



**HAL**  
open science

## My first steps with GEE: discoveries and practical case

Louis Rey

► **To cite this version:**

| Louis Rey. My first steps with GEE: discoveries and practical case. Doctoral. France. 2023. ⟨hal-05049371⟩

**HAL Id: hal-05049371**

**<https://hal.science/hal-05049371v1>**

Submitted on 28 Apr 2025

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC BY 4.0 - Attribution - International License



# Mes premiers pas avec GEE : découvertes et cas pratiques

Introduction et présentation générale

---

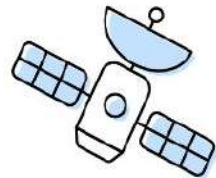
Barbara Belletti, Pierre Lochin,  
Hervé Parmentier, Louis Rey



Plate-forme d'accès et d'analyse des sciences de la terre et des données environnementales à l'échelle planétaire. Elle permet aux utilisateurs de visualiser et d'analyser 40 ans d'images satellites anciennes et actuelles et de mobiliser des outils à la puissance de calcul nécessaires pour analyser et exploiter cet entrepôt de données de plusieurs pétaoctets.

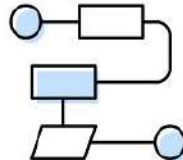
> **Basé sur Google Cloud Platform – Stockage dans le cloud**

> **Public : chercheurs, aménageurs, gestionnaires environnementaux, ...**



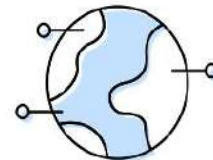
Satellite Imagery

+



Your Algorithms

+



Real World Applications

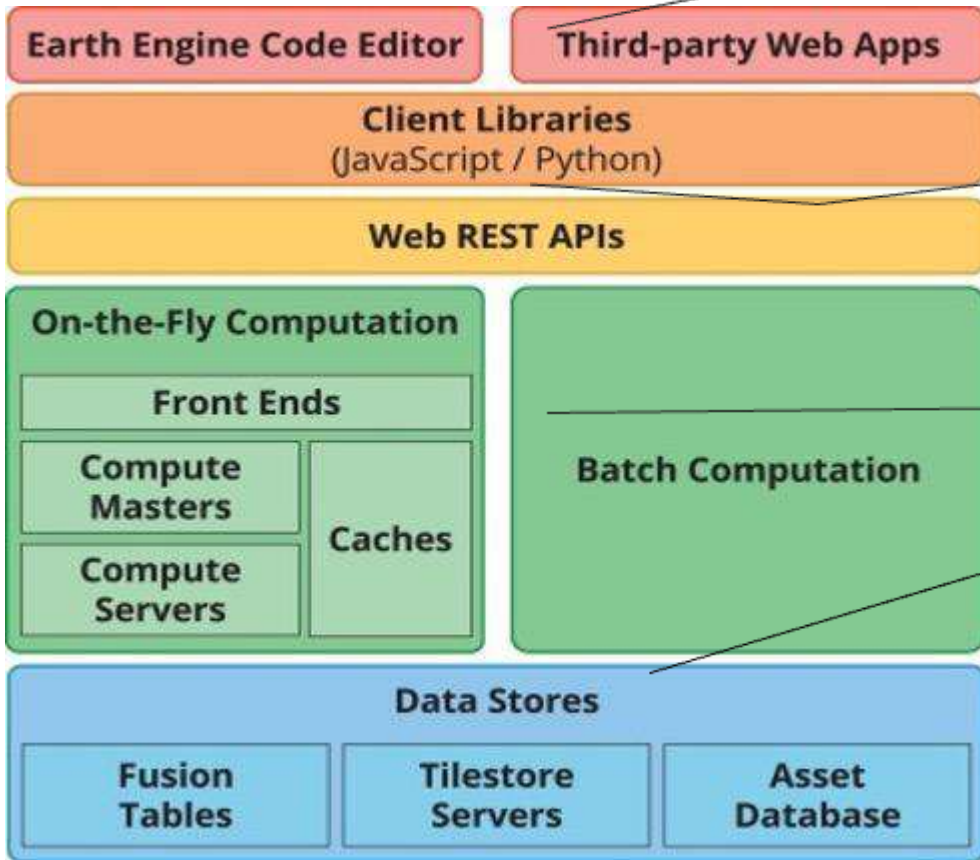


### Comment y accéder ?

1 - Pour accéder à Earth Engine, il faut remplir le formulaire à l' [adresse](https://signup.earthengine.google.com) [signup.earthengine.google.com](https://signup.earthengine.google.com)

2 - Vous recevrez un email intitulé "Bienvenue dans Google Earth Engine" avec des instructions pour commencer.

# GEE - Architecture



Console de compilation du code et applications web tierces

API REST interface de programmation d'application d' API JavaScript et d' API Python et Web qui servent à l'analyse et la diffusion de données (Web)

Système informatique d'itération à la volée, de serveur, de mise en cache et de calculs en lots

Catalogue de données

# GEE - Interface en cloud computing ?



The screenshot shows the Google Earth Engine web interface. At the top is a search bar with the text "Search for datasets or places". Below the search bar are several navigation and utility buttons: "Script manager", "API documentation", "Asset manager", "Get a link (URL) to the script", "Save the script", "Run the script", "Help button", and "Feedback button".

The main interface is divided into three main sections:

- Left Panel:** A sidebar containing a "Scripts" list, a "Layers" list, and a "Map" view. The "Scripts" list includes categories like "General (14)", "Writer", "Reader", "Examples", "Image", "Image Collection", "Feature Collection", "Charts", "Arrays", "Proxies", and "Cloud Masking".
- Center Panel:** A "Code Editor" window showing a JavaScript script. The script is a function named "sentinel2" that takes a geometry and a date as input and returns a masked and scaled image. The code includes comments and variable declarations for "clouds", "clouds\_mask", "mask", and "return".
- Right Panel:** A "Task manager" and "Console" area. The "Task manager" shows a list of tasks with a "Run" button. The "Console" shows the output of the script, including a "print" statement that outputs the URL of the script.

Additional labels point to specific UI elements:

- "Geometry Tools" and "Zoom" point to the top-left corner of the map view.
- "Layer manager" points to the "Layers" and "Map" tabs in the top-right corner of the map view.



# GEE - Catalogue et données

Catalogue de données prêt pour l'analyse de plusieurs pétaoctets.

Scripts and layer

Scripts editor

Results

The screenshot shows the Google Earth Engine interface. On the left is a 'Scripts' panel with a list of examples. The main area is a code editor for a script titled 'Landsat - Phenology Model.js'. The script defines a function to create a linear model for NDVI from Landsat data and another function to predict NDVI. On the right, the 'Console' panel shows a line graph titled 'Original and fitted values' with two data series: 'NDVI' (blue line with dots) and 'fitted' (red line with dots). The x-axis represents time from April to October 2014, and the y-axis represents NDVI values from 0.00 to 1.00. Below the console is a map view showing a satellite image of a landscape with a semi-transparent overlay of the model's results.

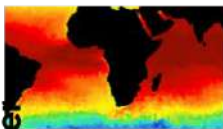
The image shows the cover of the journal 'Remote Sensing of Environment'. At the top, it says 'Remote Sensing of Environment 202 (2017) 18–27'. Below that, it says 'Contents lists available at ScienceDirect'. The journal title 'Remote Sensing of Environment' is prominently displayed, along with the Elsevier logo and the URL 'journal homepage: www.elsevier.com/locate/rse'. The cover features a photograph of a tree and a small inset image of a person. Below the journal information, there is a section for 'Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone' by Noel Gorelick, Matt Hancher, Mike Dixon, Simon Jlyushchenko, David Thau, and Rebecca Moore. It includes the article's history (received, revised, accepted, available online) and a list of keywords: cloud computing, big data, analysis, platform, data democratization, Earth Engine.

- > Environnement interactif basé sur le Web (IDE)
- > Interface de programmation d'application (API) (pour JavaScript et Python)

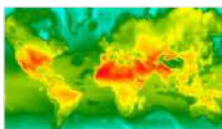
# GEE - Catalogue de données



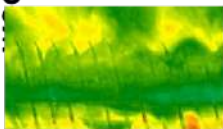
Climate & atmosphere



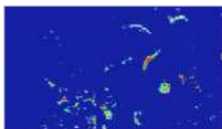
Surface temp.



Climate



Atmospheric



Weather

## Imagery



Landsat



Sentinel

## Geophysical



Terrain



Land Cover



Night-time lights

Table 1

Frequently used datasets in the earth engine data catalog.

Dataset	Nominal resolution	Temporal granularity	Temporal coverage	Spatial coverage
<b>Landsat</b>				
Landsat 8 OLI/TIRS	30 m	16 day	2013–Now	Global
Landsat 7 ETM+	30 m	16 day	2000–Now	Global
Landsat 5 TM	30 m	16 day	1984–2012	Global
Landsat 4–5 surface reflectance	30 m	16 day	1984–Now	Global
<b>Sentinel</b>				
Sentinel 1 A/B ground range detected	10 m	6 day	2014–Now	Global
Sentinel 2A MSI	10/20 m	10 day	2015–Now	Global
<b>MODIS</b>				
MOD08 atmosphere	1°	Daily	2000–Now	Global
MOD09 surface reflectance	500 m	1 day/8 day	2000–Now	Global
MOD10 snow cover	500 m	1 day	2000–Now	Global
MOD11 temperature and emissivity	1000 m	1 day/8 day	2000–Now	Global
MCD12 Land cover	500 m	Annual	2000–Now	Global
MOD13 Vegetation indices	500/250 m	16 day	2000–Now	Global
MOD14 Thermal anomalies & fire	1000 m	8 day	2000–Now	Global
MCD15 Leaf area index/FPAR	500 m	4 day	2000–Now	Global
MOD17 Gross primary productivity	500 m	8 day	2000–Now	Global
MCD43 BRDF-adjusted reflectance	1000/500 m	8 day/16 day	2000–Now	Global
MOD44 veg. cover conversion	250 m	Annual	2000–Now	Global
MCD45 thermal anomalies and fire	500 m	30 day	2000–Now	Global
<b>ASTER</b>				
LI T radiance	15/30/90 m	1 day	2000–Now	Global
Global emissivity	100 m	Once	2000–2010	Global
<b>Other imagery</b>				
PROBA-V top of canopy reflectance	100/300 m	2 day	2013–Now	Global
EO-1 hyperion hyperspectral radiance	30 m	Targeted	2001–Now	Global
DMSP-OLS nighttime lights	1 km	Annual	1982–2013	Global
USDA NAIP aerial imagery	1 m	Sub-annual	2003–2015	CONUS
<b>Topography</b>				
Shuttle Radar Topography Mission	30 m	Single	2000	60°N–54°S
USGS National Elevation Dataset	10 m	Single	Multiple	United States
USGS GMTED2010	7.5°	Single	Multiple	83°N–57°S
GTOPO30	30°	Single	Multiple	Global
ETOPO1	1°	Single	Multiple	Global
<b>Landcover</b>				
GlobCover	300 m	Non-periodic	2009	90°N–65°S
USGS National Landcover Database	30 m	Non-periodic	1982–2011	CONUS
UMD global forest change	30 m	Annual	2000–2014	80°N–57°S
JRC global surface water	30 m	Monthly	1984–2015	78°N–60°S
GLEF fire cover	30 m	5 year	2000–2010	Global
USDA NASS cropland data layer	30 m	Annual	1987–2015	CONUS
<b>Weather, precipitation &amp; atmosphere</b>				
Global precipitation measurement	6°	3 h	2014–Now	Global
TRMM 3B42 precipitation	15°	3 h	1988–2015	50°N–50°S
CHIRPS precipitation	3°	5 day	1981–Now	50°N–50°S
NLDAS-2	7.5°	1 h	1979–Now	North America
GLDAS-2	15°	3 h	1948–2010	Global
NCEP reanalysis	2.5°	6 h	1948–Now	Global
ORNL DAHYMET weather	1 km	Annual	1980–Now	North America
GRUDEM1	4 km	1 day	1979–Now	CONUS
NCEP global forecast system	15°	6 h	2015–Now	Global
NCEP climate forecast system	12°	6 h	1979–Now	Global
WorldClim	30°	12 images	1960–1980	Global
NEX downscaled climate projections	1 km	1 day	1950–2099	North America
<b>Population</b>				
WorldPop	100 m	5 year	Multiple	2010–2015
GPWv4	30°	5 year	2000–2020	85°N–60°S



## Accès aux images suivantes :

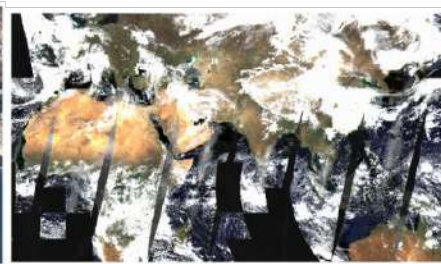
- SENTINEL 1,2,3** : Sentinel-1A et -1B, Sentinel 2A et 2B, données océaniques et terrestres Sentinel 3. Exemple : Sentinel 2, 13 bandes (résolution 10, 20,60 m).
- Landsat** : de 1972 à nos jours, résolution de 15 mètres (panchromatique) à 30 mètres (multispectrales). Ex : ETM+ de Landsat 7 dispose de 08 bandes de fréquences.
- MODIS** : spectroradiomètre imageur à résolution modérée, produit des images de la Terre depuis 1999. 36 [bandes spectrales](#) allant de 0,4 à 14,4  $\mu\text{m}$ .
- Imagerie haute résolution** : SkySat Planet (0,9 m de résolution).



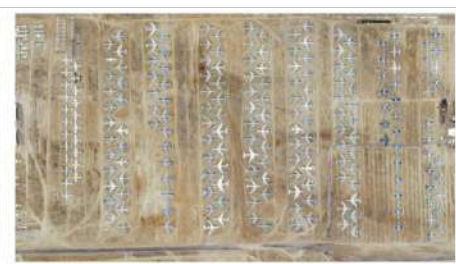
Landsat



Sentinel



MODIS



High-Resolution Imagery



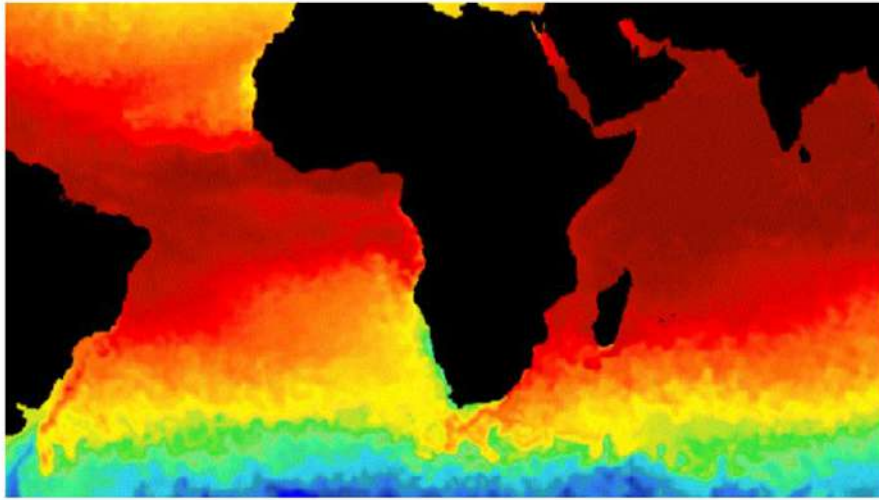
Google Earth Engine regroupe plus de 40 ans d'images satellite anciennes et actuelles.

Cette plate-forme à l'échelle planétaire est dédiée à l'analyse des données environnementales.

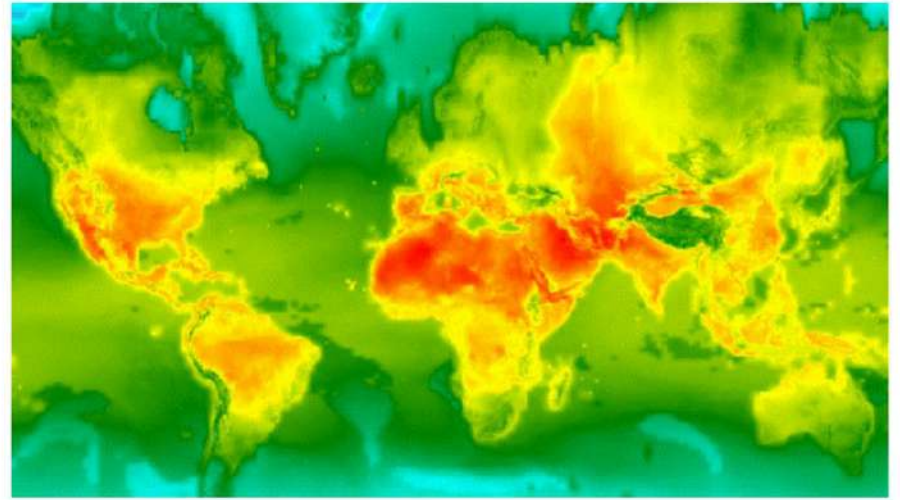




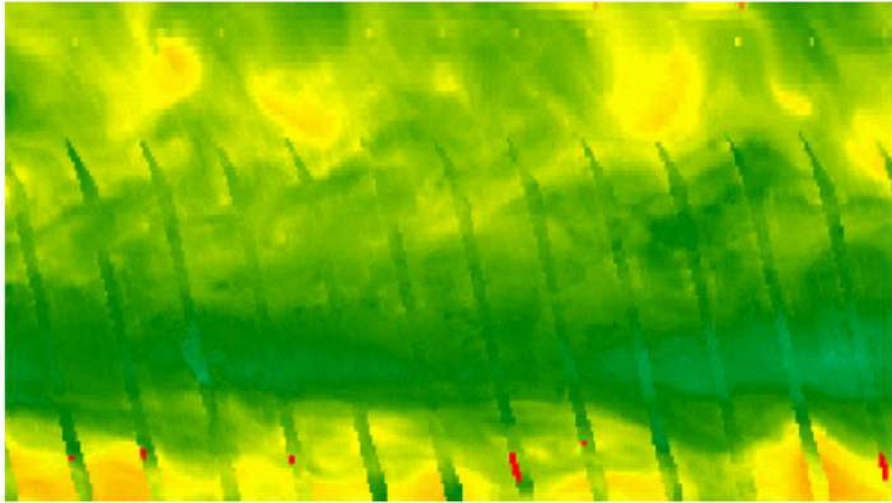
## Climate and Weather



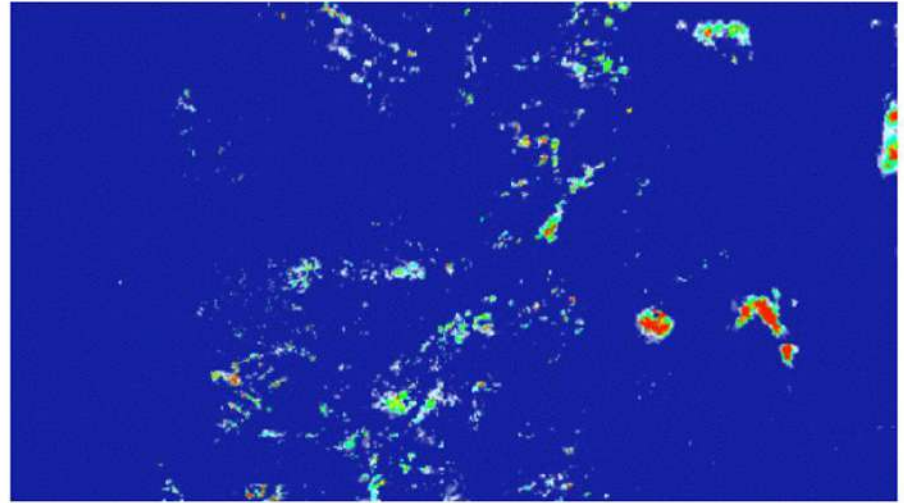
Surface Temperature



Climate



Atmospheric



Weather



## Accès aux fonctions suivantes : **Google timelapse** :

Outil de visualisation interactif qui révèle l'évolution de la surface terrestre depuis 32 ans, sans nuage pour une visibilité optimale.

The screenshot displays the Google Earth Engine Timelapse interface. The main window shows a satellite view of a glacier with a red bounding box indicating the area of interest. The interface includes a search bar with the coordinates 61.09757, -147.05437. The left sidebar contains the following sections:

- Google Earth Timelapse**
- About the project** →  
Earth Timelapse is a global, zoomable video that lets you see how the Earth has changed over the past 35 years.
- Timelapses around the world**
  - Columbia Glacier Re...  
Alaska, USA
  - Mining  
Alberta, Canada

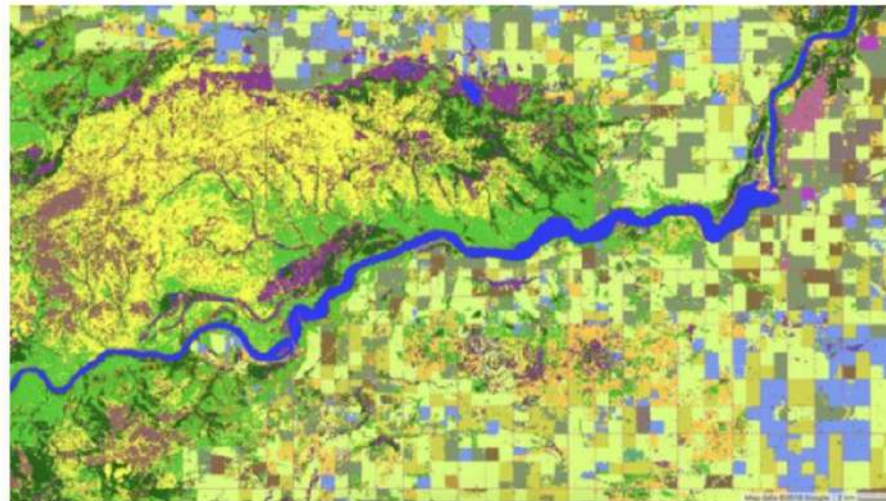
The main window also features a navigation bar at the bottom with a play button, a timeline showing years from 2017 to 1987, and a speed control set to 0.25x. A 'NOW VIEWING' overlay indicates the current view is 'Columbia Glacier Retreat'.



## Géophysique



Terrain



Couverture du sol



Terres cultivées



Autres données géophysiques



Avant de pouvoir envoyer des requêtes à Earth Engine via une bibliothèque [cliente](#), vous devez vous authentifier et utiliser les identifiants obtenus pour initialiser le client Earth Engine.

## Éditeur de code Earth Engine :

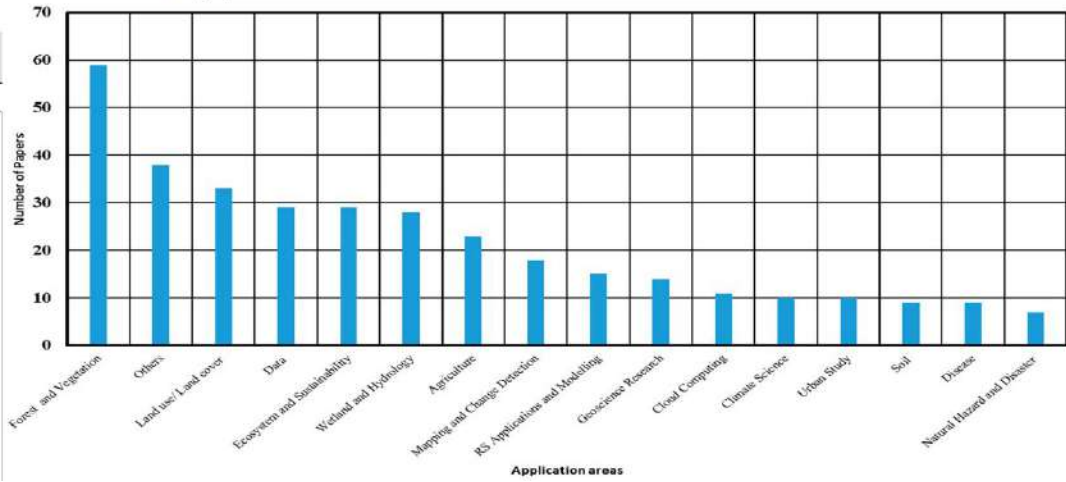
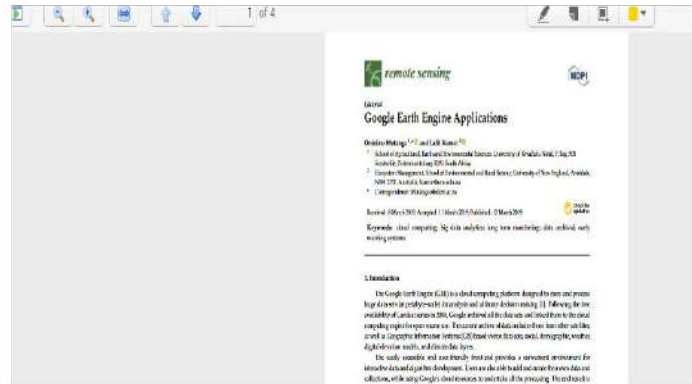
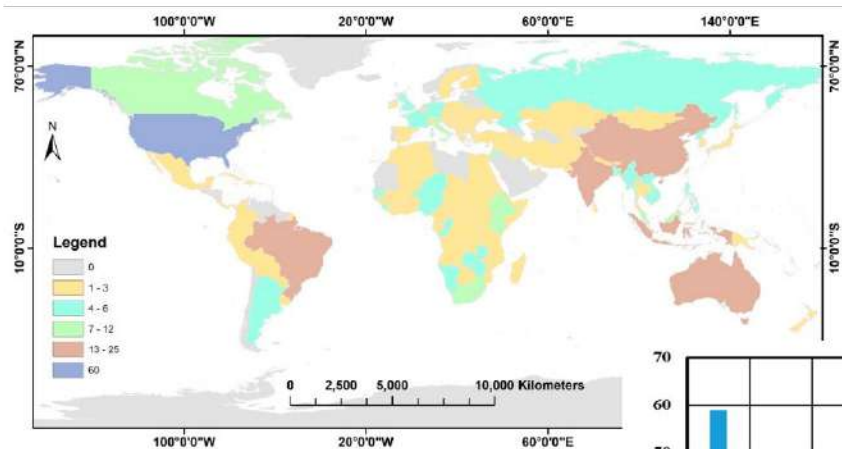
- Authentification avec les assistants de bibliothèque clientes, JavaScript et Python Earth Engine

\* Python : l'API Python, [ee.Authenticate\(\)](#) créera et enregistrera les informations d'identification qui seront automatiquement utilisées par [ee.Initialize\(\)](#),

\* Javascript : l'API JavaScript (en dehors de l'éditeur de code), utilisez l'un des assistants d'authentification dans [ee.data](#) (par exemple, [ee.data.authenticateViaPopup\(\)](#)) suivi de [ee.initialize\(\)](#)



# GEE - Pour réaliser quoi ? Quelles fonctions ?



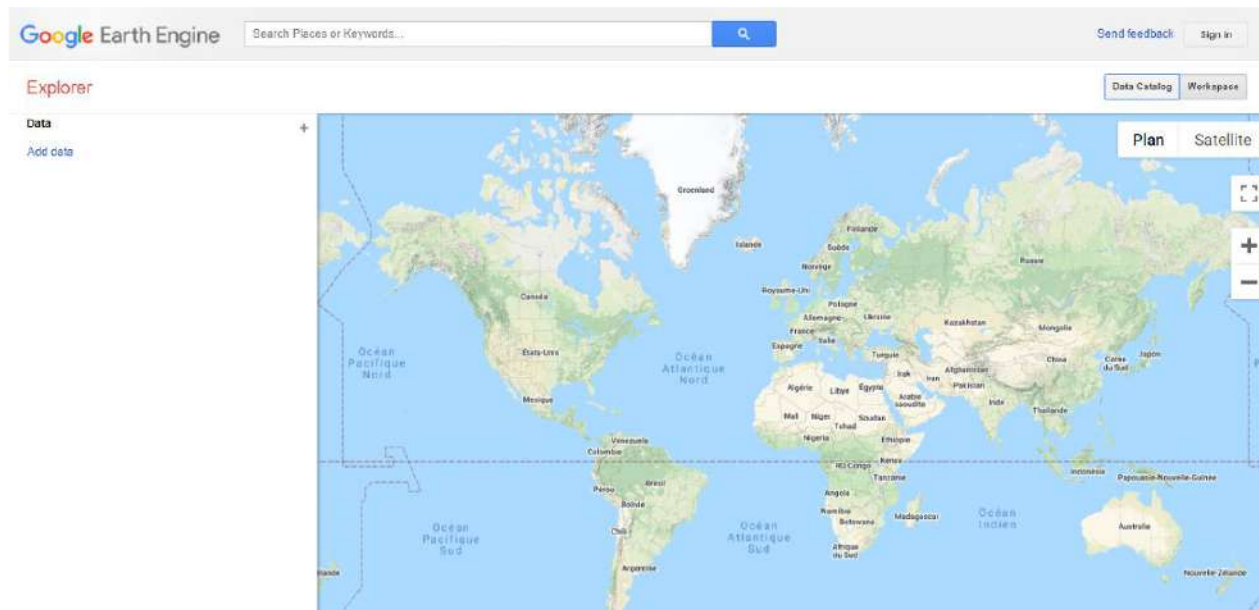


# GEE - Pour réaliser quoi ? Quelles fonctions ?

F1- Trouver des données dans le catalogue de données :

- Accéder à l'application EE Explorer :

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



# GEE - Pour réaliser quoi ? Quelles fonctions ?



GEE combine un catalogue de plusieurs pétaoctets d'images satellite et d'ensembles de données géospatiales, qui permettant de **visualiser, manipuler, modifier et créer des données**.

Ces outils de manipulation spatiale permettent aux scientifiques, aux chercheurs et aux développeurs de **détecter les changements , de cartographier les tendances et de quantifier les différences** à la surface de la Terre

**GEE est une plateforme de [cloud computing](#)** qui a été lancée par Google en 2010 et ses trois fonctions principales :

- (1) la représentation et la visualisation globales en 3D des données géospatiales de l'échelle locale à l'échelle mondiale ;
- (2) le prétraitement et l'extraction de mégadonnées géographiques ;
- (3) les techniques spatio-temporelles pour la recherche sur les processus géographiques.

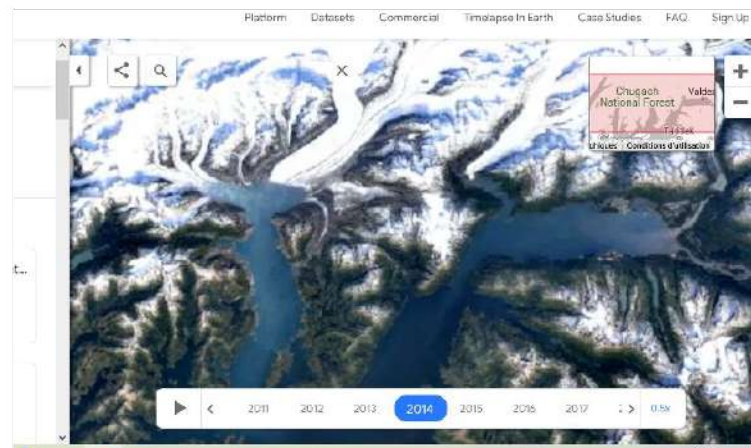
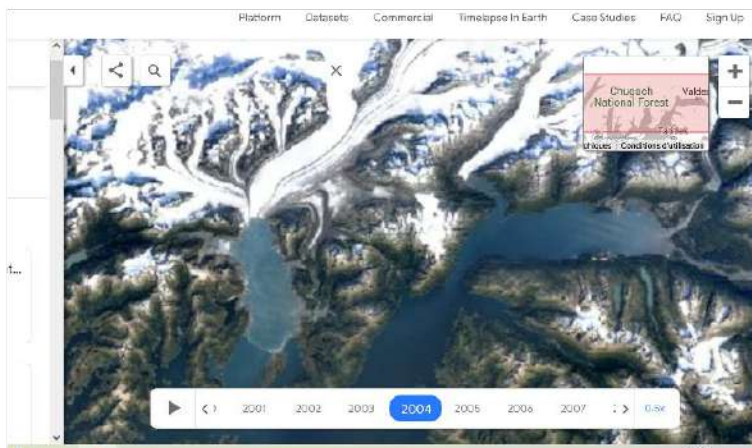
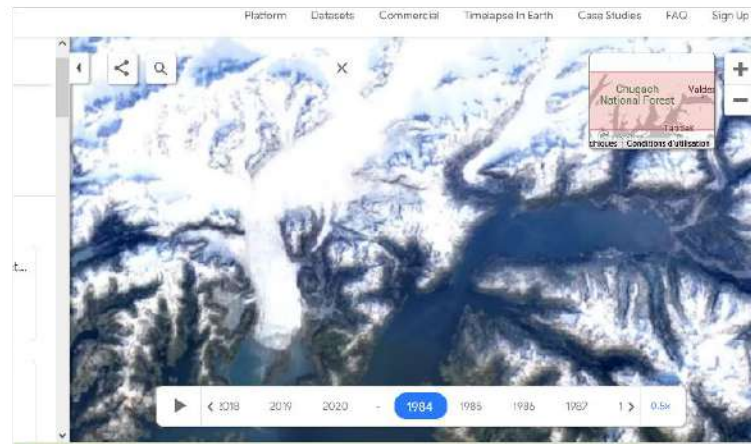
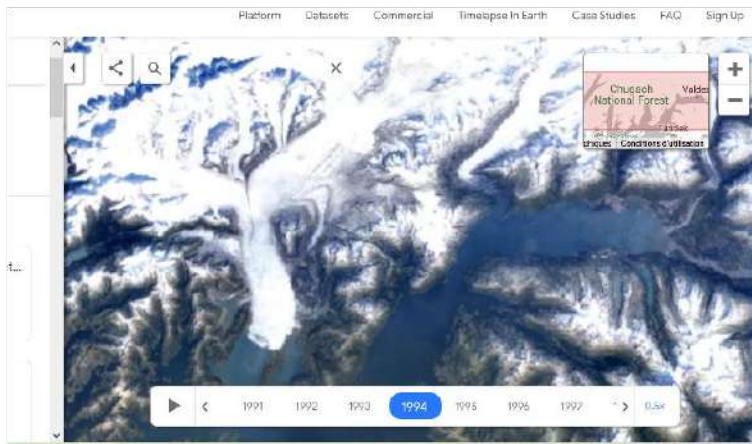
**Tutoriel** : Applications agro-hydrologiques

<https://courses.gisopencourseware.org/course/view.php?id=45>

# GEE - Pour réaliser quoi ? Quelles fonctions ? Explorer



# GEE - Pour réaliser quoi ? Quelles fonctions ? Time Laps



# GEE - Pour réaliser quoi ? Quelles fonctions ? Climate Engine

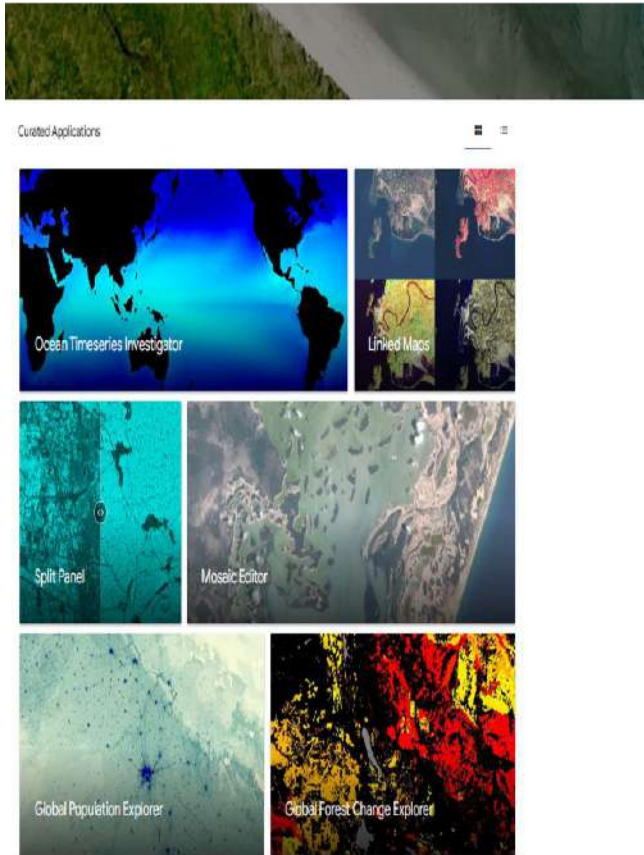


The screenshot displays the Climate Engine web application interface. On the left, a sidebar contains configuration options:

- Variable:** Type: Remote Sensing; Dataset: Sentinel 2 Surface Reflectance; Variable: NDVI (Vegetation Index); Computation Resolution (Scale): 10 m.
- Processing:** Statistic (over day range): Mean; Calculation: Values.
- Time Period:** Period of Record: 2017-03-28 to 2022-06-08; Last 60 Days of Data.

The main interface features a top navigation bar with 'MENU' and 'Map' buttons, and a 'Climate Engine' logo. Below this is a toolbar with 'Colors', 'Map', 'Layers', 'Masking', and 'Download' dropdowns, along with 'Link', 'Reset', and 'Logout' buttons. The central display shows the title 'NDVI (Sentinel 2 SR)' for the period '2022-04-11 to 2022-06-08, Mean'. A color scale legend for NDVI ranges from 0 (yellow) to 0.6 (dark green). Below the legend is a satellite map of the Lyon region, France, with a 'Get Value' button and zoom controls.

<https://app.climateengine.com/climateEngine>



> Interfaces for GEE analyses

> Experts and non-experts

> Curated Apps

> User Apps



# GEE - Quelles limites et ouvertures ?

## Avantages

- > Data access and processing
- > GEE offers users the ability to share their scripts and resources with other platform users.
- > Temporal resolution
- > Large community (tutorials, shared scripts, blogs...)
- > Different processing levels
- > Python API
- > Using with GPT



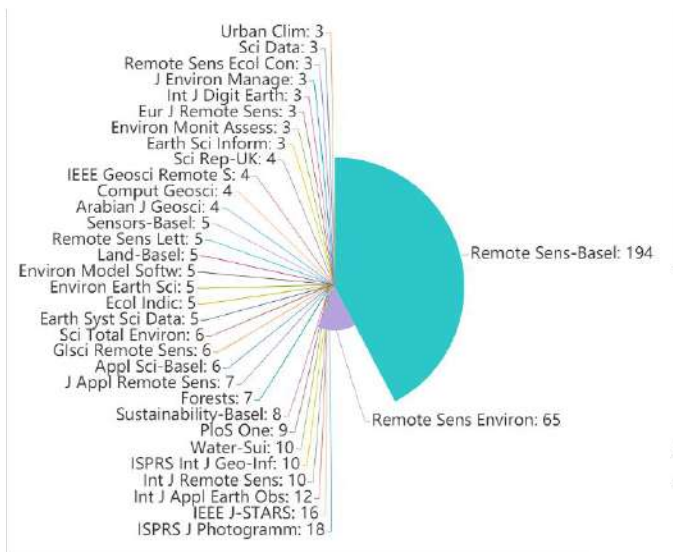
## Inconvénients

- > Free data ? Need for a google account to access 15GB of cloud...
- > GEE Javascript API (web-based) or Python
- > Spatial resolution (not under 10 m)



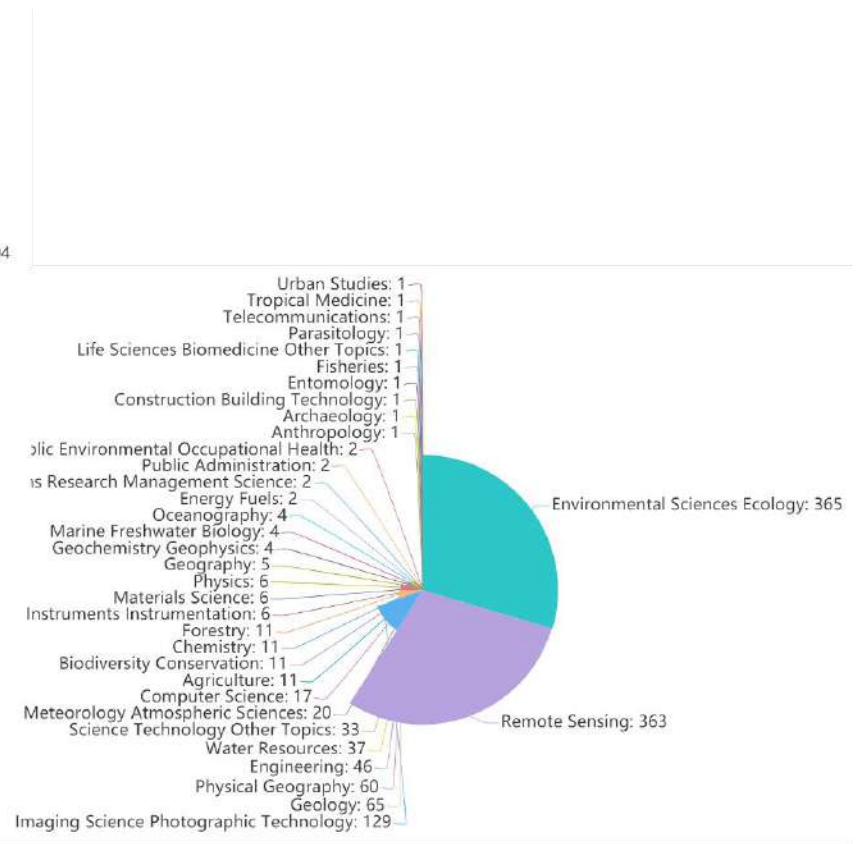


# GEE - Quelles limites et ouvertures ?



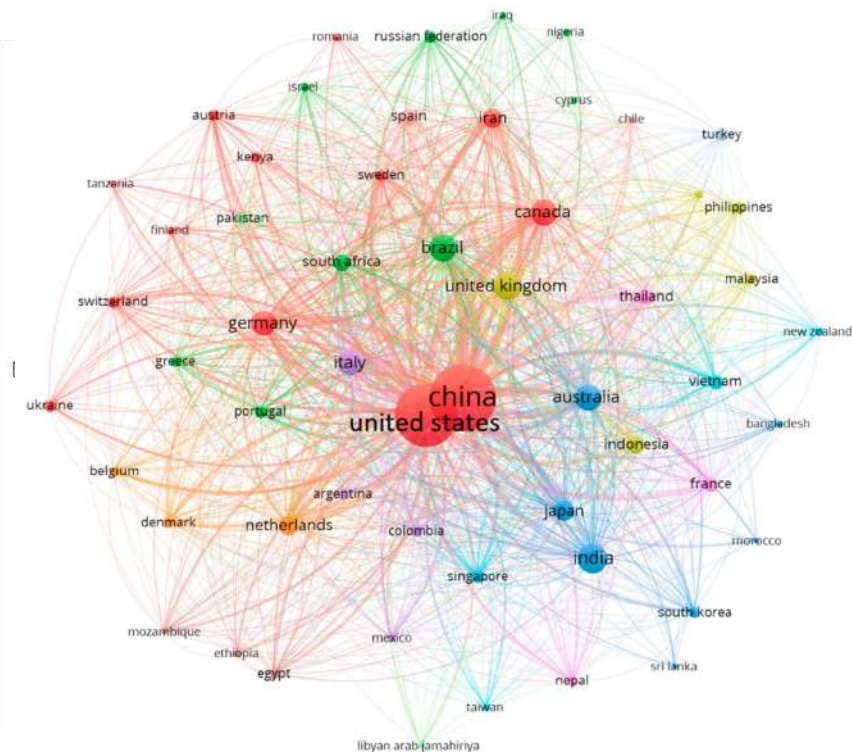
**Publications GEE  
par type de revues**

Source : <https://encyclopedia.pub/entry/14783>



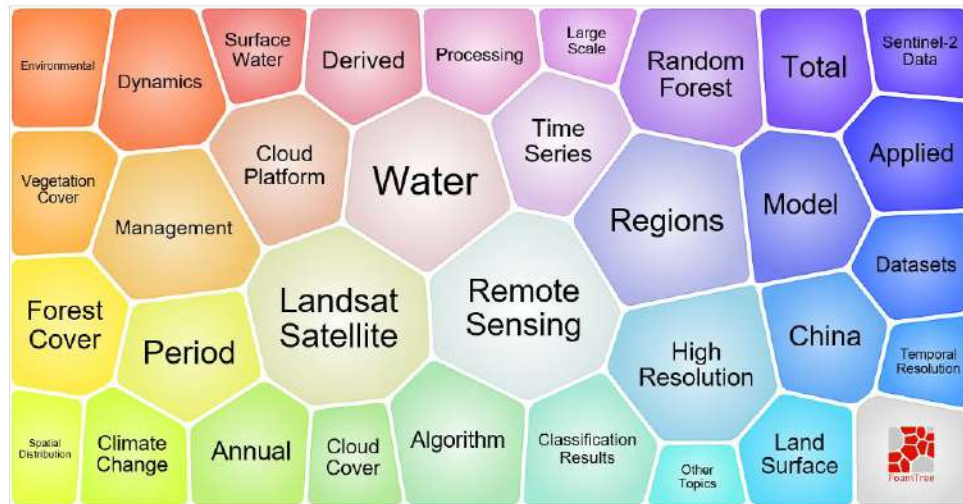
**Disciplines de recherche impliquant GEE**

# GEE - Quelles limites et ouvertures ?



**Pays utilisateurs de GEE**

Source : <https://www.mdpi.com/2072-4292/15/14/3675>



**Mots-clés liés à GEE**

Source : <https://encyclopedia.pub/entry/14783>



## Pour débiter :

- > Comment utiliser Google Earth Engine : <https://developers.google.com/earth-engine>
- > Premiers pas avec Earth Engine : <https://developers.google.com/earth-engine/guides/getstarted>
- > Des tutos "first steps" utile : <https://courses.spatialthoughts.com/end-to-end-gee.html>  
ou [https://geospatialdev.com/earth\\_engine](https://geospatialdev.com/earth_engine)

## Pour programmer :

- > L'API JavaScript Earth Engine / tutoriels :  
<https://developers.google.com/earth-engine/tutorials/tutorials>
- > Tutoriels vidéos (Eng) : <https://developers.google.com/earth-engine/tutorials/videos>
- > Maîtriser le développement sous google earth engine :  
<https://pressbooks.etsmtl.ca/developpementsougogleearthengine/front-matter/introduction/>  
ou [https://geospatialdev.com/earth\\_engine](https://geospatialdev.com/earth_engine)
- > Enfin pour l'accès au forum de discussion et autres ressources : <https://developers.google.com/earth-engine/>



## Pour se faire aider en communauté d'utilisateurs-trices :

- > LinkedIn GEE community : <https://www.linkedin.com/company/googleearth/>
- > Obtenir de l'aide sur GEE : <https://developers.google.com/earth-engine/help?hl=fr>
- > Ressources éducation pour GEE : <https://www.google.com/intl/fr/earth/resources/>
- > Contenus Github divers de la communauté GEE : <https://github.com/gee-community>



Bibliographie indicative : <https://www.grafiati.com/en/literature-selections/gee-google-earth-engine/>

## Related research topics

Monitoraggio Geotechnical Engineering and Engineering Geology General Engineering  
Forestry Earth observation Ciências sociais – Geografia económica e social  
Biochemistry Natural sciences Geography, Planning and Development  
Ciências exactas e naturais Geography Water Science and Technology  
Atmospheric Science General Medicine

# General Earth and Planetary Sciences

Google-earth-engine Remote sensing

General Environmental Science Geografia económica e social  
Social and economic geography Earth-Surface Processes Machine Learning  
Planning and Development Ciências sociais Civil and Structural Engineering Ecology  
General Agricultural and Biological Sciences General Mathematics  
Global and Planetary Change Nature and Landscape Conservation

## Contents

1. Journal articles
2. Dissertations / Theses
3. Books
4. Book chapters
5. Conference papers
6. Reports



## How do I cite Earth Engine in publications?

Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*

Bibtex:

```
@article{gorelick2017google,  
  title={Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone},  
  author={Gorelick, Noel and Hancher, Matt and Dixon, Mike and Ilyushchenko, Simon and Thau, David and Moore, Rebecca},  
  journal={Remote Sensing of Environment},  
  year={2017},  
  publisher={Elsevier},  
  doi={10.1016/j.rse.2017.06.031},  
  url={https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031}  
}
```

## GEE - Quels coûts pour GEE ?

Google Earth Engine n'est cependant pas gratuit totalement et des tarifs s'appliquent notamment dans le cadre d'une utilisation commerciale :

<https://cloud.google.com/earth-engine/pricing?hl=fr>



# Merci de votre attention

---

## **Hervé Parmentier**

Ingénieur cartographe/ géomaticien, géographe,

Cartographer & GIS engineer, geographer,

ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE DE LYON

Pôle de la Recherche, plateforme Ingénierie spatiale, Images et Géomatique (ISIG)

UMR 5600 - Laboratoire Environnement, Ville, Société

Bâtiment D4 / Descartes / Bureau D4-245

15 Parvis René Descartes, BP 7000

69342 Lyon cedex 07

Email : [herve.parmentier@ens-lyon.fr](mailto:herve.parmentier@ens-lyon.fr)

Tel :(00 33) 4.37.37.64.37



# Cas Pratique avec Google Earth Engine

---

Barbara Belletti, Pierre Lochin,  
Hervé Parmentier, Louis Rey



# Cas Pratique n°1

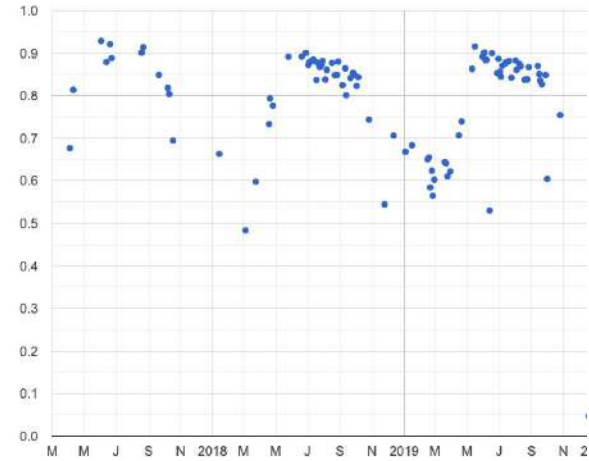
Téledétection de la végétation sous GEE  
Exemple du corridor fluvial du Rhône

---

Pierre Lochin



→ Comment analyser la végétation avec GEE ?



Deux objectifs principaux :

→ Suivre les dynamiques végétales des forêts ripariennes ?

→ Visualiser les différences d'évolution de la végétation en période de sécheresse ?

# Contexte et sites d'études



→ Analyser les dynamiques végétaives des ripisylves via l'indice de végétation du NDVI.



- 17 sites répartis le long du Rhône
- Caractéristiques homogènes :
  - Densité de la canopée
  - Maturité des peuplements
  - Espèces
  - Surface



- Utilisation des données Sentinel via GEE
- Utilisation de l'indice de végétation du NDVI

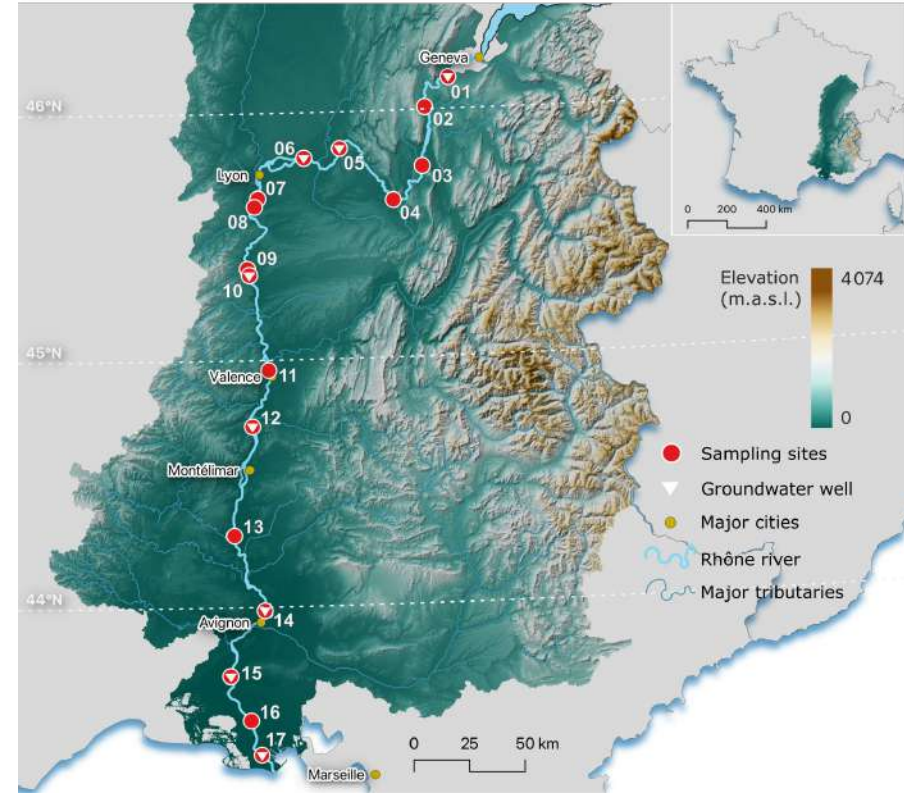


Fig.1 - Localisation des 17 sites d'études



# GEE - Pourquoi ?

## Utilisation de Sentinel-2 entre 2016 et 2022

- Résolution temporelle de 5 jours soit :
  - potentiellement 511 images pour chaque site
  - soit  $511 * 6$  tuiles = 3066 images potentielles à traiter
- 1 tuile complète  $\approx$  0.8 GB, potentiellement 2.5 TB d'images

**Nécessite une grosse capacité de traitement, de stockage, de temps et d'accès à internet à haut débit**

**Au contraire GEE permet d'éviter :**

-  Le temps de téléchargement et de traitement,
-  de posséder des équipements performants,
-  d'encombrer ses capacités de stockage.

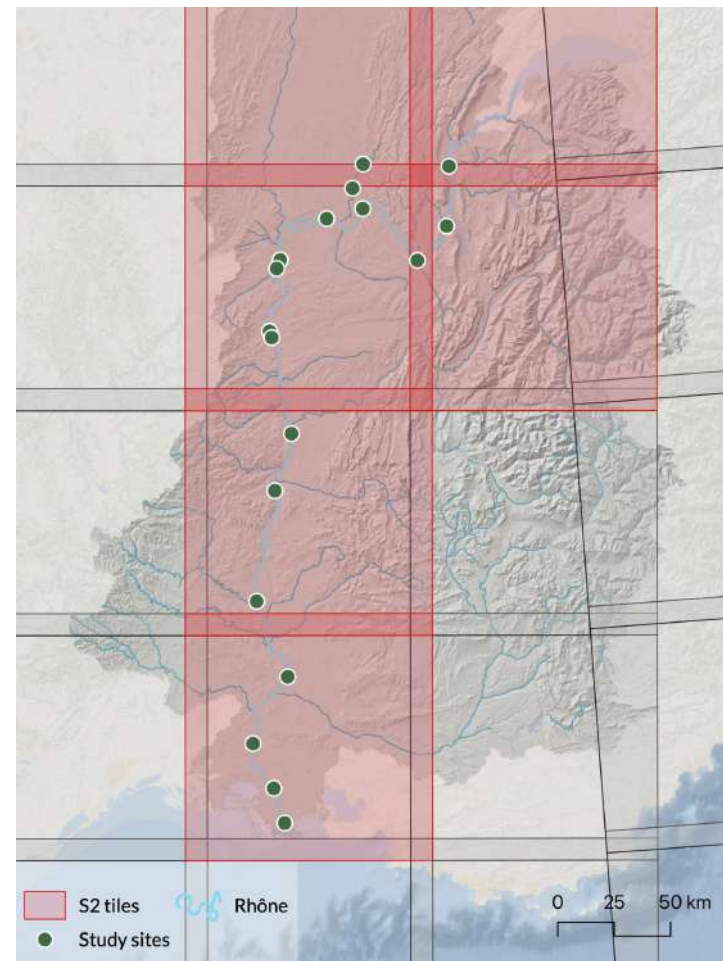


Fig.2 - Localisation des tuiles S2.

# Calcul d'indice de végétation à large échelle



## 1. Filtrer les images



Les images doivent provenir des satellites Sentinel-2 et couvrir notre zone d'étude sur l'année 2022



Sélectionner uniquement des images avec une faible couverture nuageuse

## 2. Créer les fonctions



Les zones d'extraction sur les images doivent être exemptes de couverture nuageuse



Corriger les images des effets de l'atmosphère et préparer le calcul du NDVI

## 3. Appliquer les fonctions



Appliquer la fonction de masque de nuage, de correction atmosphérique et calculer le NDVI.

## 4. Visualiser et exporter le résultat



Obtenir un graphique par site, montrant l'évolution du NDVI et être capable de l'exporter en CSV.

# Étape 1 - Limiter l'emprise géographique



Importer son emprise géographique

```
//-----Importer le shapefile-----//  
var Rhone = ee.FeatureCollection('users/pierrelchn/Sites_Norm_17');  
Map.centerObject(Rhone);  
Map.addLayer (Rhone);
```

Scripts Docs **Assets**

NEW ADD A PROJECT

CLOUD ASSETS

- mindful-bivouac-312508

LEGACY ASSETS

- users/pierrelchn
  - BRC\_final\_Depreshyf
  - Brotteaux
  - Couronnes\_3sites
  - Evieu\_Sables\_Deversoir\_loc
  - Foret\_Reserve
  - Loc\_trees\_2154
  - PA\_FR\_modele
  - Populus\_alba\_PSDRF
  - Sites\_Norm
  - Sites\_Norm\_17
  - foret\_DON
  - foret\_reserve\_PDR
  - test

- Image Upload
  - GeoTIFF (.tif, .tiff) or TFRecord (.tfrecord + .json)
- Table Upload
  - Shape files (.shp, .shx, .dbf, .prj, or .zip)
  - CSV file (.csv)
- Image collection
- Folder

# Étape 1 - Filtrer les bases de données



Sélection de la source  
des données

```
32 var S2 = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2_HARMONIZED')  
33 .filterDate('2022-01-01', '2022-12-31')  
34 .filterBounds(Rhone)  
35 .filterMetadata('CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE', 'less_than', 20);
```



Sélection de la  
période temporelle



Limiter l'emprise  
géographique



Limiter les images nuageuses



Ici, on sélectionne des images avec moins de 20%  
de couverture nuageuse

► ImageCollection COPERNICUS/S2\_HARMONIZED (272 elements, 16 bands)



Si, on passe à un filtre moins important (60%), on  
obtient plus d'images

► ImageCollection COPERNICUS/S2\_HARMONIZED (449 elements, 16 bands)

```
35 .filterMetadata('CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE', 'less_than', 60);
```

## Étape 2 - Masquer les nuages



```
//-----Masque de nuages-----//  
  
var maskcloud1 = function(image) {  
  var QA60 = image.select(['QA60']);  
  var clouds = QA60.bitwiseAnd(1<<10).or(QA60.bitwiseAnd(1<<11)); // this gives us cloudy pixels  
  return image.updateMask(clouds.not()); // remove the clouds from image  
};
```



Limiter les images nuageuses et masquer les nuages sur les images restantes via une fonction

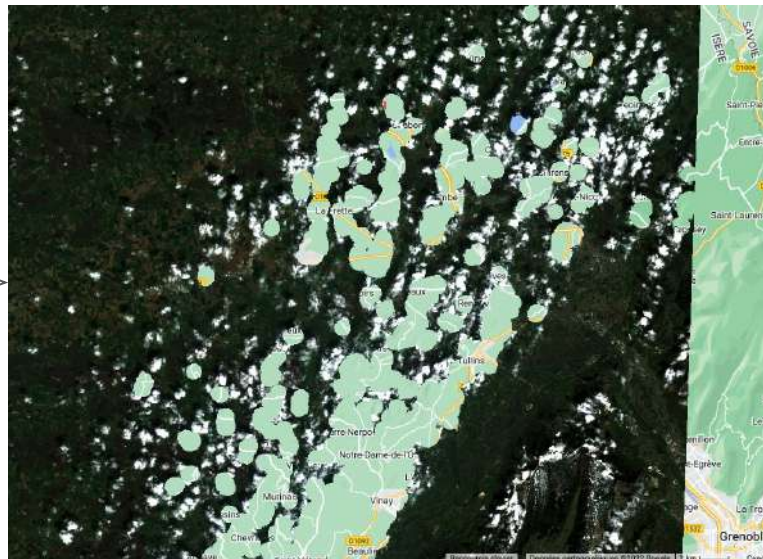


Image S2 après le masque de nuage



## Earth Engine Data Catalog

[Home](#)[View all datasets](#)[Browse by tags](#)[Landsat](#)[MODIS](#)[Sentinel](#)[API Docs](#)

### Surface Reflectance

Level-2A orthorectified atmospherically corrected surface reflectance.

Dataset availability 2017-03-28 – Present



```
41 var S2 = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2_SR')
```



### Top-of-Atmosphere Reflectance

Level-1C orthorectified top-of-atmosphere reflectance.

Dataset availability 2015-06-23 – Present

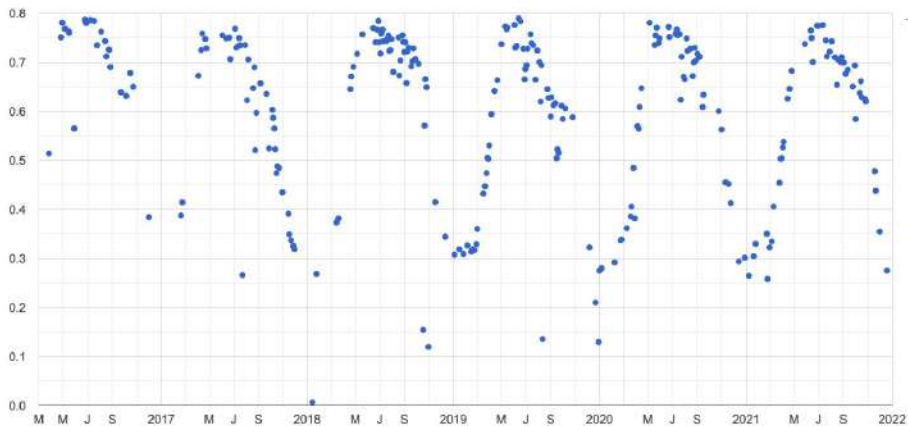
```
41 var S2 = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2')
```

# Étape 2 - Correction atmosphérique

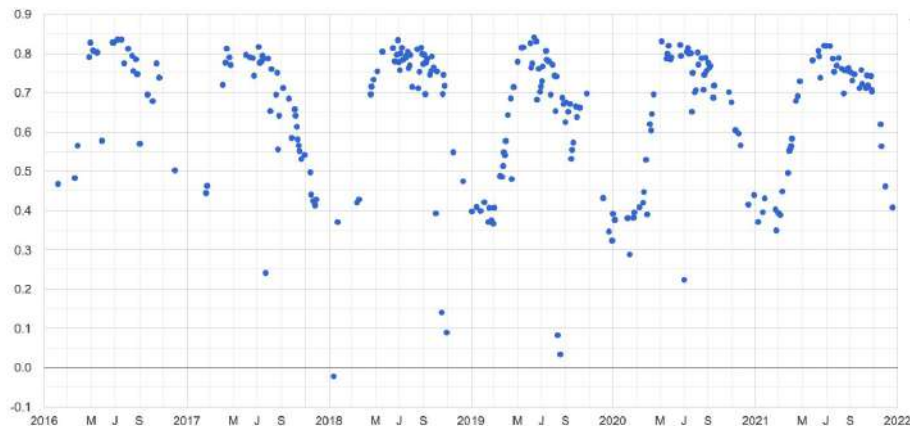


```
//-----Correction atmo-----//  
  
var siac = require('users/marcyinfeng/utis:SIAC');  
  
function boa_toa(image){  
    return siac.get_sur(image);  
}
```

Yin, F., Lewis, P. E., Gomez-Dans, J., & Wu, Q. (2019, February 21). A sensor-invariant atmospheric correction method: application to Sentinel-2/MSI and Landsat 8/OLI.  
<https://doi.org/10.31223/osf.io/ps957>



NDVI sans correction atmosphérique



NDVI avec correction atmosphérique (SIAC)

## Étape 2 - Préparer le calcul du NDVI



```
//-----Calcul du NDVI-----//  
  
function addNDVI(image) {  
  return image  
    .addBands(image.normalizedDifference(['B8', 'B4'])  
      .rename('NDVI')); //change new band name from 'nd' to 'NDVI'  
}
```

Définition d'une fonction permettant le calcul du NDVI sur les bandes des images S2.

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

Bands				
Name	Scale	Pixel Size	Wavelength	Description
B1	0.0001	60 meters	443.9nm (S2A) / 442.3nm (S2B)	Aerosols
B2	0.0001	10 meters	496.6nm (S2A) / 492.1nm (S2B)	Blue
B3	0.0001	10 meters	560nm (S2A) / 559nm (S2B)	Green
B4	0.0001	10 meters	664.5nm (S2A) / 665nm (S2B)	Red
B5	0.0001	20 meters	703.9nm (S2A) / 703.8nm (S2B)	Red Edge 1
B6	0.0001	20 meters	740.2nm (S2A) / 739.1nm (S2B)	Red Edge 2
B7	0.0001	20 meters	782.5nm (S2A) / 779.7nm (S2B)	Red Edge 3
B8	0.0001	10 meters	835.1nm (S2A) / 833nm (S2B)	NIR
B8A	0.0001	20 meters	864.8nm (S2A) / 864nm (S2B)	Red Edge 4
B9	0.0001	60 meters	945nm (S2A) / 943.2nm (S2B)	Water vapor
B10	0.0001	60 meters	1373.5nm (S2A) / 1376.9nm (S2B)	Cirrus
B11	0.0001	20 meters	1613.7nm (S2A) / 1610.4nm (S2B)	SWIR 1
B12	0.0001	20 meters	2202.4nm (S2A) / 2185.7nm (S2B)	SWIR 2
QA10		10 meters		Always empty
QA20		20 meters		Always empty
QA60		60 meters		Cloud mask

## Étape 3 - Appliquer les fonctions



```
//-----Masque de nuages-----//  
var maskcloud1 = function(image) {  
  var QA60 = image.select(['QA60']);  
  var clouds = QA60.bitwiseAnd(1<<10).or(QA60.bitwiseAnd(1<<11)); // this gives us cloudy pixels  
  return image.updateMask(clouds.not()); // remove the clouds from image  
};
```

```
//-----Correction atmo-----//  
var siac = require('users/marcyinfeng/Utils:SIAC');  
  
function boa_toa(image){  
  return siac.get_sur(image);  
}
```

```
//-----Calcul du NDVI-----//  
function addNDVI(image) {  
  return image  
    .addBands(image.normalizedDifference(['B8', 'B4'])  
      .rename('NDVI')); //change new band name from 'nd' to 'NDVI'  
}
```

```
var S2_final = S2.map(maskcloud1)  
  .map(boa_toa)  
  .map(addNDVI);
```

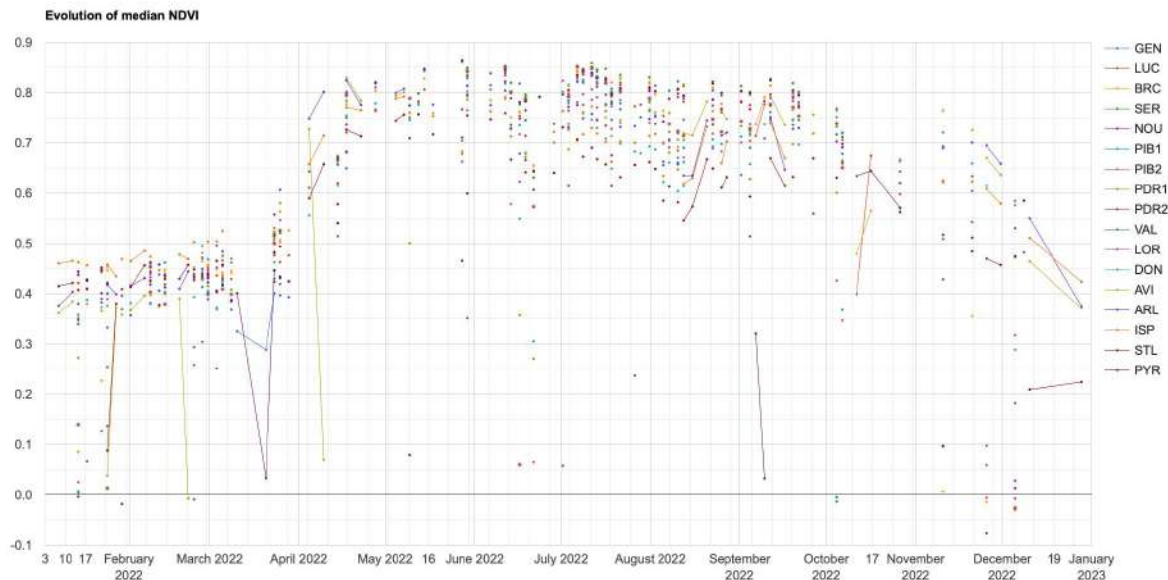
# Étape 4 - Visualiser les résultats



Définition de la collection  
d'images à utiliser, de l'échelle...

Option de représentation : type  
de graph, titre, nom des axes

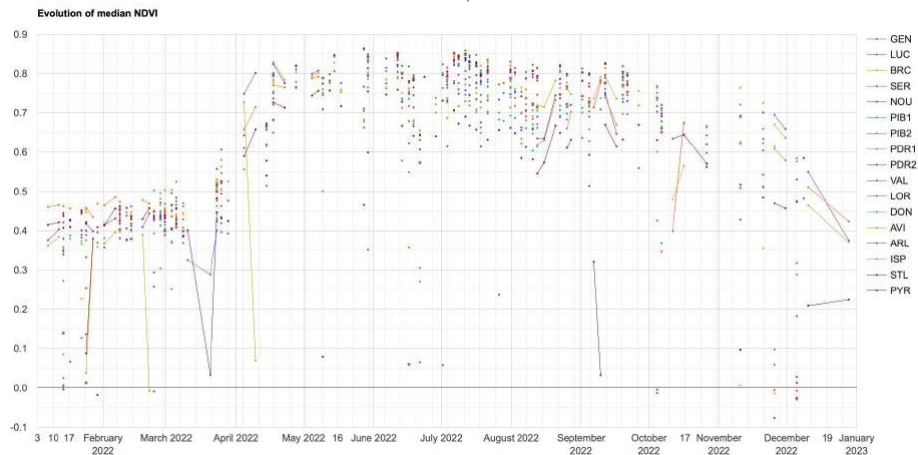
```
var graph = ui.Chart.image.seriesByRegion({  
  imageCollection: S2.select('NDVI'),  
  regions: Rhone,  
  reducer: ee.Reducer.median(),  
  scale: 10,  
  seriesProperty: 'Site',  
})  
.setChartType('ScatterChart')  
.setOptions({title: 'Evolution of median NDVI', vAxis: {title: 'NDVI'},  
  lineWidth: 1, pointSize: 2,});  
print(graph);
```



# Étape 4 - Exporter les résultats



2 options pour exporter :



```
var table_NDVI = S2.select('NDVI');  
Export.table.toDrive({  
  collection: table_NDVI,  
  description: "NDVI_17sites",  
  fileFormat: 'CSV'  
});
```

Sans passer par la visualisation, directement en fichier csv vers le drive.

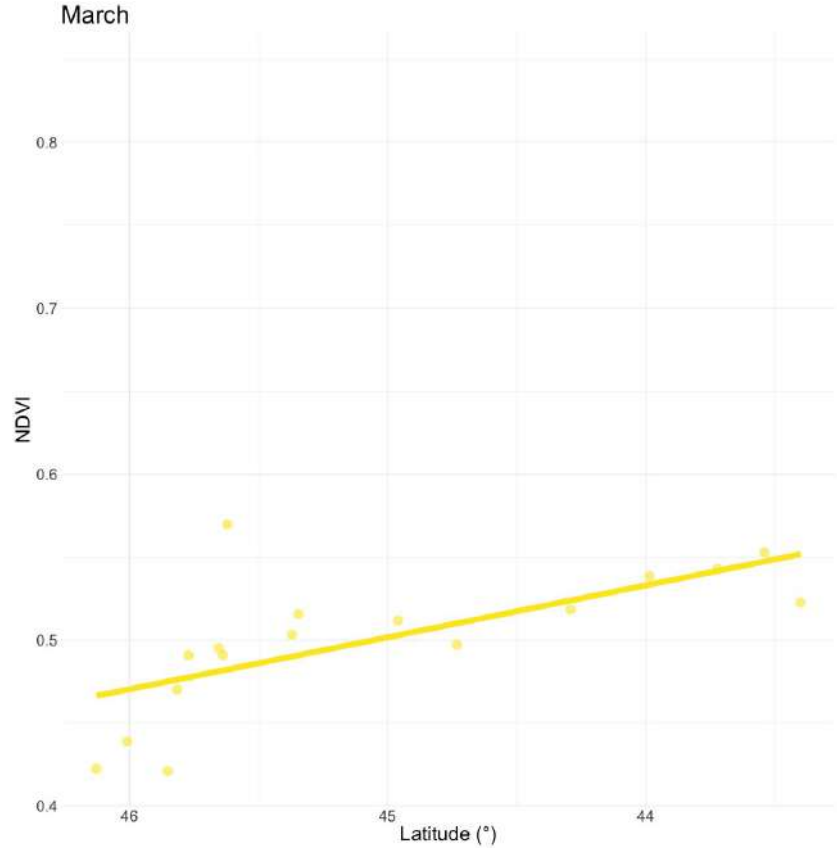
Download CSV

Download SVG

Download PNG

Directement depuis la fenêtre de visualisation

# Étape 4 - Exporter les résultats



# Visualiser l'évolution de la végétation



## 1. Pré-traitement



Choix de la période, du satellite, de l'emprise



Masque de nuages

## 2. Calcul sur les images



Choix des deux périodes à comparer et calcul des médianes sur les deux périodes. Puis différence entre les deux médianes.

## 3. Visualisation



Visualiser l'évolution de la végétation et choisir la bonne représentation graphique

## 4. Exporter le résultat



Exporter le résultat final.

# Étape 1 - Pré-traitements sur les images



```
//-----Importer le shapefile-----//  
var geometry = ee.FeatureCollection('users/pierrelchn/foret_reserve_PDR');  
Map.centerObject(geometry);  
Map.addLayer (geometry);
```

```
//-----Prétraitement images-----//
```

```
var S2_Juin = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2_SR_HARMONIZED')  
  .filterDate('2022-06-01', '2022-06-30')  
  .filterBounds(geometry)  
  .filterMetadata('CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE', 'less_than', 30)  
  .map(maskcloud1)  
  .map(addNDVI);
```

```
print(S2_Juin);
```

```
var S2_Aout = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2_SR_HARMONIZED')  
  .filterDate('2022-08-01', '2022-08-31')  
  .filterBounds(geometry)  
  .filterMetadata('CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE', 'less_than', 30)  
  .map(maskcloud1)  
  .map(addNDVI);
```

```
print(S2_Aout);
```



## Étape 2 - Calcul sur les images



```
var S2_Juin = S2_Juin.median().clip(geometry);  
var S2_Juin = S2_Juin.select('NDVI');
```



NDVI médian juin

```
var S2_Aout = S2_Aout.median().clip(geometry);  
var S2_Aout = S2_Aout.select('NDVI');
```



NDVI médian août

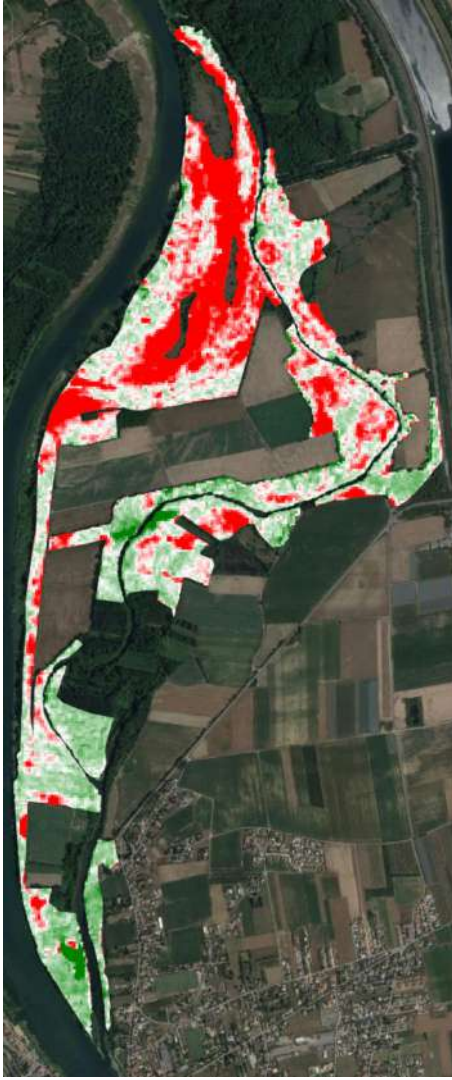
# Étape 2 - Calcul sur les images



-



=



NDVI médian Août

NDVI médian Juin



```
var ndvi_diff = S2_Aout.subtract(S2_Juin);  
var ndviParams = {min: -0.09, max: 0.05, palette: ['red', 'white', 'green']};  
Map.addLayer(ndvi_diff, ndviParams, "NDVI", true);
```

# Étape 3 - Visualisation



NDVI visualization parameters

1 band (Grayscale)  3 bands (RGB)

NDVI

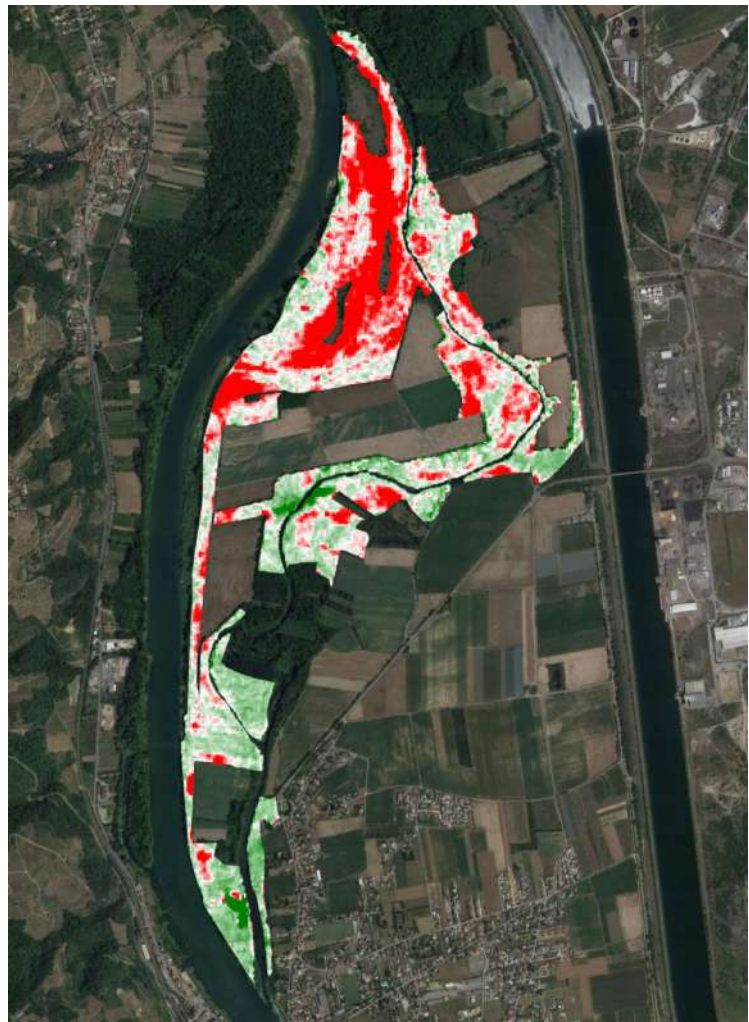
Range: -0,09 - 0,05 Custom

Opacity: 1.00

Gamma  Palette








Import Apply Close

```
Export.image.toDrive({  
  image: ndvi_diff,  
  description: 'NDVI_DIFF_2022',  
  region: geometry,  
  scale:10,  
  fileFormat: 'GeoTIFF'  
});
```





## Mon point de vue ?

-  Me permet un gain de temps considérable
-  Nombreuses ressources d'aide
-  Disponibilité des images Sentinel sur GEE
-  Manque de possibilité de visualisation et d'export
-  Prise en main du langage Javascript
-  Faiblesse de l'enseignement de GEE en France
-  Accessibilité gratuite dans le futur avec Google?



# Merci beaucoup

---

Pierre Lochin  
pierre.lochin@ens-lyon.fr

# Cas Pratique n°2

Évolution surfacique de la couverture de  
neige sur le glacier de Mont-de-Lans de  
2000 à 2020

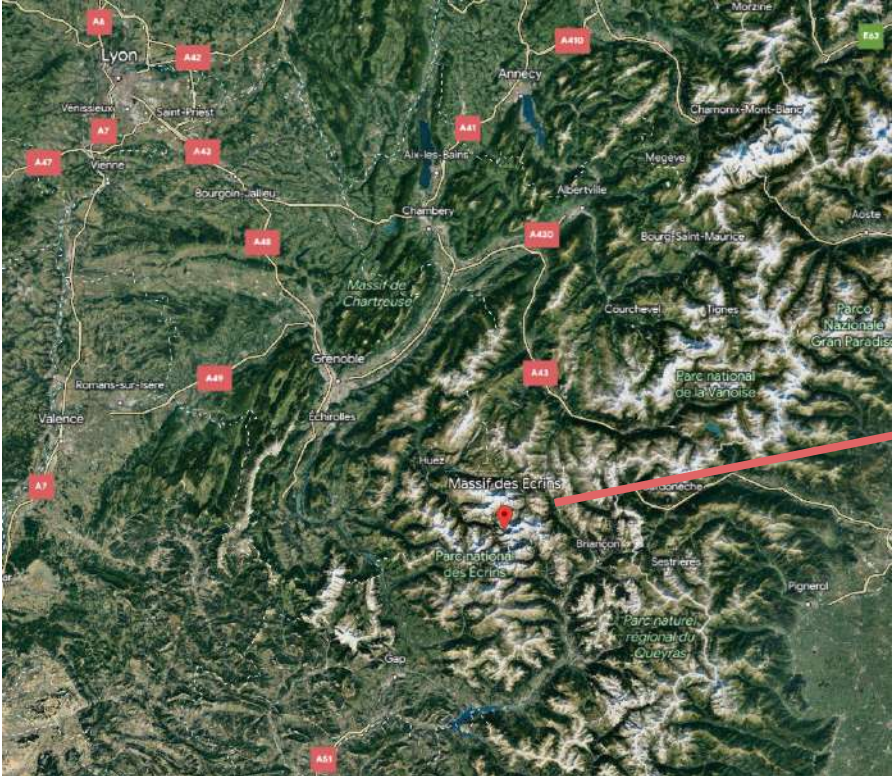
---

Louis Rey



# Site d'étude : Dans le massif des Ecrins

Massif des Ecrins → Hautes-Alpes et Isère (Barre des Écrins, 4012 m )



# Site d'étude : Le Glacier de Mont-de-Lans

Activité économique/touristique



L'exploitation des remontées mécaniques représentait en 2019 un chiffre d'affaires de 40 millions d'euros avec 1,2 million de journées-skieur

# Site d'étude : Le Glacier de Mont-de-Lans

Réchauffement climatique ... + de 3 degrés de réchauffement depuis 1850

Isotherme 0°C > 4000 mètres NGF

- 1. Quelle évolution de la couverture neigeuse sur le glacier de Mont-de-Lans entre 2000 et 2020 ?**  
**→ Représenter cette évolution annuelle sous forme d'un GIFF de la période et d'un graphique ?**

## Fonctions post-traitements des images

```
//#####  
//      // Cloud masking and scale factor  
//#####  
  
var maskL7SR2 = function fmask(img) {  
  var cloudShadowBitMask = 1 << 3;  
  var cloudsBitMask = 1 << 5;  
  var qa = img.select('QA_PIXEL');  
  var mask = qa.bitwiseAnd(cloudShadowBitMask).eq(0)  
    .and(qa.bitwiseAnd(cloudsBitMask).eq(0));  
  return img.updateMask(mask);  
};  
  
// Applies scaling factors --> Add two bands of scaling factors  
function applyScaleFactors(image) {  
  var opticalBands = image.select('SR_B4').multiply(0.0000275).add(-0.2);  
  var opticalBands2 = image.select('SR_B3').multiply(0.0000275).add(-0.2);  
  return image.addBands(opticalBands, null, true) // one more band  
    .addBands(opticalBands2, null, true); // one more band  
}
```

## Fonctions pour créer l'indice NDSI et couper nos images

```
//#####  
////////// NDSI function //////////  
//#####  
var addNDSI = function(image) {  
    var ndsi = image.normalizedDifference(['SR_B2', 'SR_B5']).rename('NDSI');  
    return image.addBands(ndsi);  
};  
  
//#####  
////////// DECOUPER IMAGE par REGION //////////  
//#####  
  
var clipImageByRegion = function(image) { // image must be an image georeferenced  
    return image.clip(region);  
};
```

# L'indice NDSI

NDSI = Normalized Difference Snow Index =  $(\text{Green} - \text{Shortwave Infrared}) / (\text{Green} + \text{Shortwave Infrared})$

- NDSI > 0 → is considered to have some snow présent (NDSI = 1, 100% snow cover)
- A pixel with NDSI <= 0.0 is a snow free land surface (Riggs et al., 2016).

“Snow typically has very high visible (VIS) reflectance and very low reflectance in the shortwave infrared (SWIR), a characteristic used to detect snow by distinguishing between snow and most cloud types”

Images Landsat 7 : Bande 2 et bande 5

Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)

Landsat 7	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
Band 1 - Blue	0.45-0.52	30
Band 2 - Green	0.52-0.60	30
Band 3 - Red	0.63-0.69	30
Band 4 - Near Infrared (NIR)	0.77-0.90	30
Band 5 - Shortwave Infrared (SWIR) 1	1.55-1.75	30
Band 6 - Thermal	10.40-12.50	60 (30)
Band 7 - Shortwave Infrared (SWIR) 2	2.09-2.35	30
Band 8 - Panchromatic	0.52-0.90	15



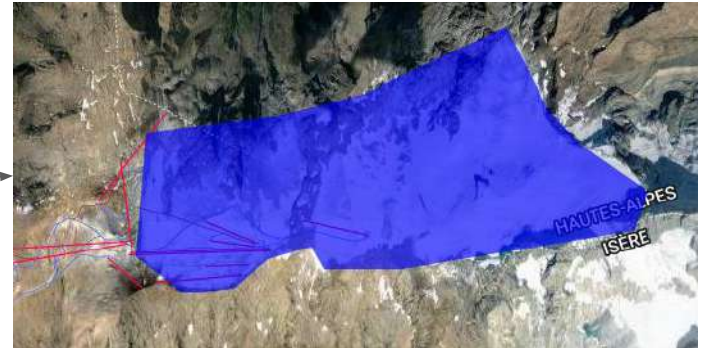
# Import dans GEE du site d'étude

Importer le polygone du site d'étude pré-délimité

```
// Center on the study area and add polygone to the map
```

```
var polygon =  
  /* color: #0000ff */  
  /* shown: false */  
  ee.Geometry.Polygon(  
    [[[6.211501747459622, 44.99322849101819],  
      [6.214505821556302, 44.99322849101819],  
      [6.218883186668607, 44.993592681666556],  
      [6.2234322131578645, 44.9963847330818],  
      [6.229354530662747, 44.99753793201176],  
      [6.23119725645942, 44.99536532685774],  
      [6.2417506247423615, 44.99540346239954],  
      [6.273760347528667, 44.9991221244209],  
      [6.275691519483777, 45.002915260236136],  
      [6.266164313062879, 45.00764875782271],  
      [6.262044440016004, 45.010804205585664],  
      [6.256207953199597, 45.01893475058213],  
      [6.2365527255384645, 45.012442542591316],  
      [6.225480566724988, 45.0103187633984],  
      [6.206685731967738, 45.008595861794646],  
      [6.20539827164059, 44.99664019020416]]]]);
```

```
Map.addLayer (polygon, {}, 'site étude');  
Map.centerObject(region); // center the map according to the region of study
```



# Choix images satellites

## Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)

Landsat 7	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
Band 1 - Blue	0.45-0.52	30
Band 2 - Green	0.52-0.60	30
Band 3 - Red	0.63-0.69	30
Band 4 - Near Infrared (NIR)	0.77-0.90	30
Band 5 - Shortwave Infrared (SWIR) 1	1.55-1.75	30
Band 6 - Thermal	10.40-12.50	60 (30)
Band 7 - Shortwave Infrared (SWIR) 2	2.09-2.35	30
Band 8 - Panchromatic	.52-.90	15

- Période couverte : 2000 - 2020
- Satellite revisit period : **16 days** → **2 imgs par mois**
- Couverture spatiale de 170 km Nord Sud et 183 km Est Ouest

# Sélection des images satellites

```
var LS7 = ee.ImageCollection("LANDSAT/LE07/C02/T1_L2") // Level 2 product from the BOA, atmospheric correction already proceed
.filterDate('2000-01-01', '2020-12-31') // date filter
.filterBounds(region) // filter images in contact with the region
.filterMetadata('CLOUD_COVER', 'less_than', 30) // filter of cloud cover
.map(maskL7SR2) //apply the cloud mask
.map(applyScaleFactors) // apply the scale factors
.map(addNDSI).select('NDSI'); // Select only the NDSI layer Or Image.addBands to add a new band of NDSI

print(LS7);

// apply the function clipImageByRegion at all images

LS7 = LS7.map(clipImageByRegion)
```

Filtrer couverture nuageuses

Masque de nuage

Calcul NDSI

Couper les images par la zone d'étude

# Calculer l'indice moyen de NDSI pour une période définie

Juillet-Août et septembre = Plus faible extension du couvert neigeux

```
// Create a list of years from the period
var startYear = 2000;
var endYear = 2020;

var years = ee.List.sequence(startYear, endYear);
print(years, "year");

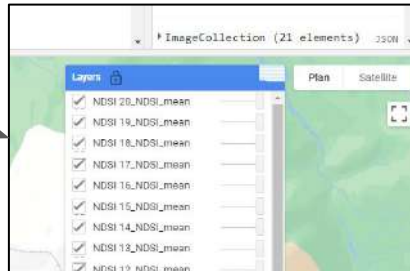
//////// Create a function to calculate the mensual mean of NDSI////////
var calculateMonthlyNDSI = function(year) {
  var startDate = ee.Date.fromYMD(year, 7, 1); //between July and september
  var endDate = ee.Date.fromYMD(year, 9, 30);

  var ndsiCollection = LS7.filterDate(startDate, endDate); //Filter images according to the periode
  var monthlyMean = ndsiCollection.reduce(ee.Reducer.mean()); // Apply the mean on all filtered images
  return monthlyMean.set('year', year);
};
```

# Ajouter les couches de NDSI pour la période définie

Juillet-Août et septembre = Plus faible extension du couvert neigeux

```
var periodNDSIList = years.map(calculateMonthlyNDSI);  
  
// Convert the list to an image stack where each band represents a different year  
// "Tobands" Converts a collection to a single multi-band image containing all of the bands of every image in the collection  
var monthlyNDSIImage = ee.ImageCollection(periodNDSIList).toBands();  
  
// Get the list of band names (years)  
var bandNames = monthlyNDSIImage.bandNames();  
print(bandNames, 'bande_names'); // afficher les noms  
  
// Create a function to add the image to the map. Each layer representing a different year  
bandNames.evaluate(function(bandNames) {  
  bandNames.forEach(function(year) {  
    var ndsiYear = monthlyNDSIImage.select([year]);  
    Map.addLayer(ndsiYear, {min: -1, max: 1, palette: ['0000FF', 'FFFFFF', '00FF00']}, 'NDSI ' + year);  
  });  
});  
  
print(monthlyNDSIImage);
```



# Exporter les images annuelles de NDSI

```
// Iterate through each band (year) to export as an image for each year the mean NDSI pixels

var bandNames_2 = monthlyNDSIImage.bandNames().getInfo(); // Get the list of band names (years)

print(bandNames_2)

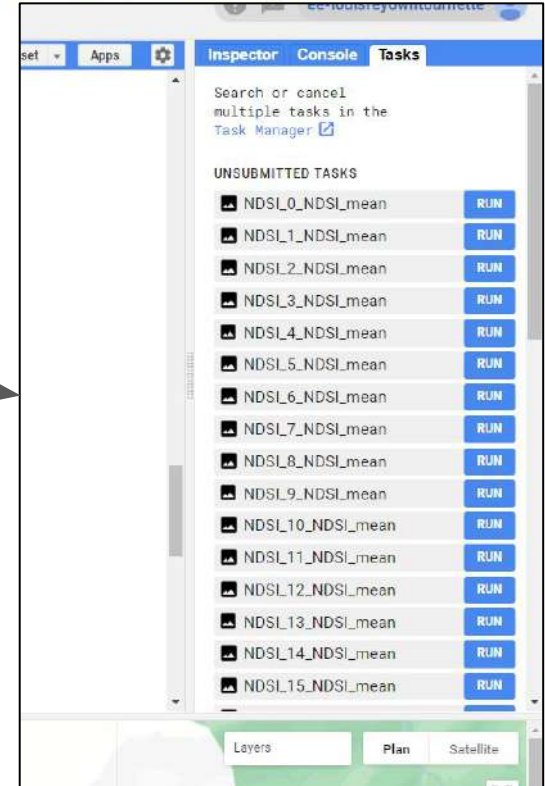
bandNames_2.forEach(function(year) {
var ndsiYear = monthlyNDSIImage.select([year]);

// Define an export region (you can adjust this)
var exportRegion = region;

// Define export parameters for images
var exportParams = {
  image: ndsiYear,
  description: 'NDSI_' + year,
  folder: 'GEE_TP', // Replace with your desired folder
  scale: 30, // Spatial resolution in meters
  region: exportRegion,
  maxPixels: 1e13 // Adjust as needed
};

// Export the image

Export.image.toDrive(exportParams);
});
```



# Créer un URL pour un GIFF\*

\*GIF = Graphic Interchange Format

```
////////// Create a GIFF //////////
```

```
// Convertissez la liste en une collection
```

```
var monthlyNDSICollection = ee.ImageCollection(periodNDSIList);
```

```
// Affichez la collection de moyennes mensuelles
```

```
print(monthlyNDSICollection, 'test');
```

```
// Création d'une URL pour visualiser le gif, puis affichage de celui-ci dans la console
```

```
var gif = monthlyNDSICollection.getVideoThumbURL({
```

```
  dimensions: 1200,
```

```
  framesPerSecond: 0.5,
```

```
  region: region
```

```
});
```

```
print("Link to see the gif :", gif);
```



Créer un URL pour un GIFF\*



Utiliser d'autres logiciels pour faire votre GIFF conseiller

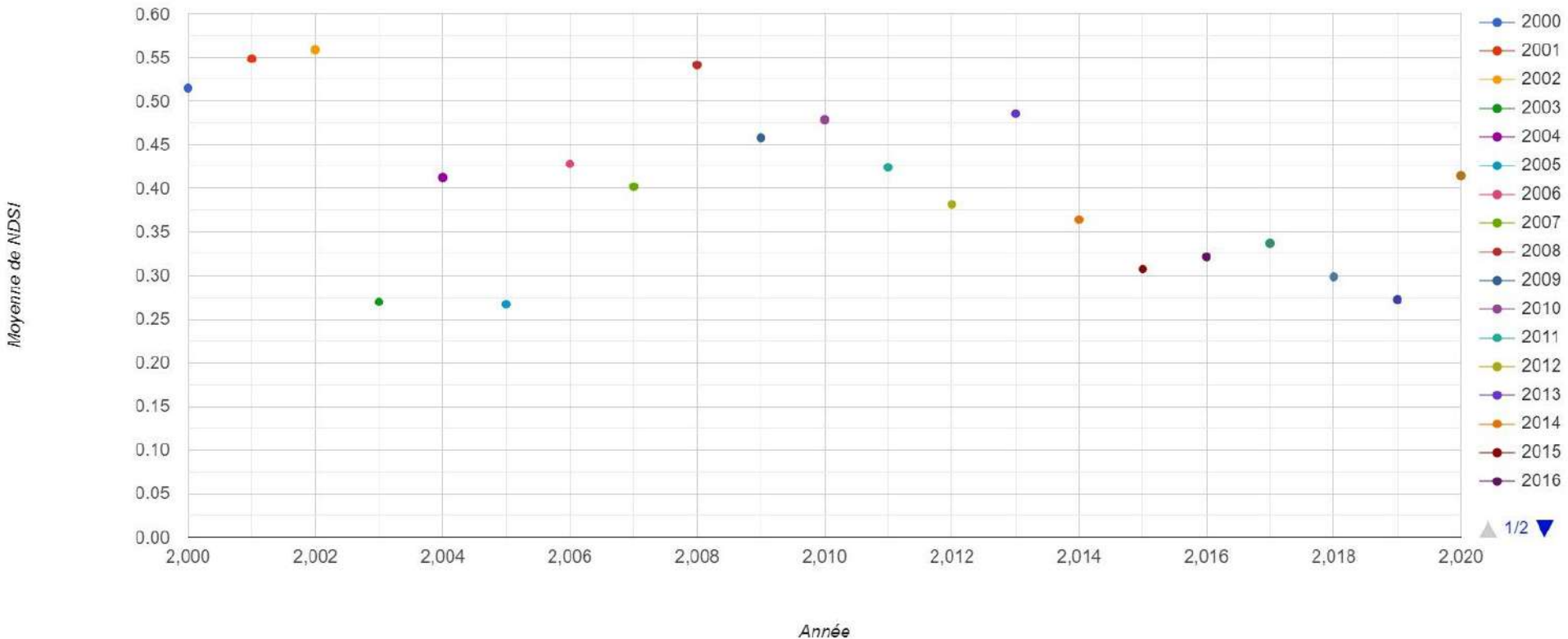
Ex : Illustrator

## Créer un graphique de la moyenne de NDSI sur les mois sélectionnés entre 2000 et 2020

```
////////// Create a graph with the mean of NDSI of each year ////////////  
  
// Convertissez la liste en une collection  
var monthlyNDSICollection = ee.ImageCollection(periodNDSIList);  
  
// Affichez la collection de moyennes mensuelles  
print(monthlyNDSICollection);  
  
// Variable to create a graph of the mean NDSI of the surface for the period given  
var chart = ui.Chart.image.seriesByRegion({  
  imageCollection: monthlyNDSICollection,  
  regions: region,  
  reducer: ee.Reducer.mean(),  
  scale: 30,  
  xProperty: 'year',  
  seriesProperty: 'year'  
}).setOptions({  
  title: 'Moyenne de NDSI entre juillet et septembre par année',  
  trendlines: {type: 'linear', visibleInLegend: true},  
  hAxis: {title: 'Année'},  
  vAxis: {title: 'Moyenne de NDSI'}  
});  
  
chart = chart.setChartType('ScatterChart');  
  
// Afficher le graphique  
print(chart);
```

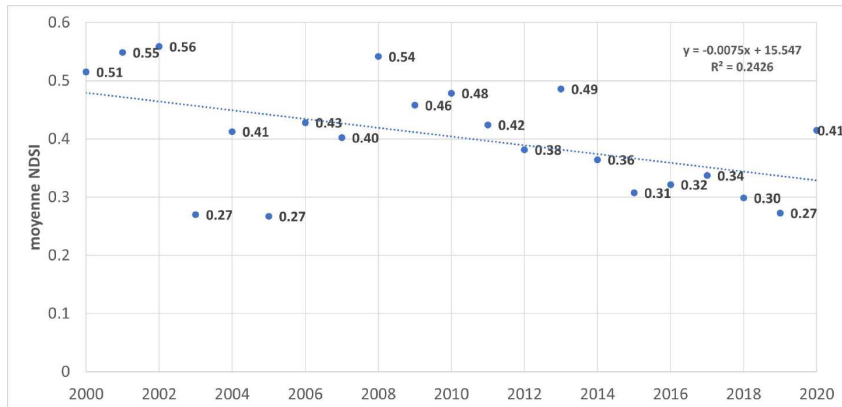
# Créer un graphique de la moyenne de NDSI sur les mois sélectionnés entre 2000 et 2020

Moyenne de NDSI entre août et septembre par année

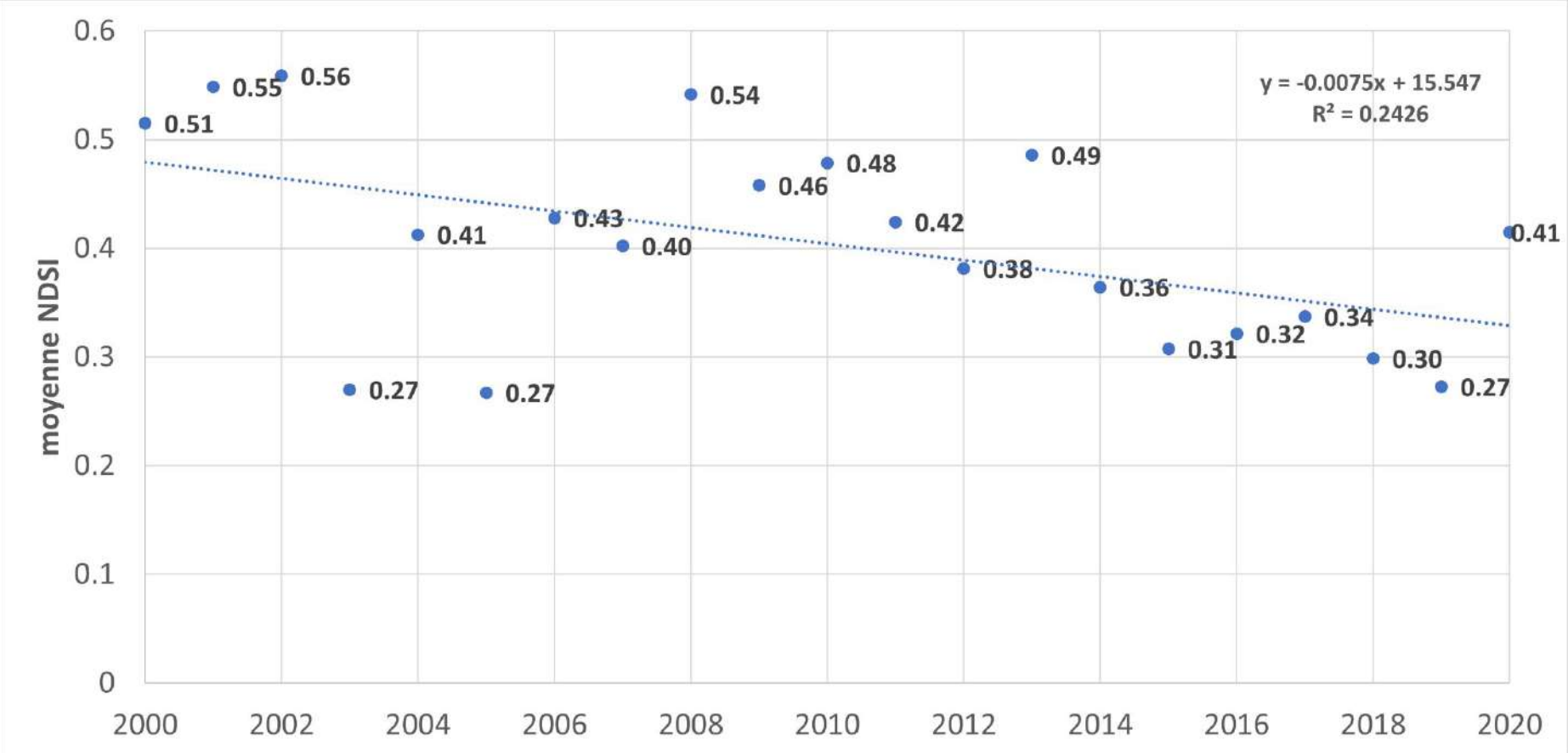


# Exporter vos données en csv pour faire votre graphique dans Excel

```
var annualNDSIImage = monthlyNDSICollection.toBands();  
  
var featureCollection = annualNDSIImage.reduceRegions({ // cette fonction s'applique seulement à une image  
  collection: region,  
  reducer: ee.Reducer.mean(),  
  scale: 30  
});  
  
Export.table.toDrive({  
  collection: featureCollection,  
  description: 'NDSI_Moyen_juillet_septembre', // Donnez un nom descriptif à votre fichier  
  fileFormat: 'CSV'  
});
```



# Exporter vos données en csv pour faire votre graphique dans Excel



# Quels images satellites choisir ?

Landsat 7 ETM+, très longue chronique entre 1999 et 2020 ⇒ LANDSAT/LE07/C02/T1\_L2

- Band 1 Blue (0.45 - 0.52  $\mu\text{m}$ ) 30 m
- Band 2 Green (0.52 - 0.60  $\mu\text{m}$ ) 30 m
- Band 3 Red (0.63 - 0.69  $\mu\text{m}$ ) 30 m
- Band 4 Near-Infrared (0.77 - 0.90  $\mu\text{m}$ ) 30 m
- Band 5 Short-wave Infrared (1.55 - 1.75  $\mu\text{m}$ ) 30 m
- Band 6 Thermal (10.40 - 12.50  $\mu\text{m}$ ) 60 m Low Gain / High Gain
- Band 7 Mid-Infrared (2.08 - 2.35  $\mu\text{m}$ ) 30 m
- Band 8 Panchromatic (PAN) (0.52 - 0.90  $\mu\text{m}$ ) 15 m
- Ground Sampling Interval (pixel size): 30 m reflective, 60 m thermal
- Added the Band 6 Low and High gain 60 m thermal bands
- On-board calibration was added to Landsat 7: a Full Aperture Solar Calibrator (FASC) and a Partial Aperture Solar Calibrator (PASC), in addition to the 2 calibration lamps

Source :

<https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-7>

T1 et T2 sont des collections de rangement de images qui partagent des paramètres radiométriques et géométriques communs.

Les produits de niveau 1 sont les données d'image stockées dans des numéros numériques (DN), qui peuvent être converties en réflectance au sommet de l'atmosphère ou en radiance au niveau du capteur à l'aide des métadonnées fournies avec le produit.

Le produit de niveau 2 correspond aux données d'image calculées basées sur le produit de niveau 1. Certains produits de niveau 2 sont la réflectance de surface Landsat, la température de surface Landsat, etc.

# Cas Pratique n°3

Détection et analyse d'îlots de chaleur  
sur la métropole de Lyon en 2015

---

Hervé PARMENTIER



# Création du script - récapitulatif des étapes

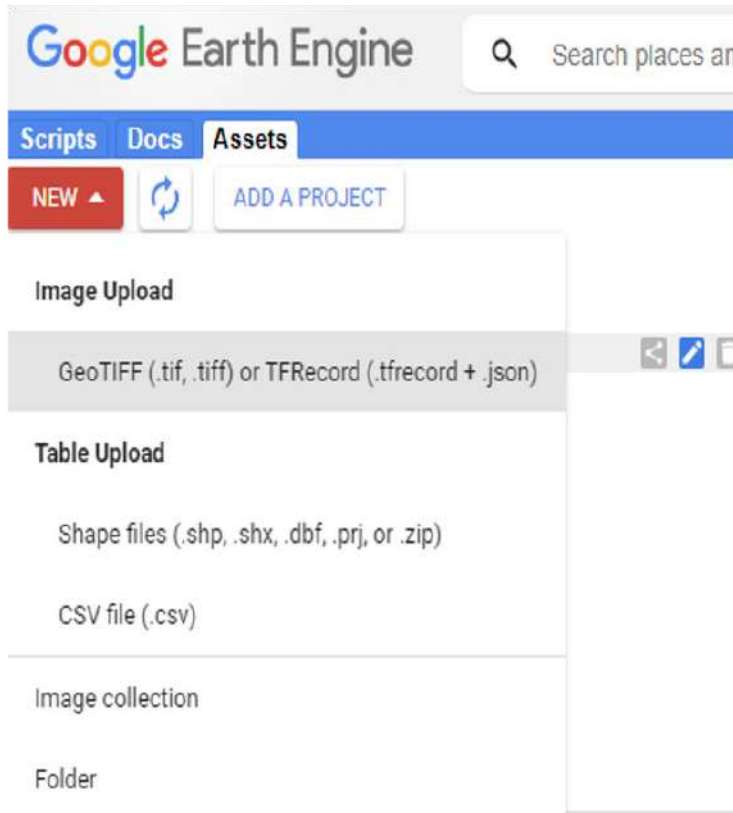


- 1 : Créer un dossier de travail dans l'arborescence « user »
- 2 : Définir l'**emprise de l'étude** et créer une géométrie polygonale dans la console, centrez la carte sur le polygone.
- 3 : Créer une seconde géométrie en points sur les placettes (échantillons des analyses de T°) du futur graphique d'analyse des températures. Point par point **remplacer les valeurs (X, Y) des points en suivant la méthode « Ermida »** décrite plus loin. (Puis effacer dans le gestionnaire)
- 4 : Adapter une **méthode développée sur Mumbai : "ERMIDA"**

<https://courses.spatialthoughts.com/end-to-end-gee-supplement.html#derive-lst-from-landsat-images>

- 5 : **Modifier les intitulées de localisation des zones échantillons du graphique** des températures annuelles ; rubrique : « **createthe LSt time series chart** »
- 6 : **Coder l'export de l'image et du graphique** ; Tester le script par « RUN » sur la console.

# Étape 1 - Créer un dossier de travail dans l'arborescence "User"



Allez en haut à gauche de l'interface code editor

- > Développer le menu
- > Choisissez "Folder"

## Étape 2 - Définir l'emprise de l'étude, créer la géométrie



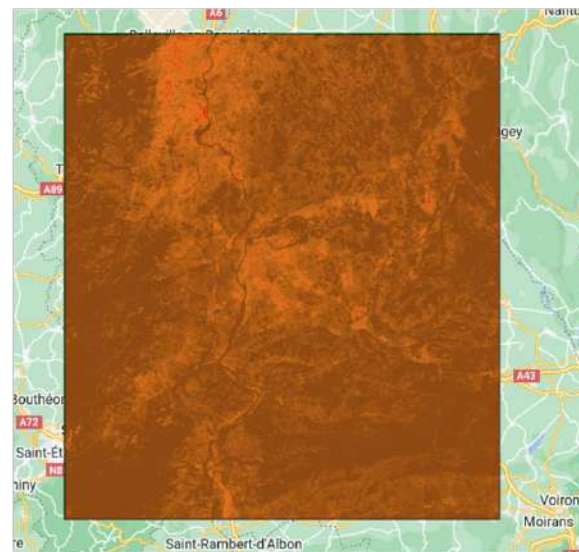
1- L'emprise de la métropole de Lyon peut être importée sous forme de shape dans Google Earth Engine

À partir du site suivant :

<https://data.grandlyon.com/portail/fr/jeux-de-donnees/circonscriptions-metropolitaines-2018-metropole-lyon/info>

\* Puis une délimitation en polygone carré peut être tracée l'englobant :

```
Landsat8_Thermique *
Imports (1 entry)
  var geometry: Polygon, 4 vertices
  type: Polygon
  coordinates: List (1 element)
    List (5 elements)
      0: [4.41001251927561, 45.331793166142866]
      1: [5.44547394505706, 45.331793166142866]
      2: [5.44547394505706, 46.11410102653335]
      3: [4.41001251927561, 46.11410102653335]
      4: [4.41001251927561, 45.331793166142866]
```



Puis saisir ce code pour afficher le carré d'emprise :

```
Map.centerObject(geometry, 12);
```

```
Map.addLayer(geometry, {}, 'polygoneLyon')
```

## Étape 3 - Créer une seconde géométrie en points sur les zones



### Objectif : créer 05 implantations :

```
var Miribel = ee.Geometry.Point([4.996851030504463,45.80232597733746]);  
var TetedOr = ee.Geometry.Point([4.852020576198277,45.776254160471424]);  
var Guillotiere = ee.Geometry.Point([4.853191766773399,45.749194814157036]);  
var Airport = ee.Geometry.Point([5.0863509051147915,45.7236297270986]);  
var Water = ee.Geometry.Point([4.945455068284477,45.80627603701807]);
```

### Méthode :

1- Reprendre le **code var « nom du lieu »** = ee.Geometry.Point dans la console du script

2- Définir la prise de point en utilisant la boîte à outils de tracés :

3- Récupérer les coordonnées et les coller comme suit (en blanc) :

```
var Miribel = ee.Geometry.Point ([4.996851030504463,45.80232597733746]),
```



4- Recommencer **autant de fois que de points à prendre**. (NB : Le nombre et l'implantation doit rester significatif).

Ici eau (Rhône), végétation (Tête d'Or/Miribel), urbain dense (Guillautière) et parking/tarmac

## Étape 4 - Utiliser une méthode éprouvée: ERMIDA



**//Importez la collection Landsat 8:**

```
var collection = ee.ImageCollection("LANDSAT/LC08/C01/T1");
```

**//Définissez la région d'intérêt (ROI) dans laquelle vous souhaitez afficher l'image thermique.**

```
var roi = ee.Geometry.Rectangle([longitude_min, latitude_min, longitude_max, latitude_max]);
```

**//Filtrer la collection Landsat 8 pour les images couvrant votre ROI et votre période d'intérêt :**

```
var filteredCollection = collection
```

```
.filterBounds(roi)
```

```
.filterDate('date_debut', 'date_fin'); // Remplacez 'date_debut' et 'date_fin' par les dates de votre choix.
```

**//Triez la collection filtrée par la date, en ordre décroissant :**

```
var sortedCollection = filteredCollection.sort('system:time_start', false);
```

**//Sélectionnez l'image thermique (bande 10) de la collection triée :**

```
var imageThermique = sortedCollection.select(['B10']).first();
```

**//Définissez les paramètres d'affichage pour l'image thermique, notamment la palette de couleurs pour représenter les températures :**

```
var visParams = {
```

```
  min: 273.15, // Température minimale en Kelvin (0°C)
```

```
  max: 373.15, // Température maximale en Kelvin (100°C)
```

```
  palette: ['blue', 'purple', 'cyan', 'green', 'yellow', 'red']
```

```
};
```

**//Ajoutez l'image thermique à la carte Google Earth Engine avec les paramètres d'affichage définis :**

```
Map.centerObject(roi, 10);
```

**// Centrez la carte sur le ROI**

```
Map.addLayer(imageThermique, visParams, 'Image Thermique');
```

## Étape 5 - Modifier les intitulées des zones échantillonnées



**Dans la continuité de votre script coller le script référent MÉTHODE « ERMIDA »,  
Vous référer à la section suivante du script : Create the LSt time series chart.**

**1- Modifier les intitulés des zones échantillons du graphique comme suit :**

```
var chart = ui.Chart.image.seriesByRegion({  
  imageCollection:lstC,  
  regions: [Miribel,TetedOr,Guillotiere, Airport, Water],  
  .../...
```

**Puis sur cette section du même bloc :**

```
vAxis: {title: 'LST (°C)'},  
  hAxis: {title: '', format: 'YYYY-MMM'},  
  series: {  
    0: {color: 'green', labelInLegend: 'Miribel Park'},  
    1: {color: 'yellow', labelInLegend: 'TetedOr Park'},  
    2: {color: 'grey', labelInLegend: 'Guillotiere Residential'},  
    3: {color: 'red', labelInLegend: 'St Exupery Airport'},  
    4: {color: 'blue', labelInLegend: 'Water'}  
  })
```



## Utiliser ces lignes de code JS :

### // Export image

```
Export.image.toDrive({ // export vers le Drive de Google (15 Go gratuit)
  image: IstAugust // nom de l'image
  description: 'LandSat Thermie Image', // description du nom du dossier
  scale: 10, // taille d'échelle
  // region: Polygon,
  crs: 'EPSG:2154', // Coordonnées de Ref. Spatiale :Projection Lambert 93
  maxPixels: 1e13 // taille max pixel
});
```

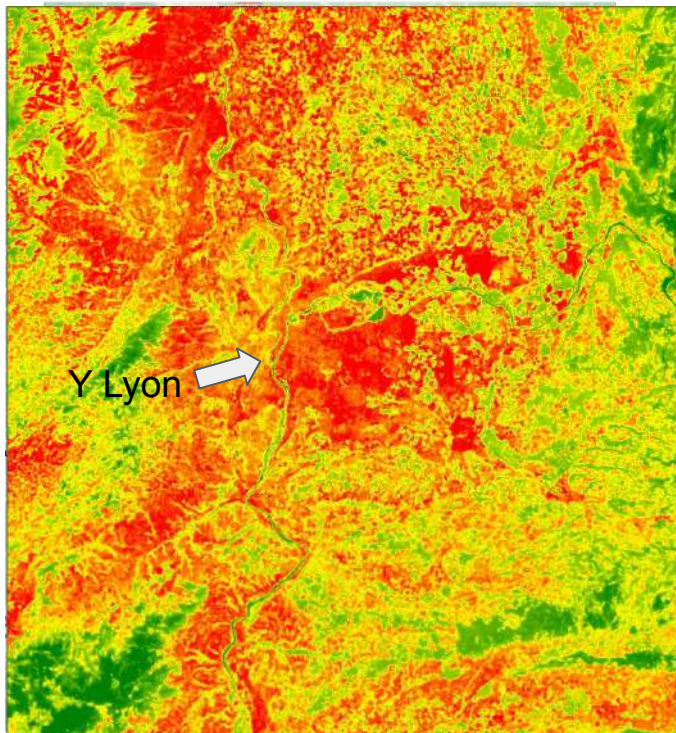
### // Export the chart to Google Drive

```
Export.image.toDrive({
  image: IstC, // image
  description: 'Thermie_chart_export',
  //folder: 'your_folder_name',
  fileNamePrefix: 'chart_export',
  scale: 1, // ajuster l'échelle si nécessaire
  // region: Polygon,
  crs: 'EPSG:2154',
  maxPixels: 1e13
});
```



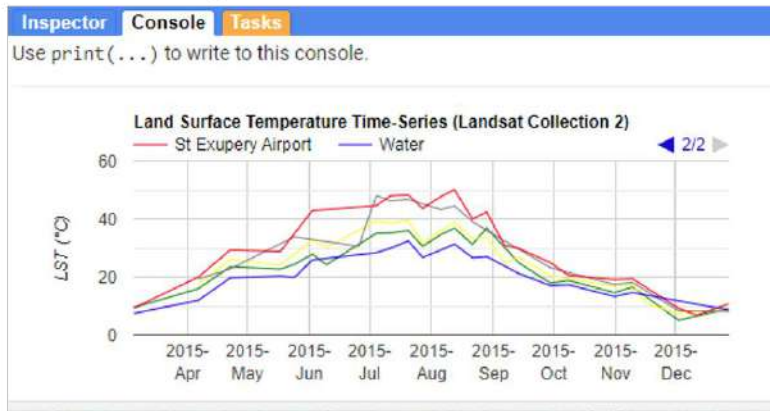
# Étape 7 - Tester le script

## Mosaïque d'Images thermiques, bande 10



Résultat Lyon, Landsat 8 ,B10, Août 2015.

## Graphique annuel des températures de surface par échantillons zonaux



## Liste des tâches à exécuter sur le drive

Inspector Console **Tasks**

Search or cancel multiple tasks in the Task Manager

UNSUBMITTED TASKS

- LandSat Thermie Image RUN
- Thermie\_chart\_export RUN

SUBMITTED TASKS

- Ingest table: "projects/ee-heparmentier/assets/LyonMetropole1" ✓ <1m
- Ingest table: "projects/ee-heparmentier/assets/LyonMetropole" ✓ <1m
- Ingest table: "projects/ee-heparmentier/assets/MetropoleLyon" ✓ <1m



Merci de votre attention.  
(des questions ?)

---

Hervé Parmentier  
Ingénieur cartographe/ géomaticien, géographe,  
Cartographer & GIS engineer, geographer,  
ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE DE LYON  
Pôle de la Recherche, plateforme Ingénierie spatiale, Images et Géomatique (ISIG)  
UMR 5600 - Laboratoire Environnement, Ville, Société  
Bâtiment D4 / Descartes / Bureau D4-245  
15 Parvis René Descartes, BP 7000  
69342 Lyon cedex 07  
Email : [herve.parmontier@ens-lyon.fr](mailto:herve.parmontier@ens-lyon.fr)  
Tel : (00 33) 04.37.37.64.37