

## Introduction à Google Earth Engine

Cours pratique divisé en études de cas



1

## Introduction à Google Earth Engine

**Cas 21** : Radar [GEARS Lab]

**Cas 22** : LiDAR

**Limitations et alternatives**

**Cas 23** : Earth Engine Apps



2

Utiliser Google Earth Engine

Cas 21 – Radar

## **Téledétection RADAR**

### Ondes électromagnétiques

Active :

- Emission et réception de l'onde
- Contrôle de la longueur d'onde, polarisation

3

Utiliser Google Earth Engine

Cas 21 – Radar

## Téledétection RADAR

### Ondes électromagnétiques

Active :

- Emission et réception de l'onde
- Contrôle de la longueur d'onde, polarisation

Avantages :

- Possible la nuit
- Pas/peu d'effet de la couverture nuageuse (C- et L-bands)
- Possibilité de suivre l'effet de la surface sur la polarisation

4

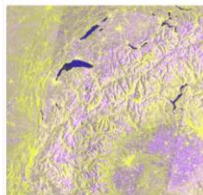
Utiliser Google Earth Engine

Cas 21 – Radar

Données Radar sur GEE

Sentinel-1 (Bande C)

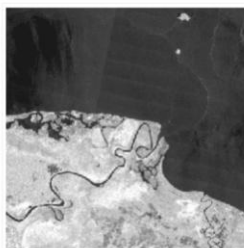
ALOS PALSAR (Bande L)

Sentinel-1 SAR GRD: C-band Synthetic Aperture Radar Ground Range Detected, log scaling **Dataset Availability**

2014-10-03T00:00:00Z–2025-02-24T09:46:48Z

**Dataset Provider**[European Union/ESA/Copernicus](#)**Earth Engine Snippet**`ee.ImageCollection("COPERNICUS/S1_GRD")` **Revisit Interval**

6 Days

**Tags**[copernicus](#) [esa](#) [eu](#) [radar](#) [s](#)PALSAR-2 ScanSAR Level 2.2 **Dataset Availability**

2014-08-04T00:00:00Z–2025-01-20T23:18:34Z

**Dataset Provider**[JAXA EORC](#)**Earth Engine Snippet**`ee.ImageCollection("JAXA/ALOS/PALSAR-2/Leve12_2/ScanSAR")`

5

Utiliser Google Earth Engine

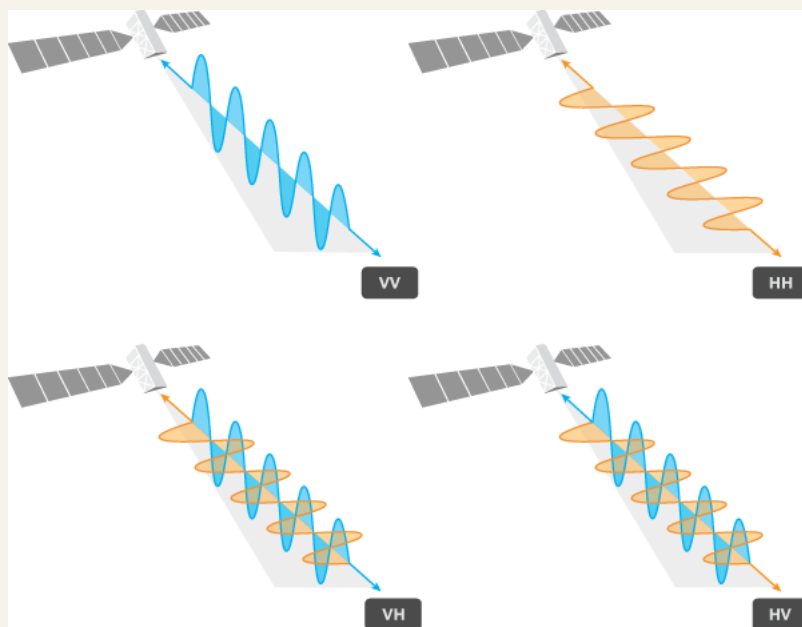
Cas 21 – Radar

Données Radar sur GEE

Sentinel-1 (Bande C)

ALOS PALSAR (Bande L)

(double polarisation)



ArcGIS

6

Utiliser Google

Applications	Acquisition Mode														Product Type				
	SM				IW				EW				WV		SLC	GRD	OCN		
	SH	SV	DH	DV	SH	SV	DH	DV	SH	SV	DH	DV	SH	SV					
Arctic Environment and Sea-Ice Zones Monitoring					✓				✓				✓				✓	✓	
Open Ocean Ship Surveillance	✓								✓	✓			✓	✓				✓	
Oil Pollution Monitoring									✓	✓			✓	✓				✓	
Marine winds					✓	✓			✓	✓						✓		✓	✓
Forestry			✓	✓					✓	✓							✓	✓	
Agriculture			✓	✓					✓	✓							✓	✓	
Urban deformation mapping		✓	✓	✓													✓	✓	
Flood monitoring	✓					✓	✓	✓									✓	✓	
Earthquake analysis	✓			✓													✓		
Landslide and volcano monitoring		✓	✓	✓		✓	✓	✓									✓		

<https://sentiwiki.copernicus.eu/web/s1-applications>

7

Utiliser Google

Applications	Acquisition Mode														Product Type				
	SM				IW				EW				WV		SLC	GRD	OCN		
	SH	SV	DH	DV	SH	SV	DH	DV	SH	SV	DH	DV	SH	SV					
Arctic Environment and Sea-Ice Zones Monitoring					✓				✓				✓				✓	✓	
Open Ocean Ship Surveillance	✓								✓	✓			✓	✓				✓	
Oil Pollution Monitoring									✓	✓			✓	✓				✓	
Marine winds					✓	✓			✓	✓						✓		✓	✓
Forestry			✓	✓					✓	✓							✓	✓	
Agriculture			✓	✓					✓	✓							✓	✓	
Urban deformation mapping		✓	✓	✓													✓	✓	
Flood monitoring	✓					✓	✓	✓									✓	✓	
Earthquake analysis	✓			✓													✓		
Landslide and volcano monitoring		✓	✓	✓		✓	✓	✓									✓		

<https://sentiwiki.copernicus.eu/web/s1-applications>

8

Utiliser Google Earth Engine

Cas 21 – Radar

Définir une région d'intérêt (“parakou”)

```
var collectionVV = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S1_GRD')
```

9

Utiliser Google Earth Engine

Cas 21 – Radar

Définir une région d'intérêt (“parakou”)

```
var collectionVV = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S1_GRD')  
  .filter(ee.Filter.eq('instrumentMode', 'IW'))
```

10

## Définir une région d'intérêt (“parakou”)

```
var collectionVV = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S1_GRD')
  .filter(ee.Filter.eq('instrumentMode', 'IW'))
  .filter(ee.Filter.listContains('transmitterReceiverPolarisation', 'VV'))
```

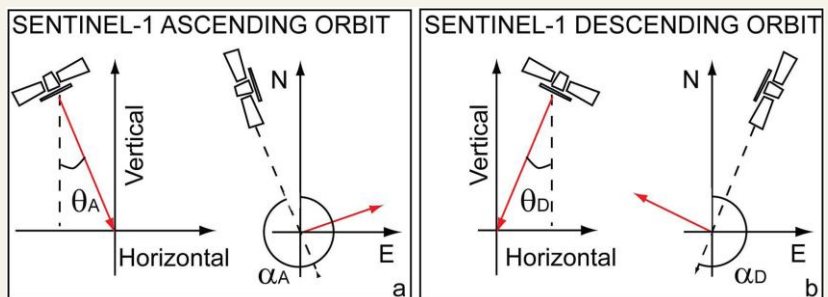
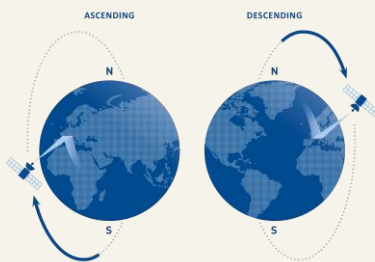
Filtre les images en gardant seulement celles pour lesquelles la liste renseignée pour le paramètre `transmitterReceiverPolarisation` contient au moins 'VV'

transmitterReceiverPolarisation

STRING\_LIST Transmit/Receive polarisation for the data. There is one element for each Tx/Rx combination: ['VV'], ['HH'], ['VV', 'VH'], or ['HH', 'HV'].

11

```
var collectionVV = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S1_GRD')
  .filter(ee.Filter.eq('instrumentMode', 'IW'))
  .filter(ee.Filter.listContains('transmitterReceiverPolarisation', 'VV'))
  .filter(ee.Filter.eq('orbitProperties_pass', 'ASCENDING'))
```



<https://site.tre-altamira.com/insar/>; Di Traglia et al. (2021)

12

Utiliser Google Earth Engine

Cas 21 – Radar

```
var collectionVV = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S1_GRD')
  .filter(ee.Filter.eq('instrumentMode', 'IW'))
  .filter(ee.Filter.listContains('transmitterReceiverPolarisation', 'VV'))
  .filter(ee.Filter.eq('orbitProperties_pass', 'ASCENDING'))
  .filterBounds(parakou)
  .select('VV');
```

13

Utiliser Google Earth Engine

Cas 21 – Radar

```
var collectionVV = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S1_GRD')
  .filter(ee.Filter.eq('instrumentMode', 'IW'))
  .filter(ee.Filter.listContains('transmitterReceiverPolarisation', 'VV'))
  .filter(ee.Filter.eq('orbitProperties_pass', 'ASCENDING'))
  .filterBounds(parakou)
  .select('VV');

var collectionVH = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S1_GRD')
  .filter(ee.Filter.eq('instrumentMode', 'IW'))
  .filter(ee.Filter.listContains('transmitterReceiverPolarisation', 'VH'))
  .filter(ee.Filter.eq('orbitProperties_pass', 'ASCENDING'))
  .filterBounds(parakou)
  .select('VH');

print(collectionVV); print(collectionVH);
```

14

Utiliser Google Earth Engine

Cas 21 – Radar

```
print(collectionVV); print(collectionVH);  
  
var VV = collectionVV.median();  
var VH = collectionVH.median();  
Map.addLayer(VV, {}, 'VV');  
Map.addLayer(VH, {}, 'VH');
```

15

Utiliser Google Earth Engine

Cas 21 – Radar

```
print(collectionVV); print(collectionVH);  
  
var VV = collectionVV.median();  
var VH = collectionVH.median();  
Map.addLayer(VV, {}, 'VV');  
Map.addLayer(VH, {}, 'VH');
```

**Qu'observe-t-on sur les différents types de surface ?**

16

Utiliser Google Earth Engine

Cas 21 – Radar

```

var VV1 = ee.Image(collectionVV.filterDate('2023-01-01',
'2023-04-30').median());
var VV2 = ee.Image(collectionVV.filterDate('2023-05-01',
'2023-08-31').median());
var VV3 = ee.Image(collectionVV.filterDate('2023-09-01',
'2023-12-31').median());

Map.addLayer(VV1.addBands(VV2).addBands(VV3),
{min: -12, max: -7},
'Composite');

```

17

Utiliser Google Earth Engine

Cas 21 – Radar

```

var VV1 = ee.Image(collectionVV.filterDate('2023-01-01',
'2023-04-30').median());
var VV2 = ee.Image(collectionVV.filterDate('2023-05-01',
'2023-08-31').median());
var VV3 = ee.Image(collectionVV.filterDate('2023-09-01',
'2023-12-31').median());

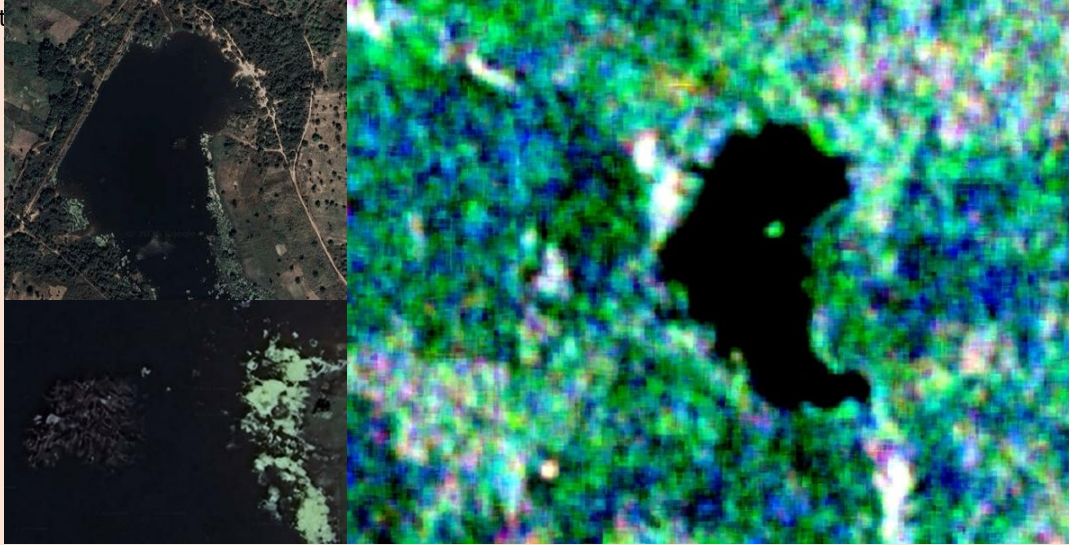
Map.addLayer(VV1.addBands(VV2).addBands(VV3),
{min: -12, max: -7},
'Composite');

```

**Qu'observe-t-on sur les différents types de surface ?**

18

Utiliser Google Earth



Nord Ouest de Guinagourou

19

Utiliser Google Earth Engine

Cas 21 – Radar

## Calcul d'un indice simple

DOI: 10.1111/2041-210X.13726

RESEARCH ARTICLE

Methods in Ecology and Evolution

### Tracking the temporal dynamics of insect defoliation by high-resolution radar satellite data

Soyeon Bae<sup>1</sup> | Jörg Müller<sup>1,2</sup> | Bernhard Förster<sup>3</sup> | Torben Hilmers<sup>4</sup> |  
 Sophia Hochrein<sup>1</sup> | Martin Jacobs<sup>4</sup> | Benjamin M. L. Leroy<sup>5</sup> | Hans Pretzsch<sup>4</sup> |  
 Wolfgang W. Weisser<sup>5</sup> | Oliver Mitesser<sup>1</sup>

Canopy Development Index,  $CDI = VV - VH$

20

Utiliser Google Earth Engine

Cas 21 – Radar

## Calcul d'un indice simple

## Créer un point, “point”

```

var collectionCDI = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S1_GRD')
  .filterDate('2023', '2024')
  .filter(ee.Filter.eq('instrumentMode', 'IW'))
  .filter(ee.Filter.listContains('transmitterReceiverPolarisation', 'VH'))
  .filter(ee.Filter.listContains('transmitterReceiverPolarisation', 'VV'))
  .filter(ee.Filter.eq('orbitProperties_pass', 'ASCENDING'))
  .filterBounds(point)

```

21

Utiliser Google Earth Engine

Cas 21 – Radar

## Calcul d'un indice simple

## Créer un point, “point”

```

var collectionCDI = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S1_GRD')
  .filterDate('2023', '2024')
  .filter(ee.Filter.eq('instrumentMode', 'IW'))
  .filter(ee.Filter.listContains('transmitterReceiverPolarisation', 'VH'))
  .filter(ee.Filter.listContains('transmitterReceiverPolarisation', 'VV'))
  .filter(ee.Filter.eq('orbitProperties_pass', 'ASCENDING'))
  .filterBounds(point)
  .map(function(image) {
    var imageCDI = image.select('VV').subtract(image.select('VH'));
    return imageCDI.rename('CDI')
      .copyProperties(image, ['system:time_start']);
  })
  .select('CDI');

```

22

Utiliser Google Earth Engine

Cas 21 – Radar

### Calcul d'un indice simple

```
print(collectionCDI, 'collectionCDI');
```

23

Utiliser Google Earth Engine

Cas 21 – Radar

### Calcul d'un indice simple

```
var graph = ui.Chart.image.series({  
  imageCollection: collectionCDI,  
  region: point,  
  reducer: ee.Reducer.mean(),  
  scale: 20,  
}).setOptions({  
  lineWidth: 1,  
  pointSize: 3,  
  title: 'CDI (2023)',  
  vAxis: {title: 'CDI'},  
  hAxis: {title: 'Date'}  
});  
print(graph);
```

24

### Calcul d'un indice simple

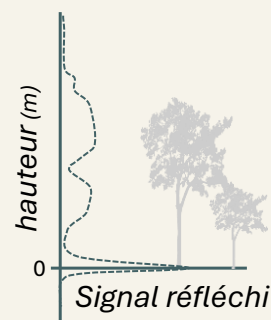
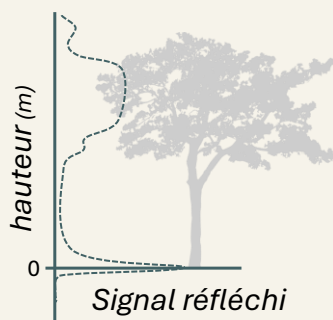
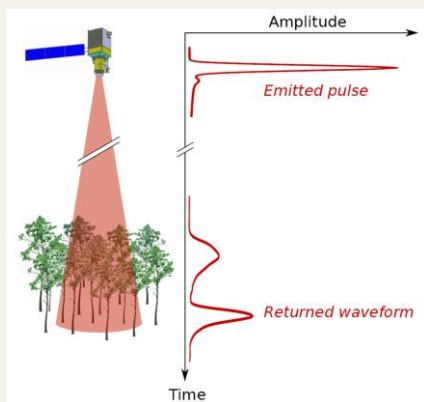
```
var graph = ui.Chart.image.series({
  imageCollection: collectionCDI,
  region: point,
  reducer: ee.Reducer.mean(),
  scale: 20,
}).setOptions({
  lineWidth: 1,
  pointSize: 3,
  title: 'CDI (2023)',
  vAxis: {title: 'CDI'},
  hAxis: {title: 'Date'}
});
print(graph);
```

Difficile de voir l'effet de la saisonnalité  
quelque soit le type de végétation.

25

### LiDAR

Light Detection and Ranging



26

Utiliser Google Earth Engine

Cas 22 – LiDAR

## LiDAR

Beaucoup de datasets sont basés sur du LiDAR mais ne fournissent pas l'information "brute" LiDAR

## NEON Canopy Height Model (CHM)



This dataset is part of a Publisher Catalog, and not managed by Google Earth Engine. Contact [lists@gpgee@batellieecology.org](mailto:lists@gpgee@batellieecology.org) for bugs or [view more datasets](#) from the National Ecological Observatory Network Catalog. [Learn more about Publisher datasets.](#)



**Catalog Owner**  
National Ecological Observatory Network

**Dataset Availability**  
2019-01-01T00:00:00Z–2024-09-04T14:45:01Z

**Dataset Provider**  
NEON

## Tags

airborne  
canopy  
forest  
lidar  
neon  
neon-grid  
santabarbara  
publisher  
dataset  
vegetation

## WHRC Pantropical National Level Carbon Stock Dataset



## Dataset Availability

2012-01-29T00:00:00Z–  
2012-01-29T00:00:00Z

## Dataset Provider

WHRC

## Earth Engine Snippet

`ee.Image("WHRC/biomass/tropical")`

## Tags

aboveground  
biomass  
carbon  
geophysical  
umd  
pantropical  
tropical  
whrc

[Description](#) [Bands](#) [Terms of Use](#) [Citations](#)

A national-level map of above-ground live woody biomass density for tropical countries at 500m. This dataset was assembled from a combination of co-located field measurements, LiDAR observations, and imagery recorded from the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS).

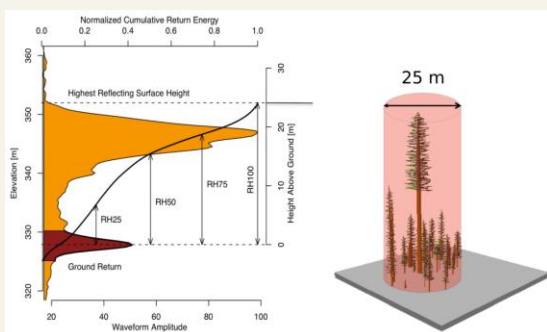
27

Utiliser Google Earth Engine

Cas 22 – LiDAR

## LiDAR

Seules données "brutes" dans GEE :  
GEDI (2019-2023; 2024-...)



[gedi.umd.edu](http://gedi.umd.edu)

28



Utiliser Google Earth Engine

Cas 22 – LiDAR

## Données GEDI

Coller la fonction qui masque les pixels de mauvaise qualité selon la bande `quality_flag`.

```
var qualityMask = function(im) {  
  return im.updateMask(im.select('quality_flag').eq(1))  
    .updateMask(im.select('degrade_flag').eq(0));  
};
```

31

Utiliser Google Earth Engine

Cas 22 – LiDAR

## Données GEDI

Créer un polygone quelque part (“**geometry**”)

```
var GEDI = ee.ImageCollection('LARSE/GEDI/GEDI02_A_002_MONTHLY')  
  .filterDate('2022-01-01', '2023-01-01')  
  .filterBounds(geometry)  
  .map(qualityMask);  
print(GEDI);  
Map.centerObject(geometry);
```

32

Utiliser Google Earth Engine

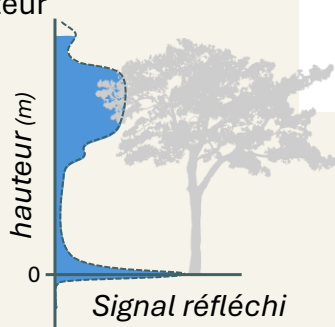
Cas 22 – LiDAR

Données GEDI

Nombreuses bandes

rh98 = relative height = hauteur sous laquelle 98% de l'énergie aura été réfléchi vers le capteur

~la cime de l'arbre



```

▶119: "rh85", double, EPSG:32631, 26778x26807 px
▶120: "rh86", double, EPSG:32631, 26778x26807 px
▶121: "rh87", double, EPSG:32631, 26778x26807 px
▶122: "rh88", double, EPSG:32631, 26778x26807 px
▶123: "rh89", double, EPSG:32631, 26778x26807 px
▶124: "rh90", double, EPSG:32631, 26778x26807 px
▶125: "rh91", double, EPSG:32631, 26778x26807 px
▶126: "rh92", double, EPSG:32631, 26778x26807 px
▶127: "rh93", double, EPSG:32631, 26778x26807 px
▶128: "rh94", double, EPSG:32631, 26778x26807 px
▶129: "rh95", double, EPSG:32631, 26778x26807 px
▶130: "rh96", double, EPSG:32631, 26778x26807 px
▶131: "rh97", double, EPSG:32631, 26778x26807 px
▶132: "rh98", double, EPSG:32631, 26778x26807 px
▶133: "rh99", double, EPSG:32631, 26778x26807 px
▶134: "rh100", double, EPSG:32631, 26778x26807 px

```

33

Utiliser Google Earth Engine

Cas 22 – LiDAR

Données GEDI

Nombreuses bandes

rh98 = relative height = hauteur sous laquelle 98% de l'énergie aura été réfléchi vers le capteur

~la cime de l'arbre

Description fine de la structure verticale de la végétation

```

▶119: "rh85", double, EPSG:32631, 26778x26807 px
▶120: "rh86", double, EPSG:32631, 26778x26807 px
▶121: "rh87", double, EPSG:32631, 26778x26807 px
▶122: "rh88", double, EPSG:32631, 26778x26807 px
▶123: "rh89", double, EPSG:32631, 26778x26807 px
▶124: "rh90", double, EPSG:32631, 26778x26807 px
▶125: "rh91", double, EPSG:32631, 26778x26807 px
▶126: "rh92", double, EPSG:32631, 26778x26807 px
▶127: "rh93", double, EPSG:32631, 26778x26807 px
▶128: "rh94", double, EPSG:32631, 26778x26807 px
▶129: "rh95", double, EPSG:32631, 26778x26807 px
▶130: "rh96", double, EPSG:32631, 26778x26807 px
▶131: "rh97", double, EPSG:32631, 26778x26807 px
▶132: "rh98", double, EPSG:32631, 26778x26807 px
▶133: "rh99", double, EPSG:32631, 26778x26807 px
▶134: "rh100", double, EPSG:32631, 26778x26807 px

```

34

Utiliser Google Earth Engine

Cas 22 – LiDAR

Données GEDI

Canopy Ratio de Schneider et al. (2020) :

$$CR = \frac{RH_{98} - RH_{25}}{RH_{98}}$$

## Environmental Research Letters

## LETTER

## Towards mapping the diversity of canopy structure from space with GEDI

Fabian D Schneider<sup>1</sup>, António Ferraz<sup>1,2</sup>, Steven Hancock<sup>3,4</sup>, Laura I Duncanson<sup>1</sup>,  
Ralph O Dubayah<sup>1</sup>, Ryan P Pavlick<sup>1</sup> and David S Schimel<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, 4800 Oak Grove Drive, Pasadena, CA 91109, United States of America

<sup>2</sup> Institute of the Environment and Sustainability, University of California, Los Angeles, CA 90095, United States of America

<sup>3</sup> Institute of Geography, University of Edinburgh, Alexander Crum Brown Road, Edinburgh, EH9 3FE, United Kingdom

<sup>4</sup> Department of Geographical Sciences, University of Maryland, 7251 Preinkert Drive, College Park, MD 20742, United States of America

E-mail: [fabian.schneider@jpl.nasa.gov](mailto:fabian.schneider@jpl.nasa.gov)

**Keywords:** biodiversity, spaceborne lidar, ALS, functional traits, remote sensing

Supplementary material for this article is available [online](#)

35

Utiliser Google Earth Engine

Cas 22 – LiDAR

Données GEDI

Canopy Ratio de Schneider et al. (2020) :

$$CR = \frac{RH_{98} - RH_{25}}{RH_{98}}$$

Si la plupart de la biomasse est dans la canopée, alors  $RH_{98}$  et  $RH_{25}$  sont proches (CR est petit).

CR augmente s'il y a plus de biomasse dans les basses strates de la végétation.

## Environmental Research Letters

## LETTER

## Towards mapping the diversity of canopy structure from space with GEDI

Fabian D Schneider<sup>1</sup>, António Ferraz<sup>1,2</sup>, Steven Hancock<sup>3,4</sup>, Laura I Duncanson<sup>1</sup>,  
Ralph O Dubayah<sup>1</sup>, Ryan P Pavlick<sup>1</sup> and David S Schimel<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, 4800 Oak Grove Drive, Pasadena, CA 91109, United States of America

<sup>2</sup> Institute of the Environment and Sustainability, University of California, Los Angeles, CA 90095, United States of America

<sup>3</sup> Institute of Geography, University of Edinburgh, Alexander Crum Brown Road, Edinburgh, EH9 3FE, United Kingdom

<sup>4</sup> Department of Geographical Sciences, University of Maryland, 7251 Preinkert Drive, College Park, MD 20742, United States of America

E-mail: [fabian.schneider@jpl.nasa.gov](mailto:fabian.schneider@jpl.nasa.gov)

**Keywords:** biodiversity, spaceborne lidar, ALS, functional traits, remote sensing

Supplementary material for this article is available [online](#)

36

Utiliser Google Earth Engine

Cas 22 – LiDAR

Données GEDI

```
Map.addLayer(GEDI, {}, 'GEDI L2A 2022');
```

Qu'observez-vous ?

37

Utiliser Google Earth Engine

Cas 22 – LiDAR

**Exercice :**

- Calculer l'indice CR à partir des bandes RH98 et RH25

$$CR = \frac{RH_{98} - RH_{25}}{RH_{98}}$$

- Visualiser et comparer sa valeur dans différents types de forêts, saison avec l'inspecteur et sous forme de graphique

38

**GEDI : Conclusions**

- Données “brutes” disponibles
- Possibilité de les traiter et de produire des modèles pour estimer la hauteur de la canopée, etc.
- Seule donnée LiDAR disponible sur GEE pour le moment.

39

**Limites de GEE**

Outil formidable, mais il est important d'en connaître les limites.

40

Utiliser Google Earth Engine

Limitations

### Limites de GEE

- Données : catalogue, type

41

Utiliser Google Earth Engine

Limitations

### Limites de GEE

- Données : catalogue, type
- Traitements : pré-traitement, etc

42

Utiliser Google Earth Engine

Limitations

### Limites de GEE

- Données : catalogue, type
- Traitements : pré-traitement, etc
- Calculs : taille, accès aux codes

43

Utiliser Google Earth Engine

Limitations

### Limites de GEE

- Données : catalogue, type
- Traitements : pré-traitement, etc
- Calculs : taille, accès aux codes
- Statistiques : limites

44

### Limites de GEE

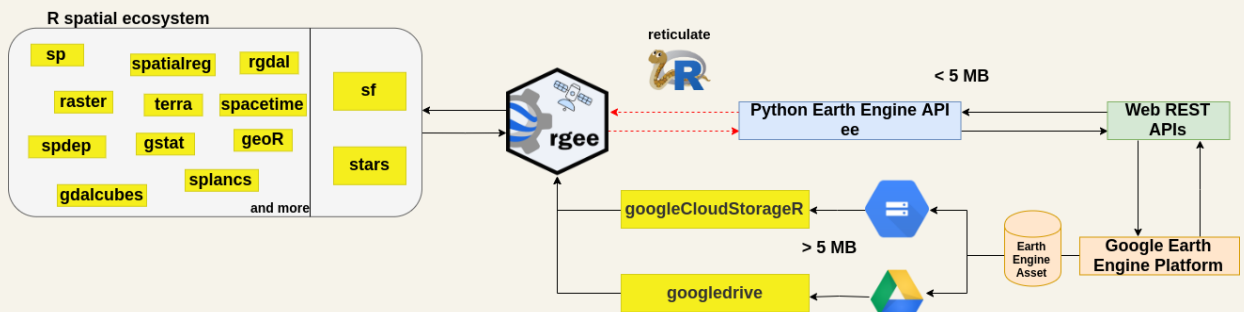
- Données : catalogue, type
- Traitements : pré-traitement, etc
- Calculs : taille, accès aux codes
- Statistiques : limites
- Coût pour des utilisations non-commerciales
- Programmation

45

### Limites de GEE : lier R à GEE

Utiliser GEE à travers R avec le package *rgee* (<https://r-spatial.github.io/rgee/>)

- Besoin d'un environnement python
- Besoin d'un compte GEE
- La syntax est celle de R



46

Utiliser Google Earth Engine

Limitations

## Alternatives européennes

- Beaucoup de données produites par les services Copernicus
- Portails différents

Besoin d'un portail web facile d'utilisation

Changement climatique



Sécurité



Atmosphère



Marin



Urgences



Terrestre



47

Utiliser Google Earth Engine

Limitations

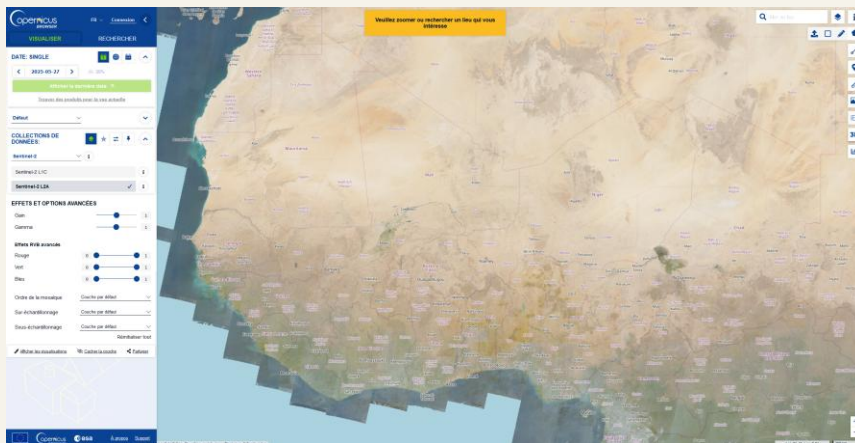
## Alternatives européennes

CDSE : Copernicus Data Space Ecosystem

[browser.dataspace.copernicus.eu](https://browser.dataspace.copernicus.eu)

Sentinel 1, 2, 3, et 5

Maintenant : CLMS



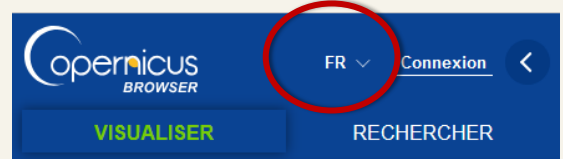
48

Utiliser Google Earth Engine

Limitations

**Alternatives européennes**

CDSE : Copernicus Data Space Ecosystem

[browser.dataspace.copernicus.eu](https://browser.dataspace.copernicus.eu)

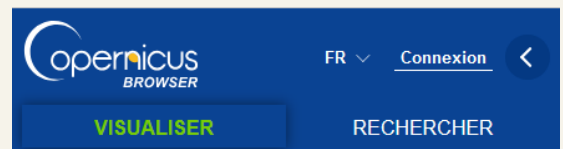
49

Utiliser Google Earth Engine

Limitations

**Alternatives européennes**

CDSE : Copernicus Data Space Ecosystem

[browser.dataspace.copernicus.eu](https://browser.dataspace.copernicus.eu)

50

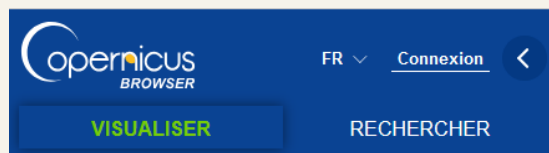
Utiliser Google Earth Engine

Limitations

## Alternatives européennes

CDSE : Copernicus Data Space Ecosystem

[browser.dataspace.copernicus.eu](https://browser.dataspace.copernicus.eu)



51

Utiliser Google Earth Engine

Limitations

## Alternatives européennes

CDSE : Copernicus Data Space Ecosystem

[browser.dataspace.copernicus.eu](https://browser.dataspace.copernicus.eu)



52

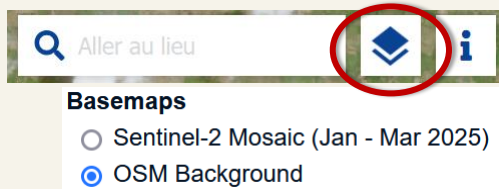
Utiliser Google Earth Engine

Limitations

## Alternatives européennes

CDSE : Copernicus Data Space Ecosystem

[browser.dataspace.copernicus.eu](https://browser.dataspace.copernicus.eu)



53

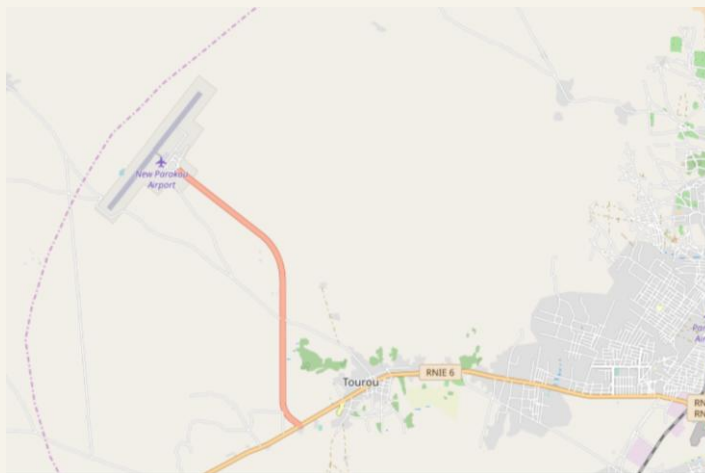
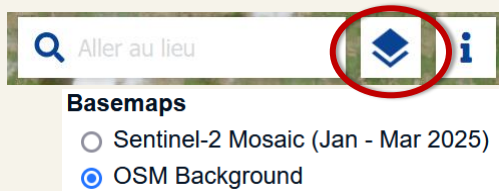
Utiliser Google Earth Engine

Limitations

## Alternatives européennes

CDSE : Copernicus Data Space Ecosystem

[browser.dataspace.copernicus.eu](https://browser.dataspace.copernicus.eu)



54

Utiliser Google Earth Engine








Limitations

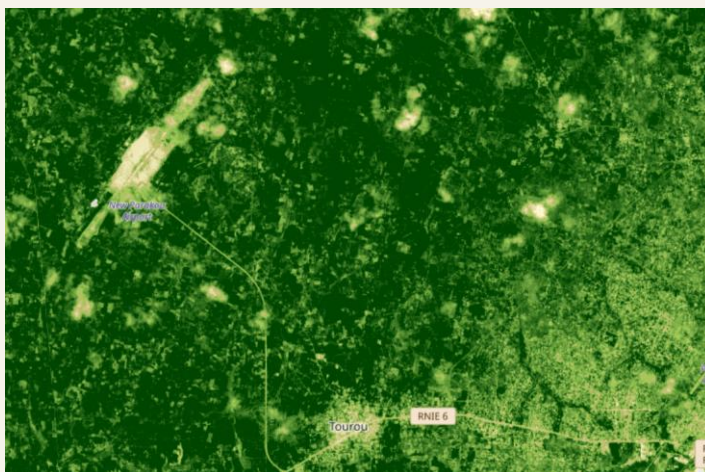
## Alternatives européennes

CDSE : Copernicus Data Space Ecosystem

[browser.dataspace.copernicus.eu](https://browser.dataspace.copernicus.eu)

### COUCHES:

	<b>True color</b> Repose sur les bandes B4, B3, B2
	<b>False color</b> Repose sur les bandes B8, B4, B3
	<b>Highlight Optimized Natural Color</b> Visualisation améliorée des couleurs naturelles
	<b>NDVI</b> Repose sur la combinaison des bandes (B8... <span style="float: right;">+ Ajout... &lt;/&gt; ∨</span>
	<b>False color (urban)</b> Repose sur les bandes B12, B11, B4
	<b>Moisture index</b> Repose sur la combinaison des bandes (B8A - B11)/(B8A + B11)
	<b>SWIR</b> Repose sur les bandes B12, B8A, B4



55

Utiliser Google Earth Engine

Limitations

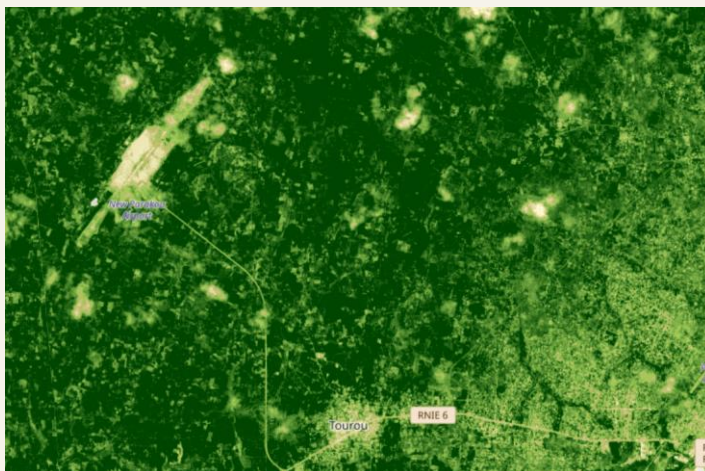
## Alternatives européennes

CDSE : Copernicus Data Space Ecosystem

[browser.dataspace.copernicus.eu](https://browser.dataspace.copernicus.eu)



Polygone sur une surface avec haut NDVI



56

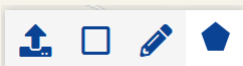
Utiliser Google Earth Engine

Limitations

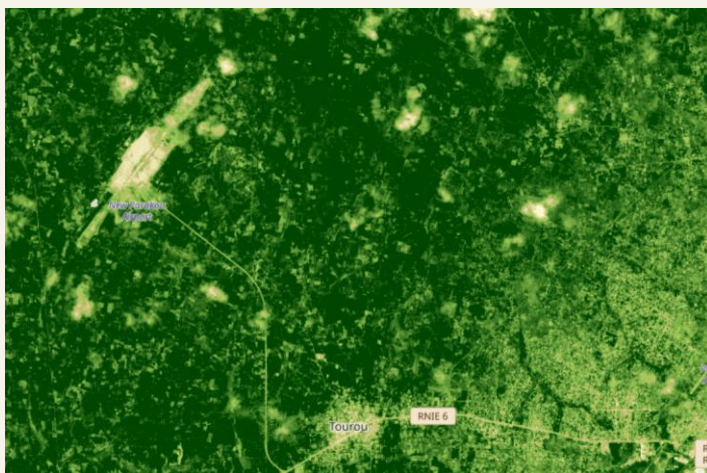
## Alternatives européennes

CDSE : Copernicus Data Space Ecosystem

[browser.dataspace.copernicus.eu](https://browser.dataspace.copernicus.eu)



Polygone sur une surface avec haut NDVI



57

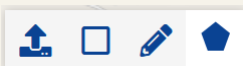
Utiliser Google Earth Engine

Limitations

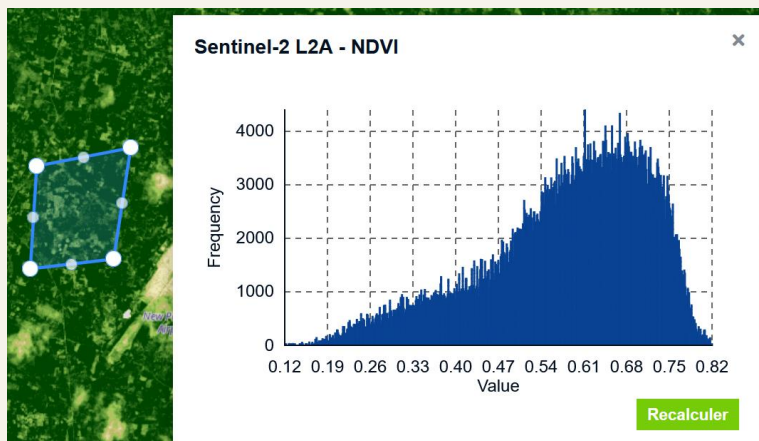
## Alternatives européennes

CDSE : Copernicus Data Space Ecosystem

[browser.dataspace.copernicus.eu](https://browser.dataspace.copernicus.eu)



Polygone sur une surface avec haut NDVI



58

Utiliser Google Earth Engine

Limitations

## Alternatives européennes

CDSE : Copernicus Data Space Ecosystem

[browser.dataspace.copernicus.eu](https://browser.dataspace.copernicus.eu)



Essayez dans une région avec un NDVI bas (l'aéroport)

59

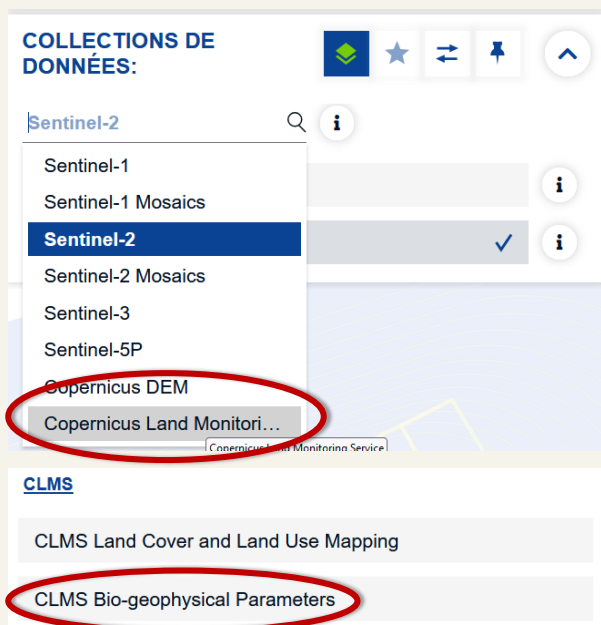
Utiliser Google Earth Engine

Limitations

## Alternatives européennes

CDSE : Copernicus Data Space Ecosystem

[browser.dataspace.copernicus.eu](https://browser.dataspace.copernicus.eu)



60

Utiliser Google Earth Engine

Limitations

## Alternatives européennes

CDSE : Copernicus Data Space Ecosystem

[browser.dataspace.copernicus.eu](https://browser.dataspace.copernicus.eu)

**COLLECTIONS DE DONNÉES:**

Copernicus Land Monitor... *i*

CLMS > ... > [Vegetation](#) > [Vegetation Indices](#)

- NDVI 300m 10-daily V1 *i*
- NDVI 300m 10-daily V2** ✓ *i*
- NDVI 1km 10-daily V2 *i*
- NDVI 1km 10-daily V3 *i*
- NDVI LTS 1km V2 *i*
- NDVI LTS 1km V3 *i*

**COUCHES:**

**NDVI**  
NDVI is an indicator of the greenness of the ... + Ajout... </>

**COLLECTIONS DE DONNÉES:**

Sentinel-2 *i*

- Sentinel-1
- Sentinel-1 Mosaics
- Sentinel-2** ✓ *i*
- Sentinel-2 Mosaics
- Sentinel-3
- Sentinel-5P
- Copernicus DEM
- Copernicus Land Monitori...** *i*

**CLMS**

- CLMS Land Cover and Land Use Mapping
- CLMS Bio-geophysical Parameters**

61

Utiliser Google Earth Engine

Limitations

## Alternatives européennes

CDSE : Copernicus Data Space Ecosystem

[browser.dataspace.copernicus.eu](https://browser.dataspace.copernicus.eu)

**COLLECTIONS DE DONNÉES:**

Copernicus Land Monitor... *i*

CLMS > ... > [Vegetation](#) > [Vegetation Indices](#)

- NDVI 300m 10-daily V1 *i*
- NDVI 300m 10-daily V2** ✓ *i*
- NDVI 1km 10-daily V2 *i*
- NDVI 1km 10-daily V3 *i*
- NDVI LTS 1km V2 *i*
- NDVI LTS 1km V3 *i*

**COUCHES:**

**NDVI**  
NDVI is an indicator of the greenness of the ... + Ajout... </>

**COUCHES:**

**NDVI**  
NDVI is an indicator of the greenness of the ... + Ajout... </>

**COLECTIONS DE DONNÉES:**

Copernicus Land Monitor... *i*

CLMS > ... > [Vegetation](#) > [Vegetation Indices](#)

62

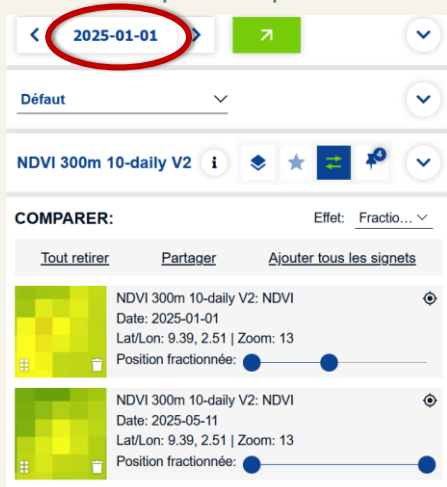
Utiliser Google Earth Engine

Limitations

## Alternatives européennes

CDSE : Copernicus Data Space Ecosystem

[browser.dataspace.copernicus.eu](https://browser.dataspace.copernicus.eu)



63

Utiliser Google Earth Engine

Limitations

## Alternatives européennes

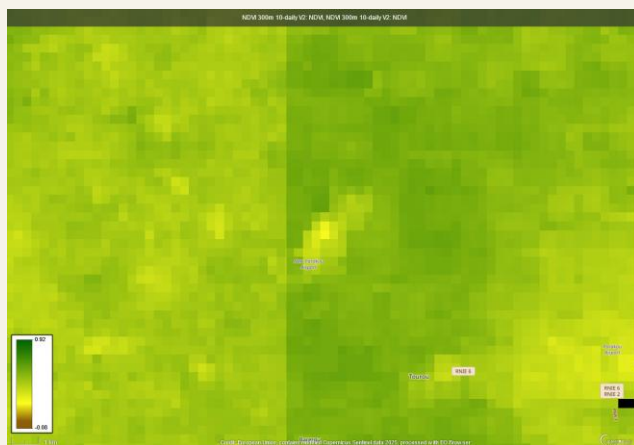
CDSE : Copernicus Data Space Ecosystem

[browser.dataspace.copernicus.eu](https://browser.dataspace.copernicus.eu)

Exporter :



Téléchargement d'une image JPG ou PNG



64

Utiliser Google Earth Engine

Limitations

### **Alternatives européennes**

*CDSE* : Copernicus Data Space Ecosystem

[browser.dataspace.copernicus.eu](https://browser.dataspace.copernicus.eu)

L'inscription et l'utilisation est gratuite et permet d'accéder à d'autres options.

65

Utiliser Google Earth Engine

Limitations

### **Alternatives européennes**

*NatStats* du Joint Research Center (JRC)

Visualisation, statistiques, et anomalies

En cours de développement

66

Utiliser Google Earth Engine

Limitations

## Alternatives européennes

### NatStats

- Statistiques à partir d'un polygone, de dates et d'une donnée d'intérêt
- Données produites par Copernicus / ESA (?)

**NatStats**  
An Anomalies and Statistics Analysis Tool for Copernicus GLMS

Vegetation | Energy | Water | Cryosphere | Hot Spots

Ground based

Time Range for Timeseries Analysis

From Date: 2023-05-28 | To Date: 2025-05-28 | Displayed: 2025-05-11 | Download

Boundaries

**Active Boundary:** Countries (Derived from GISCO 2024)

- Countries (Derived from GISCO 2024)
- World Regions (Derived from GISCO 2020)
- Continents (Derived from GISCO 2020)
- Global Administrative Units L2 (Derived from GAUL/FAO 2015)

Product Configuration

**Product:** 10-day Normalized Difference Vegetation Index 333m (v2)

10-day Normalized Difference Vegetation Index 333m (v2)

Variable: Normalized Difference Vegetation Index

Consolidation Period: Not Available

Variable Display Options

**Analysis Mode:** Raw Values

**Data View:** Boundary-Based Statistics

**Displayed Boundary Statistics:** NDVI Raw Values

67

Utiliser Google Earth Engine

Limitations

## Alternatives européennes

### NatStats

**Active Boundary:** Countries (Derived from GISCO 2024)

Countries (Derived from GISCO 2024)  
World Regions (Derived from GISCO 2020)  
Continents (Derived from GISCO 2020)  
Global Administrative Units L2 (Derived from GAUL/FAO 2015)

**Active Boundary:** Sahel Region

Continents (Derived from GISCO 2020)  
Global Administrative Units L2 (Derived from GAUL/FAO 2015)  
Sahel Region  
Earth Surface (Derived from GISCO 2020)

Ou bien son propre polygone



68

Utiliser Google Earth Engine

Limitations

## Alternatives européennes

### NatStats

Analysis Mode: Anomalies

Raw Values

Anomalies

Time Range for Timeseries Analysis

From Date

2023-05-28

To Date

2025-05-28

Displayed

2025-05-11

Raw value



69

Utiliser Google Earth Engine

Limitations

## Alternatives européennes

### NatStats

Boundary-based  
(une valeur par polygone)

Data View: Boundary-Based Statistics

Boundary-Based Statistics

Pixel View

Pixel view



70

Utiliser Google Earth Engine

Limitations

**Alternatives européennes***NatStats*

Time Range for Timeseries Analysis

From Date

2023-05-28

To Date

2025-05-28

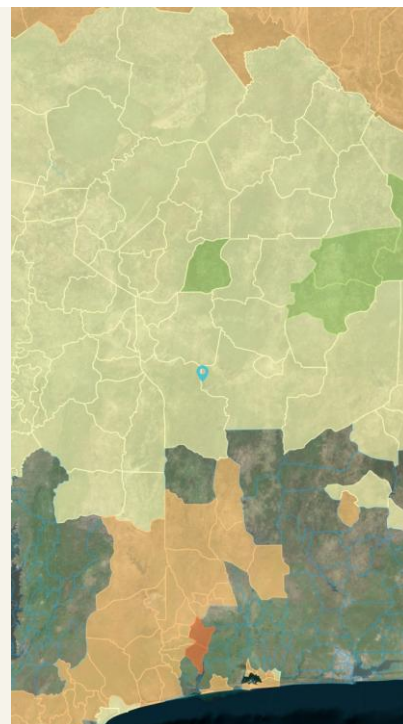
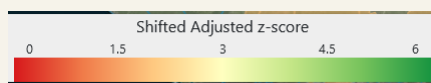
Displayed

2025-05-11 ▾

Product Configuration

Product: 10-day Normalized Difference Vegetation Index 333m (v2) ▾

$$Cote Z = \frac{X - médiane}{écart type}$$



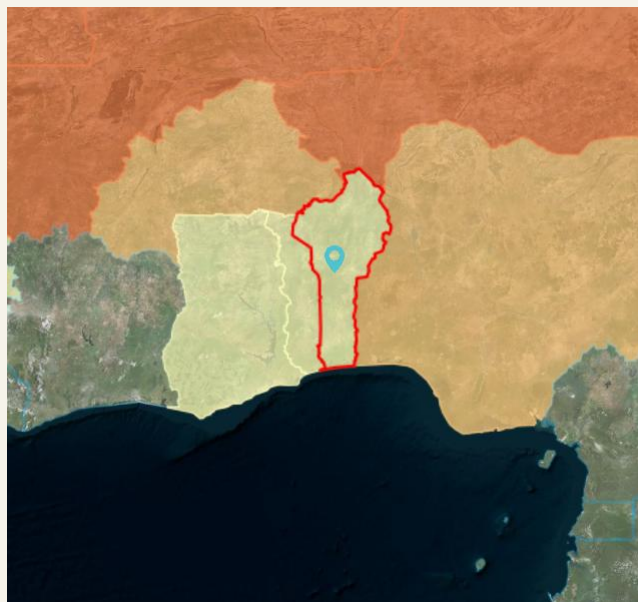
71

Utiliser Google Earth Engine

Limitations

**Alternatives européennes***NatStats*

Production automatisée de figures selon le polygone et la donnée sélectionnée



72

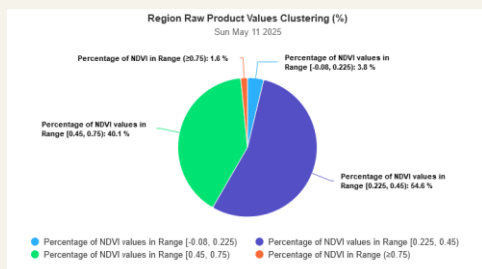
Utiliser Google Earth Engine

Limitations

## Alternatives européennes

*NatStats*

Production automatisée de figures selon le polygone et la donnée sélectionnée



73

Utiliser Google Earth Engine

Cas 23 – Earth Engine Apps

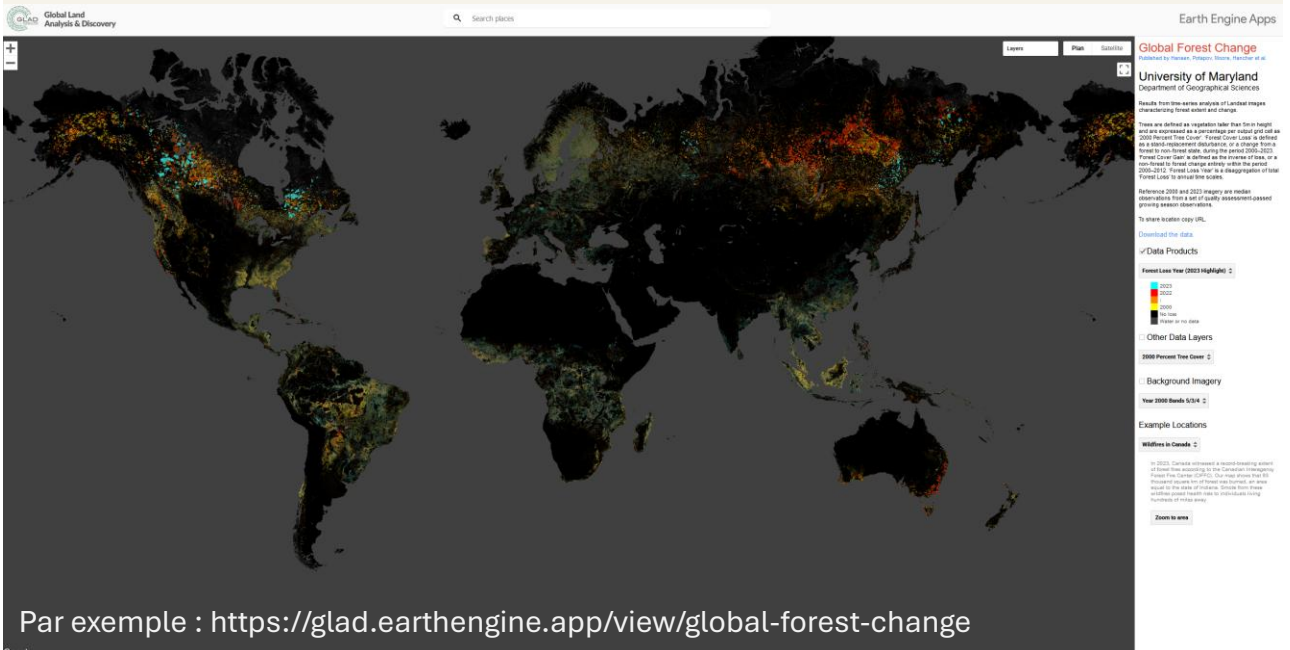
## Création d'un app Earth Engine



Présenter des données, calculs rapides...

Le code est public

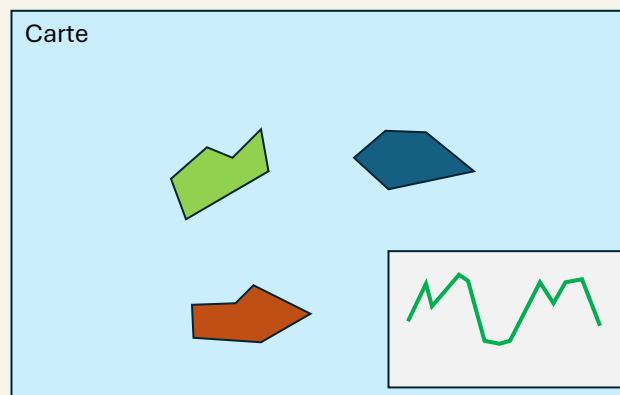
74



75

## Création d'un app Earth Engine

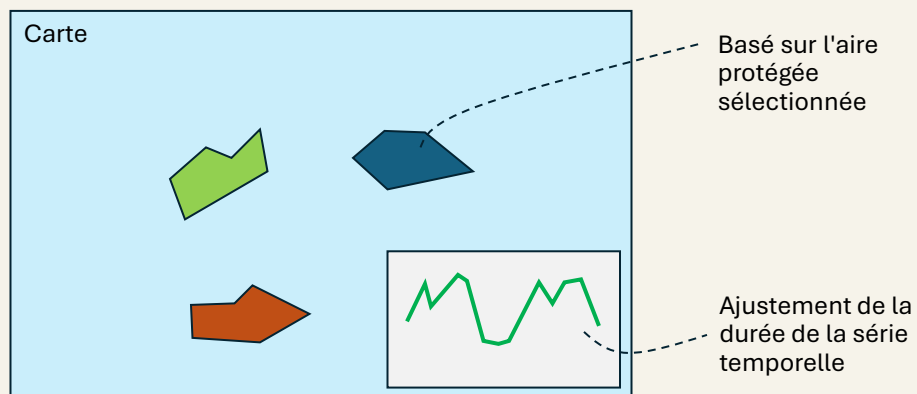
Exemple : visualiser le NDVI moyen au cours du temps dans des aires protégées



76

## Création d'un app Earth Engine

Exemple : visualiser le NDVI moyen au cours du temps dans des aires protégées

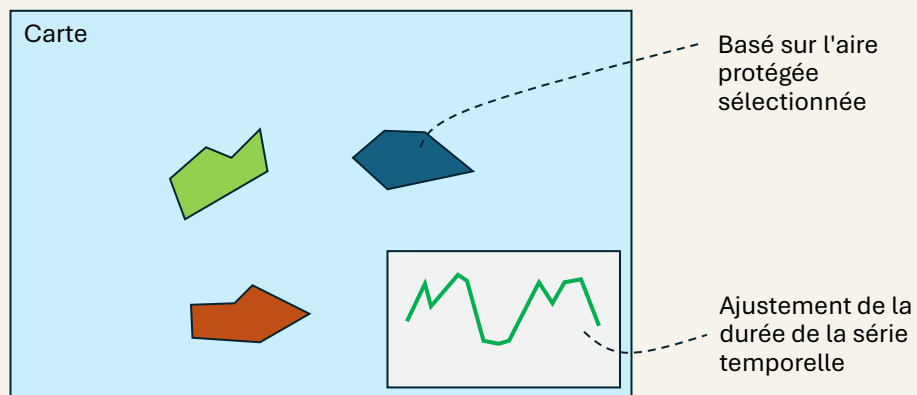


77

## Création d'un app Earth Engine

Mélange les fonctions apprises et l'ajout d'information sur l'interface (ui) :

Placement, taille, contenu...



78

## Premiers paramètres

L'intervalle en années et en mois

```
var annee_1 = 2023;  
var annee_2 = 2024;  
var mois_1 = 1;  
var mois_2 = 12;
```

79

## Import des données

```
var WDPABenin = ee.FeatureCollection('WCMC/WDPA/current/polygons')  
  .filter(ee.Filter.eq('ISO3', 'BEN'));  
  
var funNDVI = function(image) {  
  var ndvi = image.normalizedDifference(['B8', 'B4'])  
  .rename('NDVI');  
  return image.addBands(ndvi);  
};
```

80

## Import des données

```
// Paramètres détection nuages
var csPlus =
ee.ImageCollection('GOOGLE/CLOUD_SCORE_PLUS/V1/S2_HARMONIZED');
var QA_BAND = 'cs_cdf';
var CLEAR_THRESHOLD = 0.65;
var CLOUDY_PIXEL_THRESHOLD = 20;
```

### Harmonized Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-2A



**Dataset Availability**  
2017-03-28T00:00:00Z–2025-02-14T04:31:28Z

**Revisit Inter**  
5 Days

**Dataset Provider**  
[European Union/ESA/Copernicus](#)

**Tags**  
copernicus

**Earth Engine Snippet**  
ee.ImageCollection("COPERNICUS/S2\_SR\_HARMONIZED")

81

## Import des données

```
var S2NDVI = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2_SR_HARMONIZED')
  .filterBounds(WDPABenin)
  .filter(ee.Filter.calendarRange(mois_1, mois_2, 'month'))
  .filter(ee.Filter.lt('CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE', CLOUDY_PIXEL_THRESHOLD))
  .linkCollection(csPlus, [QA_BAND])
  .map(function(img) {
    return img.updateMask(img.select(QA_BAND).gte(CLEAR_THRESHOLD));
  })
  .map(funNDVI)
  .select("NDVI");
```

### Harmonized Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-2A



**Dataset Availability**  
2017-03-28T00:00:00Z–2025-02-14T04:31:28Z

**Revisit Inter**  
5 Days

**Dataset Provider**  
[European Union/ESA/Copernicus](#)

**Tags**  
copernicus

**Earth Engine Snippet**  
ee.ImageCollection("COPERNICUS/S2\_SR\_HARMONIZED")

82

**Style : Carte**

```

var style_WDPABenin = {color: '26458d', fillColor: '00000000'};
var style_highlight = {color: '8856a7', fillColor: '8856a7C0'};

Map.setControlVisibility(false);
Map.setControlVisibility({scaleControl: true, mapTypeControl: true});
Map.style().set({cursor: 'crosshair'});
Map.centerObject(WDPABenin, 7);

Map.addLayer(WDPABenin.style(style_WDPABenin));
Map.add(ui.Label('Explorateur de NDVI',
  {fontWeight: 'bold', fontSize: '16px',
  position: 'top-center', padding: '5px'
}));

```

83

**Style : Sélection des années**

```

var style_slider = {
  fontSize: '13px',
  stretch: 'horizontal',
  textAlign: 'center',
  margin: '0px',
};

var slider_label = ui.Label('Sélectionner la période et un polygone',
style_slider);

```

84

### Style : Sélection des années

```

var slider_debut = ui.Slider({
  min: 2020, max: 2025, step: 1, value: 2023,
  style: {stretch: 'horizontal', width: '150px', fontSize: '13px'},
  onChange: funMiseAJour
});
var slider_fin = ui.Slider({
  min: 2020, max: 2025, step: 1, value: 2024,
  style: {stretch: 'horizontal', width: '150px', fontSize: '13px'},
  onChange: funMiseAJour
});
function funMiseAJour(value){
  annee_1 = slider_debut.getValue();
  annee_2 = slider_fin.getValue();
}

```

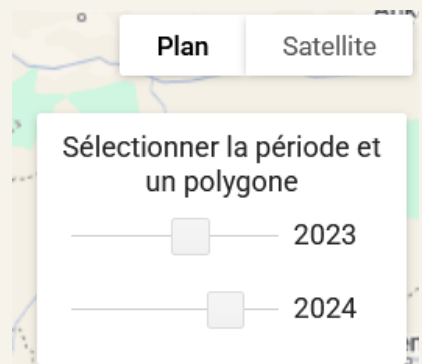
85

### Style : Sélection des années

```

var panel_annees = ui.Panel({
  widgets: [slider_label, slider_debut, slider_fin], // label1
  layout: ui.Panel.Layout.flow('vertical'),
  style: {position: 'top-right', width: '170px'}
});
Map.add(panel_annees);

```



86

## Sélection du/des polygones et plot

```
var WDPAs_selection = [];

// Liste des WDPA sélectionnées
function getWDPASelection() {
  return WDPABenin.filterBounds(ee.Geometry.MultiPoint(WDPAs_selection));
}
```

87

## Le plot

```
function funPlot(selection_dans_WDPABenin) {
  var plot = ui.Chart.image.seriesByRegion({
    imageCollection: S2NDVI.filter(ee.Filter.calendarRange(annee_1, annee_2,
    'year')), band: 'NDVI', regions: selection_dans_WDPABenin,
    reducer: ee.Reducer.mean(), scale: 100, seriesProperty: 'WDPAID',
    xProperty: 'system:time_start'
  });
  plot.setOptions({
    title: 'NDVI max par aire WDPA',
    hAxis: {title: 'Date'}, vAxis: {title: 'NDVI'},
    lineWidth: 5,
    colors: ['blue', 'red', 'yellow', 'green', 'pink', 'purple', 'black'],
  });
  plot.style().set({stretch: 'both'});
  return plot;
}
```

88

## Le plot

```
function funPlot(selection_dans_WDPABenin) {
  var plot = ui.Chart.image.seriesByRegion({
    imageCollection: S2NDVI.filter(ee.Filter.calendarRange(annee_1, annee_2,
    'year')), band: 'NDVI', regions: selection_dans_WDPABenin,
    reducer: ee.Reducer.mean(), scale: 100, seriesProperty: 'WDPAID',
    xProperty: 'system:time_start'
  });
  plot.setOptions({
    title: 'NDVI max par aire WDPA',
    hAxis: {title: 'Date'}, vAxis: {title: 'NDVI'},
    lineWidth: 5,
    colors: ['blue', 'red', 'yellow', 'green', 'pink', 'purple', 'black'],
  });
  plot.style().set({stretch: 'both'});
  return plot;
}
```

89

## Fonctions utilisées quand un polygone est sélectionné

- La carte est mise à jour pour que la couleur du polygone change (nouvelle couche)
- Le plot est produit ou actualisé (s'il y en avait déjà un)
- Donner la possibilité de recommencer la sélection en retirant la nouvelle couche, et en vidant la liste des polygones sélectionnés.

90

## Fonctions utilisées quand un polygone est sélectionné

- La carte est mise à jour pour que la couleur du polygone change (nouvelle couche)

```
function majCouchePolygones() {
  var CouchePolygones = getWDPASelection()
    .style(style_highlight);
  Map.layers().set(2, ui.Map.Layer(CouchePolygones));
}
```

91

## Fonctions utilisées quand un polygone est sélectionné

- Le plot est produit ou actualisé (s'il y en avait déjà un)

```
function majPlot() {
  var selectionSize = getWDPASelection().size();
  selectionSize.evaluate(function(size) {
    if (!size) {
      return;
    }
    var chart = funPlot(getWDPASelection());
    panneauResultats.clear().add(chart).add(buttonPanel);
  });
}
```

Ces éléments vont être créés dans les slides suivants

92

## Fonctions utilisées quand un polygone est sélectionné

- Donner la possibilité de recommencer la sélection en retirant la nouvelle couche, et en vidant la liste des polygones sélectionnés.

```
function funRecommencer() {
  WDPAs_selection = [];
  Map.layers().remove(Map.layers().get(2));
  var instructionsLabel = ui.Label('Sélectionnez des
    parcelles pour comparer le NDVI');
  panneauResultats.widgets().reset([instructionsLabel]);
}
```

93

## Fonctions utilisées quand un polygone est sélectionné

Déclencher ces fonctions (`majCouchePolygones` et `majPlot`) lorsque l'utilisateur clique.

```
function funMapClic(location) {
  WDPAs_selection.push([location.lon, location.lat]);
  majCouchePolygones();
  majPlot();
}
Map.onClick(funMapClic);
```

94

Fonctions utilisées quand un polygone est sélectionné

Lier la troisième fonction (`funRecommencer`) à un bouton

```
var buttonPanel = ui.Panel(  
  [ui.Button('Recommencer la sélection', funRecommencer)],  
  ui.Panel.Layout.Flow('horizontal'),  
  {margin: '0 0 0 auto', width: '500px'}  
);
```

95

Fonctions utilisées quand un polygone est sélectionné

Définir et afficher le panneau avec le plot

```
var panneauResultats = ui.Panel({style:  
  {position: 'bottom-right'}  
});
```

```
Map.add(resultsPanel);
```

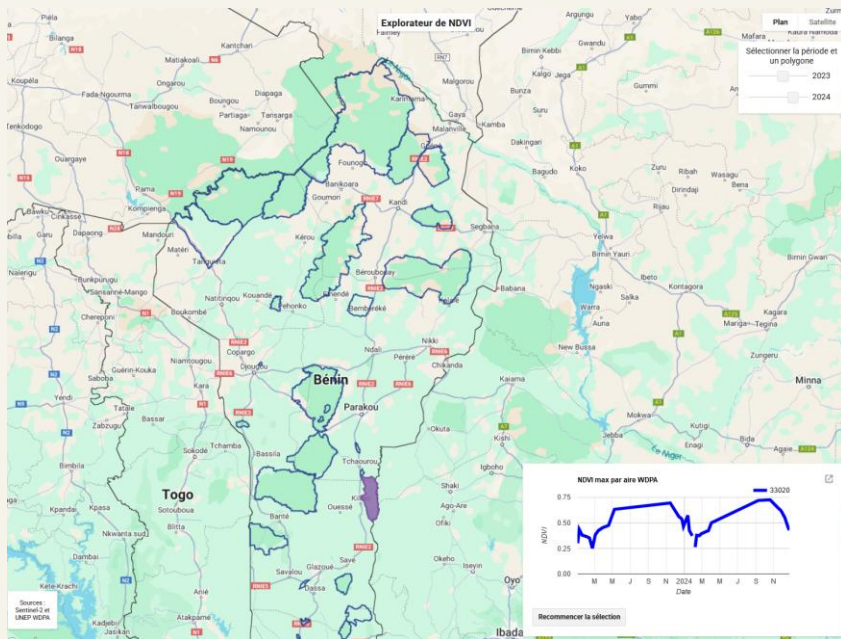
96

## Afficher les sources des données

```
var style_source = {
  fontSize: '10px',
  stretch: 'horizontal',
  textAlign: 'center',
  margin: '4px',
};
```

```
Map.add(ui.Panel(
  [ui.Label('Sources : Sentinel-2 et UNEP WDPAs', style_source)],
  ui.Panel.Layout.flow('vertical'),
  {width: '80px', position: 'bottom-left'}
));
```

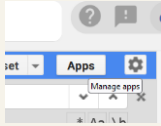
97



98

## Partager l'application

Sauvegarder et cliquer sur le bouton Apps



Editing Access    Name and URL    Source Code    Publication and Viewers

1    2    3    4

### Choose editing access

You won't be able to change this later

Cloud Project  
Anyone you add with certain roles – including Owner, Editor, and Earth Engine Apps Publisher – can edit the app. [Learn more](#)

Only you  
Only you can edit the app

---

Editing Access    Name and URL    Source Code    Publication and Viewers

1    2    3    4

### App Name and URL

App Name  
myapps

---

Editing Access    Name and URL    Source Code    Publication and Viewers

1    2    3    4

### App Source Code

Current contents of editor

Repository script path

99

## Partager l'application

Cliquer sur Publish une fois que tous les paramètres ont été définis.

Publish New App    Publication and Viewers


Editing Access    Name and URL    Source Code    Publication and Viewers

1    2    3    4

GALLERY     VIEWERS     LOGO

Feature this app in your Public Apps Gallery

Set Thumbnail (Optional)    Description (Optional)

 This app is powered by Google Earth Engine.

When the app is published, it's public. Anyone can view your app and read its source code. Any assets used by the app must be shared with the app, or shared publicly. [Learn more about publishing apps](#)

CANCEL    BACK    PUBLISH

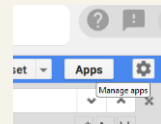
100

Utiliser Google Earth Engine

Cas 23 – Earth Engine Apps

## Partager l'application

Pour accéder à l'app, cliquer à nouveau sur le bouton Apps (quelques minutes pour que le site devienne opérationnel)



## Manage Apps

ADD CLOUD PROJECT

NEW APP

users/jauneatemps

VIEW GALLERY

App Name (click to launch) ≡

ID (click to update app) ↑

Delete

[myapps](#)[users/jauneatemps/myapps](#)

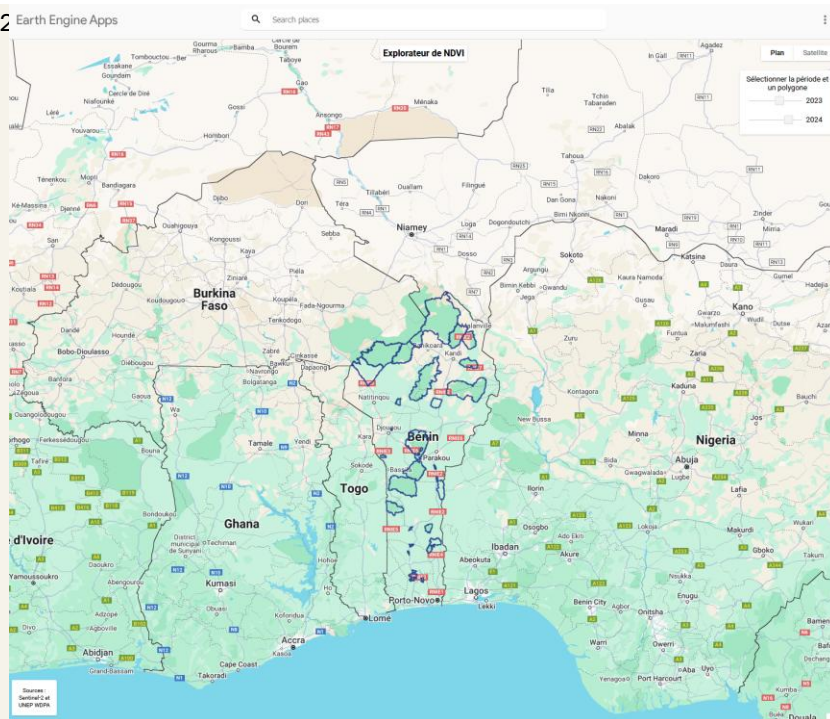
CLOSE

101

Utiliser Google Earth Engine

Cas 2 Earth Engine Apps

## Partager l'application



102

## Earth Engine Apps : Conclusions

- Si données externes, être sûr qu'elles puissent être rendues publiques
- Très flexible (type de donnée, l'utilisateur peut manipuler...)
- Source de nouvelles données
- Maîtrise de l'UI : limites

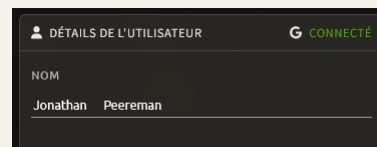
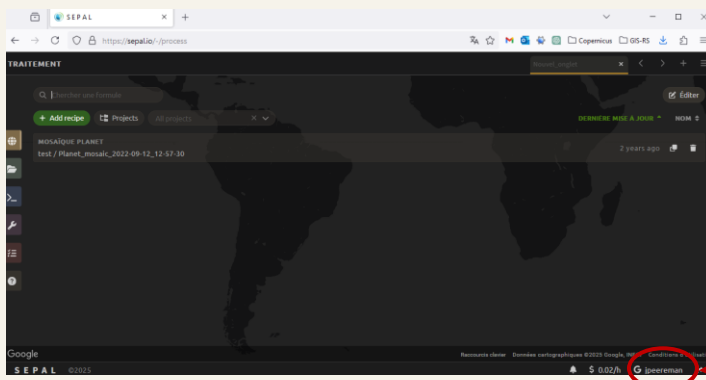
103

## Le code d'autres EE apps

Sepal.io



Connecter son compte Google à son compte Sepal



104

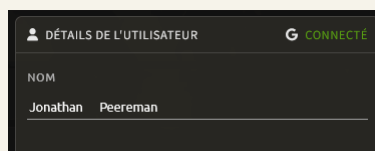
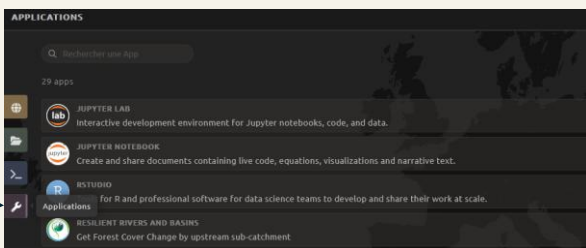
Utiliser Google Earth Engine

Cas 23 – Earth Engine Apps



Le code d'autres EE apps

Sepal.io &gt; Applications &gt; Earth Engine app reader



105

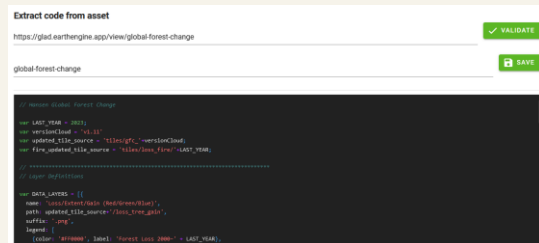
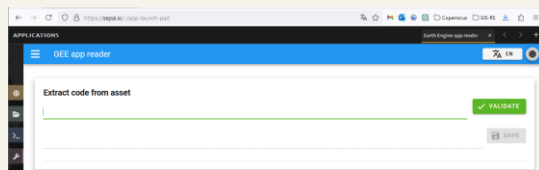
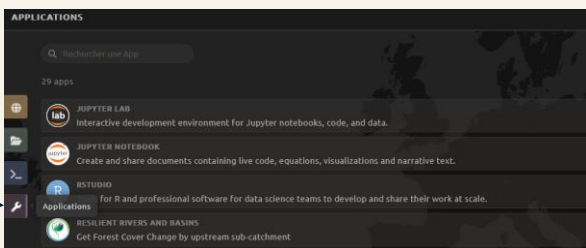
Utiliser Google Earth Engine

Cas 23 – Earth Engine Apps



Le code d'autres EE apps

Sepal.io &gt; Applications &gt; Earth Engine app reader



106