RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté Égalité Fraternité

Hydrogéologie & Data Science

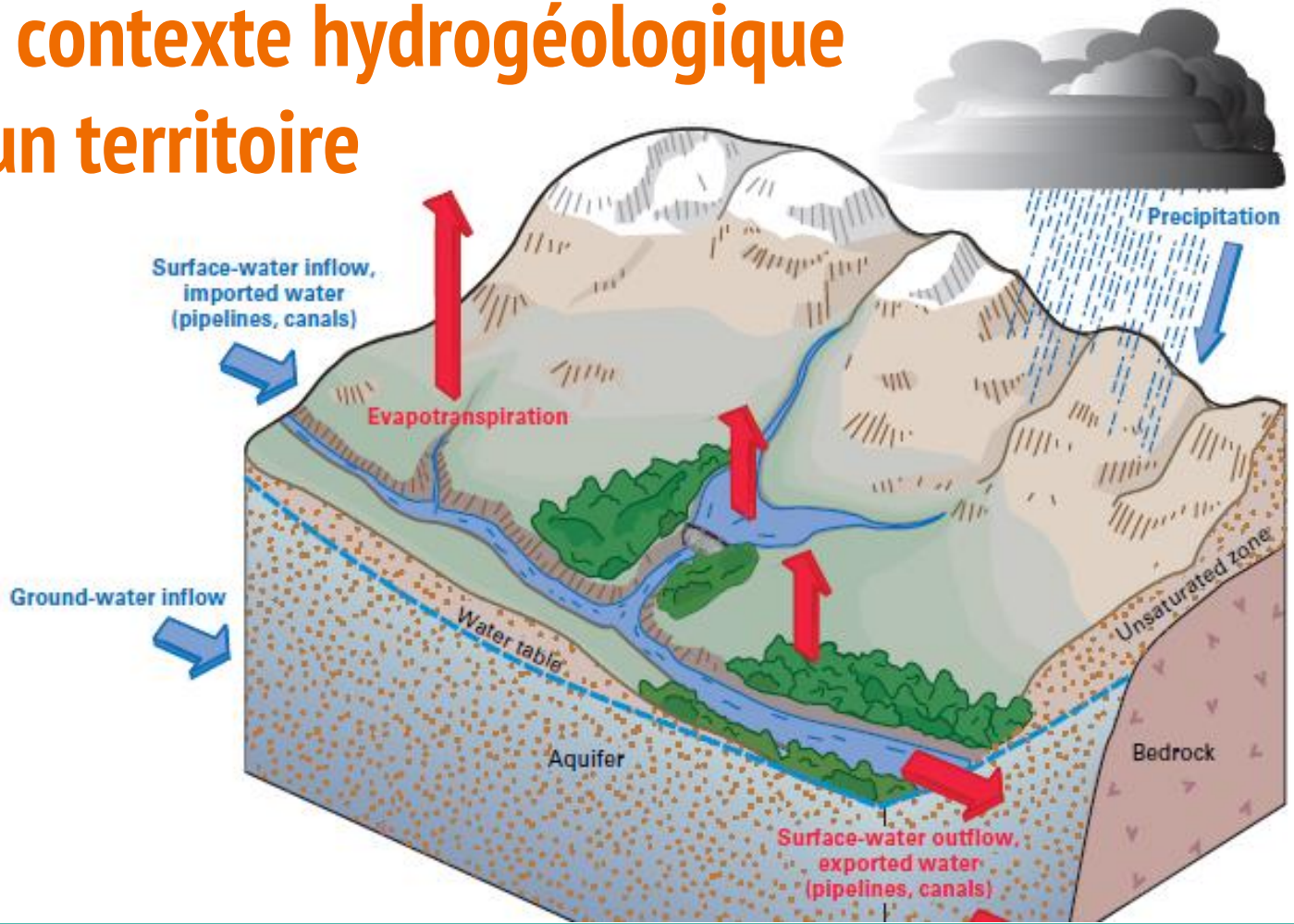
Tour d'horizon des données disponibles et des techniques de traitement

Guillaume Attard

Webinaire du Comité français d'hydrogéologie
15/03/2021

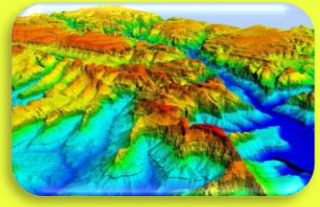
Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

Le contexte hydrogéologique d'un territoire



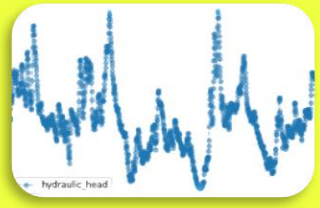
© USGS, Hearly, R.W et al. (2007)

Notre focus aujourd'hui



Obtenir les conditions climatiques et topographiques d'un territoire

Décrire la lithologie et les caractéristiques physiques de formations aquifères

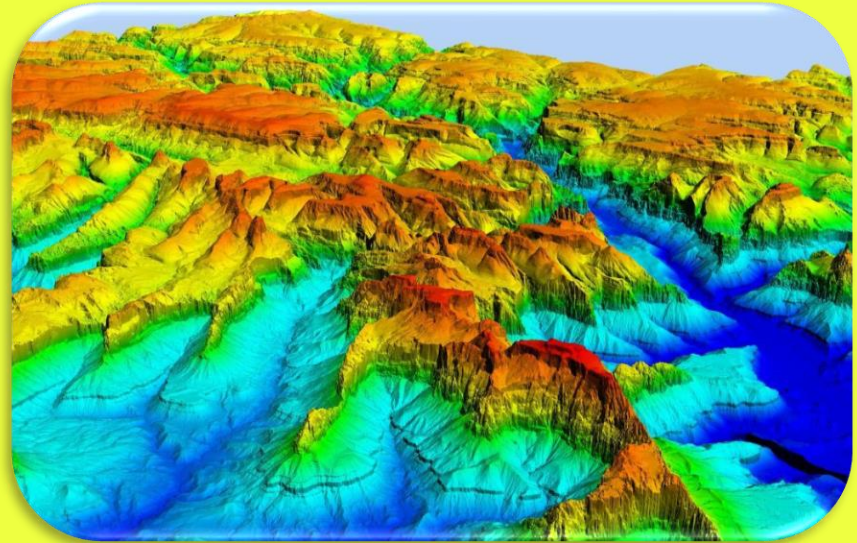


Obtenir les fluctuations piézométriques d'un territoire

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

Obtenir les conditions climatiques et topographiques d'un territoire

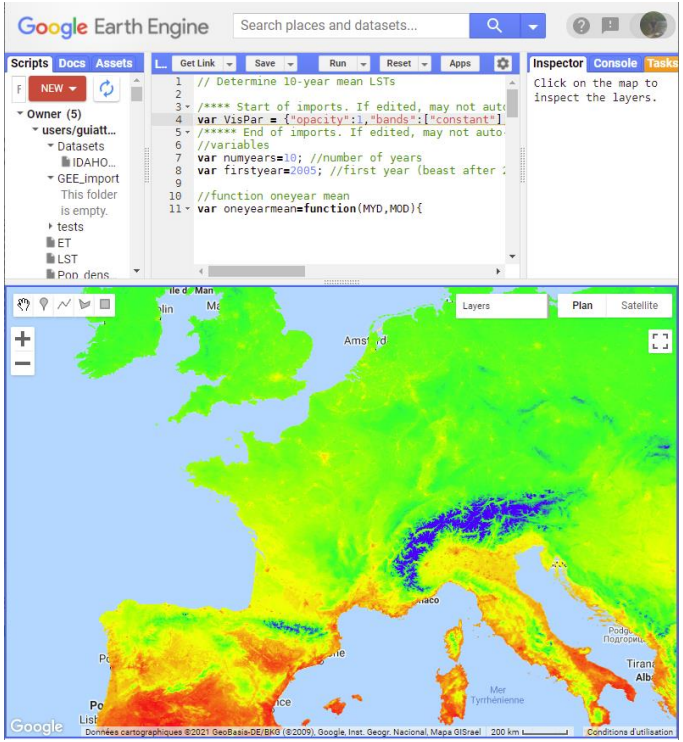


RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

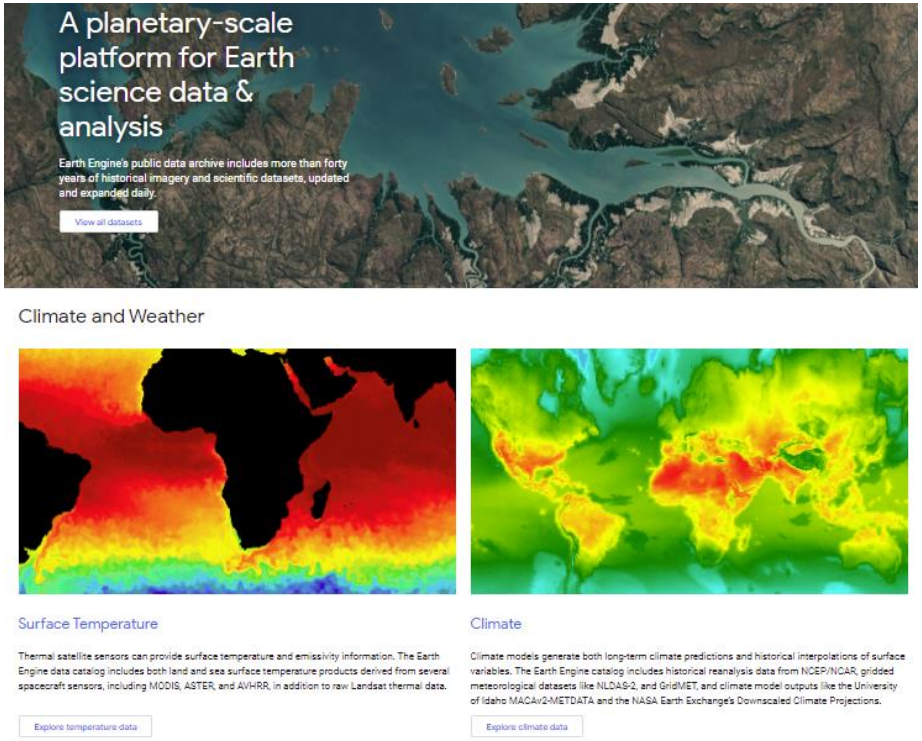
Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

OSTM/Jason 2
(NOAA)
Aquarius
QuikSCAT
TRMM
Terra
ISS-RapidScat,
CATS
EO-1
Landsat 7
(USGS)
SMAP
Aqua
Suomi NPP
(NOAA)
Landsat 8
(USGS)
SORCE,
TCTE (NOAA)
Aura
GPM
GRACE (2)
CALIPSO
CloudSat
OCO-2
Source: NASA

Qu'est-ce que Google Earth Engine ?



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



https://developers.google.com/earth-engine/datasets

Un tutoriel pour prendre en main l'API python

An Intro to the Earth Engine Python API

Send feedback

Author(s): guiattard Last modified: Feb 5, 2021

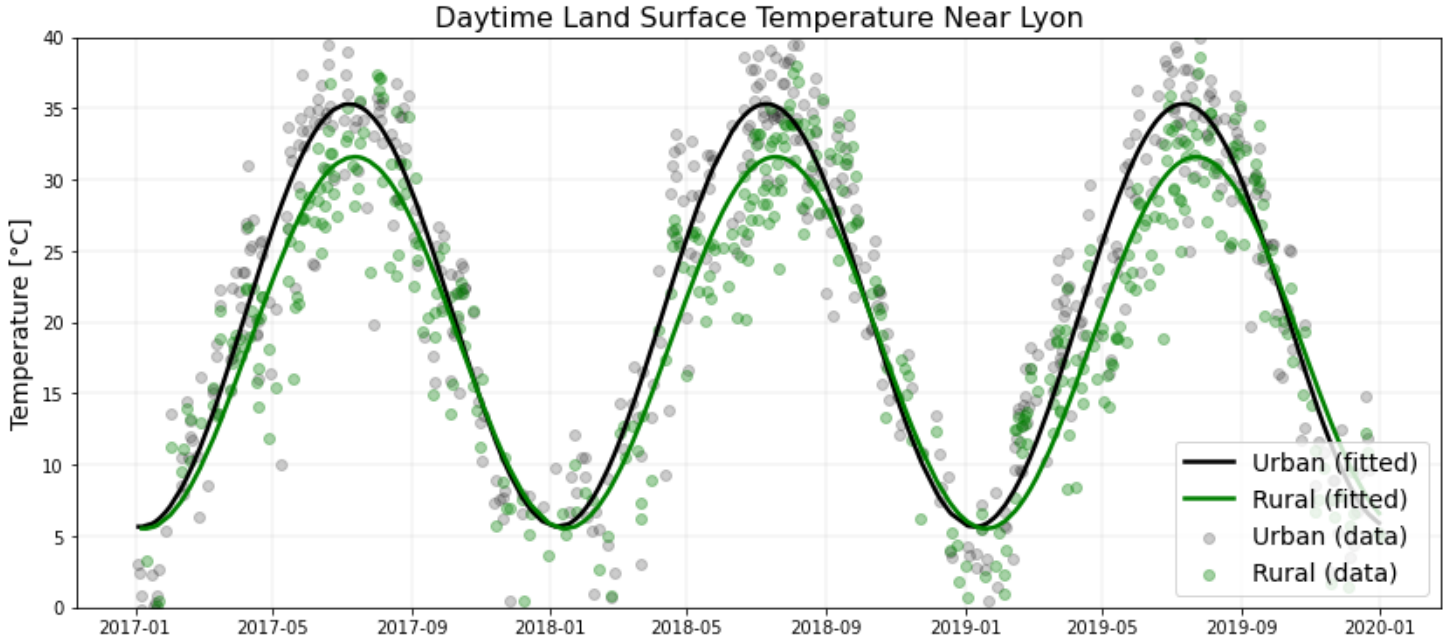
Tutorials contributed by the Earth Engine developer community are not part of the official Earth Engine product documentation.

Run in Google Colab | View source on GitHub

Within the last decade, a large amount of geospatial data, such as satellite data (e.g. land surface temperature, vegetation) or the output of large scale, even global models (e.g. wind speed, groundwater recharge), have become freely available from multiple national agencies and universities (e.g. NASA, USGS, NOAA, and ESA). These geospatial data are used every day by scientists and engineers of all fields, to predict weather, prevent disasters, secure water supply, or study the consequences of climate change. When using these geospatial data, a few questions arise:

- What data are available and where can it be found?
- How can we access these data?
- How can we manipulate these petabytes of data?

Ce tutoriel permet d'illustrer le phénomène d'îlot de chaleur urbain

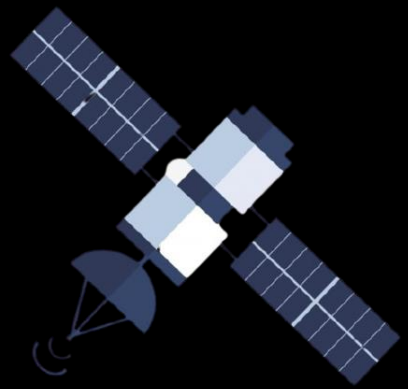


Variation des températures de surface du sol calculées à Lyon (noir) et en périphérie de l'Isle d'Abeau (vert)
Traitement réalisé à partir des données du satellite MODIS (données prises de jour – Wan et al. 2015)

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

Quid des données du sous-sol ?



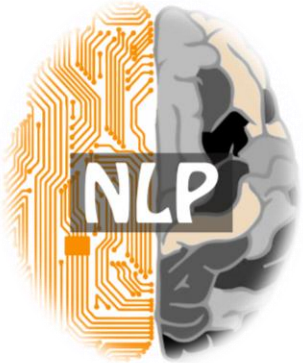
Décrire la lithologie et les caractéristiques physiques de formations aquifères

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

Organisation des données de la BSS (Infoterre)

- ***Chaque sondage dispose d'un identifiant national et d'un code :***
  ex: BSS001TMEA et 06987C0234/S



- ***Log géologique est accessible par une URL standard :***

ficheinfoterre.brgm.fr/InfoterreFiche/ficheBss.action?id=BSS001TMEA

- ***Fiche eau est accessible par une URL standard :***

fichebsseau.brgm.fr/bss_eau/fiche.jsf?code=06987C0234/S

BSS001TMEA

06987C0234/S

Log géologique numérisé

Nombre de passes : 8 - Afficher le log validé

Nombre de niveaux : 7

Profondeur	Lithologie	Stratigraphie
De 0 à 1.9 m	REMBLAI: REMBLAYAGE	QUATERNAIRE
De 1.9 à 7.8 m	ALLUV: MEL/GALET/GRAVIER/SABLE/	QUATERNAIRE
De 7.8 à 11.6 m	ALLUV: SABLE	QUATERNAIRE
De 11.6 à 21.1 m	ALLUV: SABLE ; GALET-GRAVIER	QUATERNAIRE
De 21.1 à 22.2 m	ALLUV: MEL/GALET/GRAVIER/SABLE/	QUATERNAIRE
De 22.2 à 23.5 m	SABLE, MOLLASSIQUE ; GRAVIER	MIOCENE
De 23.5 à 34 m	SABLE, MOLLASSIQUE ; GRES	MIOCENE

Informations géologiques d'un sondage de la BSS à Lyon (©BRGM)

Visualiseur infoterre (©BRGM)

Exemple : Construction d'un algorithme de classification à partir de la librairie nltk python

INPUT

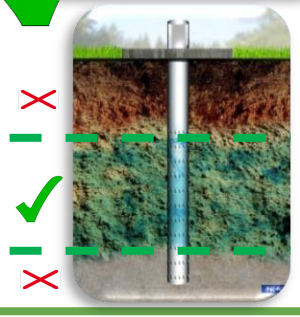
Profondeur	Lithologie	Stratigraphie
De 0 à 1.9 m	REMBLAI: REMBLAYAGE	QUATERNAIRE
De 1.9 à 7.8 m	ALLUV: MEL/GALET/GRAVIER/SABLE/	QUATERNAIRE
De 7.8 à 11.6 m	ALLUV: SABLE	QUATERNAIRE
De 11.6 à 21.1 m	ALLUV: SABLE ; GALET-GRAVIER	QUATERNAIRE
De 21.1 à 22.2 m	ALLUV: MEL/GALET/GRAVIER/SABLE/	QUATERNAIRE
De 22.2 à 23.5 m	SABLE, MOLLASSIQUE ; GRAVIER	MIOCENE
De 23.5 à 34 m	SABLE, MOLLASSIQUE ; GRES	MIOCENE

Informations géologiques d'un sondage de la BSS à Lyon (©BRGM)

+ Fiche eau + BD LISA

NLP

OUTPUT



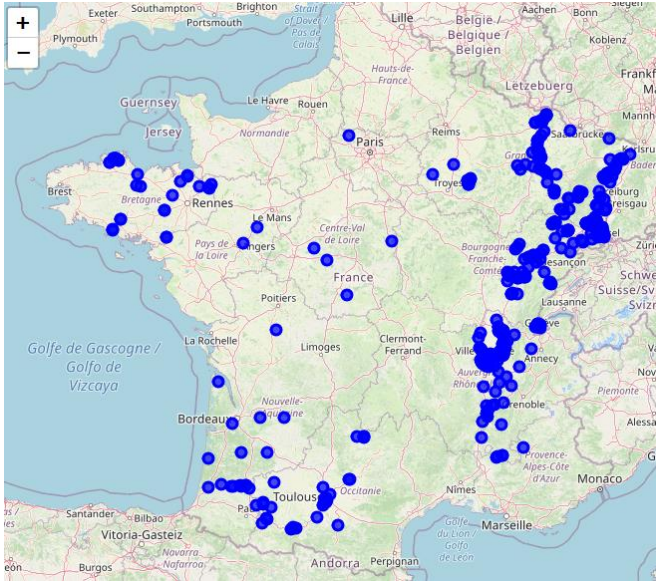
$$S_0 \frac{\partial h}{\partial t} + \nabla \cdot \boldsymbol{q} = Q$$

$$\boldsymbol{q} = -\boldsymbol{K} \nabla h$$

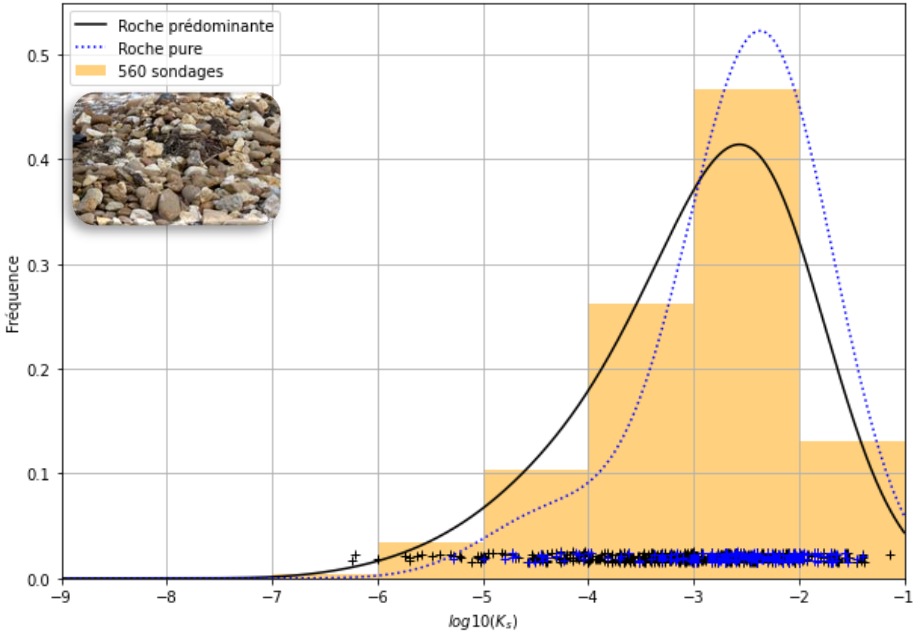
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

Exemple : la conductivité hydraulique des formations alluviales

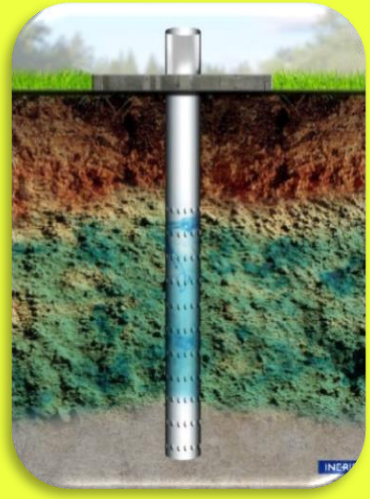


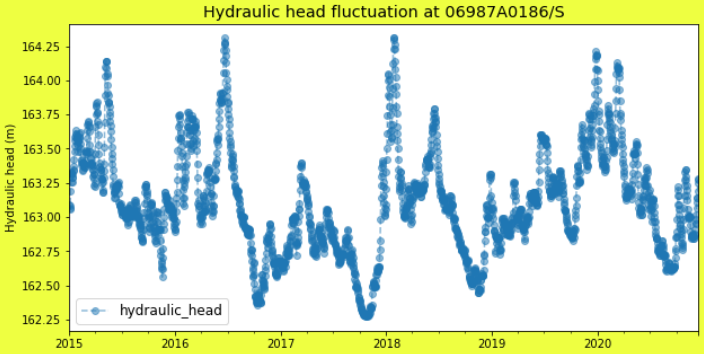
Localisation des 560 points de mesure de conductivité hydraulique dans des formations alluviales



Distribution des conductivités hydrauliques mesurées sur 560 points dans des formations majoritairement alluviales

Obtenir les fluctuations piézométriques d'un territoire





RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

Un Hub, 9 API : hubeau.eaufrance.fr

BETA

Hydrobiologie

Ensemble des informations liées à la qualité hydrobiologique des eaux superficielles continentales : cours d'eau et plans d'eau. Disponible en version beta.

2,5 millions d'observations

BETA

Prélèvements en eau

Informations sur les volumes annuels directement prélevés sur la ressource en eau, déclinés par localisation et catégorie d'usage de l'eau.

600 000 volumes prélevés annuels

Hydrométrie

L'API permet d'interroger le référentiel hydrométrique ainsi que les mesures quasi temps-réel (niveaux, débits) provenant du réseau de mesure français (environ 3000 stations hydrométriques).

35 millions de mesures

Piezométrie

Niveau des nappes d'eau souterraine via les chroniques de hauteur d'eau dans les piézomètres

+21 millions de mesures

Indicateurs des services

L'API Indicateurs réglementaires permet d'accéder aux indicateurs sur les services publics d'eau, d'assainissement et sur l'assainissement non collectif.

+270 000 d'indicateurs

Poisson

Populations de poissons décomptées par pêche électrique dans les cours d'eau

+ 240 000 références

Température des cours d'eau

Température relevées à des fréquences variant de une minute à quelques heures par des capteurs automatiques dans les cours d'eau

+30 millions des mesures

Qualité des cours d'eau

Ensemble des informations liées à la qualité physico-chimique des eaux superficielles continentales : cours d'eau et plans d'eau

+154 millions d'analyses

Qualité des nappes d'eau souterraine

Données de qualité physico-chimique des nappes d'eau souterraine françaises

+80 millions d'analyses

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

Piezométrie

Exemple : extraction d'une chronique piézométrique

```python
# Definition of an identifier:
mycode = "06987A0186/S"

# Definition of a period of interest:
mydate_i = "2015-01-01" #year/month/day
mydate_f = "2020-12-31" #year/month/day
```

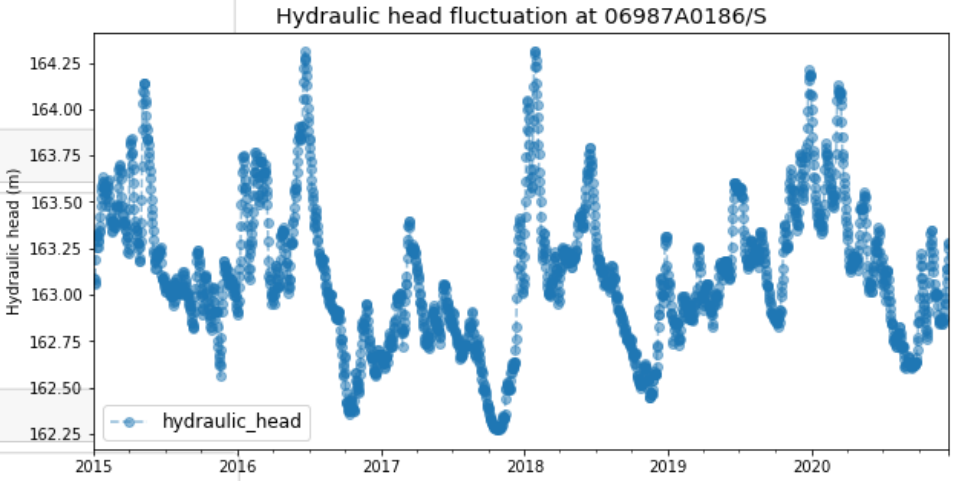
pfg4-run19.py hosted with ♥ by GitHub

```python
def getHubeauURL_piezo(code_bss, date_i, date_f):
    url_root = "https://hubeau.eaufrance.fr/api/v1/niveaux_nappes/chroniques?"
    url_code = "code_bss=" + code_bss.replace("/","%2F")
    url_date = "&date_debut_mesure=" + date_i + "&date_fin_mesure=" + date_f
    url_tail = "&size=20000&sort=asc"
    return url_root + url_code + url_date + url_tail
```

pfg4-run20.py hosted with ♥ by GitHub

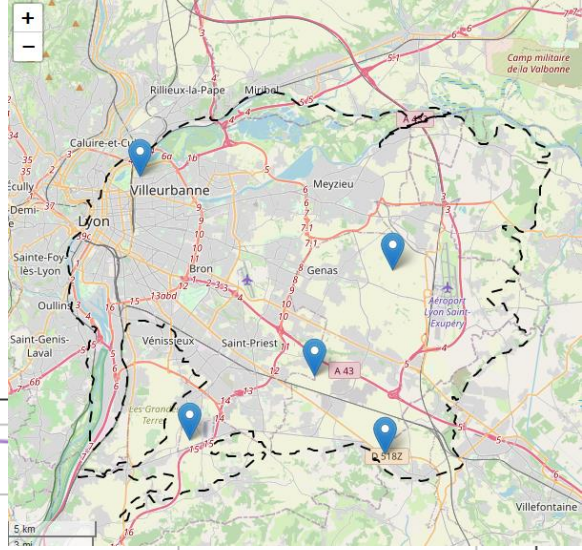
```python
myurl = getHubeauURL_piezo(mycode, mydate_i, mydate_f)
print(myurl)
```

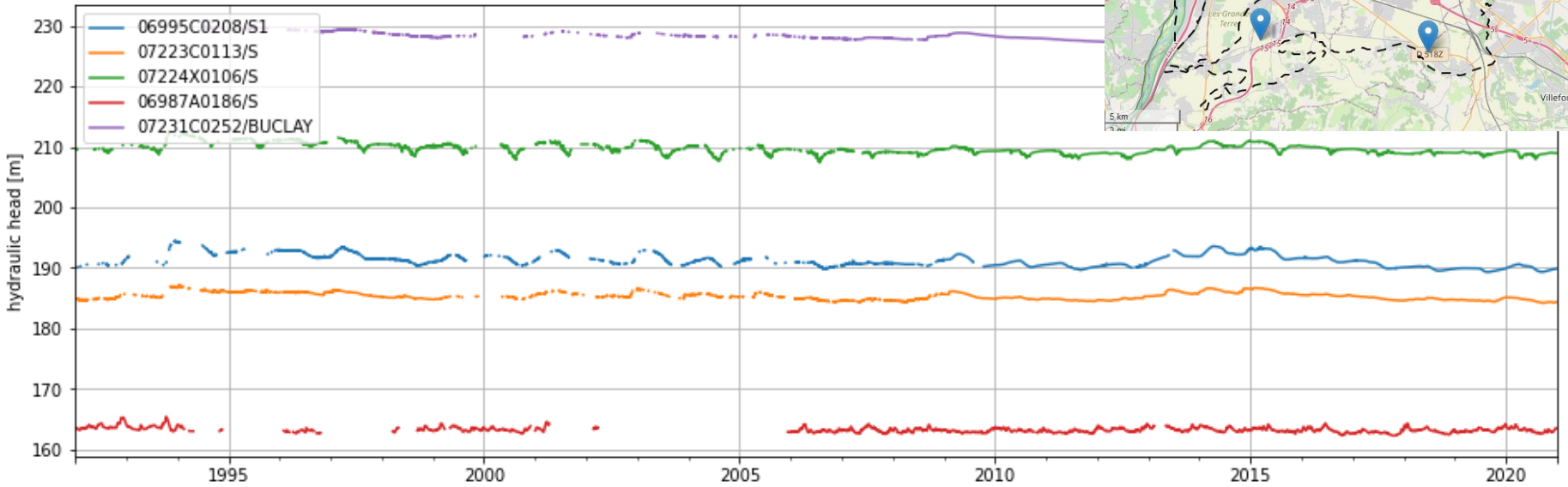
pfg4-run21.py hosted with ♥ by GitHub view raw



Exemple de chronique piézométrique obtenue à l'aide de l'API du HUBEAU

Evolution quotidienne des fluctuations piézométriques en région lyonnaise

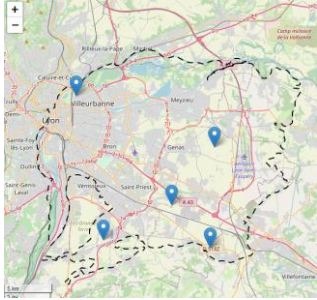




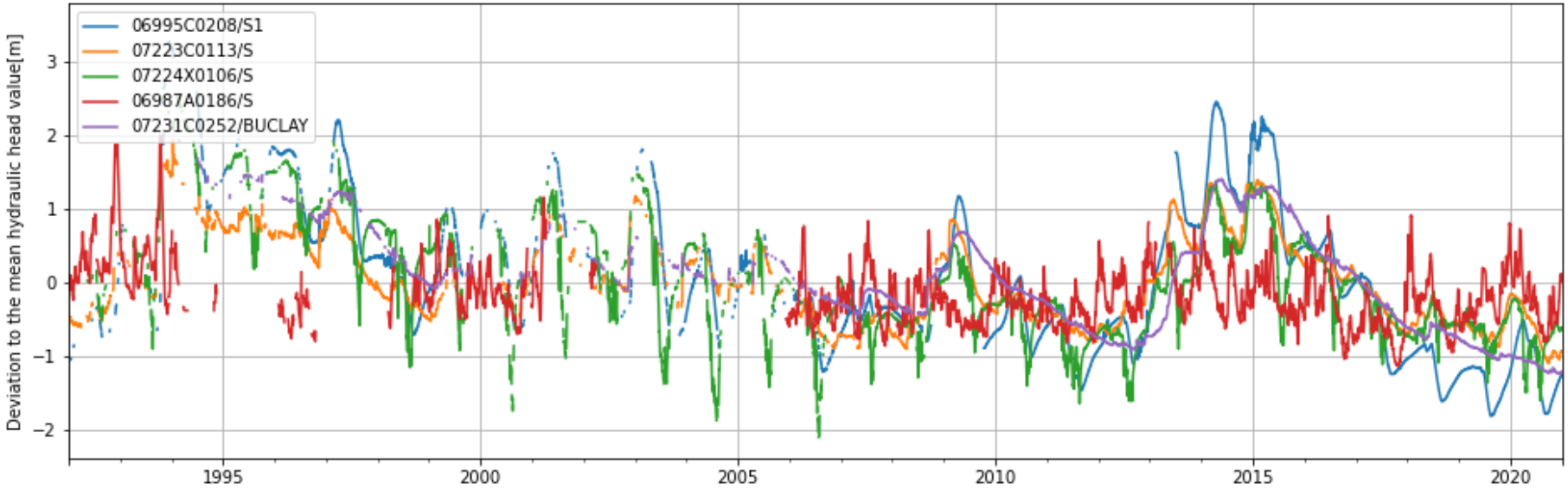
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

Fluctuations piézométriques quotidiennes en région lyonnaise



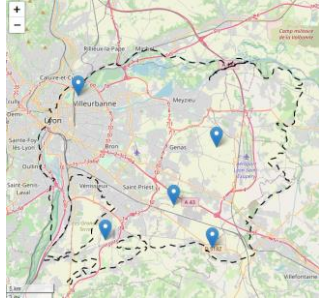
Ecart de niveau piézométrique par rapport à la moyenne de la période du 01-01-1992 au 01-01-2020



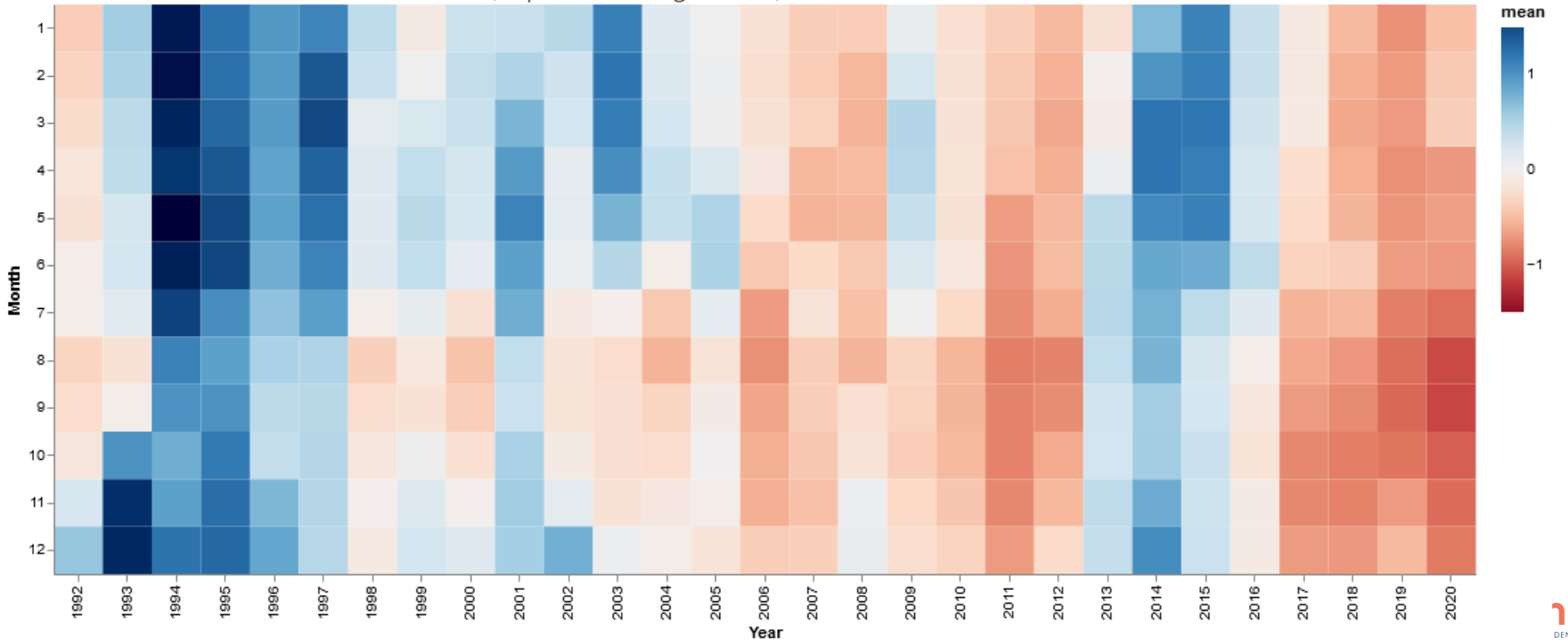
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

Fluctuations piézométriques mensuelles en région lyonnaise



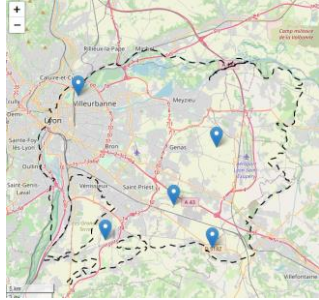
Data Viz. : Utilisation de la librairie Altair (https://altair-viz.github.io/) python

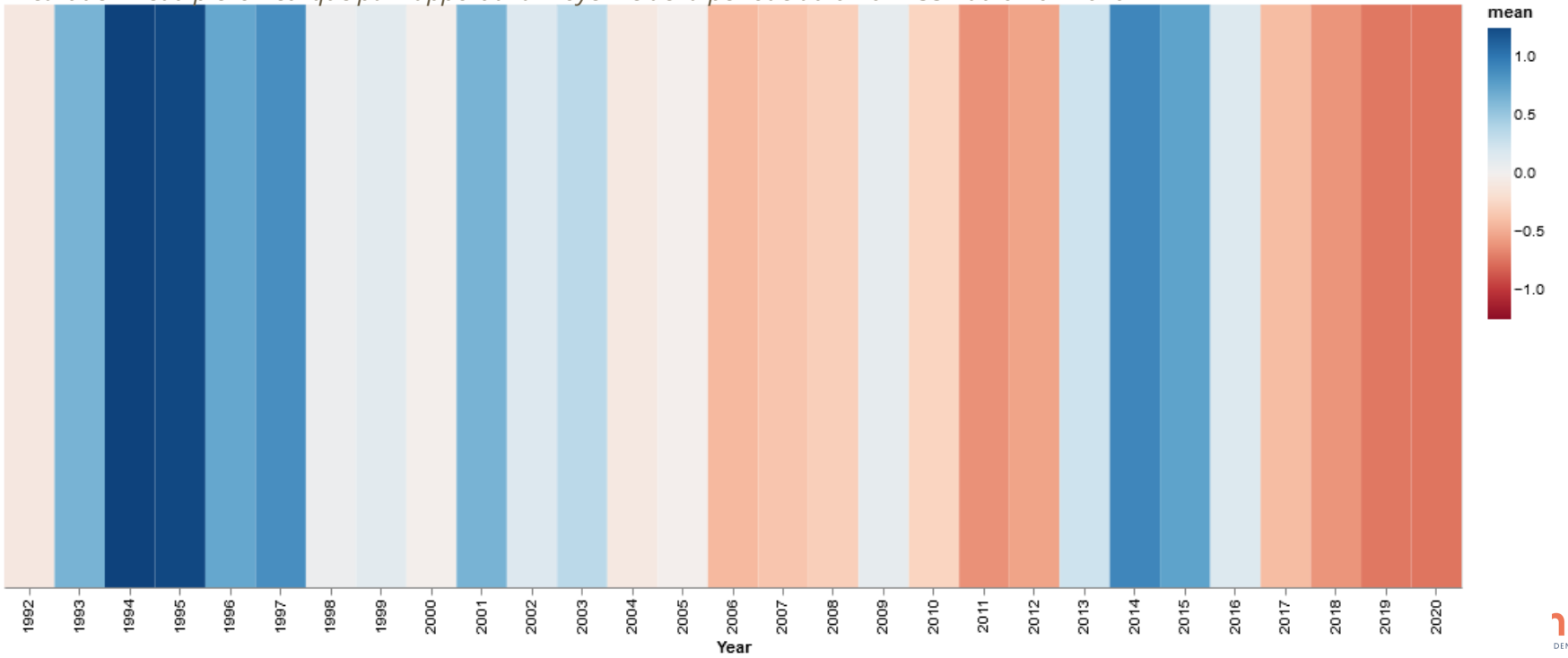


Fluctuations piézométriques annuelles en région lyonnaise

Data Viz. : Utilisation de la librairie Altair (https://altair-viz.github.io/) python

Ecart de niveau piézométrique par rapport à la moyenne de la période du 01-01-1992 au 01-01-2020



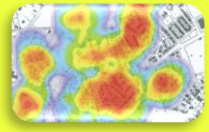


RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Merci pour votre attention !

http://pythonforgeosciences.com

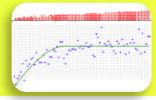
Exploring (hydro-)geological data of France with Python



Managing Interference Between Geothermal Installations

An Intro to the Earth Engine Python API

Bientôt en ligne :



Geostatistics applied to hydrogeology with Scikit-GStat

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté Égalité Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

CFH

Guillaume Attard
Cerema Centre-Est
guillaume.attard@cerema.fr