



# **Atelier thématique interpôles sur le LITTORAL**

## **ACTUALITÉS OBSERVATION DE LA TERRE**

*Lorient, 9-10/04/24*

**Aurélien Carbonnière, Responsable Programme Côtier/Cryosphère Marine**  
**Erwin Bergsma, Expert océanographie côtière Lab'OT**

# SWOT mission : Overview

## Mission Science

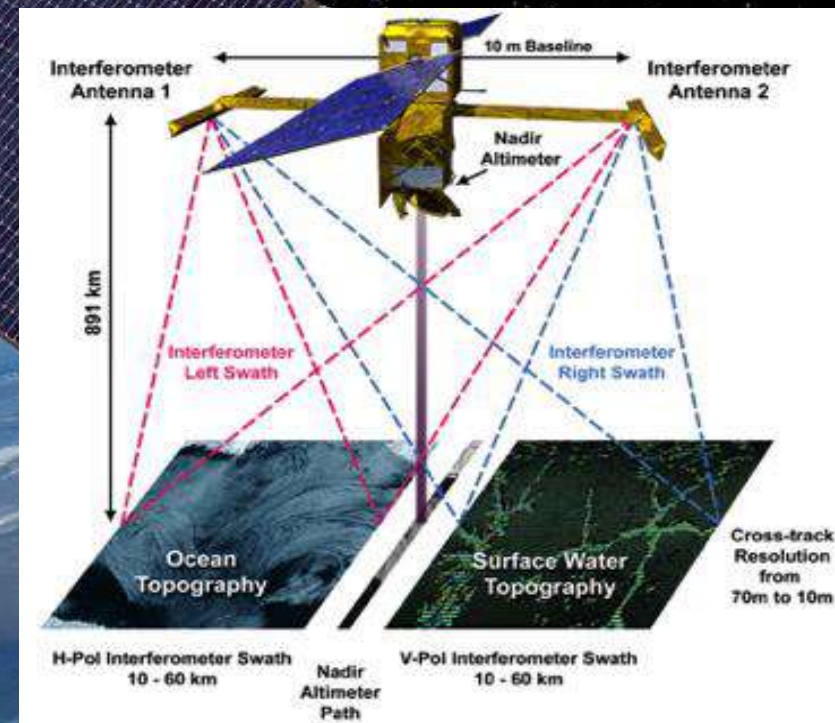
**Oceanography:** Characterize the **ocean mesoscale** and **sub-mesoscale circulation** at spatial resolutions of 15 km and greater.

**Hydrology:** To provide a **global inventory of all terrestrial water bodies** whose surface area exceeds (250m\*250m) (lakes, reservoirs, wetlands) and rivers whose width exceeds 100 m (rivers).

- To measure the global storage change in fresh water bodies at sub-monthly, seasonal, and annual time scales.
- To estimate the global change in river discharge at sub-monthly, seasonal, and annual time scales.

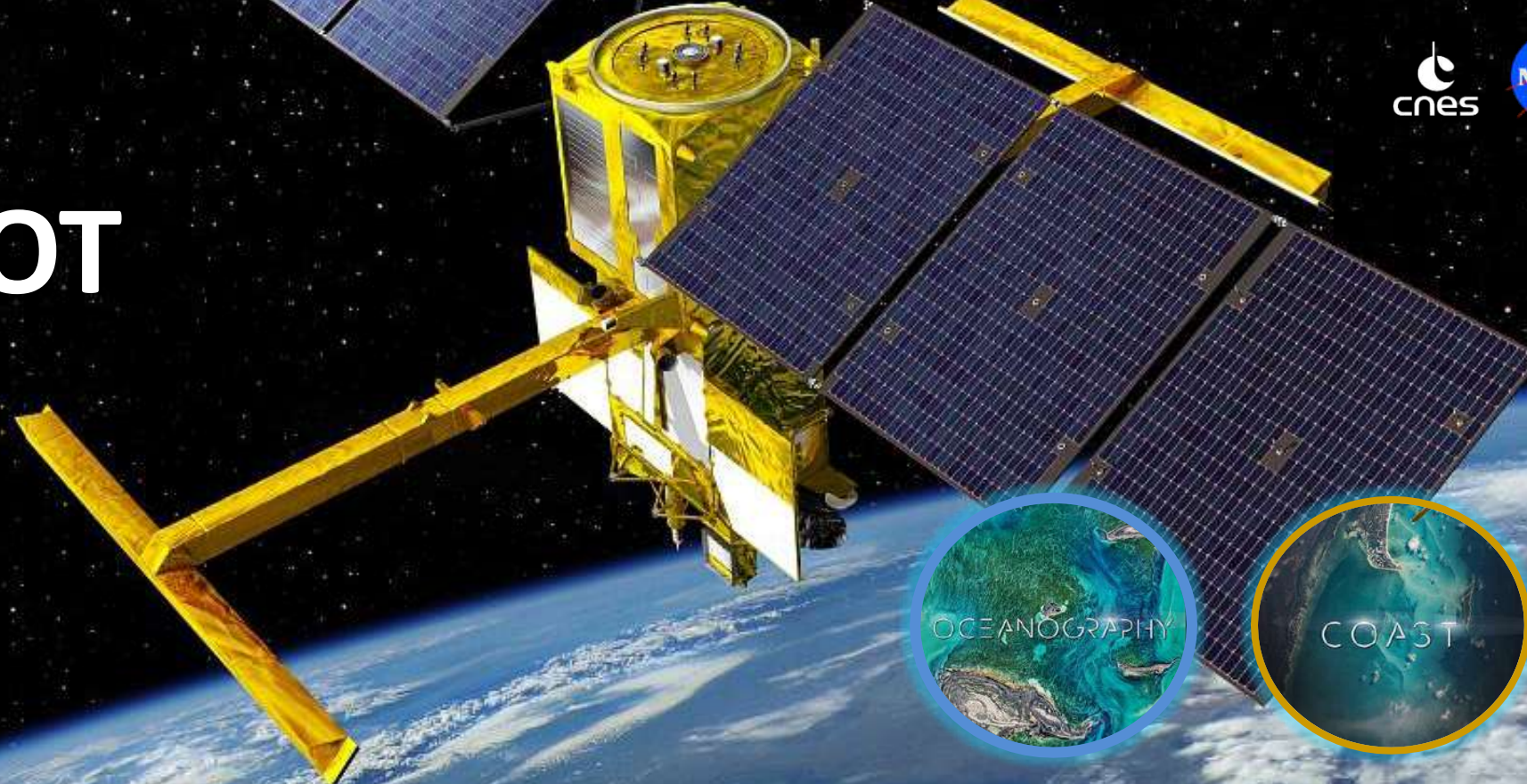
## Mission Architecture

- **Ka-band SAR interferometric (KaRIn) system with 2 swaths, 50 km each**
- Produces **heights** and co-registered all-weather imagery
- Use conventional **Jason-class altimeter for nadir coverage**, radiometer for wet-tropospheric delay, and GPS/DORIS/LRA for POD.
- On-Board interferometric SAR processing over the ocean (500m<sup>2</sup> resolution) for data volume reduction.



- **Partnered mission : NASA/ JPL, CNES, UKSA & CSA**
- Science mission **duration of 3 years**
- Calibration orbit: 857 km, 77.6° Incl., 1 day repeat
- **Science orbit: 891 km, 77.6° Incl., 21 day repeat**
- Flight System: ~2400kg, ~2100W
- **Launch Vehicle: SpaceX Falcon 9**
- Cat 2 Project, Risk Class: C
- **Launch : December 16, 2022**

# SWOT



OCEANOGRAPHY

COAST

HYDROLOGY

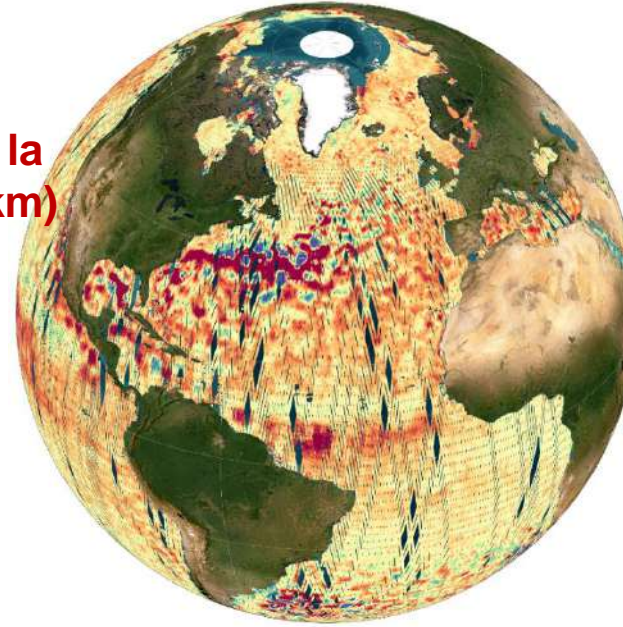


- Mission CNES/NASA, succès du **lancement le 16 décembre 2022**
- **Science Team meeting internationale** à Toulouse les 19-22 septembre 2023; la prochaine aux USA à Raleigh en Juin;
- Après une **phase Cal/Val de 6 mois** sur une orbite dédiée, le satellite SWOT est maintenant sur son **orbite scientifique (revisite 21 jours)**
- Renouvellement **Science Team – call TOSCA** en cours;
- **Concept Large fauchée & S3NG**: formalisation attendue ESA début mai.



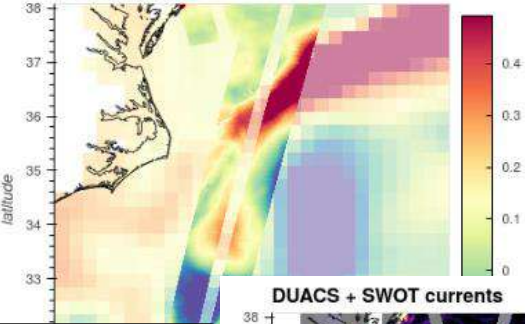
## Des premiers résultats époustouffants !

**SWOT** améliore la **résolution de la topographie de l'océan (10-15 km)** et la restitution de la **circulation océanique 3D**



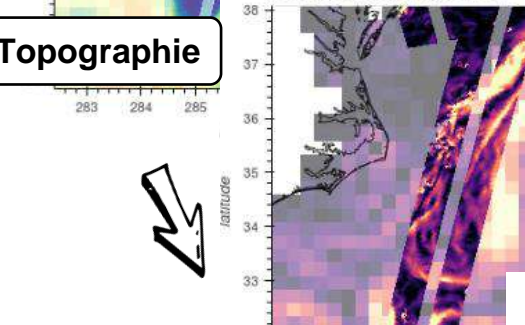
La **couverture spatiale** offerte par SWOT est **10 fois meilleure** que celle obtenue avec la **constellation altimétrique nadir (7 altimètres)**

DUACS + SWOT



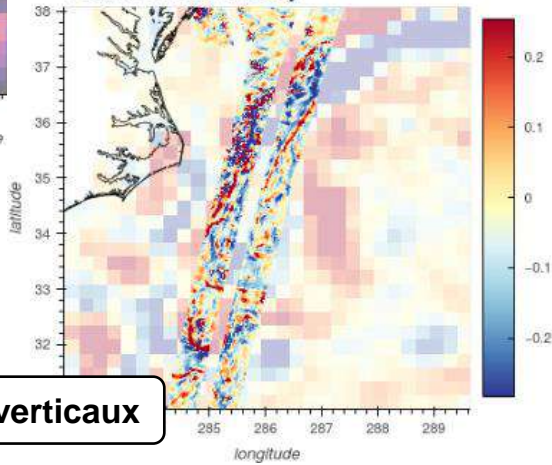
Topographie

DUACS + SWOT currents



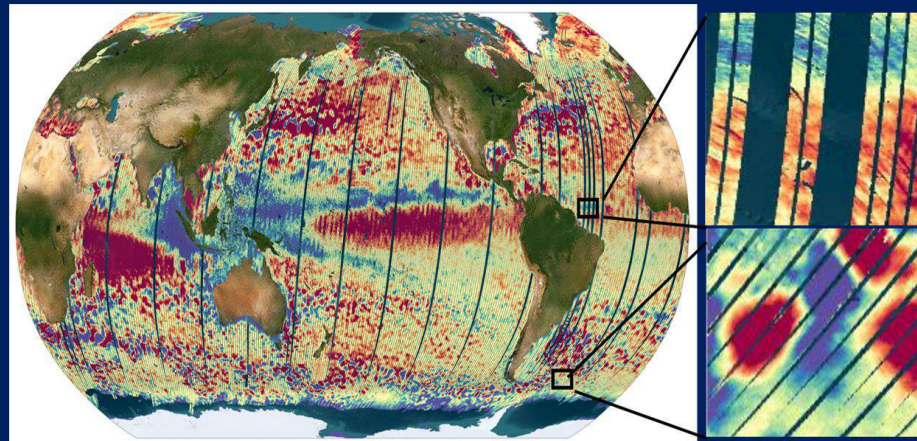
Courants horizontaux

DUACS + SWOT vorticity



Courants verticaux

- SWOT nous offre une nouvelle vision de l'océan: El Niño 2023, ainsi que phénomènes méso-échelle (courants de bord ouest, courant circumpolaire), jusqu'aux petites échelles (e.g. ondes internes)



→ Impact des données SWOT sur le système de prévision global 1/12° de Mercator Océan : **gain d'environ 15% en terme d'erreur** sur l'erreur systématique d'anomalie de hauteur de mer

Anomalie du niveau de la mer mesurée par SWOT en Novembre 2023





## Des premiers résultats époustouflants !

SWOT a pour objectif de quantifier les échanges au niveau des zones côtières, estuaires, deltas et zones humides

**KaRIn permet de restituer d'obtenir des données de hauteur d'eau jusqu'à 250 m des côtes**

Communiqué de presse CNES/NASA

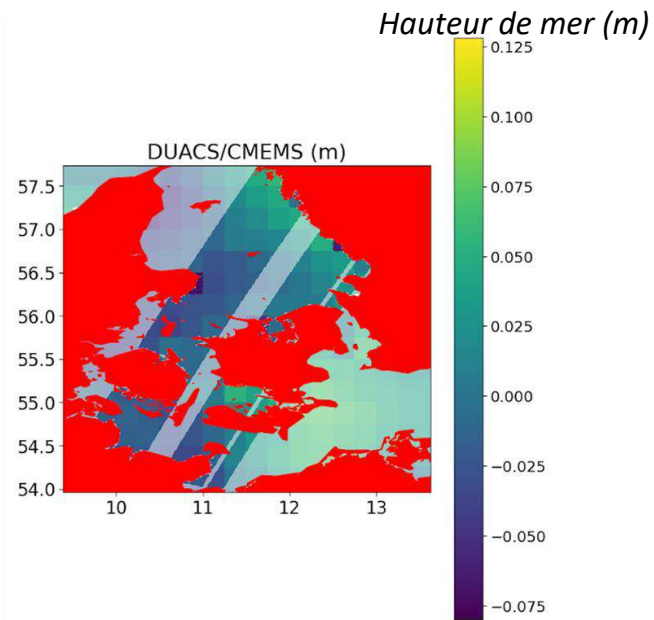
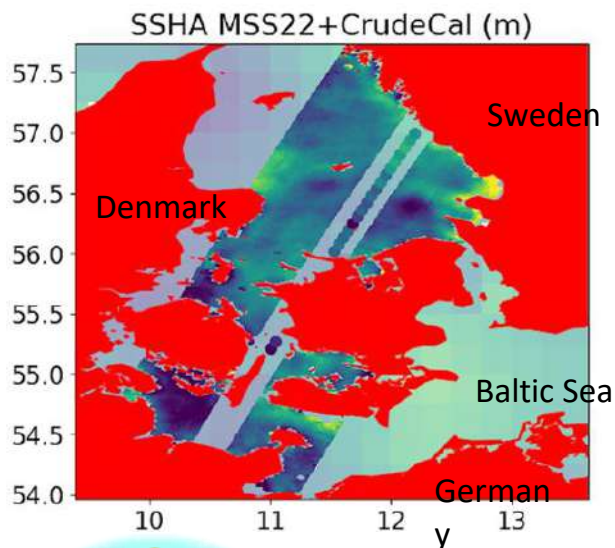
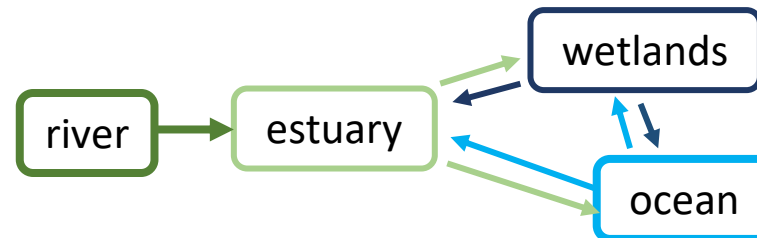


Illustration de l'apport de SWOT en Mer Baltique

**Résultats SWOT en Côtier :**  
« Nos estuaires en perpétuel mouvement »

*Données de hauteurs d'eau mesurées par SWOT au-dessus de la Réserve Naturelle de Moëze-Oléron dans le détroit du Pertuis d'Antioche en Charente-Maritime*  
Crédits : CNRS, Edward Salameh /Damien Desroches, 2024.





## Des premiers résultats époustouflants !

Communiqué de presse CNES/NASA

Rétrodiffusion mesurée par SWOT  
sur la Rivière Waimakariri  
(Nouvelle-Zélande), Mars 2023

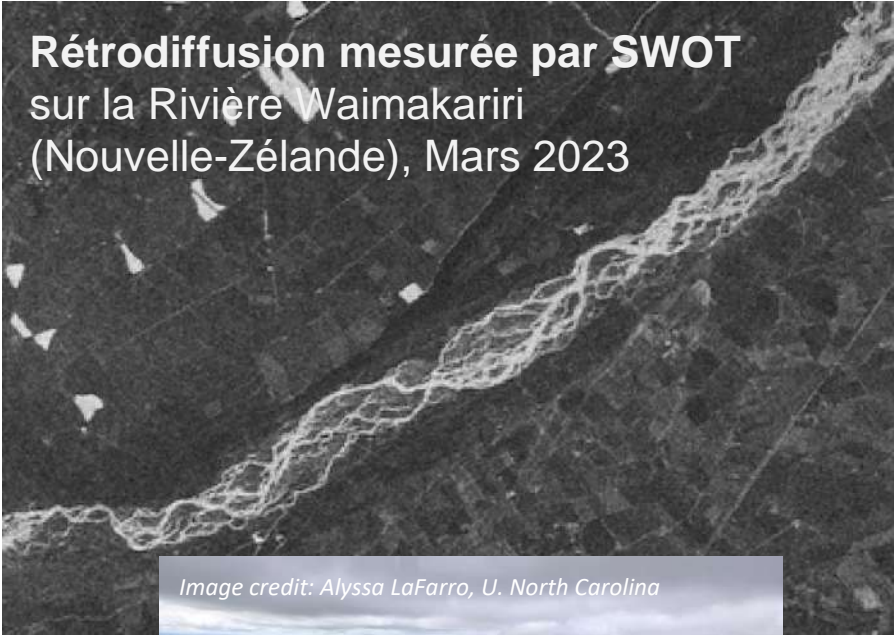
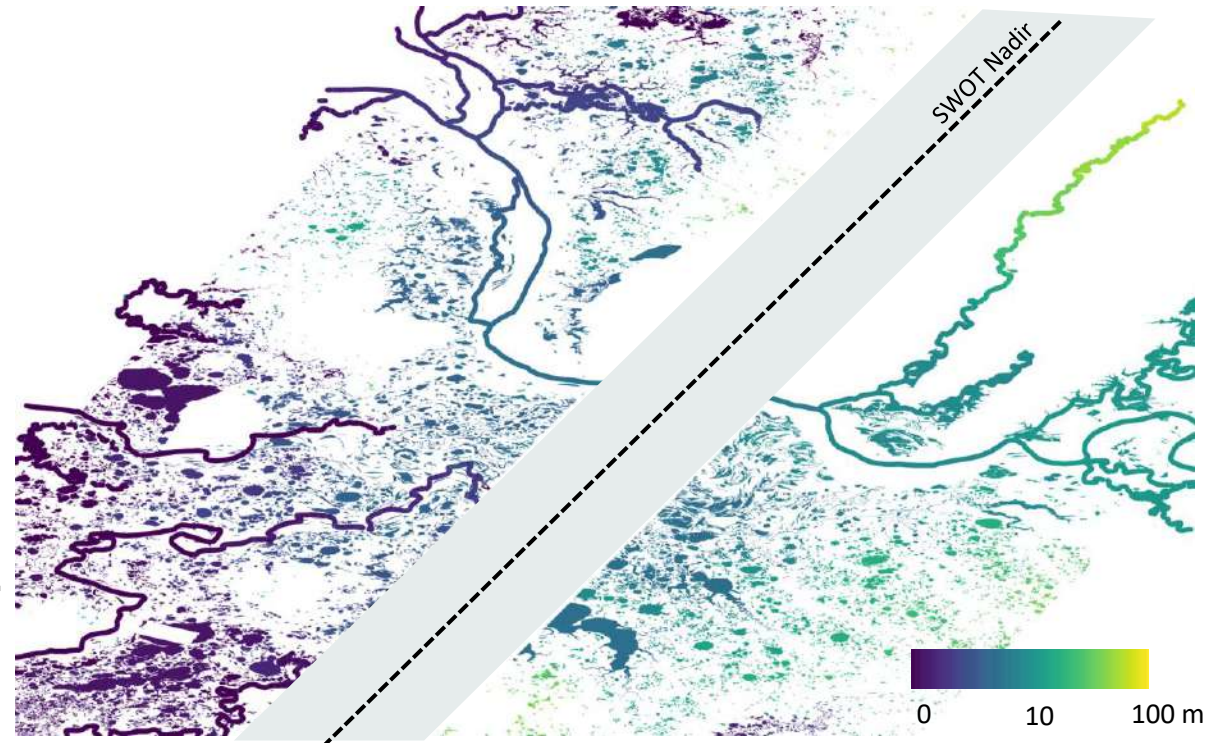


Image credit: Alyssa LaFarro, U. North Carolina



SWOT a rapidement démontré sa capacité à **distinguer l'eau des surfaces continentales**, dans de multiples contextes hydrologiques

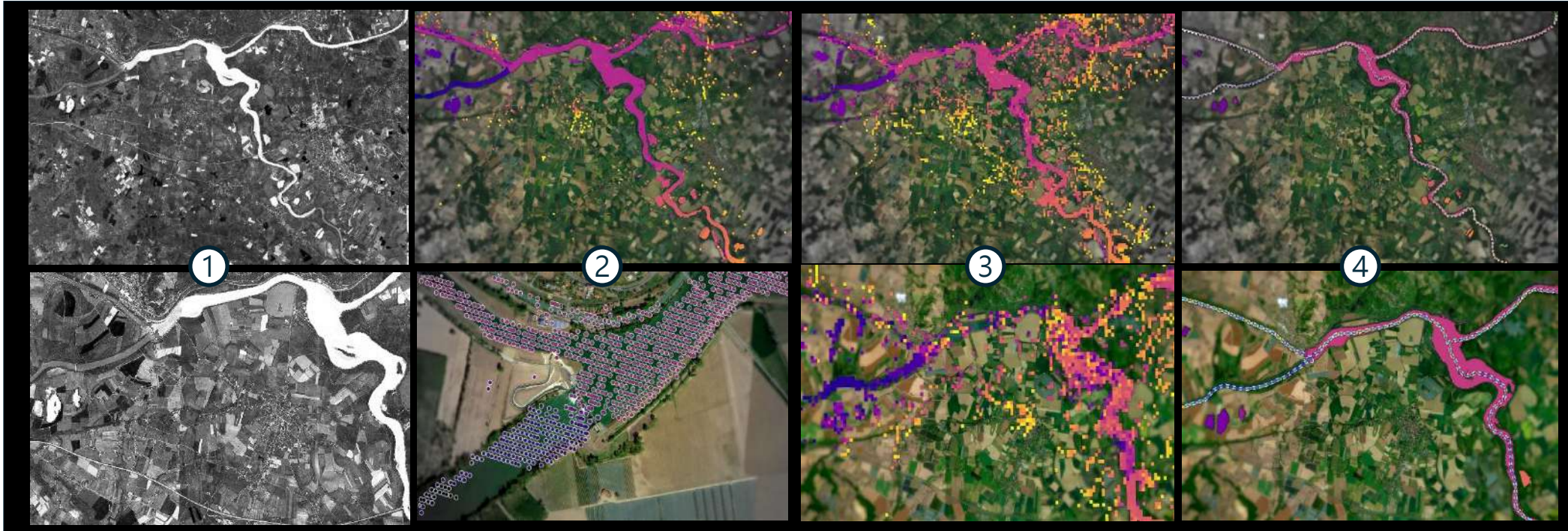


Hauteur d'eau mesurée par SWOT  
Delta Yukon-Kuskokwim (Alaska)  
18 Juin 2023

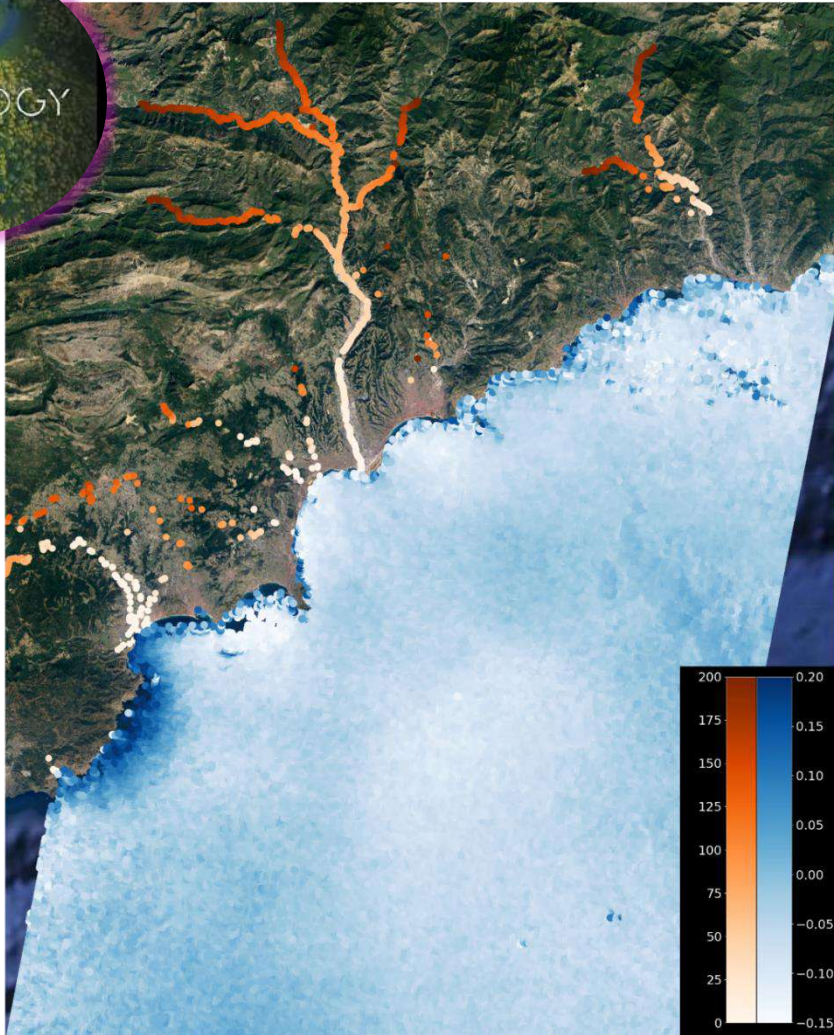




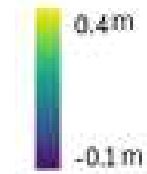
# SWOT HR PRODUCTS FOR HYDROLOGY



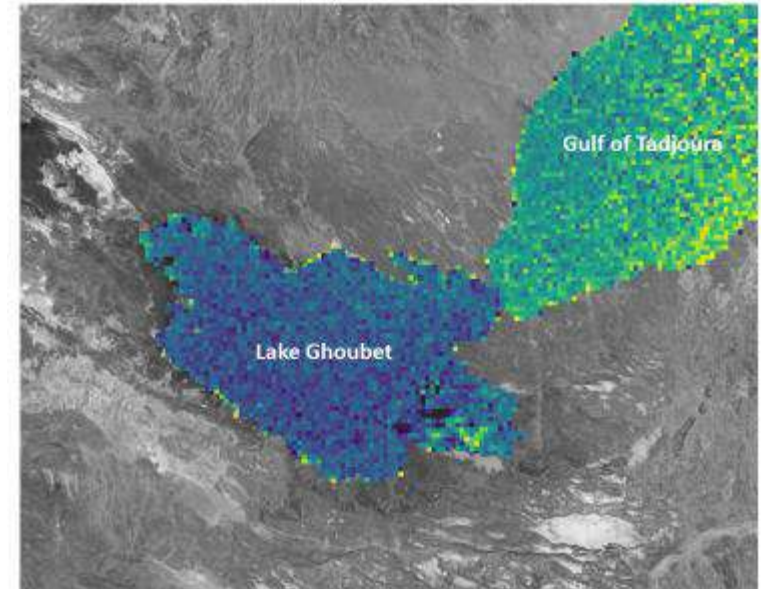
- **THE SWOT High Rate (HR) PRODUCTS FOR HYDROLOGY ARE:**
  - ① Single Look Complex (SLC) SAR images (Level 1B).
  - ② Pixel Cloud: 3D coordinates and other attributes for each water pixel
  - ③ Raster product: Pixel Cloud information resampled to 100-m and 250-m fixed grids
  - ④ Lake and River vector products: Extent/area, average water level etc. for lakes, average water level, slope, width etc. for river reaches (and nodes)



**Continuum terre-mer** : Observations SWOT sur un passage le 5 Janvier 2024. Hauteur d'eaux continentales sur le bassin du Var en m (légende orangée) et anomalie de hauteurs d'eau océaniques (légende bleue).  
©CNES / NASA, 2024



**Lacs** : Hauteur de l'eau par rapport au géoïde. Image SWOT le 1<sup>er</sup> décembre 2023 à 21h13 (locale)





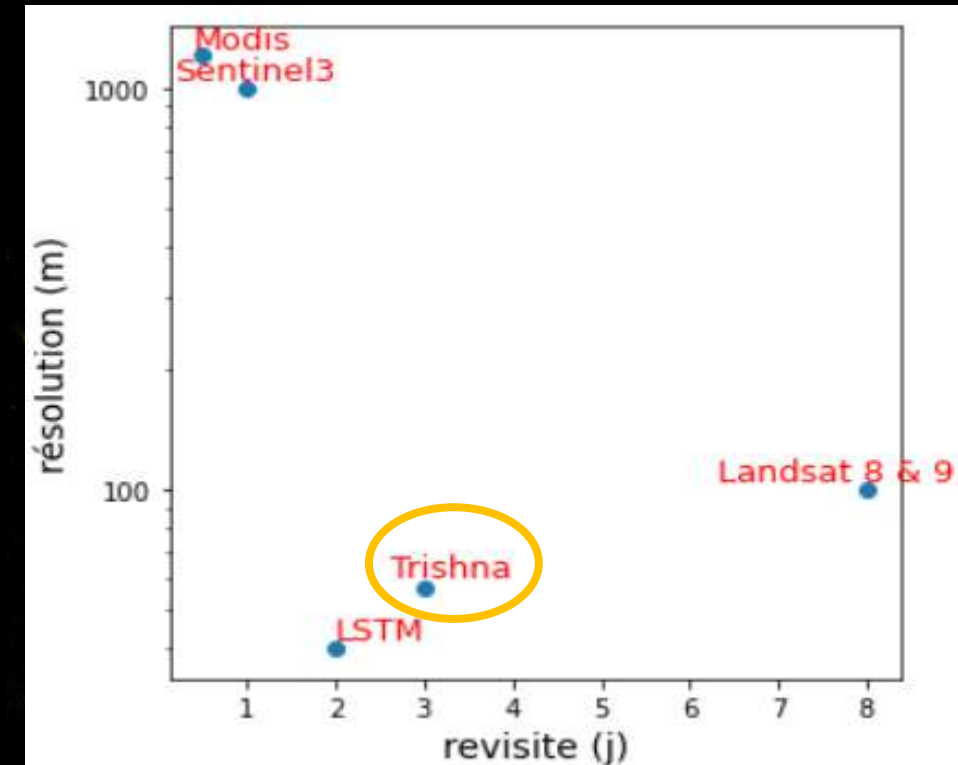
# TRISHNA



- ISRO/CNES cooperation, launch 2026, 5-year lifetime
- For Science and Applications
- Design drivers: ecosystem stress & water use; coastal & inland waters
- Global coverage land + coastal
- 3-day revisit, 60m, VNIR-SWIR (7 bands) – LWIR (4 bands)

- ❑ Different observation angles, up to 38 deg
- ❑ Overpass time : 12h30 & 0h30 at Equator
- ❑ NeDT 0.2K at instrument output, Ts\_error <1.5K

- Level-2 Data products (free & open) include ground reflectances, vegetation variables, Land and Sea Surface temperature, Land Surface emissivities, daily evapotranspiration





## TRISHNA (précurseur de LSTM) en développement



2 Primary objectives: **Agriculture + Coastal & Continental Hydrology**  
+ Urban, Cryosphere, Atmosphere, Solid Earth

Launch  
scheduled  
**Q3 -2026**

IA Signature 06/06/2023 (official announcement 14/07/2023), Passage en phase C fin février 2024



Agriculture et  
hydrologie côtière

- Workshop inter-agences sur l'harmonisation des produits à l'ESTEC 14-16 novembre 2023;
- Réunion Science Team TRISHNA : 6-7 décembre 2023 au CESBIO et en ligne;

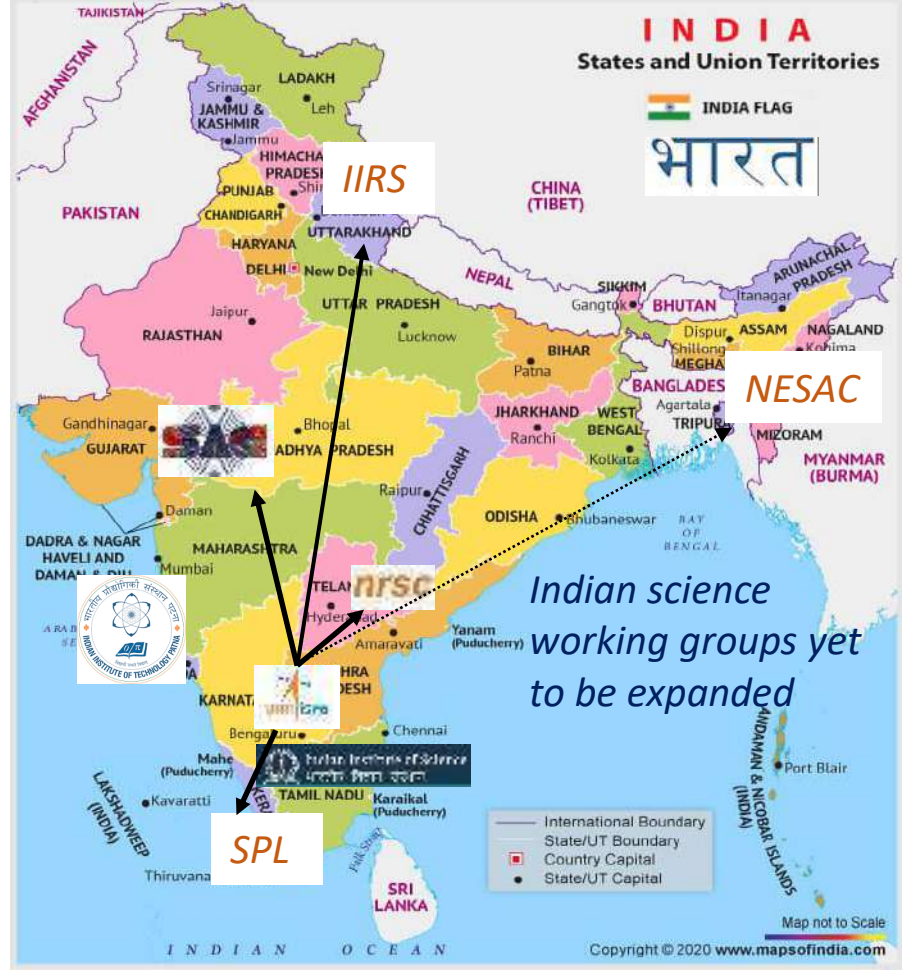
### Comité Inter-Organismes 24/01/24

- Forte implication des labos et de leurs tutelles;
- Succès de ce premier CIO avec tous les acteurs autour de TRISHNA et de ses enjeux
- Forts enjeux sur le côtier





## TRISHNA – A French-India collaboration



# Bilateral programs devoted WATER

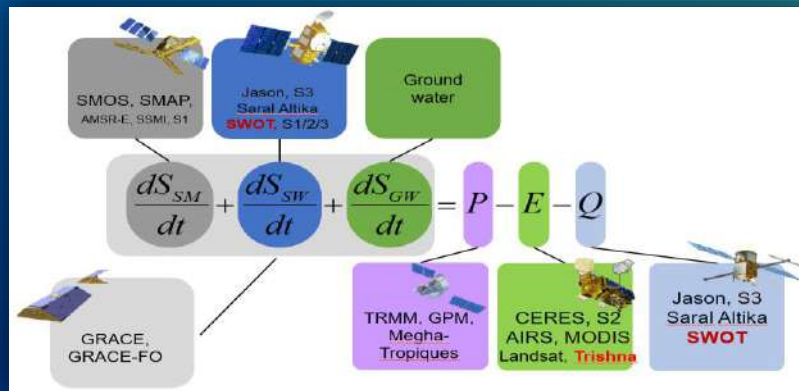
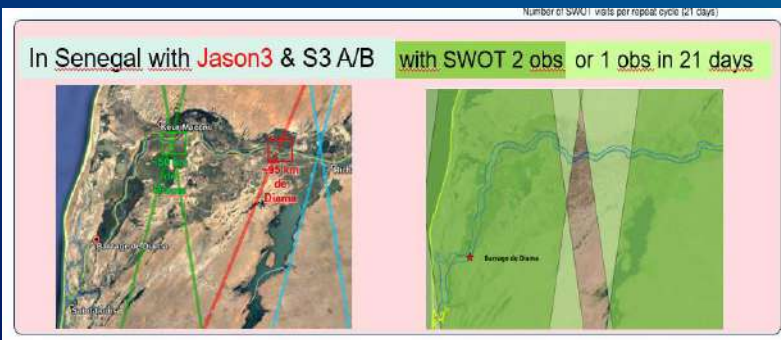
Land, coastal, Ocean waters

Satellite precursors  
**S3 NG TOPO - LSTM**

**Downstream Programs**



Blue continental water      Green and coastal waters



Ecosystem stress + coastal & inland hydrology  
**Design Drivers**



**Launched  
Dec 16, 2022**

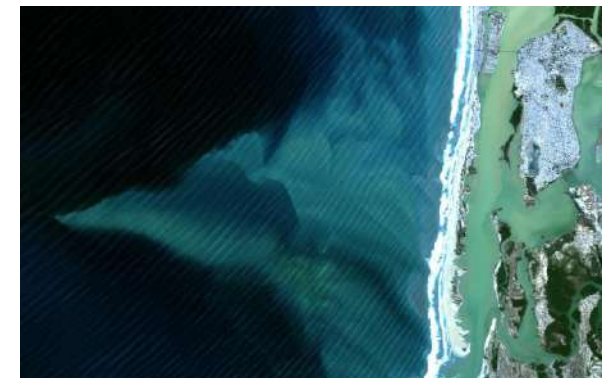
**Launch scheduled  
2026**



## 1<sup>er</sup> Atelier Côtier inter-organismes sur l'élévation du niveau de la mer et impacts sur le littoral (Organisé par le CNES le 13 novembre 2023)

Avec les représentants du **Shom, IGN, Ifremer, CNRS-INSU, Météo-France, CNES, Université Réunion, BRGM, LEGOS.**

- **Recensement, bilan et échanges** sur les nombreux **dispositifs de surveillance du littoral / élévation du niveau de la mer**;
- Grâce à nos outils/données de référence, il est opportun de **s'organiser en interinstitutionnel** pour répondre de façon coordonnée aux attentes des nombreux utilisateurs du littoral sur la problématique de l'élévation du niveau de la mer:
  - **Regrouper/centraliser l'expertise**, envisager ensemble de **nouveaux produits/services** pour les utilisateurs (concept de « boîte à outil »);
  - Travailler collectivement sur les enjeux côtiers (protection Vs adaptation);
- Le CNES se propose de poursuivre et développer ce **dialogue inter-organismes en coopération avec l'IR ILICO/ODATIS/THEIA** et **organiser courant S2 2024 un 2<sup>e</sup> atelier qui pourra traiter**:
  - De l'actualité nationale (FR2030, PEPR) et européenne (ex. Jumeau Numérique Côtier, HE, ESA)
  - Des synergies/complémentarités IN SITU-SPATIAL-MODEL;
  - De l'organisation et mise à disposition de l'expertise nationale sur le côtier (ex. ODATIS, FROOS, THEIA ) etc.





## SCOast-DT : DONNÉES SPATIALES ET JUMEAUX NUMÉRIQUES AU SERVICE DES ZONES CÔTIÈRES



Projet labélisé SCO et financé  
Collaboration FR-US  
2024-2026

Construction et exploitation de jumeaux numériques Zones et enjeux représentatifs  
Projection climatique et analyse d'impact  
Réponse à des problématiques locales  
Résultats libres



### France métropolitaine

Trait de côte, érosion / accrétion, zone intertidale

>10 ans de données satellite

Validation



### Baie de Nokoué

Qualité de l'eau, pollution

Satellite + in-situ

Modélisation hydrodynamique



### Nouvelle Calédonie

Submersion marine et inondations côtières

Satellite + in-situ

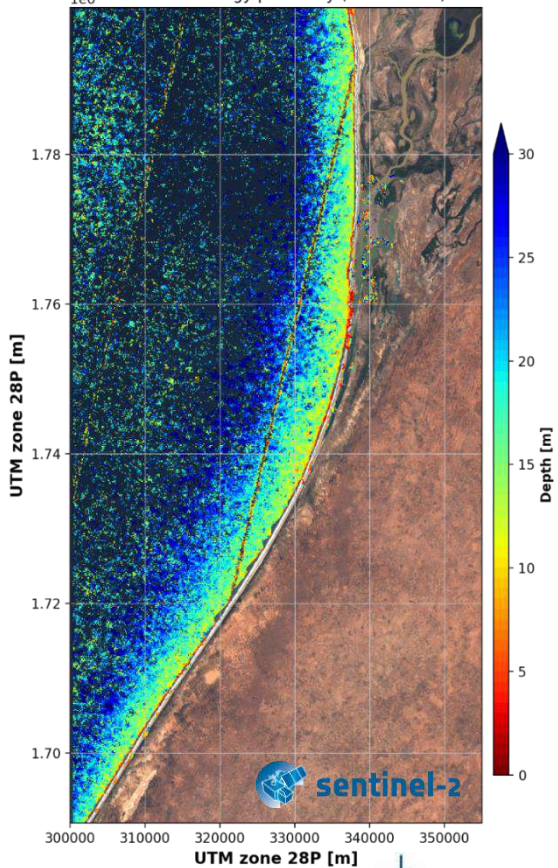
Modélisation hydrodynamique



## SCOast-DT EXEMPLE : DIGITAL RÉPLICA CÔTIÈRE (GÉOPHYSIQUE)

### Bathymétrie *Shelf to nearshore*

Unfiltered depth estimation result for 28PCC  
First wave energy peak only (19-03-2018)



### Shorelines et topographie intertidale

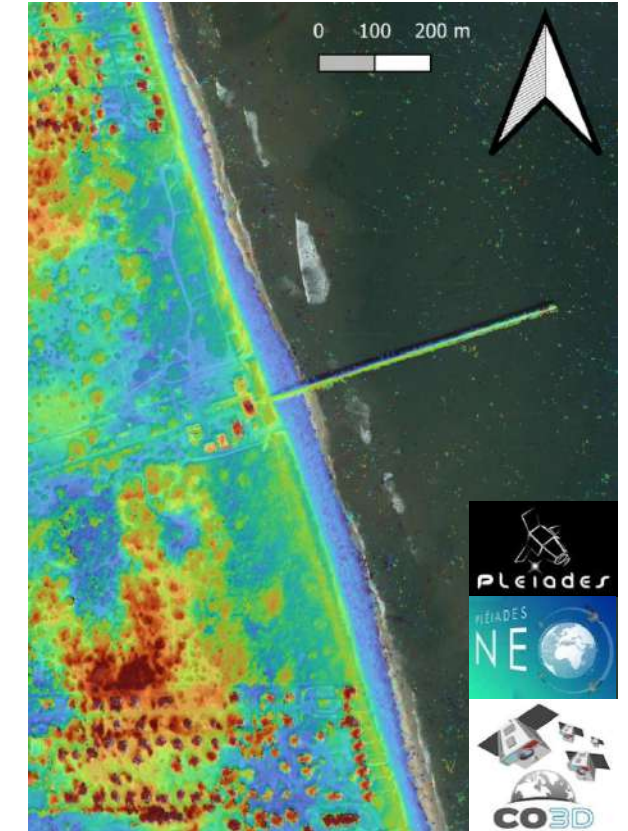


Moyenne temporelle des pentes de plage



Topographie de la zone intertidale

### Topographie



Merci pour votre attention

[Aurelien.carbonniere@cnes.fr](mailto:Aurelien.carbonniere@cnes.fr)

[Erwin.bergsma@cnes.fr](mailto:Erwin.bergsma@cnes.fr)

Retrouvez toutes les présentations de l'atelier



**DONNÉES, MÉTHODES & SERVICES POUR LE LITTORAL**

Sur <https://www.theia-land.fr/littoral/littoral2024>  
et sur <https://www.odatis-ocean.fr/?id=617>

