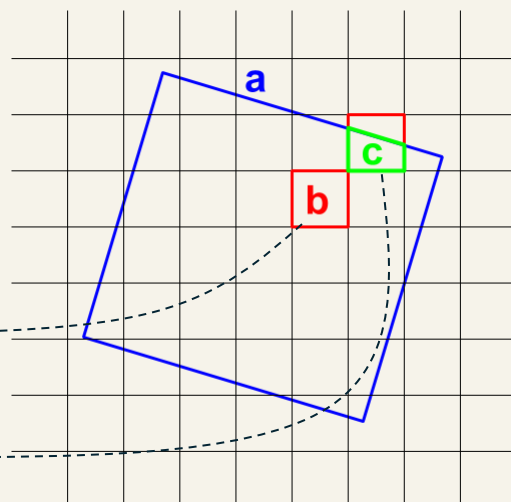


documentation GEE

35

Résolution et projection

Lorsqu'on veut aller vers une résolution plus grossière (10m vers 1000m) : les pixels ont chacun un poids en lien avec le recouvrement avec le pixel d'arrivée.



le poids de b = (aire de b dans a)/aire de a

le poids de c = (aire de c dans a)/aire de a

documentation GEE

36

Résolution et projection

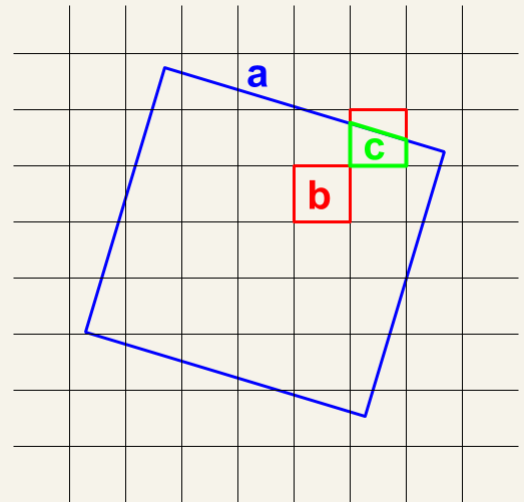
Ce raisonnement s'applique à reduce :

Ici **a** est le polygone

les pixels indiquent la couverture forestière par pixel (ha ha^{-1})

Combien d'hectares au total dans **a** ?

- Calculer la couverture moyenne dans **a** (`ee.Reducer.mean()`) x aire de **a**
- Somme des aires dans chaque pixels (`ee.Reducer.sum()`)



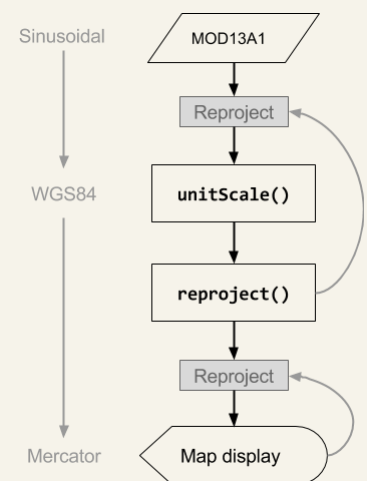
documentation GEE

37

Résolution et projection

La gestion des projections dans GEE peut se faire simplement à la fin lors de l'extraction ou/et calcul de statistiques.

Autre cas de figure : pour visualiser à une échelle et/ou projection précise (`reproject()`) car GEE utilise Mercator par défaut.



documentation GEE

38

Résolution et projection

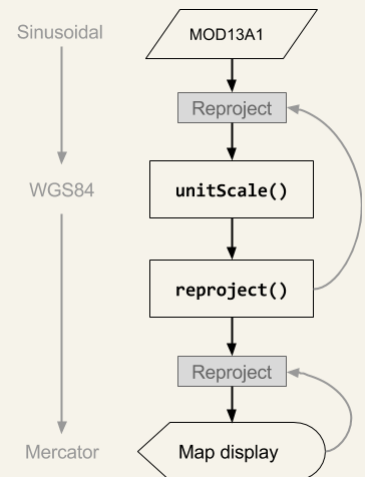
La gestion des projections dans GEE peut se faire simplement à la fin lors de l'extraction ou/et calcul de statistiques.

Autre cas de figure : pour visualiser à une échelle et/ou projection précise (`reproject()`) car GEE utilise Mercator par défaut.

/!\ Si une Image est ajoutée à la carte avec résolution trop petite par rapport au zoom : trop de données pour GEE

/!\ si `reproject()` est basé sur une Image, il sera affecté par le niveau de zoom

/!\ ne pas accumuler les reprojections



documentation GEE

39

Résolution et projection

Par défaut, GEE utilisera WGS84 (1°) si une image est produite à partir d'images avec des projections différentes (mosaïque, ...).

Dans certains cas, une échelle en mètre (*scale*) ou une projection (*crs*, *crs_transform*) devra être renseignée (pour `reduceRegion`, etc.)

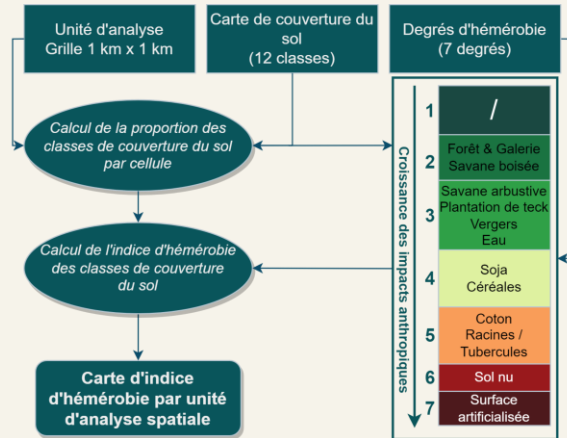
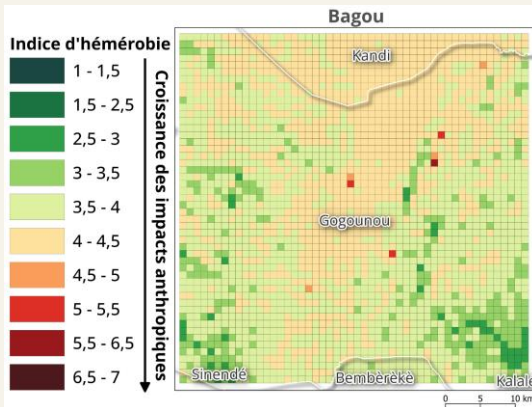
40

Utiliser Google Earth Engine

Résolution et projection

Exemple : Indice d'hémérobie (Mikhaïl Padonou)

Degrés d'impact des activités humaines sur l'environnement.



Poster Padonou et al. (2024)

41

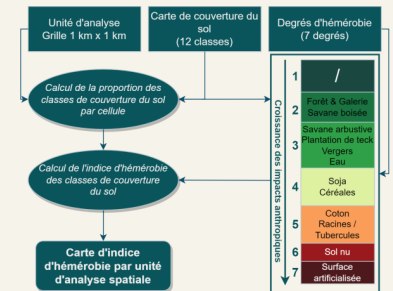
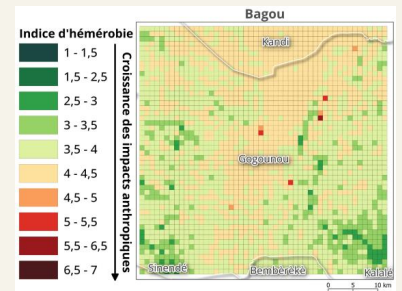
Utiliser Google Earth Engine

Résolution et projection

Exemple : Indice d'hémérobie (Mikhaïl Padonou)

Degrés d'impact des activités humaines sur l'environnement.

- Classification des catégories d'OS en degrés d'hémérobie
- Passage de resolution fine à 1-km de résolution



Poster Padonou et al. (2024)

42

Utiliser Google Earth Engine

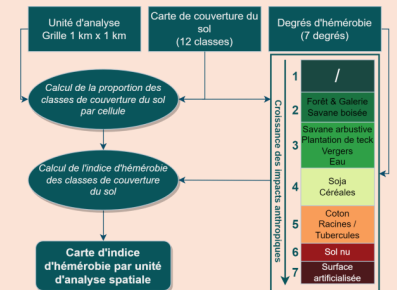
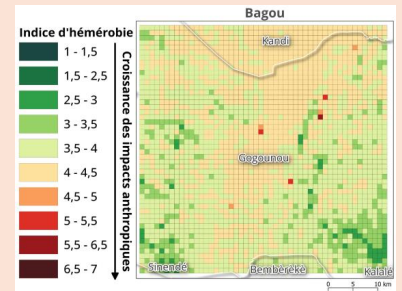
Résolution et projection

Exemple : Indice d'hémérobie (Mikhaïl Padonou)

Degrés d'impact des activités humaines sur l'environnement.

- Classification des catégories d'OS en degrés d'hémérobie
- Passage de resolution fine à 1-km de resolution

Avec quels outils ?



Poster Padonou et al. (2024)

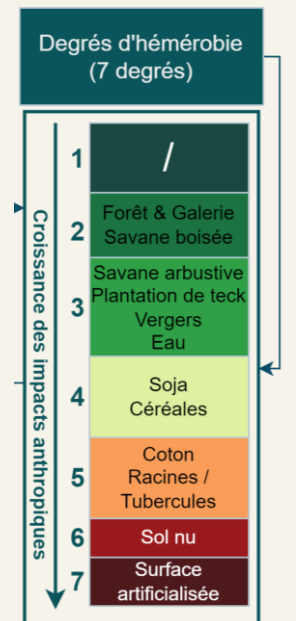
43

Utiliser Google Earth Engine

Résolution et projection

Exemple : Indice d'hémérobie (Mikhaïl Padonou)

```
var carteOS = ee.Image('projects/ee-jauneatemp/assets/pastoralism/OBSYDYA_OS_2023_L1_Awanla')
```



Poster Padonou et al. (2024)

44

Utiliser Google Earth Engine

Résolution et projection

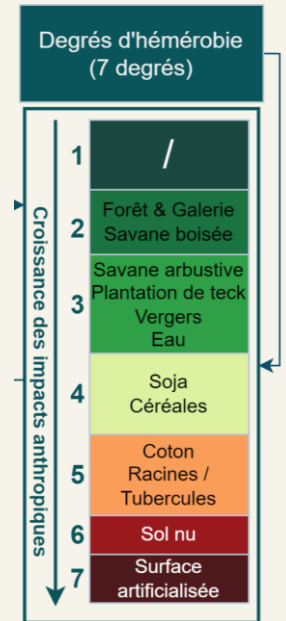
Exemple : Indice d'hémérobie (Mikhaïl Padonou)

```
var carteOS = ee.Image('projects/ee-jauneatemps/assets/pastoralism/OBSYDYA_OS_2023_L1_Awanla')
```

```
var classes = [11, 12, 13, 14, 21, 22, 31, 41, 42, 51, 52, 61]
```

légumineuses
céréales
coton
racines/tubercules
vergers
vergers (autre)
forêts
savane boisée
savane décidue
bâti
sol nu
eau

```
var ind_hemerob = [4, 4, 5, 5, 3, 3, 2, 2, 2, 7, 6, 3]
```



Poster Padonou et al. (2024)

45

Utiliser Google Earth Engine

Résolution et projection

Exemple : Indice d'hémérobie (Mikhaïl Padonou)

```
var carteOS = ee.Image('projects/ee-jauneatemps/assets/pastoralism/OBSYDYA_OS_2023_L1_Awanla')
```

```
var classes = [11, 12, 13, 14, 21, 22, 31, 41, 42, 51, 52, 61]
```

```
var ind_hemerob = [4, 4, 5, 5, 3, 3, 2, 2, 2, 7, 6, 3]
```

```
var carteOShemerob = carteOS.remap({
  from: classes,
  to: ind_hemerob,
  defaultValue: 0
});
```

change les valeurs de la liste 'from'
vers les valeurs de la liste 'to'

46

Utiliser Google Earth Engine

Résolution et projection

Exemple : Indice d'hémérobie (Mikhaïl Padonou)

```
var hemerobVis = {
  min: 1, max: 7,
  palette: ['#1A9850', '#91CF60', '#D9EF8B',
            '#FFFFBF', '#FEE08B', '#FC8D59', '#D73027']
};

Map.addLayer(carte0Shemerob, hemerobVis);
```

47

Utiliser Google Earth Engine

Résolution et projection

Exemple : Indice d'hémérobie (Mikhaïl Padonou)

Calcul de la moyenne des valeurs à 100m, 1000m de résolution

```
var hemerobie_100 = carte0Shemerob.reduceResolution({
  reducer: ee.Reducer.mean(),
  maxPixels: 65536
}).reproject({
  crs: 'EPSG:32631',
  scale: 100
});

Map.addLayer(hemerobie_100, hemerobVis);
```

48

Exemple : Indice d'hémérobie (Mikhaïl Padonou)

Calcul de la moyenne des valeurs à 100m, 1000m de résolution

```
var hemerobie_100 = carte0Shemerob.reduceResolution({
  reducer: ee.Reducer.mean(),
  maxPixels: 65536
}).reproject({
  crs: 'EPSG:32631',
  scale: 100
});
```

_____ Demander 1000 mètres de résolution : erreur

```
Map.addLayer(hemerobie_100, hemerobVis);
```

49

Exemple : Indice d'hémérobie (Mikhaïl Padonou)

Export à 1000 mètres de résolution spatiale

```
var hemerobie_100_2 = hemerobie_100.reduceResolution({
  reducer: ee.Reducer.mean(),
  maxPixels: 65536
});

Export.image.toDrive({
  image: hemerobie_100_2,
  region: site_etude,
  scale: 1000,
  fileFormat: 'GeoTIFF'
});
```

50

Utiliser Google Earth Engine

Résolution et projection

Exemple : Indice d'hémérobie (Mikhaïl Padonou)

Pas de précision de `reduceResolution`
avant d'exporter (= plus proche voisin)
`hemerobie_100`



100m



1000m

Si on précise `.reduceResolution()`
avec la moyenne en réduire avant
d'exporter



51

Utiliser Google Earth Engine

Résolution et projection

Conclusions

```
reduceResolution()
```

! Les méthodes pour le changement de la résolution

52

Utiliser Google Earth Engine

Client vs Serveur + Exécution différée

Client et serveur

Navigateur, notebook

53

Utiliser Google Earth Engine

Client vs Serveur + Exécution différée

Client et serveur

Les objets sont soit des objets
JavaScript/Python ou des objets Earth
Engine.

Les objets EE : “ee.”

54

Utiliser Google Earth Engine

Client vs Serveur + Exécution différée

Client et serveur

Les objets sont soit des objets JavaScript/Python ou des objets Earth Engine.

Les objets EE : “ee.”

```
var clientString = 'string client'
print(typeof client_string)
```

```
var serveurString = ee.String('not a string')
print(typeof serveur_string)
```

55

Utiliser Google Earth Engine

Client vs Serveur + Exécution différée

Client et serveur

Les objets sont soit des objets JavaScript/Python ou des objets Earth Engine.

Les objets EE : “ee.”

```
var clientString = 'string client'
print(typeof client_string)
```

```
var serveurString = ee.String('not a string')
print(typeof serveur_string)
```

object : proxy pour quelque chose sur le serveur

`ee.x(contenu)` : le contenu n'est pas connu par le client sauf si on le demande avec `print()`

56

Utiliser Google Earth Engine

Client vs Serveur + Exécution différée

Client et serveur

Les objets sont soit des objets JavaScript/Python ou des objets Earth Engine.

Les objets EE : “ee.”

object : proxy pour quelque chose sur le serveur

`ee.x(contenu)` : le contenu n'est pas connu par le client sauf si on le demande avec `print()`

`getInfo()`

```
var clientString = 'string client'
print(typeof client_string)
```

```
var serveurString = ee.String('not a string')
print(typeof serveur_string)
```

```
var serveurString2 =
  serveurString.getInfo();
var string = serveurString2 + 'mot';
print(typeof string)
```

57

Utiliser Google Earth Engine

Client vs Serveur + Exécution différée

Client et serveur

Les objets sont soit des objets JavaScript/Python ou des objets Earth Engine.

Les objets EE : “ee.”

object : proxy pour quelque chose sur le serveur

`ee.x(contenu)` : le contenu n'est pas connu par le client sauf si on le demande avec `print()`

`getInfo()` → bloque le reste de l'exécution du code pour produire la valeur l'envoyer au client

```
var clientString = 'string client'
print(typeof client_string)
```

```
var serveurString = ee.String('not a string')
print(typeof serveur_string)
```

```
var serveurString2 =
  serveurString.getInfo();
var string = serveurString2 + 'mot';
print(typeof string)
```

58

Client et serveur

Les boucles (type for i...) ne sont pas recommandées car elles sont exécutées sur le client.

`.map()` à la place

Idem pour if else.

`ee.Algorithms.If()` ou `Filter()` à la place

59

Exécution différée

Le code est encodé par le client et envoyé au serveur par morceau.

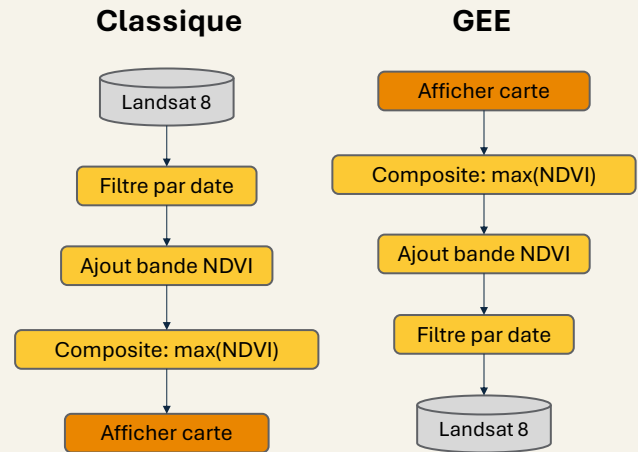
Si rien n'est demandé au niveau du client (print, afficher quelque chose dans la carte...) le code n'est pas exécuté par le serveur.

60

Exécution différée

Le code est encodé par le client et envoyé au serveur par morceau.

Si rien n'est demandé au niveau du client (print, afficher quelque chose dans la carte...) le code n'est pas exécuté par le serveur.



Michael DeWitt & Katie Friis – Geo For Good 2022

61

Exécution différée

Le code est encodé par le client et envoyé au serveur par morceau.

Si rien n'est demandé au niveau du client (print, afficher quelque chose dans la carte...) le code n'est pas exécuté par le serveur.

- Permet la parallélisation
- Plus efficace
- /!\ les images affichées dépendent du zoom et des bordures de la carte (partie précédente)

62

Utiliser Google Earth Engine

Cas 15 – Tendance non paramétrique

Test de tendance non paramétrique

- Identifie s'il y a une tendance dans une série temporelle

63

Utiliser Google Earth Engine

Cas 15 – Tendance non paramétrique

Test de Mann-Kendall

Est-ce que la variable montre une tendance monotone en fonction du temps ?

Non paramétrique, données non-autocorrélées

H_0 : pas de tendance monotone

H_1 : tendance monotone

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{signe}(x_j - x_i)$$

Le test de Mann-Kendall est la somme des signes des différences entre les observations consecutives.

64

Test de Mann-Kendall

Est-ce que la variable montre une tendance monotone en fonction du temps ?

Non paramétrique, données non-autocorrélées

H_0 : pas de tendance monotone

H_1 : tendance monotone

Le test de Mann-Kendall est la somme des signes des différences entre les observations consecutives.

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \overbrace{\text{signe}(x_j - x_i)}^{> 0 \text{ si la valeur a augmenté entre } i \text{ et } j}$$

65

Test de Mann-Kendall

Est-ce que la variable montre une tendance monotone en fonction du temps ?

Non paramétrique, données non-autocorrélées

H_0 : pas de tendance monotone

H_1 : tendance monotone

Le test de Mann-Kendall est la somme des signes des différences entre les observations consecutives.

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \overbrace{\text{signe}(x_j - x_i)}^{> 0 \text{ si la valeur a augmenté entre } i \text{ et } j}$$

— nombre de différences positives – nombre de différences négatives

66

Utiliser Google Earth Engine

Cas 15 – Tendance non paramétrique

Test de Mann-Kendall

Est-ce que la variable montre une tendance monotone en fonction du temps ?

Non paramétrique, données non-autocorrélées

H_0 : pas de tendance monotone

H_1 : tendance monotone

Le test de Mann-Kendall est la somme des signes des différences entre les observations consecutives.

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \overbrace{\text{signe}(x_j - x_i)}^{> 0 \text{ si la valeur a augmenté entre } i \text{ et } j}$$

$$\tau = \frac{2S}{n(n-1)} \quad [-1; 1]$$

67

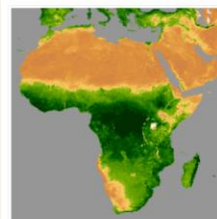
Utiliser Google Earth Engine

Cas 15 – Tendance non paramétrique

Test de Mann-Kendall : Cas du NDVI

```
var NDVI = ee.ImageCollection('MODIS/061/MOD13A3')
  .filter(ee.Filter.calendarRange(2001, 2024, 'year'))
  .filter(ee.Filter.calendarRange(12, 12, 'month'))
  .filterBounds(site)
  .select('NDVI');
print(NDVI.first());
Map.centerObject(site, 12);
```

MOD13A3.061 Vegetation Indices Monthly L3 Global
1 km SIN Grid 



Dataset Availability
2000-02-01T00:00:00Z–
2025-01-01T00:00:00Z

Dataset Provider
NASA LP DAAC at the
USGS EROS Center

Earth Engine Snippet
ee.ImageCollection(
"MODIS/061/
MOD13A3") 

Cadence
1 Month

Tags

evi global modis
monthly nasa ndvi
terra usgs vegetation

68

Utiliser Google Earth Engine

Cas 15 – Tendance non paramétrique

Test de Mann-Kendall : Cas du NDVI

```
var NDVItau = NDVI.reduce(ee.Reducer.kendallsCorrelation());  
print(NDVItau);
```

69

Utiliser Google Earth Engine

Cas 15 – Tendance non paramétrique

Test de Mann-Kendall : Cas du NDVI

```
var NDVItau = NDVI.reduce(ee.Reducer.kendallsCorrelation());  
print(NDVItau);
```

```
var vistau = {min: -1, max: 1,  
  palette: ['red', 'white', 'green']};  
Map.addLayer(NDVItau.select('NDVI_tau'), vistau);
```

70

Utiliser Google Earth Engine

Cas 15 – Tendance non paramétrique

Test de Mann-Kendall : Cas du NDVI

```
var NDVItau = NDVI.reduce(ee.Reducer.kendallsCorrelation());
print(NDVItau);
```

```
var vistau = {min: -1, max: 1,
  palette: ['red', 'white', 'green']};
Map.addLayer(NDVItau.select('NDVI_tau'), vistau);
```

La valeur de p n'est pas disponible bien que la bande soit créée.

71

Utiliser Google Earth Engine

Cas 15 – Tendance non paramétrique

Test de Mann-Kendall : Cas du NDVI

Calcul du Z comme approximation

$$Z = \frac{3\tau\sqrt{n(n-1)}}{\sqrt{2(2n+5)}}$$

τ nombre d'observations (2001-2024)

datatab

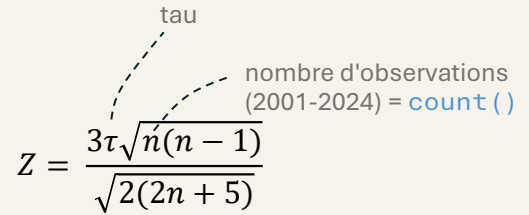
72

Utiliser Google Earth Engine

Cas 15 – Tendance non paramétrique

Test de Mann-Kendall : Cas du NDVI

Calcul du Z comme approximation



$$Z = \frac{3\tau\sqrt{n(n-1)}}{\sqrt{2(2n+5)}}$$

```
var count = NDVI.count().rename('n');
var NDVItau = NDVItau.addBands(count);
```

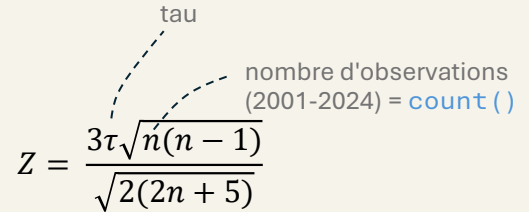
73

Utiliser Google Earth Engine

Cas 15 – Tendance non paramétrique

Test de Mann-Kendall : Cas du NDVI

Calcul du Z comme approximation



$$Z = \frac{3\tau\sqrt{n(n-1)}}{\sqrt{2(2n+5)}}$$

```
var Zformule = '(3 * Ntau * sqrt(nobs * (nobs - 1))) /
               (sqrt(2 * ((2 * nobs) + 5)))';
```

74

Utiliser Google Earth Engine

Cas 15 – Tendence non paramétrique

Test de Mann-Kendall : Cas du NDVI

Calcul du Z comme approximation

$$Z = \frac{3\tau\sqrt{n(n-1)}}{\sqrt{2(2n+5)}}$$

tau

nombre d'observations
(2001-2024) = `count()`

```
var Zformule = '(3 * Ntau * sqrt(nobs * (nobs - 1))) /
               (sqrt(2 * ((2 * nobs) + 5)))';

var Z = ee.Image().expression({
  expression: Zformule,
  map: {Ntau: NDVItau.select('NDVI_tau'),
        nobs: NDVItau.select('n')} }
    ).rename('Z');
```

definit les différent termes de la formule

75

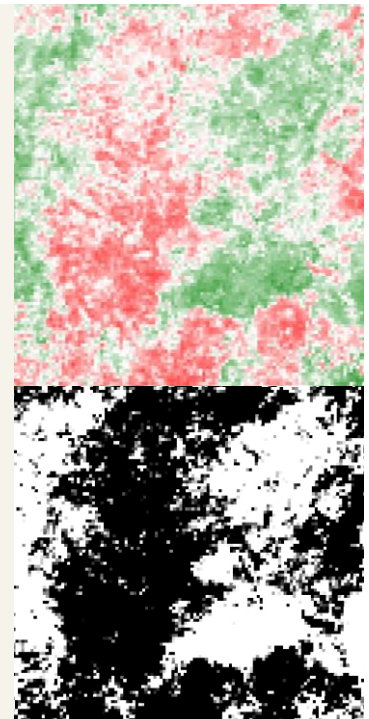
Utiliser Google Earth Engine

Cas 15 – Tendence non paramétrique

Test de Mann-Kendall : Cas du NDVI

Calcul du Z comme approximation

```
Map.addLayer(Z.select('Z'));
```



76

Utiliser Google Earth Engine

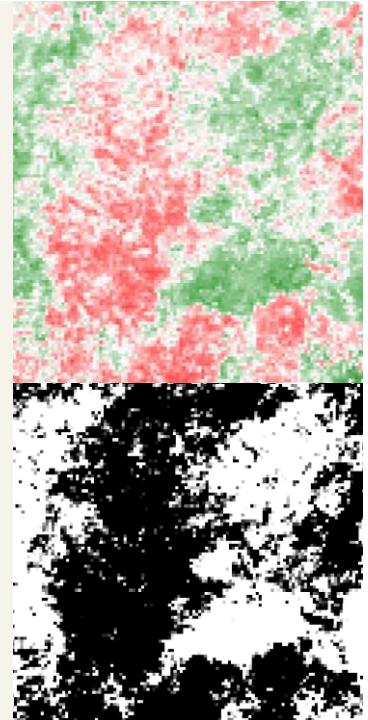
Cas 15 – Tendance non paramétrique

Test de Mann-Kendall : Cas du NDVI

Calcul du Z comme approximation

```
Map.addLayer(Z.select('Z'));
```

Tableau des scores Z

 $Z > 1,64$ ou $< -1,64$


77

Utiliser Google Earth Engine

Cas 15 – Tendance non paramétrique

Test de Mann-Kendall : Cas du NDVI

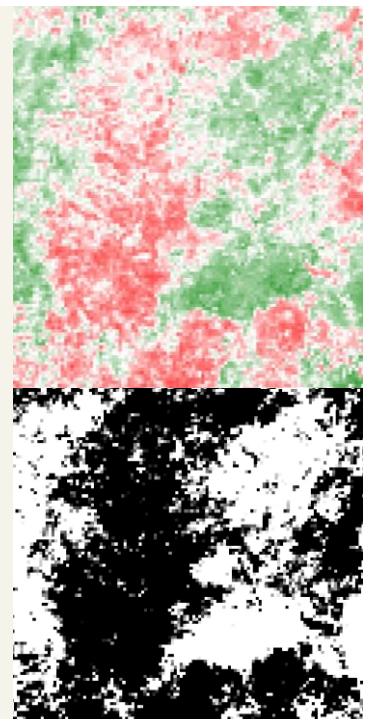
Calcul du Z comme approximation

```
Map.addLayer(Z.select('Z'));
```

Tableau des scores Z

 $Z > 1,64$ ou $< -1,64$

```
Map.addLayer(NDVItau.select('NDVI_tau')
.updateMask(Z.abs().gte(1.64)), vistau);
```



78

Test de Mann-Kendall : Cas du NDVI

Calcul du Z comme approximation

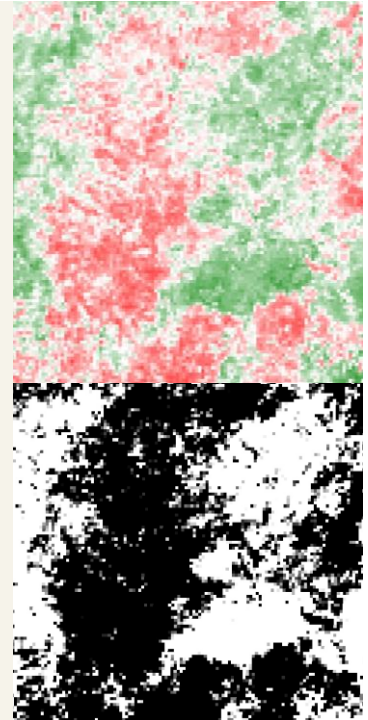
```
Map.addLayer(Z.select('Z'));
```

Tableau des scores Z

$Z > 1,64$ ou $< -1,64$

```
Map.addLayer(NDVItau.select('NDVI_tau')
.updateMask(Z.abs().gte(1.64)), vistau);
```

Qu'observez-vous au niveau des valeurs masquées ?



79

Tendance non paramétrique

- La pente de la droite de regression peut être estimée avec la méthode de Sen en utilisant le reducer `ee.Reducer.sensSlope()`.
- Les valeurs de p ne sont souvent pas produites directement par les fonctions existantes sur GEE : il faut rajouter ses propres estimations.

80

Tendance non paramétrique : Conclusions

```
ee.Reducer.kendallsCorrelation()
formule = '';
expression({
  expression: formule,
  map: {} });
```

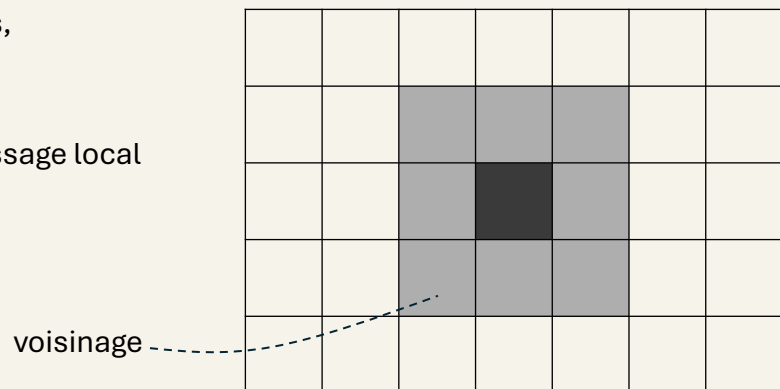
81

Kernels : Noyaux

Utilisés pour transformer des pixels en se basant sur le voisinage.

Permet de traiter des outliers,
données manquantes...

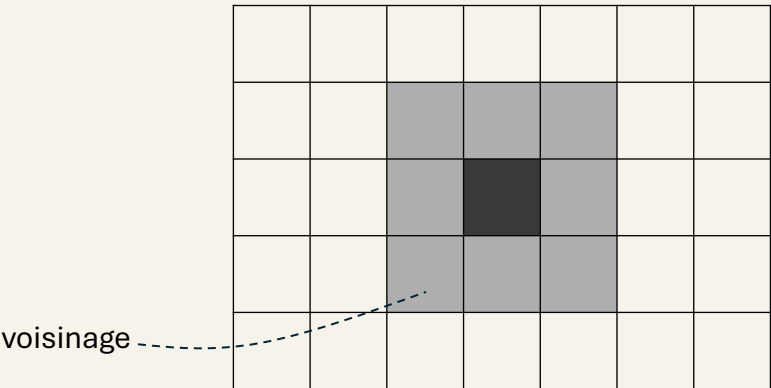
Moyenne glissante en 2D : lissage local



82

Kernels : Noyaux

Kernel : définit la taille, forme, poids des différents pixels du voisinage



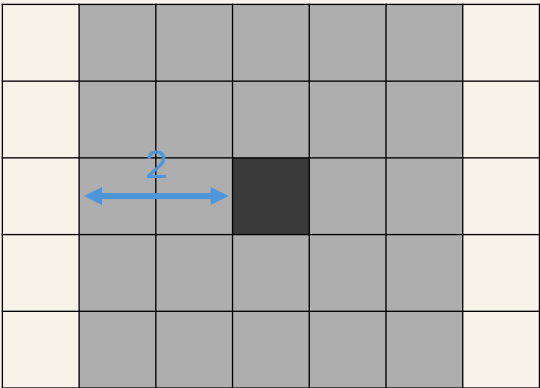
83

Kernels : Noyaux

Kernel : définit la taille, forme, poids des différents pixels du voisinage

```
print('Kernel uniforme',  
ee.Kernel.square(2));
```

Usage		Returns
ee.Kernel.square(radius, units, normalize, magnitude)		Kernel
Argument	Type	Details
radius	Float	The radius of the kernel to generate.
units	String, default: 'pixels'	The system of measurement for the kernel (pixels' or 'meters'). If the kernel is specified in meters, it will resize when the zoom-level is changed.
normalize	Boolean, default: true	Normalize the kernel values to sum to 1.
magnitude	Float, default: 1	Scale each value by this amount.



84

Kernels : Noyaux

Kernel : définit la taille, forme, poids des différents pixels du voisinage

```
print('Kernel uniforme',
ee.Kernel.square(2));
```

	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	

Usage		Returns
ee.Kernel.square(radius, units, normalize, magnitude)		Kernel
Argument	Type	Details
radius	Float	The radius of the kernel to generate.
units	String, default: 'pixels'	The system of measurement for the kernel ('pixels' or 'meters'). If the kernel is specified in meters, it will resize when the zoom-level is changed.
normalize	Boolean, default: true	Normalize the kernel values to sum to 1.
magnitude	Float, default: 1	Scale each value by this amount.

85

Noyaux carrés

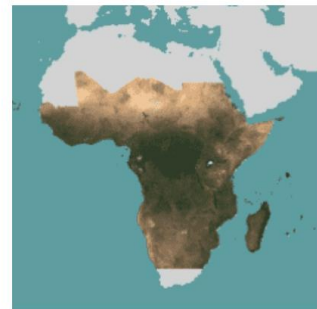
Importer les données Planet de NICFI pour l'Afrique et créer un point sur l'Université de Parakou (“UP”)

```
var nicfi = ee.ImageCollection('projects/planet-nicfi/assets/basemaps/africa')
  .filter(ee.Filter.date('2021-10-01','2021-12-01'))
  .first();
```

```
Map.centerObject(UP, 16);
```

```
var vis = {bands:['R','G','B'],
min:64, max:5454, gamma:1.8};
Map.addLayer(nicfi, vis, '2021-1011');
```

NICFI Satellite Data Program Basemaps for Tropical Forest Monitoring - Africa



This image collection provides access to high-resolution satellite monitoring of the tropics for the primary purpose of reducing and reversing the loss of tropical forests, contributing to combating climate change, conserving biodiversity, contributing to forest regrowth, restoration and enhancement, and facilitating sustainable development, all of ...

basemaps forest nicfi planet planet-nicfi publisher-dataset

86

Noyaux carrés

Définition du noyau carré avec une taille de 5 mètres

```
var uniformKernel = ee.Kernel.square({
  radius: 5,
  units: 'meters',
});

var lisse = nicfi.convolve(uniformKernel);
Map.addLayer(lisse, vis, '2021-1011 lissé');
```

applique un kernel à toutes les
bandes d'une image



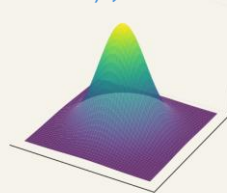
87

Noyaux gaussiens

Définition du noyau gaussien avec une taille de 5 mètres

```
var gaussianKernel = ee.Kernel.gaussian({
  radius: 5,
  units: 'meters',
});

var lisse = nicfi.convolve(gaussianKernel);
Map.addLayer(lisse, vis, '2021-1011 lissé');
```



	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04

	0,003	0,01	0,02	0,01	0,003
	0,01	0,06	0,10	0,06	0,01
	0,02	0,10	0,16	0,10	0,02
	0,01	0,06	0,10	0,06	0,01
	0,003	0,01	0,02	0,01	0,003

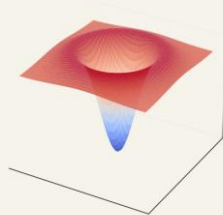
88

Noyaux de Laplace

Détection des contours en réduisant les contrastes

```
var laplacianKernel = ee.Kernel.laplacian8();
print('Laplacian kernel:', laplacianKernel);

var contours = nicfi.convolve(laplacianKernel);
Map.addLayer(contours, vis, '2021-1011 contours');
```



	1	1	1	
	1	-8	1	
	1	1	1	

Dans une région uniforme les pixels gris ont ~ la même valeur que le pixel sombre.

Ce n'est plus le cas au niveau de la bordure entre deux régions.

89

Reduce à la taille du voisinage

`.reduceNeighborhood()` permet d'appliquer un reducer à l'échelle du voisinage

Médiane : lissage, élimination du bruit, d'outliers...

	5	3	8	
	4	7	6	
	1	9	2	

prend la valeur de 9 si tous les pixels ont le même poids

90

Reduce à la taille du voisinage

`.reduceNeighborhood()` permet d'appliquer un reducer à l'échelle du voisinage

Médiane : lissage, élimination du bruit, d'outliers...

```
var mediane = ee.Reducer.median({
  reducer: ee.Reducer.median(),
  kernel: uniformKernel
});
```

poids égaux

	1	1	1	
	1	1	1	
	1	1	1	

91

Reduce à la taille du voisinage

`.reduceNeighborhood()` permet d'appliquer un reducer à l'échelle du voisinage

Médiane : lissage, élimination du bruit, d'outliers...

```
var vis = {bands:['R_median','G_median','B_median'],
  min:64, max:5454, gamma:1.8};
```

```
Map.addLayer(mediane, vis, 'mediane');
```

92

Utiliser Google Earth Engine

Cas 16 – Les “Kernels”

Reduce à la taille du voisinage

`.reduceNeighborhood()` permet d'appliquer un reducer à l'échelle du voisinage

Marche avec différents reducer et kernels : différentes applications

93

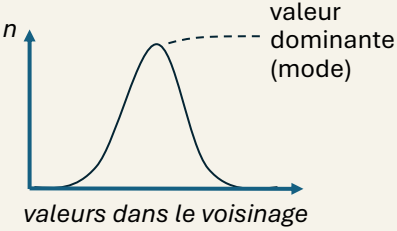
Utiliser Google Earth Engine

Cas 16 – Les “Kernels”

Reduce à la taille du voisinage

`.reduceNeighborhood()` permet d'appliquer un reducer à l'échelle du voisinage

Mode



Ne créé par de nouvelles valeurs comme mean.
Dans le cas de catégories, par exemple carte d'occupation du sol...

ee.Reducer.mode

Create a reducer that will compute the mode of the inputs. For small numbers of inputs (up to maxRow) the mode will be computed directly; for larger numbers of inputs the mode will be derived from a histogram.

Usage	Returns
<code>ee.Reducer.mode(maxBuckets, minBucketWidth, maxRow)</code>	Reducer

	4	4	2	
	9	0	8	
	152	4	0	

94

Reduce à la taille du voisinage

```
var veg = nicfi.select('N').gt(2850);

var vegVis = {min: 0, max: 1, palette: ['black', 'green']};
Map.addLayer(veg, vegVis, 'Vegetation NIR');

var mode = veg.reduceNeighborhood({
  reducer: ee.Reducer.mode(),
  kernel: uniformKernel
});

Map.addLayer(mode, vegVis, 'Mode Vegetation NIR');
```

95

Reduce à la taille du voisinage

```
var veg = nicfi.select('N').gt(2850);

var vegVis = {min: 0, max: 1, palette: ['black', 'green']};
Map.addLayer(veg, vegVis, 'Vegetation NIR');

var mode = veg.reduceNeighborhood({
  reducer: ee.Reducer.mode(),
  kernel: uniformKernel
});

Map.addLayer(mode, vegVis, 'Mode Vegetation NIR');
```

Que se passe-t-il si le rayon est x10 ?

96

Reduce à la taille du voisinage

```
var veg = nicfi.select('N').gt(2850);

var vegVis = {min: 0, max: 1, palette: ['black', 'green']};
Map.addLayer(veg, vegVis, 'Vegetation NIR');

var mode = veg.reduceNeighborhood({
  reducer: ee.Reducer.mode(),
  kernel: uniformKernel
});

Map.addLayer(mode, vegVis, 'Mode Vegetation NIR');
```

Essayer avec les
reducers max et min
Que se passe-t-il ?

97

Reduce à la taille du voisinage

Si deux reducers sont utilisés à la suite :

“opening” si d'abord min puis max = permet d'éliminer certaines tâches

“closing” si d'abord max puis min = permet d'éliminer certains “trous”

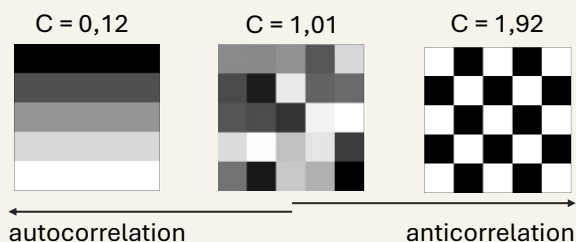
```
var mode = veg.reduceNeighborhood({
  reducer: ee.Reducer.min(),
  kernel: uniformKernel
});

var mode = mode.reduceNeighborhood({
  reducer: ee.Reducer.max(),
  kernel: uniformKernel
});
```

98

Application aux statistiques spatiales

Indice de Geary : autocorrelation spatiale



wikipedia

99

Application aux statistiques spatiales

Indice de Geary : autocorrelation spatiale

```
var list = [1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1];
var centerList = [1, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 1];
var lists = [list, list, list, list,
centerList, list, list, list, list];
```

```
var kernel = ee.Kernel.fixed({width: 9, height: 9,
weights: lists,
x: -4, y: -4,
normalize: false});
```

dimensions

où se trouve le focus (centre)

1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	0	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1

100

Les Kernels : Conclusions

```
ee.Kernel.square()
convolve()
ee.Kernel.laplacian8()
ee.Kernel.fixed()
ee.Reducer.mode()
reduceNeighborhood()
```

101

Les Kernels : Exercice

```
var carteOS = ee.Image('projects/ee-jauneatemp/assets/pastoralism/OBSYDYA_OS_2023_L1_Awanla')
var couleursOS = ['eebc1d', 'f1e5ac', 'f531c1', 'bb270d', '4cbb17',
'40e0d0', '355e3b', '008000', '8a9a5b', 'ff0000', 'fff8dc', '0000ff'];
Map.addLayer(carteOS, {min: 11, max: 61, palette: couleursOS}, 'carteOS', false);
```

Modifier la carte OS pour que les zones construites (ici valeur = 51) aient un tampon d'une 20aine de mètres (donc recouvrant les autres couvertures du sol).

Outils (suggestion) : `.eq()`, `reduceNeighborhood()`, `reducer.max()`, `multiply()`, `clamp()`

Transforme des valeurs numériques si au delà des bornes définies. Par exemple, le `clamp(3, 10)` de `[1, 13, 7, 3, 8, 5, 120, -2]` est `[3, 10, 7, 3, 8, 5, 10, 3]`

102

Les Kernels : une solution

```

var uniformKernel = ee.Kernel.square({radius: 20, units:
'meters'});
var carteOS51 = carteOS.eq(51);----- classe bâti = 1 et autres classes = 0
var carteOS51_c = carteOS51.reduceNeighborhood({
  reducer: ee.Reducer.max(),
  kernel: uniformKernel
});
var carteOS_2 = carteOS.add(carteOS51_c.multiply(100))
  .clamp(0, 62)
  -----la nouvelle valeur de la classe “bâti”

```

103

Mosaïque et composites

Assemble des images sur une grande surface :
 tuiles plus petites que la surface, éviter la
 couverture nuageuse, ...

104

Utiliser Google Earth Engine

Cas 17 – Mosaïques

A l'échelle du Bénin

```

var benin =
ee.FeatureCollection('FAO/GAUL/2015/level0').filter(ee.Filter
.eq('ADM0_NAME', 'Benin')).first();

var myCloudFunction = require(
  'users/jauneatemps/cours2025:S2masquenuage');

var S2 = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2_HARMONIZED')
  .filterDate('2024-01-01', '2025-01-01')
  .filterBounds(benin.geometry())
  .filter(ee.Filter.lt('CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE', 20))
  .map(myCloudFunction.maskS2clouds);

```

105

Utiliser Google Earth Engine

Cas 17 – Mosaïques

A l'échelle du Bénin

```

var composite = S2.median().clip(benin);

var visS2 = {
  min: 0.0,
  max: 0.3,
  bands: ['B4', 'B3', 'B2'],
};

Map.centerObject(benin, 7);
Map.addLayer(composite, visS2, 'Benin composite');

```



106

Utiliser Google Earth Engine

Cas 17 – Mosaïques

A l'échelle du Bénin

Si on se focalise sur la saison des pluies :

```
.filterDate('2024-07-01', '2024-10-01')
```



107

Utiliser Google Earth Engine

Cas 17 – Mosaïques

A l'échelle du Bénin

Si on se focalise sur la saison des pluies :

```
.filterDate('2024-07-01', '2024-10-01')
```

remplacer par

```
.filter(ee.Filter.calendarRange(2022, 2024, 'year'))
```

```
.filter(ee.Filter.calendarRange(7, 9, 'month'))
```



108

Utiliser Google Earth Engine

Cas 17 – Mosaïques

A l'échelle du Bénin

```

var uniformKernel = ee.Kernel.square({
  radius: 300,
  units: 'meters',
});

var lisse = composite.reduceNeighborhood({
  reducer: ee.Reducer.median(),
  kernel: uniformKernel
});

```

109

Utiliser Google Earth Engine

Cas 17 – Mosaïques

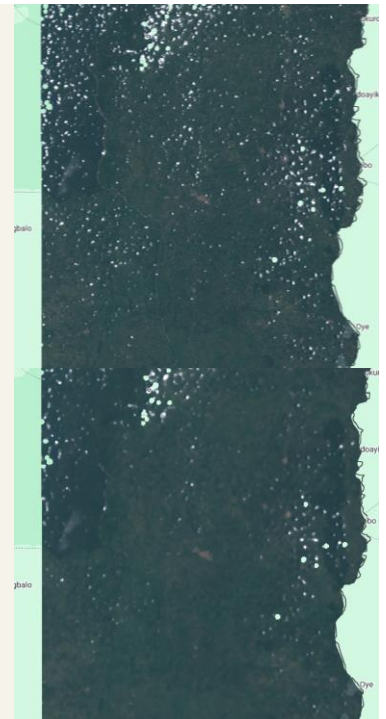
A l'échelle du Bénin

```

var vis = {
  min: 0.0, max: 0.3,
  bands: ['B4_median', 'B3_median', 'B2_median'],
};

Map.addLayer(lisse, vis, 'Benin composite lissée');

```



110

Utiliser Google Earth Engine

Cas 17 – Mosaïques

Mosaïques : Conclusions

Application des kernels pour lisser l'image.

111

Utiliser Google Earth Engine

Cas 18 – Unmixing

Démixage spectral / Unmixing

Analyse à l'échelle < pixel

Décompose un pixel mixte en une série de spectres (*endmembers*) et une série de valeurs d'abondance qui caractérisent chacun de ses endmembers.

Description de la composition d'un pixel.

112

Utiliser Google Earth Engine

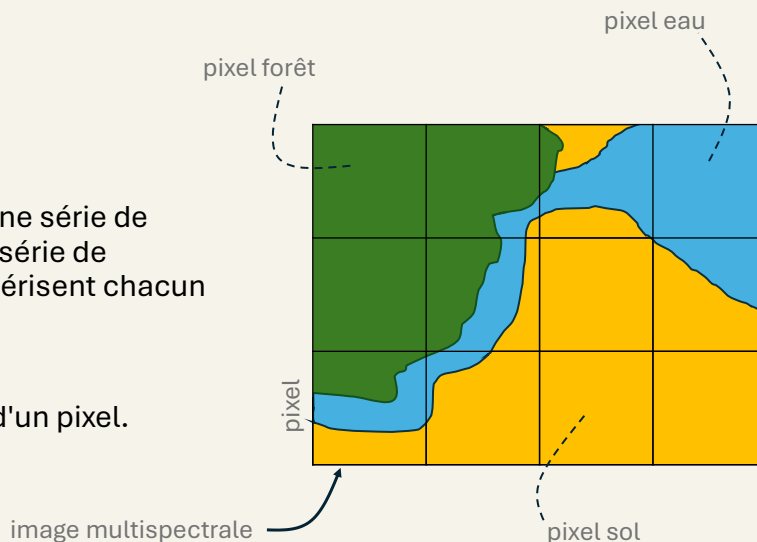
Cas 18 – Unmixing

Démixage spectral / Unmixing

Analyse à l'échelle < pixel

Décompose un pixel mixte en une série de spectres (*endmembers*) et une série de valeurs d'abondance qui caractérisent chacun de ses endmembers.

Description de la composition d'un pixel.



113

Utiliser Google Earth Engine

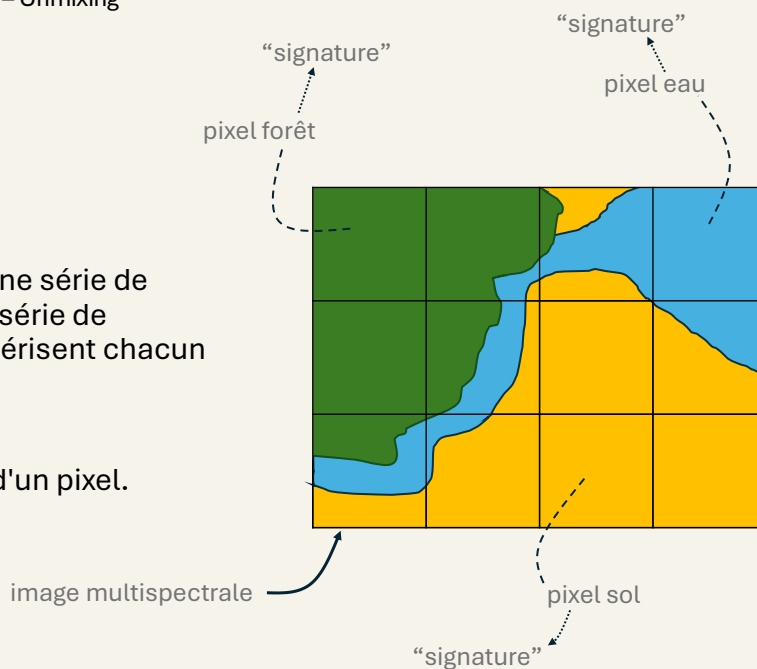
Cas 18 – Unmixing

Démixage spectral / Unmixing

Analyse à l'échelle < pixel

Décompose un pixel mixte en une série de spectres (*endmembers*) et une série de valeurs d'abondance qui caractérisent chacun de ses endmembers.

Description de la composition d'un pixel.



114

Utiliser Google Earth Engine

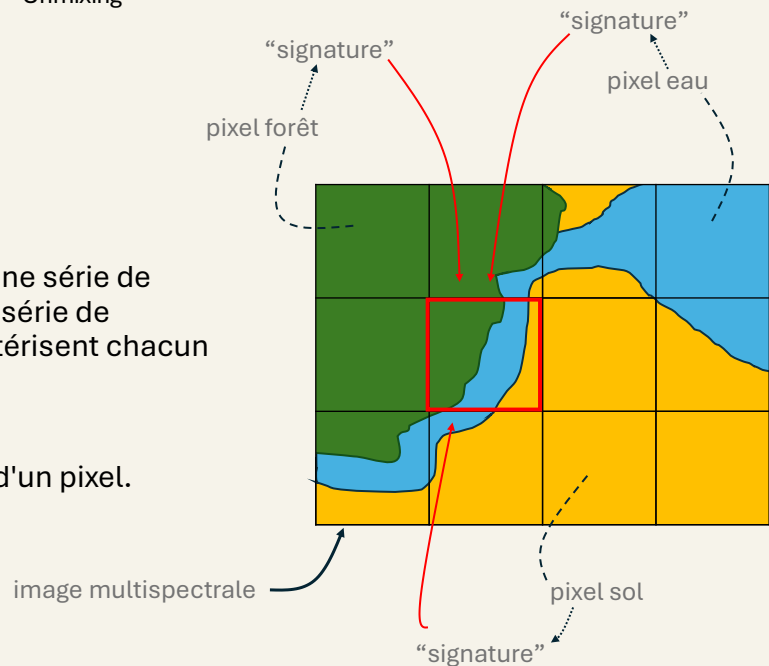
Cas 18 – Unmixing

Démixage spectral / Unmixing

Analyse à l'échelle < pixel

Décompose un pixel mixte en une série de spectres (*endmembers*) et une série de valeurs d'abondance qui caractérisent chacun de ses endmembers.

Description de la composition d'un pixel.



115

Utiliser Google Earth Engine

Cas 18 – Unmixing

Ajouter un point sur Sori, l'appeler “site”

```
function maskS2clouds(image) {}
```

```
var S2 = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2_HARMONIZED')
  .filterDate('2022-01-01', '2022-01-31')
  .filter(ee.Filter.lt('CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE', 20))
  .filterBounds(site)
  .map(maskS2clouds);
```

```
var rgbVis = {min: 0.0, max: 0.3,
  bands: ['B4', 'B3', 'B2'],
};
```

Harmonized Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-1C



Dataset Availability
2015-06-27T00:00:00Z - 2025-02-11T09:29:49Z

Dataset Provider
European Union/ESA/Copernicus

Earth Engine Snippet
ee.ImageCollection("COPERNICUS/S2_HARMONIZED")

Revisit Interval
5 Days

Tags
copernicus esa eu esi radiance
sentinel

116

```
Map.addLayer(S2.median(), rgbVis, 'RGB');

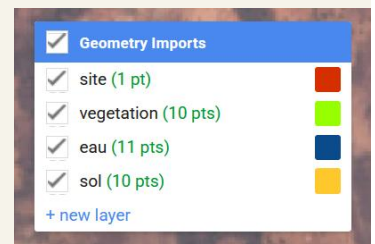
var bandes = ['B2', 'B3', 'B4', 'B5', 'B6',
              'B7', 'B8', 'B8A', 'B11', 'B12'];

var S2median = S2.median().select(bandes);
```

117

Comme pour la classification supervisée :

- Créer trois sets de points correspondant aux catégories d'occupation du sol *eau*, *forêt*, et *sol*.
- Ajouter au moins 10 points par catégorie, dans la tuile S2.



118

Comme pour la classification supervisée :

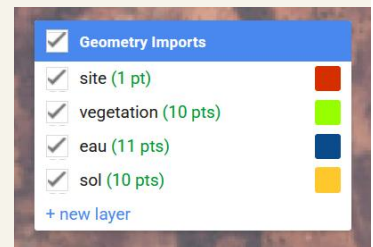
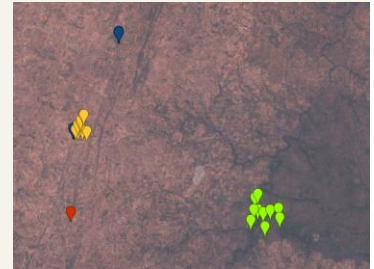
- Créer trois sets de points correspondant aux catégories d'occupation du sol *eau*, *forêt*, et *sol*.
- Ajouter au moins 10 points par catégorie, dans la tuile S2.

```
var solMean = S2median.reduceRegion(ee.Reducer.mean(),
sol, 10).values();

var eauMean = S2median.reduceRegion(ee.Reducer.mean(),
eau, 10).values();

var vegMean = S2median.reduceRegion(ee.Reducer.mean(),
vegetation, 10).values();

print(solMean, 'sol mean');
```



réflectance moyenne des trois types d'occupation du sol qui
correspondront aux endmembers

119

```
print(ui.Chart.image.regions(S2median,
ee.FeatureCollection([
    ee.Feature(eau, {label: 'eau'}),
    ee.Feature(sol, {label: 'sol'}),
    ee.Feature(vegetation, {label: 'vegetation'})])),
ee.Reducer.median(), 20, 'label',
[496.6, 560, 664.5, 703.9, 740.2,
782.5, 835.1, 864.8, 1613.7, 2202.4]));
```

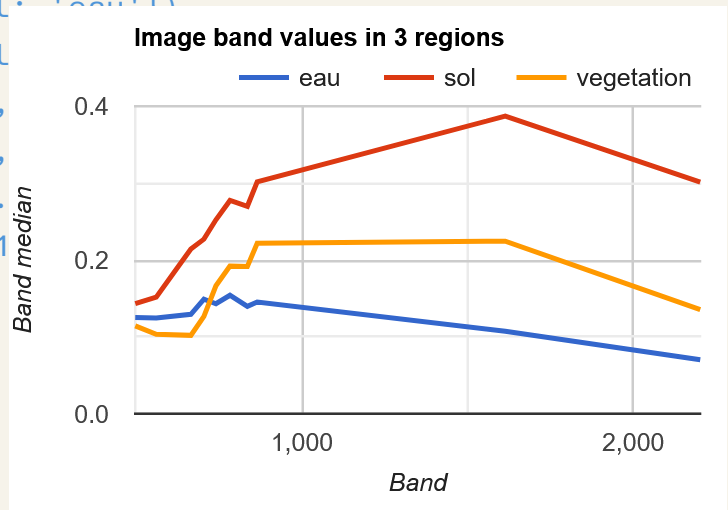
le début de l'intervalle de longueur
d'onde de chacune des 10 bandes

120

Utiliser Google Earth Engine

Cas 18 – Unmixing

```
print(ui.Chart.image.regions(S2median,
ee.FeatureCollection([
    ee.Feature(eau, {label: 'eau'}),
    ee.Feature(sol, {label: 'sol'}),
    ee.Feature(vegetation, {label: 'vegetation'}),
ee.Reducer.median(), 20,
[496.6, 560, 664.5, 703.5,
782.5, 835.1, 864.8, 1615.5]))
```



121

Utiliser Google Earth Engine

Cas 18 – Unmixing

Transformation des trois listes en un array qui peut être utilisé pour l'unmixing

```
var endmembers = ee.Array.cat([solMean, vegMean, eauMean], 1);
```

Liste de 10 listes contenant chacune 3 moyennes (soit 3 valeurs par bande de S2)

Liste de 10 moyennes (une par bande)

	sol	vegetation	eau
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9
10	10	10	10

122

Transformation des trois listes en un array qui peut être utilisé pour l'unmixing

```
var endmembers = ee.Array.cat([solMean, vegMean, eauMean], 1);
```

Production d'une image "array" où chaque pixel peut stocker une matrice 2-D

```
var arrayImage = S2median.toArray().toArray(1);
```

Image à 1 bande où le pixel contient un array contenant 10 array / valeurs
(celles des 10 bandes de S2median)

123

Transformation des trois listes en un array qui peut être utilisé pour l'unmixing

```
var endmembers = ee.Array.cat([solMean, vegMean, eauMean], 1);
```

Production d'une image "array" où chaque pixel peut stocker une matrice 2-D

```
var arrayImage = S2median.toArray().toArray(1);
```

Etape de l'unmixing

```
var unmixed = ee.Image(endmembers).matrixSolve(arrayImage);
```

transformation des endmembers en
une image array (10x3 valeurs par
pixel)

[solMean B2, vegMean B2, eauMean B2]

résolution de l'équation $B = A \times x$

[valeur B2]

124

Transformation de l'image array (1 bande à 2 dimensions) en une image (3 bandes, 1 dimension)

```
var unmixedImage = unmixed.arrayProject([0])  
.arrayFlatten([[ 'sol', 'vegetation', 'eau' ]]);  
  
Map.addLayer(unmixedImage, {}, 'fractions sol, vegetation,  
eau');
```

125

Démixage des valeurs médianes des 10 bandes à l'aide des endmembers pour estimer la fraction de chaque type de couverture du sol.

```
var constrained =  
S2median.unmix([solMean,  
vegMean, eauMean], true, true);  
  
Map.addLayer(constrained, {},  
'fractions de chaque type');
```

ee.Image.unmix

Send feedback

Unmix each pixel with the given endmembers, by computing the pseudo-inverse and multiplying it through each pixel. Returns an image of doubles with the same number of bands as endmembers.

Usage		Returns
Image.unmix(endmembers, sumToOne, nonNegative)		Image

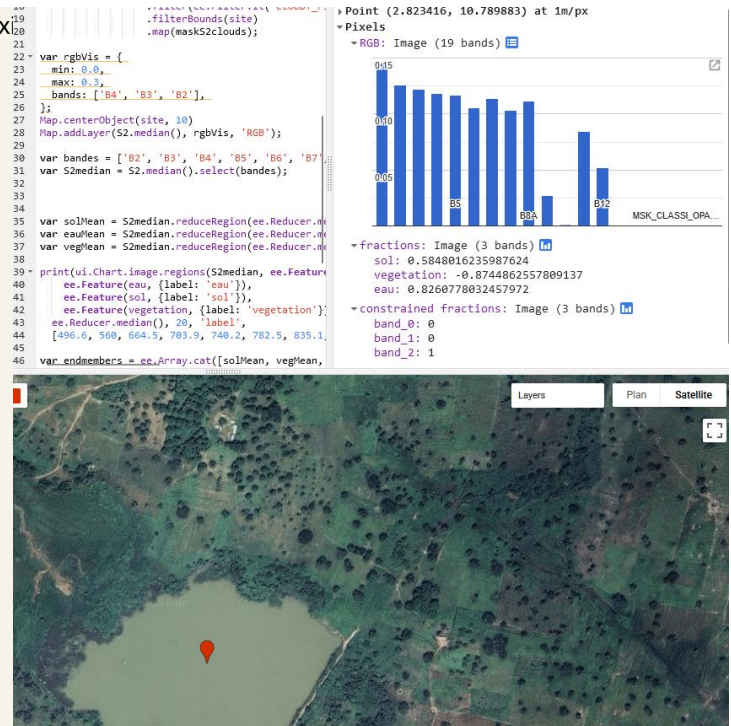
Argument	Type	Details
this: image	Image	The input image.
endmembers	List	The endmembers to unmix with.
sumToOne	Boolean, default: false	Constrain the outputs to sum to one.
nonNegative	Boolean, default: false	Constrain the outputs to be non-negative.

126

Utiliser Google Earth Engine

Cas 18 – Unmix

Exploration des valeurs par pixel



127

Utiliser Google Earth Engine

Cas 18 – Unmixing

Démixage spectral / Unmixing : Conclusions

```

ee.Array.cat()
toArray()
arrayProject()
arrayFlatten()
unmix()

```

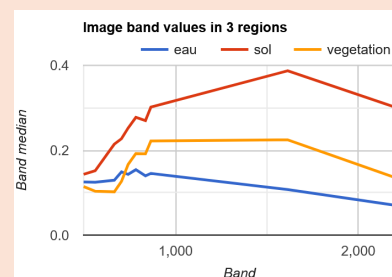
128

Démixage spectral / Unmixing : Exercice

Répéter l'exercice en utilisant cette fois :

- 4 categories d'occupation du sol en rajoutant le “bâti”

Une nouvelle fois en retirant les bandes B11 et B12.



129

Exporter de grands rasters

L'export de rasters de grande taille et/ou à très fine résolution spatiale peut prendre du temps.

Il est recommandé de segmenter ces rasters en tuiles qui seront exportées séparément.

130

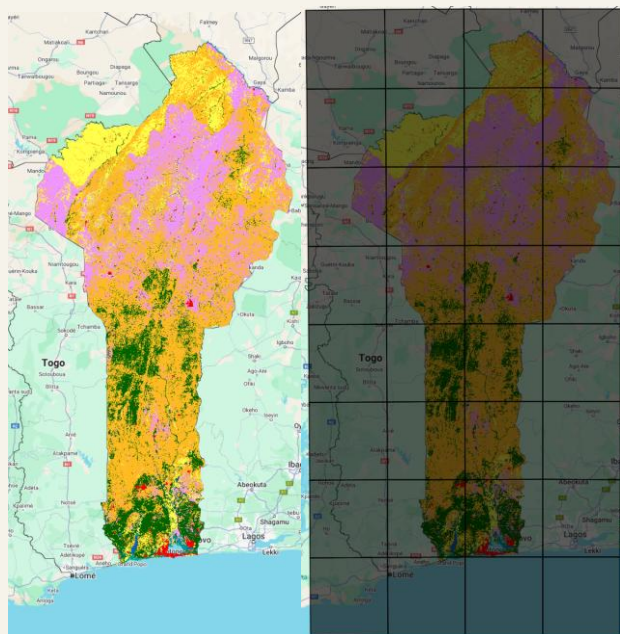
Utiliser Google Earth Engine

Cas 19 – Exporter de grands rasters

Exporter de grands rasters

L'export de rasters de grande taille et/ou à très fine résolution spatiale peut prendre du temps.

Il est recommandé de segmenter ces rasters en tuiles qui seront exportées séparément.

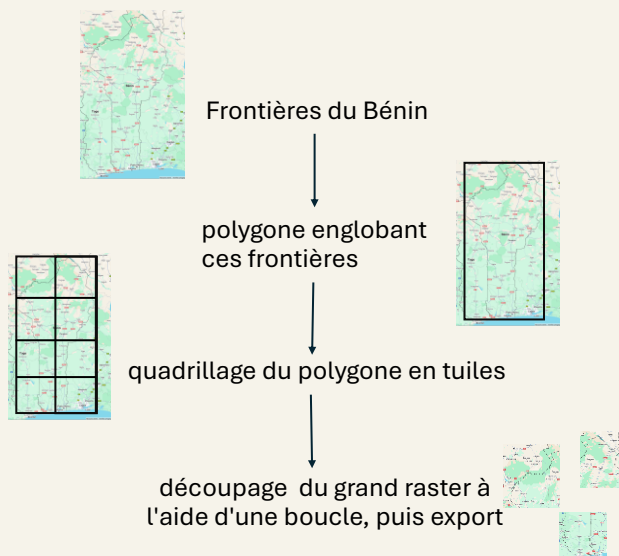


131

Utiliser Google Earth Engine

Cas 19 – Exporter de grands rasters

Exporter de grands rasters



132

Utiliser Google Earth Engine

Cas 19 – Exporter de grands rasters

```
var benin = ee.FeatureCollection('FAO/GAUL/2015/level0')
  .filter(ee.Filter.eq('ADM0_NAME', 'Benin'))
  .first();
print(benin, 'Bénin');
```

133

Utiliser Google Earth Engine

Cas 19 – Exporter de grands rasters

```
var esaworldcover = ee.ImageCollection('ESA/WorldCover/v100')
  .first();
print(esaworldcover, 'ESA WorldCover');
```

ESA WorldCover 10m v100 



Dataset Availability
2020-01-01T00:00:00Z–
2021-01-01T00:00:00Z

Dataset Provider
[ESA/VITO/Brockmann](#)
[Consult/CS/GAMMA](#)
[Remote Sensing/IIASA/WUR](#)

Earth Engine Snippet
`ee.ImageCollection("ESA/WorldCover/v100")` 

Tags

- esa
- landcover
- landuse
- sentinel1-derived
- sentinel2-derived

Description **Bands** Terms of Use Citations

Pixel Size
10 meters

Bands

Name	Description
Map	Landcover class

134

Utiliser Google Earth Engine

Cas 19 – Exporter de grands rasters

```

var esaworldcover = ee.ImageCollection('ESA/WorldCover/v100')
    .first();
print(esaworldcover, 'ESA WorldCover');

var esabenincover = esaworldcover.clip(benin);

Map.addLayer(esabenincover, {}, 'Benin Cover');
Map.centerObject(esabenincover);

```

135

Utiliser Google Earth Engine

Cas 19 – Exporter de grands rasters

```

var crs = 'EPSG:32631';
var bounds = benin.geometry().bounds({
  proj: crs,
  maxError: 1
});

```



136

```

var crs = 'EPSG:32631';
var bounds = benin.geometry().bounds({
  proj: crs,
  maxError: 1
});
var pixelSize = 10; ----- 10m
var tileSize = 10000; ----- 10000 pixels de côté
var gridSize = ee.Number(tileSize).multiply(pixelSize);
var grid = bounds.coveringGrid({
  proj: crs,
  scale: gridSize
});
Map.addLayer(grid, {}, 'Grille');

```



137

```

var crs = 'EPSG:32631';
var bounds = benin.geometry().bounds({
  proj: crs,
  maxError: 1
});
var pixelSize = 10; ----- 10m
var tileSize = 10000; ----- 10000 pixels de côté
var gridSize = ee.Number(tileSize).multiply(pixelSize);
var grid = bounds.coveringGrid({
  proj: crs,
  scale: gridSize
});
Map.addLayer(grid, {}, 'Grille');

```



Pourquoi ce décalage entre **bounds** et **grid** ?



138

Le nombre de tuiles change en fonction de la taille du pays (bounds) et des dimensions demandées pour les tuiles.

Une liste avec les tuiles (features) de longueur = le nombre de tuiles

```
var gridList = grid.toList(ee.Number(grid.size()));
```

On “extraire” la taille de la liste avec **getInfo()**

```
var gridLength = ee.Number(gridList.size()).getInfo();
```

139

Production d'une boucle allant sur chaque élément de la liste de tuiles, clip, et exporte.

```
for (var i = 0; i < gridLength; i++) {
  var feature_i = gridList.get(i);
  var esabenincover_clip_i = esabenincover.clip(feature_i);
  Export.image.toDrive({
    image: esabenincover_clip_i,
    description: 'tuile' + i + 'esabenin',
    scale: 10,
    crs: 'EPSG:32631',
    fileNamePrefix: 'tuile' + i + 'esabenin'
  });
}
```

140

Production d'une boucle allant sur chaque élément de la liste de tuiles, clip, et exporte.

Phase: **Failed**
 Runtime: **2s** (started 2025-02-12 12:30:28 +0100)
 Attempted **1** time
 Priority: **100** (default)
 Error: Export too large: specified 100010000 pixels (max: 100000000). Specify higher maxPixels value if you intend to export a large area. (Error code: 3)

[Source Script](#)

Comment résoudre ce problème ?

Inspector Console Tasks

Search or cancel multiple tasks in the [Task Manager](#) or try the [Tasks Page in the Cloud Console](#)

UNSUBMITTED TASKS

tuile0esabenin	RUN
tuile1esabenin	RUN
tuile2esabenin	RUN
tuile3esabenin	RUN
tuile4esabenin	RUN
tuile5esabenin	RUN
tuile6esabenin	RUN
tuile7esabenin	RUN

141

Production d'une boucle allant sur chaque élément de la liste de tuiles, clip, et exporte.

Phase: **Failed**
 Runtime: **2s** (started 2025-02-12 12:30:28 +0100)
 Attempted **1** time
 Priority: **100** (default)
 Error: Export too large: specified 100010000 pixels (max: 100000000). Specify higher maxPixels value if you intend to export a large area. (Error code: 3)

[Source Script](#)

- 1) Changer `tileSize = 5000`
- 2) Dans `Export.image.toDrive` : `maxPixels: 1e13`

Inspector Console Tasks

Search or cancel multiple tasks in the [Task Manager](#) or try the [Tasks Page in the Cloud Console](#)

UNSUBMITTED TASKS

tuile0esabenin	RUN
tuile1esabenin	RUN
tuile2esabenin	RUN
tuile3esabenin	RUN
tuile4esabenin	RUN
tuile5esabenin	RUN
tuile6esabenin	RUN
tuile7esabenin	RUN

142

Exporter de grands raster : Conclusions

Comme la taille de la grille est définie par la taille des pixels (multiple entier), les tuiles doivent se rejoindre sans décalage.

```
bounds()  
coveringGrid()  
for (var i = 0; i < n; i++) {}
```

143

Exporter de grands raster : Exercice

Modifier le code pour extraire des tuiles de la couverture arborée selon le WRI au Sénégal :

```
var WRI_tropicaltreecover =  
ee.Image('projects/wri-datalab/TropicalTreeCover/senegal');
```

144

Utiliser GEE dans QGIS



145

Utiliser GEE dans QGIS

plugin **QGIS** : “Google Earth Engine” (Donchyts et al.)



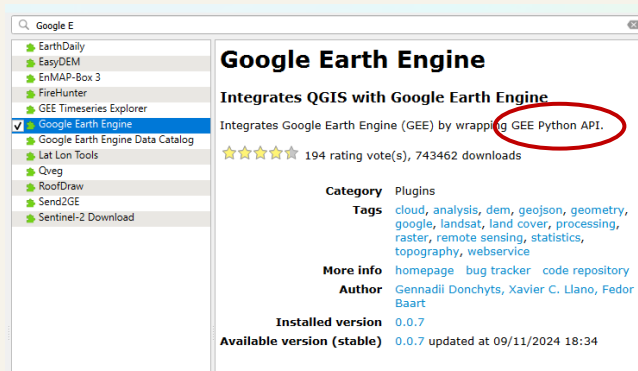
146

Utiliser Google Earth Engine

QGIS et GEE

Utiliser GEE dans QGIS

plugin **QGIS** : “Google Earth Engine” (Donchyts et al.)



147

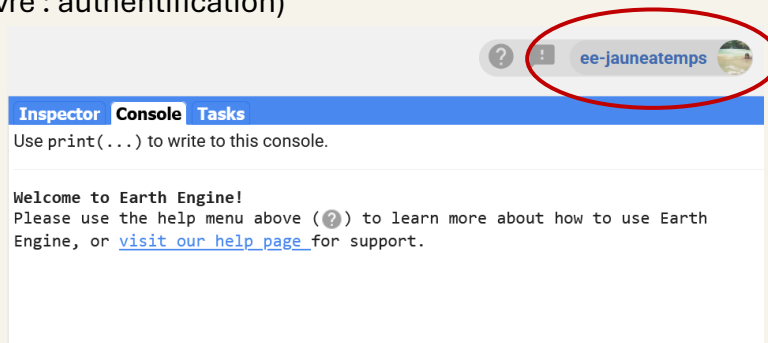
Utiliser Google Earth Engine

QGIS et GEE

Utiliser GEE dans QGIS

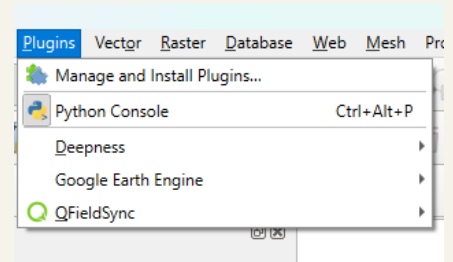
plugin **QGIS** : “Google Earth Engine” (Donchyts et al.)

Une fois installé, indiquer votre nom de projet EE (et valider l'accès sur la page web qui s'ouvre : authentification)

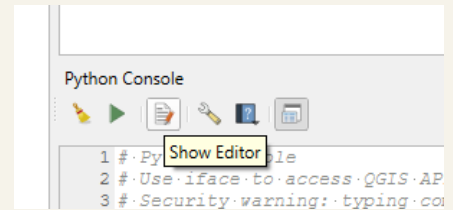


148

Ouvrir la console python de QGIS



Afficher l'éditeur de code



149

Après le JavaScript, python ?

- Interaction avec GEE directe à travers JavaScript et python
- Les fonctions JavaScript sont aussi disponibles en python
- Pratique dans de nombreux cas

150

Utiliser Google Earth Engine

QGIS et GEE

Après le JavaScript, python ?

La documentation : JavaScript et pythonee.Image

An object to represent an Earth Engine image. This constructor accepts a variety of arguments:

- A string: an EarthEngine asset id,
- A string and a number: an EarthEngine asset id and version,
- A number or ee.Array: creates a constant image,
- A list: creates an image out of each list element and combines them into a single image,
- An ee.Image: returns the argument,
- Nothing: results in an empty transparent image.

Usage

```
ee.Image ( args )
```

Argument	Type	Details
args	ImageList, optional	Constr

Examples

[Code Editor \(JavaScript\)](#)
[Colab \(Python\)](#)

151

Utiliser Google Earth Engine

QGIS et GEE

Après le JavaScript, python ?

La documentation : JavaScript et python

Le catalogue, pas toujours...

ee.Image

An object to represent an Earth Engine image. This constructor accepts a variety of arguments:

- A string: an EarthEngine asset id,
- A string and a number: an EarthEngine asset id and version,
- A number or ee.Array: creates a constant image,
- A list: creates an image out of each list element and combines them into a single image,
- An ee.Image: returns the argument,
- Nothing: results in an empty transparent image.

Usage

```
ee.Image ( args )
```

Argument	Type	Details
args	ImageList, optional	Constr

Examples

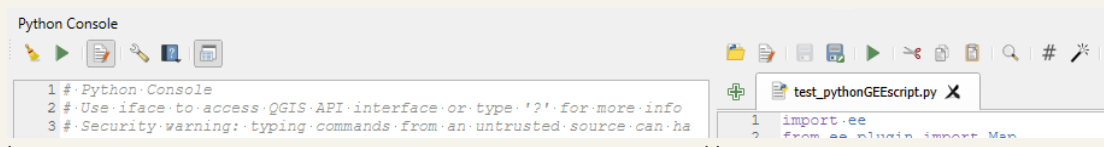
[Code Editor \(JavaScript\)](#)
[Colab \(Python\)](#)

152

Utiliser Google Earth Engine

QGIS et GEE

Afficher une carte



Console

Editeur de code

153

Utiliser Google Earth Engine

QGIS et GEE

Afficher une carte

```
import ee
from ee_plugin import Map
```

154

Utiliser Google Earth Engine

QGIS et GEE

Afficher une carte

```
import ee
from ee_plugin import Map

image = ee.Image('USGS/SRTMGL1_003')
```

NASA SRTM Digital Elevation 30m



Dataset Availability

2000-02-11T00:00:00Z–2000-02-22T00:00:00Z

Dataset Provider

[NASA / USGS / JPL-Caltech](#)

Earth Engine Snippet

`ee.Image("USGS/SRTMGL1_003")`

155

Utiliser Google Earth Engine

QGIS et GEE

Afficher une carte

```
import ee
from ee_plugin import Map

image = ee.Image('USGS/SRTMGL1_003')

vis_params = {
    'min': 0, 'max': 4000,
    'palette': ['006633', 'E5FFCC', '662A00', 'D8D8D8', 'F5F5F5']
}

Map.addLayer(image, vis_params, 'Digital Elevation Model')
```

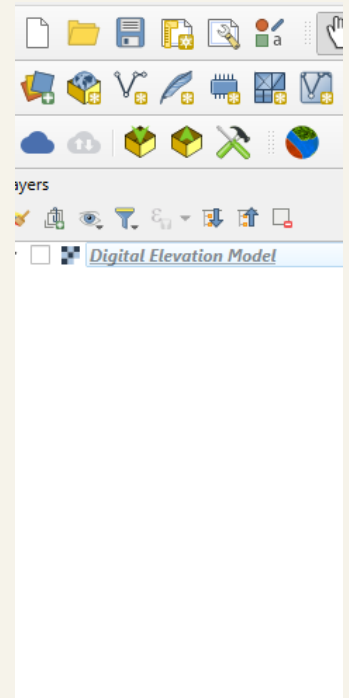
156

Utiliser Google Earth Engine

QGIS et GEE

Extraction ?

Pas possible directement sur QGIS (seulement visualisation)



157

Utiliser Google Earth Engine

QGIS et GEE

Extraction ?

Pas possible directement sur QGIS (seulement visualisation)

```
dataset = ee.FeatureCollection('FAO/GAUL/2015/level1')
    .filter(ee.Filter.eq('ADM0_NAME', 'Benin'))
    .filter(ee.Filter.eq('ADM1_NAME', 'Atakora')).first().geometry()
dem_clip = image.clip(dataset)
Map.centerObject(dem_clip)
Map.addLayer(dem_clip, vis_params, 'Atakora DEM')
```

158

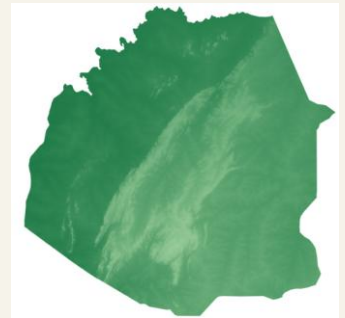
Utiliser Google Earth Engine

QGIS et GEE

Extraction ?

Pas possible directement sur QGIS (seulement visualisation)

```
dataset = ee.FeatureCollection('FAO/GAUL/2015/level1')
    .filter(ee.Filter.eq('ADM0_NAME', 'Benin'))
    .filter(ee.Filter.eq('ADM1_NAME', 'Atakora')).first().geometry()
dem_clip = image.clip(dataset)
Map.centerObject(dem_clip)
Map.addLayer(dem_clip, vis_params, 'Atakora DEM')
```



159

Utiliser Google Earth Engine

QGIS et GEE

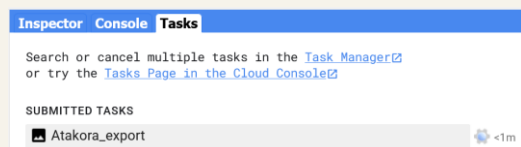
Extraction ?

Pas possible directement sur QGIS (seulement visualisation)

```
exportdem = ee.batch.Export.image.toDrive(
    image=dem_clip,
    description='Atakora_export',
    folder='UPGEE2025',
    region=dataset,
    scale=500,
    crs='EPSG:32631'
)
exportdem.start()
```

160

Extraction ?



<https://code.earthengine.google.com/>

Earth Engine Task Manager

Use this page to search and cancel multiple [tasks](#). This page will display tasks that have been submitted until 10 days after they have completed, failed, or cancelled.

Cloud Project: ee-jauneatemps [CHOOSE PROJECT](#)

View the new [Tasks page in the Cloud Console](#) for a more unified experience.

Search

Showing 7 of 7 tasks

Bulk cancel mode

No tasks to cancel

Atakora_export

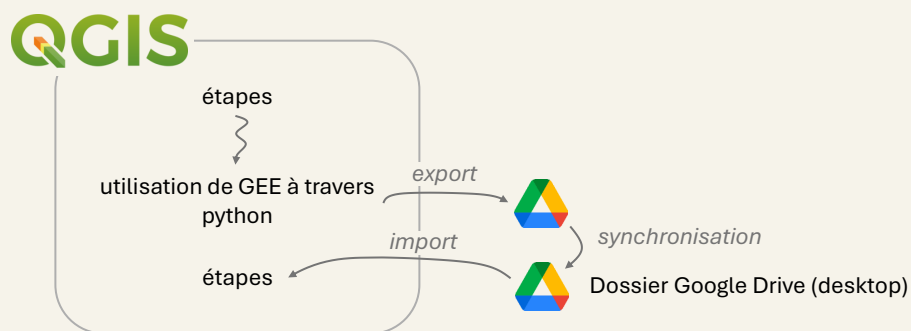
<1m

<https://code.earthengine.google.com/tasks>



161

Chaîne de traitement

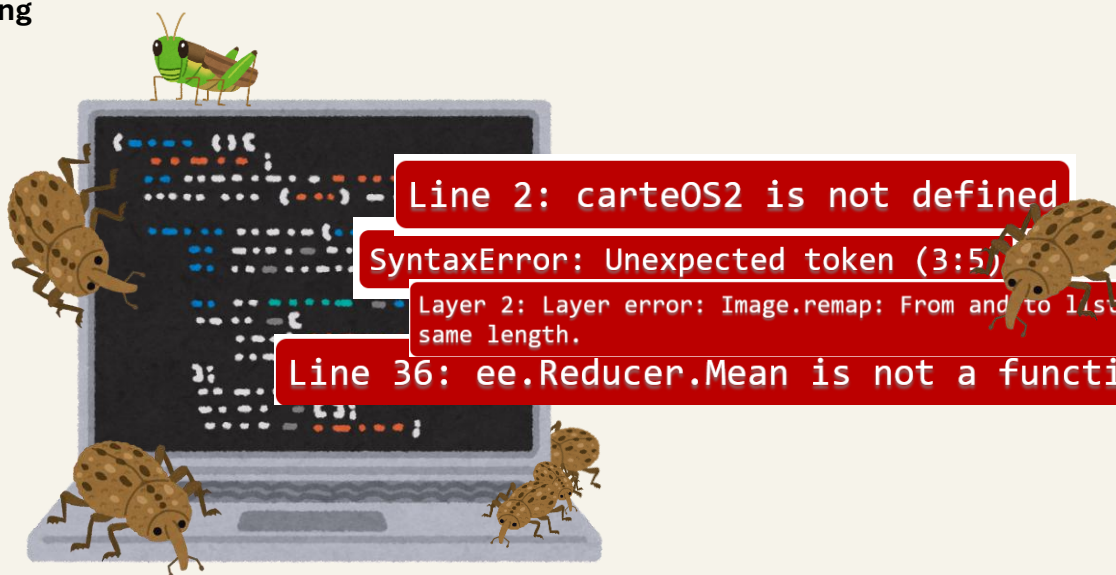


162

Conclusions

163

Debugging



164

Utiliser Google Earth Engine

Debugging

Erreurs courantes

```

8 var carteOSremap = carteOS.remap({
9   from: fromList,
10  to: toList,
11  defaultValue: 0
12 });

```

Expected '}' to match '{' from line 8 and instead saw ')'.
Expected ')' and instead saw ';'.
Missing semicolon.

Syntaxe : crochets,
guillemets, nom de
l'argument...

```

8 var carteOSremap = carteOS.remap({
9   fromList,
10  to: toList,
11  });

```

Expected ':' and instead saw ','.

165

Utiliser Google Earth Engine

Debugging

Erreurs courantes

```

var carteOSremap = carteOS.remap({
  from: fromlist,
  to: toList,
  defaultValue: 0
});

```

Line 9: fromlist is not defined

Niveau client : variable non définie, ...

166

Utiliser Google Earth Engine

Debugging

Erreurs courantes

Côté serveur

```
▼ Image (Error)  
  Image.select: Band pattern 'bande1' did not match any bands.  
  Available bands: [remapped]
```

167

Utiliser Google Earth Engine

Debugging

Outils

`print()``Map.addLayer()`

L'outil inspector

`collection.filter()``collection.limit()``collection.first()`

168

Utiliser Google Earth Engine

Debugging

Outils

`print()``Map.addLayer()`

L'outil inspector

`collection.filter()``collection.limit()``collection.first()`

Identifier les erreurs comme bande manquante ou renommée, l'objet est une `ImageCollection` au lieu d'être une `Image`, ...

169

Utiliser Google Earth Engine

Debugging

Erreurs simples

```
image.set('date', collection.first().date() + 60*60*24*1000)
```

Variable	<code>image = image.set(...)</code>
----------	-------------------------------------

Casting (IC vers I)	<code>ee.Image(collection.first()).date()</code>
---------------------	--

Calcul JavaScript	<code>image.date().add(60*60*24*1000)</code>
-------------------	--

170

Utiliser Google Earth Engine

Debugging

Erreurs sur les fonctions

Return

```
function(x) { y = x.add(1); }
```

User-defined methods must return a value.

171

Utiliser Google Earth Engine

Debugging

Erreurs sur les fonctions

Return

```
function(x) { y = x.add(1); }
```

User-defined methods must return a value.

Return un élément

```
function(x) { return x.date(); }
```

Collection.map: A mapped algorithm must return a Feature or Image.

172

Utiliser Google Earth Engine

Debugging

Erreurs sur les fonctions

Return `function(x) { y = x.add(1); }`

User-defined methods must return a value.

Return un élément `function(x) { return x.date(); }`

Collection.map: A mapped algorithm must return a Feature or Image.

getInfo or print `function(x) { return x.set('y',
x.date().getInfo()); }`

Expression variables must have non-null names.

173

Utiliser Google Earth Engine

Debugging

Erreurs sur les fonctions

Return `function(x) { y = x.add(1); }`

User-defined methods must return a value.

Return un élément `function(x) { return x.date(); }`

Collection.map: A mapped algorithm must return a Feature or Image.

getInfo or print `function(x) { return x.set('y',
x.date().getInfo()); }`

Expression variables must have non-null names.

Javascript `if (i == 0) { return 1 } else { return 2 }`

174

Utiliser Google Earth Engine

Debugging

Erreurs sur les fonctions

Return `function(x) { y = x.add(1); }`

User-defined methods must return a value.

Return un élément `function(x) { return x.date(); }`

Collection.map: A mapped algorithm must return a Feature or Image.

getInfo or print `function(x) { return x.set('y',
x.date().getInfo()); }`

Expression variables must have non-null names.

Javascript `if (i == 0) { return 1 } else { return 2 }`

Aggregations dans `.map()` `function(x) { return x.reduceRegion({...
maxPixels: 1e9}); }`

175

Utiliser Google Earth Engine

Debugging

Déconseillé

Utiliser des boucles (for loop) et getInfo : travail du côté client

Utiliser de très grandes valeurs
maxPixels: 9223372036854775807

Conversions inutiles



176

Les problèmes d'échelle

User Memory Limit Exceeded

Computation Timeout

Too Many Aggregations

Internal Server Error

Trop de données à traiter (en général),
causes diverses

177

Les problèmes d'échelle

User Memory Limit Exceeded

Computation Timeout

Too Many Aggregations

Internal Server Error

Trop de données à traiter (en général),
causes diverses

- Taille de la région
- Calculs inutiles
- Exporter plutôt que visualiser

178

Conclusions

- Lire les messages d'erreur
- `print()`, `export...`
- Web : questions déjà posées ou demander de l'aide

179

Ressources



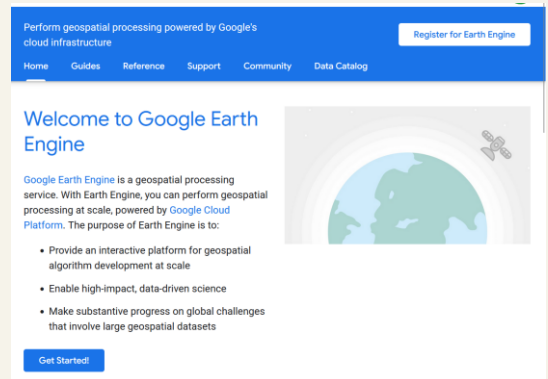
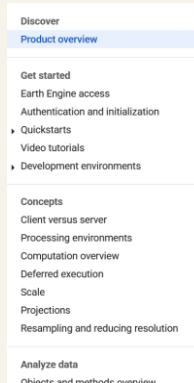
Site officiel

- Guides
- Tutoriels créés par des utilisateurs
- Détails + tutoriels pour certains catalogues comme Landsat ou S-1

180

Site officiel <https://developers.google.com/earth-engine>

Guides > barre de gauche diverses sections

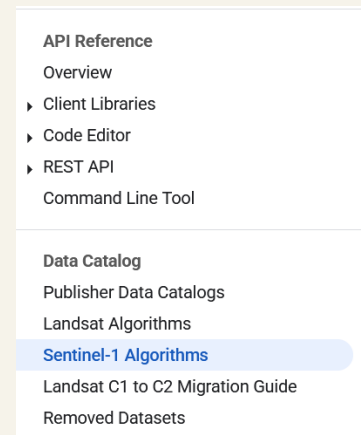


181

Site officiel <https://developers.google.com/earth-engine>

Reference > barre de gauche API et catalogues

- Plus détaillé que le catalogue
- Scripts pour masquer les nuages, etc.



182

Utiliser Google Earth Engine

Ressources

Site officiel <https://developers.google.com/earth-engine>

Community > barre de gauche “Tutorials” > JavaScriptTutorials

Pas toujours à jour !

▼ JavaScript Tutorials

Anomalies Analysis of Soil
Moisture and Precipitation
Beginner's Cookbook
Combining FeatureCollections
Creating Web Apps
Customizing Base Map Styles
Dynamic World (Part 1)
Dynamic World (Part 2)
Dynamic World (Part 3)
Extracting Raster Values for
Points
Forest Cover and Loss Estimation
Getting Started with Drawing
Tools

183

Utiliser Google Earth Engine

Ressources



Site officiel

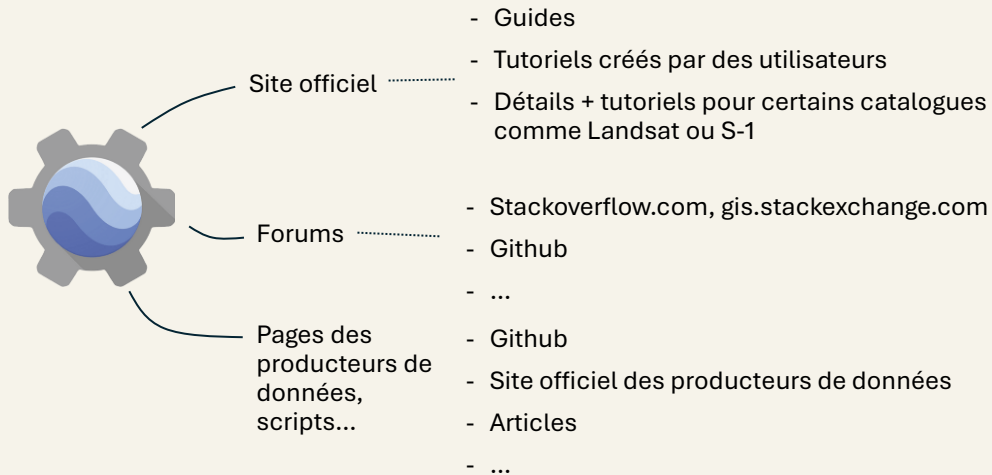
Forums

- Guides
- Tutoriels créés par des utilisateurs
- Détails + tutoriels pour certains catalogues
comme Landsat ou S-1
- Stackoverflow.com, gis.stackexchange.com
- Github
- ...

184

Utiliser Google Earth Engine

Ressources



185

Utiliser Google Earth Engine

Ressources

Par exemple :

Guide *LandTrendr* sur GEE : <https://emapr.github.io/LT-GEE/introduction.html>

Une liste d'applications (pas à jour) :

<https://github.com/philippgaertner/awesome-earth-engine-apps>

Tutoriels et catalogue additionnel sur <https://gee-community-catalog.org/>

et catalogue de données officiel (ouvrir le csv dans Excel)

<https://github.com/samapriya/Earth-Engine-Datasets-List>

par Samapriya Roy (MAXAR) :

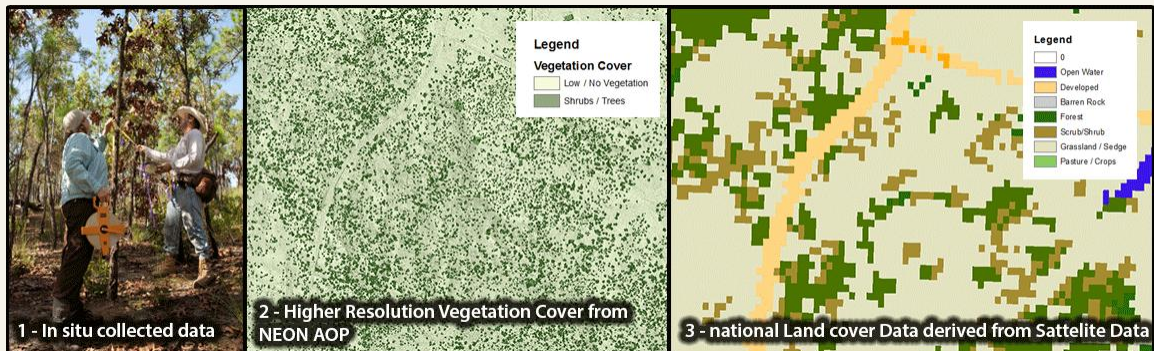
186

Utiliser Google Earth Engine

Ressources

Par exemple : NEON network (USA)

<https://www.neonscience.org/resources/learning-hub/tutorials/intro-aop-gee-image-collections>



187

Utiliser Google Earth Engine

Ressources

Données “Publisher” : <https://developers.google.com/earth-engine/datasets/publisher>

Publisher Data Catalogs

Publisher Data Catalogs are created by the publisher of the dataset for use by the larger Google Earth Engine community and shared publicly as collections of Earth Engine assets. These Catalogs are not created by Google Earth Engine.

FOREST DATA Partnership Forest Data Partnership 4 datasets The Forest Data Partnership strengthens collaboration and supports shared global monitoring of forest health, deforestation, forest degradation and restoration efforts across the globe.	Geoscience Australia 6 datasets Geoscience Australia provides Earth observation services, expert advice, and information for decision makers. Program objectives are: • ensure continuity of access to remotely sensed information in support of government priorities, • promote use and value of satellite imagery within government, industry and the wider community • enhance remote sensing access through understanding value and use of EO to its full potential • provide data stewardship to ensure access to data, and • provide national imagery coordination for disasters and emergencies.	Land & Carbon Lab Land & Carbon Lab Global Pasture Watch 2 datasets The Land & Carbon Lab, co-created by the world's leading institutions (ILRI and the Borneo Earth Lab), established the Global Pasture Watch research consortium. The consortium, which is made up of experts in geospatial monitoring, machine learning, ecology and agriculture across cover of the world's leading research institutions, is developing global products for grasslands and livestock grazing in the 21st century.
NEON National Ecological Observatory Network 5 datasets The U.S. National Science Foundation's National Ecological Observatory Network (NEON) is a continental-scale observation facility operated by Battelle and designed to collect long-term open access ecological data to better understand how U.S. ecosystems use resources to address	Planet 3 datasets Planet provides daily satellite data that helps businesses, governments, researchers, and journalists understand the physical world and take action. Through Planet's international Clouds & Forests initiative (2017), users can now access Planet's high-resolution, analysis-ready imagery of the world's tropics in order to help reduce and monitor the	WeatherNext 2 datasets WeatherNext is a growing suite of next-generation weather forecasting models designed to thought

188

Utiliser Google Earth Engine

Ressources

