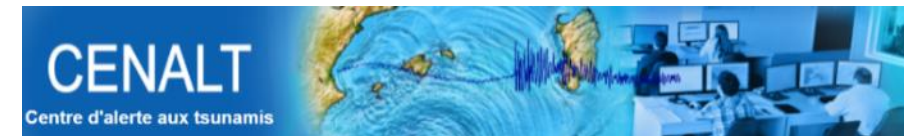


# Report from TSP and NTWC Cenalt

## *Centre national d'alerte aux tsunamis*



Hélène Hébert, CEA, DAM, DIF, Arpajon, France

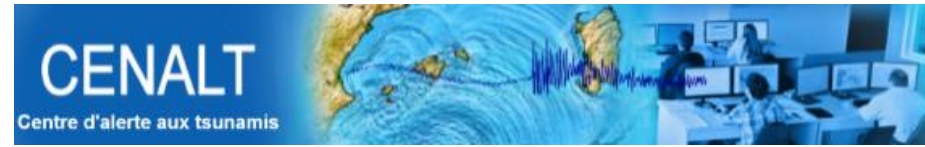
Aurélien Dupont, Audrey Gailler, Philippe Heinrich, Pascal Roudil (CEA, DAM), Marie Dauguet (Shom), Cédric Twardzik (Géoazur)  
Matthieu Péroche (Univ. Montpellier), Vincent Rey (Univ. Toulon),

# Outline

- 1. Cenalt operation and 2024 summary**
- 2. Exercices and preparedness**
- 3. Scientific activities**

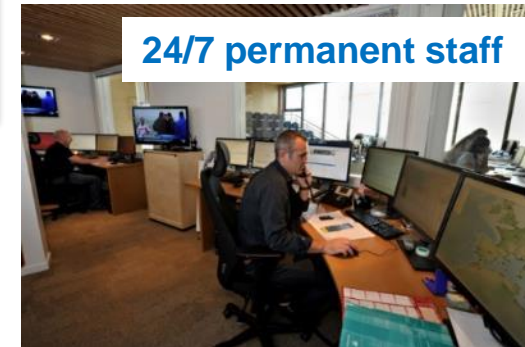


# Mandates



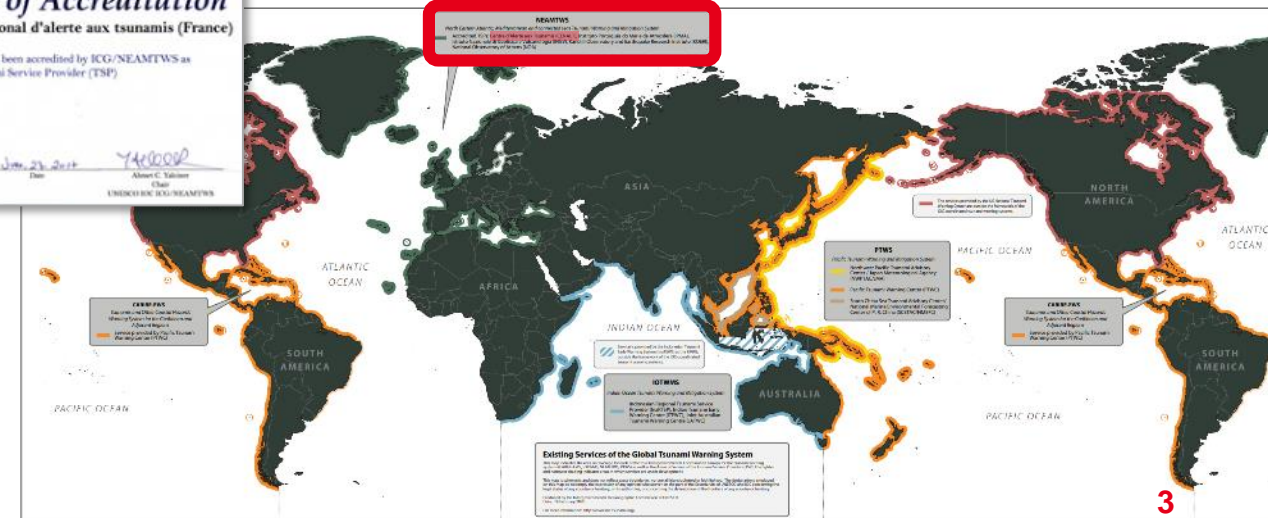
## National mandate

- To warn the French civil protection, within 15 minutes after a possible tsunamigenic seismic event in the NE Atlantic and Mediterranean
- To send confirmation / cancellation messages (depending on the availability of sea level data)
- To support French CPA to develop the downstream component

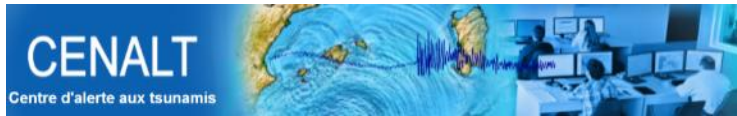


## International TSP mandate

- Cenalt recognized as NEAM TSP in 2017
- To inform, as TSP, the national warning centers and the tsunami focal points that subscribed to the service
- To participate to the ICG framework

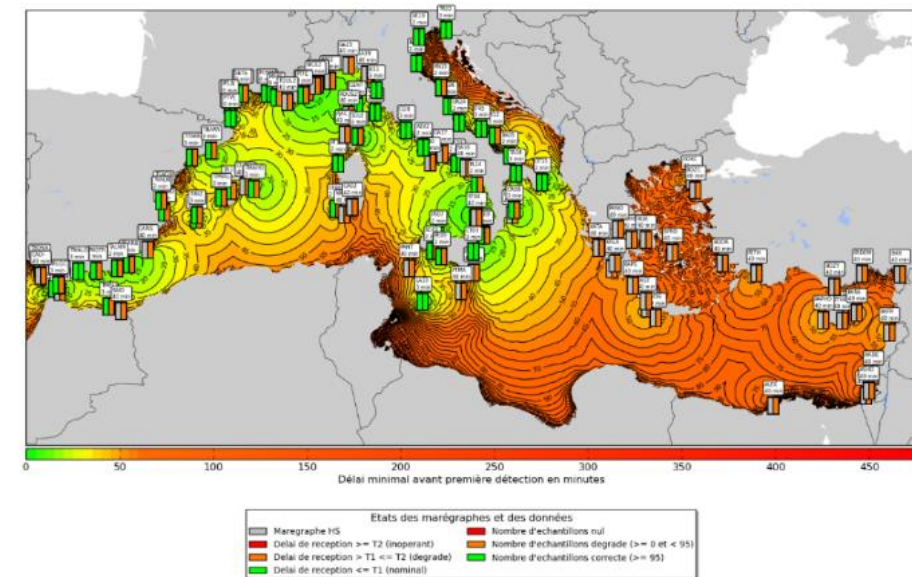
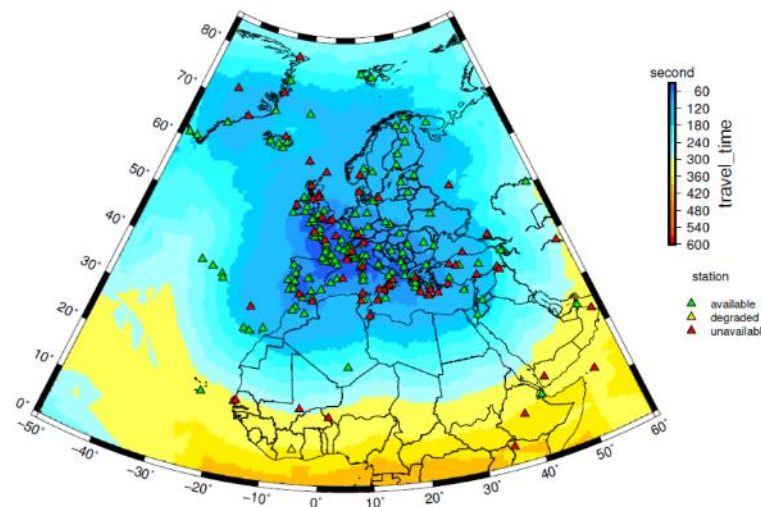
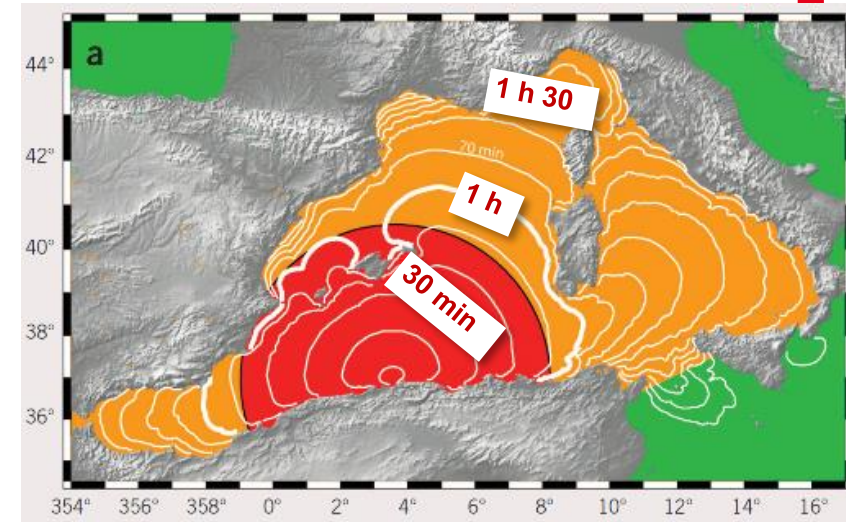


# Tsunami monitoring in Cenalt

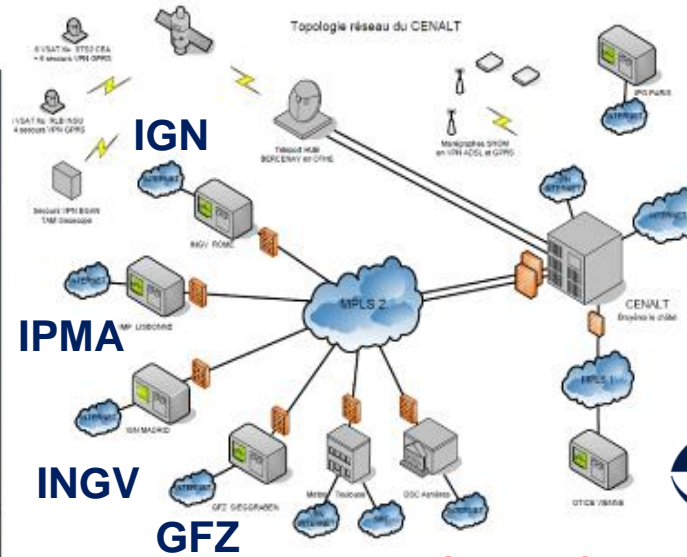
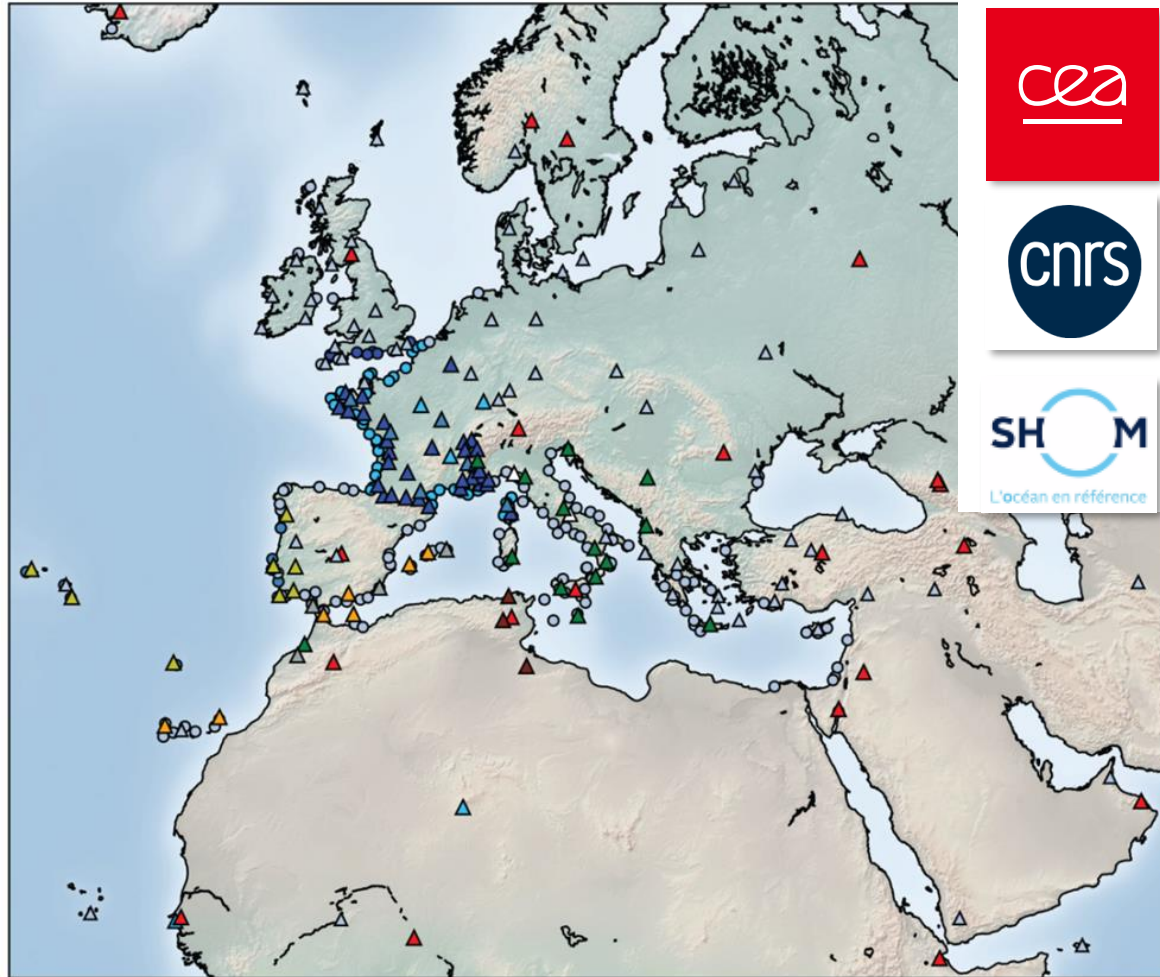


Operational networks with data made available in real time with redundancy and robustness to Cenalt

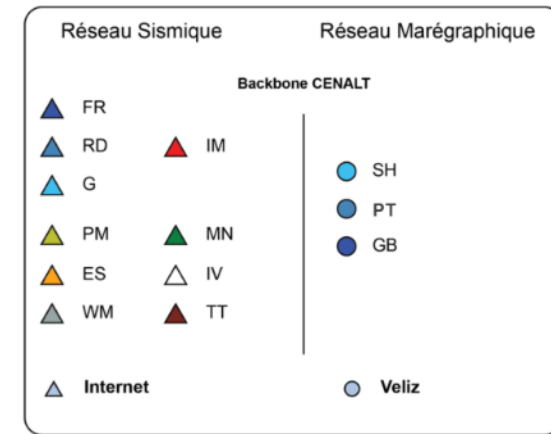
- National level
  - Seismic data (including CNRS stations)
  - Sea level data: major modernisation 2021-2022 (SHOM)
- International level, to subscribe to seismic and tide gauge networks
  - Cooperation with operational agencies
  - CTBTO framework



# Real time seismic and tide gauge network

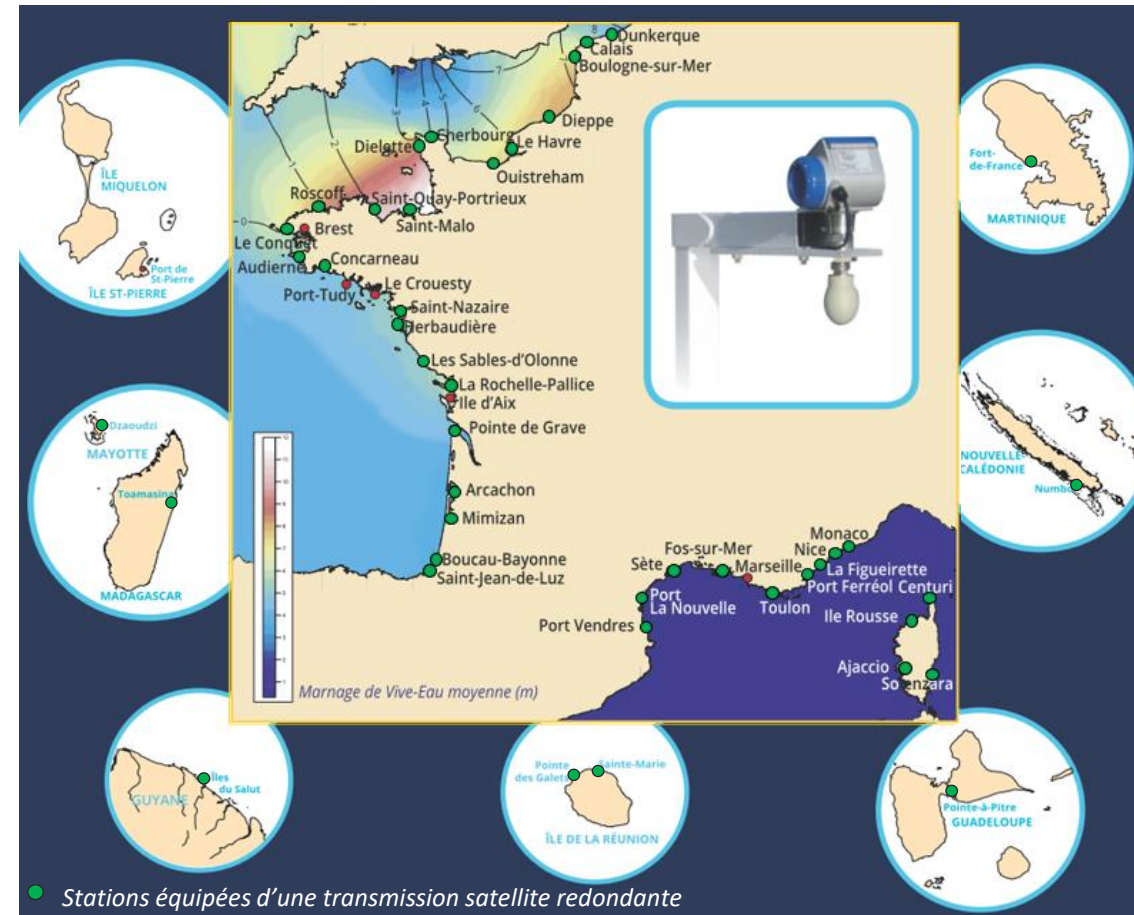


**Météo France**  
**SMT - GTS**  
**COGIC** Centre Opérationnel de Gestion Interministérielle des Crises



# French tide gauge network

- **RONIM** (Réseau d'Observation du Niveau de la Mer)
  - French national tide gauge network
  - 50 tide gauge stations for numerous applications : hydrography, oceanic tide prediction, extreme events monitoring, tsunami warning, risk prevention, global sea level rise monitoring
  - 41 real time stations available at Cenalt (VPN)
- **Major modernisation** has been completed in 2022
  - Replacement of data-loggers and transmission systems, new sensors, improvement of supervision and network reliability
- SHOM has secured in 2023 a long term support from French government, to fulfill its mandate

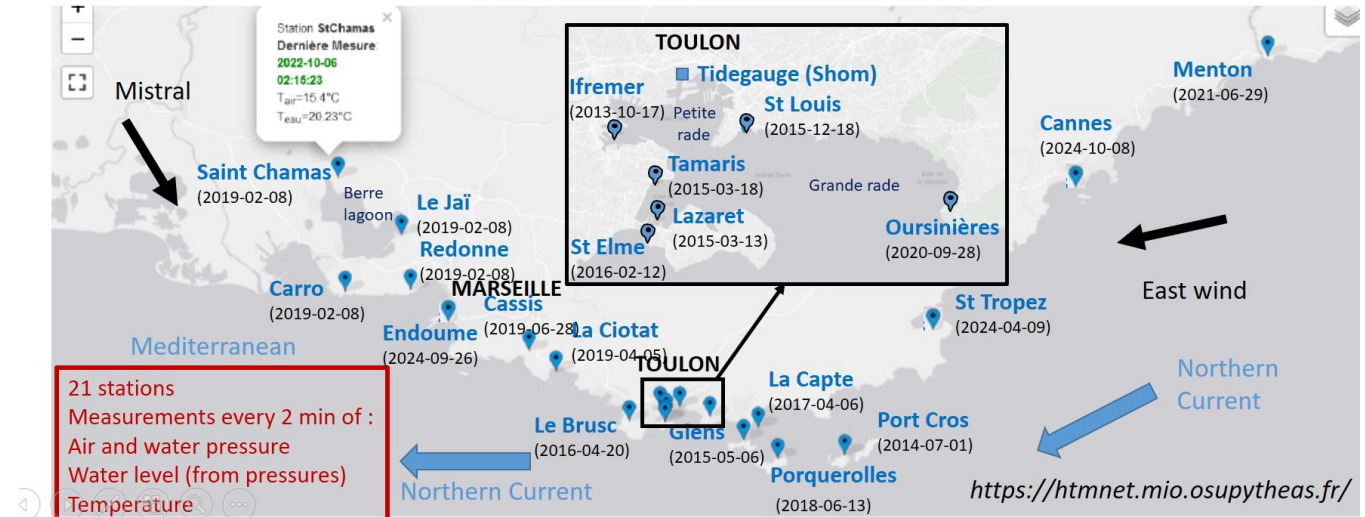


# Scientific sea level stations

## ■ HTM NET

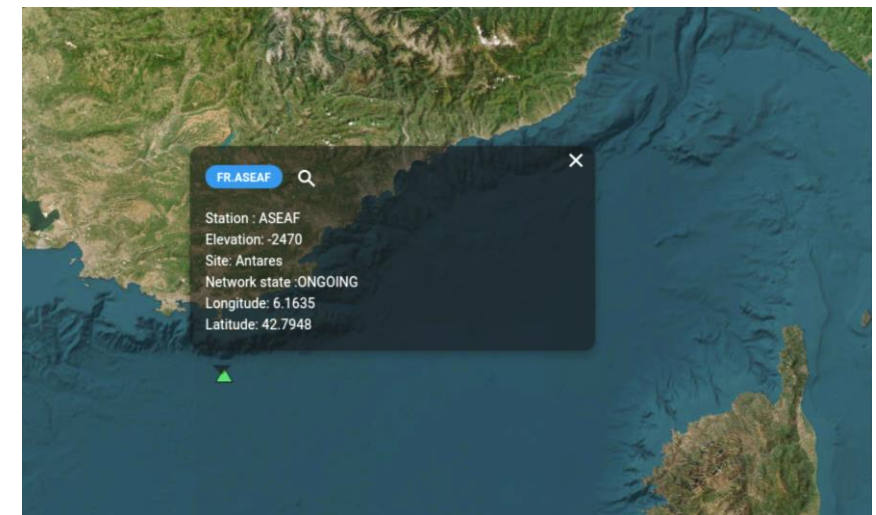
- Coordinated by Université de Toulon
- Data available on the French academic sea level measurement network Refmar (coordination Shom)
- <https://htmnet.mio.osupytheas.fr>

Networks HTM-NET « Water Level and Temperature », Provence-Côte d'Azur, France,  
Vincent REY, Didier MALLARINO, Tathy MISSAMOU



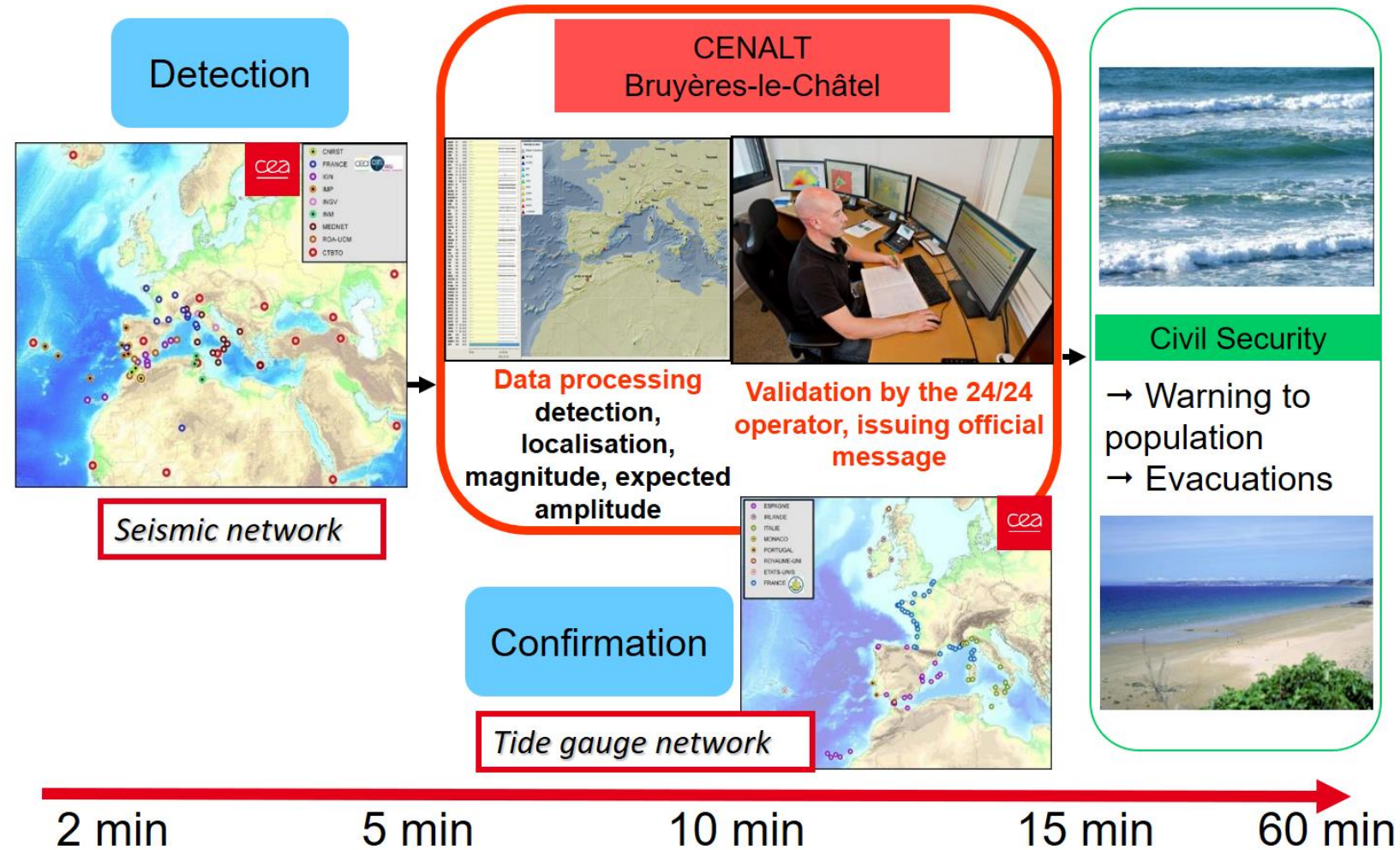
## ■ Submarine pressure gauge

- Seismological submarine cable station off Toulon at ASEAF station (Antares neutrino observatory)
- Including pressure gauge
- <https://seismology.resif.fr>



# Cenalt operating system

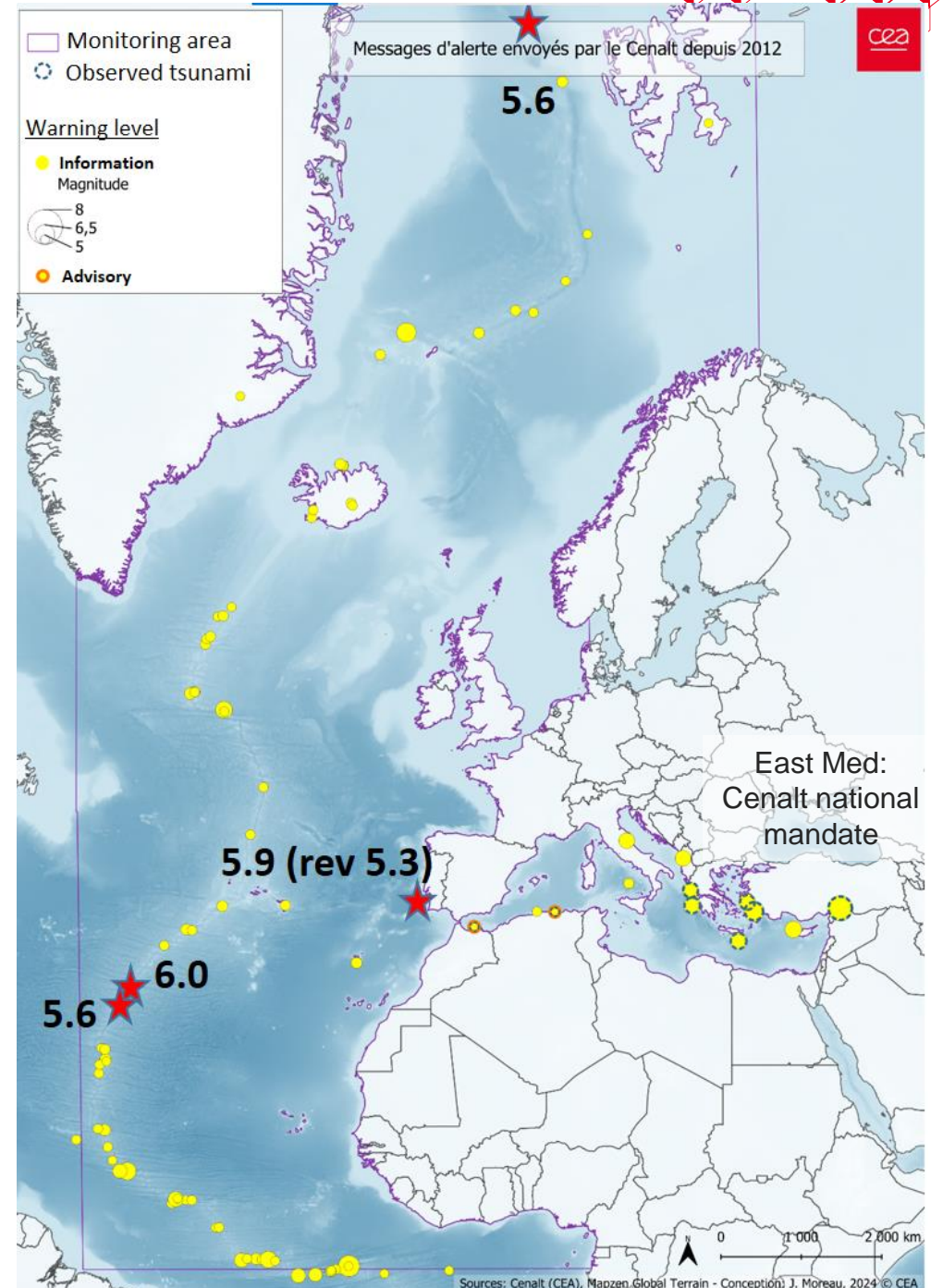
- Renewal of the Cenalt system planned 2024-2026, after the first one 2017-2018
  - Servers, communication systems, softwares
- Allows for some updates
  - Softwares (seismology, maregraphy, tsunami)
  - Fax transmission stop
  - Update of international data connection if needed





# 2024 Summary

- 4 Information messages in 2024 (Atlantic Ocean)
- 94 messages issued since 2012
  - 84 Information messages in NE Atlantic
  - 4 Information messages in western Mediterranean
  - 6 Advisory
    - 3 for Alboran Sea, Jan 25, 2016
    - 3 for Algeria, March 18, 2021
- 8 tsunamis monitored



# Exercises and preparedness

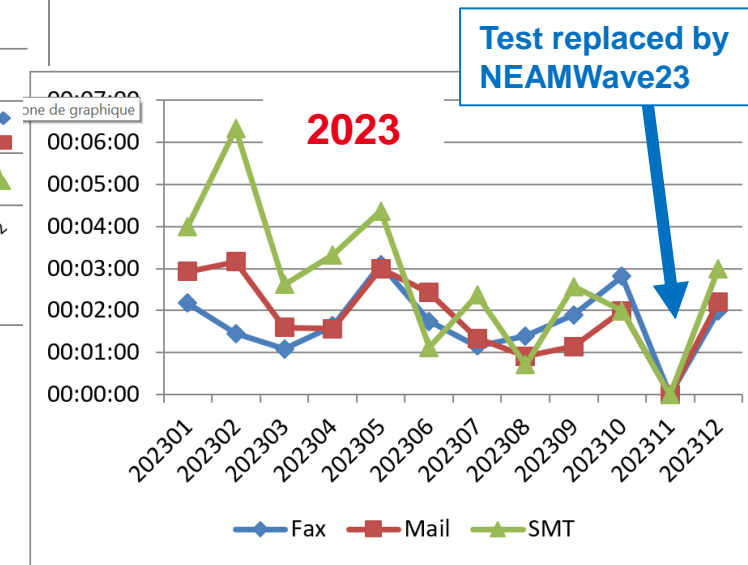
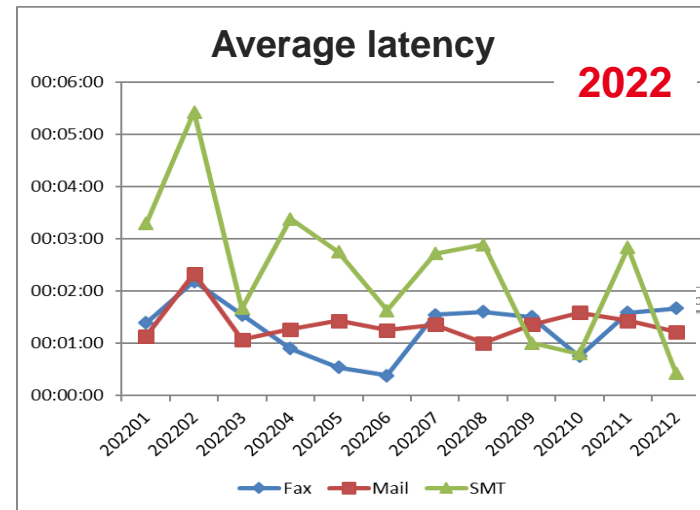
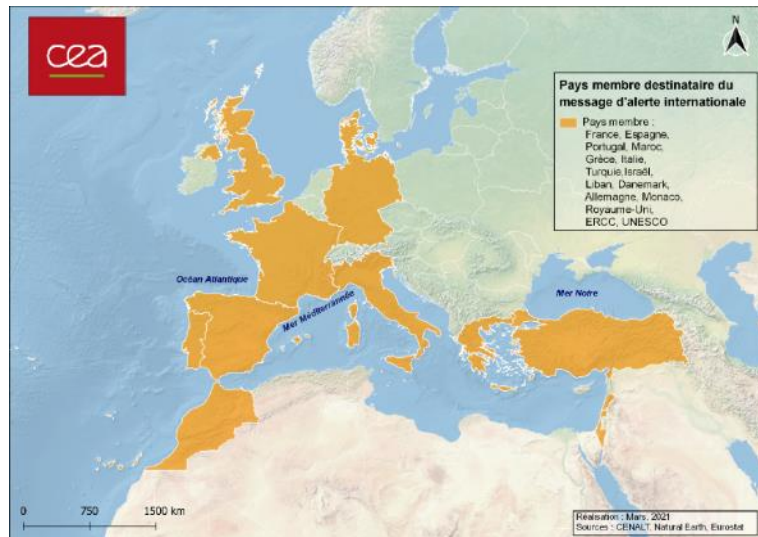
## National communication tests

- Monthly communication test
- Quaterly exercise with local procedure testing



## International communication tests

- Monthly tests



# Exercises and preparedness

## World Tsunami Awareness Day 2024

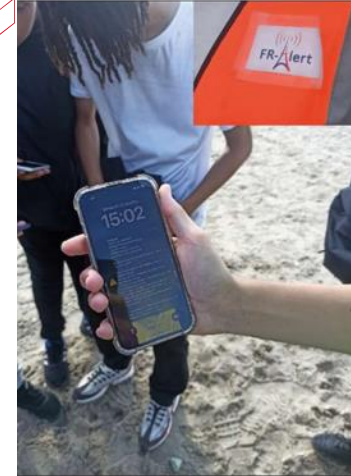
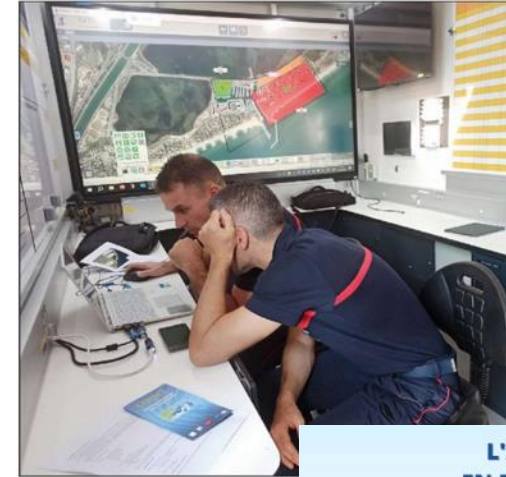
- Local exercises (Cannes)
- Cenalt exercise

## Tools and materials for French CPA

- Design of posters at Cenalt

## Training session for personal on duty at Cogic (November 2024)

- Tsunami hazard, procedures, simulation of real event



### L'ALERTE AUX TSUNAMIS EN FRANCE MÉTROPOLITAINE

**LEXIQUE**

**Épicentre** : point de la surface terrestre qui se situe à l'origine d'un séisme.

**Faille** : zone de rupture en profondeur où se produit un déplacement relatif de blocs rocheux.

**Établissement de services tsunamis (Etablissement Service Prévision - ESP)** : centre chargé de la surveillance sismique et de l'émission d'alertes tsunamis, ainsi que de la coordination des actions de secours et de la mise en œuvre des plans de protection.

**Faible / hyperfaible** : zone de déplacement de faible / très faible amplitude.

**Intensité** : estimation des effets produits par le séisme.

**Magnitude** : mesure de l'énergie libérée au foyer.

**HAZARDS (hauts-dangers et médians-dangers)** : zones où le risque de tsunami est élevé, nécessitant des mesures de protection et de planification.

**Risque** : produit de la probabilité de survenue d'un événement et de l'impact de cet événement sur la population et les biens.

**Risque** : produit de la probabilité de survenue d'un événement et de l'impact de cet événement sur la population et les biens.

**Tsunami** : onde de choc provoquée par un déplacement soudain de la croûte terrestre.

**UNESCO-IOC** : l'Organisation internationale pour la conservation de l'éducation scientifique et culturelle (UNESCO) a créé le Centre international d'océanographie et de climatologie (IOC) qui est chargé de la surveillance sismique et de l'émission d'alertes tsunamis.

**Information (Jaune)**  
Appel à l'attention. Avertissement qui n'a pas entraîné de mesures de protection de la population, et qui fait être rigori de leur présence dans les zones.

**Avertissement (Orange)**  
Evacuation du bord de mer, prise de mesures de protection, et évacuation de zones à risque.

**Alerte (Rouge)**  
Appeler les services de secours (pompiers, police, gendarmerie, etc.) et évacuation de zones à risque.

**Les messages d'alerte**

Le CENALT est chargé d'émettre plusieurs types de messages :

- des messages d'information (Jaune) : lorsqu'un séisme est détecté, mais que l'impact sur la population n'est pas encore connu.
- des messages d'avertissement (Orange) : lorsque l'impact sur la population est connu, mais que l'impact sur les biens n'est pas encore connu.
- des messages d'alerte (Rouge) : lorsque l'impact sur la population et les biens est connu, et que des mesures de protection doivent être prises.

**Le risque Tsunami dans la région NEAM**

Le risque tsunami est élevé en Méditerranée orientale et dans certaines zones côtières algériennes, libanaises et syriennes. Les zones à risque sont principalement situées le long des côtes algériennes, libanaises et syriennes. Les zones à risque sont principalement situées le long des côtes algériennes, libanaises et syriennes.

**Information**

**POPULATION**

**SEISME**

**Les séismes**

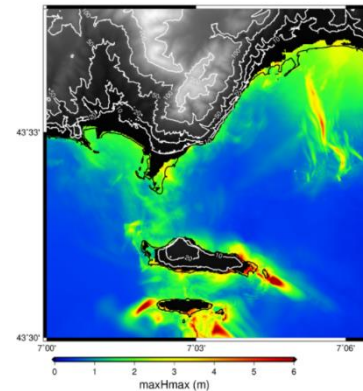
Les séismes sont des événements géologiques qui se produisent dans la croûte terrestre. Ils sont causés par le déplacement de blocs rocheux le long de failles. Les séismes peuvent être destructeurs, en particulier lorsqu'ils se produisent dans des zones densément peuplées.

# Exercises and preparedness



## Tsunami Ready and Coastwave project

- Long term commitment of Cannes to tsunami preparedness → recognition January 2024



IOC-UNESCO DG ECHO COASTWAVE PROJECT MEETING UNESCO, Paris - 05 février 2024

Tsunami Ready implementation in France – NEAM Region

Key Achievements, Challenges and Opportunities

**Héliane HÉBERT** – CEA, DAM, DIF 91297 Arpajon – French Tsunami Service Provider Cenalt  
**Matthieu PÉROCHE** – Maître de conférences en Géographie - Université Paul-Valéry Montpellier 3

La commune de Cannes (Alpes-Maritimes, France) est Tsunami Ready

En cas de séisme très puissant ou prolongé, ou d'une alerte officielle, rejoindre les hauteurs ou s'éloigner de la côte

## Perspective Coastwave2

- Partner Université of Montpellier
- Cooperation with Cenalt



## Other ongoing initiatives

- Préfecture Bouches du Rhône : ODOTSU (Ordre Départemental Opérationnel Tsunami)
- Cenalt participation invited to update documents

La prise en compte d'un risque inondation particulier : le tsunami

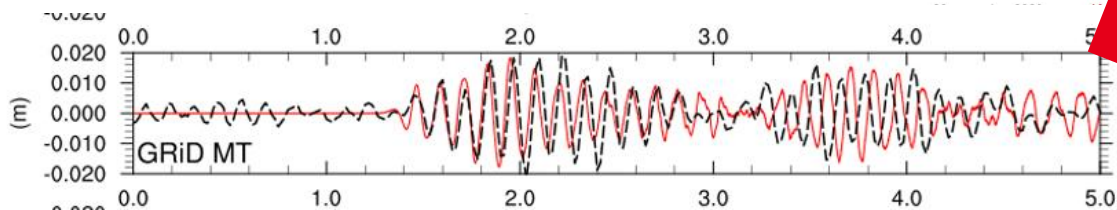
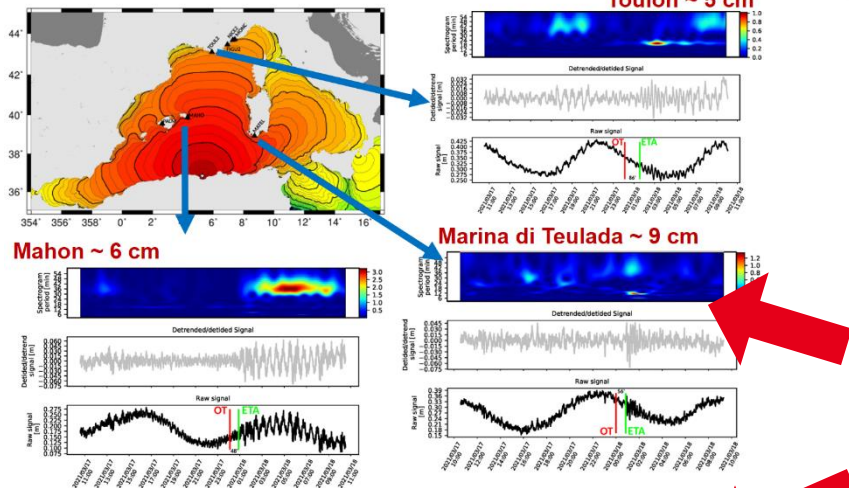
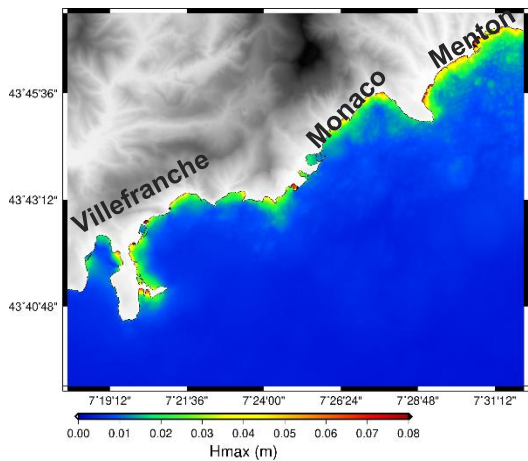
Élaboration de l'Ordre Départemental Opérationnel Tsunami (ODOTSU)



# Scientific studies

## Tsunami triggered by the Tonga explosion (Jan. 2022)

- Observations on the French Mediterranean coastline
- Coastal modeling (Heinrich et al., 2023)

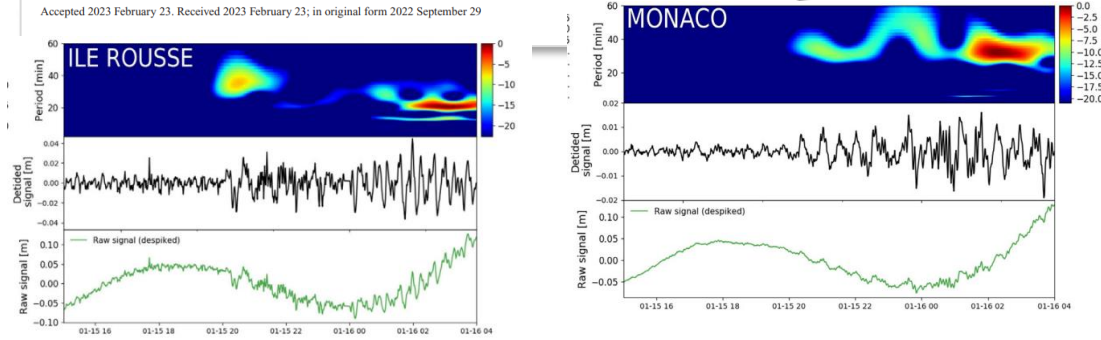


March 18, 2021, Nice harbour tide gauge signal and model

## Observations and simulations of the meteotsunami generated by the Tonga eruption on 15 January 2022 in the Mediterranean Sea

P. Heinrich,<sup>1</sup> A. Gailler,<sup>1</sup> A. Dupont,<sup>1</sup> V. Rey,<sup>2</sup> H. Hébert<sup>1</sup> and C. Listowski<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives, Centre DAM-Île-de-France, 91297 Arpajon, France. E-mail: philippe.heinrich@cea.fr  
<sup>2</sup>Toulon, Aix-Marseille University, CNRS/INSU, IRD, Mediterranean Institute of Oceanography, 83041 Toulon, Cedex 09, France

Accepted 2023 February 23. Received 2023 February 23; in original form 2022 September 29



## Earthquake and tsunami off Algeria, M 6.0, March 18, 2021

- Tsunami observed in France
- Seismological and tsunami study (Heinrich et al., 2024)

## Simulation of the Mediterranean tsunami generated by the $M_w$ 6.0 event offshore Bejaia (Algeria) on 18 March 2021

P. Heinrich,<sup>1</sup> A. Dupont,<sup>1</sup> M. Menager,<sup>2</sup> A. Trilla,<sup>1</sup> A. Gailler,<sup>1</sup> B. Delouis<sup>3</sup> and H. Hébert<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>CEA, DAM, DIF, F-91297 Arpajon, France. E-mail: philippe.heinrich@cea.fr  
<sup>2</sup>Institut de Physique du Globe de Paris, Observatoire volcanologique du Piton de la Fournaise, 97418 La Plaine des Cafres, La Réunion  
<sup>3</sup>Université Côte d'Azur, CNRS, IRD, Observatoire de la Côte d'Azur, Géazur, 250 rue Albert Einstein, 06560 Vallbonne, France

Accepted 2024 March 25. Received 2024 March 21; in original form 2024 January 16



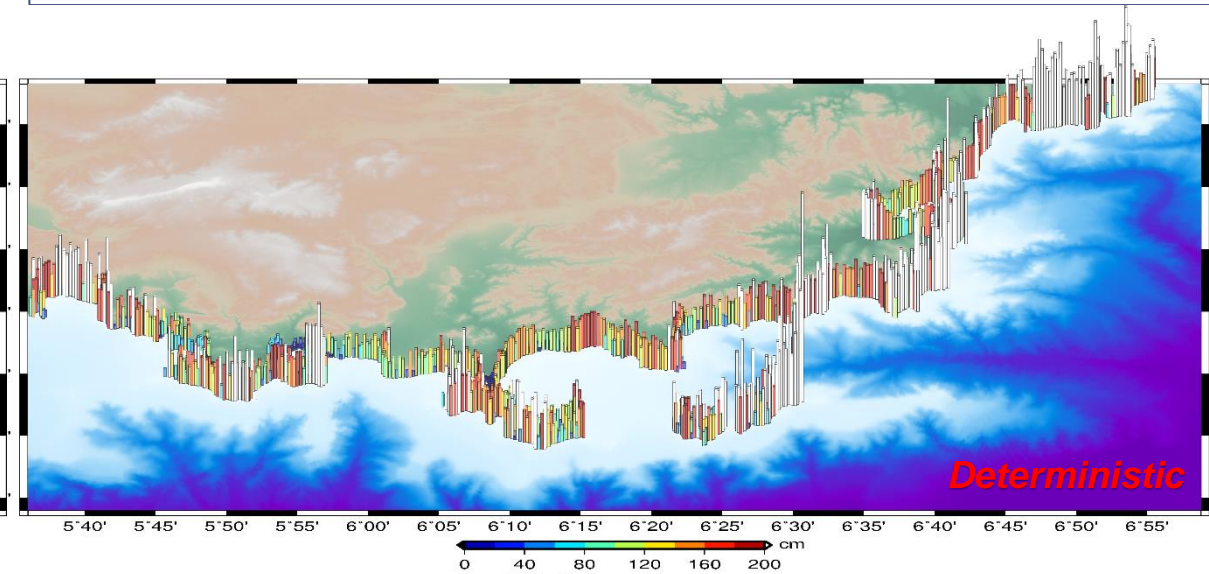
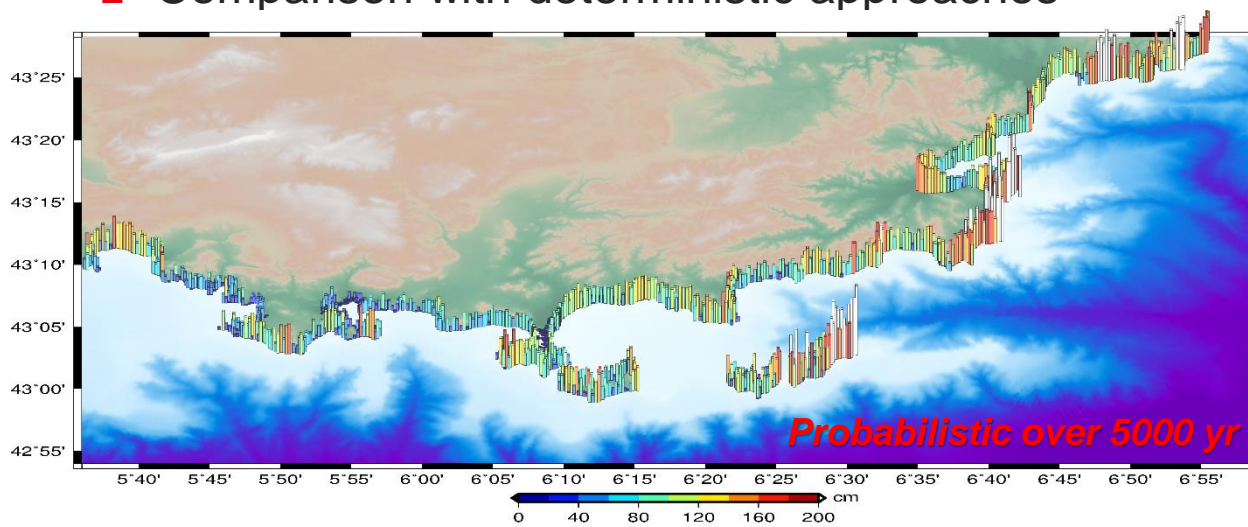
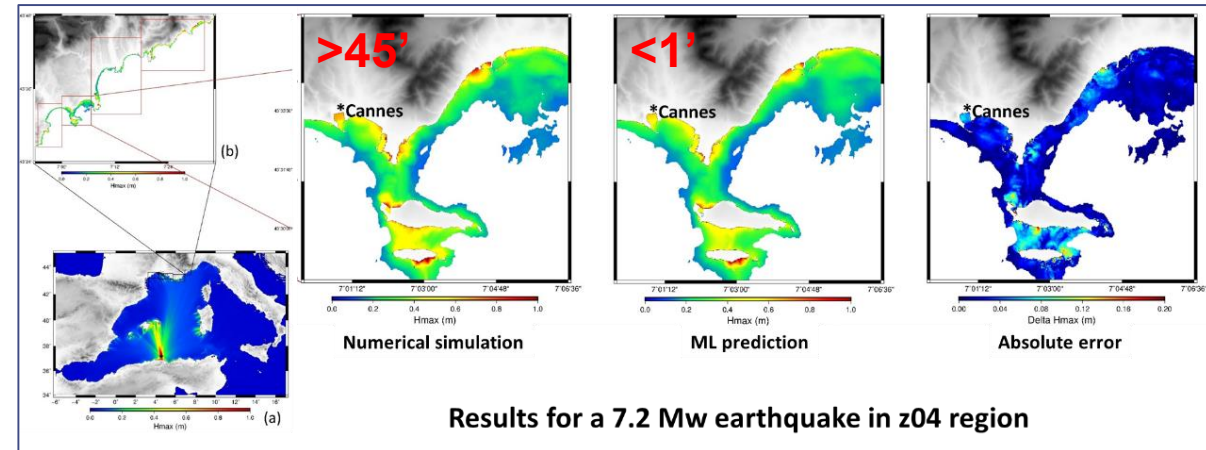
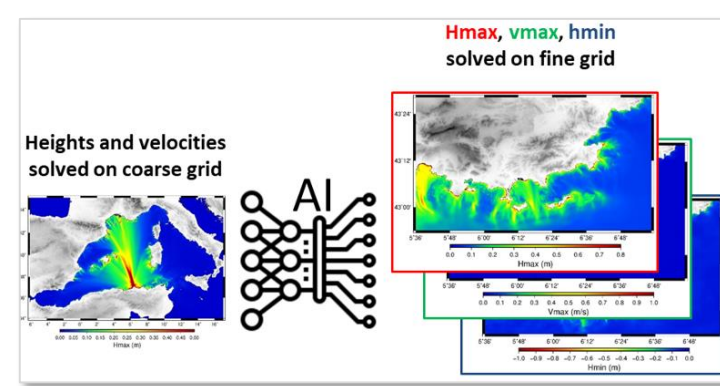
# Scientific studies

## Forecasting methodology using AI approach

- PhD Pierre Andraud (2025)
- Real-Time high resolution Tsunami impact forecasting using machine learning

## Studies regarding hazard assessment

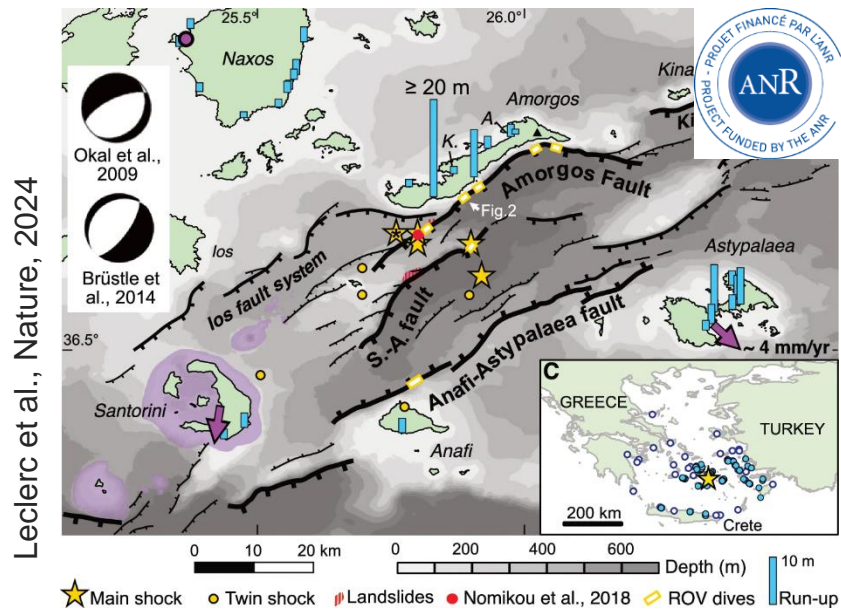
- PTHA application (Souty et al., 2021) based on Taitoko software (Heinrich et al., 2021) and detailed amplification
- Comparison with deterministic approaches



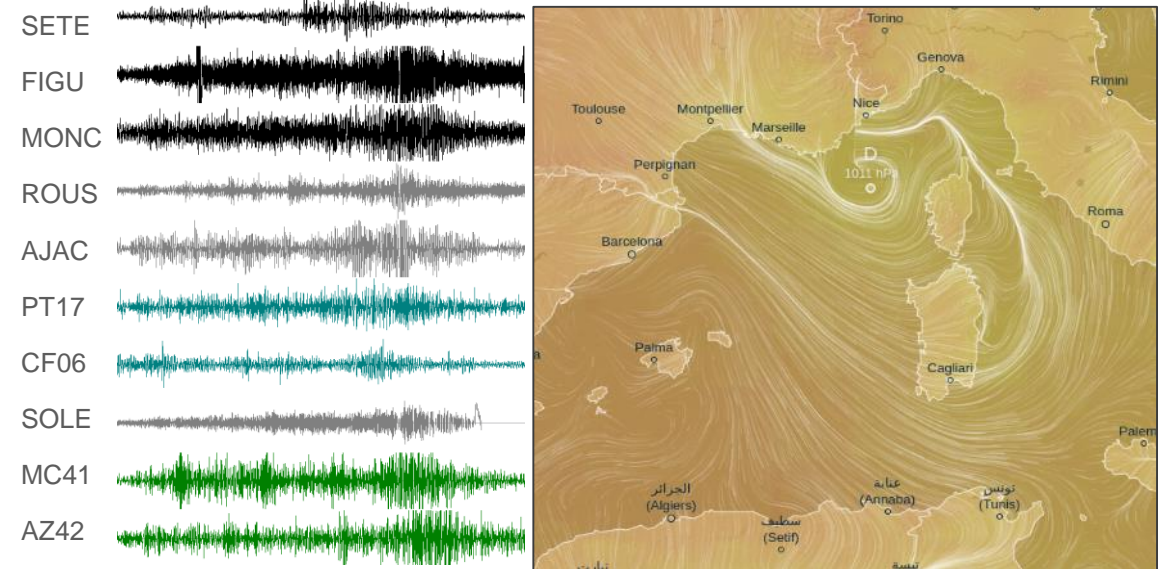
# Scientific studies

## Meteotsunami monitoring

- Characterization of observations
- e.g. June 2022 event (also identified in Vurilj et al., 2023)



## Observations at Cenalt



## Tsunami source processes : ANR Amorgos (Geoazur)

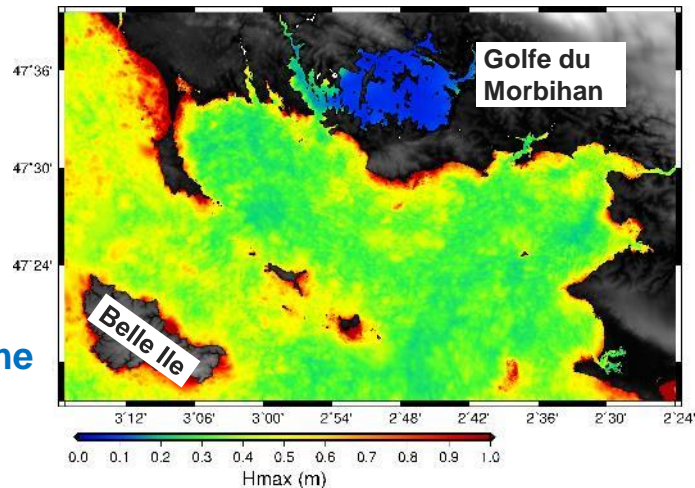
- Amorgos 1956 earthquake and tsunami
- Quantify coseismic slip at depth
- Seismic and tsunami hazards in the Eastern Mediterranean (study of the aftershock sequence and effects of the 1956 event on the surrounding faults, new evidences of paleo-earthquakes/tsunamis)
- Disseminate project findings to contribute to vulnerability reduction

# Other perspectives

## SMART cable off Portugal

- Early detection and characterization of a tsunami triggered by an 1755-like earthquake off Portugal
- Cooperation with IPMA

Offline computing  
→ towards real time



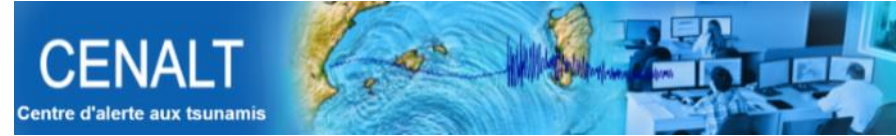
## Epos-France, national Research Infrastructure mirror of EPOS EU

- Opportunity to gather French institutes working on tsunamis
- National interdisciplinary working group foreseen on tsunami studies



Epos-France scientific meeting, Nov. 2023





■ **Thank you for attention**