



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité



3^e réunion plénière du GT-TSH
29 mars 2023

APPORT DES MESURES HISTORIQUES DU NIVEAU DE LA MER POUR L'ÉTUDE DES EXTRÊMES : APPLICATIONS POUR SAINT-MALO ET L'ESTUAIRE DE LA GIRONDE

Alexa Latapy
Responsable des activités de
reconstruction et de valorisation des séries
historiques d'observation du niveau marin

alexa.latapy@shom.fr

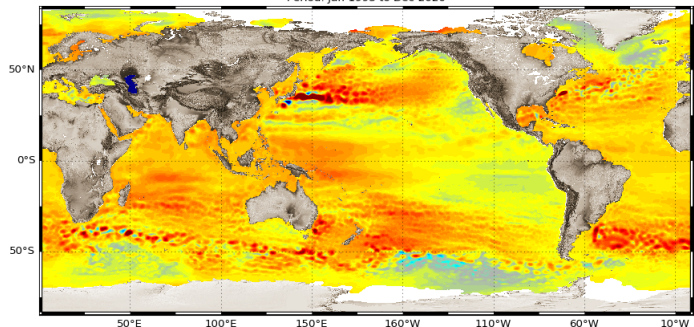


Pourquoi mesurer le niveau de la mer ?

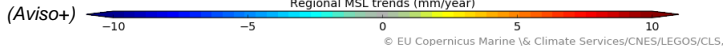
Études sur le changement climatique : enjeu actuel - forte préoccupation sociétale

Gridded Regional Sea Level Trends

Period: Jan-1993 to Dec-2020

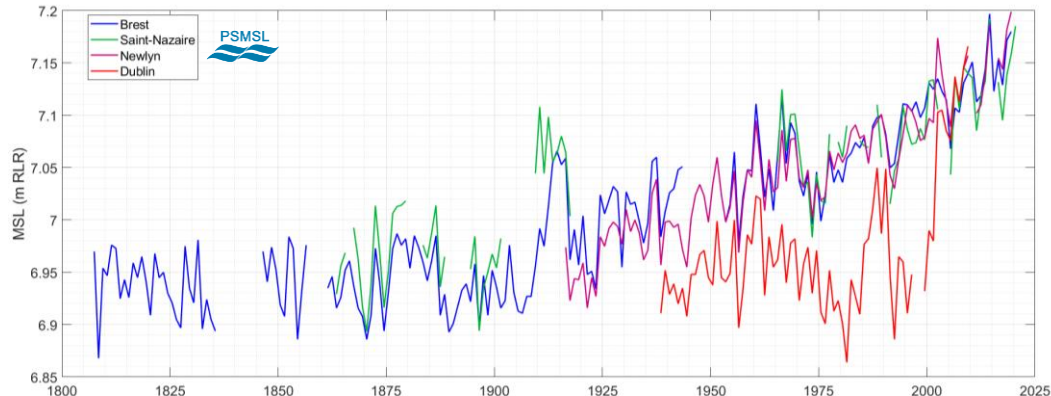


Regional MSL trends (mm/year)



Depuis les années 1990, les **données altimétriques satellitaires** permettent d'avoir une vision globale de l'évolution du niveau marin et rendent compte de l'**hétérogénéité spatiale** des variations du niveau marin

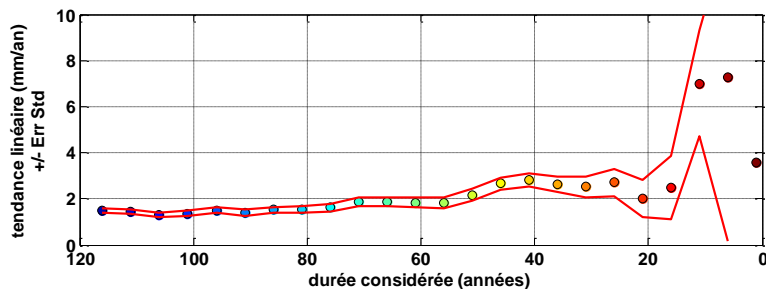
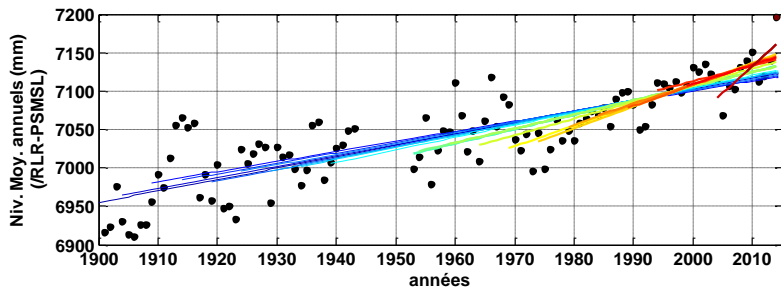
Combinées aux observations satellitaires modernes, les **mesures historiques** permettent d'évaluer les changements séculaires du niveau de la mer.



Pourquoi mesurer le niveau de la mer ?

Nécessité d'avoir les plus longues séries de données

Brest



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).

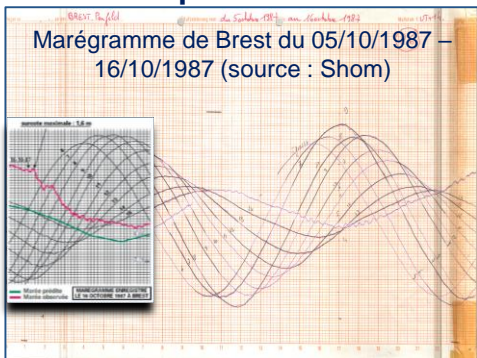
Nécessité d'avoir des mesures marégraphiques les plus longues et les plus continues possibles

Pourquoi mesurer le niveau de la mer ?

Nécessité d'avoir les plus longues séries de données

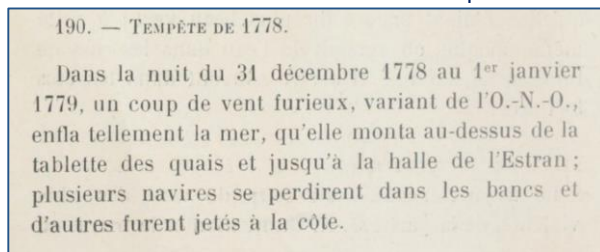
L'identification et la prise en compte des **surcotes historiques** permet **d'améliorer les statistiques sur la tendance des niveaux marins extrêmes**.

Recherche dans les archives pour quantifier des tempêtes historiques.



ou

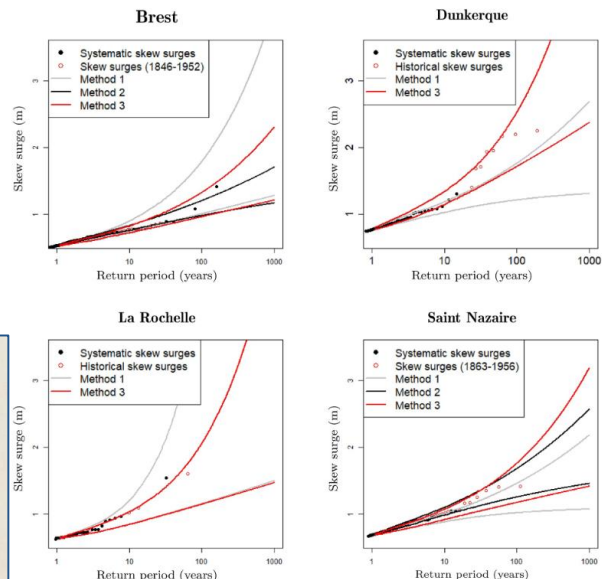
1er Janvier 1778 - Dunkerque



Cailliez, M., 1912, « Extraits des Manuscrits laissés par M. Cailliez », In: Bulletin Union Faulconnier, société historique de Dunkerque, Tome XV. Dunkerque, pp 105-125, p.106



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



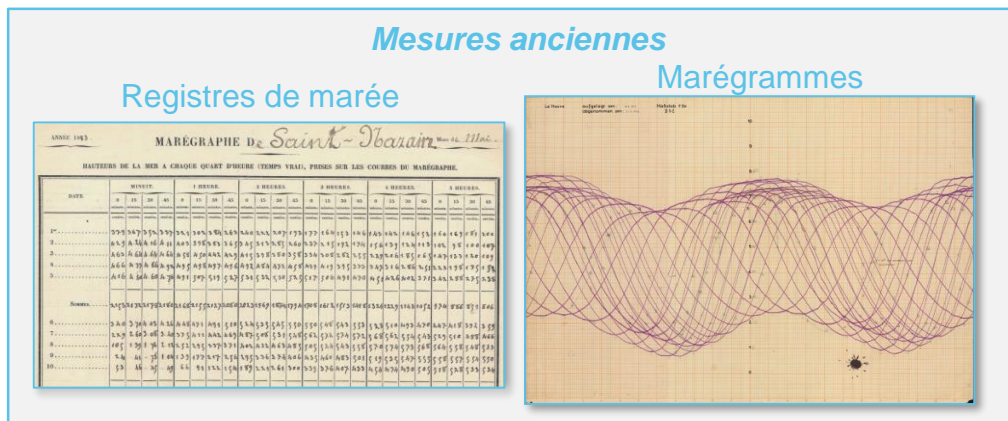
Saint Criq et al. (2022)

Période de retour des surcotes de pleine mer à partir de données systématiques (gris) et de données historiques avec la méthode proposée (rouge) et dans le cas idéal (noir).

Pourquoi mesurer le niveau de la mer ?

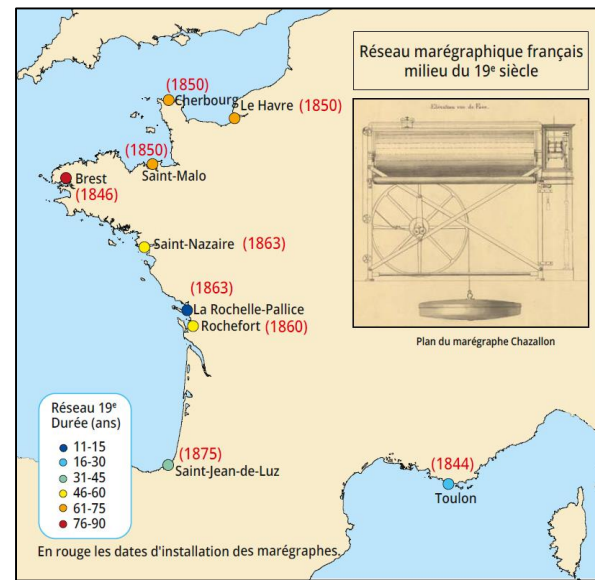
Patrimoine historique français sur les observations du niveau de la mer

En France, de nombreuses observations systématiques du niveau de la mer effectuées par des marégraphes mécaniques ont eu lieu depuis le milieu des années 1800.



CONSTAT :

Malgré des patrimoines scientifiques parfois importants, les **données anciennes** restent encore très largement sous-exploitées car toujours sous formats papiers !





Comment fait-on une « reconstruction » ?

Stratégie générale pour la reconstruction marégraphique

Des archives marégraphiques
papiers...



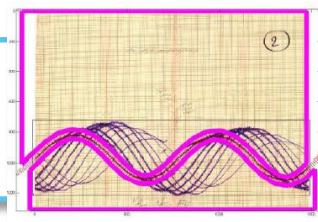
Inventaire, recherches d'archives

*(Shom, archives départementales,
GPM, Collectivités, ...)*
Plusieurs types de données
recherchés (registres,
marégrammes) et métadonnées
(liées à la mesure)



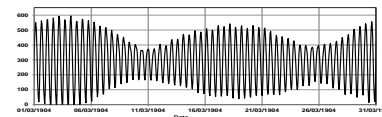
Dématérialisation des documents (Scannage)

Potentiellement difficile en
fonction des dimensions
des documents et de l'état
de conservation



Extraction de la donnée de hauteur d'eau (Digitalisation)

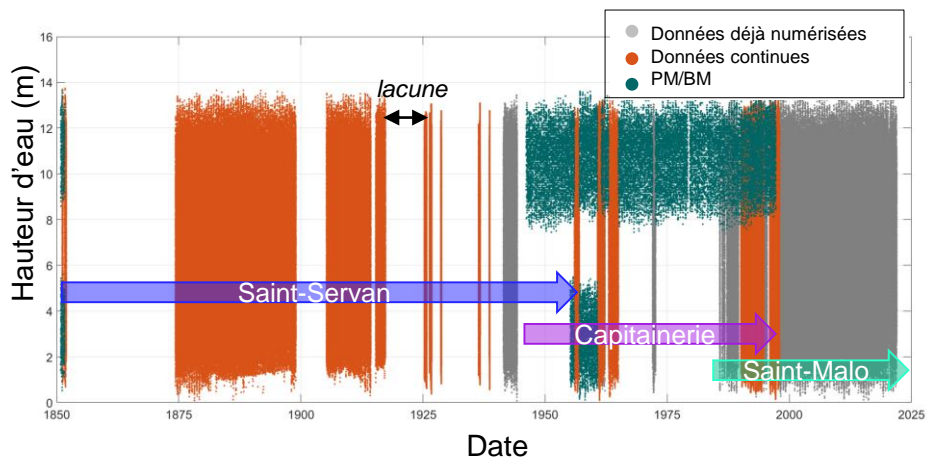
... aux données numériques
exploitables



Qualification, mise en cohérence et validation des données digitalisées

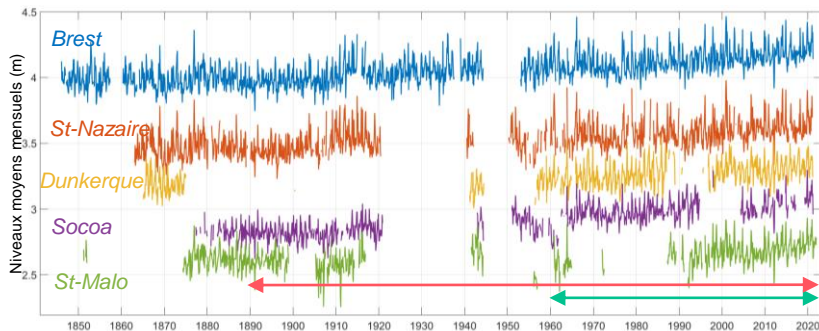
Mesures historiques à Saint-Malo/Saint-Servan

- Plusieurs sites d'observation :
 - 1 – Tour Solidor à Saint-Servan (1850-1920s) par le Service Hydrographique puis repris par les Ponts et Chaussées puis EDF (1960s)
 - 2 – Mesures ponctuelles de PM à la Capitainerie de Saint-Malo (1950s-1990s)
 - 3 – Terminal de Naye à Saint-Malo (1980s-actu)
- Construction du **barrage de la Rance** pour l'usine marémotrice de 1961-1966



Mesures historiques à Saint-Malo/Saint-Servan

Meilleure estimation des tendances d'évolution du niveau marin local

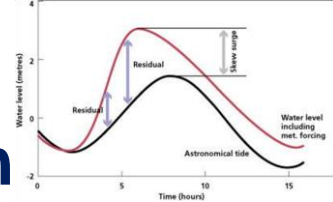


- **Hausse du niveau de la mer depuis le 19ème siècle** et accélération sur les dernières décennies

Problématique importante pour calculer des surcotes historiques, quel NM utiliser ? (cf. présentation du sous-groupe « Prédiction historique »)

- Plus la série de donnée est longue plus **on réduit les incertitudes associées à la tendance.**
- Grande variabilité des tendances d'un site à l'autre (effets locaux) : **le niveau de la mer n'évolue pas partout de la même manière.**

<i>mm/an</i>	1890-2021	1960-2021
Brest	+1,60 ± 0,11	+2,13 ± 0,36
Dunkerque	+1,85 ± 0,28	+1,61 ± 0,36
Socoa	+2,01 ± 0,12	+2,19 ± 0,41
Saint-Malo	+0,88 ± 0,15	+2,50 ± 0,51
Saint-Nazaire	+1,18 ± 0,14	+1,60 ± 0,43

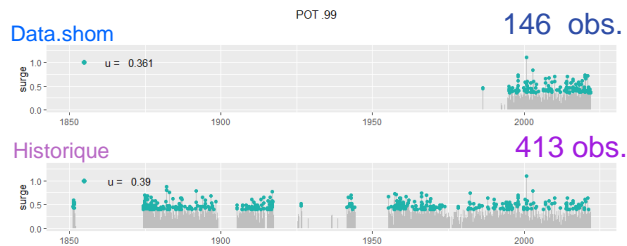
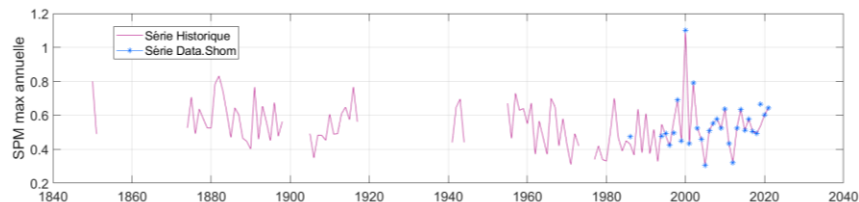
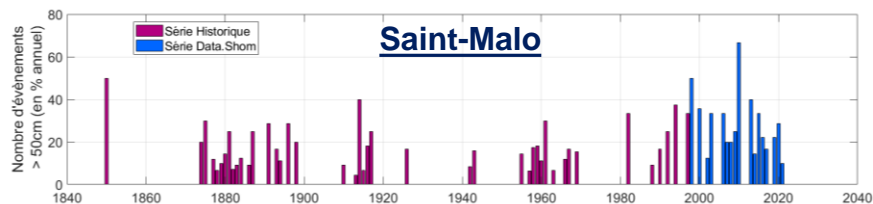


Mesures historiques à Saint-Malo/Saint-Servan

Prise en compte des tempêtes sur la période historique (19^{ème} siècle-aujourd'hui)

Analyses réalisées sur plusieurs jeux de données :

- **Série Data.shom** : SPM calculées à partir du jeu de données initial (1990-actu)
- **Série historique** : SPM calculées à partir des données reconstruites « continues » et des mesures ponctuelles de PM (1850 et 1950-1990)



SPM maximale le 30 octobre 2000, d'après les données disponibles, il n'y a pas une augmentation significative de l'intensité des SPM à Saint-Malo



Néanmoins, la fréquence des évènements supérieurs à 50 cm augmente dans le temps → plus d'évènements sur les dernières décennies

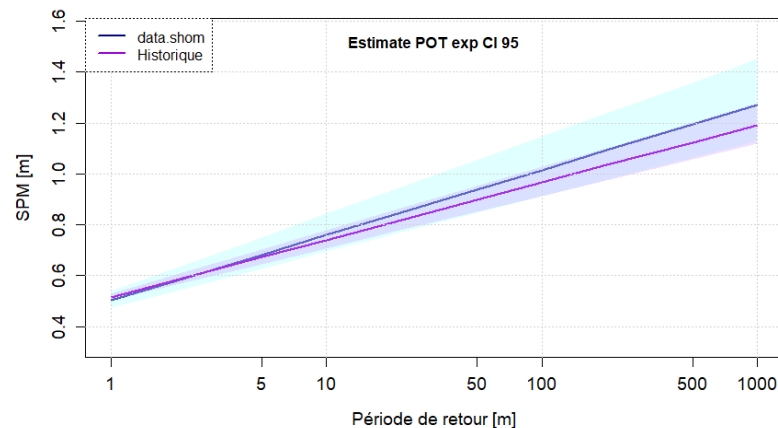
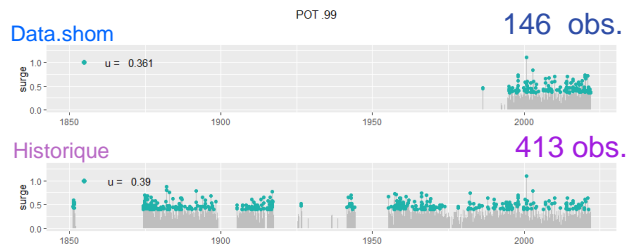
Mesures historiques à Saint-Malo/Saint-Servan

Prise en compte des tempêtes sur la période historique (19^{ème} siècle-aujourd'hui)

Analyses réalisées sur plusieurs jeux de données :

- **Série Data.shom** : SPM calculées à partir du jeu de données initial (1990-actu)
- **Série historique** : SPM calculées à partir des données reconstruites « continues » et des mesures ponctuelles de PM (1850 et 1950-1990)

Echantillon	SPM centennale (période de retour 100 ans) ± intervalle de confiance 95%	SPM millénale (période de retour 1000 ans) ± intervalle de confiance 95%
Data.shom	1,02 ±0,11 m	1,35 ±0,16 m
Historique	0,97 ±0,05 m	1,19 ±0,08 m



Réduction des incertitudes sur
les périodes de retour

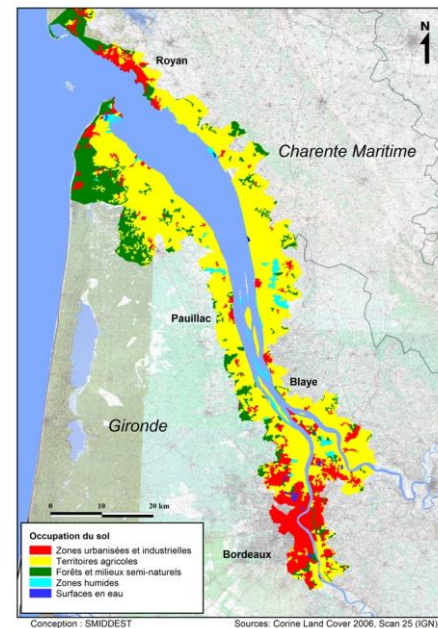
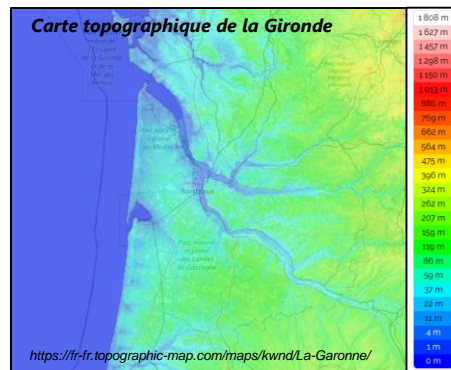


Manque d'information sur les estuaires

Estuaire de la Gironde

- Rapport NIVEXT 2023 : analyses faites à Port-Bloc sur ~33 ans (1959-2021)

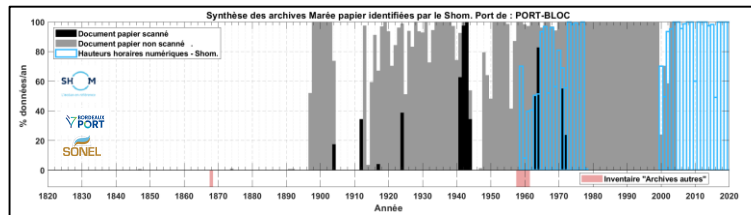
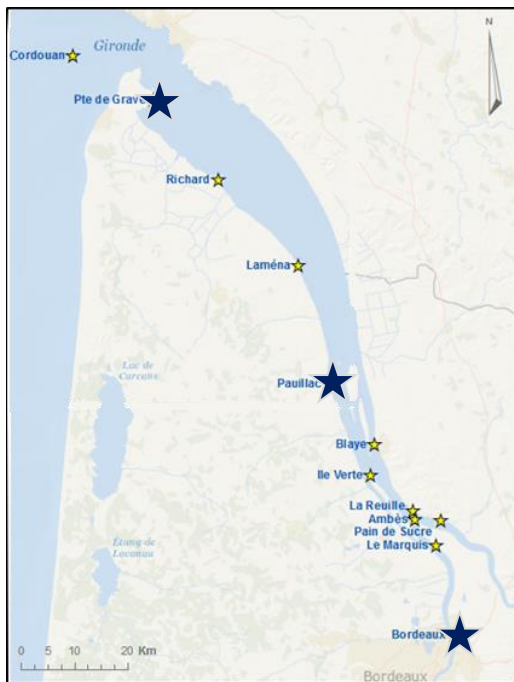
Période de retour	GPD	Loi Exp.		Loi Exp.	Loi Exp.	
		Int. Conf. 70 %	Int. Conf. 95 %		Int. Conf. 70 %	Int. Conf. 95 %
5 ans	0.83 m	0.80 m à 0.86 m	0.78 m à 0.89 m	0.83 m	0.80 m à 0.85 m	0.78 m à 0.88 m
10 ans	0.90 m	0.86 m à 0.94 m	0.82 m à 0.99 m	0.90 m	0.87 m à 0.93 m	0.84 m à 0.95 m
20 ans	0.97 m	0.91 m à 1.02 m	0.87 m à 1.10 m	0.96 m	0.93 m à 1.00 m	0.90 m à 1.03 m
50 ans	1.07 m	0.97 m à 1.15 m	0.91 m à 1.26 m	1.05 m	1.01 m à 1.10 m	0.98 m à 1.13 m
100 ans	1.14 m	1.02 m à 1.25 m	0.95 m à 1.40 m	1.12 m	1.08 m à 1.17 m	1.04 m à 1.21 m
200 ans	1.21 m	1.06 m à 1.36 m	0.98 m à 1.54 m	1.19 m	1.14 m à 1.24 m	1.10 m à 1.29 m
500 ans	1.31 m	1.12 m à 1.51 m	1.01 m à 1.77 m	1.28 m	1.22 m à 1.34 m	1.18 m à 1.39 m
1 000 ans	1.39 m	1.15 m à 1.62 m	1.03 m à 1.95 m	1.35 m	1.29 m à 1.41 m	1.24 m à 1.47 m



- Estuaire → de nombreuses zones basses sensibles aux risques de submersion marine + élévation du niveau de la mer (enjeux industriels, nucléaire, touristiques, agricoles, environnementaux, urbains, etc.)

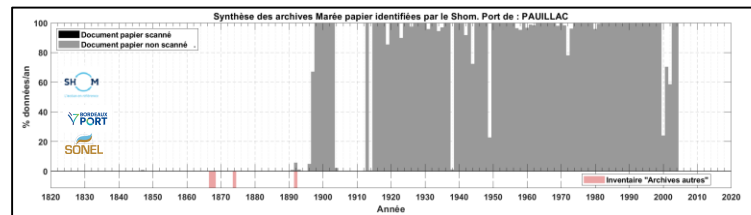
Manque d'information sur les estuaires

De nombreux sites avec des mesures historiques qui dorment dans les archives



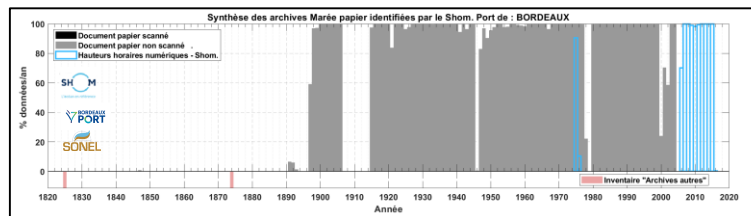
Port-Bloc
Pointe de Grave
Verdon
La Chambrette

> 92 ans cumulés



Paulliac

> 88 ans cumulés



Bordeaux

> 92 ans cumulés

Manque d'information sur les estuaires

De nombreux sites avec des mesures historiques qui dorment dans les archives

- Projet de 4 ans (80% DGPR, 20% Shom) pour reconstruire les obs. de Pointe de Grave, Pauillac et Bordeaux
- La majorité des données sont au GPMB en format papier : gros travail de numérisation à effectuer.
- Fin février 2023 : mission à préparer les documents à scanner



Cartons préparés pour le scan

Registre
Gironde (



« Marée troublée » : date où on suspecte une marée anormale liée au passage de tempêtes, de nombreux événements au début du 20^e siècle

Marées troublées	
Dates	Stations
<i>Il est possible que ce tableau soit incomplet</i>	
8 Février 1904	Toutes les stations.
9 Février 1904	"
10 Août 1925	La Boube, Grave, Pauillac, Bordeaux.
20 Mars 1933	Toutes les stations.
4 Octobre 1934	" " "
31 Octobre 1934	" " "
8 Novembre 1948	" " "
6 et 7 Juillet 1957	" " "
18 et 19 Sept. 1961	" " "
19 Février 1963	" " "
20 Mars 1963	Bordeaux.
27 Juin 1963	Toutes les stations.
6-7 Août 1965	" " "
19 Nov. 1965	" " "

Télégramme - perte d'un N° 638

<u>Il est possible que ce tableau soit incomplet</u>	
8 Février 1904	Toutes les stations.
9 Février 1904	"
10 Août 1925	La Boube, Grave, Pauillac, Bordeaux.
20 Mars 1933	Toutes les stations.
4 Octobre 1934	" " "
31 Octobre 1934	" " "
8 Novembre 1948	" " "
6 et 7 Juillet 1957	" " "
18 et 19 Sept. 1961	" " "
19 Février 1963	" " "
20 Mars 1963	Bordeaux.
27 Juin 1963	Toutes les stations.
6-7 Août 1965	" " "
19 Nov. 1965	" " "

En résumé...

- En donnant accès à des **niveaux extrêmes passés** (tempêtes), elles permettent de mieux protéger les littoraux face au risque de submersion marine en **améliorer les statistiques sur les périodes de retour des phénomènes extrêmes**.

Saint-Malo :

- En prenant en compte des tempêtes historiques : amélioration des niveaux centennaux/millénaux.
- Calcul des surcotes fait en faisant des AH ~20 ans pour prendre en compte le NM et hydrodynamique de l'époque. MAIS délicat pour la période 1950-1990 où on a juste des mesures de PM à Saint-Malo, quel NM utiliser ?

Estuaire de la Gironde :

- Début d'un projet qui va permettre d'observer plusieurs sites, d'amont en aval, et ainsi d'étudier la **dynamique estuarienne à l'échelle séculaire** dans le temps et l'espace (tempêtes historiques, mascaret, évolution du NM).



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



L'océan en référence

Merci de votre attention !

PORT	PAYS	Coordonnées (WGS84)	Année initiale	Année finale	Durée effective (ans)	Nombre de documents (Pour-scans)	Couverture temporelle synthétique
ABER WRACH	FRANCE	48.60°N 4.56°O	1835	1939	12	86 (20 %)	
ADOUR	FRANCE	43.49°N 1.47°O	1899	1904	6	288 (100 %)	
AJACCIO	FRANCE	41.92°N 8.76°E	1978	1988	6	195 (100 %)	
AMBES	FRANCE	45.04°N 0.60°O	1893	2004	20	75 (0 %)	
ANTIFER	FRANCE	49.85°N 6.15°E	1974	1986	10	301 (17 %)	
ARCACHON (EYRAC)	FRANCE	44.88°N 1.16°O	1892	1992	9	107 (28 %)	
AUDIERNE	FRANCE	48.01°N 4.65°O	1835	1967	13	180 (63 %)	

En savoir plus sur nos activités :

<http://refmar.shom.fr/>

<http://refmar.shom.fr/dataRescue/>

