

# IMAGERIE SATELLITE ET JOURNALISME

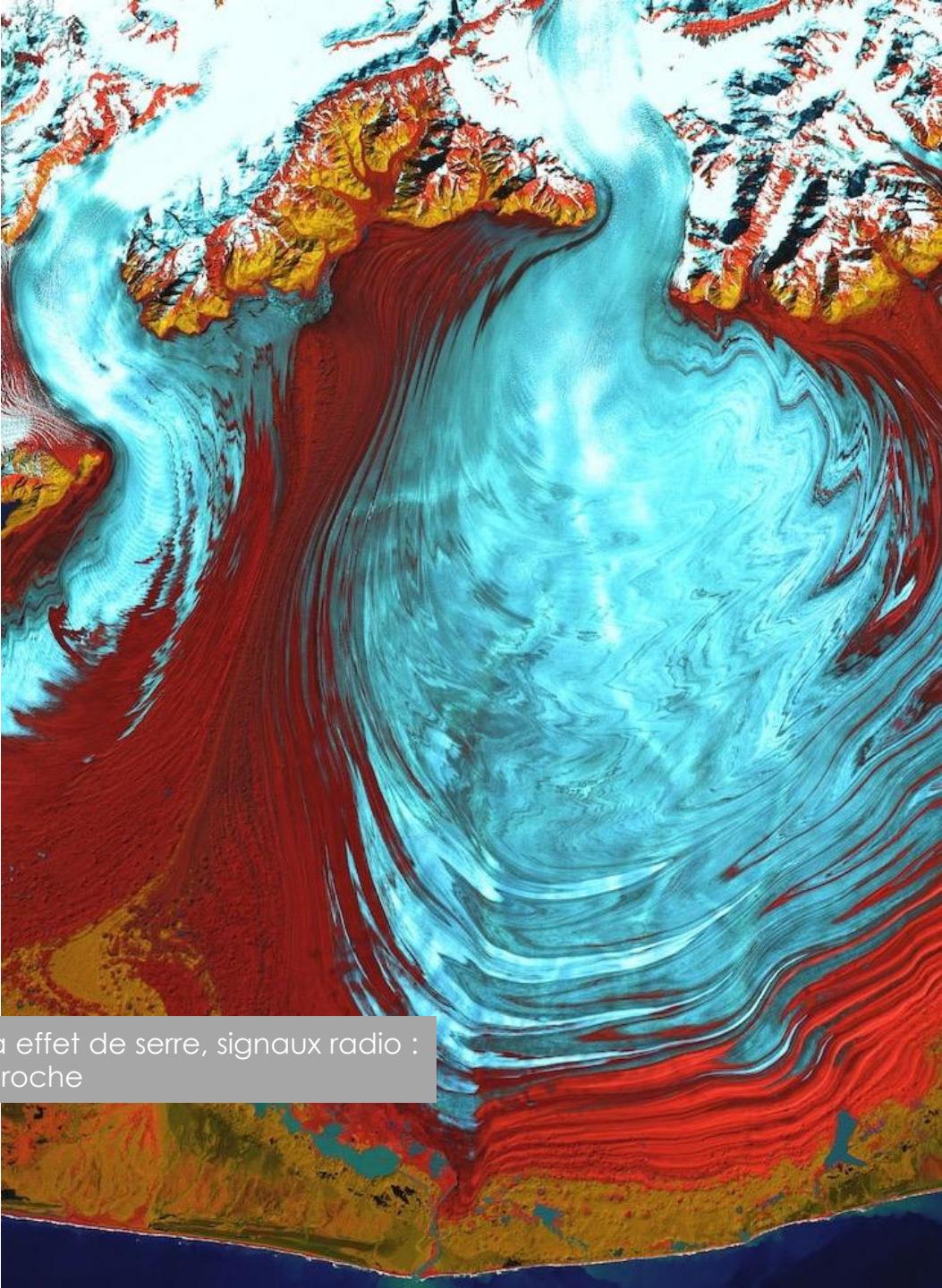
**SESSION #4 - LES USAGES AVANCÉS OU EN  
COURS DE DÉVELOPPEMENT**

15/12/2022

Contact: Gilles Morain – CTO  
+ 33 6 09 71 12 82 (Fr.)  
[gmorain@masae-analytics.com](mailto:gmorain@masae-analytics.com)

[www.masae-analytics.com](http://www.masae-analytics.com)

Radar, mesure des gaz à effet de serre, signaux radio :  
état des lieux et avenir proche



**DEMANDES REÇUES (15')**

**ACTUALITÉ SATELLITE (15')**

**LES USAGES EN COURS DE  
DÉVELOPPEMENT (20')**

**EXERCICES PRATIQUES (40')**

**DÉMO DE TECHNIQUES  
AVANCÉES (15')**

**RETOURS SUR LE PILOTE (15')**



**DEMANDES REÇUES (15')**

**ACTUALITÉ SATELLITE (15')**

**LES USAGES EN COURS DE DÉVELOPPEMENT (20')**

**EXERCICES PRATIQUES (40')**

**DÉMO DE TECHNIQUES AVANCÉES (15')**

**RETOURS SUR LE PILOTE (15')**



# 1 > DEMANDES REÇUES

## Statut depuis la dernière session

### URBANISATION CM AU QATAR (MARGAUX LACROUX)

- Rasters JRC envoyés. Statut ?

### PRÉSENCE CHINOISE SUR BASE NAVALE DE REAM, CAMBODGE (ARNAUD VAULERIN)

- lien SentinelHub, samples VHR (dont Maxar 12/12) envoyés



**DEMANDES REÇUES (15')**

**ACTUALITÉ SATELLITE (15')**

**LES USAGES EN COURS DE  
DÉVELOPPEMENT (20')**

**EXERCICES PRATIQUES (40')**

**DÉMO DE TECHNIQUES  
AVANCÉES (15')**

**RETOURS SUR LE PILOTE (15')**



## 2 > ACTUALITÉS

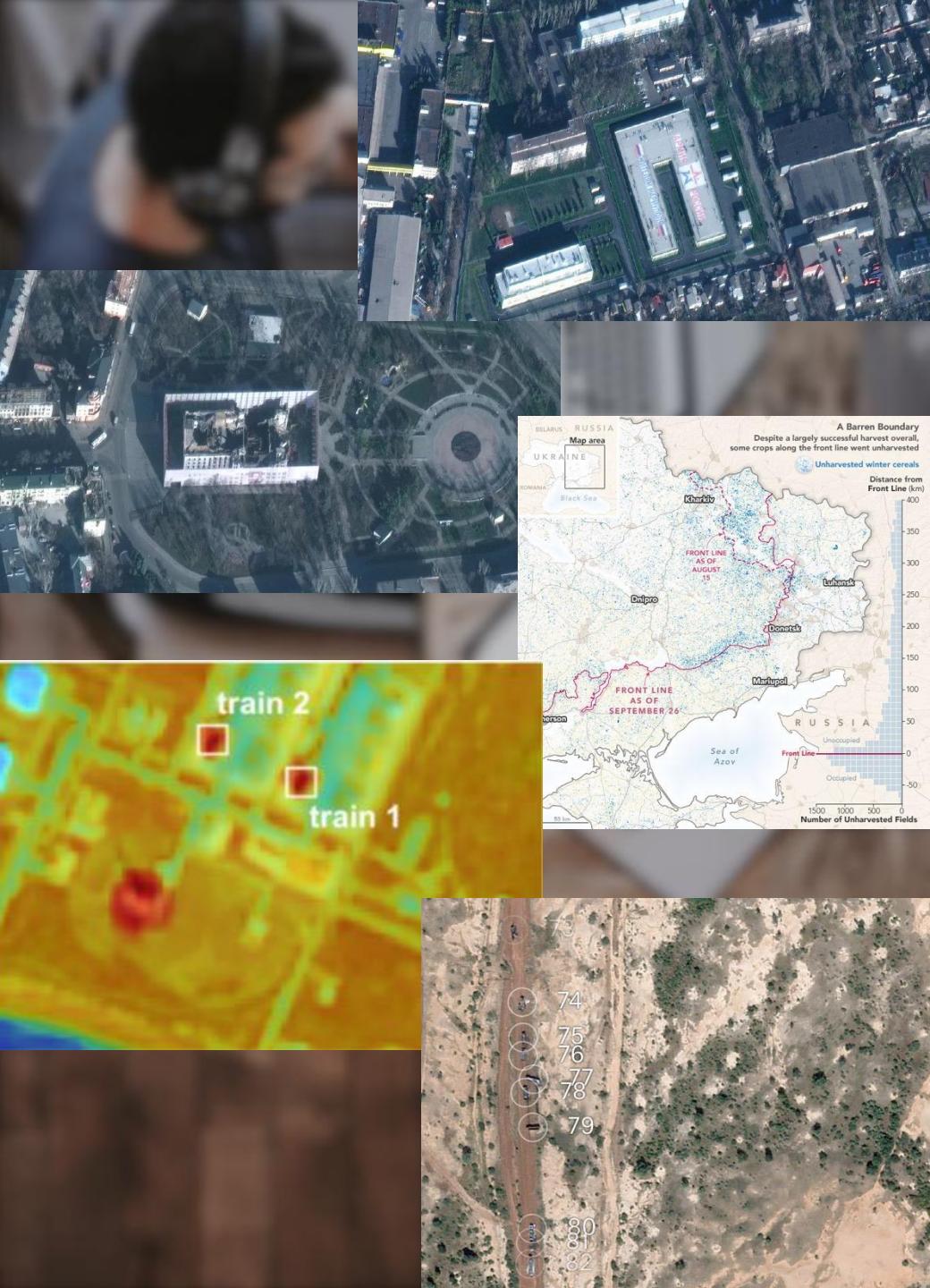
Le satellite dans l'actualité récente, dans les médias ou en ligne

### UKRAINE

- « [Ukraine war: New images show Russian army facility built in occupied Mariupol](#) » (BBC)
- « [Larger Wheat Harvest in Ukraine Than Expected](#) » (NASA)
- « [Keep tabs on global LNG activity to understand what's happening right now](#) » (Spaceknow.com)

### AUTRES CONFLITS

- « [Five Kilometres of Destruction: Satellite Imagery Reveals Extent of Damage to Civilian Convoy in Burkina Faso](#) » (Bellingcat)



## 2 > ACTUALITÉS

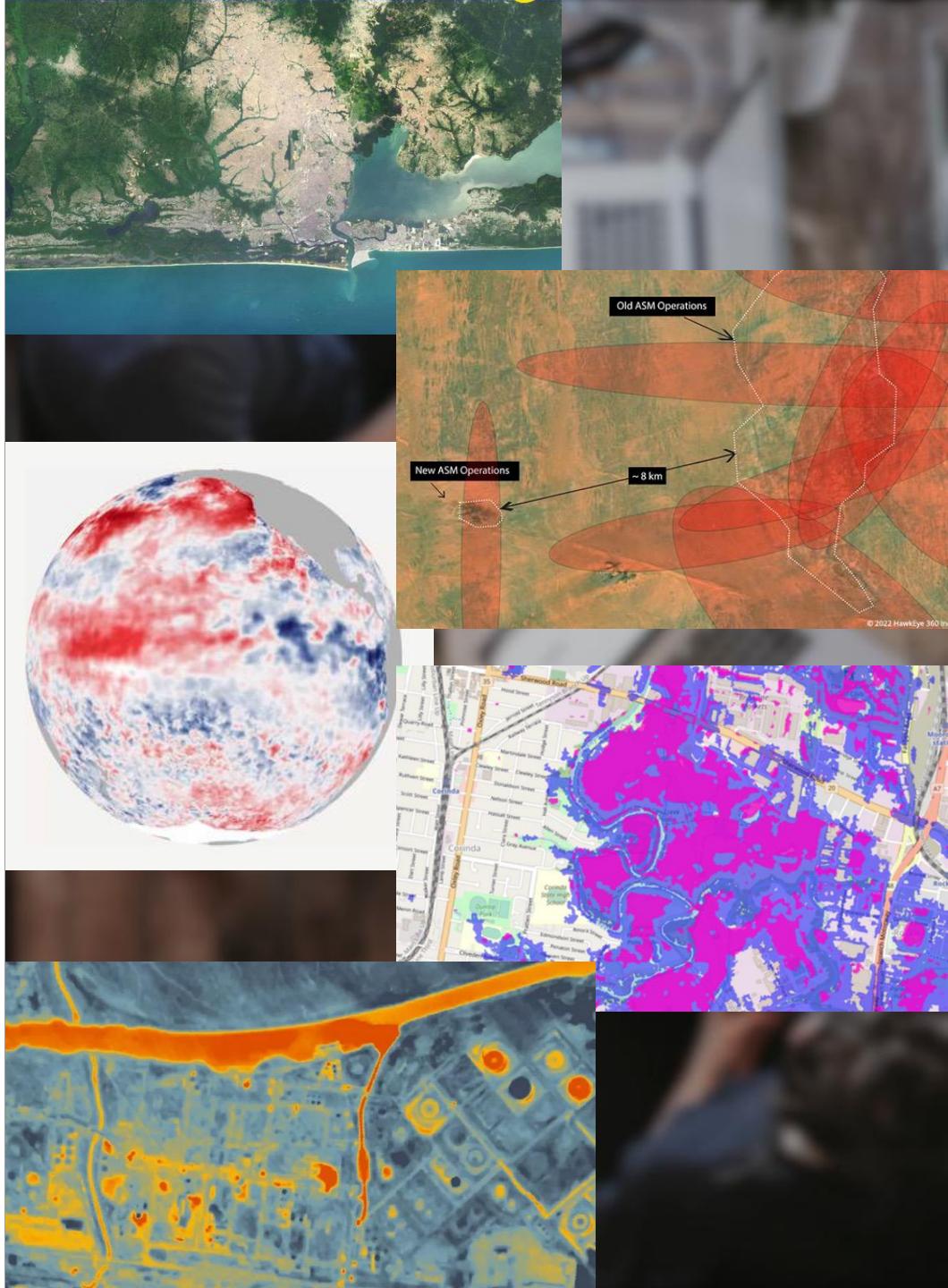
Le satellite dans l'actualité récente, dans les médias ou en ligne

### ÉCONOMIE

- « [Megalopolis: how coastal West Africa will shape the coming century](#) » (The Guardian)
- « [Using Radio Frequency Detection to Identify Artisanal and Small-Scale Mining Activity in Niger](#) » (HawkEye 360)

### CHANGEMENT CLIMATIQUE

- « [The weather system that influences the world](#) » (The Economist)
- « [Using Satellites For Faster Flood Information](#) » (SpaceRef)
- « [How a UK space startup plans to use satellites to measure energy wastage](#) » (theengineer.co.uk)

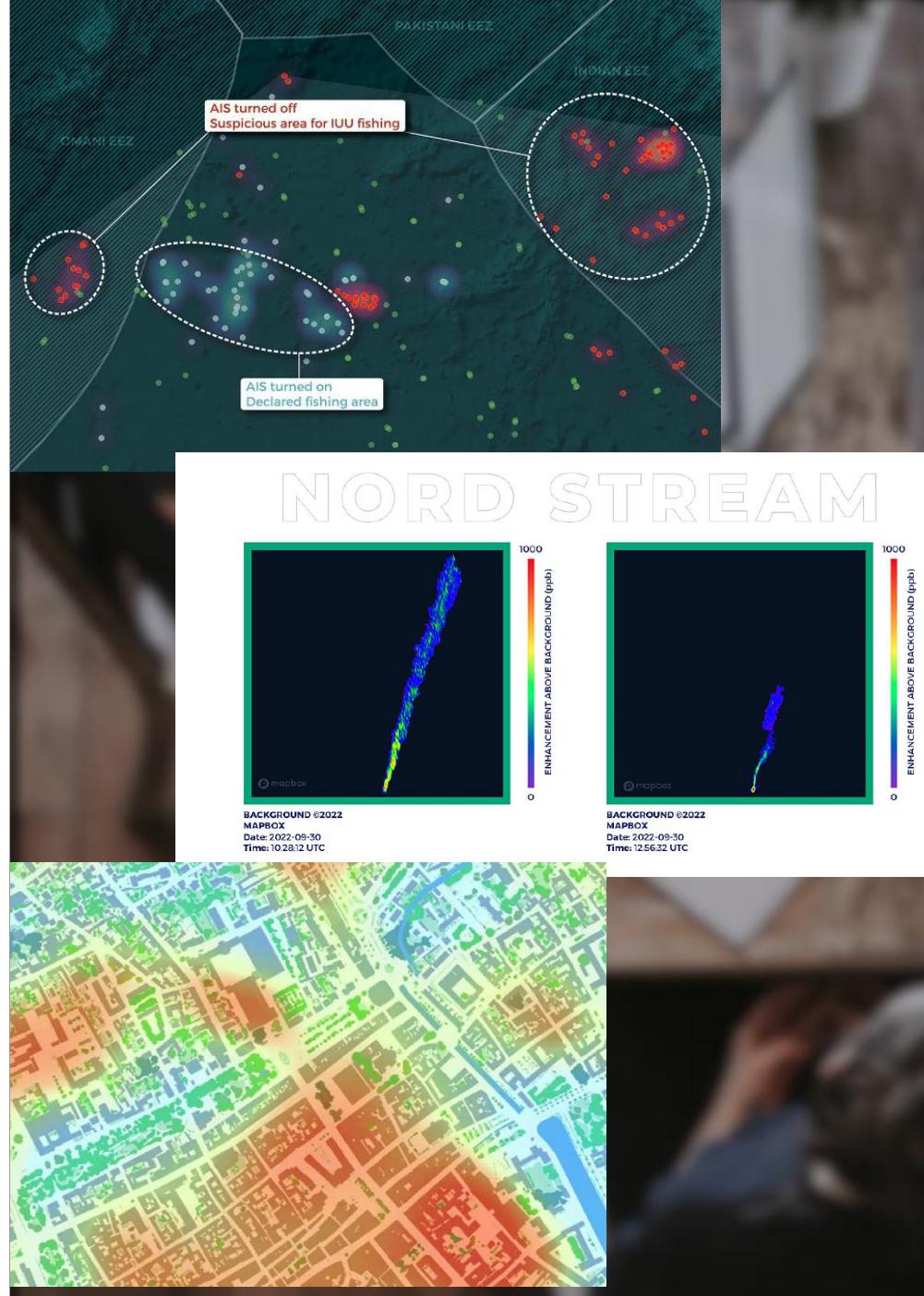


## 2 > ACTUALITÉS

Le satellite dans l'actualité récente, dans les médias ou en ligne

### TECHNOLOGIE

- « [\*\*Satellite RF Tracking Follows the "Dark" Ships That AIS Can't See\*\*](#) » (The Maritime Executive)
- « [\*\*HawkEye 360, Kleos, Unseenlabs : la compétition des constellations SIGINT s'accentue\*\*](#) » (intelligenceonline.fr)
- « [\*\*GHGSat measures its largest emission from a single source ever from Nord Stream 2 leak\*\*](#) » (GHGSat)
- « [\*\*Troyes cartographie ses îlots de chaleur grâce à des images satellite\*\*](#) » (Banque des Territoires)
- « [\*\*Biodiversity Mapping Via Advanced Technologies\*\*](#) » (Geospatial World)



## 2 > ACTUALITÉS

Le satellite dans l'actualité récente, dans les médias ou en ligne

### PLANÈTE

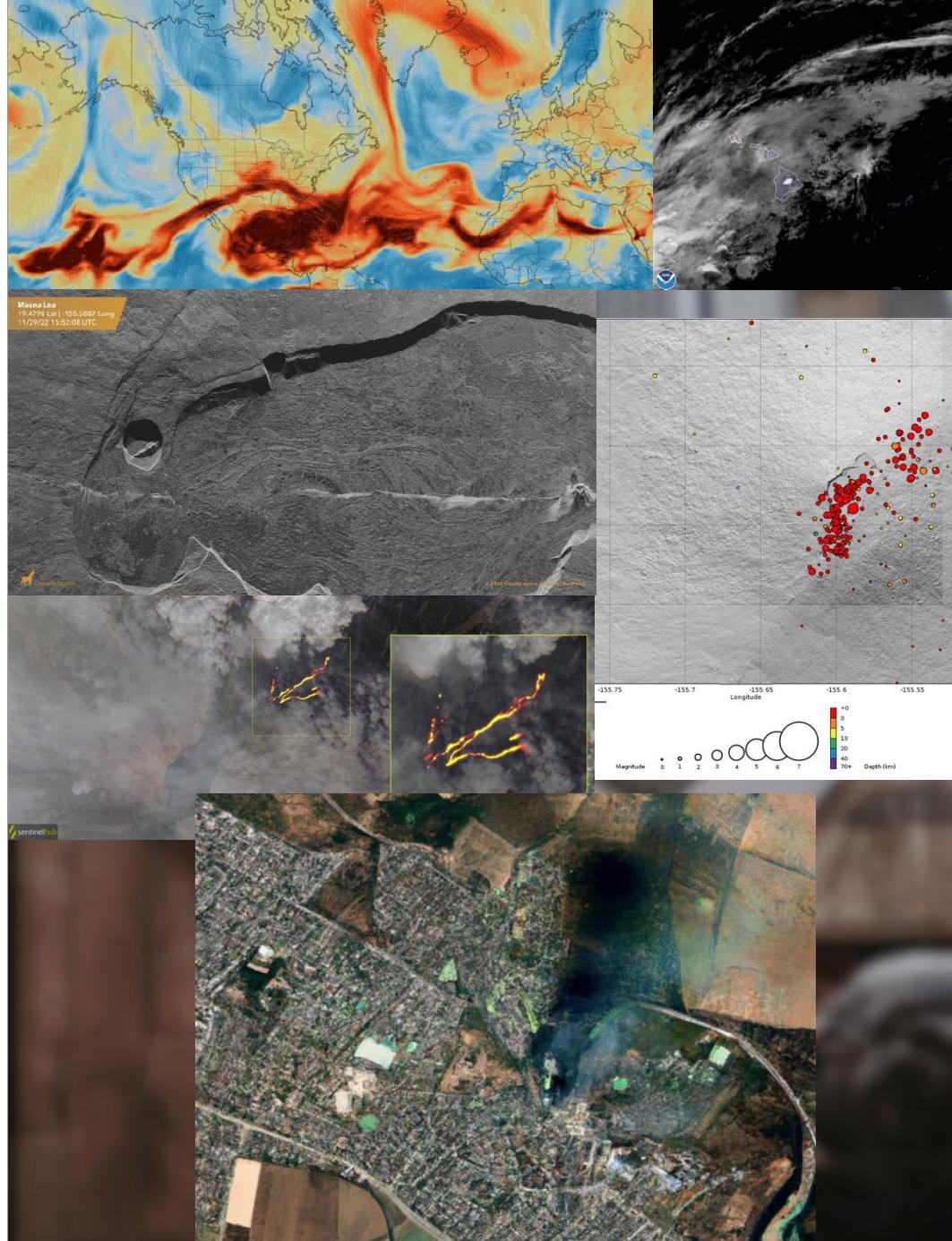
- « [En images : le nuage de fumée du Mauna Loa s'étend jusqu'au Maghreb !](#) » (futura-sciences.com)
- « [Mauna Loa Eruption Webpage](#) » (USGS)

### ANNONCES

- « [SpaceX goes full defense contractor with national security-focused Starshield](#) » (TechCrunch)
- Lancement Pleiades Neo 5 & 6 [prévu le 20/12/22](#)

### DEEP FAKE

- « [Satellite image generated by DALL-E AI](#) » (Twitter)



**DEMANDES REÇUES (15')**

**ACTUALITÉ SATELLITE (15')**

**LES USAGES EN COURS DE DÉVELOPPEMENT (20')**

**EXERCICES PRATIQUES (40')**

**DÉMO DE TECHNIQUES AVANCÉES (15')**

**RETOURS SUR LE PILOTE (15')**



## 3 > LE FUTUR DU SATELLITE > VHR/MS

### Augmentation de la fréquence de revisite et de la résolution spectrale

#### OFFRE ACTUELLE

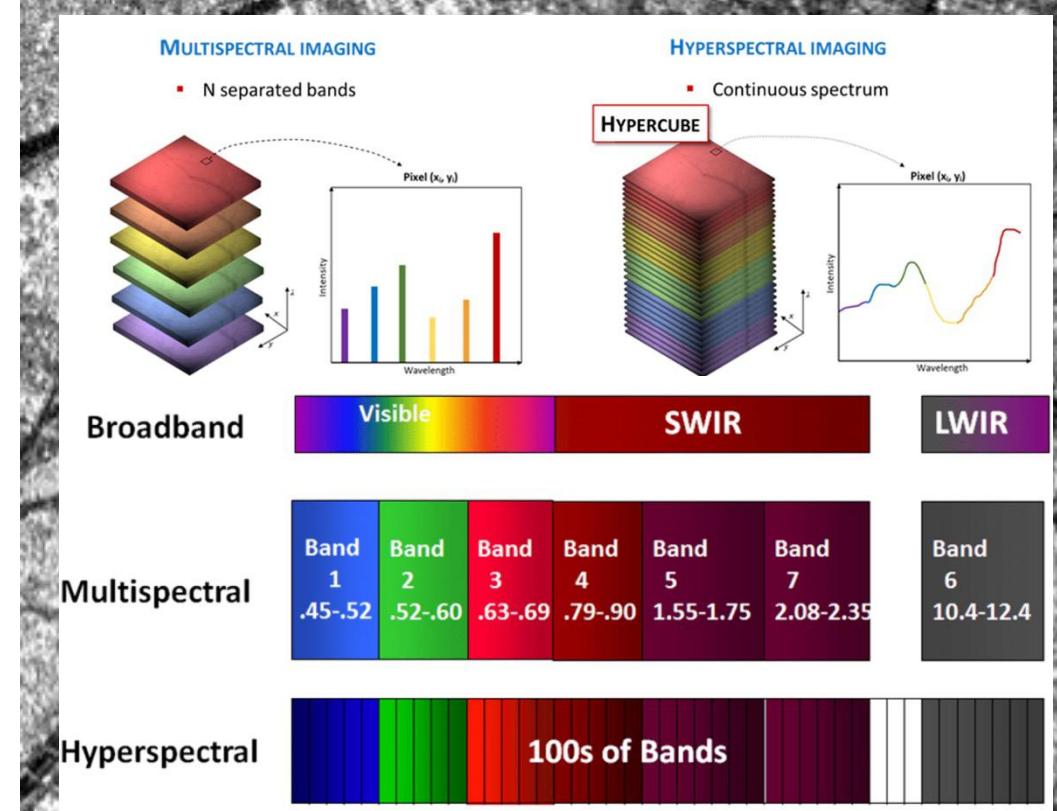
- Essentiellement « sun-synchronous » ou multispectrale (<15 bandes : 13 pour Sentinel-2)

#### PASSES MULTIPLES QUOTIDIENNES EN VHR

- SkySat et bientôt [Pelican](#) chez Planet (30cm, 12 à 30 revisites/jour)
- BlackSky (14 satellites, orbite inclinée, jusqu'à 15 revisites/jour)

#### DU MULTISPECTRAL VERS L'HYPERSPECTRAL

- [HyperScout 2](#)
- POLA
- [Planet Tanager](#) > projet [Carbon Mapper](#)



Parameter	HyperScout 2		POLA
Swath	280 x 150 km <sup>2</sup>		280 x 280 km <sup>2</sup>
Ground sampling distance	67 m		140 m
Spectral range	50 VNIR spectral bands	450 – 950 nm	3 – 6 spectral bands in VNIR spectral range
	3 TIR spectral bands	8 – 14 μm	
Spectral resolution	~ 15 nm		20 – 40 nm
Polarisation	—		I, Q, U, V
Signal to noise ratio	~100 >250 (co-addition and/or binning)		50 – 100 >250 (co-addition and/or binning)

## 3 > LE FUTUR DU SATELLITE > SAR

Augmentation de la fréquence de revisite et de la résolution spatiale, nouvelles bandes de fréquence

### OFFRE ACTUELLE

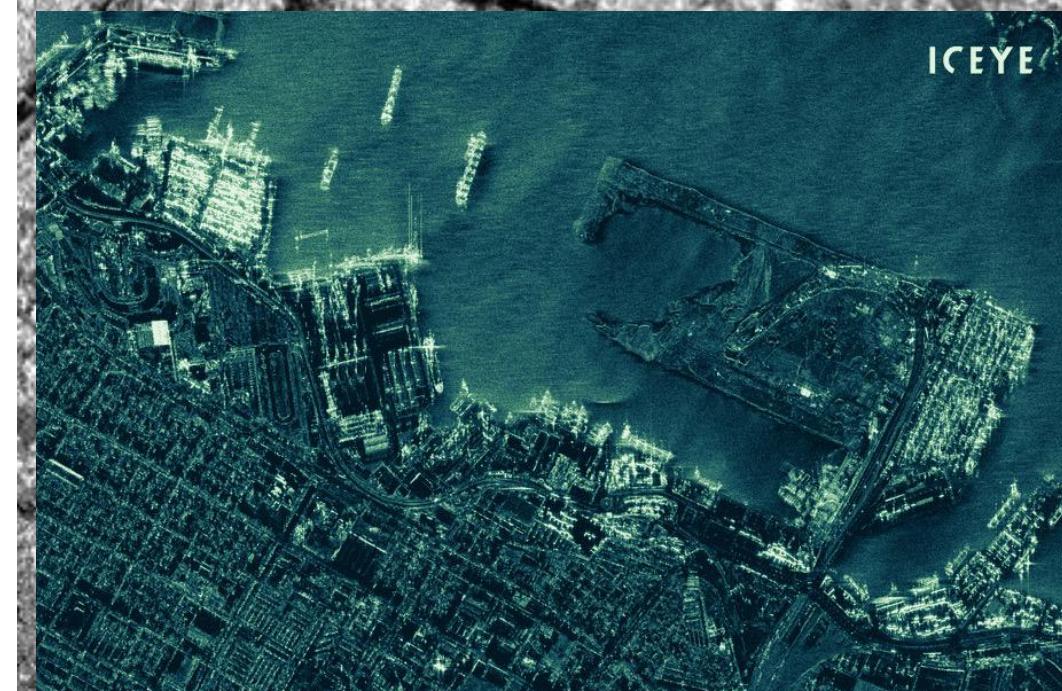
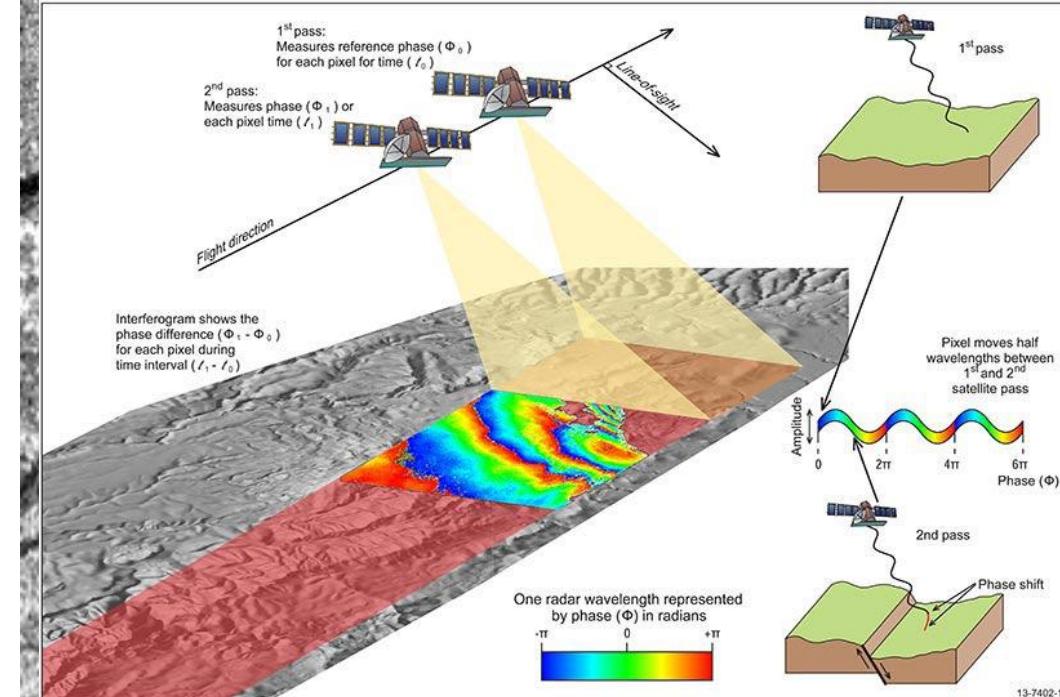
- Services : Sentinel-1, TerraSAR-X, TanDEM-X, Radarsat-2, PALSAR-2
- Limitations : résolution spatiale et temporelle

### FOURNISSEURS COMMERCIAUX

- [ICEYE](#), the [World's First SAR New Space Constellation](#) (18 µ-sat, dispo via UP42)
- [Capella Space](#) ([article sur l'observation des morses](#)) (7 µ-sat, dispo via UP42)
- [Synspective](#), PredaSAR, IQPS, ... & [Ursa Space](#)

### MISSIONS SPÉCIFIQUES

- [BIOMASS](#) (2024, ESA)
- [NISAR](#) (2024, NASA + ISRO)



## 3 > LE FUTUR DU SATELLITE > SAR

Augmentation de la fréquence de revisite et de la résolution spatiale, nouvelles bandes de fréquence

### OFFRE ACTUELLE

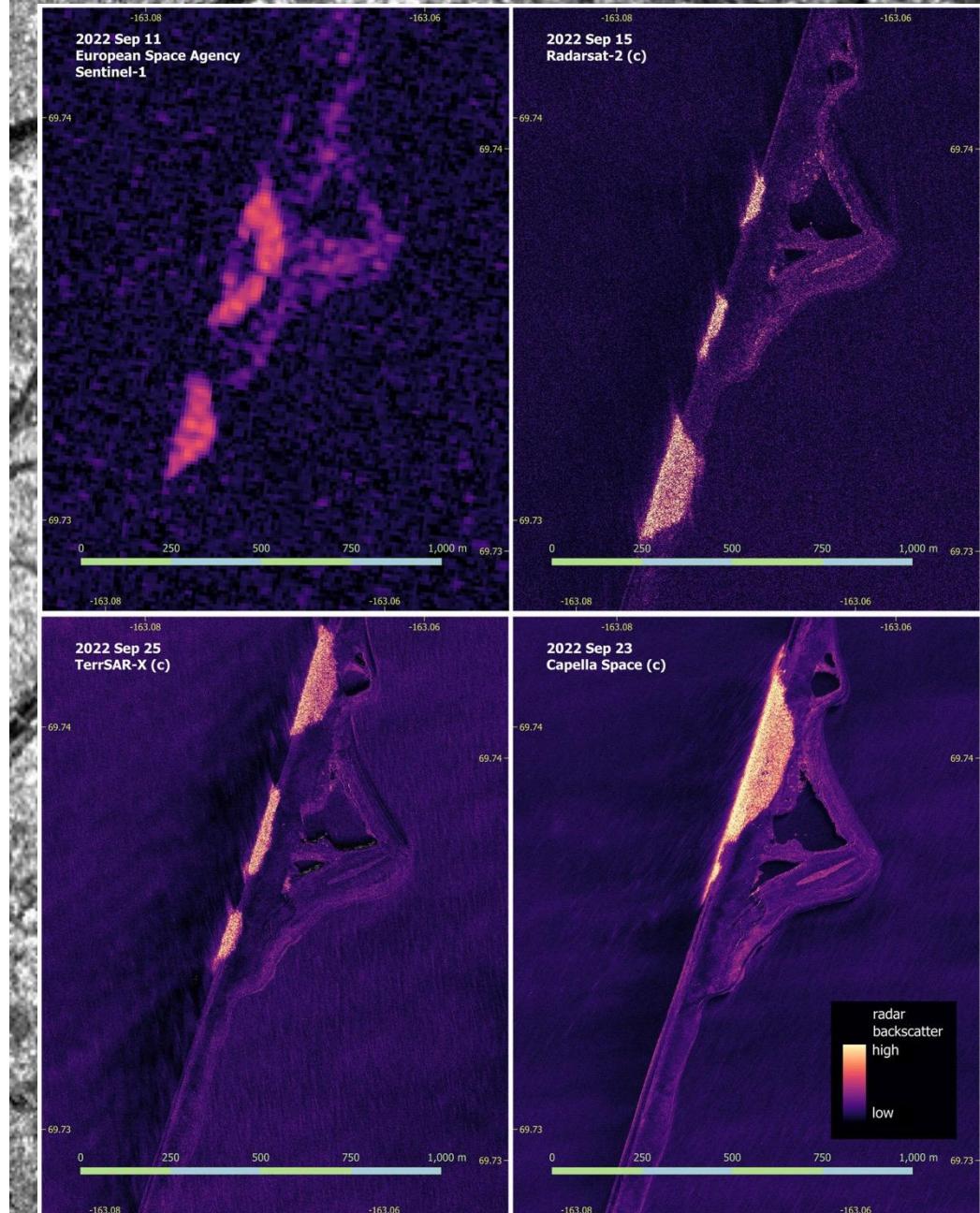
- Services : Sentinel-1, TerraSAR-X, TanDEM-X, Radarsat-2, PALSAR-2
- Limitations : résolution spatiale et temporelle

### FOURNISSEURS COMMERCIAUX

- [ICEYE](#), the [World's First SAR New Space Constellation](#) (18 µ-sat, [dispo via UP42](#))
- [Capella Space](#) ([article sur l'observation des morses](#)) (7 µ-sat, [dispo via UP42](#))
- [Synspective](#), PredaSAR, IQPS, ... & [Ursa Space](#)

### MISSIONS SPÉCIFIQUES

- [BIOMASS](#) (2024, ESA)
- [NISAR](#) (2024, NASA + ISRO)



## 3 > LE FUTUR DU SATELLITE > RF

### Localisation et mesure de puissance d'émission de sources de signaux radiofréquence

#### OFFRE ACTUELLE

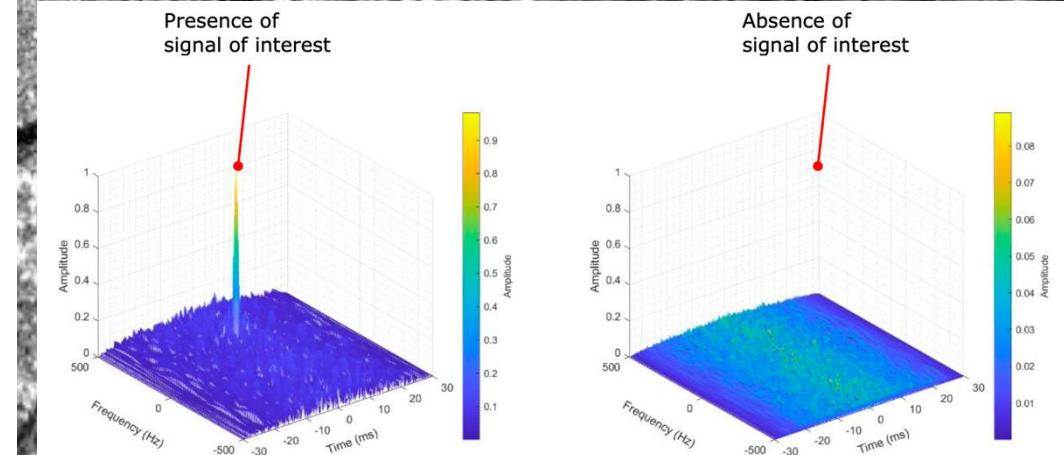
- Inexistante hormis les constellations en cours de déploiement

#### FOURNISSEURS COMMERCIAUX

- [HawkEye360](#)
- [Unseenlabs](#)
- [Kleos](#) disponible en tasking [sur UP42 depuis début décembre](#)
- [Spire Global Unveils Solution for Dark Shipping Detection](#)

#### DESCRIPTION SUCCINTE

- Au minimum une paire de satellites pour la localisation
- Instrument : radio logicielle (“SDR”) à fréquence ajustable
- Bandes de fréquence : 144 MHz à 15 GHz (~ VHF à bande Ku)



## 3 > LE FUTUR DU SATELLITE > IR T°

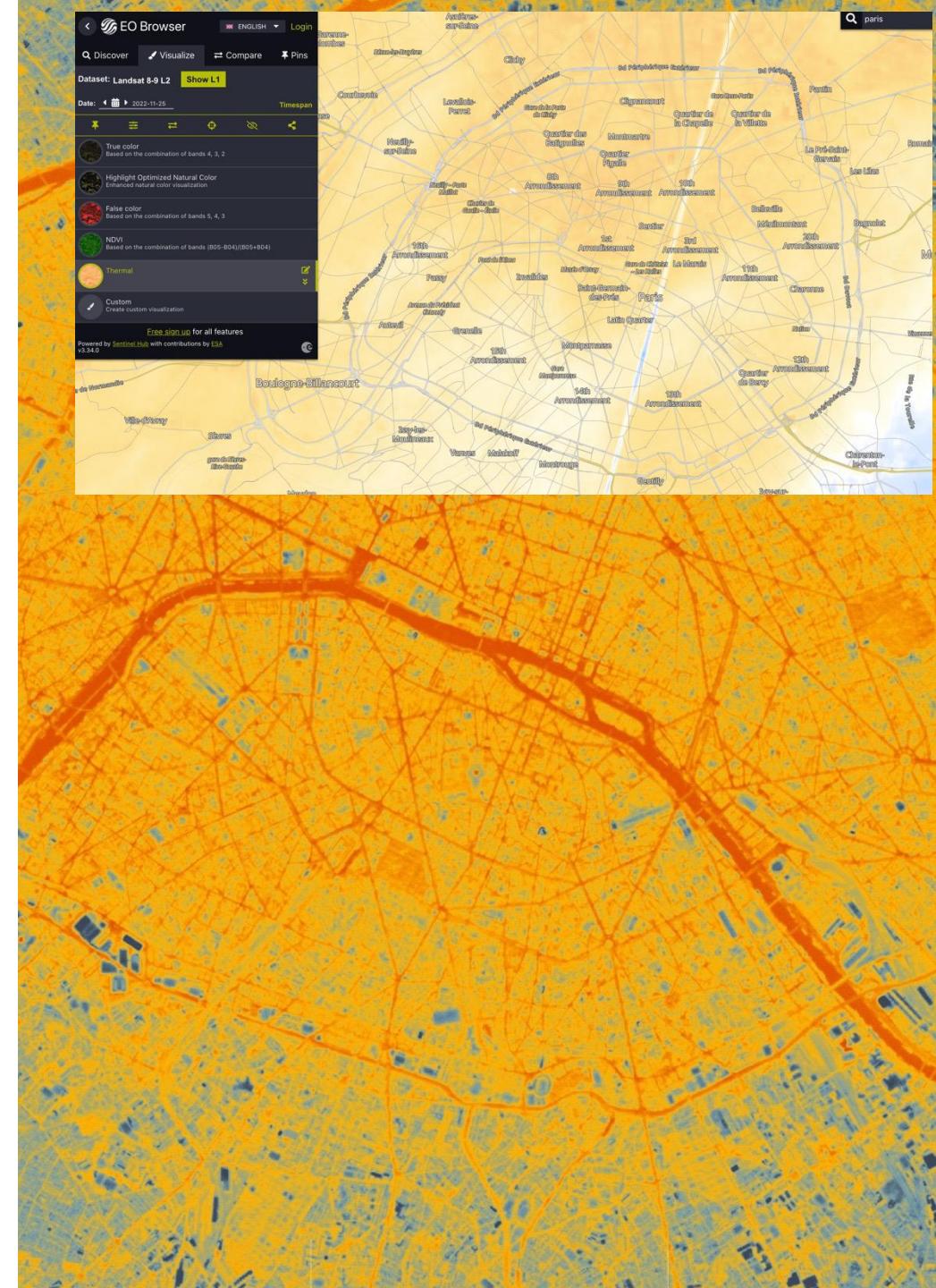
Tendance à venir : les images thermiques haute résolution spatiale et temporelle

### OFFRE ACTUELLE

- Services : Sentinel-3, Landsat 8, MODIS, ...
- Limitations : résolution spatiale et temporelle

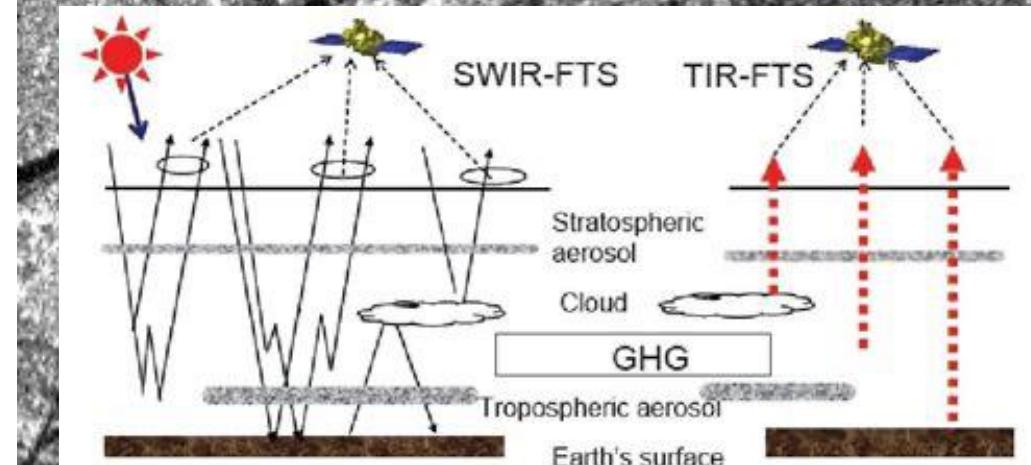
### SERVICES À VENIR

- **Satellite VU**, Londres, 5M\$ : empreinte thermique des bâtiments dans le monde toutes les 1-2 heures
- **Albedo**, Austin, Texas, 10M\$ : images thermiques résolution 2m
- **Orora Technologies**, Munich, 7,1M\$ : détection et surveillance des feux
- **Hydrosat**, Washington DC, 5M\$ : imagerie thermique pour l'agriculture
- **Constellr**, Freiburg, 1,2M\$ : températures mondiales journalières, résolution < 50cm



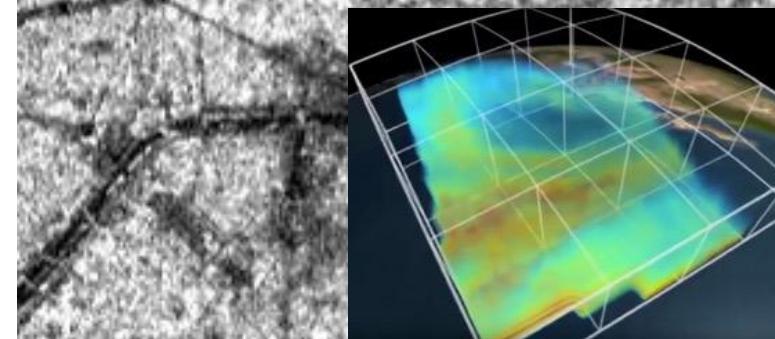
## 3 > LE FUTUR DU SATELLITE > GES

Les principaux gaz à effet de serre : méthane ( $\text{CH}_4$ ), dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ), protoxyde d'azote ( $\text{N}_2\text{O}$ ), ozone ( $\text{O}_3$ )



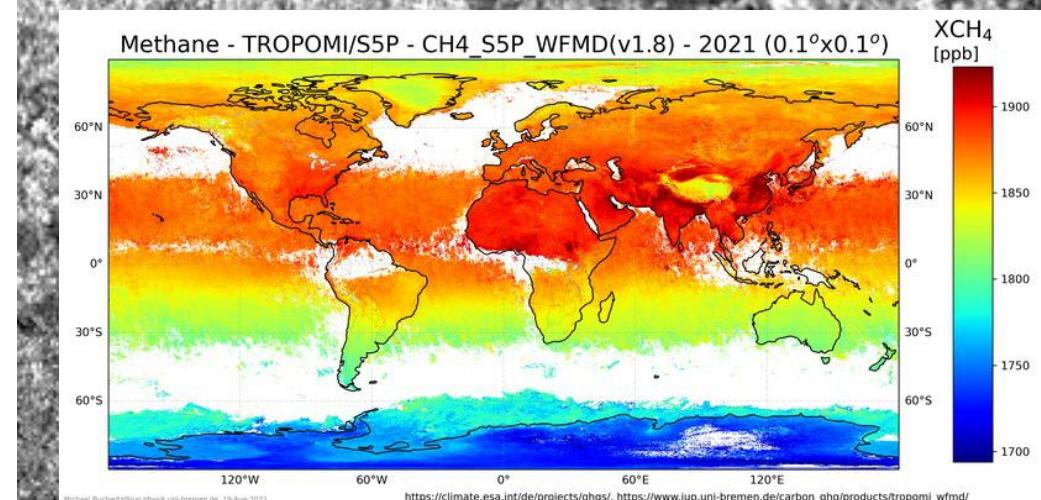
### OFFRE ACTUELLE

- Services : [Sentinel-5P](#) ( $\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , HCHO, CO,  $\text{CH}_4$  & aerosols)
- Limitations : résolution spatiale et temporelle
- Complexité : [ESA Climate Change Initiative](#) / [EUMetSat](#)



### SERVICES À VENIR

- GHCSSat**
- Carbon Mapper** (avec Planet Tanager)
- Sentinel-5** ( $\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , HCHO, CHOCHO & aerosols)



**DEMANDES REÇUES (15')**

**ACTUALITÉ SATELLITE (15')**

**LES USAGES EN COURS DE DÉVELOPPEMENT (20')**

**EXERCICES PRATIQUES (40')**

**DÉMO DE TECHNIQUES AVANCÉES (15')**

**RETOURS SUR LE PILOTE (15')**



## 4 > EXERCICES

Exercices pratiques pour se remémorer les éléments vus pendant les sessions précédentes

### OBJECTIF

- Manipuler vous-mêmes les différentes plateformes et outils présentés
- Partir d'une information dans la presse et de quelques questions de recherche pour retrouver vous-même la réponse et les images qui le « prouvent »

### CONSIGNES

- Ouvrez la présentation de la dernière fois pour vous remémorer les outils présentés
- Jouez le jeu : les réponses à certaines questions se trouvent dans des articles de presse, mais l'objectif est de les trouver par vous-mêmes en utilisant les outils montrés la dernière fois



## 4 > EXERCICES

### Deux cas simples d'utilisation du SAR

#### INONDATIONS EN RÉPUBLIQUE DOMINICAINE

- Utiliser Sentinel-1 pour trouver une zone inondée au nord de Higüey
- Ajouter une seconde date pour comparer / visualiser le changement

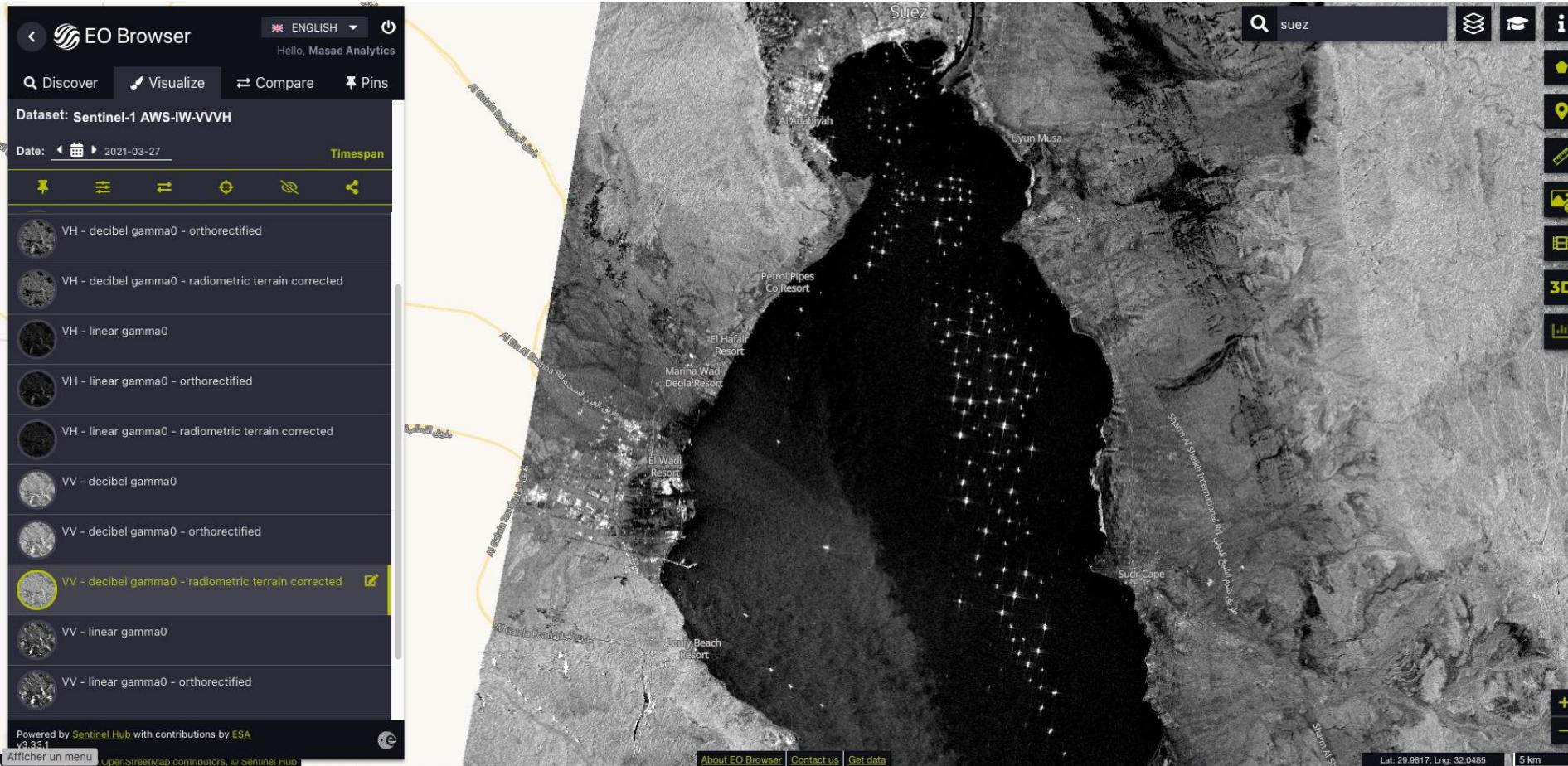
#### CARGOS EN ATTENTE AU SUD DU CANAL DE SUEZ

- Observez l'accumulation de bateaux au sud du canal le temps que le Ever Given soit débloqué



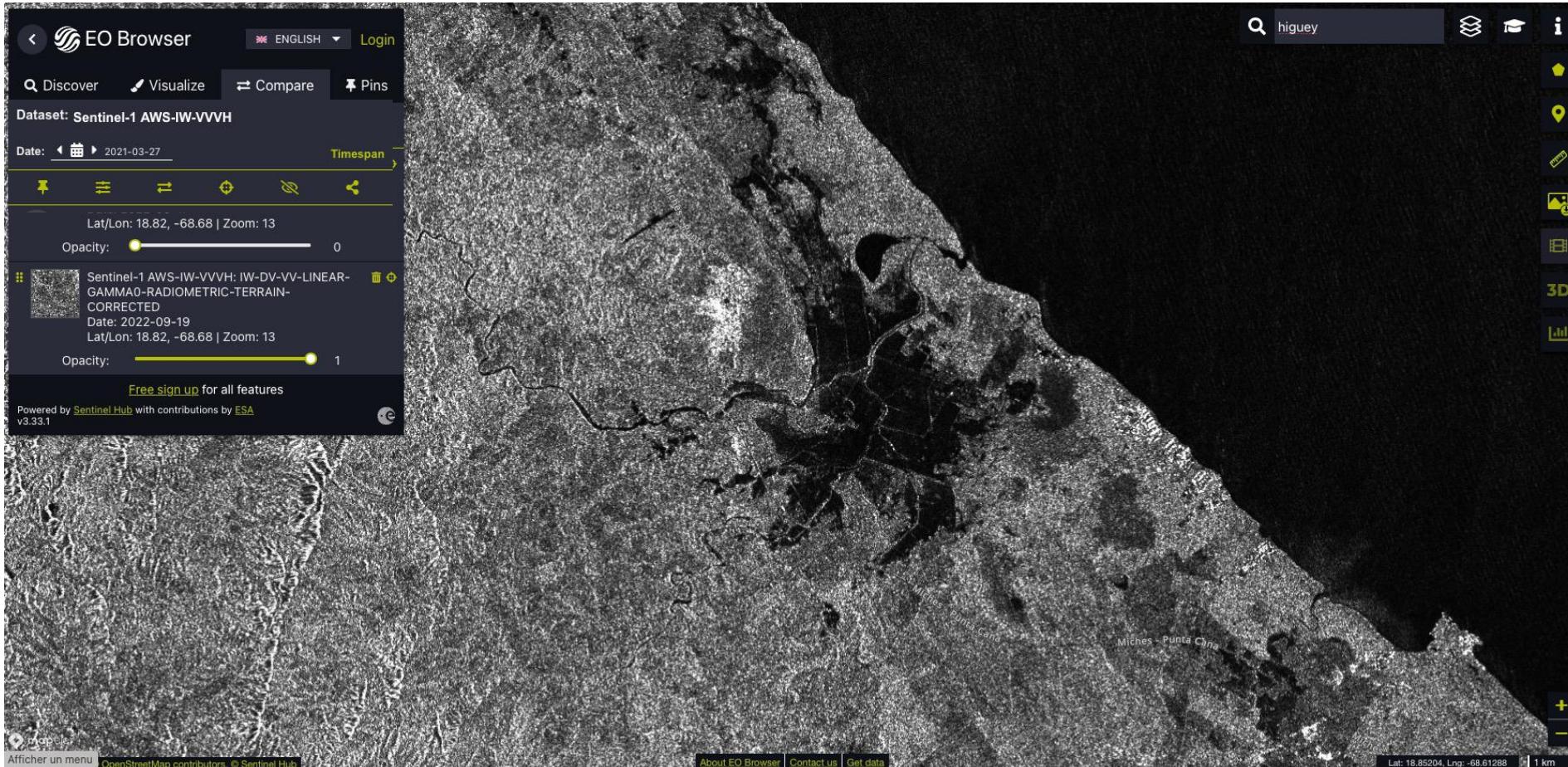
## 4 > CANAL DE SUEZ, EGYPTE

Bateaux attendant le déblocage du “Ever Given” (23 au 29/03/21)



## 4 > OURAGAN IAN, REPUBLIQUE DOMINICAINE

Au nord de Higüey, 19/09/2022 (comparaison avec une date hors ouragan)



## 4 > EXERCICES

### Émission de gaz à effet de serre : la France vs l'Allemagne

#### CONTEXTE

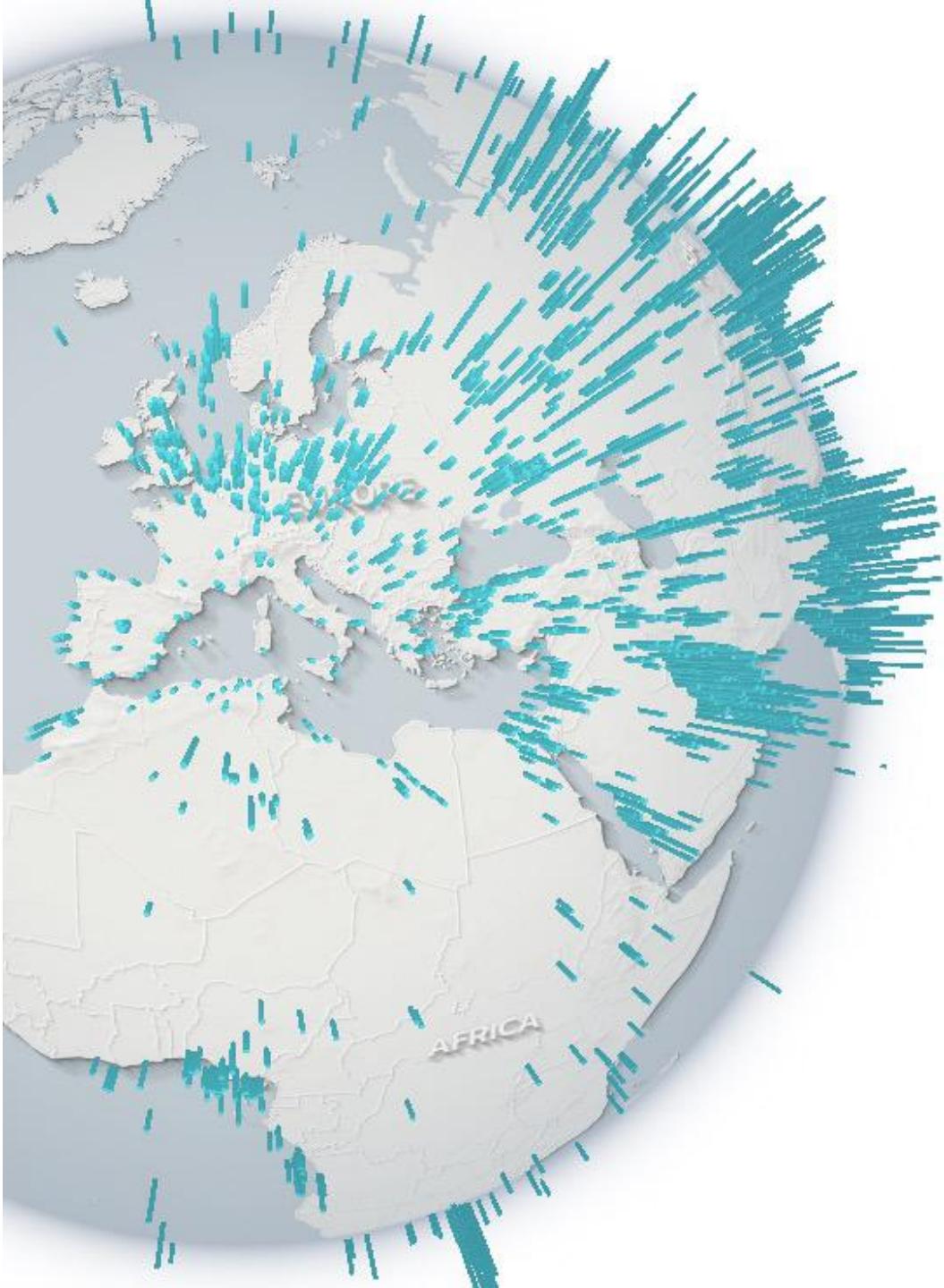
- [notre-environnement.gouv.fr](https://notre-environnement.gouv.fr) : Différentes activités humaines sont à l'origine des émissions de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère

#### QUESTIONS

- Peut-on visualiser les zones d'émission de GES en France et en Allemagne ?
- Combien de tonnes CO<sub>2</sub> la France et l'Allemagne ont-elles émises combinées en 2021 ? Y-a-t-il des activités qui se démarquent ?

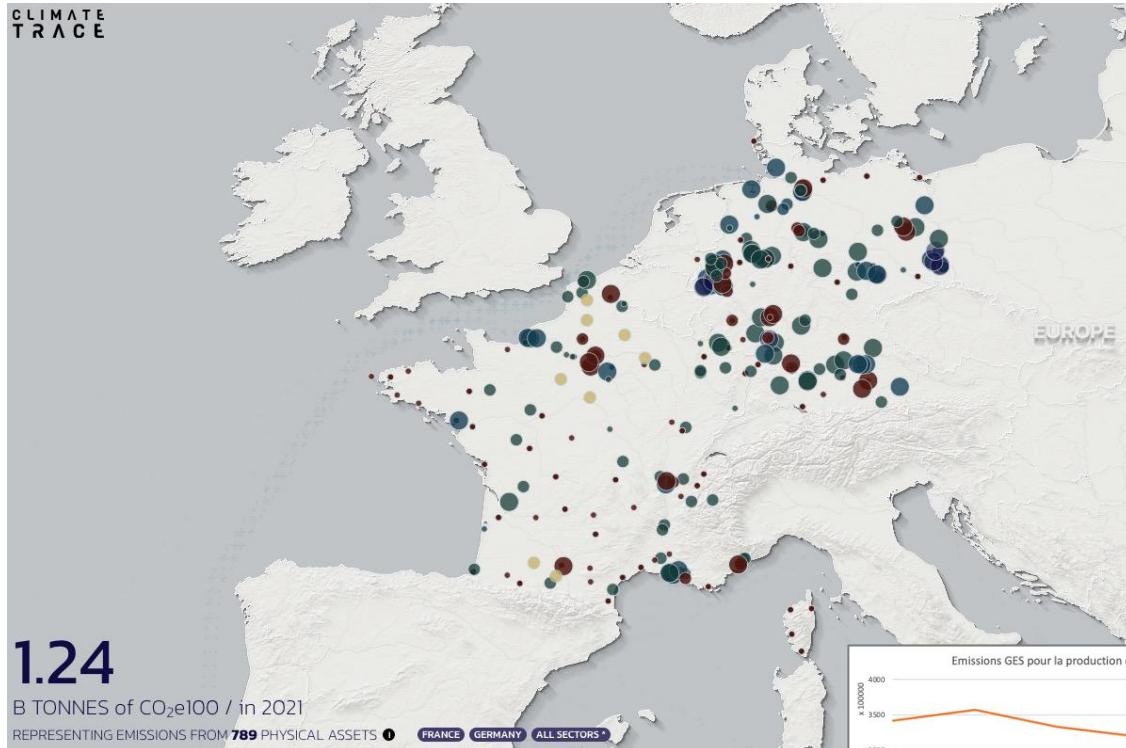
#### INDICES

- [Climate Trace](#)



## 4 > EXERCICES

### Émission de gaz à effet de serre : la France vs l'Allemagne



Methodologie :

- [How does Climate TRACE calculate emissions?](#)
- [Lien de téléchargement](#)

## 4 > EXERCICES

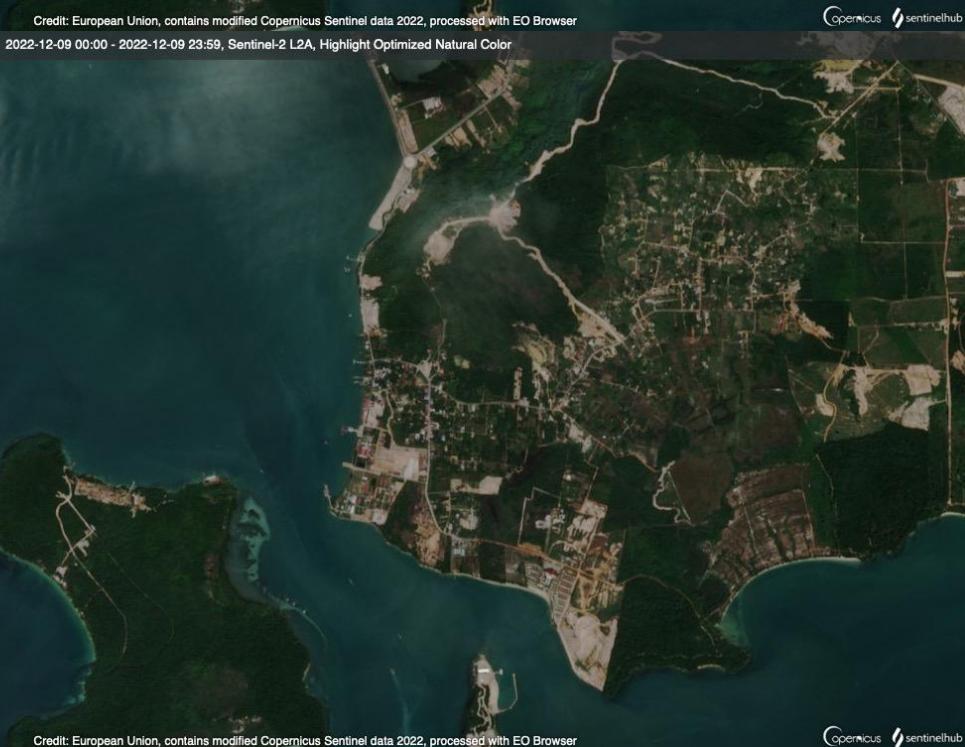
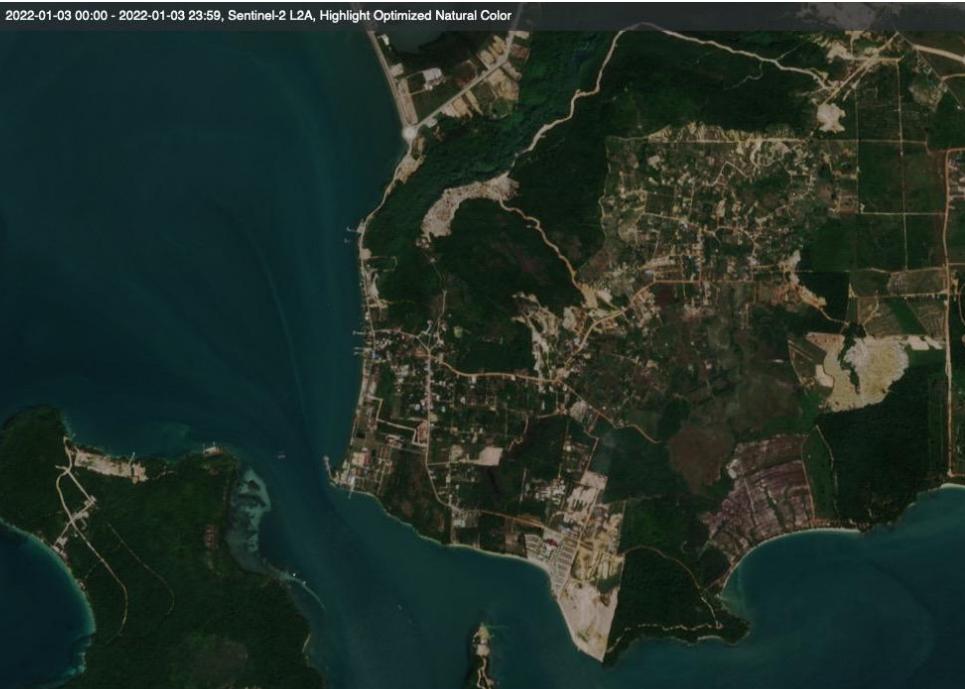
### Rumeurs d'activité chinoise sur une base navale au Cambodge

#### CONTEXTE

- [Washington Post](#) : La Chine construit secrètement une installation navale au Cambodge, selon des responsables occidentaux

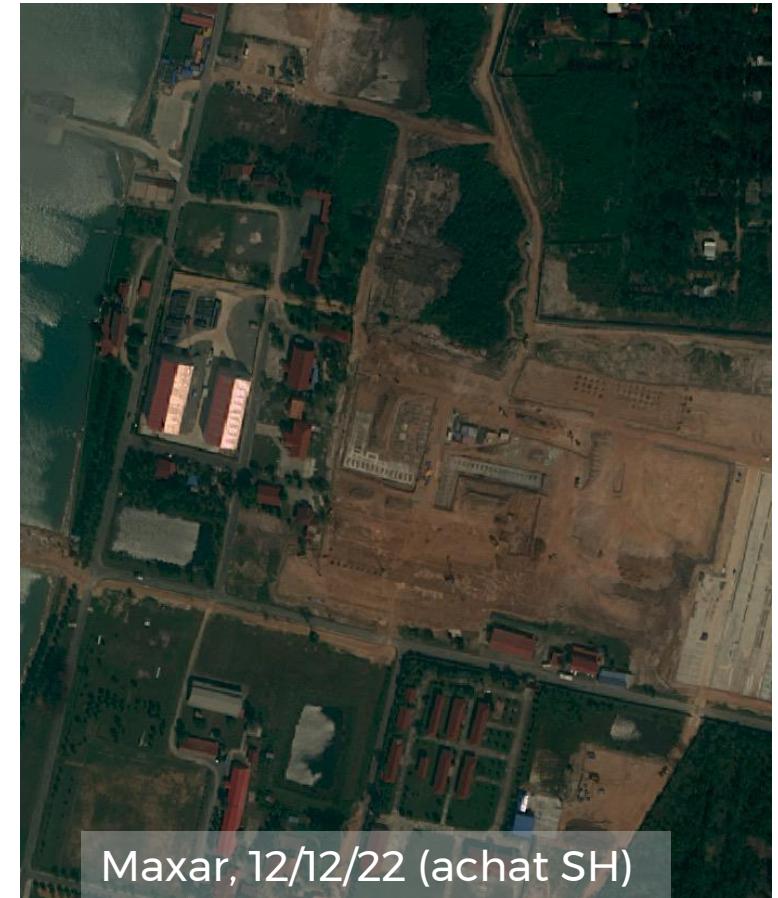
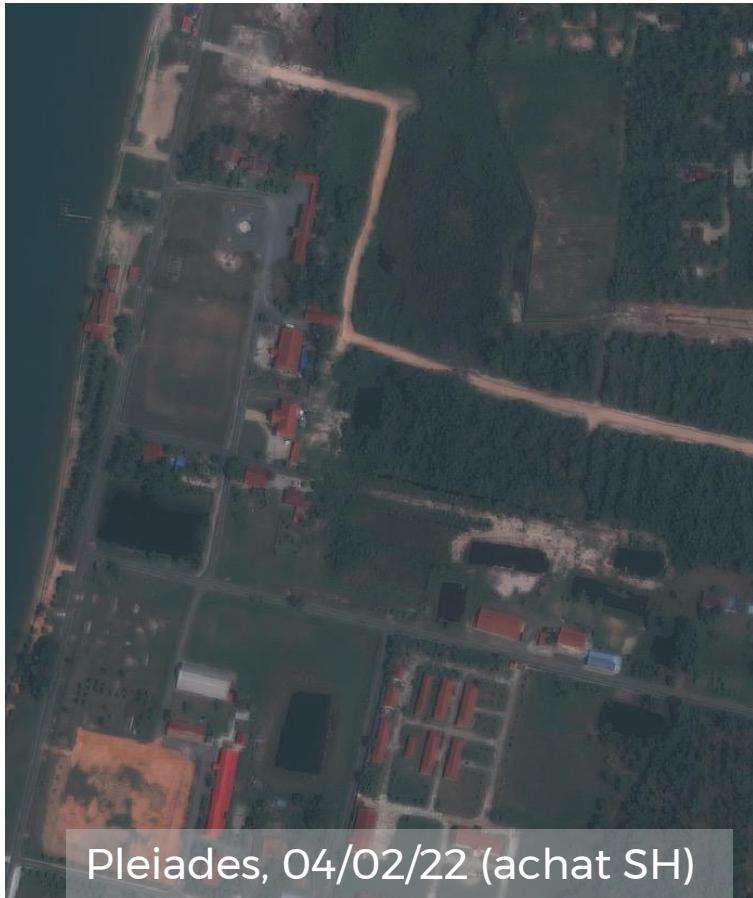
#### QUESTIONS

- Comment identifier rapidement une période d'activité intense sur cette zone ?
- Peut-on trouver des images haute résolution pour mieux identifier les constructions et potentiellement confirmer la présence chinoise, ou à minima l'avancement détaillé du chantier ?



## 4 > EXERCICES

Rumeurs d'activité chinoise au Cambodge : exemple visible sur Sentinel-2 en février 2022



## 4 > EXERCICES

### Nouveau bâtiment russe à Marioupol

#### CONTEXTE

- [BBC](#) : De nouvelles images montrent une installation de l'armée russe construite dans la zone occupée de Marioupol.

#### QUESTIONS

- Peut-on retrouver quand le bâtiment a été construit ?
- Peut-on trouver des images haute résolution pour mieux identifier ce bâtiment ?

#### INDICE

- Localisation Marioupol : [47.1227104, 37.4171541](#)



## 4 > EXERCICES

Nouveau bâtiment russe à Marioupol : Pleiades Neo 05/12, Pleiades 1A 23/11/22, sans nuages

The screenshot shows a geospatial analysis interface with a map of Mariupol, Ukraine. A pink rectangular selection box highlights a specific area in the center of the city. The map displays various streets, roads, and geographical features. A blue marker is placed on one of the streets within the highlighted area. The interface includes a search bar at the top labeled "Search For Location" and "AREA OF INTEREST" with a location pin icon. Below the search bar are buttons for "DRAW", "COORDINATES", "CATALOG ID", "IMPORT", and "POLYGONS". The "POLYGONS" button is active, showing "Mariupol" and "146 km²". There are also "EDIT", "EXPORT", and "INFO" buttons. On the left side, there is a sidebar with "FILTERS" and "SEARCH RESULTS" sections. The "SEARCH RESULTS" section contains a table of 47 entries, each with a checkbox, date, sensor name, resolution, cloud cover, off-nadir angle, and an "i" icon. The table is sorted by date. At the bottom of the sidebar, it says "RESULTS COUNT: 1 - 47 (of 47)". The bottom of the interface shows a footer with date ranges (Dec 14, 2020 - Dec 14, 2022), search filters (0m - 1m, 0% - 30%, 0° - 30°), and a "Покращене" (Improved) button.

	DATE	SAT	RES	CLOUD	OFF-NADIR	
□	2022-12-05	PNEO	30 cm	0%	30°	i
□	2022-11-23	PHR1A	50 cm	0%	11°	i
□	2022-11-02	PNEO	30 cm	3%	27°	i
□	2022-08-25	PHR1A	50 cm	0%	28°	i
□	2022-08-23	PHR1A	50 cm	0%	17°	i
□	2022-08-18	PNEO	30 cm	30%	29°	i
□	2022-08-17	PHR1B	50 cm	6%	5°	i
□	2022-08-14	WV03	38 cm	4%	27°	i
□	2022-08-07	PNEO	34 cm	0%	23°	i
□	2022-08-05	PNEO	30 cm	0%	4°	i
□	2022-08-05	PNEO	31 cm	1%	11°	i
□	2022-08-02	PNEO	30 cm	19%	21°	i
□	2022-07-31	WV02	59 cm	0%	28°	i
□	2022-07-31	WV02	48 cm	0%	11°	i
□	2022-05-12	WV03	38 cm	0%	26°	i
□	2022-05-08	PNEO	33 cm	0%	22°	i
□	2022-05-08	GE01	52 cm	0%	29°	i
□	2022-05-06	GE01	49 cm	4%	25°	i
□	2022-05-06	PHR1A	50 cm	0%	20°	i
□	2022-04-30	WV03	32 cm	1%	10°	i
□	2022-04-11	WV02	56 cm	0%	26°	i

RESULTS COUNT: 1 - 47 (of 47)

Dec 14, 2020 - Dec 14, 2022    0m - 1m    0% - 30%    0° - 30°    Покращене

## 4 > EXERCICES

### Déforestation en Amazonie

#### CONTEXTE

- [Green Peace](#) : Des chiffres record de déforestation en Amazonie avant les élections au Brésil

#### QUESTIONS

- Peut-on observer où ces déforestation ont eu lieu au Brésil ?
- À quelles périodes ?
- Peut-on faire un visuel de l'évolution dans le temps avec des images satellites ?

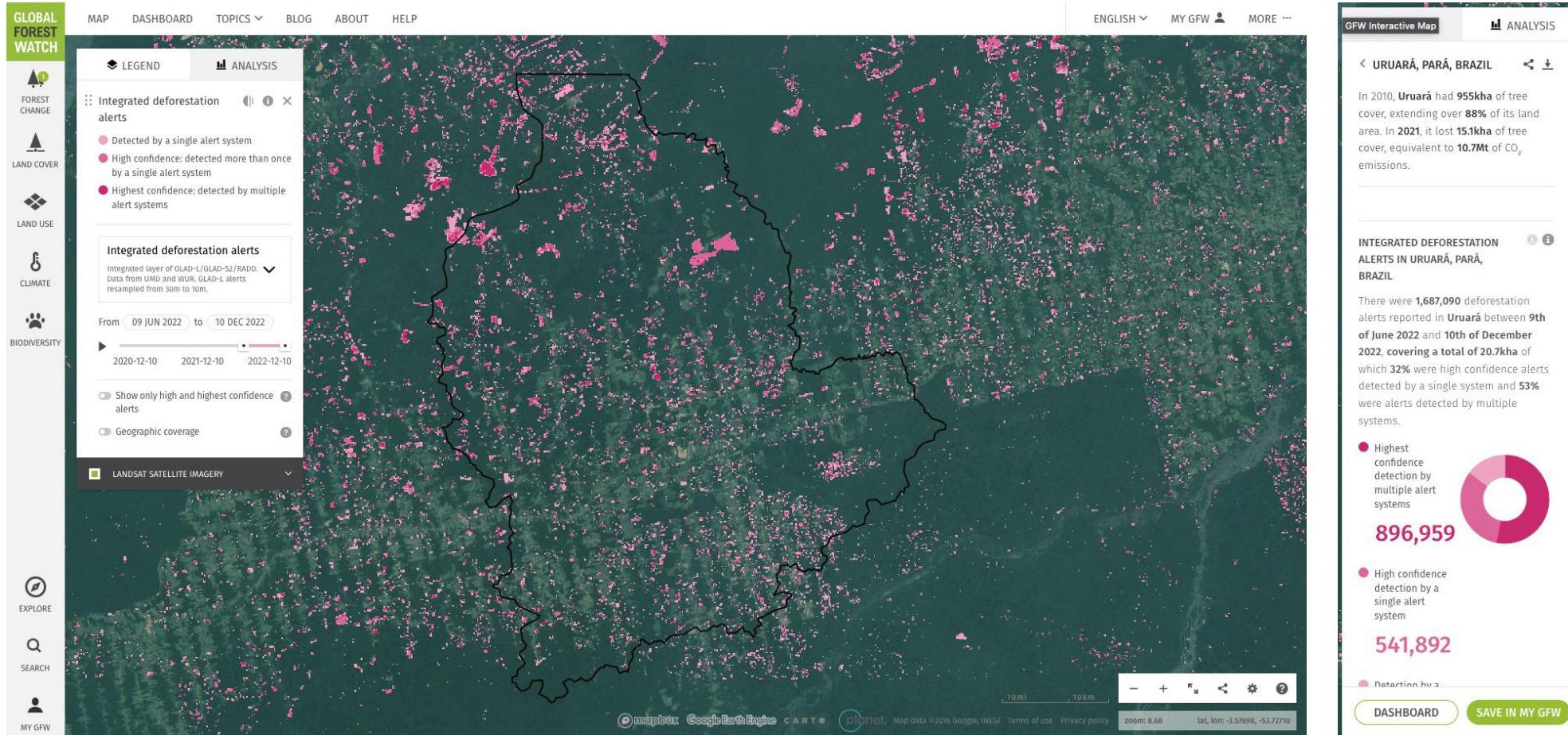
#### INDICES

- [Global Forest Watch](#)
- [Tutoriel](#) sur le monitoring de la déforestation



## 4 > EXERCICES

### Déforestation en en Amazonie



## 4 > EXERCICES

### Incendie de Notre Dame de Paris

#### CONTEXTE

- [Wikipedia](#) : incendie majeur survenu à la cathédrale Notre-Dame de Paris, les 15 et 16 avril 2019.

#### QUESTIONS

- Peut-on trouver des images haute résolution avant / après l'incendie ?
- Où en sont les travaux ?

#### INDICE

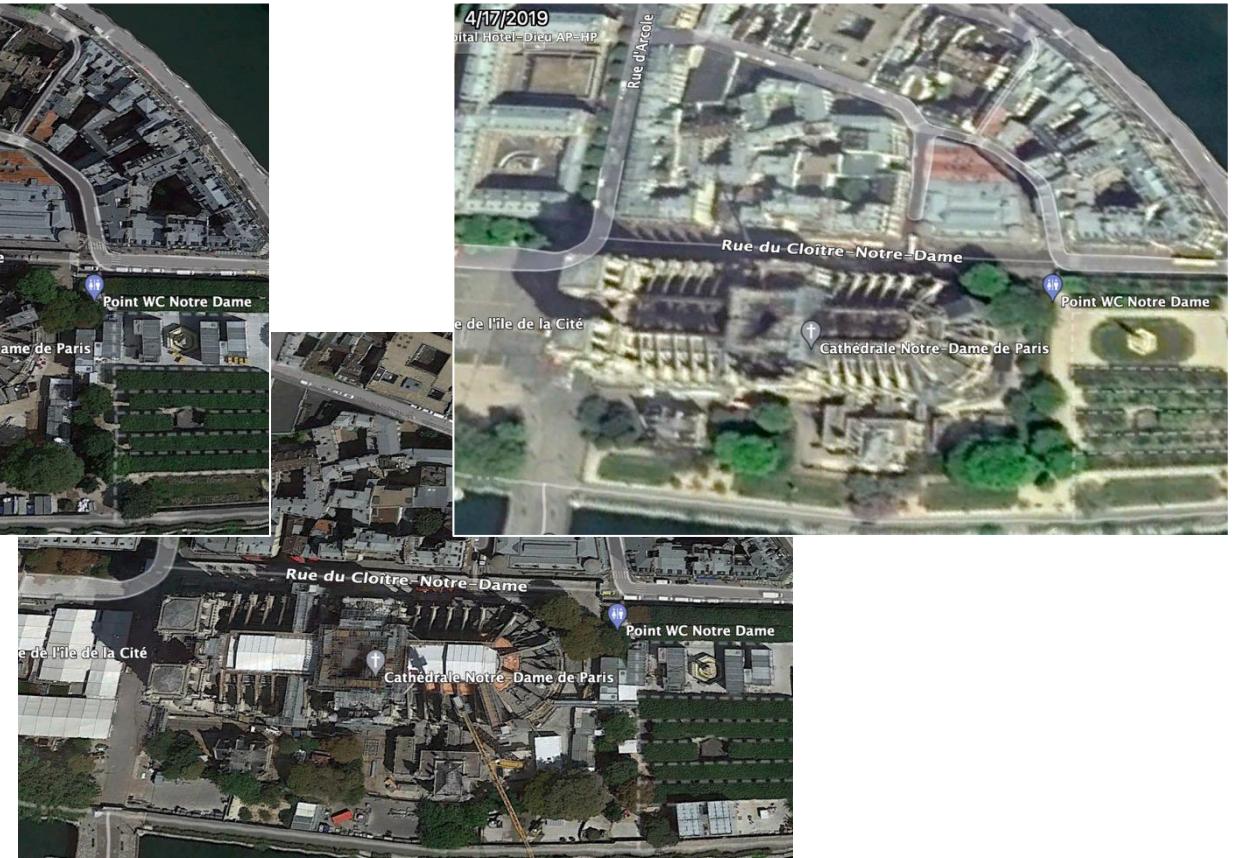
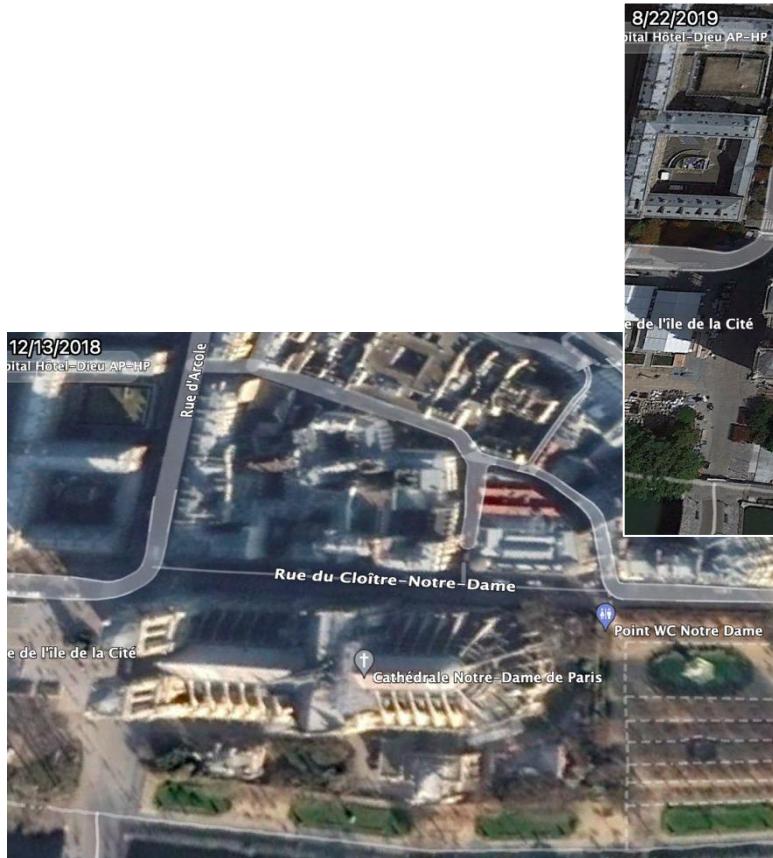
- Localisation : [48.8523647, 2.34751](#)



## 4 > EXERCICES

### Incendie de Notre Dame de Paris

- Quelques dates disponibles sous Google Earth Pro
- Un [site à consulter](#) pour les images post événement



## 4 > EXERCICES

### Expansion urbaine au Qatar

#### CONTEXTE

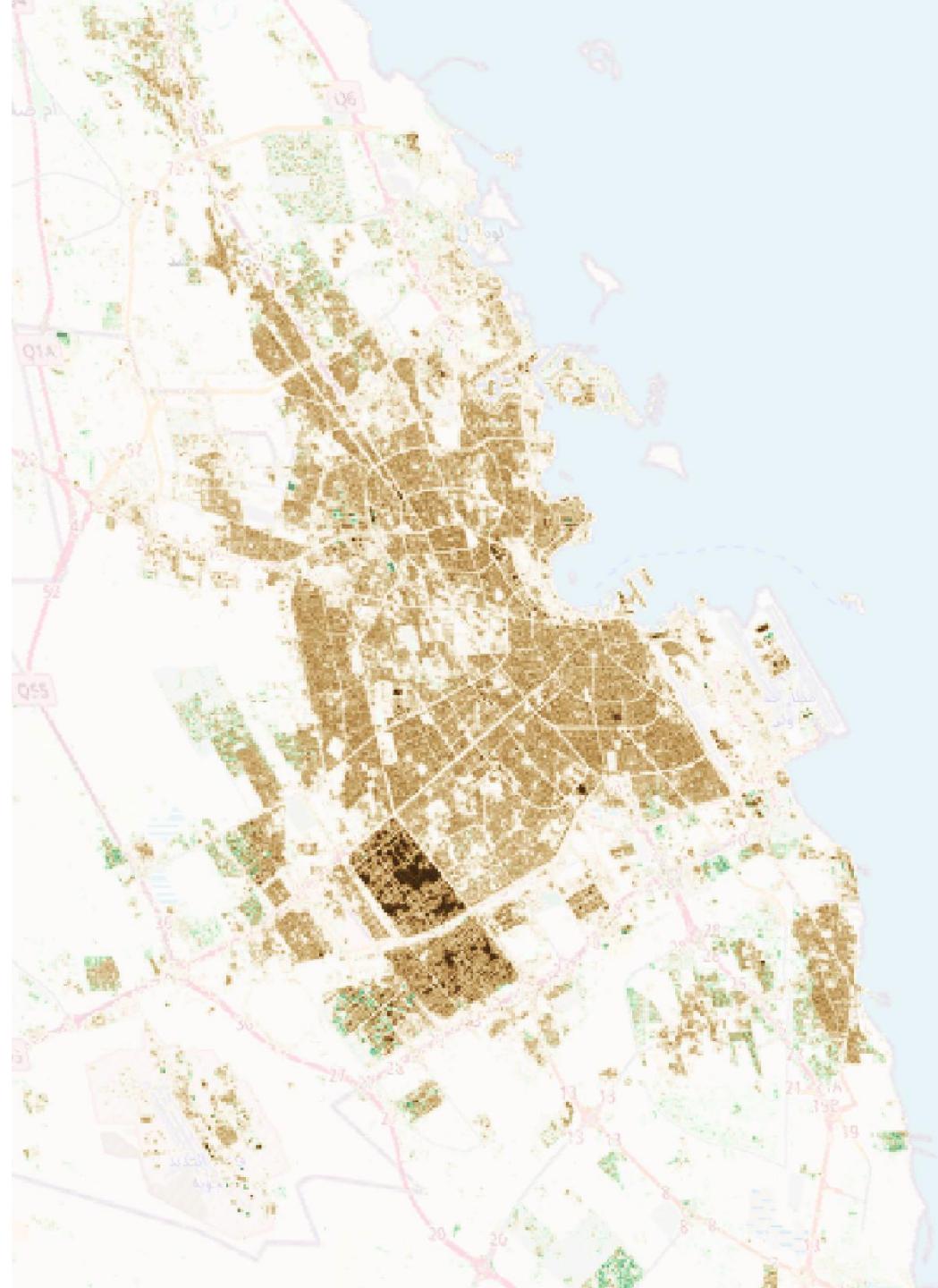
- [Gulf Times](#) : Le Qatar, et en particulier sa capitale, Doha, connaît une croissance urbaine rapide

#### QUESTIONS

- Peut-on suivre les changements dans le temps ?
- Existe-t-il des indices qui pourraient nous aider à mieux visualiser les changements / mettre en évidence les bâtiments ?

#### INDICE

- Localisation de Doha : [25.2839926, 51.4419569](#)



## 4 > EXERCICES

### Incendies en Gironde

#### CONTEXTE

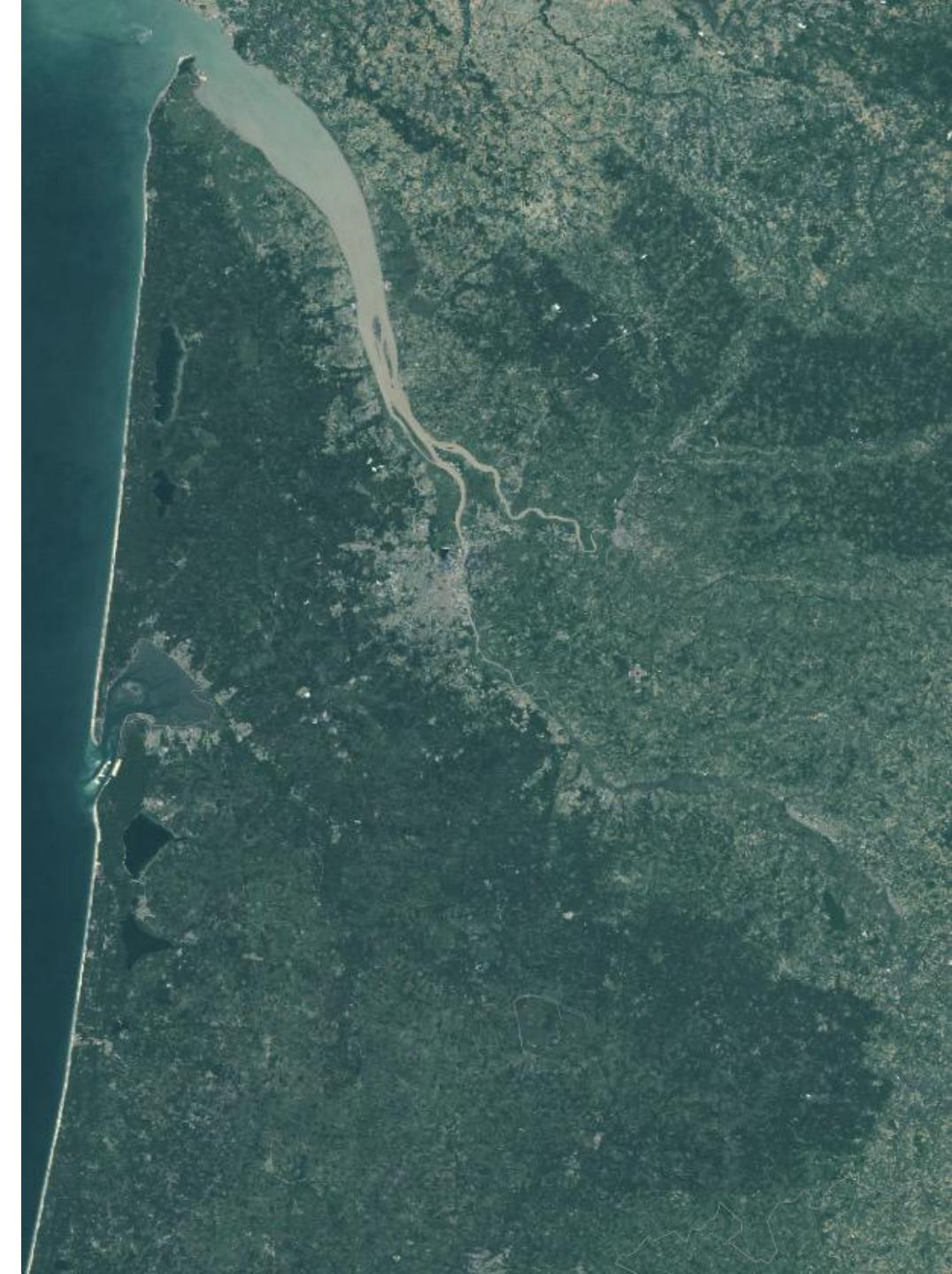
- [Gironde.fr](#) : Les feux de forêt qui ont parcouru 12 552 hectares en juillet puis 6 743 hectares en août

#### QUESTIONS

- Peut-on observer où et quand les alertes ont eu lieu ?
- Peut-on faire un visuel de l'évolution dans le temps avec des images satellites ?
- Peut-on visualiser sur un graphe le nombre d'alertes en fonction du temps ?

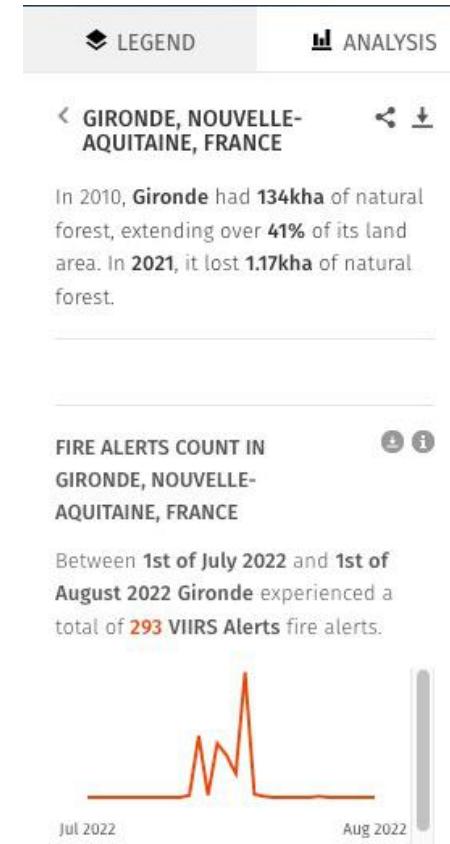
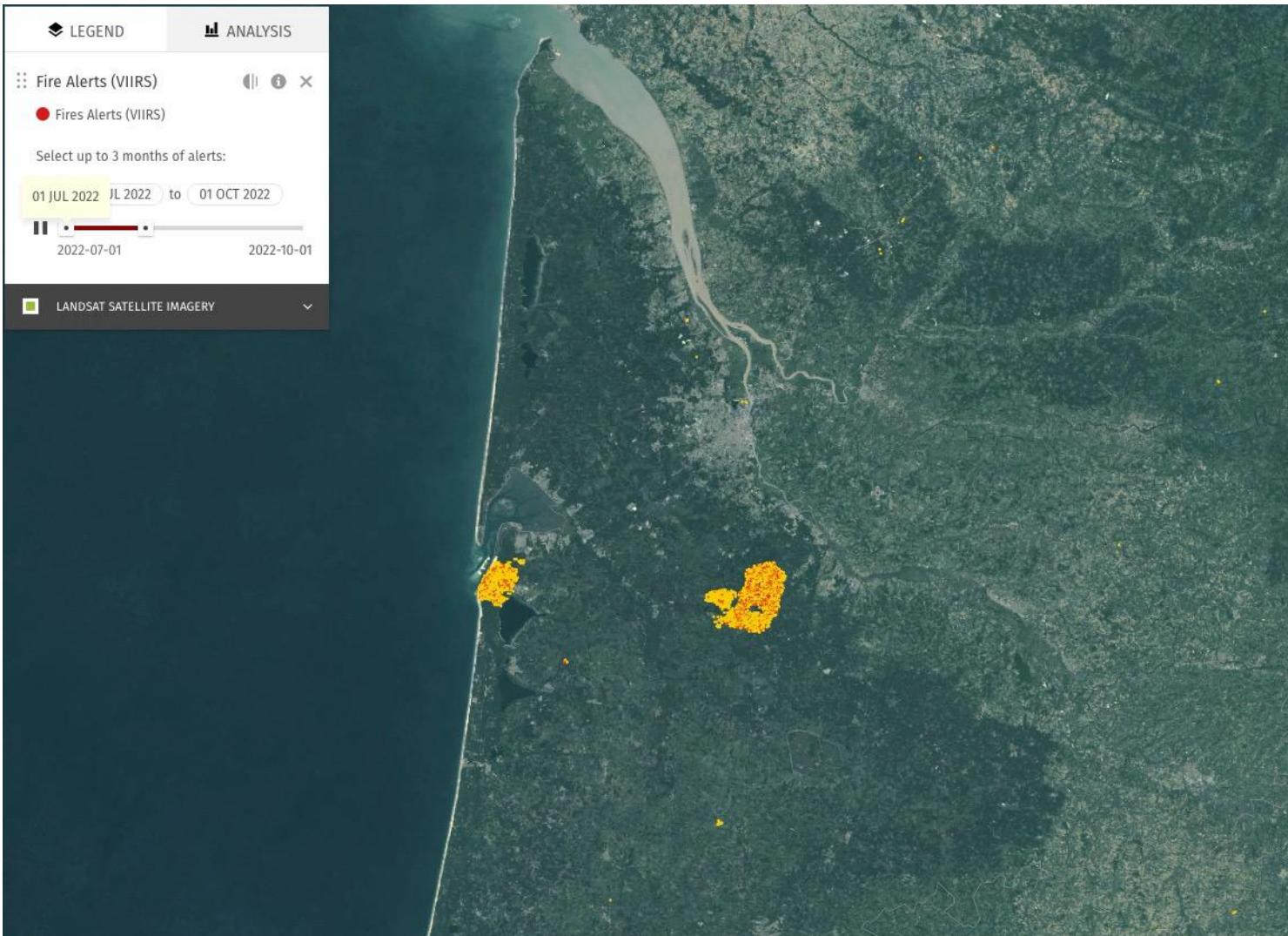
#### INDICES

- [Global Forest Watch](#)
- Jeu de données VIIR disponible dans cette zone



## 4 > EXERCICES

### Incendies en Gironde



This algorithm approximates the results by sampling the selected area. Results are more accurate at closer zoom levels.

## 4 > EXERCICES

### Fonte des glaciers dans le monde

#### CONTEXTE

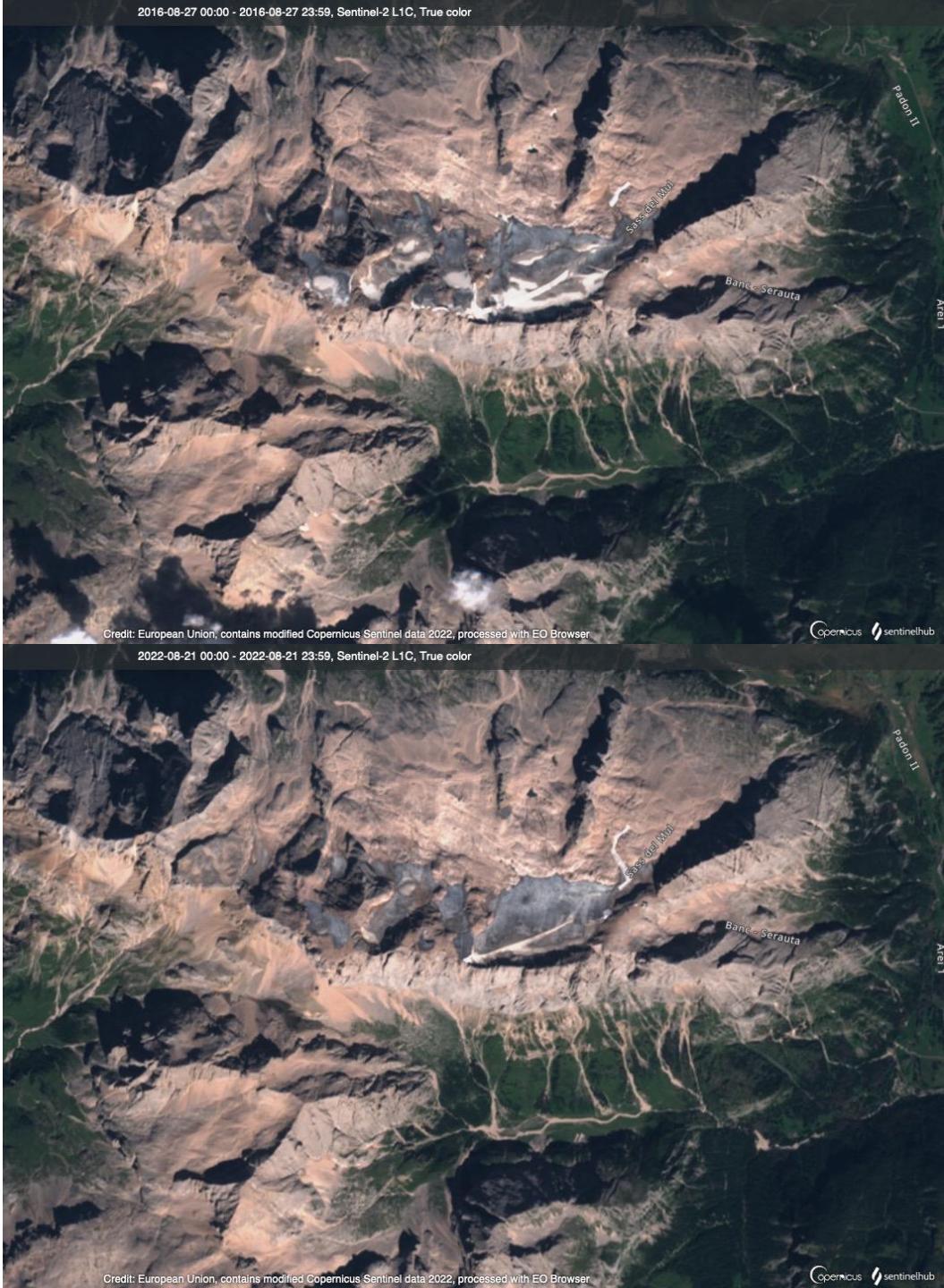
- National Geographic : la fonte des glaciers, causée par le changement climatique

#### QUESTIONS

- Peut-on trouver quelques comparaisons marquantes avant / après ?
- Existe-t-il des images avant-après en haute définition disponibles à l'achat ?

#### INDICES

- Glacier des Dolomites: [46.4427867, 11.8579787](#)
- Glacier du Kilimanjaro: [-3.0647383, 37.352421](#)
- Glacier Upsala: [-49.8941845, -73.2677498](#)



**DEMANDES REÇUES (15')**

**ACTUALITÉ SATELLITE (15')**

**LES USAGES EN COURS DE DÉVELOPPEMENT (20')**

**EXERCICES PRATIQUES (40')**

**DÉMO DE TECHNIQUES AVANCÉES (15')**

**RETOURS SUR LE PILOTE (15')**



## 5 > TECHNIQUES AVANCÉES

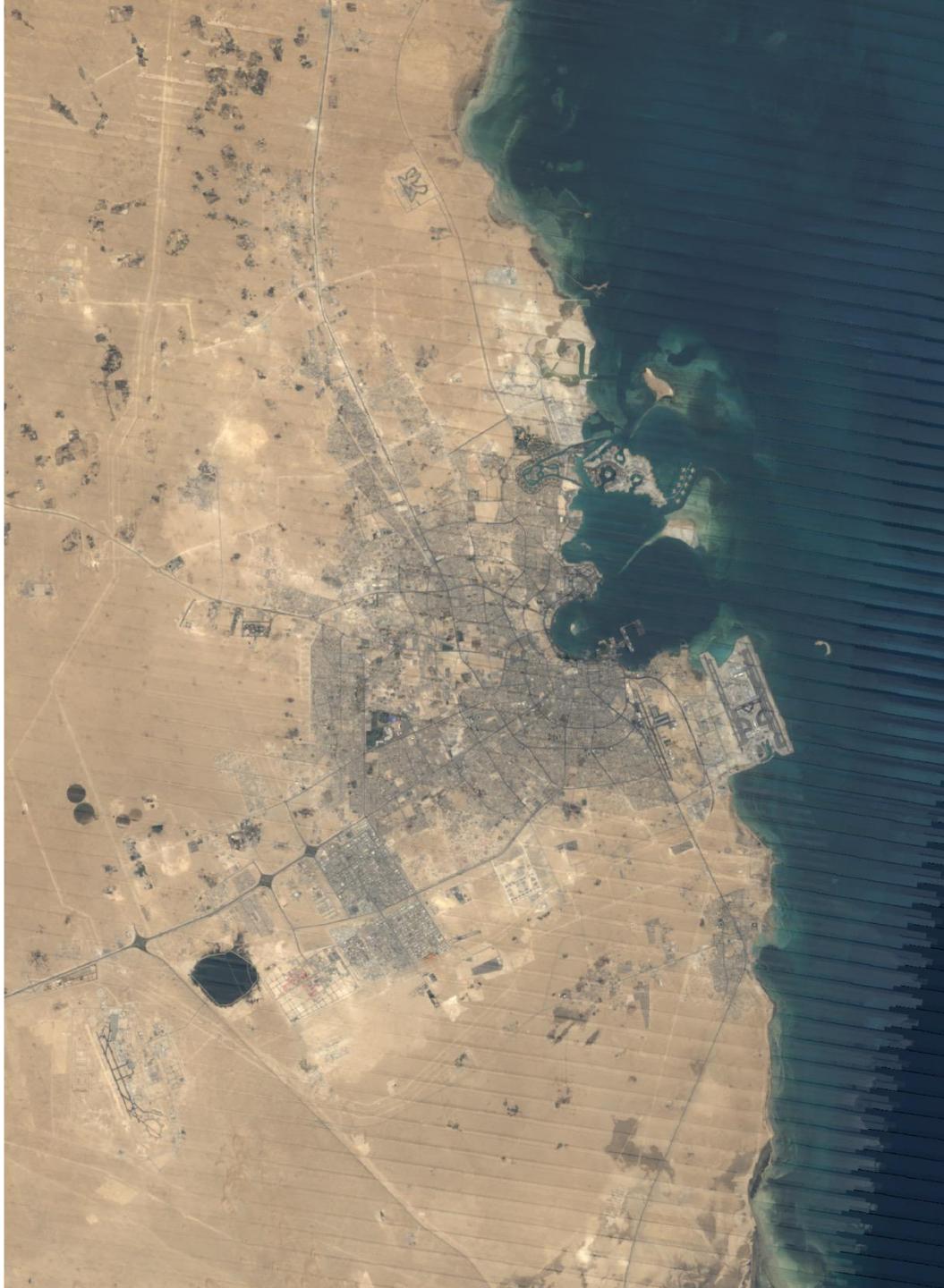
### Utilisation du site Google Earth Engine via l'interface web avec du code JavaScript

#### UTILISATION

- « gap filling » d'une image Landsat 7 affectée par la panne du SLC (2003)
- Aperçu du problème : [Doha, 2010](#)
- Ouvrir GEE <https://code.earthengine.google.com> (droits requis)
- Régler la période et la position du centre de la carte

#### CAS D'USAGE

- Traitement de séries temporelles par une plate-forme « cloud » afin d'éviter le chargement local et réduire le temps d'exécution



## 5 > TECHNIQUES AVANCÉES

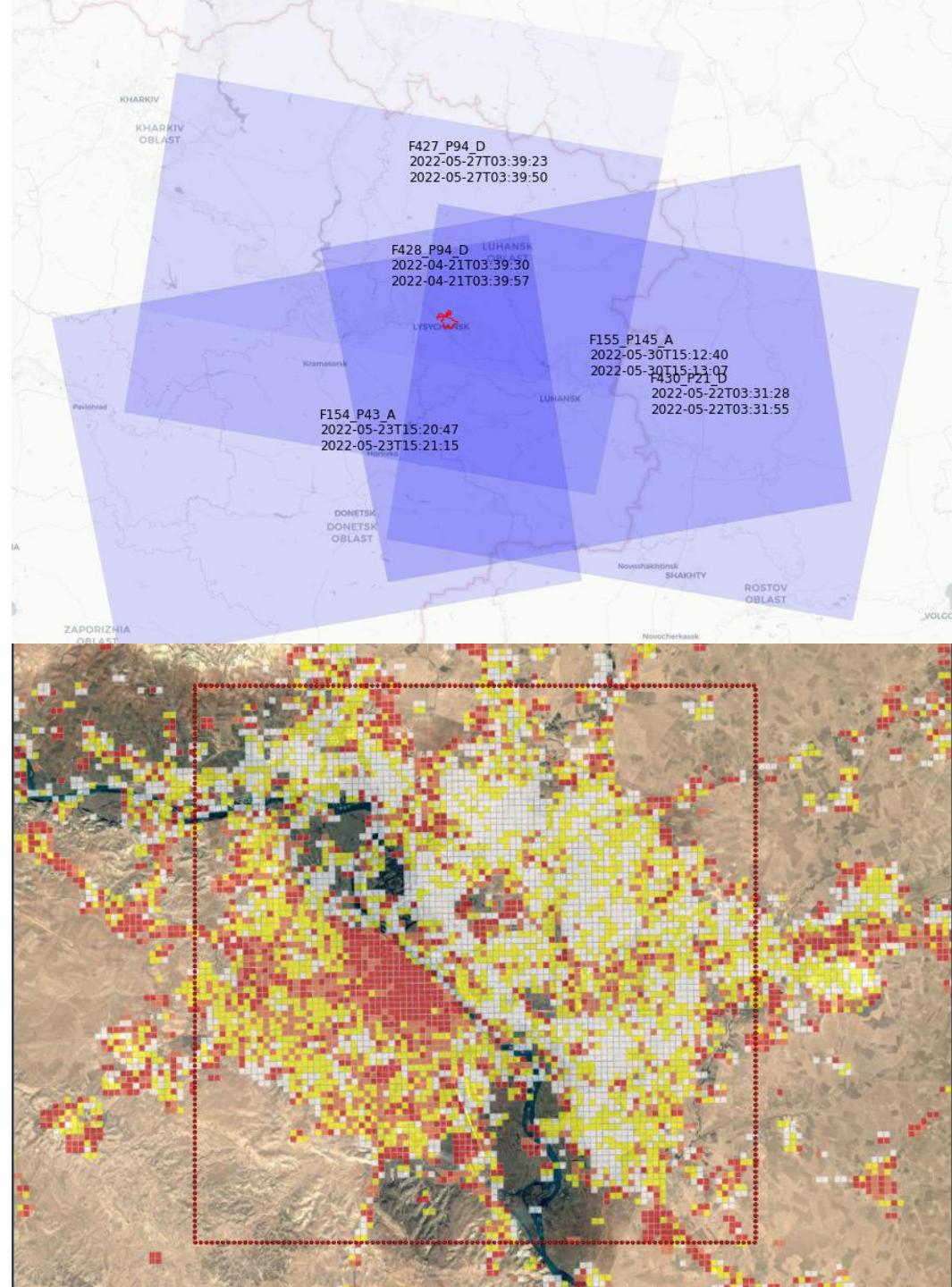
Python & Jupyter Notebook pour automatiser au maximum tout en gardant de la souplesse

### CHAINE DE TRAITEMENT

- Recherche, sélection et téléchargement d'images (VHR et SAR)
- Etendue annuelle de végétation avec Google Earth Engine
- Création d'un masque urbain
- Traitement interférométrique d'images SAR

### CAS D'USAGE

- Détection des destructions suite à un conflit armé ou une catastrophe naturelle



# 5 > TECHNIQUES AVANCÉES

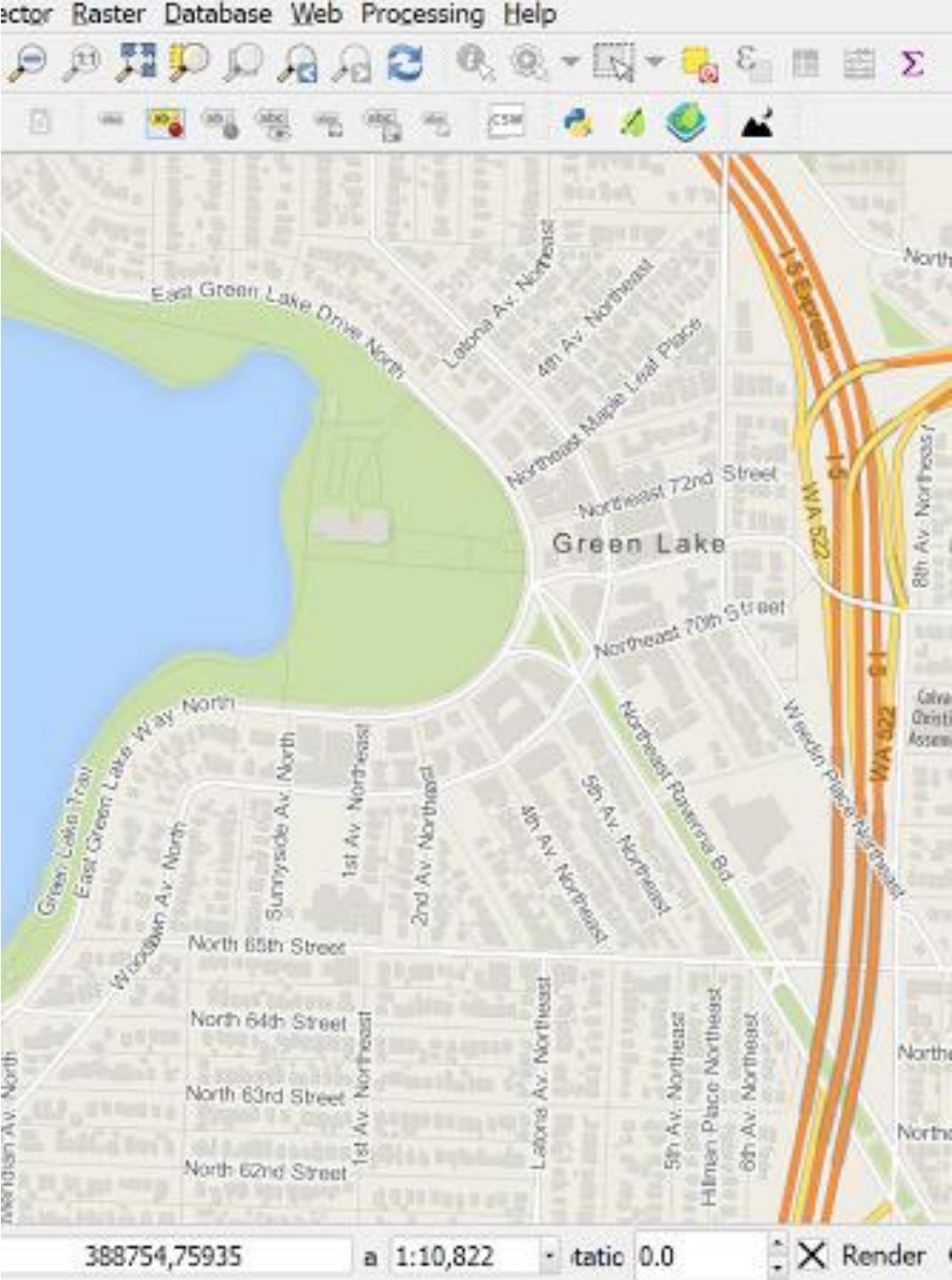
# Utilisation du logiciel QGIS

# UTILISATION

- Visualisation de données rasterisées et vectorielles
    - plans d'acquisitions de l'ESA ([Sentinel-1](#), [Sentinel-2](#))
    - image satellite SPOT sur N'Djamena, affichage NDVI et NDWI
  - Géoréférencement d'images ([Freehand Raster Georeferencer](#))
  - Traitements possibles en natif ou via des extensions

## CAS D'USAGE

- Croisement de données géographiques provenant de sources multiples



## 5 > TECHNIQUES AVANCÉES

### Opération de “pansharpening” avec OrfeoToolbox

#### PANSHARPENING

- [Orfeotoolbox](#): logiciel open source du CNES pour le traitement d'images satellite (ortho-rectification, pansharpening, SAR processing, etc.)
- Pansharping: combinaison d'une image haute résolution de luminance avec une image RGB de resolution plus faible

#### CAS D'USAGE

- Obtention des produits RGB finaux en haute résolution



**DEMANDES REÇUES (15')**

**ACTUALITÉ SATELLITE (15')**

**LES USAGES EN COURS DE  
DÉVELOPPEMENT (20')**

**EXERCICES PRATIQUES (40')**

**DÉMO DE TECHNIQUES  
AVANCÉES (15')**

**RETOURS SUR LE PILOTE (15')**



## 6 > SONDAGE

Votre avis nous intéresse

### RETOUR D'EXPÉRIENCE

- Bilan du pilote et suite à donner

