



Conférence VisioTerra à l'ERAIFT

Le Bassin du Congo vu de l'espace Observations, modèles et géoservices



VisioTerra

Serge RIAZANOFF
Directeur de VisioTerra

serge.riazanoff@visioterra.fr
<http://www.visioterra.fr>



serge.riazanoff@u-pem.fr
<http://www-igm.univ-mlv.fr/~riazano/>



Table des matières (1) - Vue d'ensemble

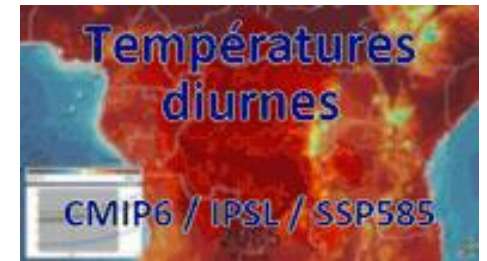


➤ Introduction

- ❑ Mot du Directeur de l'ERAIFT
- ❑ Présentation des participants
- ❑ Présentation de VisioTerra

➤ Changement climatique

- ❑ Le fonctionnement du GIEC
- ❑ Le dernier rapport CMIP6
- ❑ Les variables climatiques essentielles (ECV)
- ❑ Deux scénarii SSP sur le bassin du Congo



➤ Le programme Copernicus

- ❑ Les observations Sentinel
- ❑ Les modèles C3S, CAMS, CMEMS, CLMS, CEMS
- ❑ Les données in-situ



➤ Satellites, instruments, produits, prétraitements

- ❑ Orbites, temps de cycle / revisite, imageurs / sondeurs / altimètres, fauchée, résolutions spatiale / spectrale / temporelle, réponse spectrale, distance d'échantillonnage au sol... Missions d'héritage, *third-party*, collaboratives
- ❑ Sentinel-1, radar HR
- ❑ Sentinel-2, optique HR
- ❑ Sentinel-3, optique MR et altimètre
- ❑ Sentinel-5P, chimie de l'atmosphère
- ❑ Sentinel-6, altimètre



➤ Opportunités

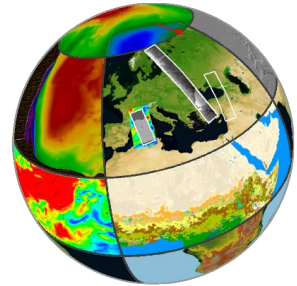
- ❑ Forêts, navigation, environnement, aires protégées, transhumance, agriculture, paix, sécurité...



Table des matières (2) - Services interactifs et géoservices

➤ Service de visualisation et de traitement - VtWeb

- Ne plus télécharger les données lourdes (*Data Processing Relay*)
- Traitement de données à la volée (POF-ML)
- Styles de visualisation
- Partager les vues et faire des galeries de cas avec les « hyperlooks »
- Exporter des images ou des flux



➤ FLEGT Watch - Géoservice de surveillance de la déforestation

- Principe d'un géoservice
- Historique de FLEGT Watch
- Opérer FLEGT Watch Web
- Opérer FLEGT Watch App



➤ MISBAR - Géoservice de surveillance de l'agriculture & irrigation

- Les indicateurs de végétation, d'humidité, de précipitation
- L'agrégation spatiale et l'agrégation temporelle
- Les tableaux de bord
- Les bulletins périodiques
- La gestion des utilisateurs et des ressources



➤ CAFWS - Géoservices de surveillance de la déforestation et des feux

- Les indicateurs de feux actifs et d'aires brûlées
- Les tableaux de bord
- Les bulletins périodiques





Présentation de VisioTerra

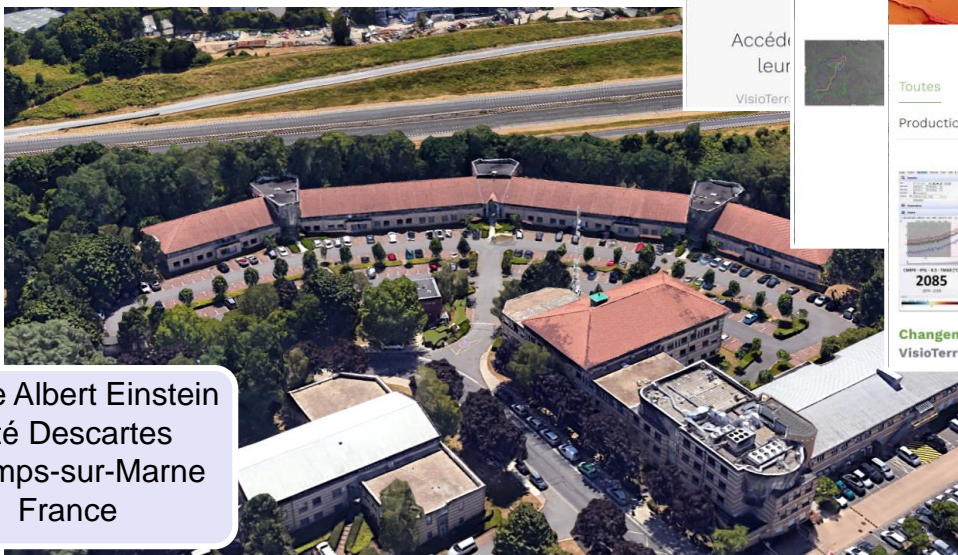


VisioTerra en quelques chiffres

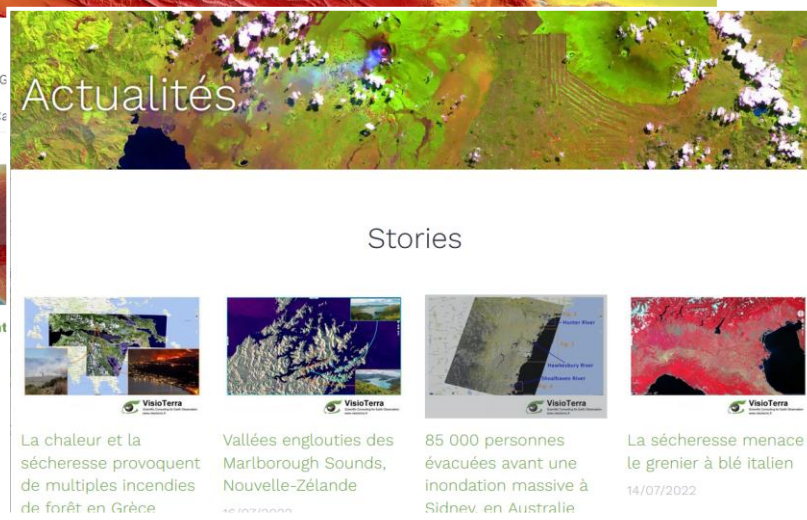
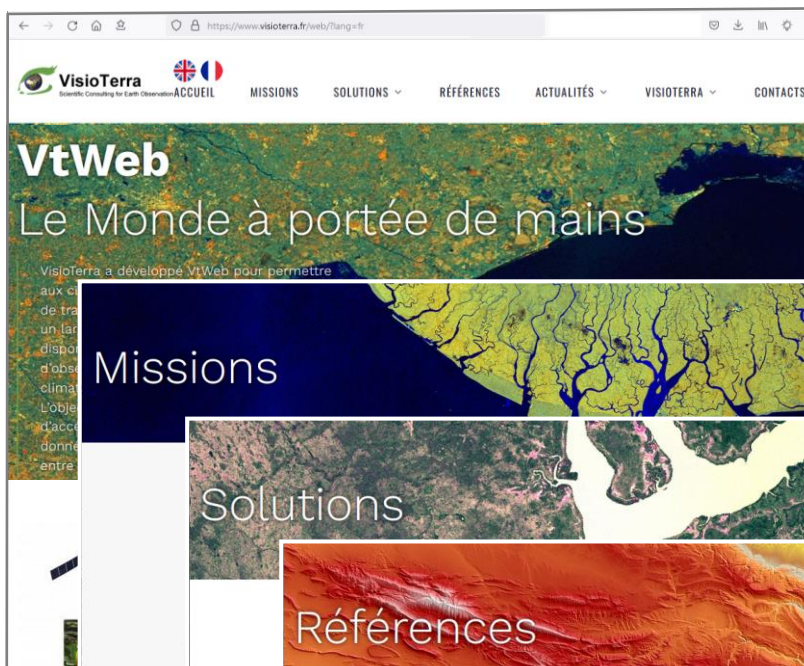
- Créée en mai 2004
- 11 ingénieur(e)s
- C.A. 2022 : 633 K€

• ESA	34 %
• SERCO	18 %
• TELESPIAZIO	18 %
• AGRECO	11 %
• BEICIP	10 %
• AfEOS	8 %
• Cité des Sciences	1 %

➤ <http://visioterra.fr>



14 rue Albert Einstein
Cité Descartes
Champs-sur-Marne
France





Ingénierie en Observation de la Terre (O.T.) et éducation



janvier 1990

mars 2004



GAEL Consultant

1. Développement logiciel
2. Contrôle qualité
3. Production cartographique

mai 2004



VisioTerra

Conseil Scientifique en Observation de la Terre

- | | |
|------------------------------|--------------------------------|
| 1. Développement logiciel | VtWeb, VtFlegtWatch, VtPace... |
| 2. Production cartographique | géométrie, radiométrie, stat. |
| 3. Etudes | expertise, études d'impact... |
| 4. Education | Afrique, Moyen-Orient... |
| 5. Communication | Sentinel Vision (ESA) |

mars 1993



Université Paris-Est Marne-la-Vallée – [Site du Pr. Serge RIAZANOFF](#)

**Professeur
associé**

1. Traitement d'images
2. Télédétection
3. Suivi des stagiaires

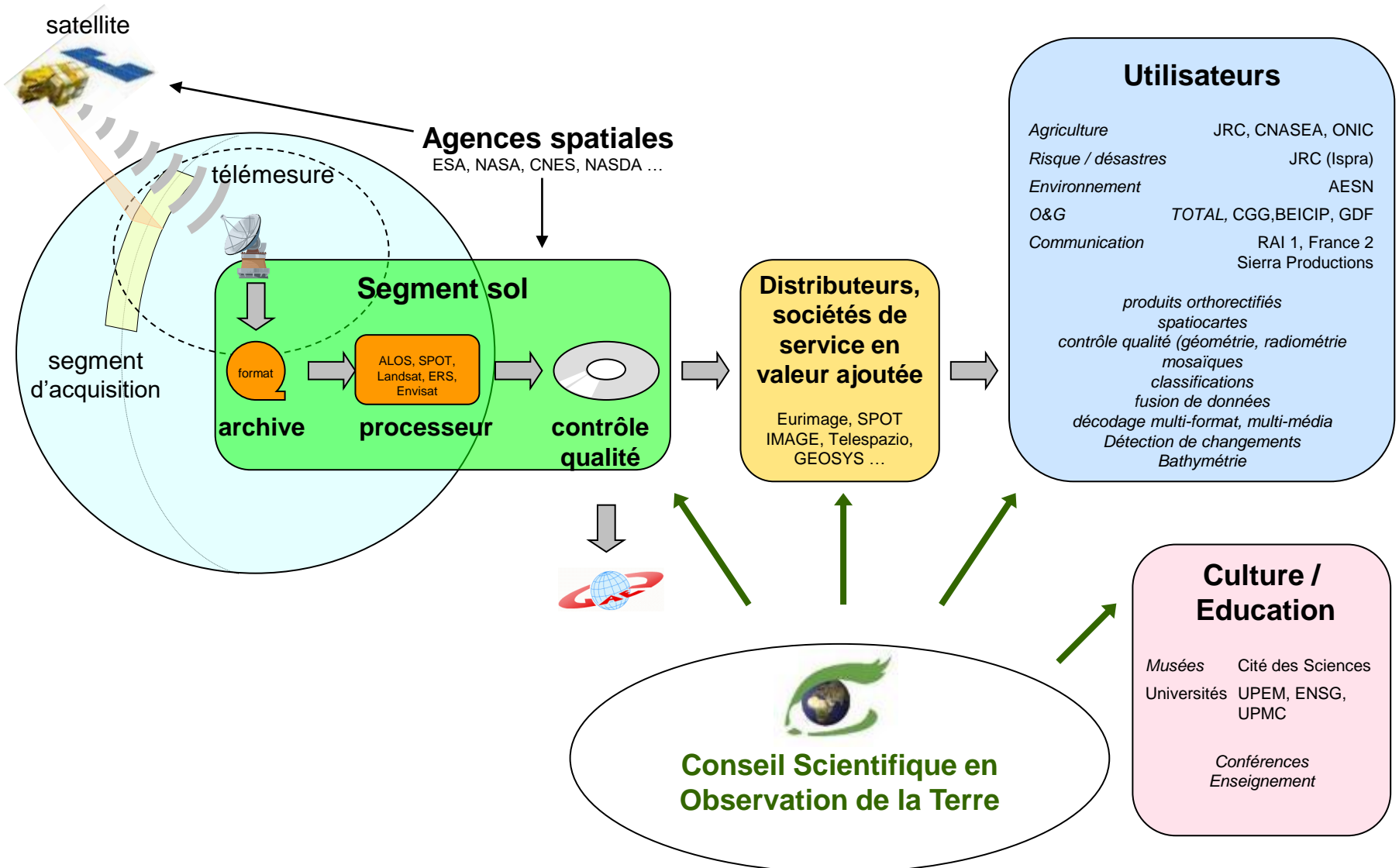
ENSG (Ecole de l'IGN)

Université Paris 7

Monde (Algérie, Maroc, Palestine, Douala, Kinshasa...)



Compétences de VisioTerra – Des satellites aux utilisateurs





Des connaissances scientifiques reconnues



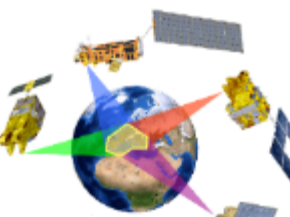
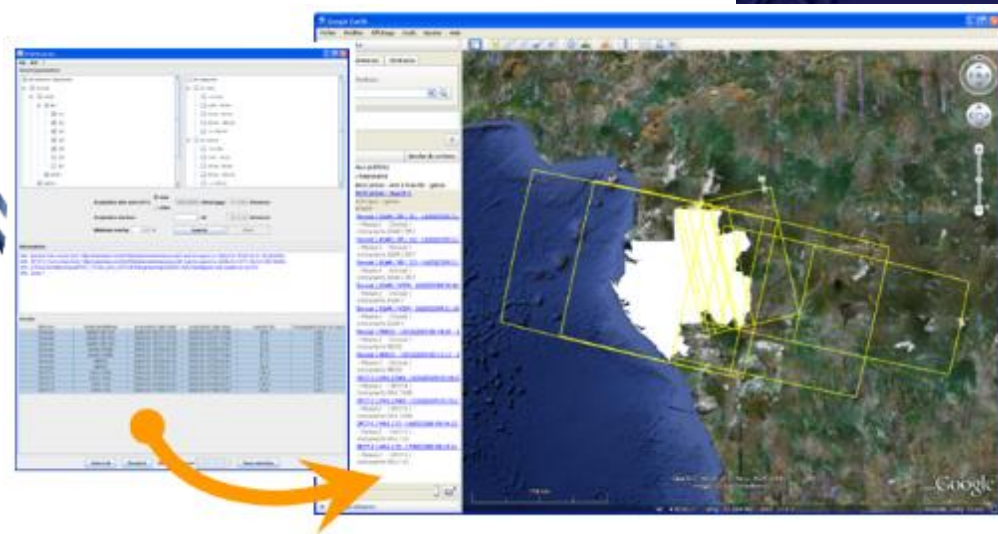
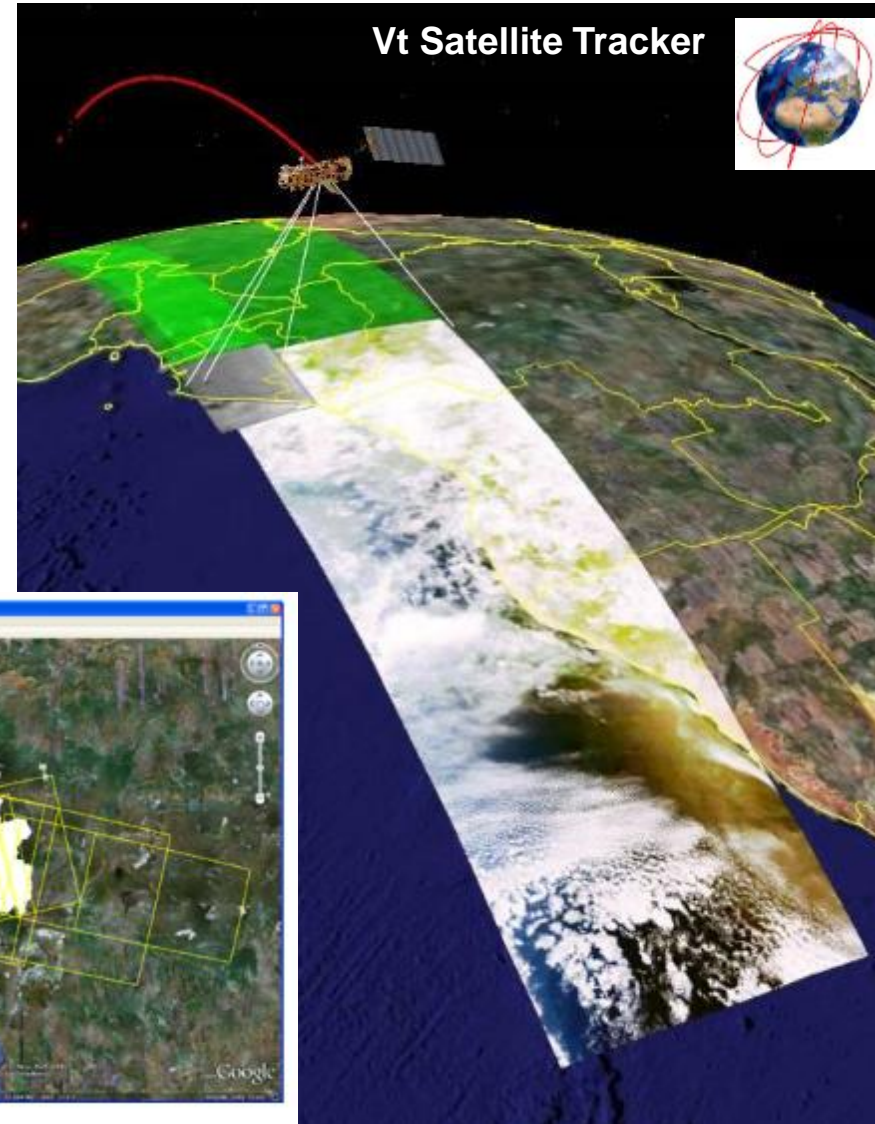
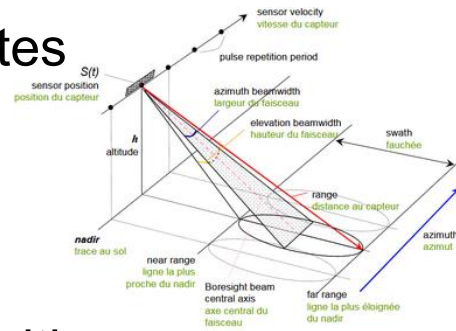
<http://www-igm.univ-mlv.fr/~riazano/>

➤ Propagation d'orbites

- SGP4
- Nominale

➤ Géométrie d'acquisition

- Optique / Radar
- Mission / Instrument / Mode

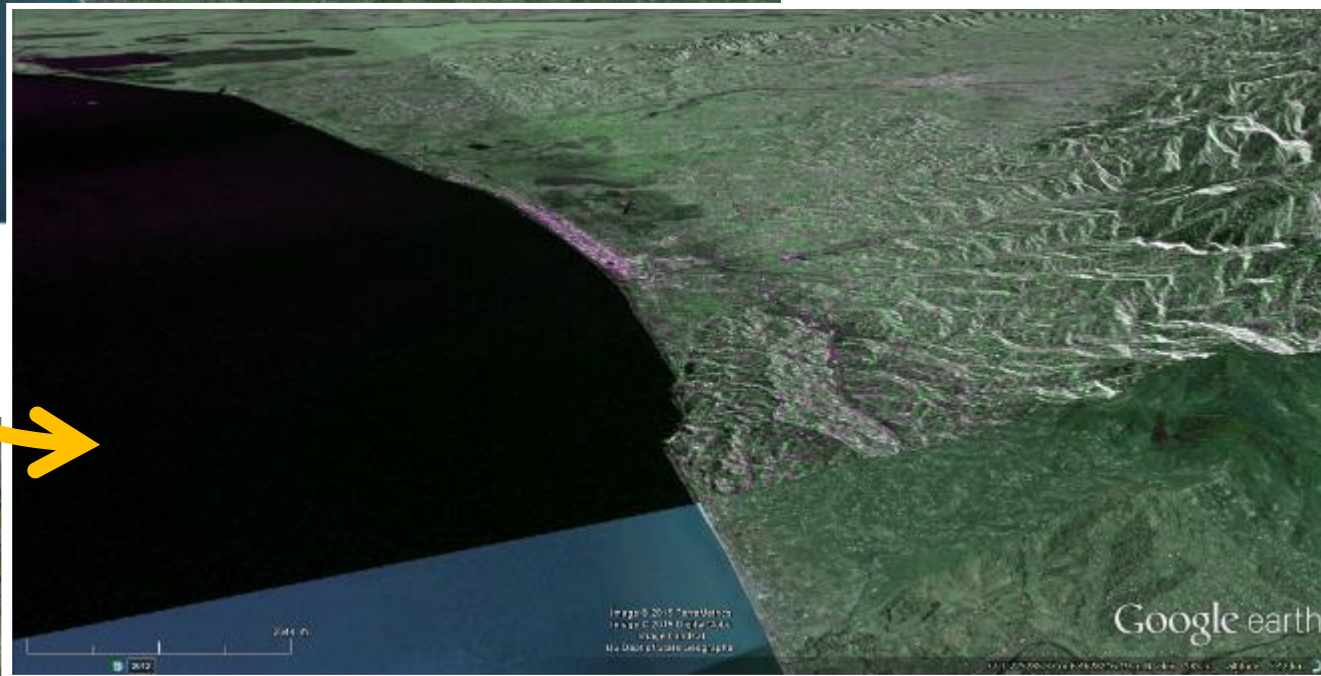
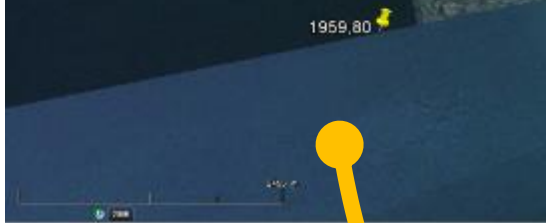
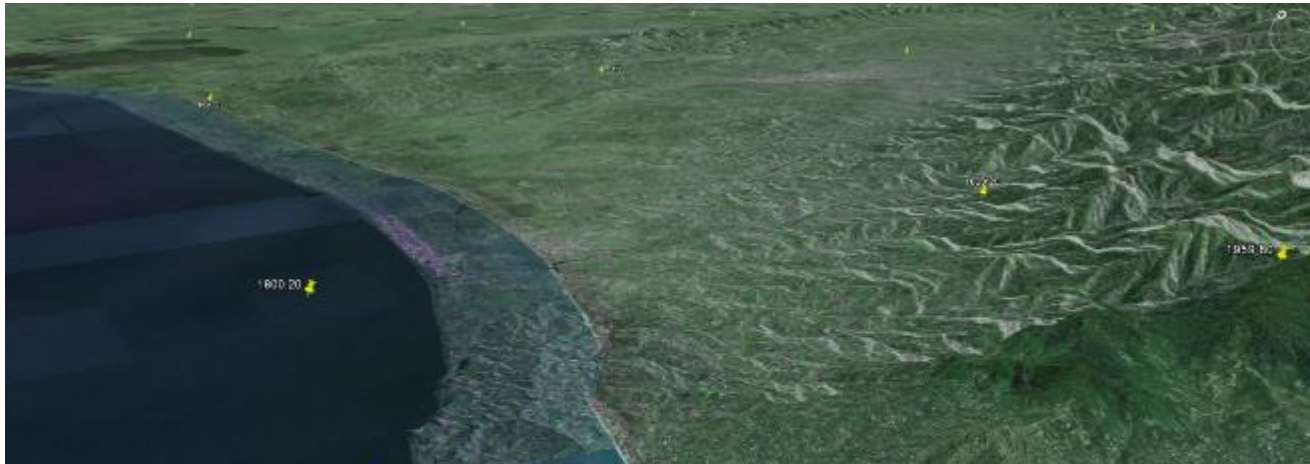


Vt Aoi Catcher



Orthorectification des données radar à la volée (Sentinel-1)

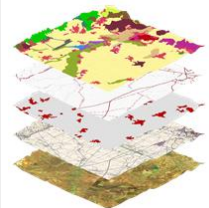
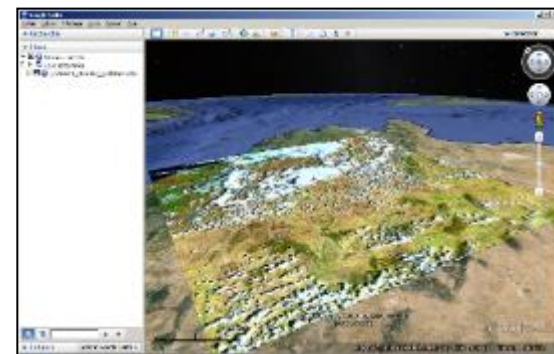
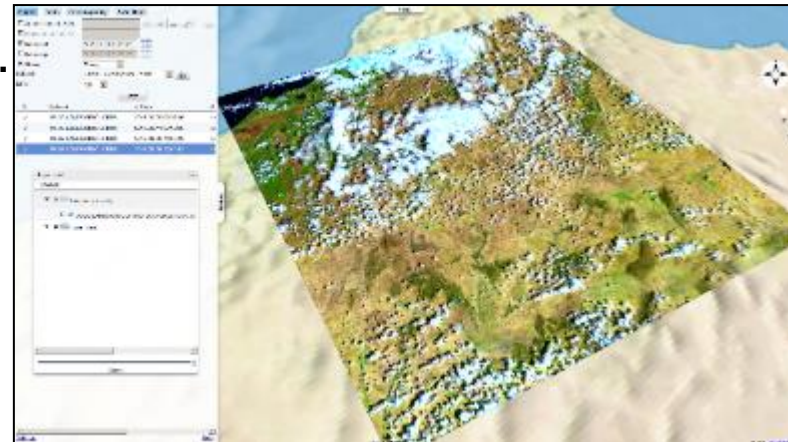
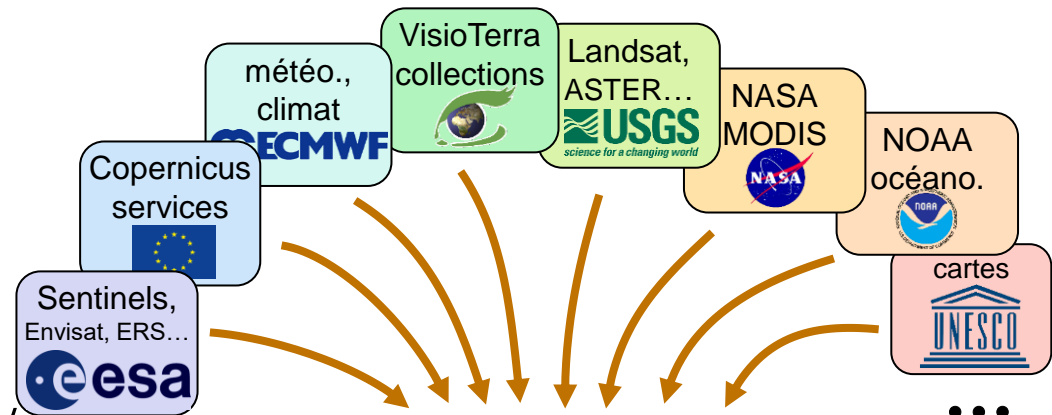
S1A_IW_GRDH_1SDV_20141009T031601_20141009T031626_002747_003156_9DF0





VtWeb – Concepts

- www.visioterra.fr/?VtWeb
- données globales et gratuites
- fouille de données
- satellites / météo / ECV / Géol. / hydro./ alti./ LULC / populations...
- accès temps quasi-réel
- traitement automatique
 - pour le citoyen
 - style par défaut
 - styles prédéfinis
 - pour les scientifiques
 - ajustement des paramètres
 - vers une *P.O.F. toolbox*
- infrastructure(s) collaboratives(s)
- 2D webmapping / 3D globe virtuel
- dans l'aire d'intérêt
- archives pour analyser les changements
- services à valeur ajoutée, surveillance systématique, alarmes...



GeoTIFF, WMTS
→ G.I.S.



KML
KMZ



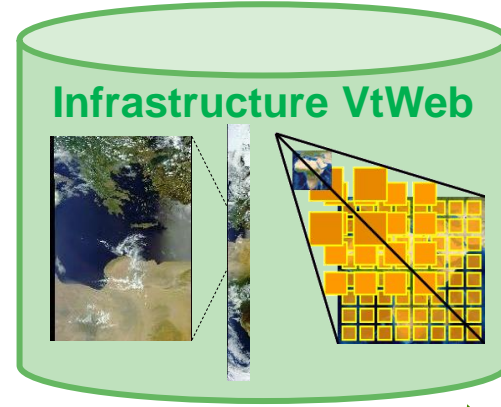
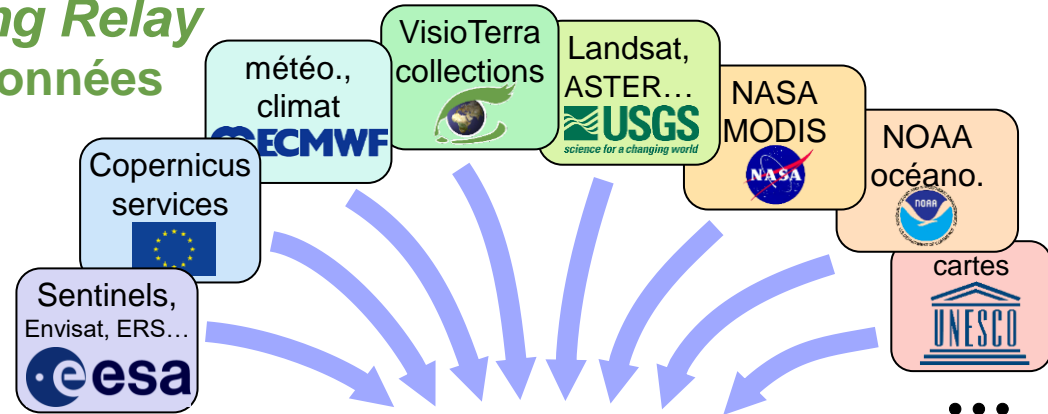
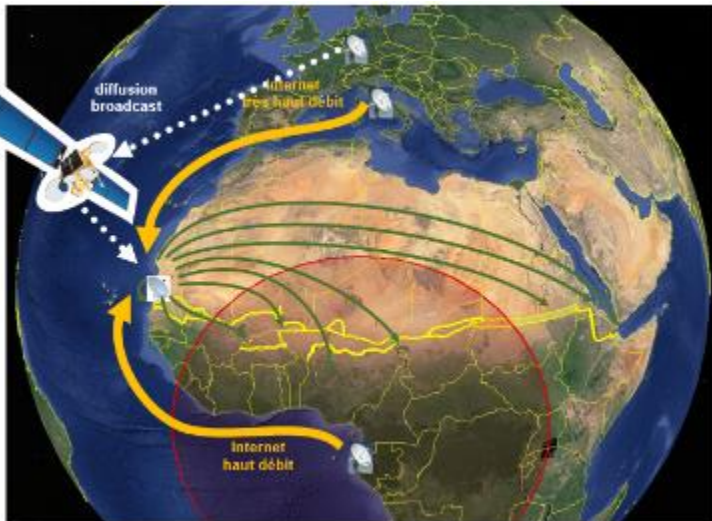
VtWeb – Data Processing Relay

Relais de traitement des données

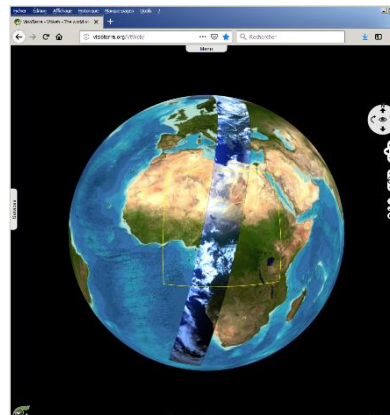
➤ L'infrastructure VtWeb à VisioTerra :

- ❑ 1 Po (1000 To) de disques
 - 50 To ASAR and ERS
 - 150 To MERIS
- ❑ 1 Gb/s fibre optique symétrique
- ❑ 6 serveurs

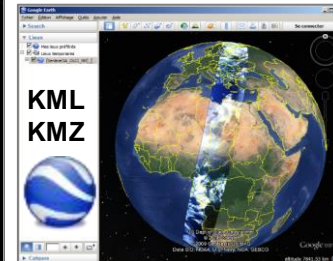
➤ solution DPR pour l'Afrique



VtWeb client



Google Earth



S.I.G.





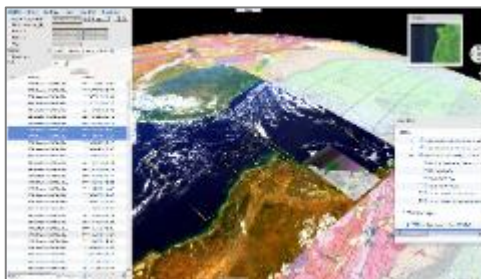
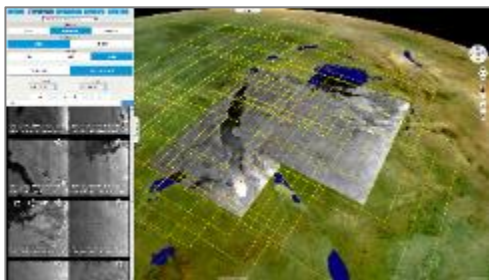
VtWeb – Plateforme générique pour concevoir du sur-mesure

visioterra.org/VtWeb

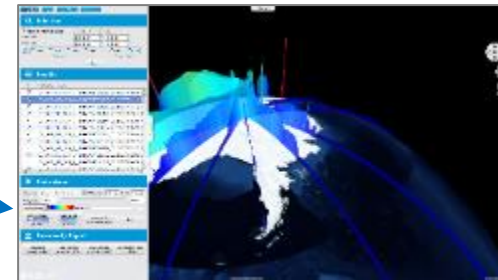
Un modèle avancé
"one-stop-shop"

Une vitrine de
capitalisation du savoir-faire

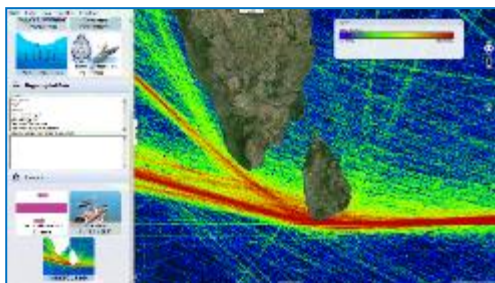
hedavi.esa.int



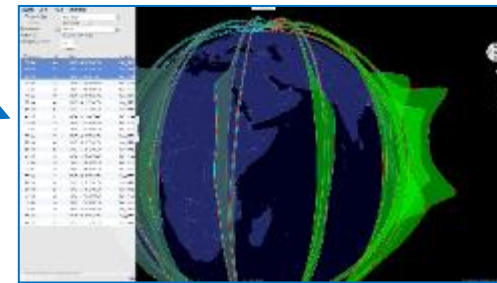
visioterra.net/VtCryoSat



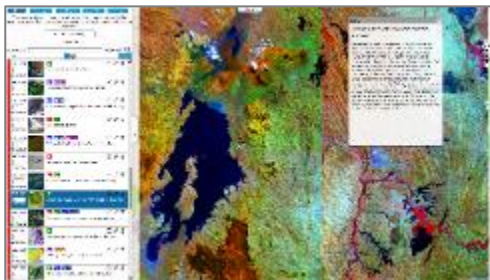
visioterra.net/VtPace



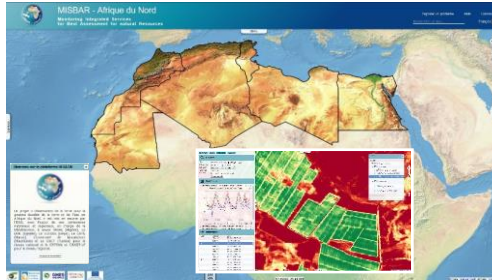
visioterra.net/VtGsep



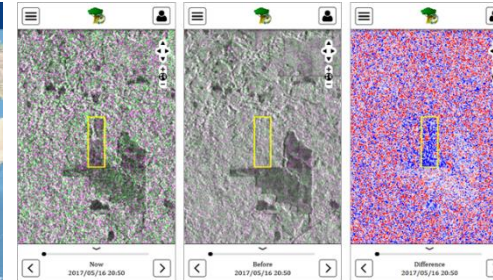
www.sentinelvision.eu



visioterra.org/misbar



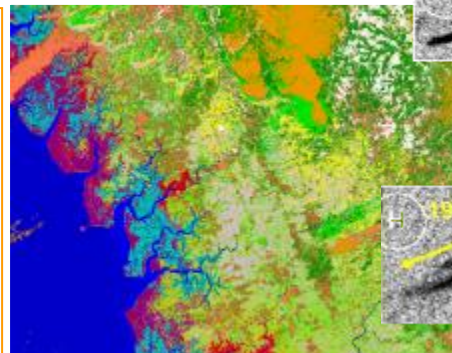
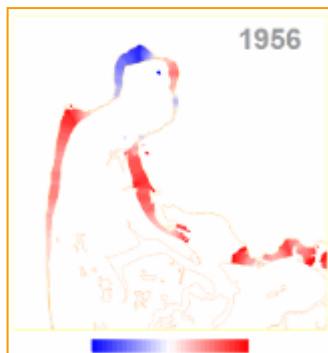
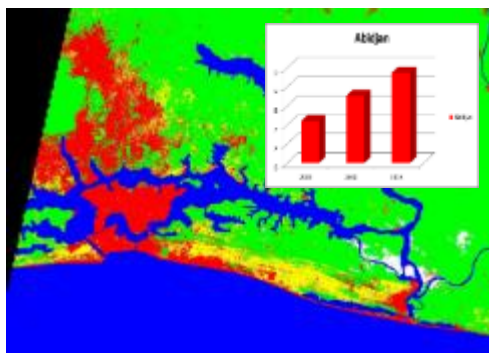
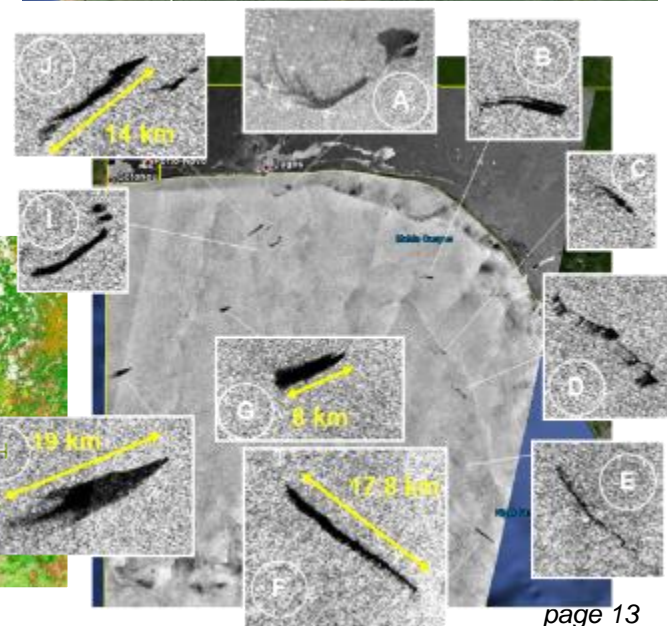
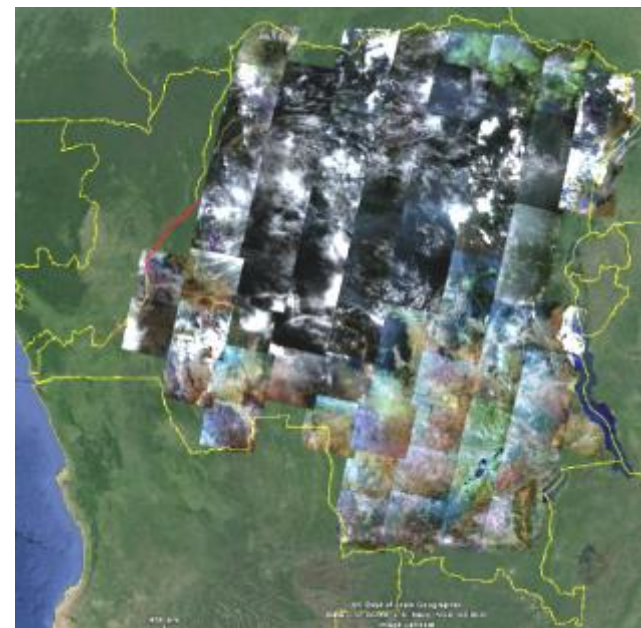
visioterra.org/FlegtWatch





VisioTerra en Afrique – Services, spatiocartes, études, formations

- **CICOS - Système d'aide à la navigation**
- **CAFWS - Déforestations, feux actifs et aires brûlées**
- **MISBAR – Géoservices d'agriculture et d'irrigation**
- **U.E. - FLEGT Watch - Surveillance de la déforestation**
- APN – Evolution de l'occupation du sol du Parc W (Bénin)
- ESA – Détection automatique de feux / aires brûlées (Soudan...)
- UNEP – Etude d'impact du Port de San-Pedro (Côte d'Ivoire)
- APMV – Support en géomatique à la Grande Muraille Verte
- ERAIFT - Renforcement des capacités en géomatique
- REMA – Système d'Information RBIS de biodiversité (Rwanda)
- Rio Tinto - Cartes d'occupation du sol (LU/LC) en Guinée
- Dobbin International - Spatiocartes LU/LC Mozambique
- Universités et Instituts – Enseignement et formation à distance (*Gabon, Cameroun, RDC, Maroc, Algérie, Ghana, Soudan...*)
- UNEP - Croissance des zones urbaines en Côte d'Ivoire
- TOTAL - Evolution du trait de côte *Mandji (Gabon)*
- TOTAL – *Oil spills / seeps* dans le Golfe de Guinée
- ...





Changement climatique



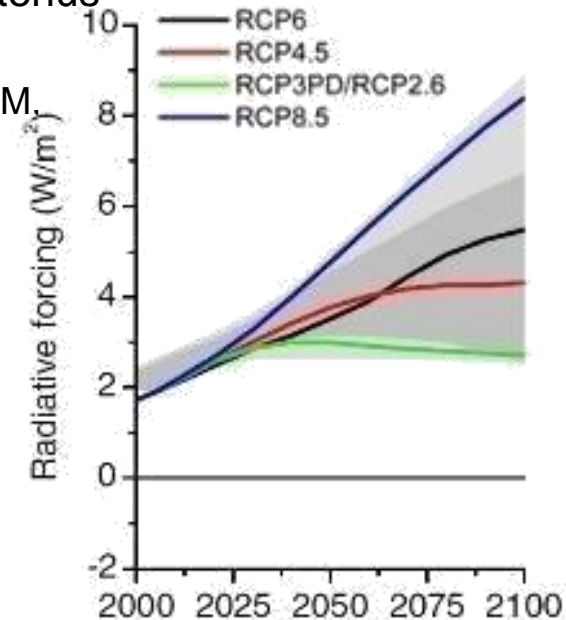
Le rôle et l'organisation du GIEC

- **GIEC** : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
- IPCCC** : [Intergovernmental Panel on Climate Change](https://www.ipcc.ch/) (Genève)
- *"Le GIEC a pour mandat d'évaluer, sans parti pris et de manière méthodique et objective, l'information scientifique, technique et socio-économique disponible en rapport avec la question du changement du climat".*
- Organisé en 3 groupes :
 - ❑ Groupe I - les principes physiques et écologiques du changement climatique
 - ❑ Groupe II - les impacts, la vulnérabilité et l'adaptation au changement climatique
 - ❑ Groupe III - les moyens d'atténuer (mitigation) le changement climatique
- Rapports du GIEC (voir <https://www.ipcc.ch/reports/>)
 - ❑ Organiser la comparaison des Modèles Climatiques Globaux (MCG ou GCM)
 - ⇒ Sélectionner les laboratoires et leurs modèles
 - ⇒ Définir les termes de l'étude: -*Essential Climate variables* ([ECV](#)), -périodicité, résolution spatiale, -méthode de validation...
 - ❑ [CMIP6](#) - *Coupled Model Intercomparison Project Phase 6* → *Assessment Report* (AR) en 2022
CMIP5 (2013)
 - ❑ Pour chaque groupe rapports: -scientifiques, -pour les décideurs, -synthèse...



➤ Manipuler les données CMIP5 (*Coupled Model Intercomparison Project 5*)

- ❑ GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat)
http://www.ipcc.ch/home_languages_main_french.shtml
- ❑ Sous-ensemble des précipitations, températures minimale et maximale (air en surface) du site de la NASA <https://nex.nasa.gov/nex/projects/1356/>
- ❑ **RCP** - *Representative Concentration Pathways*
RCP 4.5 and RCP 8.5 ont été retenus ici
- ❑ GCM (*General Community Model*) – Modèles climatiques retenus
 - ACCESS1-0, ▪ CSIRO-MK3-6-0, ▪ MIROC-ESM,
 - BCC-CSM1-1, ▪ GFDL-CM3, ▪ MIROC-ESM-CHEM,
 - BNU-ESM, ▪ GFDL-ESM2G, ▪ MIROC5,
 - CanESM2, ▪ GFDL-ESM2M, ▪ MPI-ESM-LR,
 - CCSM4, ▪ INMCM4, ▪ MPI-ESM-MR,
 - CESM1-BGC, ▪ IPSL-CM5A-LR, ▪ MRI-CGCM3,
 - CNRM-CM5, ▪ **IPSL-CM5A-MR**, ▪ NorESM1-M

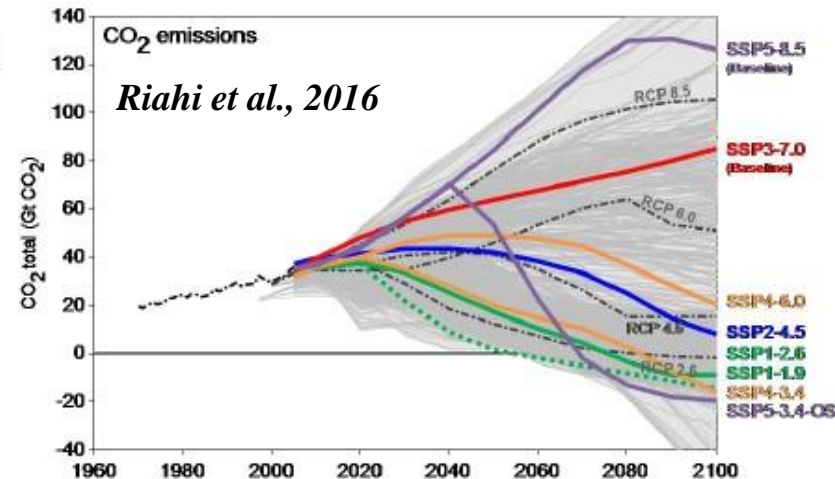
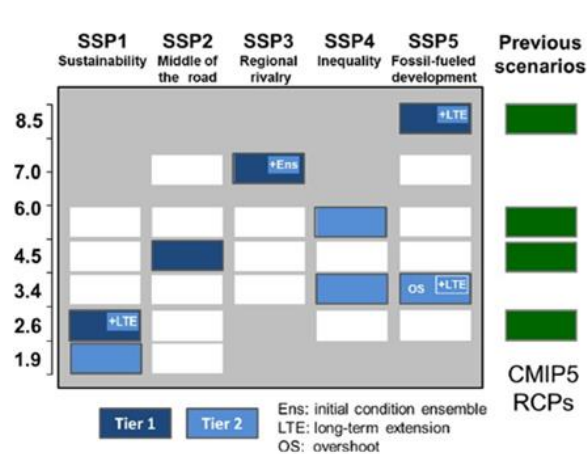




➤ **Groupes de modèles** ([présentation du CMIP6](#)) - images HR du [NCCS](#)

	Institution	Country		Institution	Country		Institution	Country
1	AWI	Germany	12	DOE	USA	23	MRI	Japan
2	BCC	China	13	EC-Earth-Cons	Europe	24	NASA-GISS	USA
3	BNU	China	14	FGOALS	China	25	NCAR	USA
4	CAMS	China	15	FIO-RONM	China	26	NCC	Norway
5	CasESM	China	16	INM	Russia	27	NERC	UK
6	CCCma	Canada	17	INPE	Brazil	28	NIMS-KMA	Republic of Korea
7	CCCR-IITM	India	18	IPSL	France	29	NOAA-GFDL	USA
8	CMCC	Italy	19	MESSY-Cons	Germany	30	NUIST	China
9	CNRM	France	20	MIROC	Japan	31	TaiESM	Taiwan, China
10	CSIR-CSIRO	South Africa	21	MOHC	UK	32	THU	China
11	CSIRO-BOM	Australia	22	MPI-M	Germany	33	Seoul Nat.Uni	Republic of Korea

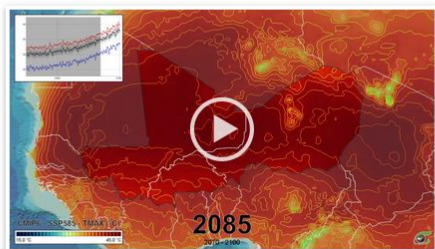
➤ **SSP - Shared Socio-Economic Pathway**





Page « Changement climatique » du site de VisioTerra

<https://visioterra.fr/web/Changement-climatique>



Changement

VisioTerra

VisioTerra a mis en sc...
l'IPSL dans le cadre de l'

Trois variables sont considérées :

- précipitations (**PR**)
- températures minimales de nuit (**TMIN**)
- températures maximales de jour (**TMAX**).

Deux scénarii sont illustrés :

- **SSP245** correspondant à des conditions socio-économiques (**SSP**) moyennes (**RCP**) d'origine humaine de 4.5 W/m² modéré.
- **SSP585** correspondant à un usage immodéré des énergies fossiles comme c'es

Le graphique montre l'évolution de la variable en lissant les valeurs annuelles du m...
sont calculées sur l'aire délimitée en noir uniquement (agrégation spatiale). Les in...
variable au cours des années.

En cliquant sur les liens ci-dessous, une vidéo est activée dans votre navigateur us...

Changement climatique de 1950 à 2100

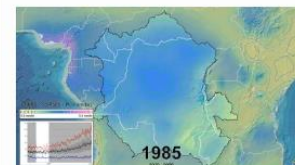
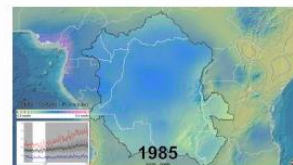
Benin	Bassin du Congo	Cameroun	Côte d'Ivoire	Egypte	Faso, Mali, Niger	France	Île-de-France	Gabon
Grande muraille verte	Kenya	Maroc	Monde entier	Niger	Philippines	Rwanda	Sénégal	

Précipitations

SSP245 - Les précipitations sont à peu près inchangées aux alentours d'une moyenne de 3 mm par jour.

SSP585 - La hauteur des précipitations croît de manière exponentielle pour atteindre près de 0,3 mm/h (+70%).

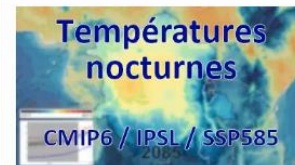
Le noyau de croissance est situé au centre du Bassin du Congo et s'étend sur les pays environnants.



Température minimum (nocturnes)

SSP245 - De 1950 à 2100, les températures minimales augmentent de 17°C à 22°C(+5°C).

SSP585 - Les températures minimales augmentent de 17°C à 27°C (+8°C). On observe une croissance exponentielle de ce réchauffement centrée sur le Lac de Lac Mai-Ndombe.



Température maximum (diurnes)

SSP245 - De 1950 à 2100, les températures maximales augmentent de 30°C à 34°C (+4°C).

SSP585 - Les températures maximales augmentent de 30°C à 37°C (+7°C). On observe une croissance exponentielle de ce réchauffement venu du nord et du





Le programme Copernicus



Les trois composantes du programme

Copernicus



budget 2014-2020 4,3 G€
budget 2021-2027 5,8 G€
engagement jusqu'à 2030+

composante spatiale esa...

composante données in-situ ()

composante services Copernicus

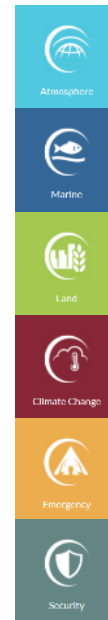
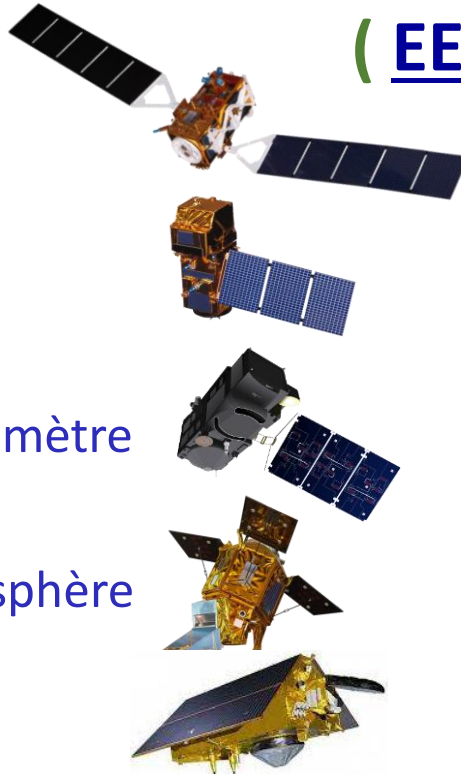
Sentinel-1
radar HR

Sentinel-2
optique HR

Sentinel-3
optique MR + altimètre

Sentinel-5P
chimie de l'atmosphère

Sentinel-6
altimétrie



Atmosphère

Marine

Continents

Changement climatique

Urgences

Sécurité





Exemple de produit : les DEMs Copernicus - (1) Lancer VtWeb

<https://visioterra.org/VtWeb/>

The screenshot displays the VtWeb web application interface. The main area shows a 3D topographic map of the world, rendered in shades of green, yellow, and brown, with blue oceans. The map is viewed from a perspective that shows the Americas, Europe, and Africa. The interface includes a top navigation bar with tabs for 'Base maps', 'Finder', 'Elevations', 'Geology', 'Proba-V', 'Time series', and 'Clir'. A 'Menu' button is located above the map. On the left side, there is a sidebar with two sections: 'Background Maps' and 'Overlay Maps'. The 'Background Maps' section contains ten thumbnails with labels: 'Natural Earth (VisioTerra)', 'Sentinel-2 Cloudless (ESA/EOX)', 'Bathymetry (GEBCO)', 'VMap0 (OSGeo)', 'Blue Marble (NASA)', 'Landsat-7 (NASA)', 'OpenStreetMap (Terrestris)', 'OpenStreetMap', 'OSM Humanitarian', and 'Bing Map (Microsoft)'. The 'Overlay Maps' section has a 'Custom WMS source' option. At the bottom of the map, there is a scale bar for 1000 km, coordinates (-32.16797, 26.54297), and a copyright notice for '© Data: Natural Earth'.



(2) Sélectionner le DEM Copernicus à 30m

Base maps Finder Elevations Geology Proba-V Time series Clif

Area of Interest (AOI)
Minimum overlay (%)

Date start: 2023-10-07 00:00:00
Date stop: 2023-11-09 23:59:59
Status: Ready

Dataset: CloudCover

- NSIDC
 - ICESat-1
 - ICESat-2
- USGS
 - LANDSAT
 - LANDSAT-C2
 - LANDSAT7
 - LANDSAT8
- VisioTerra
 - DEM
 - ALOS_WORLD_3D
 - ASTER_GDEM
 - BRA-S3
 - COP-DEM
 - GLO-30
 - GLO-30
 - EU-DEM
 - FABDEM
 - GBR-ENG
 - GRSCG
 - ITA-TRE
 - MERIT_DEM
 - NASADEM
 - RSEALTI
 - SRTM

Copernicus DEM - Global 30 metres

Dataset: CD-GLO-30

Limit: 100

Search

Launch the search operation

S	Dataset	Date	Properties
✓	CD-GLO-30	2010-12-01 00:00:00	latest
✓	CD-GLO-30	2010-12-01 00:00:00	v2019_1
✓	CD-GLO-30	2010-12-01 00:00:00	v2019_1 / EDM
✓	CD-GLO-30	2010-12-01 00:00:00	v2019_1 / FLM
✓	CD-GLO-30	2010-12-01 00:00:00	v2019_1 / HEM
✓	CD-GLO-30	2010-12-01 00:00:00	v2019_1 / WBM
✓	CD-GLO-30	2010-12-01 00:00:00	v2020_1
✓	CD-GLO-30	2010-12-01 00:00:00	v2020_1 / EDM
✓	CD-GLO-30	2010-12-01 00:00:00	v2020_1 / FLM
✓	CD-GLO-30	2010-12-01 00:00:00	v2020_1 / HEM
✓	CD-GLO-30	2010-12-01 00:00:00	v2020_1 / WBM
✓	CD-GLO-30	2010-12-01 00:00:00	v2021_1
✓	CD-GLO-30	2010-12-01 00:00:00	v2021_1 / EDM
✓	CD-GLO-30	2010-12-01 00:00:00	v2021_1 / FLM
✓	CD-GLO-30	2010-12-01 00:00:00	v2021_1 / HEM
✓	CD-GLO-30	2010-12-01 00:00:00	v2021_1 / WBM
✓	CD-GLO-30	2010-12-01 00:00:00	v2022_1
✓	CD-GLO-30	2010-12-01 00:00:00	v2022_1 / EDM
✓	CD-GLO-30	2010-12-01 00:00:00	v2022_1 / FLM
✓	CD-GLO-30	2010-12-01 00:00:00	v2022_1 / HEM
✓	CD-GLO-30	2010-12-01 00:00:00	v2022_1 / WBM
✓	CD-GLO-30	2010-12-01 00:00:00	latest / EDM
✓	CD-GLO-30	2010-12-01 00:00:00	latest / FLM
✓	CD-GLO-30	2010-12-01 00:00:00	latest / HEM
✓	CD-GLO-30	2010-12-01 00:00:00	latest / WBM

Layer stack

Items

- Temporary display
- Layer stack
 - temporary data area
 - CD-GLO-30 - 2010-12-01 00:00:00 - latest
- Base display
 - Natural Earth From VisioTerra
 - Copernicus DEM GLO-30

Opacity

MNT Modèle Numérique de Terrain
DTM Digital Terrain Model

MNS Modèle Numérique de Surface
DSM Digital Surface Model

MNE Modèle Numérique d'Élévation
DEM Digital Elevation Model



200 km

26.31320, -10.51581



(3) Editer le rendu du DEM

The screenshot displays the QGIS interface with a 3D view of a Digital Elevation Model (DEM) rendered in a color gradient. The main window is titled "Alt TTI - NW - Bassin versant du Congo".

Dataset rendering dialog: This dialog is open on the left side. It shows the "Style name" as "Alt TTI - NW - Bassin versant du Congo". Under the "Greyscale" section, "elevation" is selected. The "Parameters" button for the "Look up table" is highlighted with a red box. Other options include "Stretching", "Filtering", "Negative", and "Mask".

Look-up table parameters dialog: This dialog is open at the bottom left. It shows the "Output range" from 0 to 2000. The "Left range" is 0 and the "Right range" is 2000. The "Look up table" is set to "Alt TTI". A color gradient preview is shown, and the "Shading" is set to "3x3 gradient NW-SE".

Layer stack: The "Layer stack" panel on the right shows the following layers from top to bottom: "Temporary display", "Layer stack", "CD-GLO-30 - 2010-12-01 00:00:00 - latest", "Base display", "Natural Earth From VisioTerra", and "Copernicus DEM GLO-30". A context menu is open over the "CD-GLO-30" layer, showing options like "Add to new folder", "Edit label and description", "Duplicate", "Delete from layer stack", "Share hyperlink", "Show legend", "Animate", "Focus on product", "Style", "Export", "Set as Elevation", "Create style", "Copy", and "Reset".

Legends: A legend is visible at the bottom right, showing a color gradient from 0 to 2,000 meters.

A red arrow points from the "Parameters" button in the "Dataset rendering" dialog to the "Look-up table parameters" dialog. Another red arrow points from the "CD-GLO-30" layer in the "Layer stack" to the "Style" menu option in the context menu.



(4) Créer / partager un hyperlook

Hyperlook (espace de travail) de la formation : <https://visioterra.org/VtWeb/hyperlook/9369b5e7324845a9bb09cdb8b47fa4f8>

The screenshot displays the VisioTerra interface with a 3D topographic map. A semi-transparent workspace is overlaid on the map, containing a black forest polygon and a river network. Three red arrows indicate the workflow: from the 'Share hyperlook' button in the Layer stack panel, to the 'Create new & Show' button in the Hyperlook manager dialog, and finally to the URL field in the Hyperlook dialog.

Hyperlook manager

This item is already save on the server.
Do you want to show the current version, overwrite it or create a new save ?

Show link Save changes & Show **Create new & Show** Cancel

Hyperlook

<https://visioterra.org/VtWeb/hyperlook/9369b5e7324845a9bb09cdb8b47fa4f8>

Layer stack

Items

- Temporary display
- Layer stack
- 24.10.2023 - Présentation de VtWeb à TRAITF
- Evénements (CICOS)
- Lac Tumba
- Sentinel-2
 - S2A-L1C - 2023-06-01 08:58:01 - 4,3,2
 - S2A-L1C - 2023-08-30 08:58:01 - 11,8,3
- Sentinel-1
 - S1A-IW - 2023-10-14 04:34:48 - VV VH - D
- moyenne décembre 2022
- CD-SLO-30 - 2010-12-01 00:00:00 - latest
- Base display

Opacity

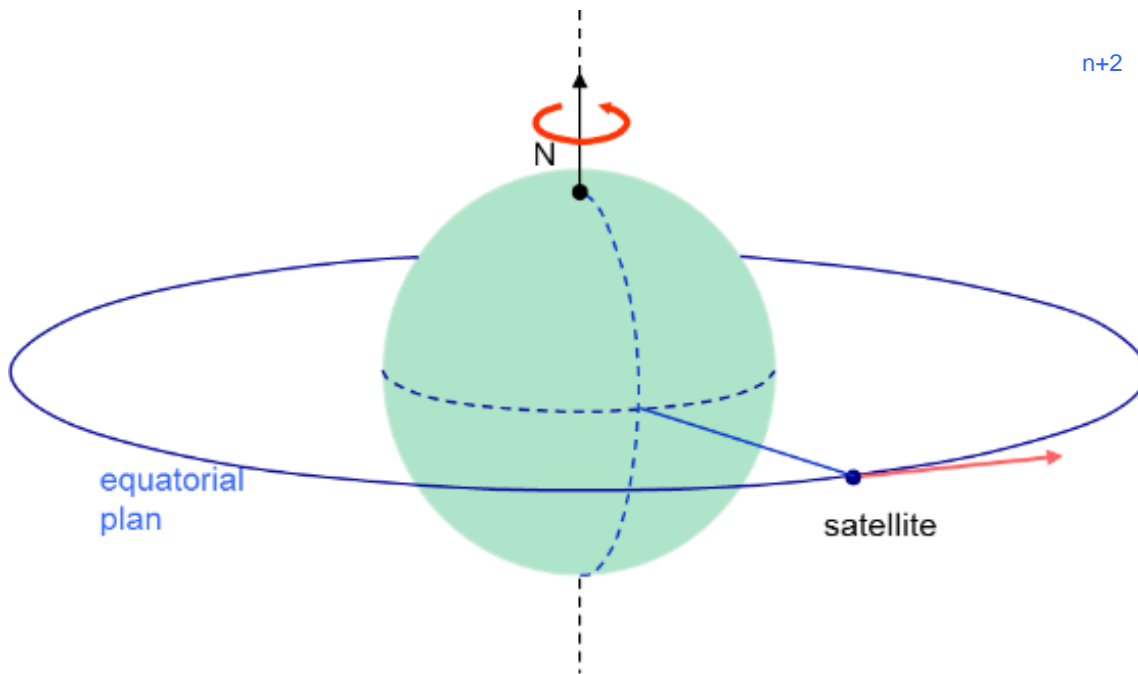


Satellites, instruments, produits, prétraitements

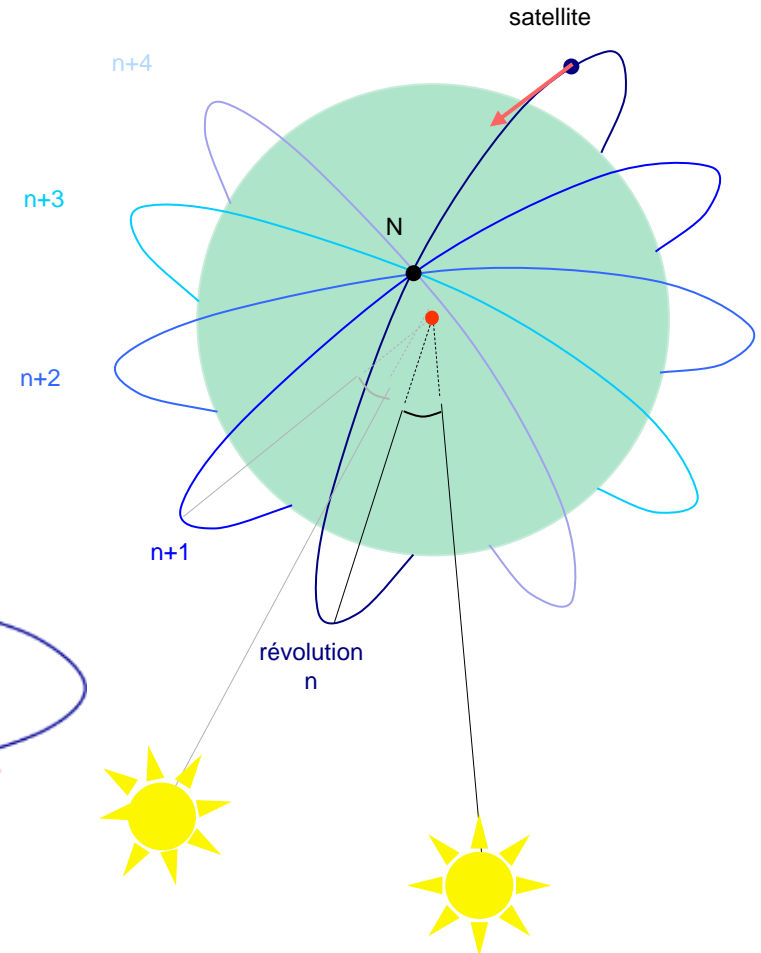


Types d'orbites, révolutions et temps de cycle

satellite géostationnaire



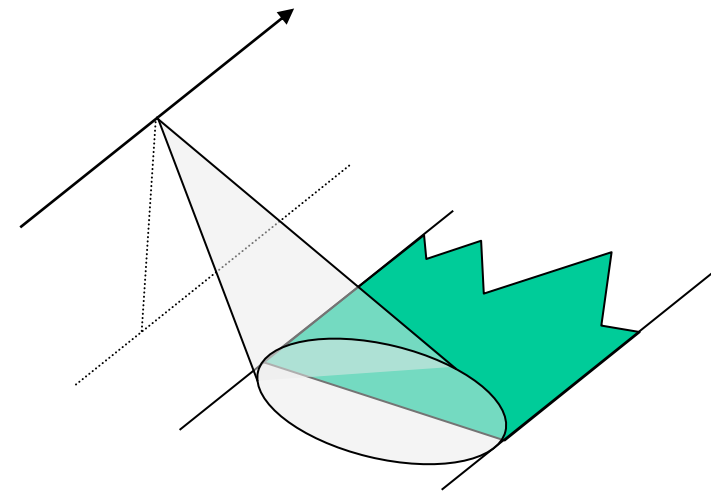
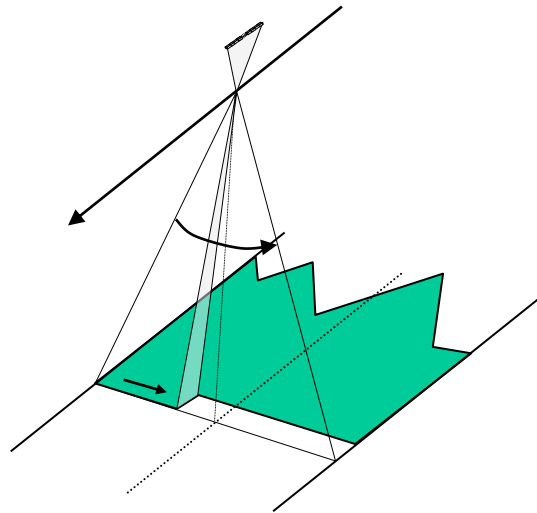
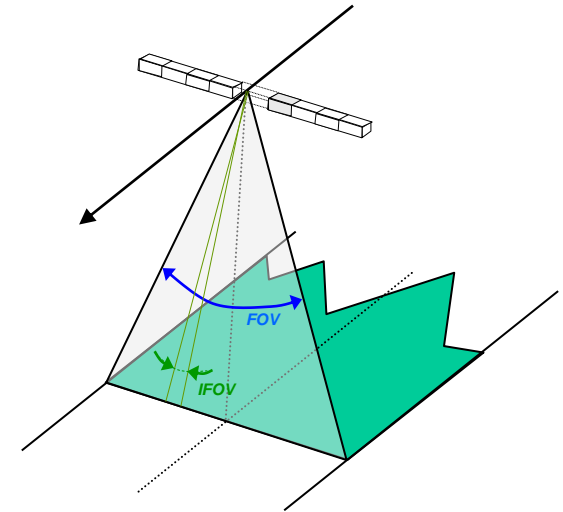
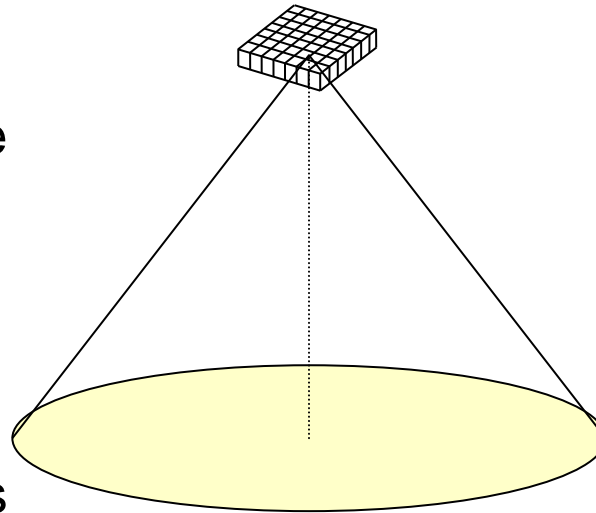
satellite héliosynchrone





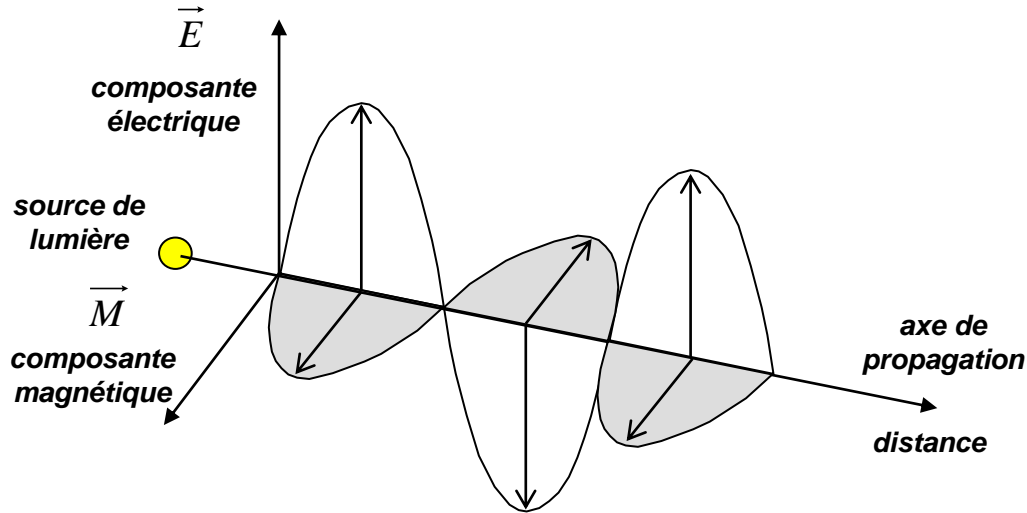
Satellites et instruments – Géométrie de prise de vue

- Capteur matriciel
Géométrie conique
(*frame camera*)
- Capteur en peigne
(*pushbroom*)
- Fauchées latérales
(*whiskbroom*)
- Radar





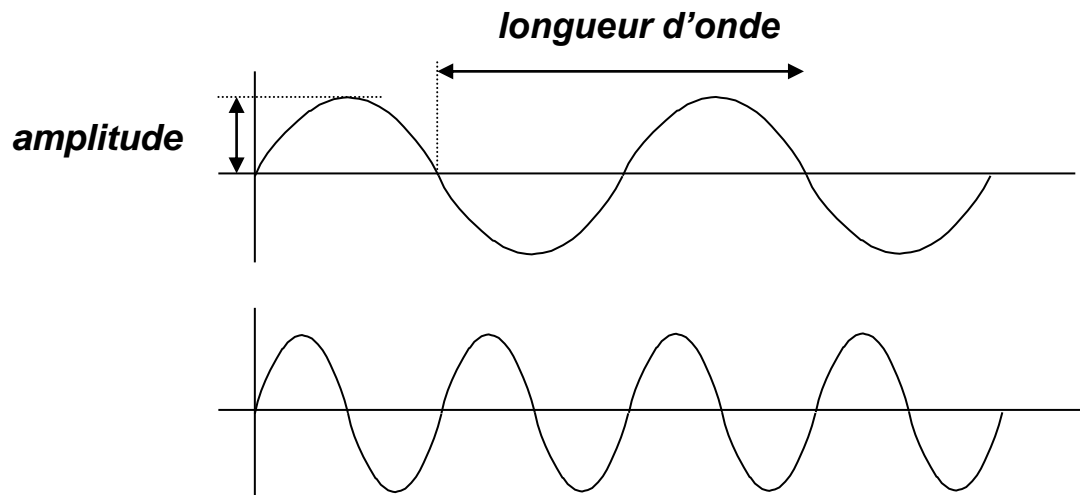
L'onde électromagnétique



fréquence (m/s)

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

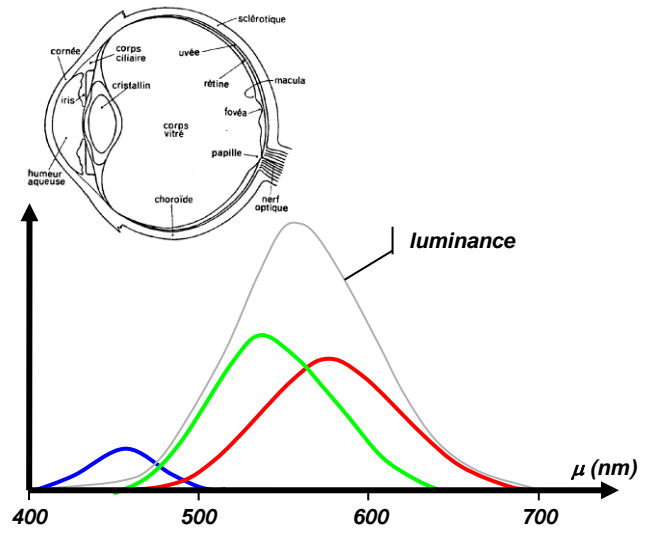
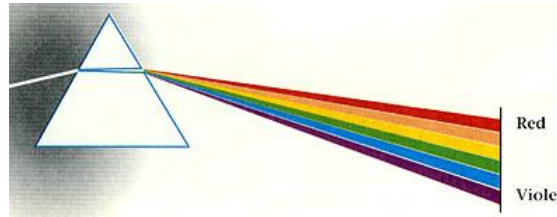
(Hz)
or
 (s^{-1}) (m)





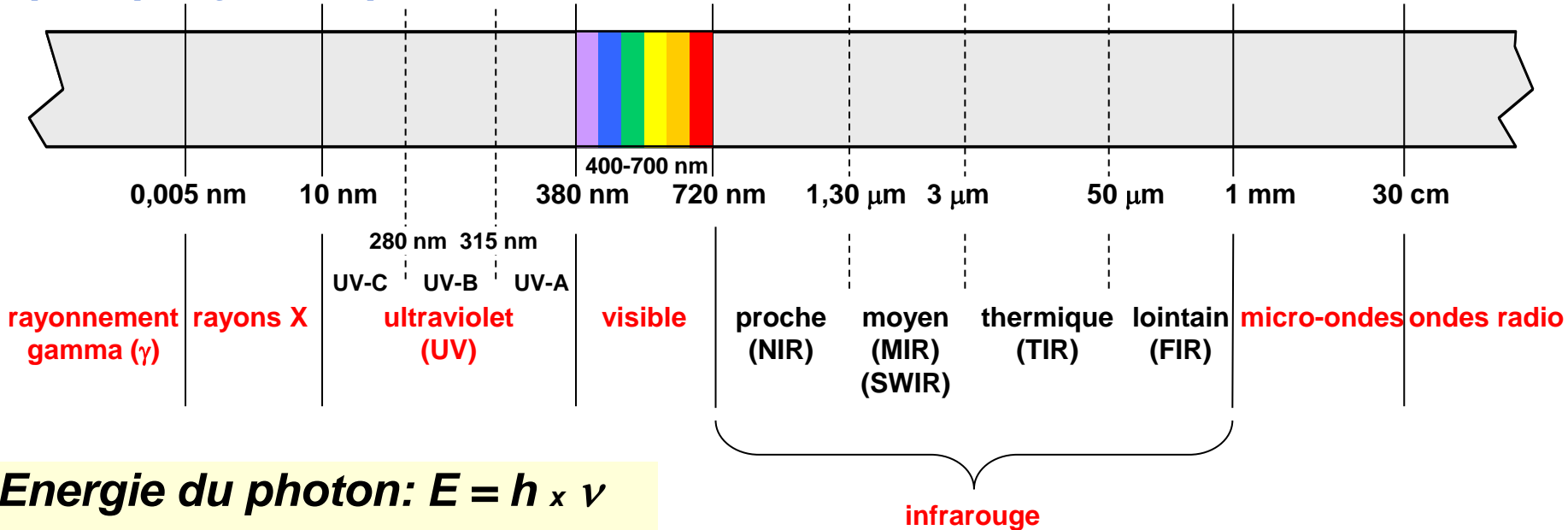
Le spectre électromagnétique

violet	380–450 nm
blue	450–495 nm
green	495–570 nm
yellow	570–590 nm
orange	590–620 nm
red	620–750 nm



Sensibilité spectrale des cônes de l'œil
<http://www.rennes.supelec.fr/ren/perso/jweiss/tv/perception/percept4.html>

http://en.wikipedia.org/wiki/Visible_spectrum



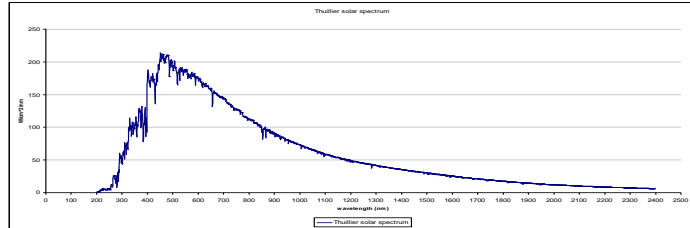
Energie du photon: $E = h \times \nu$

Constante de Planck: $h = 6,626\ 068\ 96 \times 10^{-34}$ J.s

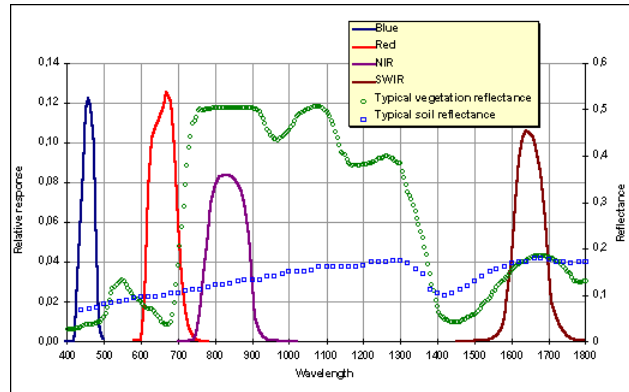
infrarouge



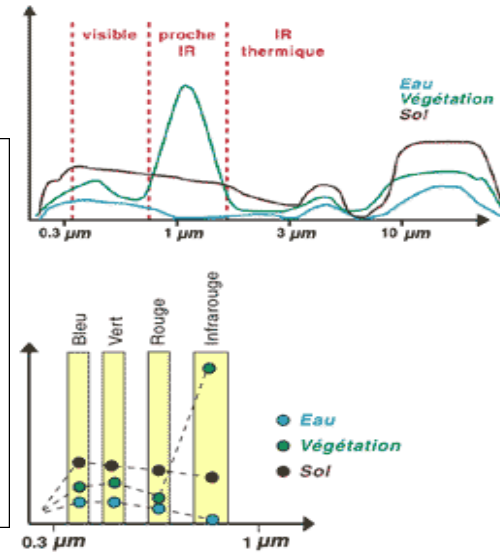
L'instrument passif



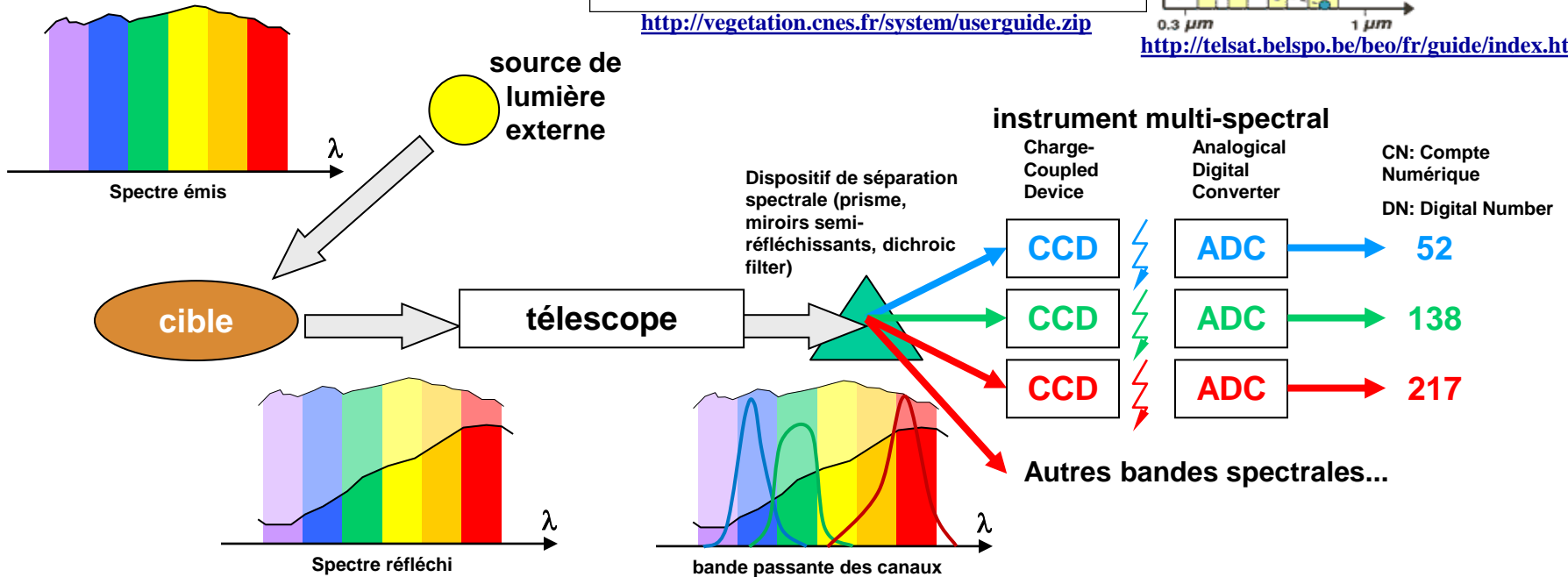
Thullier (2003) solar spectrum - wavelength range 200 - 2397nm
 Thullier, G., M. Hersé, P. C. Simon, D. Labs, H. Mandel, D. Gillotay, and T. Foujols, 2003, "The solar spectral irradiance from 200 to 2400 nm as measured by the SOLSPEC spectrometer from the ATLAS 1-2-3 and EURECA missions, Solar Physics, 214(1): 1-22
http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/DOCS/RSR_tables.html



<http://vegetation.cnes.fr/system/userguide.zip>



<http://telsat.belspo.be/beo/fr/guide/index.htm>





Niveaux de produits - Nomenclature ESA

Level	Description
0	Raw data after restoration of the chronological data sequence for the instrument(s) operating in observation mode, at full space/time resolution with all supplementary information to be used in subsequent processing (e.g. orbital data, health, time conversion, etc.) appended. Level 0 data are time-tagged. The precision and accuracy of the time-tag shall be such that the measurement data may be localized to accuracy compatible with the users requirements.
1a	Level 0 data with corresponding radiometric, spectral and geometric (i.e. Earth location) correction and calibration computed and appended, but not applied.
S1 1b	Level 1a data not re-sampled, quality-controlled and radiometrically calibrated, spectrally characterised, geometrically characterised, annotated with satellite position and pointing, landmarks and preliminary pixel classification (e.g. land/water/cloud mask). The Level 1b product consists of Top of Atmosphere (TOA) radiance ($W.m^{-2}.sr^{-1}.\mu m^{-1}$).
S2 L1C 1c	Level 1b data orthorectified, re-sampled to a specified grid. Image re-sampling shall be performed using a selectable re-sampling method including at least bi-cubic convolution interpolation and nearest neighbour.
S2 L2A 2a	Earth located pixel values converted to ground surface reflectance, i.e. after atmospheric corrections.
2b	Earth located pixel values converted to geophysical variables (land cover or geo-biophysical variable maps).
3	Spatially and/or temporally re-sampled biophysical variables and land cover maps.

GMES Sentinel-2 Mission Requirement Document - §5.3 Definitions

http://esamultimedia.esa.int/docs/GMES/GMES_Sentinel2_MRD_issue_2.0_update.pdf



Sentinel-2

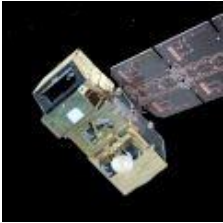
Optique haute résolution (HR)



Sentinel-2 – Optique haute résolution (HR)

<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2>

Sentinel-2



cycle de 10 jours

lancement 1^{ères} données

S2A 23.06.2015 27.06.2015

S2B 07.03.2017 24.04.2017

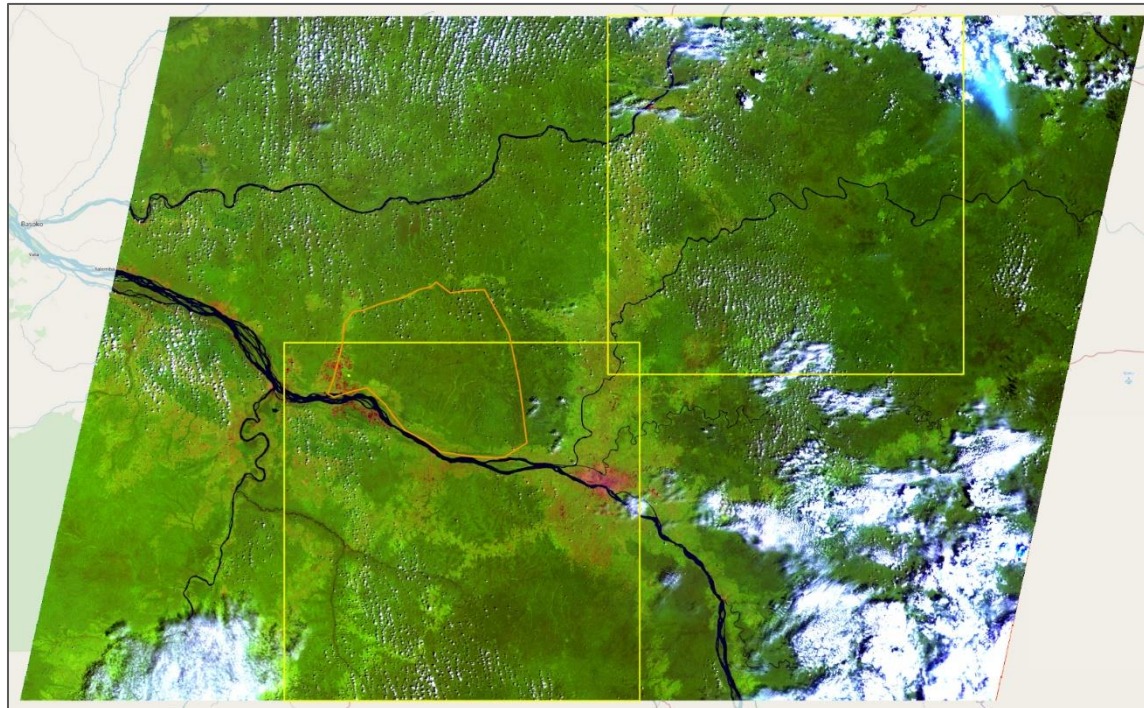
Phase de +5 jours

Instrument

- MSI (*Multi-Spectral Instrument*) – optique – fauchée de 290 km

13 Bandes

- VIS (visible)..... 2,3,4 (10m)
- Red edge..... 5,6,7 (20m)
- PIR (Proche Infrarouge)..... 8 (10m), 8A (20m)
- MIR (Moyen Infrarouge)..... 11,12 (20m)
- Absorption (pour les corrections atmosphériques) 1,9,10 (60m)



Scène Sentinel-2B acquise le 3 février 2020 – Ensemble de 9 tuiles de 100km x 100km – Composition colorée 11,8,2.

vue 2D

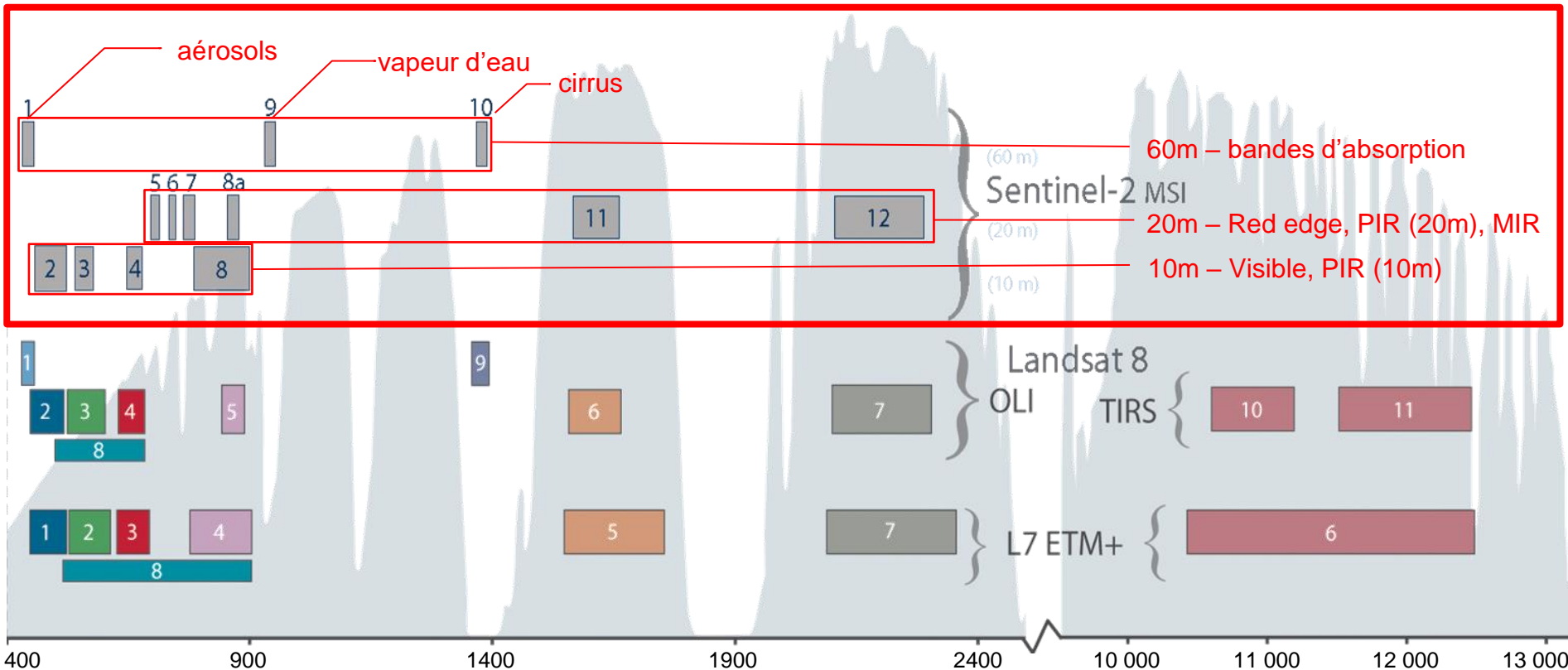


Sentinel-2 MSI – Bandes spectrales

MSI valeurs radiométriques : <https://earth.esa.int/web/sentinel/technical-guides/sentinel-2-msi/msi-instrument>

MSI groupes à 10m, 20m, 60m : <https://earth.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/resolutions/spatial>

Héritage Landsat : <https://landsat.gsfc.nasa.gov/wp-content/uploads/2015/06/Landsat.v.Sentinel-2.png>





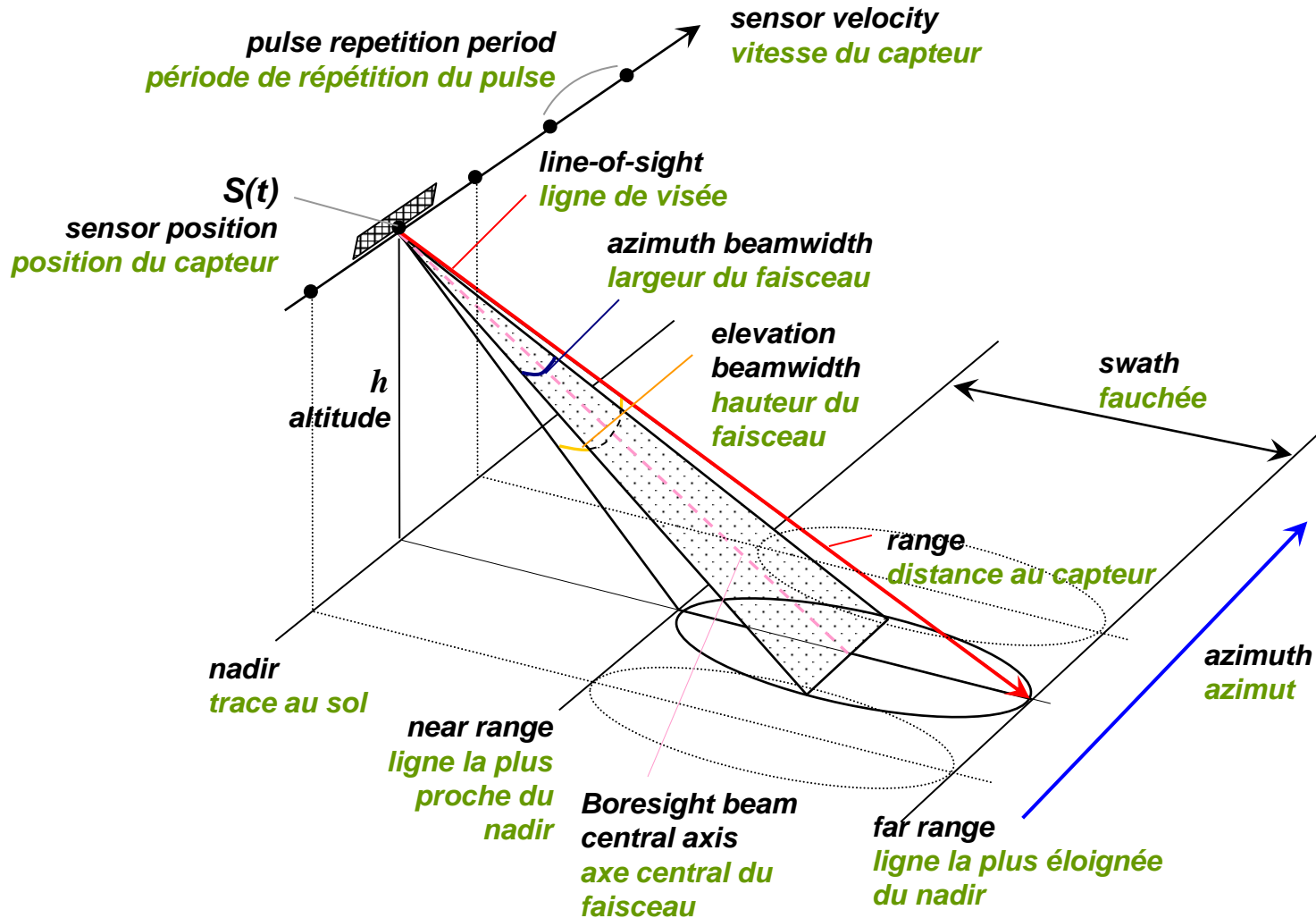
Sentinel-1

Radar haute résolution (HR)



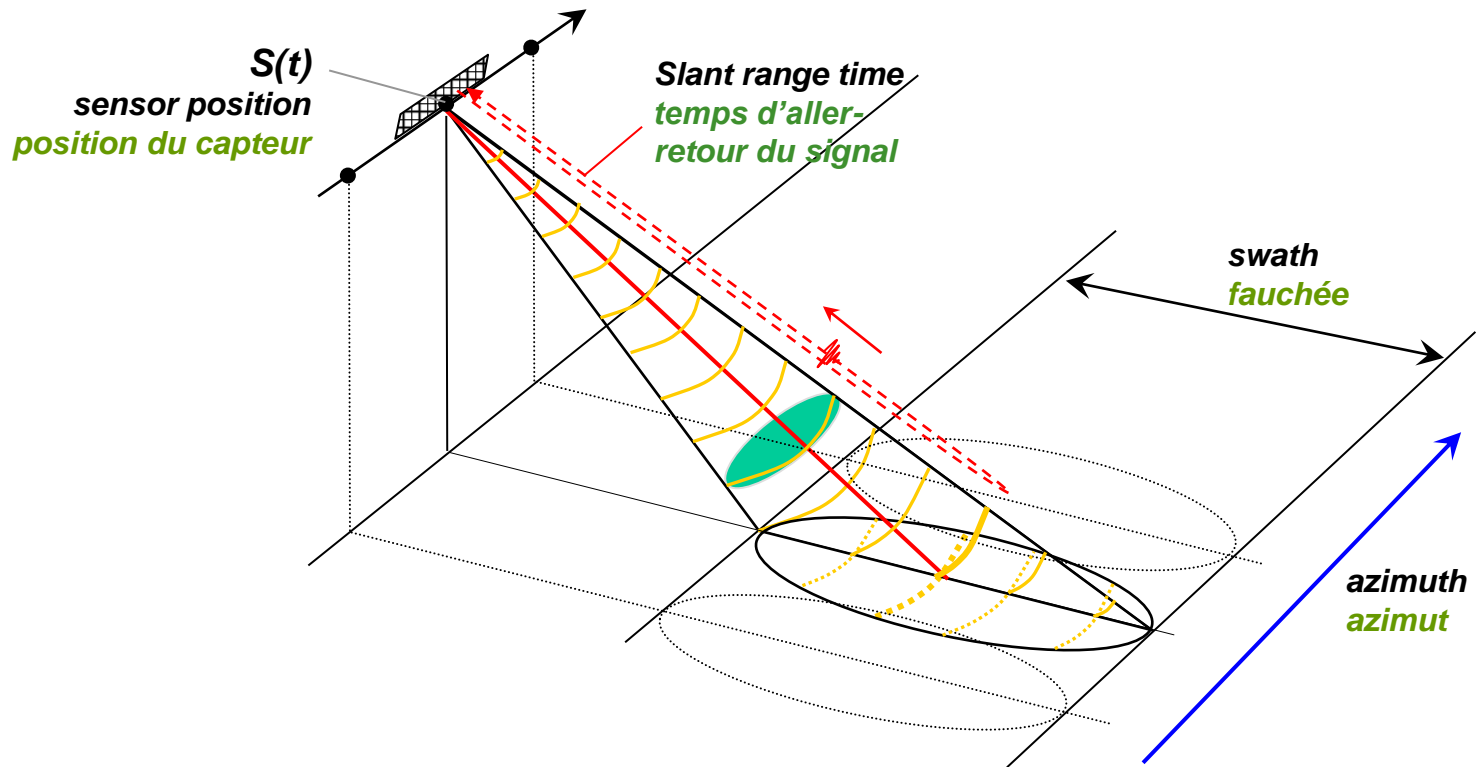
Physique de l'acquisition

RADAR ↔ RAdio Detection And Ranging



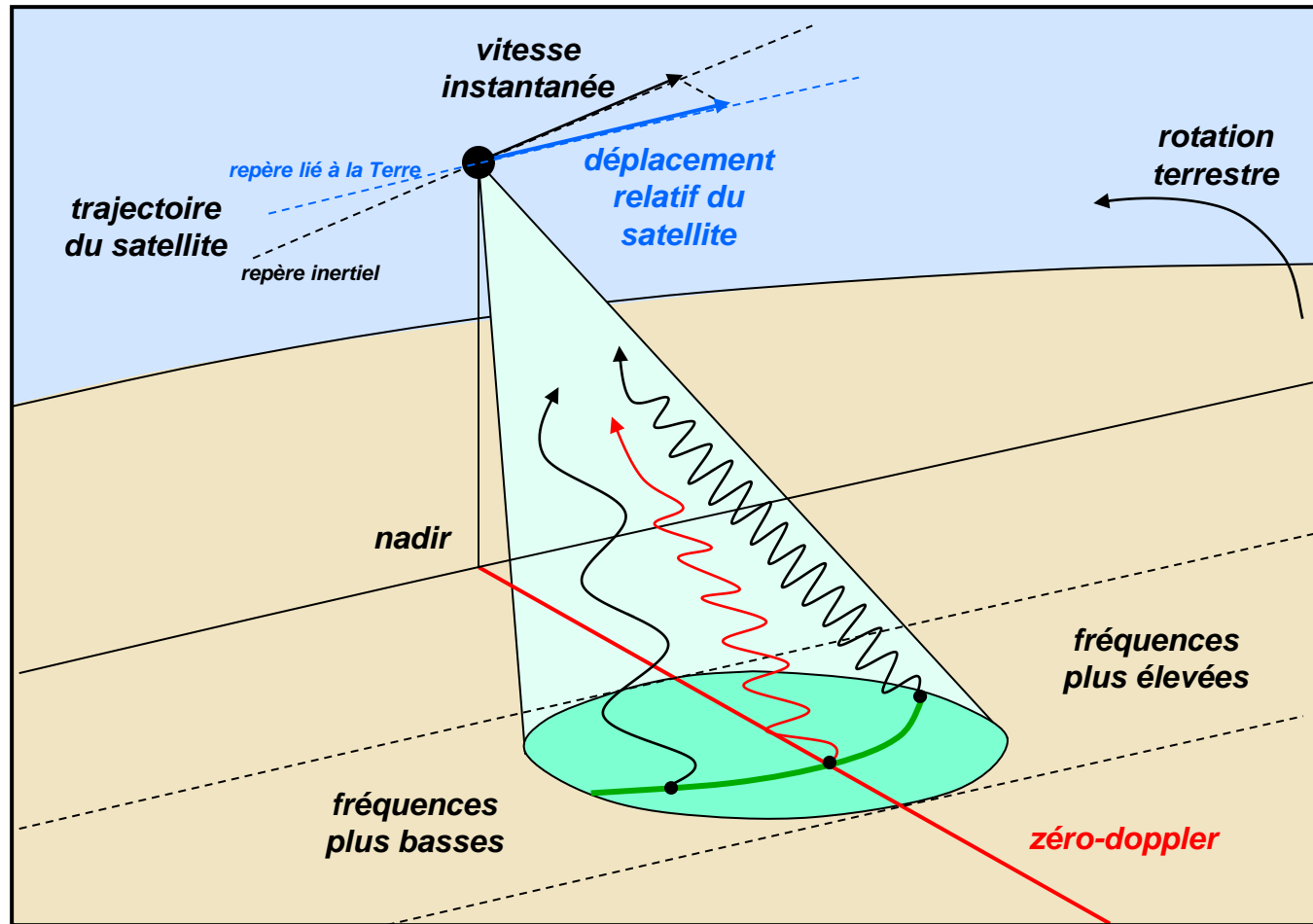


Positionnement en distance (range)





Positionnement en azimut (azimuth)





Fréquence du signal radar

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

(Hz) (m/s) (m)

JERS-1/SAR, ALOS/PALSAR – 1.2 GHz

Seasat – 1.3 GHz

Radarsat – 5.3 GHz

ERS/SAR, Envisat/ASAR, Sentinel-1/C-SAR – 5.3 GHz

TerraSAR-X – 9.65 GHz

Bande	Fréquence (GHz)	Longueur d'onde (cm)
P	0.255 – 0.390	133 – 76.9
L	0.390 – 1.550	76.9 – 19.3
S	1.550 – 4.20	19.3 – 7.1
C	4.20 – 5.75	7.1 – 5.2
X	5.75 – 10.90	5.2 – 2.7
K	10.90 – 36.0	2.7 – 0.83
Ku	10.90 – 22.0	2.7 – 1.36
Ka	22.0 – 36.0	1.36 – 0.83
Q	36.0 – 46.0	0.83 – 0.65
V	46.0 – 56.0	0.65 – 0.53
W	56.0 – 100.0	0.53 – 0.30

λ > 2 cm - Pénétration des nuages
 λ > 4 cm - Pénétration de la pluie
 Meilleure pénétration des sols secs

How the trees are seen by the SARs ?



Pinus Nigra

X-band
λ = 3 cm

TerraSAR-X
COSMO-SkyMed

C-band
λ = 5 cm

Sentinel-1
RADARSAT

L-band
λ = 27 cm

PALSAR(-2)
NISAR (2022)

P-band
λ = 70 cm

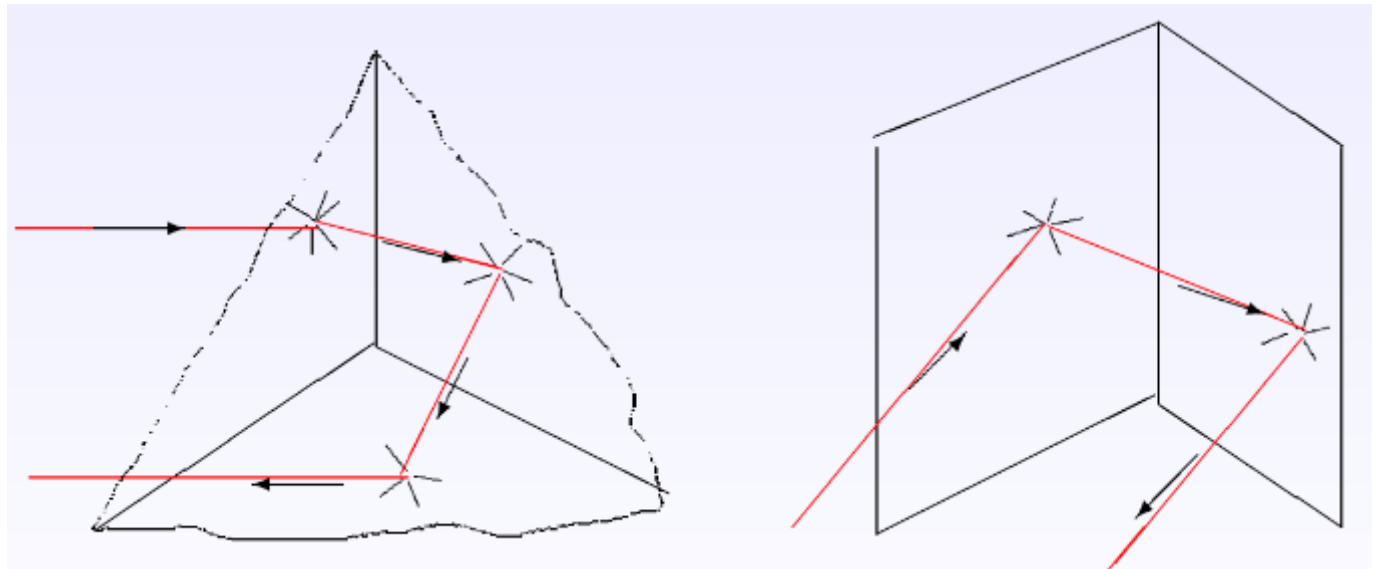
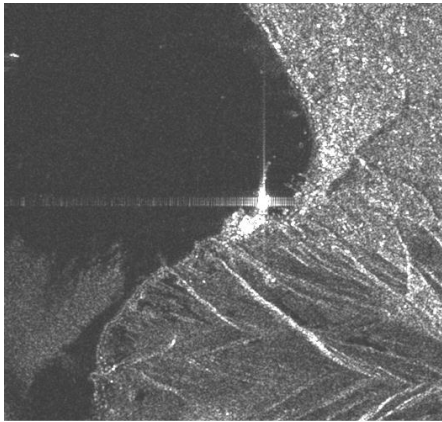
BIOMASS (2021)

Low frequency SARs: interact with woody tree elements
 → linked to above ground biomass





Mécanisme de rétrodiffusion (*backscattering*)



trièdre
(corn-reflector)

bièdre

http://smc.cnes.fr/PLEIADES/Fr/PDF/methodo/presPolar_inglada.pdf



La polarisation de la lumière



filtre vertical (V)



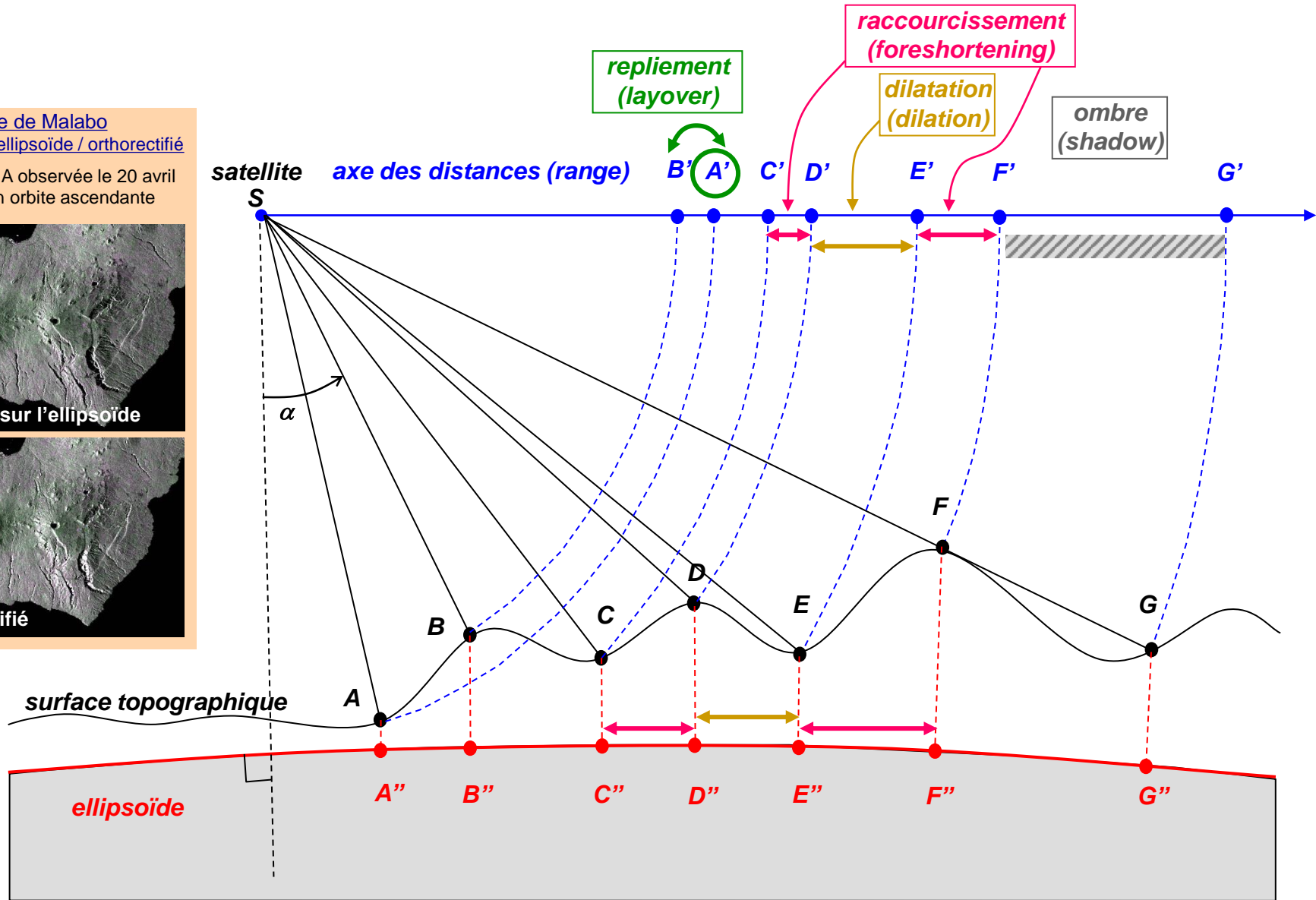
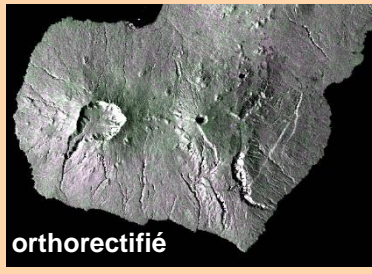
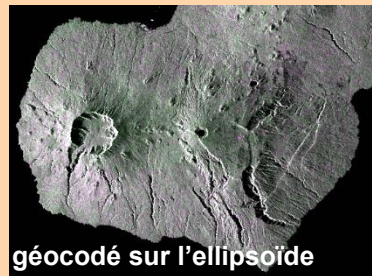
filtre horizontal (H)



Défauts de géométrie de l'acquisition radar

île de Malabo
Animation ellipsoïde / orthorectifié

Sentinel-1A observée le 20 avril
2019 en orbite ascendante





Sentinel-1 – Radar haute résolution (HR)

<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-1>

Sentinel-1



cycle de 12 jours

lancement 1^{ères} données

S1A 03.04.2014 03.10.2014

S1B 22.04.2016 26.09.2016

phase de +6 jours

Instrument

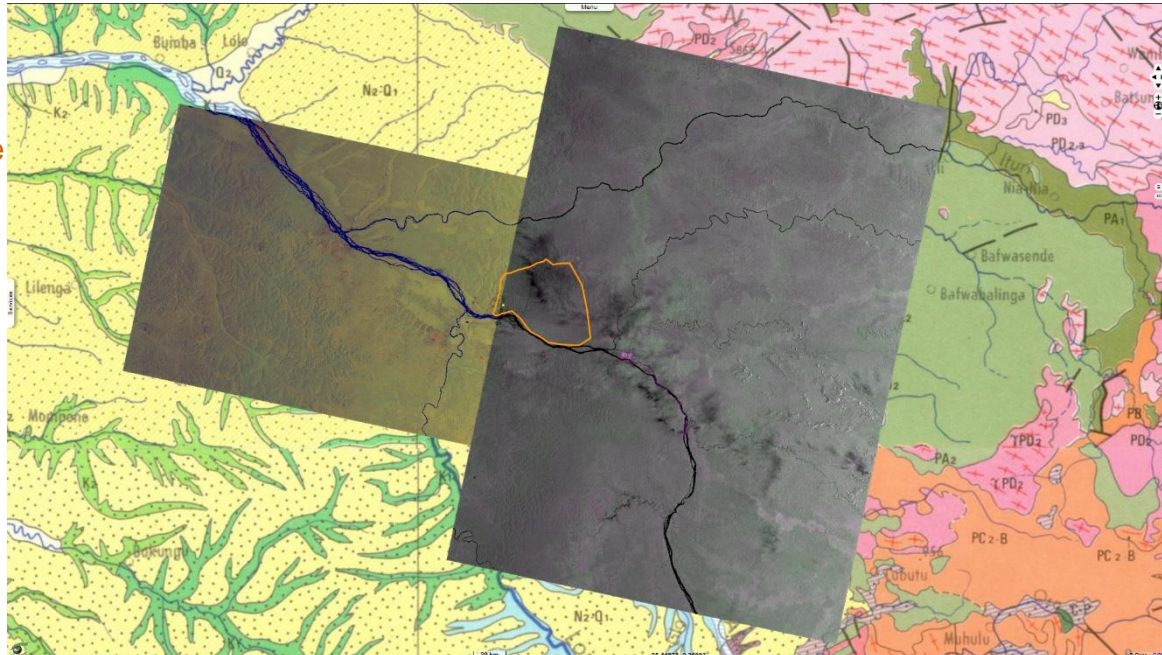
- C-SAR (*Synthetic Aperture Radar*), 5.405 GHz, $\lambda \approx 5,547$ cm

Modes

- **IW** (*Interferometry Wide Swath*) fauchée = 240km DES(GSD) = 10m
- **EW** (*Extended Wide Swath*) fauchée = 400km GSD = 40m
- **SM** (*Stripmap*) fauchée = 80-100km GSD = 6-10m

Polarisation

- Simple: verticale (V) or horizontale (H)
- Duale: **VV,VH** (V émission, V or H réception) ou **HH,HV** (H émission, V or H réception)



Scènes Sentinel-1A acquises le
- 24 février 2020 (est) et le
- 29 février 2020 (ouest).

Compositions colorées
- VV,VH,VV à droite et
- VV,VH,NDI(VH,VV) à gauche

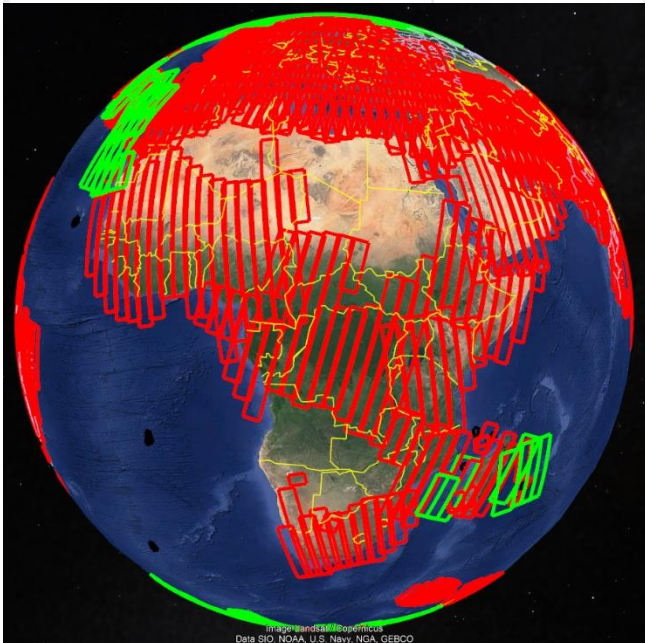
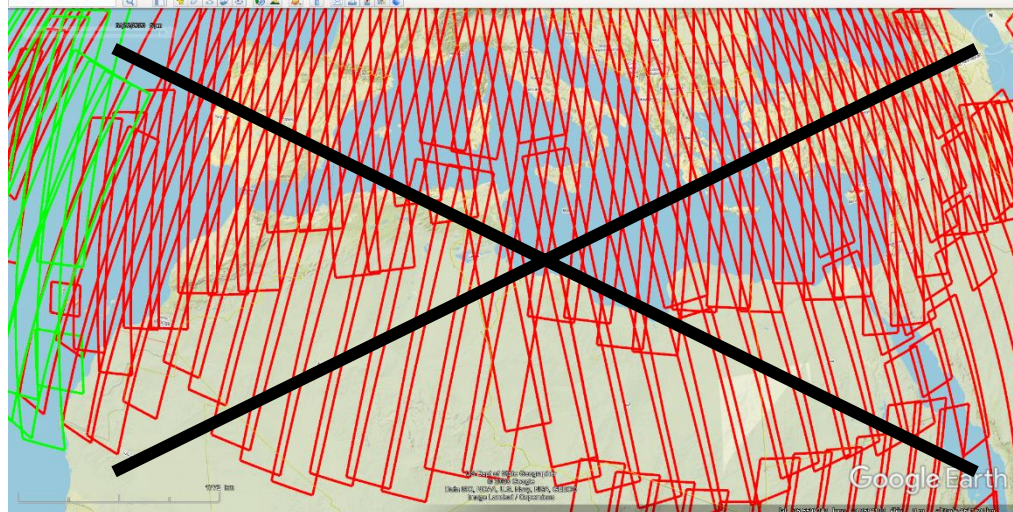
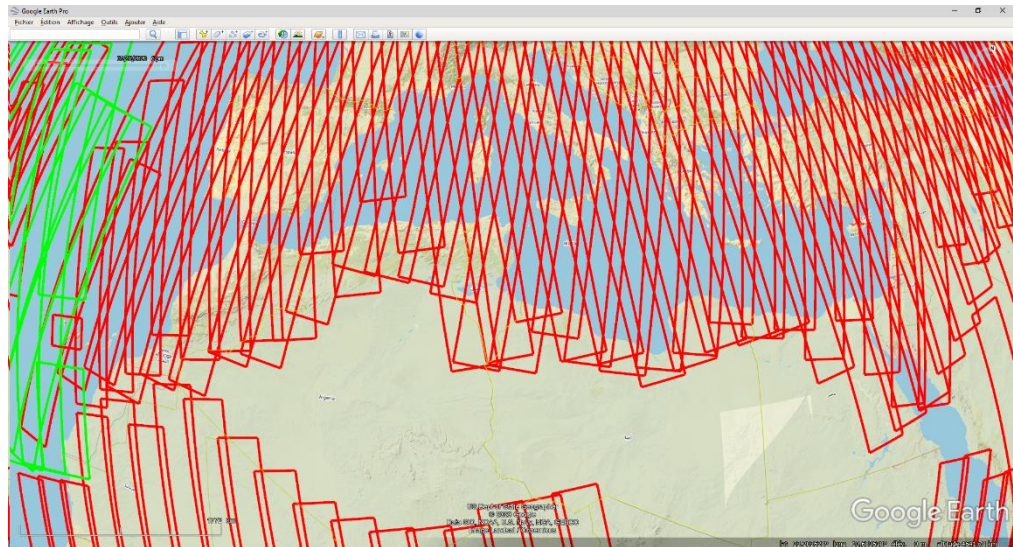
vue 2D



Planification des observations Sentinel-1

<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-1/observation-scenario/acquisition-segments>

The screenshot shows the ESA Sentinel-1 website interface. The main heading is '- Acquisition Segments'. Below it, there is a section for 'Missions' with a list of dates for Sentinel-1A and Sentinel-1B. A 'Key Resources' section is also visible at the bottom of the page.





Services interactifs et géoservices



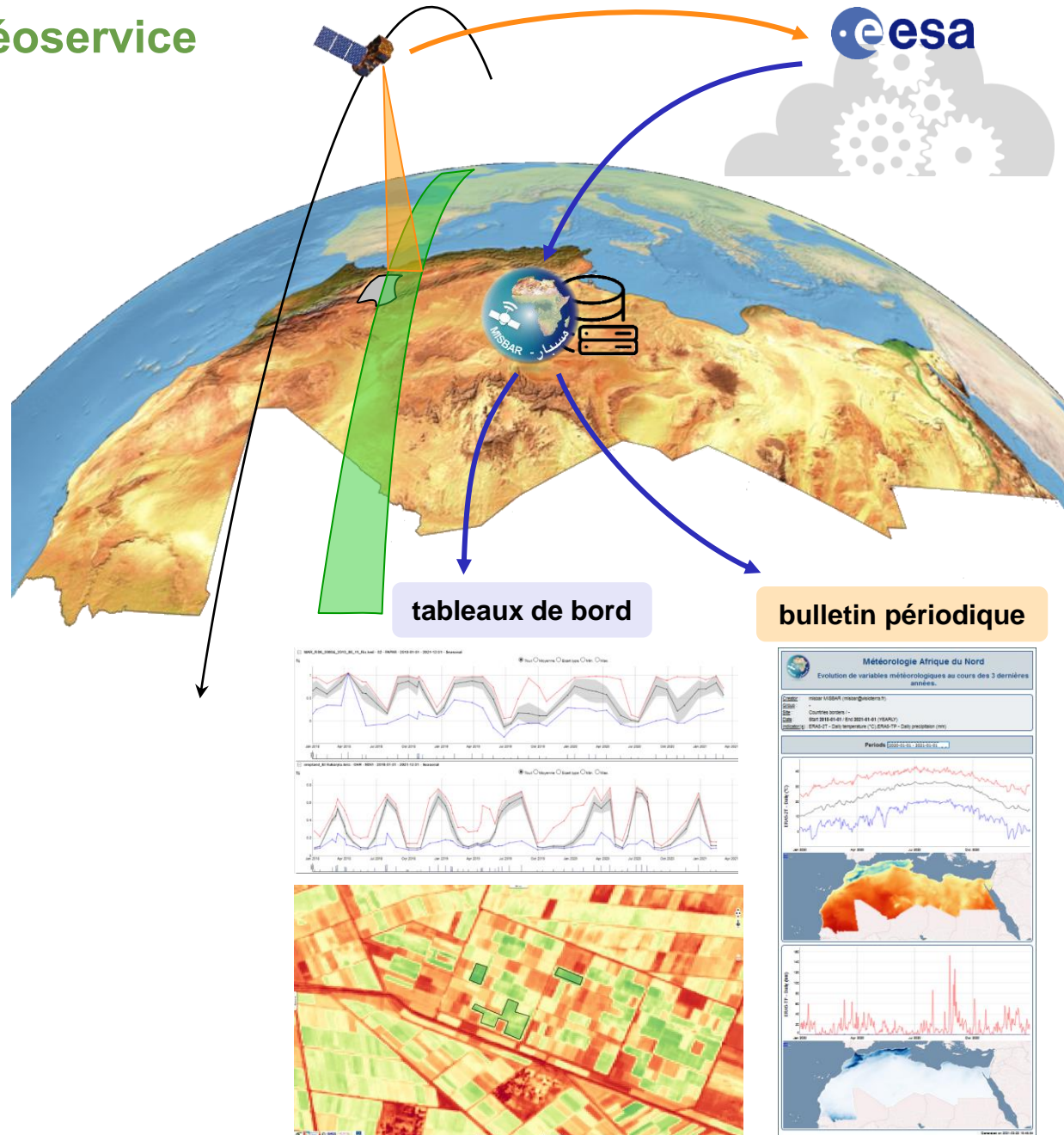
Principe d'un géoservice

➤ Attributs d'un géoservice :

- Site
 - élémentaire
 - groupe
- Indicateur(s)
 - prédéfini
 - programmé par l'utilisateur en POF-ML
- Période
 - mensuel
 - trimestriel
 - annuel...
- Alertes (option)
 - hors valeurs nominales
 - modérateur
 - liste de personnes à prévenir
- Tableaux de bord
 - agrégation spatiale (graphe)
 - agrégation temporelle (carte)
- Bulletins périodiques
 - modèle
 - visa
 - liste de distribution

➤ Un géoservice est :

- automatisé
- contrôlé par son propriétaire
- une ressource qu'on peut partager

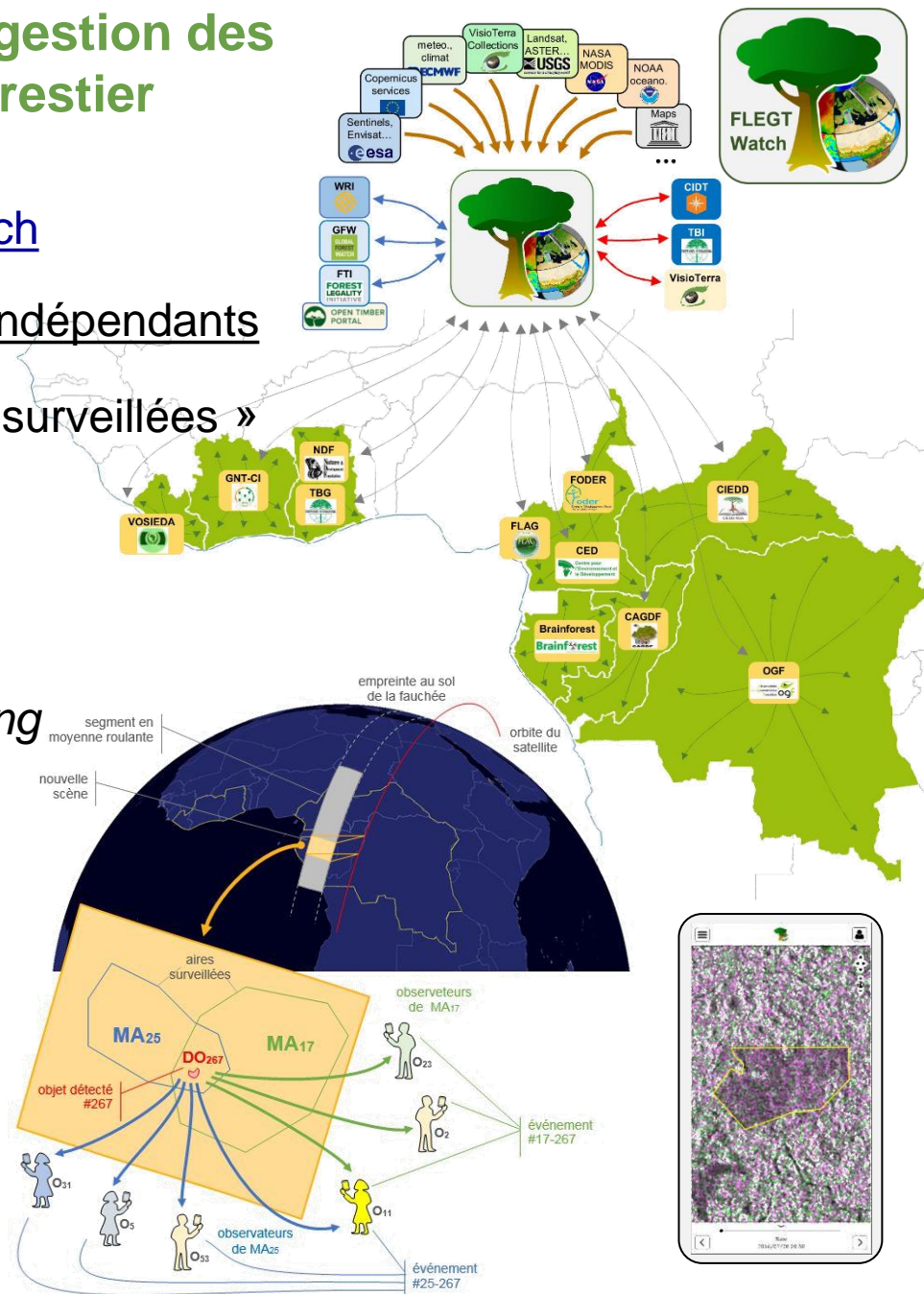




FLEGT Watch – Service de gestion des changements du couvert forestier

Page web <https://visioterra.fr/?FLEGT-Watch>

- Puissant outil d'aide aux observateurs indépendants
- L'observation systématique des « aires surveillées »
- Utilisant des données radar et optique gratuites
- Détection de changement automatique
Nouvelles méthodes de *machine learning*
- Support aux missions de terrain ([vidéo](#))
- Evaluation collaborative
- Indicateurs de couvert forestier
- Tableaux de bord des observations, événements, activité des observateurs
- Rapports d'observations ([Tetrem](#))





FLEGT Watch - Géoservice de surveillance de la déforestation

<https://www.visioterra.fr/web/FLEGT-Watch>

VisioTerra
Scientific Consulting for Earth Observation

ACCUEIL MISSIONS SOLUTIONS RÉFÉRENCES ACTUALITÉS VISIOTERRA CONTACTS

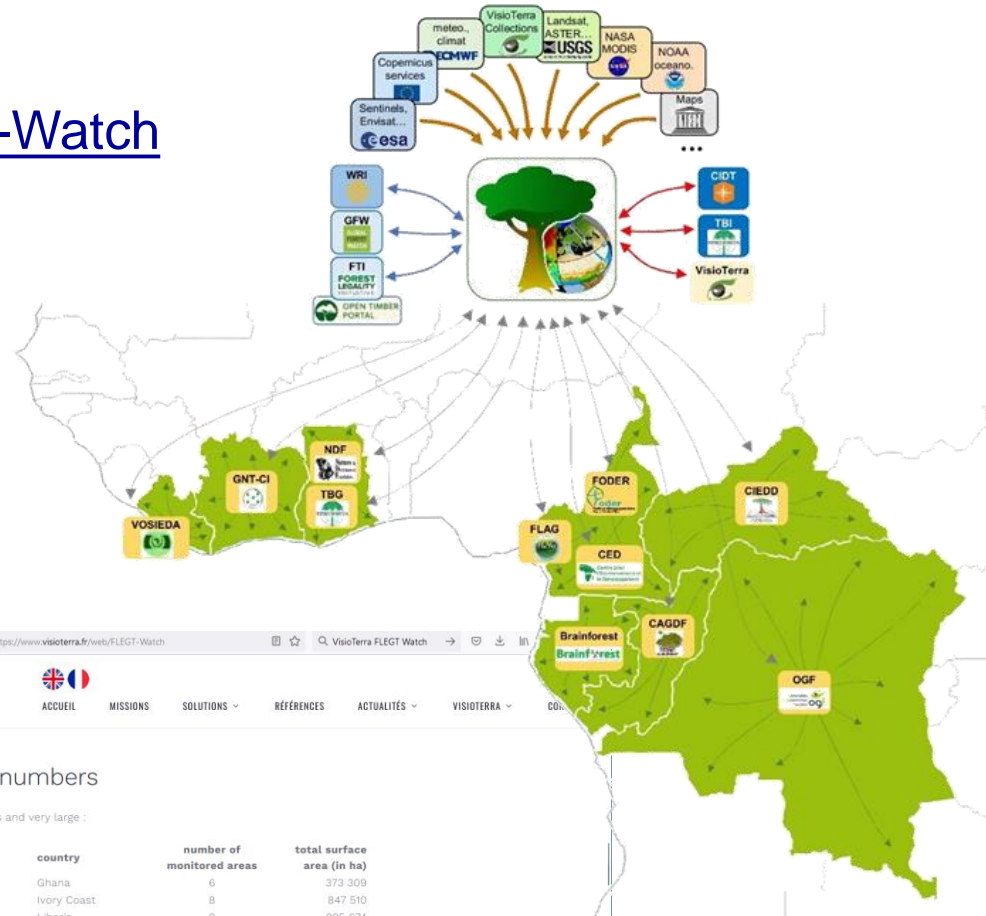
FLEGT Watch

Monitoring deforestation in Central and West Africa

Service for automatic detection of forest cover changes from Sentinel-1 radar data, notification to observers and support to in-situ monitoring.

The EU FLEGT and Action against deforestation initiative

FLEGT - for "Forest Law Enforcement Governance and Trade" - is a European Union action plan to fight illegal timber trade. Since 2003, its aim is to prevent any illegal timber from entering the European Union by certifying the origin of imported timber.



FLEGT Watch in numbers

The supervised areas are numerous and very large :

country	number of monitored areas	total surface area (in ha)
Ghana	6	373 309
Ivory Coast	8	847 510
Liberia	9	925 674
Cameroon	46	1 420 930
Gabon	25	2 627 346
Democratic Republic of Congo	92	39 072 426

[see all monitored areas](#)

FLEGT Watch currently has a total of **186 monitored areas**, comprising no less than **45 million hectares** of land.



Détection des « incendies » et des « zones brûlées » à partir de Proba-V

[HYP-063-VtWeb Proba-V Fire and Burnt area change detection services.pdf](#)





Merci de votre attention
Thank you for your attention

Questions ?



VisioTerra

Serge RIAZANOFF

Directeur

serge.riazanoff@visioterra.fr

www.visioterra.fr