

REFMAR : LA VIGIE DU NIVEAU DE LA MER EN FRANCE

Nicolas Pouvreau & les équipes
Marée-Courant - RONIM

*Expert niveau de la mer au Shom
Chercheur associé au Centre François Viète – UBO
nicolas.pouvreau@shom.fr*



1. *Le Shom*
2. *Pourquoi mesurer le niveau de la mer ?*
3. *Comment ?*
4. *REFMAR : les réseaux marégraphiques et la diffusion des mesures*
5. *Pourquoi s'intéresser aux longues séries de mesures du niveau de la mer ?*
6. *Brest et l'observation du niveau marin*

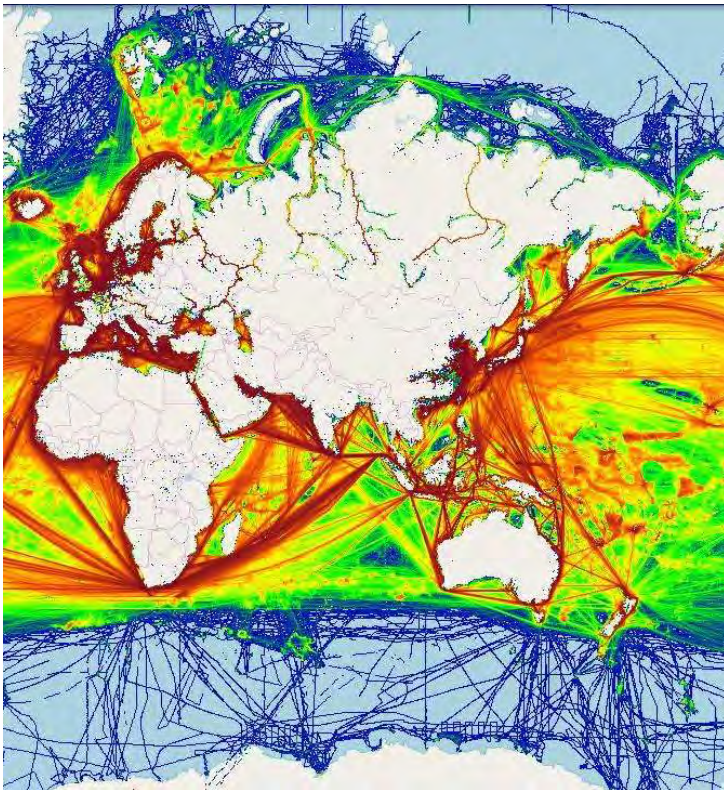


1. Le Shom



Bâtiment hydro-océanographique Beautemps-Beaupré au grand nord

L'océan, un espace aux multiples enjeux ...



Une source d'activités importante

- 3 et 6 000 milliards de dollars de revenus/an
- 30% des ressources de pétrole connues / 50% du gaz

Des ressources vitales

- 170 millions de tonnes de produits pêchés/an
- 3,1 milliards de personnes dont la survie dépend des océans

Un espace de communication et d'échanges

- 99% des flux de communication intercontinentale passent par des câbles sous-marins
- 90% du transport de marchandises est maritime

Un environnement changeant et fragile

- 3,5 mm/an : c'est la hausse annuelle du niveau marin en moyenne
- Jusqu'à 1 milliard de personnes menacées par la hausse du niveau de la mer

... dont la maîtrise est stratégique



« Celui qui commande la mer commande le commerce ; celui qui commande le commerce commande la richesse du monde, et par conséquent le monde lui-même. »

Sir Walter Raleigh, vers 1600

Libre circulation, sécurité de la navigation, recherche de nouveaux gisements, zones de protections écologiques ...

Aujourd'hui, disposer librement de données de qualité pour décrire l'océan est fondamental !

L'hydrographie, une invention française



1720 – La France est le premier État à se doter d'un service hydrographique national : **le Dépôt des cartes et plans de la marine.**



1971 – Le SHM devient le SHOM

2007 – Le SHOM devient un **établissement public administratif (EPA)** sous la tutelle du ministère de la défense



2017 – Nouvelle identité visuelle

Sur toutes les mers du monde, des générations d'illustres hydrographes explorent et innovent

L'hydrographie, une invention française



1720 – La France est le premier État à se doter d'un service hydrographique national : le **Dépôt des cartes et plans de la marine**.



Beautemps-Beaupré
(1766-1854)



Chazallon
(1802 – 1872)



Bouquet de la Grye
(1827-1909)



Renaud
(1854-1921)



Rollet de l'Isle
(1859-1943)

Sur toutes les mers du monde, des générations d'illustres hydrographes explorent et innovent

Le Shom, service hydrographique national



Opérateur pour l'information géographique maritime et littorale de référence, la mission du Shom est de :

- connaître et décrire l'environnement physique marin dans ses relations avec l'atmosphère, avec les fonds marins et les zones littorales,
- d'en prévoir l'évolution et
- d'assurer la diffusion des informations correspondantes.

Elle s'exerce sur :

- **11 M de km²** d'espaces maritimes français
- **60 M km²** d'intérêt stratégique pour la France

Au service de tous les usagers de la mer

1 mission, 3 finalités :

- Sécurité de la navigation
- Soutien à la Défense
- Soutien à l'action de l'État en mer et sur le littoral



L'expertise du Shom au service du plus grand nombre

Le Shom collecte et diffuse des données de référence et fournit des services d'« *intelligence de la donnée* », à destination des acteurs de la mer et du littoral

Domaines d'expertise

- bathymétrie
- sédimentologie
- hydrodynamique côtière
- océanographie
- ingénierie d'acquisition de données côtières et maritimes
- information géographique côtière
- **marégraphie**

LITTO3D® Finistère 2014



2. Pourquoi mesurer le niveau le niveau de la mer ?



CATNAT

calage modèle hydrodynamique

seiche

sécurité de la navigation

changement climatique

Références de hauteur

marée

hydrographie

périodes de retour

tempêtes

systèmes d'alerte

intrusion saline

niveaux extrêmes

biologie

calibration des satellites altimétriques

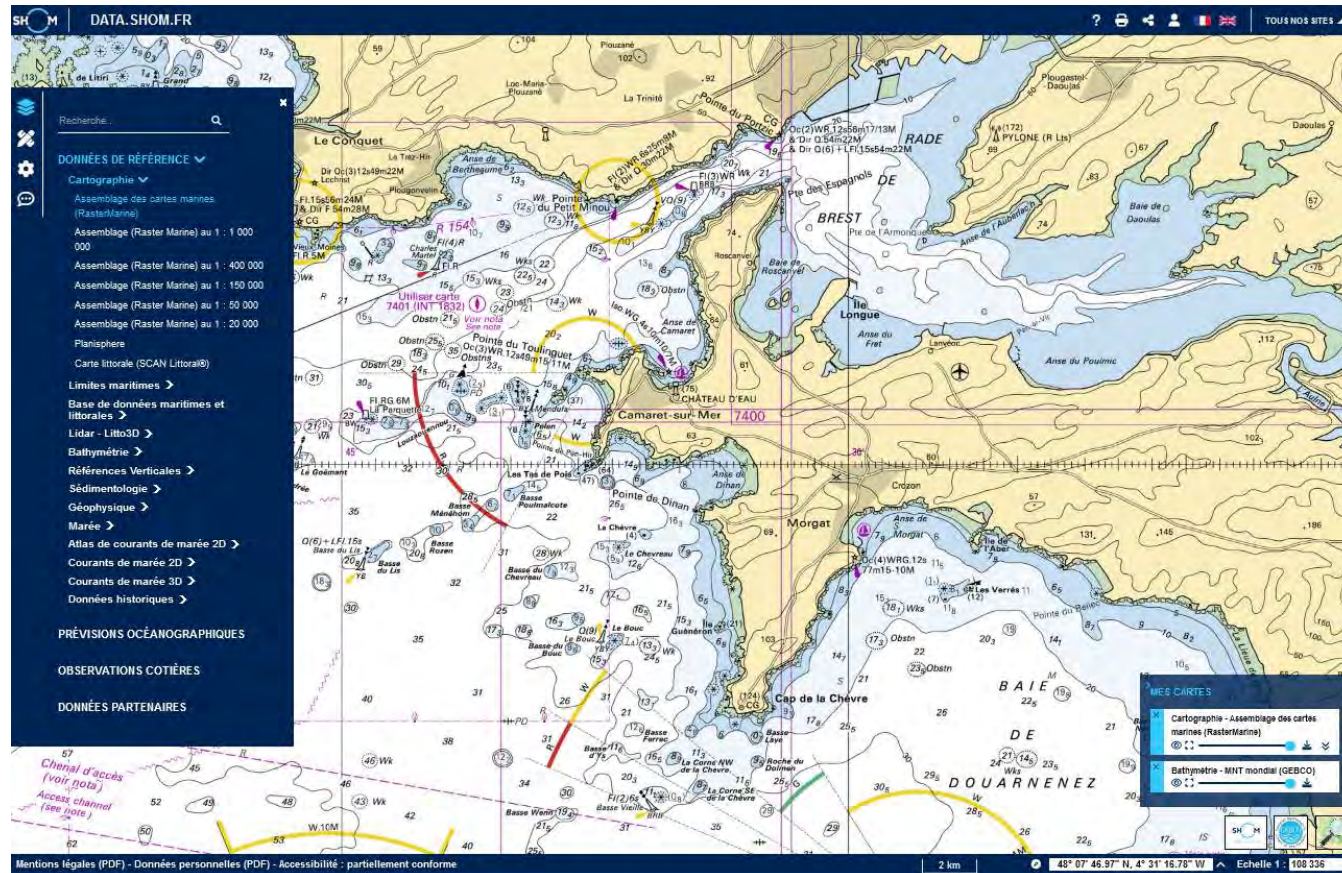
mouvements verticaux

tsunamis¹

Obs. marégraphique du Conquet, 27 sept. 2022

Hydrographie

Sécurité de la navigation



SHOM TOUS NOS SITES

Espace de Diffusion | Sélection d'un port | Générer une vignette | En savoir plus | EN | FR

Horaires des marées

Choix du port Carte

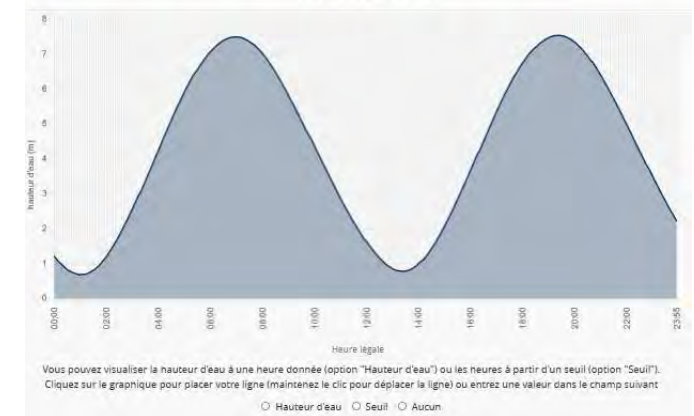
Brest (France)

Coordonnées : 048° 22' 57.0" N, 004° 29' 41.0" W

Annuaire de marées Hauteur d'eau heure par heure Grandes marées

H. légit. 16/10/2025

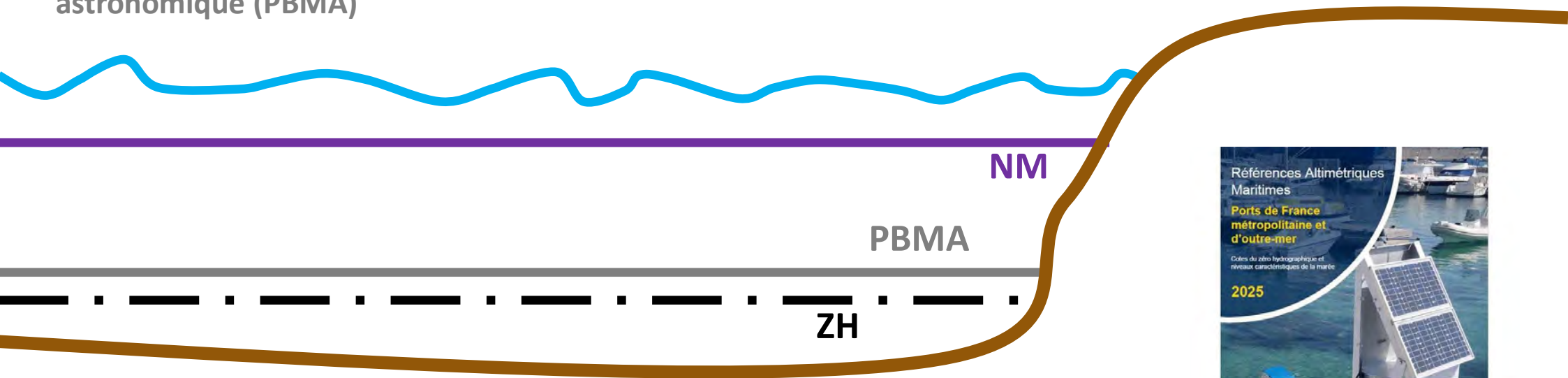
Jeudi 9 octobre 2025				Vendredi 10 octobre 2025			
Heure	Hauteur	Coefficient		Heure	Hauteur	Coefficient	
BM 01:01	0.68	---		BM 01:43	0.88	---	
PM 06:58	7.49	109		PM 07:39	7.32	102	
BM 13:22	0.78	---		BM 14:06	1.01	---	
PM 19:21	7.53	106		PM 20:04	7.18	96	



Calculer et tenir à jour les prédictions de marée
Actualiser les cartes marines
Sécurité de la navigation

Références de hauteur pour l'hydrographie

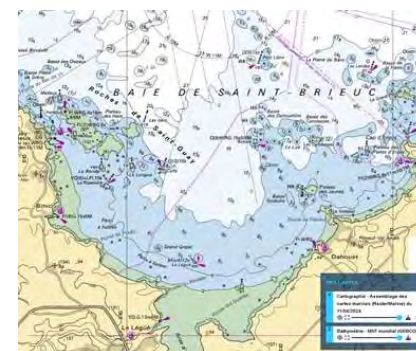
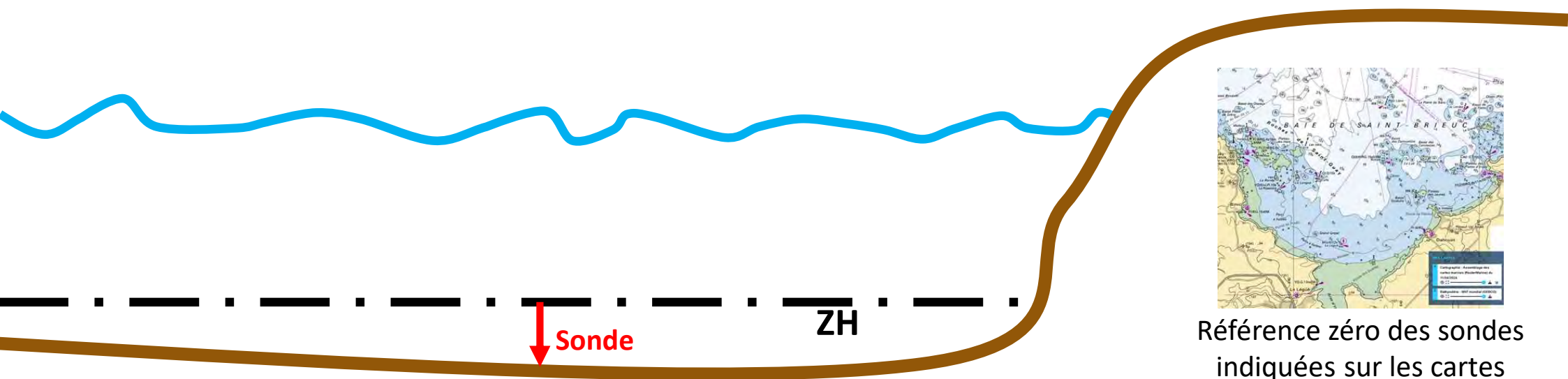
Zéro hydrographique (zéro des cartes marines ou zéro des sondes), Niveau moyen, plus basse mer astronomique (PBMA)



diffusion.shom.fr

Références de hauteur pour l'hydrographie

Zéro hydrographique (zéro des cartes marines ou zéro des sondes)



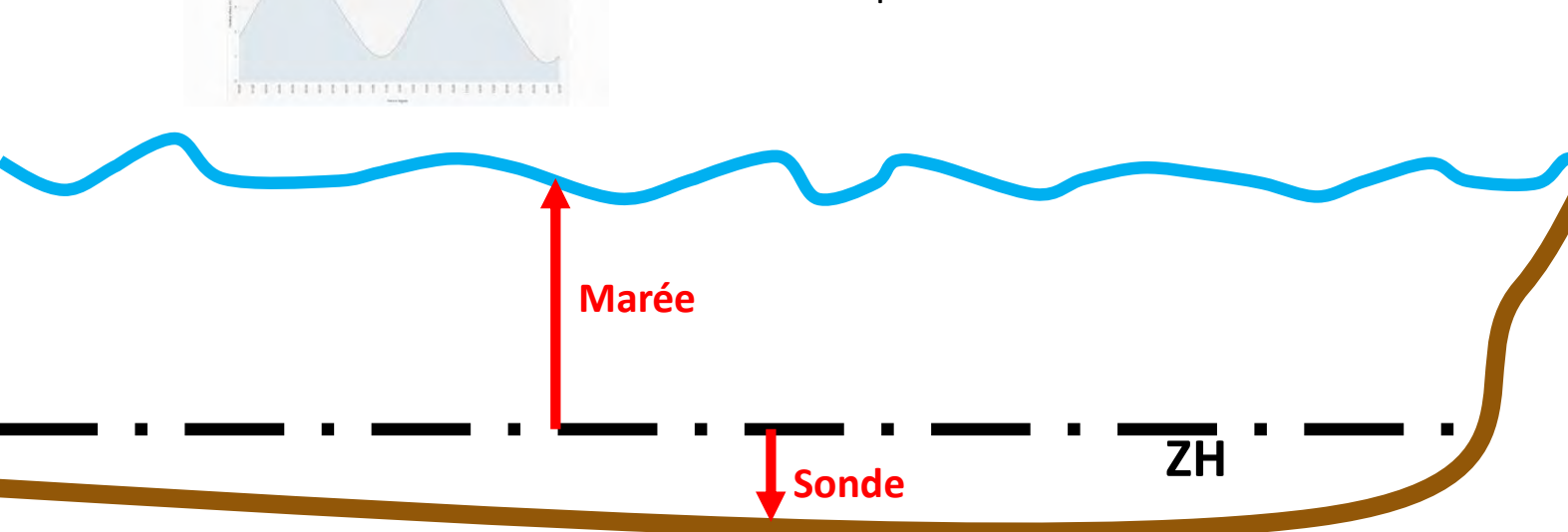
Référence zéro des sondes
indiquées sur les cartes
marines

Références de hauteur pour l'hydrographie

Zéro hydrographique (zéro des cartes marines ou zéro des sondes)



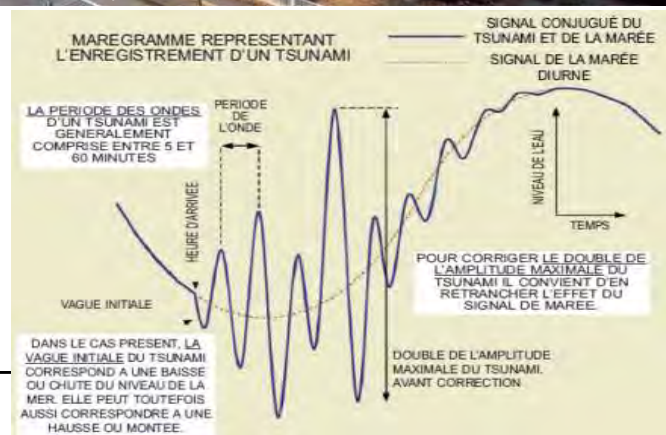
Référence zéro de la marée
observées ou prédites



Référence zéro des sondes
indiquées sur les cartes
marines

Usages opérationnels

Système d'alerte aux tsunamis

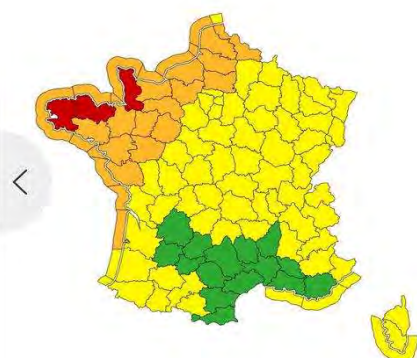


Simulation tsunami de 1755
Lisbonne (Portugal)
Séisme magnitude M_w 8,5



Usages opérationnels

Vigilance météorologique Vagues-Submersion



LÉGENDE

- Vent
- Pluie-inondation
- Vagues-submersion
- Crues
- Orages

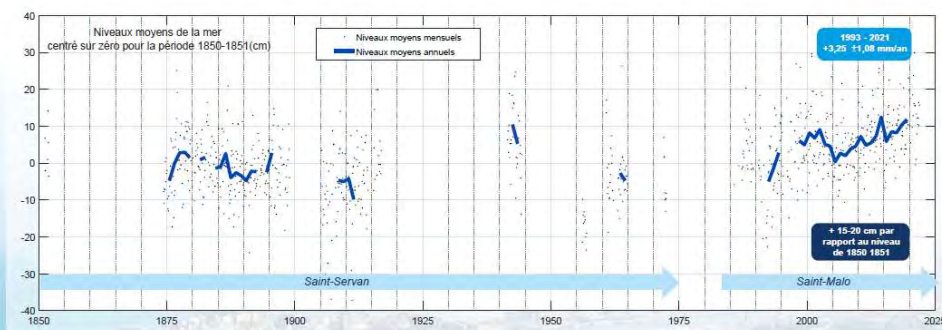
Tempête "CIARAN" en approche: vents violents, fortes pluies et fortes vagues sur le nord-ouest du Pays à partir de mercredi soir. Très violentes rafales dans la nuit de mercredi à jeudi et jeudi matin entre la Bretagne et le Cotentin.



Catastrophes naturelles, prévention risques, aménagements portuaires

Études liées au changement climatique :
évolution du niveau de la mer

Évolution du niveau marin à Saint-Malo depuis 1850



Techniques et outils utilisés pour observer le niveau de la mer

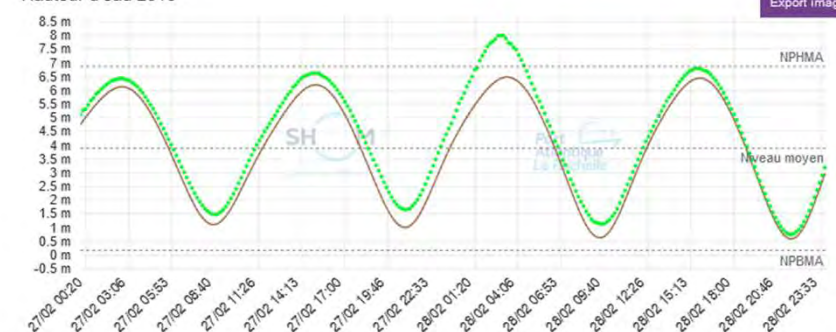


Historique de l'observatoire et faits marquants

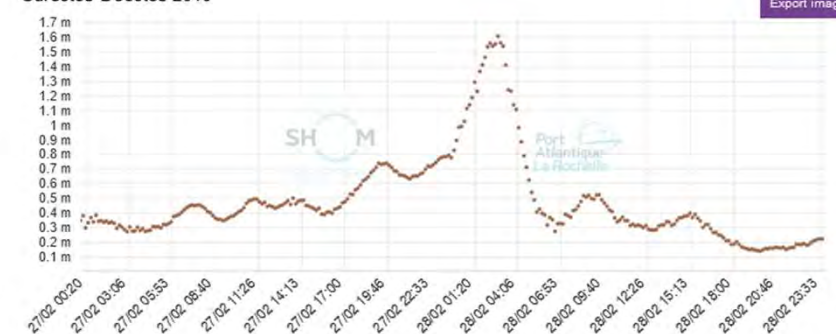


des

Hauteur d'eau 2010



Surcotes-Décotes 2010



3. Comment mesurer le niveau le niveau de la mer ?



Comment mesurer le niveau de la mer ?

L'échelle de marée : l'instrument historique



Comment mesurer le niveau de la mer ?

Le marégraphe à flotteur

Port-Tudy. Le marégraphe devient électronique

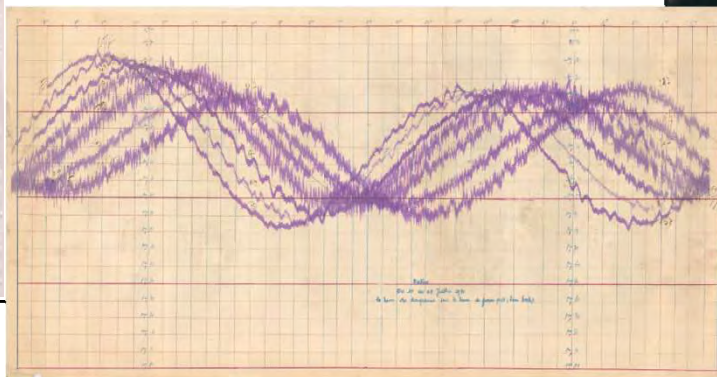
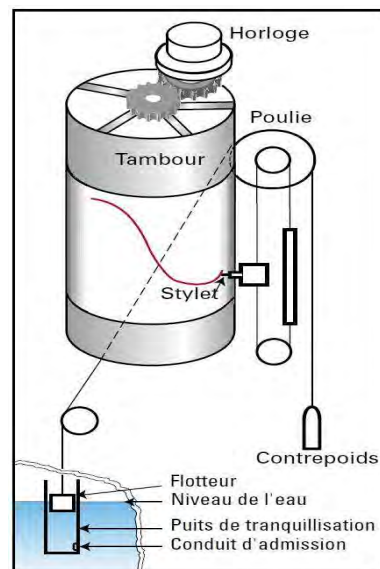


Les techniciens du Shom en compagnie de Charlot Stéphent, ancien capitaine de port en charge du marégraphe, devant l'ancien modèle.

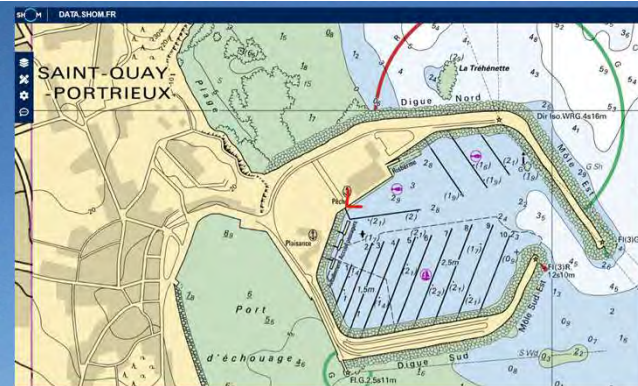
Deux techniciens du Service hydrographique de la marine (Shom) procèdent actuellement au remplacement du marégraphe de Port-Tudy. « Ce modèle, installé en 1975, est équipé d'une son-

de manuelle du littoral.

« Le réseau d'observation, géré par le Shom, compte 37 installations identiques sur le littoral, y compris outre-mer. Les informations collectées permettent d'affi-

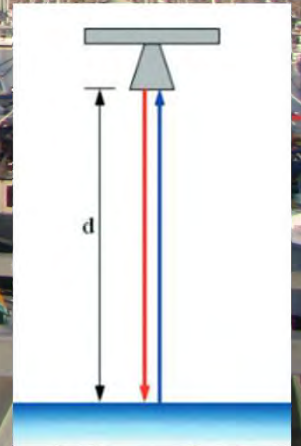


Capteur de pression



Observatoire marégraphique moderne

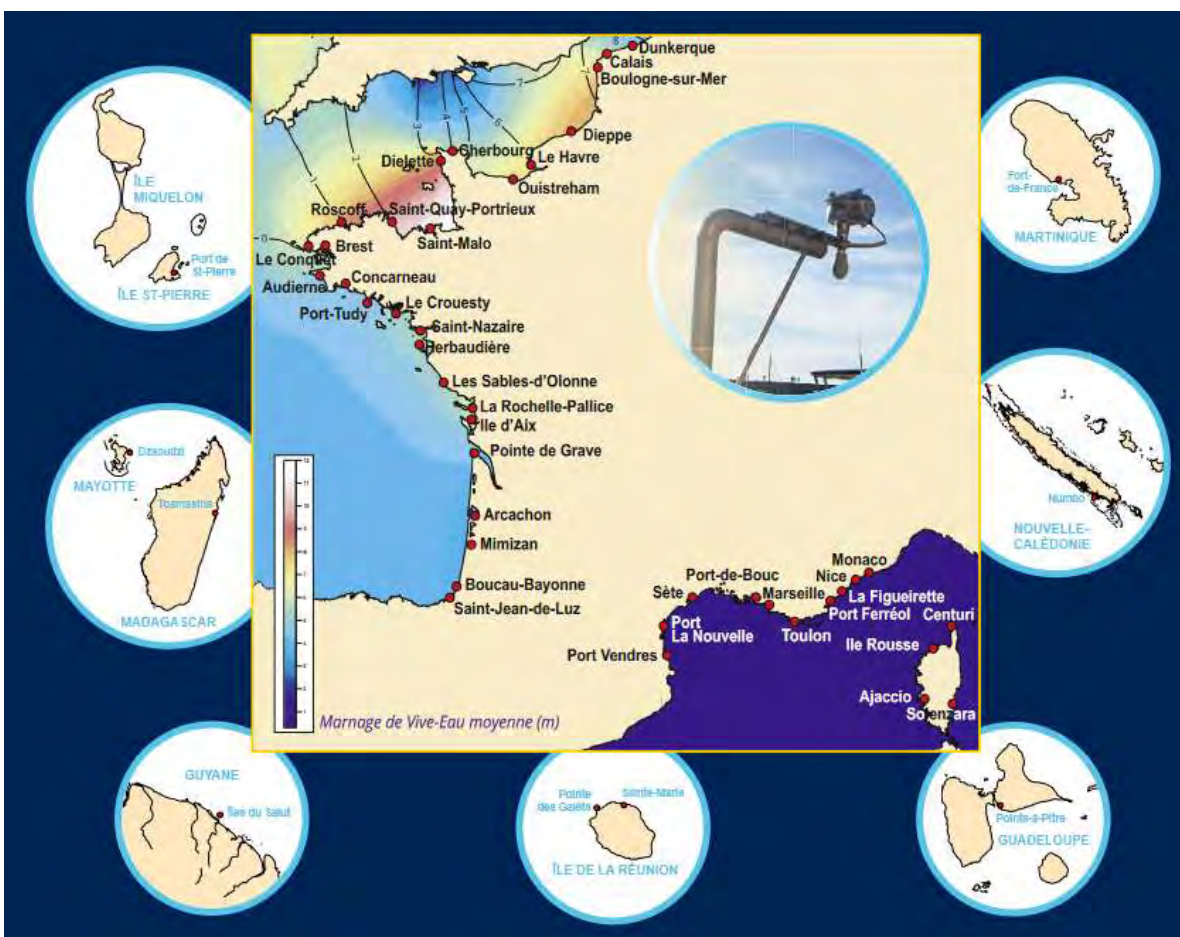
Saint-Quay-Portrieux



4. REFMAR : les réseaux de marégraphes français et la consultation/diffusion des mesures



Le réseau d'observation du niveau de la mer RONIM



- **40 ports en métropole**
Mer du Nord, Manche, Atlantique, Méditerranée
- **8 ports outre mer.**
Nouméa Numbo, Martinique, Guadeloupe, Guyane, Pointe des galets et Sainte-Marie (La Réunion), Mayotte, Saint-Pierre-et-Miquelon
- **1 marégraphe à Monaco et 1 à Toamasina (Madagascar)**
- **Objectif de performance :**
télémètres radar uniquement
- **Objectif de diffusion :**
accès à la mesure brute en temps réel et à des produits dérivés dans un délai de 3 mois

La coordination nationale de la marégraphie

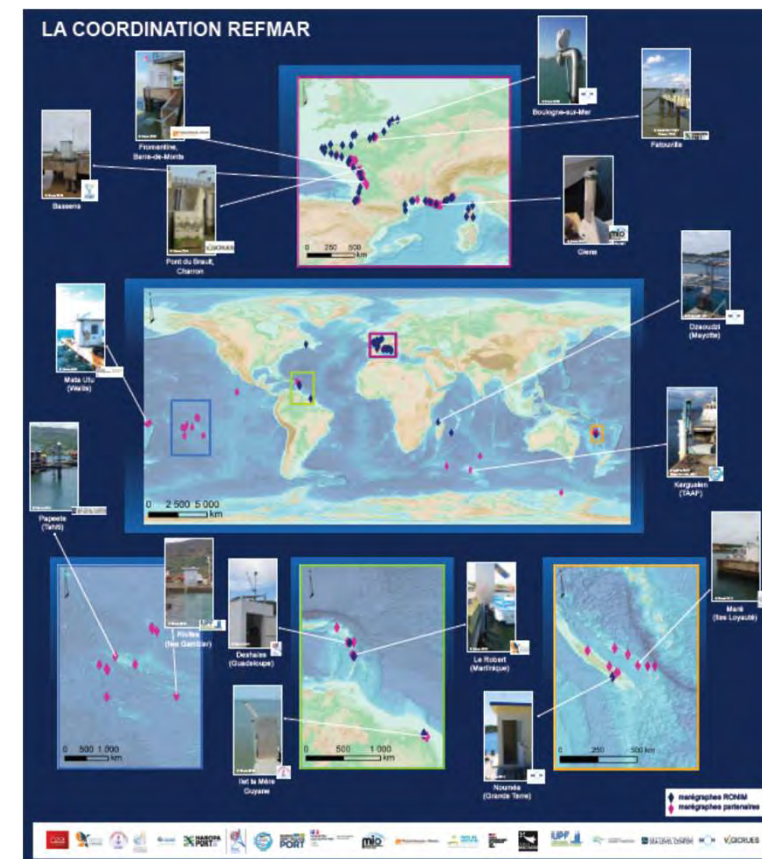
Le Shom est le référent national pour l'observation *in-situ* du niv. de la mer

Sous pilotage du SGMer, **REFMAR** coordonne les marégraphes français dont ceux du :

- réseau RONIM (Shom) 50 mrg
- réseaux PARTENAIRES (+ 25) > 120 mrg
 - services de l'État
 - collectivités territoriales
 - organismes de recherche

Visualisation et diffusion des données sur le portail **data.shom.fr**

Contenu éditorial consultable sur refmar.shom.fr



Consultation et téléchargement des mesures

<https://data.shom.fr/donnees/refmar/SAINT-QUAY-PORTRIEUX>

Date de début
01/11/2023 00:00

Date de fin
02/11/2023 23:59

Fuseau horaire
UTC

Référence verticale
Zéro hydrographique

Hauteur d'eau (Graphique du haut)

- ☒ Brutes haute fréquence
- ☐ Brutes temps différé
- ☐ Validés temps différé
- ☐ Validés horaires
- ☐ Brutes horaires
- ☐ Pleines et basses mers
- ☒ Prédictions de marée
- ☐ Prévisions de hauteur totale
- ☒ Niveaux caractéristiques

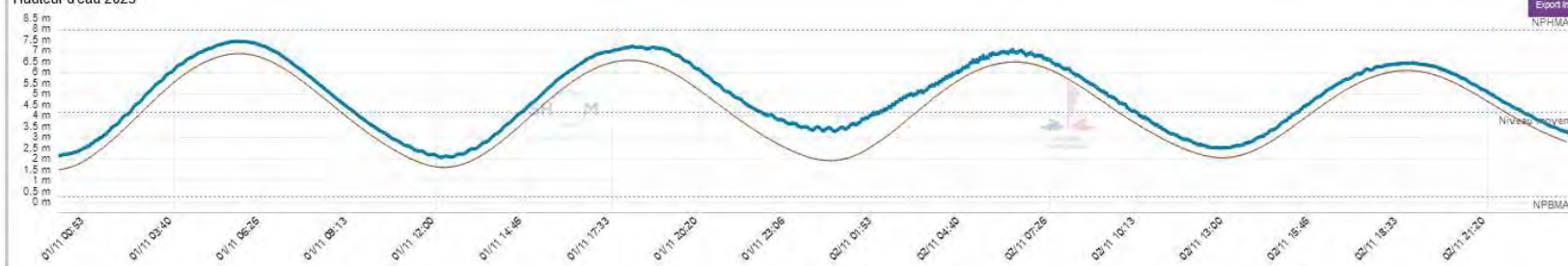
Surcotes - décotes (Graphique du bas)

- ☒ Surcotes - décotes
- ☒ Prévisions de surcotes - décotes

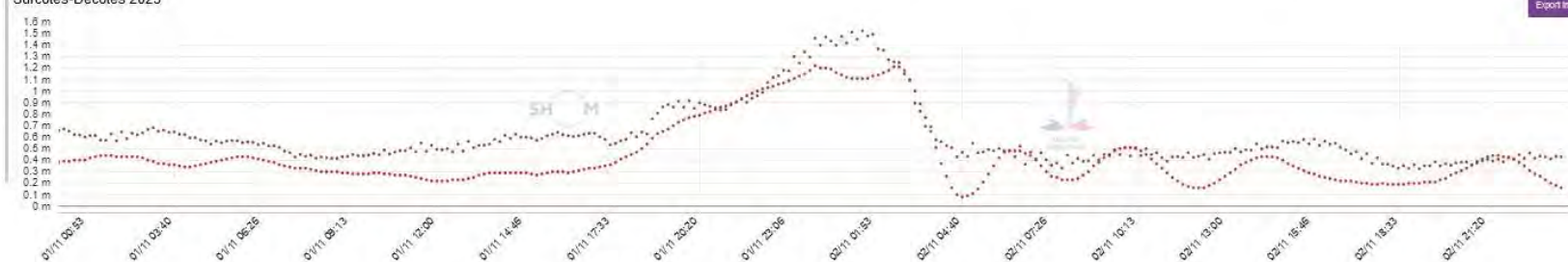
Affichage par défaut

Tempête Ciarán – 1^{er} nov. 2023

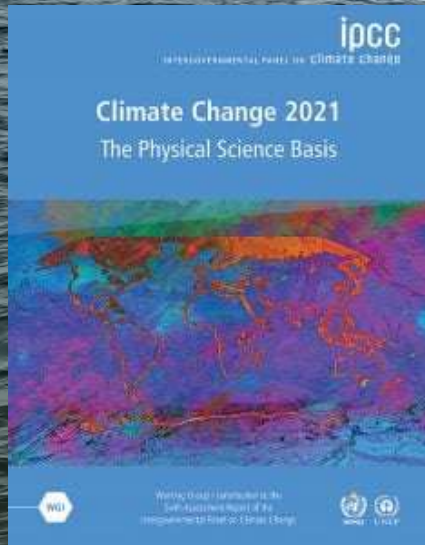
Hauteur d'eau 2023



Surcotes-Décotes 2023



5. Pourquoi s'intéresser aux longues séries de mesures du niveau de la mer ?



températures

pH des océans

montagnes et glaciers

précipitations

eau et biodiversité

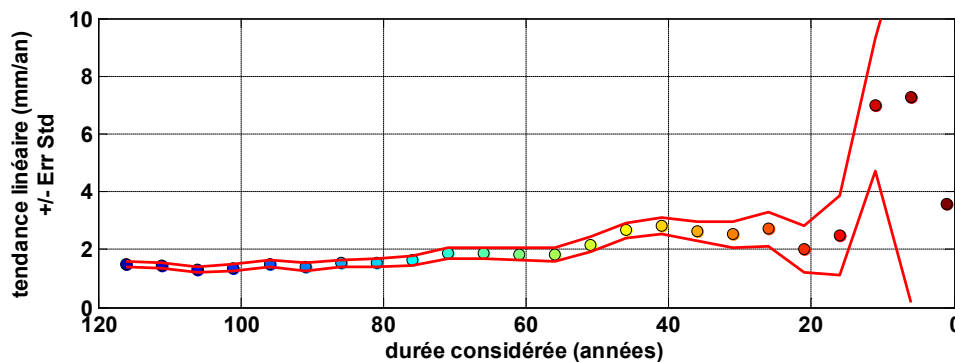
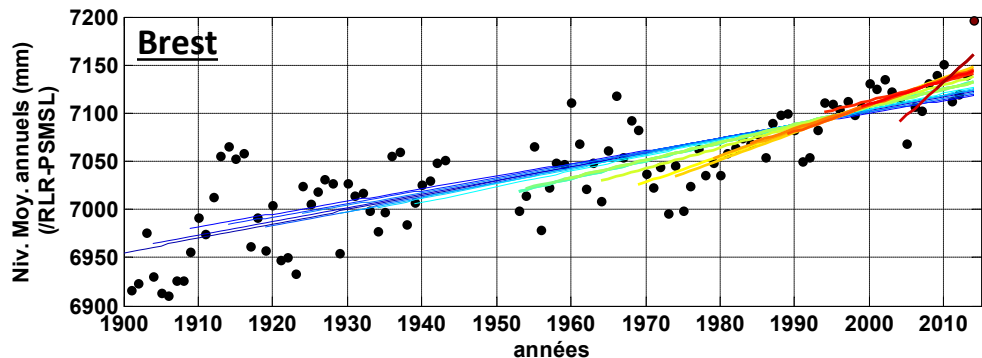
agriculture et forêt

Evolution du niveau marin

**Le niveau de la mer monte-t-il ?
Depuis quand ? De combien ?
Augmente-t-il régulièrement ?
Y-a-t-il plus de tempêtes aujourd'hui ?
La marée varie-t-elle ?**

Pourquoi s'intéresser aux longues séries de mesures ?

Nécessité d'avoir les plus longues séries de données



Niveaux moyens annuels de la mer à Brest depuis 1900 et régressions linéaires obtenues
en fonction de la durée d'observation

Les tendances calculées varient en fonction de la longueur de la série temporelle, notamment en raison de l'**influence des effets atmosphériques à grande échelle** (ex : NINO, NAO, ...).

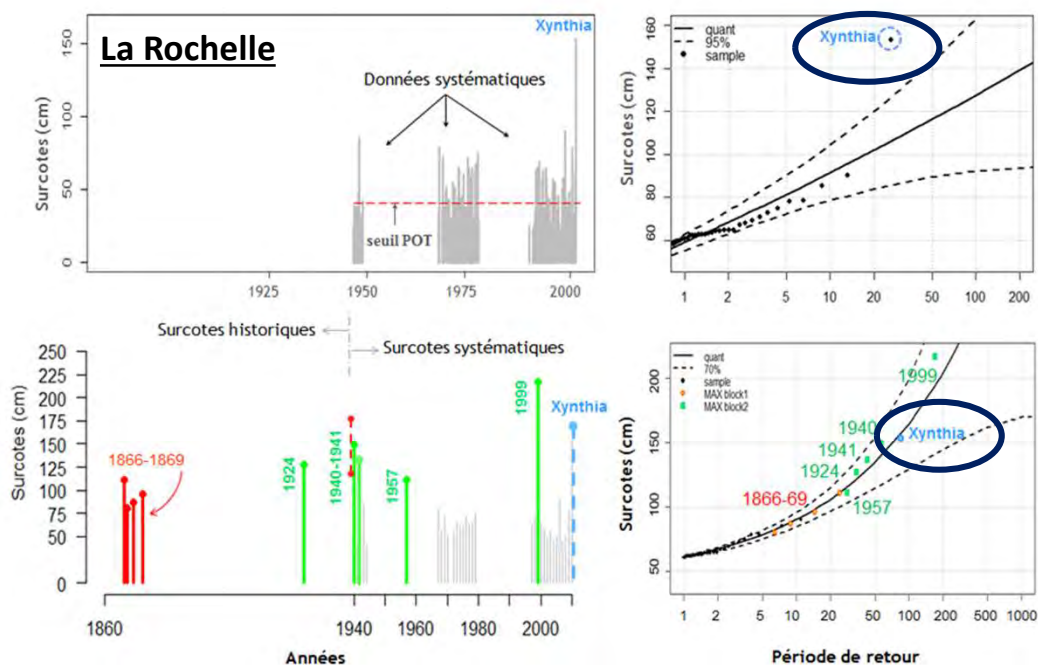
60 ans min de mesures sont nécessaires pour filtrer ces effets
(Douglas, 1991).



Nécessité d'avoir des mesures marégraphiques les plus longues et les plus continues possibles

Pourquoi s'intéresser aux longues séries de mesures ?

Nécessité d'avoir les plus longues séries de données



L'identification et la prise en compte des surcotes historiques permet **d'améliorer les statistiques sur la tendance des niveaux marins extrêmes.**



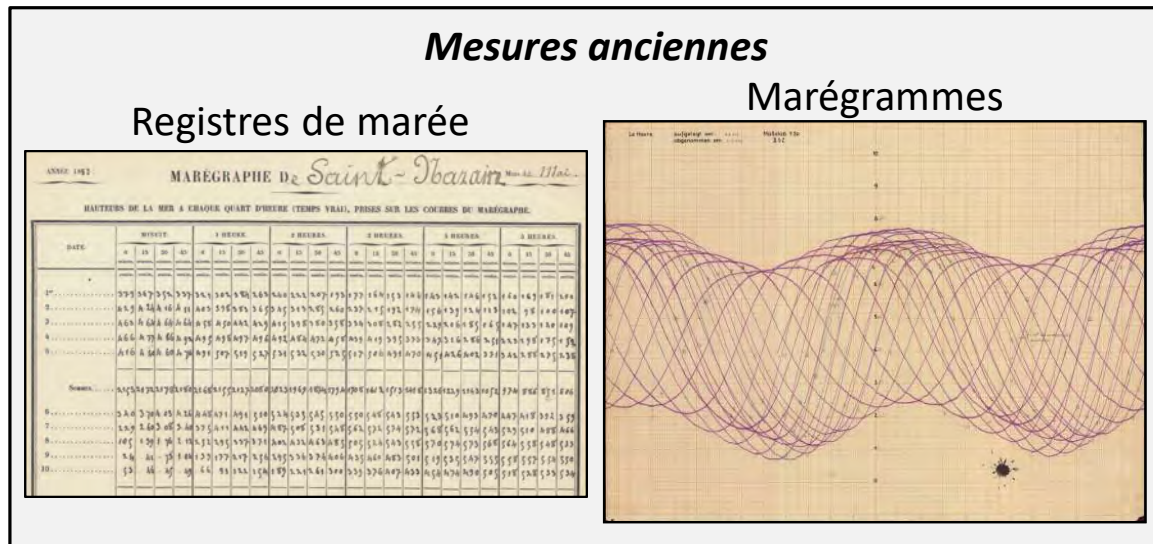
Réduction des incertitudes statistiques sur les périodes de retour à long terme





Pourquoi s'intéresser aux longues séries de mesures ?

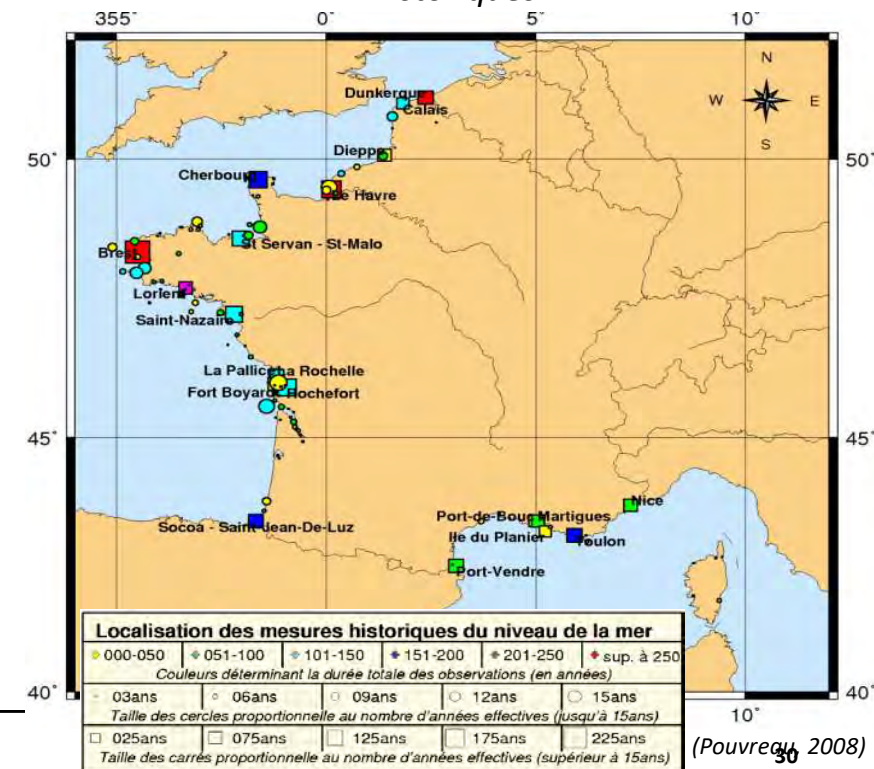
Nécessité d'avoir les plus longues séries de données



CONSTAT :

Malgré des patrimoines scientifiques importants, les **données anciennes** restent sous-exploitées car disponibles uniquement au format papier

Localisation des mesures marégraphiques historiques



6. Brest et l'observation du niveau marin

Brest et l'observation du niveau marin

1679, les plus anciennes observations systématiques référencées au monde



Écart de longitude entre Paris et Brest réduit d'environ
130 km

Réduction du royaume d'1/5^{ème} !

OBSERVATIONS POUR LES MAREES.

LE Jardin du Roy où nous observions à Brest ayant
vû sur le Port où la mer est ordinairement fort en
repos, cela nous donna occasion de faire quelques Obser-
vations sur les Marées.

Septembre.	H. M. S. du Soleil.	H. M. S. de la Lune.	
Vent d'Ouëst, 18	2.25.30. du soir.	3.51.10. Orient.	Haute mer.
Vent d'Ouëst, 19	3.15.30. du soir.	3.43.30. Orient.	Haute mer.
Vent de Nord, 21	10.29.30. du matin.	9.17.10. Occid.	Basse mer.
Vent de Nord, 22	11.41.45. du soir.	9. 8. 0. Orient.	Basse mer.
Calme, 24	0.25.30. du matin. 0.46.30. du soir.	8.52.30. Orient. 8.46.30. Occid.	Basse mer. Basse mer.
25	1.12.30. du matin. 1.34.30. du soir.	8.43. 0. Orient. 8.36.10. Occid.	Basse mer. Basse mer.

OBSERVATIONS

FAITES
EN PLUSIEURS VOYAGES
PAR ORDRE DE SA MAJESTÉ,
POUR PERFECTIONNER
L'ASTRONOMIE ET LA GEOGRAPHIE,
AVEC DIVERS TRAITEZ ASTRONOMIQUES,
PAR MESSIEURS
DE L'ACADEMIE ROYALE
DES SCIENCES,
ET PAR LEURS CORRESPONDANS.
PARTIE I.

Picard & de La Hire



Brest et l'observation du niveau marin

1711-1716



Cassini II

TRAITÉ DU FLUX ET DU REFLUX DE LA MER,

D'APRÈS LA THÉORIE ET LES OBSERVATIONS.
Extrait du quatrième Volume

DE L'ASTRONOMIE

PAR M. DE LA LANDE,

Lecteur Royal en Mathématiques, de l'Académie Royale
des Sciences de Paris; de celles de Londres, de Pé-
tersbourg, de Berlin, de Stockholm, de Bologne, &c.
Conseiller Royal.



A PARIS,

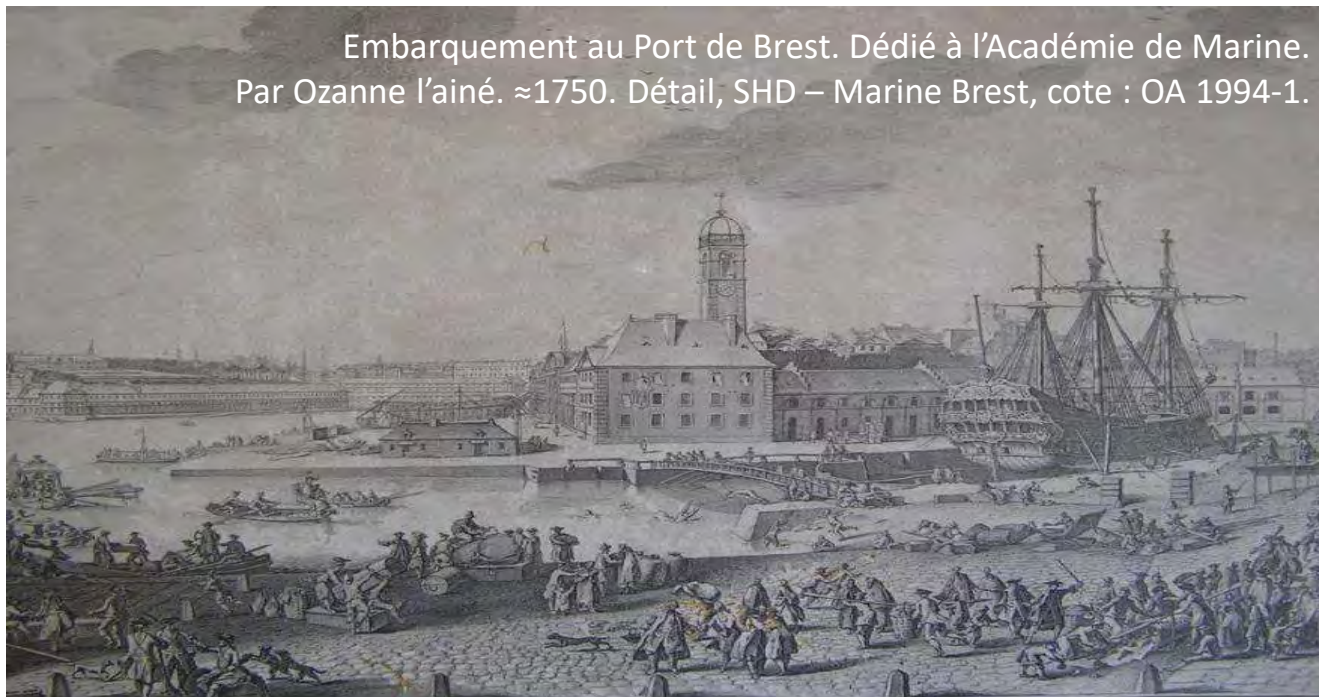
Chez la Veuve DESAINT, rue du Foin-Saint-Jacques.

M. DCC. LXXXI.

AVEC PRIVILEGE DU ROI.

ET DU REFLUX DE LA MER. 164 Observations des marées faites à Brest, depuis 1711 jusqu'à 1716.

Année.	Mois.	Jour.	Heure.	Temps de la marée haute.	Temps de la marée basse.	Temps de la marée haute.	Temps de la marée basse.	Temps de la marée haute.	Temps de la marée basse.
1711.	11.	11.	11.	11.	11.	11.	11.	11.	11.
1712.	12.	12.	12.	12.	12.	12.	12.	12.	12.
1713.	13.	13.	13.	13.	13.	13.	13.	13.	13.
1714.	14.	14.	14.	14.	14.	14.	14.	14.	14.
1715.	15.	15.	15.	15.	15.	15.	15.	15.	15.
1716.	16.	16.	16.	16.	16.	16.	16.	16.	16.



Embarquement au Port de Brest. Dédié à l'Académie de Marine.
Par Ozanne l'ainé. ≈1750. Détail, SHD – Marine Brest, cote : OA 1994-1.

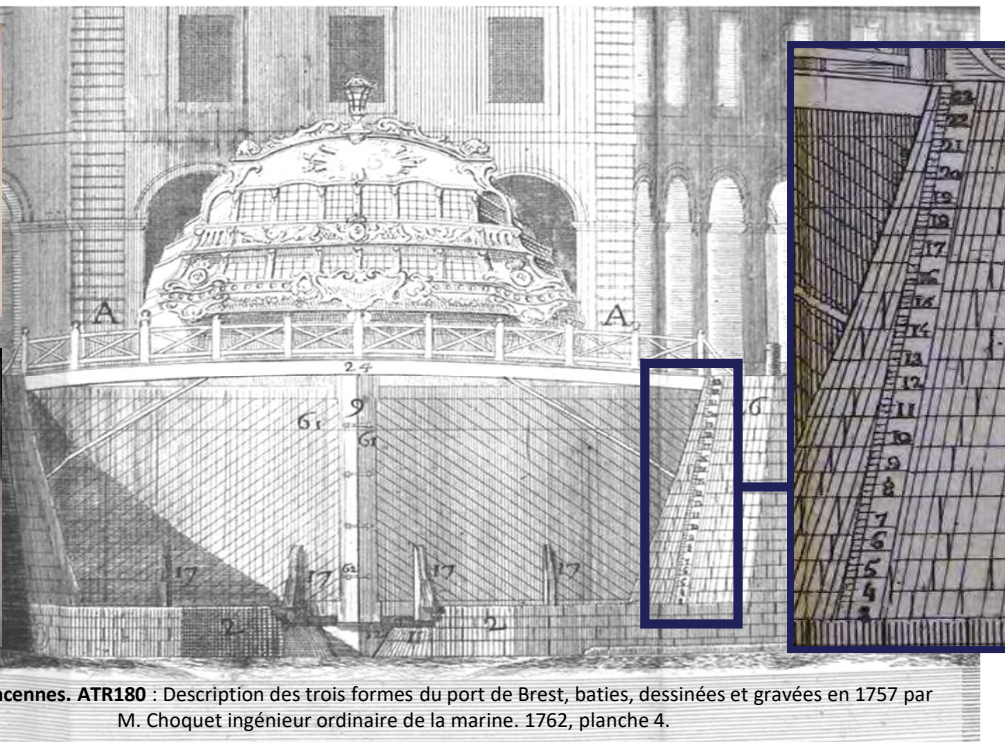
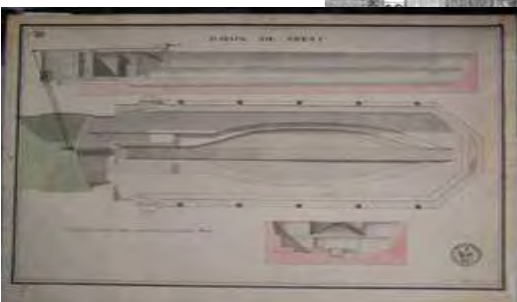
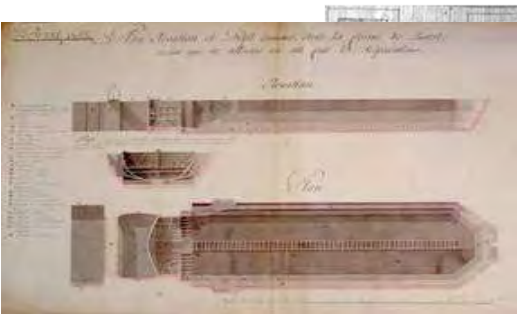


« [...] je ne balance point à indiquer **le port de Brest** comme l'un des plus favorables aux observations des marées [...] Ce port doit probablement cet avantage, à sa position avancée dans la mer [...] ».

Laplace (1789) Mémoire sur le flux et reflux de la mer. MHARS 1789 (Paris 1793), mém., pp.45-181.

Brest et l'observation du niveau marin

1756-1792 : Des observations pour le besoin du service des formes de radoub



SHD, Marine Vincennes. ATR180 : Description des trois formes du port de Brest, bâties, dessinées et gravées en 1757 par M. Choquet ingénieur ordinaire de la marine. 1762, planche 4.

Marée

Marée 1780

Marée	1780	1781	1782	1783	1784	1785	1786	1787	1788	1789	1790	1791	1792
1	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
2	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
3	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
4	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
5	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
6	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
7	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
8	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
9	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
10	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
11	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
12	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
13	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
14	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
17	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
18	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
19	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
20	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
21	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
22	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
23	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
24	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
25	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
26	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
27	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
28	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
29	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
30	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
31	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16

AS Poch. 1781-01-31

Brest et l'observation du niveau marin

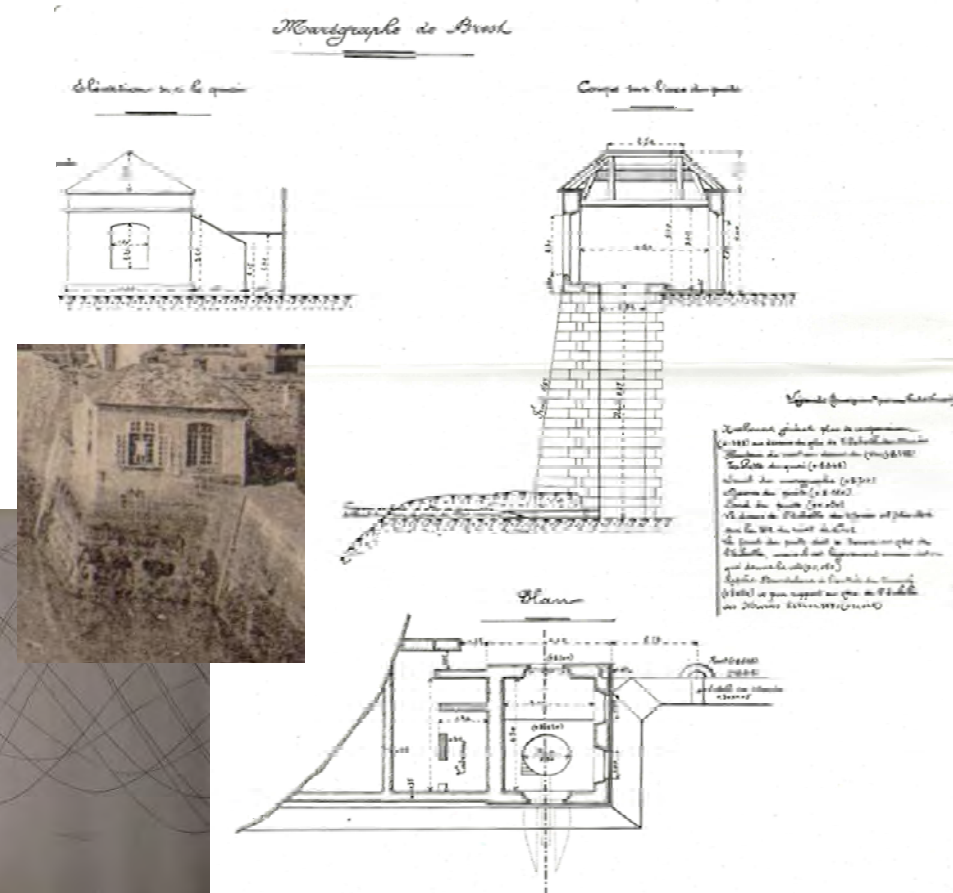
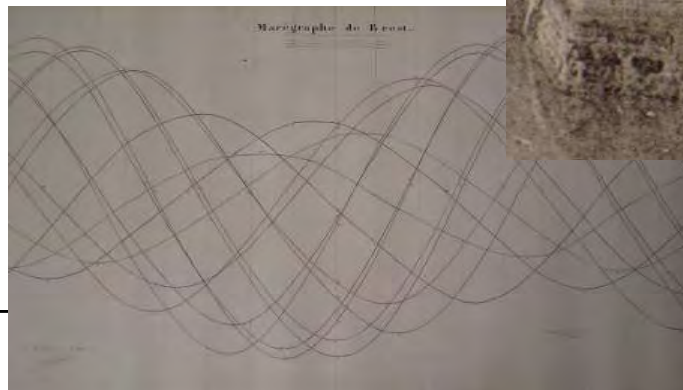
1846 : installation du premier marégraphe à Brest par son inventeur : l'ing. hydro. Chazallon



Le port de Brest en 1854 par Léon Antoine Morel-Fatio. Détail. Paris, musée de la Marine.

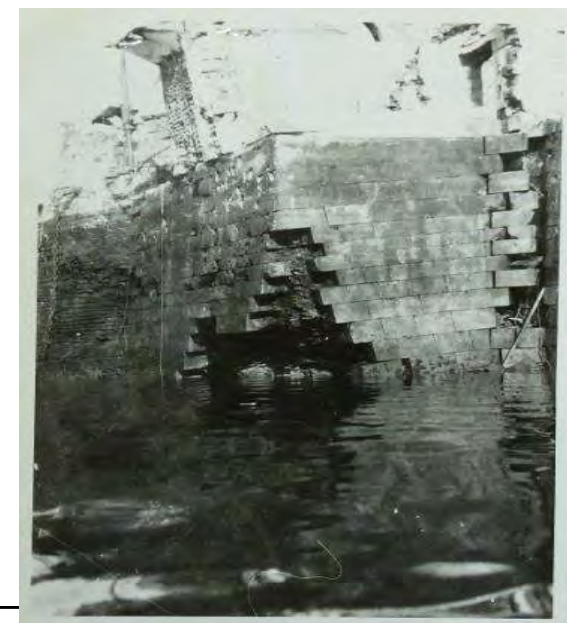
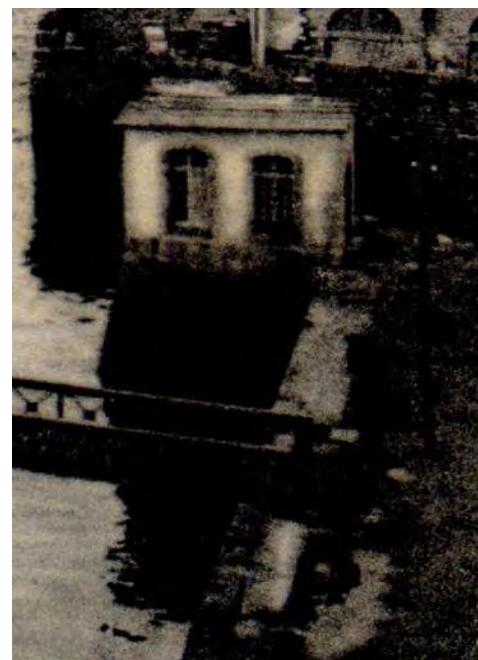
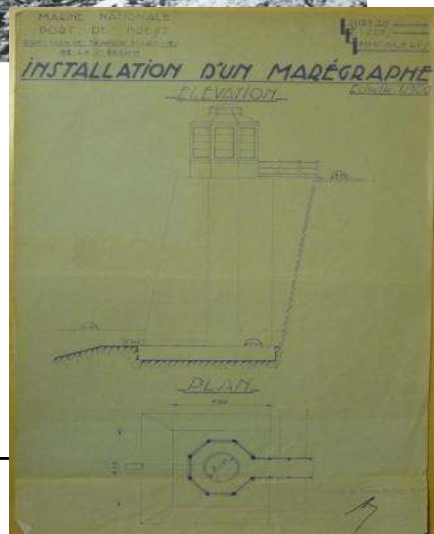


Brest. — Ecole de Scaphandriers.



Brest et l'observation du niveau marin

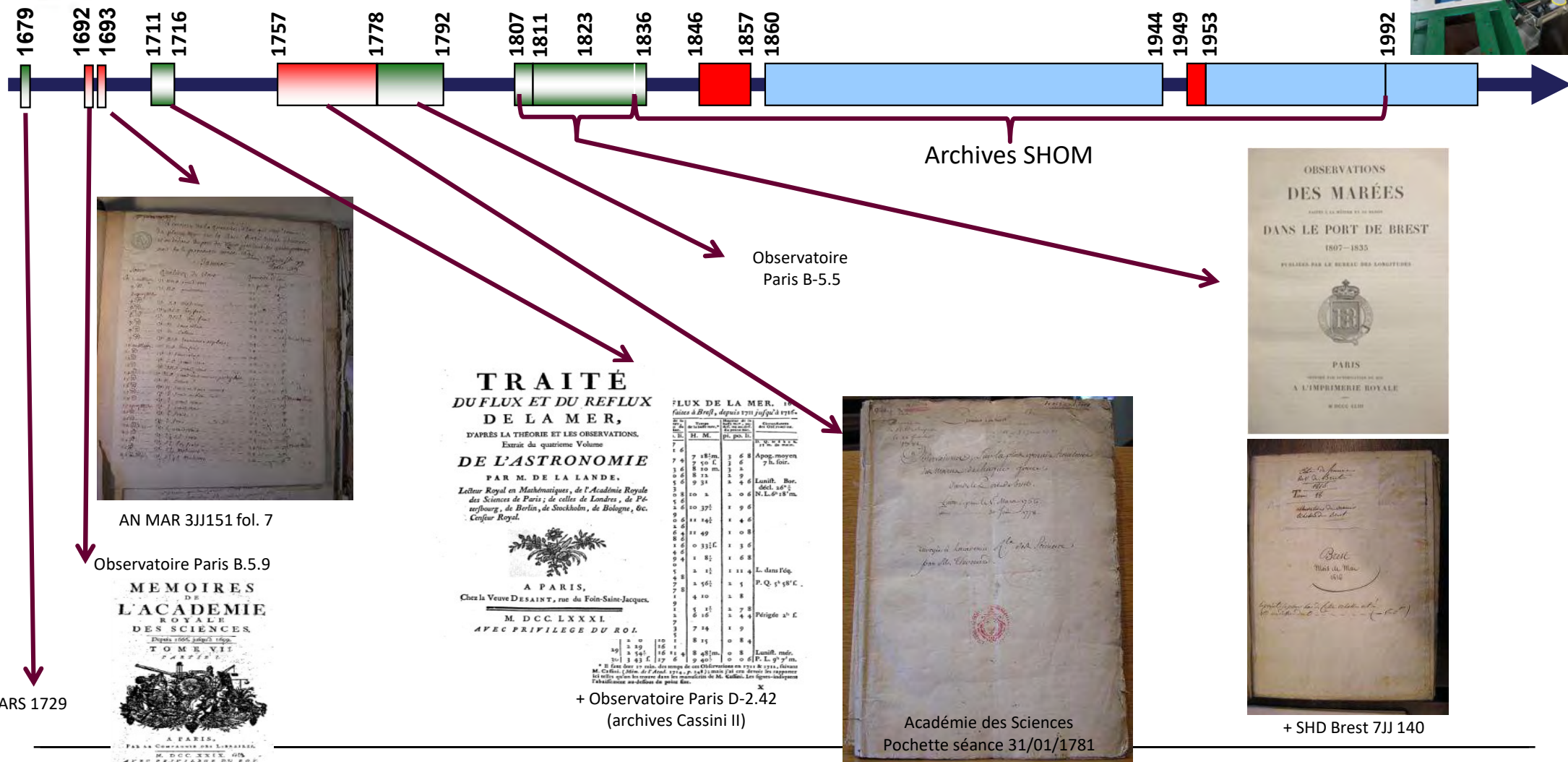
1944 : Destruction de l'observatoire par les bombardements alliés

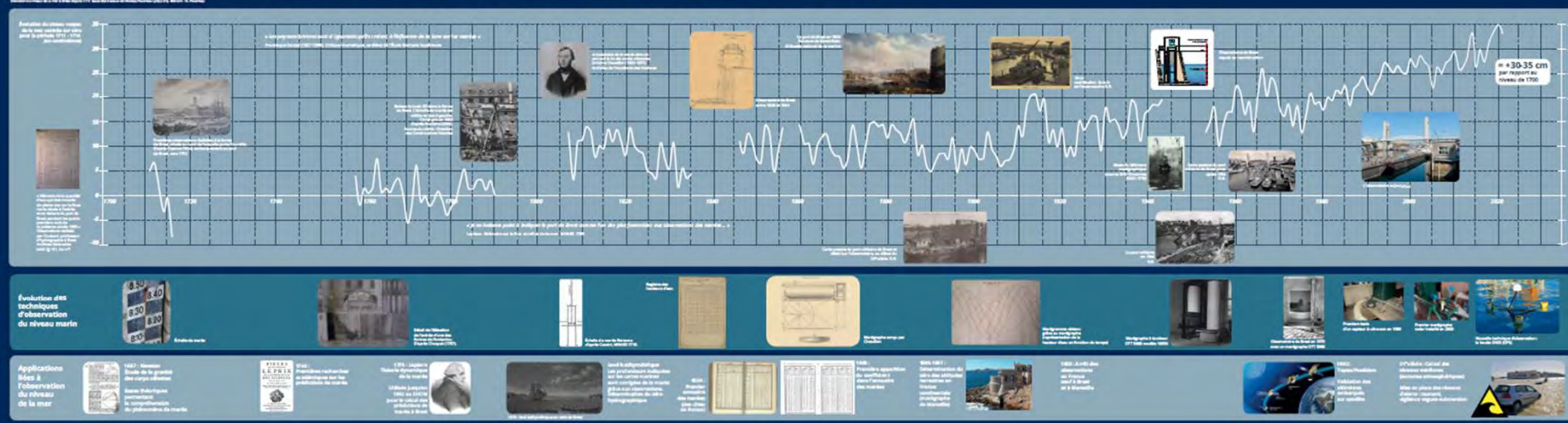


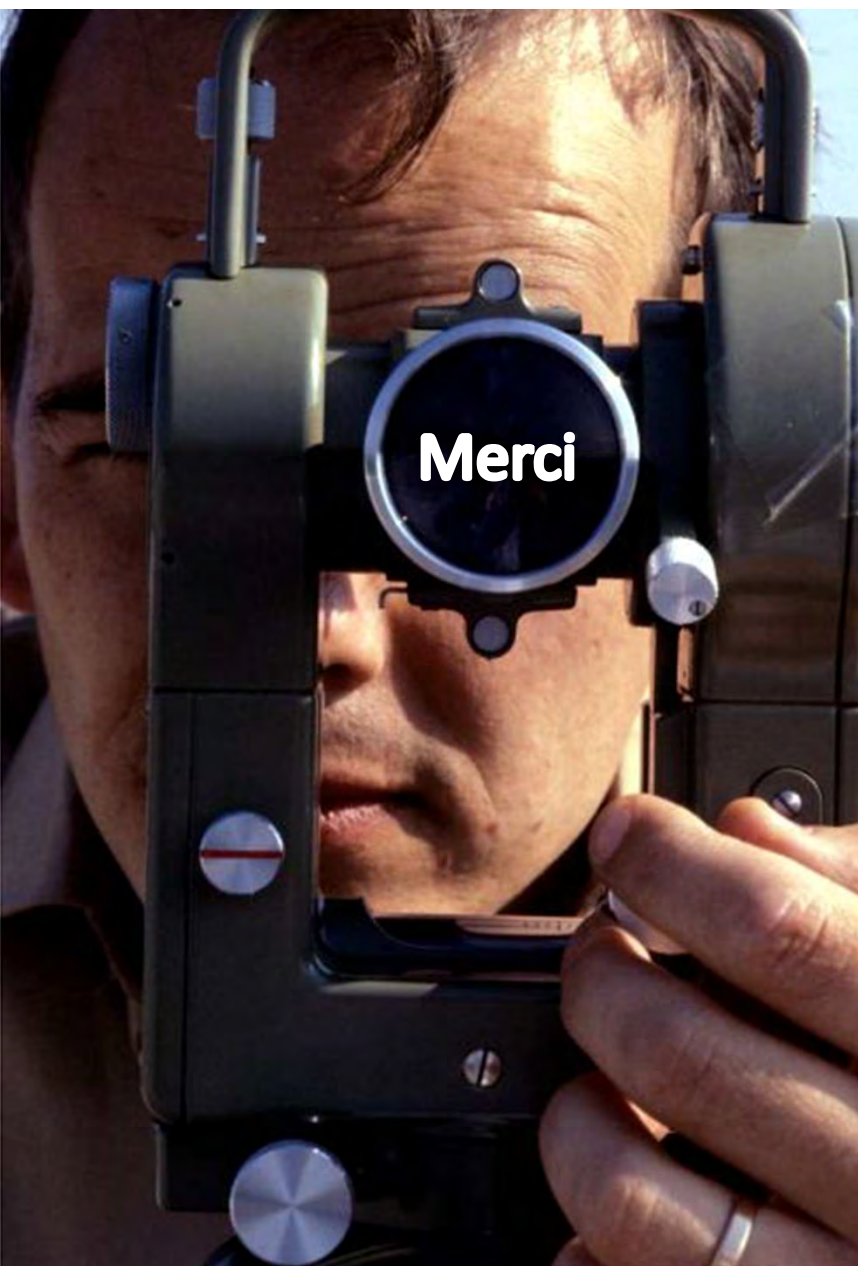
SHDV 3_DD_2_1578

SHDV 3_DD_2_1578

Bilan des observations disponibles







data.shom.fr
refmar.shom.fr

 [REFMAR.shom](https://www.linkedin.com/company/REFMAR.shom)

nicolas.pouvreau@shom.fr

maree.shom.fr
diffusion.shom.fr

