



Amélioration de la connaissance des tempêtes passées sur le littoral Atlantique – Manche (1850-)

Inventaire des niveaux extrêmes observés au niveau des marégraphes
Analyses et ré analyses des enregistrements

*Camille Daubord, Gwenaële Jan, Gaël André, Virginie Goirand
Service hydrographique et océanographique de la marine*

- Introduction
- Méthodologie
- Bilan des travaux en cours
- Illustrations
- Problématique associée à l'étude
- Conclusion



Introduction



Objectif

- Contribution à l'amélioration de la connaissance de l'aléa submersion marine

Cadre

- Projet SHOM/DGPR → 2014. Coopération avec Météo-France.
- Associé à la démarche de la DGPR via le « Plan de Submersion Rapide » interministériel

Étude

- Volet 1: étude d' « évènements tempêtes » ciblés entre 1850 et 2010 à partir des données marégraphiques (et météorologiques) du SHOM
 - valorisation de données d'archive non encore exploitées;
 - apport de la ré exploitation à un pas de temps plus fin de données d'archives déjà numérisées.
- Volet 2: caractérisation des particularités des observatoires de marée (RONIM), et réponse au tempêtes: dispositif, facteurs d'amplification, ...

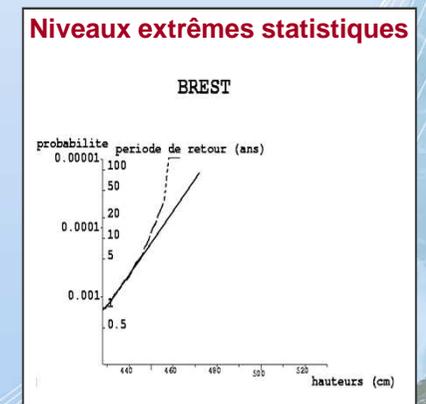
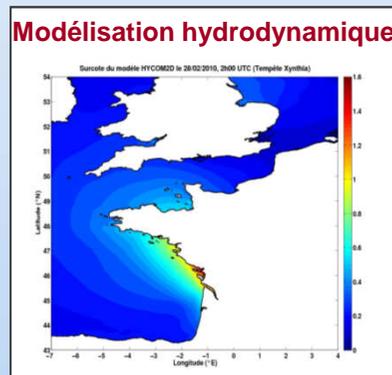
Introduction



Intérêt

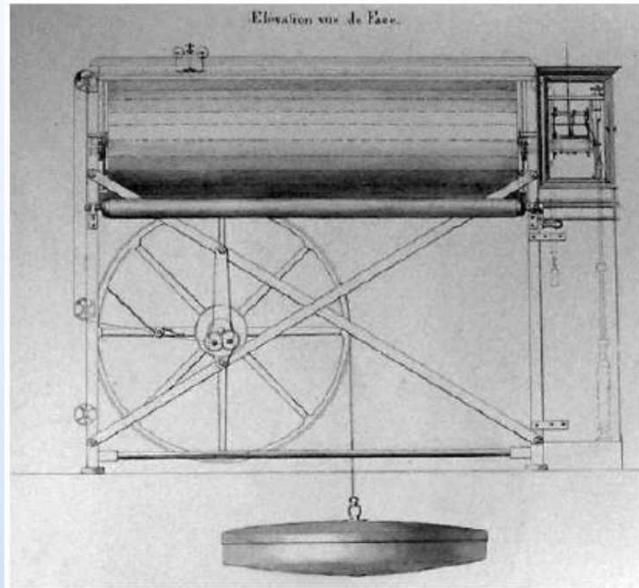
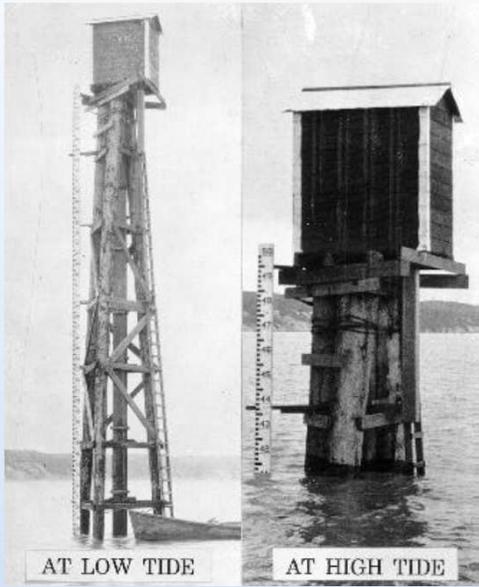
- Caractérisation fine des observations d'évènements « tempête » à la côte (ports)
- Découverte potentielle de niveaux extrêmes atteints inédits
- Meilleure compréhension des réponses portuaires aux tempêtes

Applications



Introduction

Quelques repères historiques de la marégraphie en France



1er marégraphe analogique permanent (Toulon)

SHOM: 1er marégraphe numérique permanent

SHOM: 1er marégraphe numérique permanent à cadence acquisition 1 min

1844

1992

2000

Méthodologie



Liste de 120 dates d'évènements
« tempête » 1850-2010

Recherche des données correspondantes

Archives SHOM

Base de données
numériques SHOM

Marée

Relevés échelle
Marégrammes
Registres (15min)

(Météo)
(Barogrammes)
(Relevés 6h (Patm, vent))

Marée

Hauteurs
• Pas de temps 1h
• Pas de temps 10min (1992+)
• Pas de temps 1min (2010+)

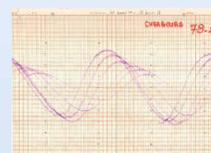
Météo

Patm (1h)

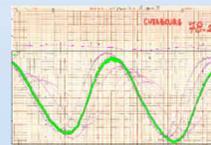
Traitement des données

Numérisation (selon intérêt)

- Pas de temps = 15, 10, 5 ou 1min
- [J-1, J+1]



Nunieau(Cete Med)



à la main

1880-11-17	00:00:00	2.95
1880-11-17	00:15:00	2.68
1880-11-17	00:30:00	2.47
1880-11-17	00:45:00	2.27
1880-11-17	01:00:00	2.1
1880-11-17	01:15:00	1.93
1880-11-17	01:30:00	1.8
1880-11-17	01:45:00	1.72
1880-11-17	02:00:00	1.65
1880-11-17	02:15:00	1.58

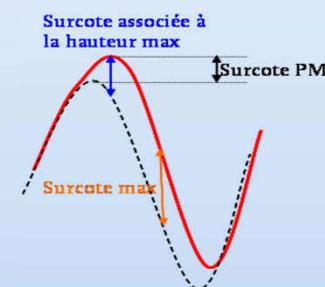
Contrôle des séries

- Recalages en temps (système horaire) en hauteur (zéro hydro)
- Validation

Analyse des séries de données

Extraction des paramètres d'intérêt

- hauteur max et surcote PM
- surcote PM max et hauteur associée
- surcote instantanée max
- résidu HF ou amplitude seiche
- particularités



Production

- Banque de données de hauteurs max/surcotes atteintes
 - par port
 - par évènement
- Fiches par tempêtes

Méthodologie - Zone d'étude

Zone d'étude

littoral Manche Atlantique

Points d'observation

21 Ports RONIM

+ Paimpol, Port Navalo, Bordeaux

+ autres selon campagnes hydrographiques anciennes



Méthodologie – Évènements de « tempête » retenus

Évènements de « tempête » ↔ dates

➤ Méthode de sélection

- Inventaire VVS fourni par Météo France
- Inventaire Bessemoulins « les tempêtes en France » (2002)
- Études universitaires localisées : bassin d'Arcachon, Vendée, Charente, etc.
- Articles scientifiques

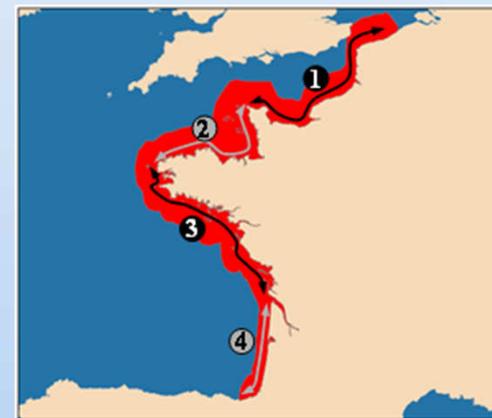
➤ 120 évènements

- de 1856 à 2010
- coefficients de marée variables (30 à 115)
- répartition sur ~ tout le littoral étudié

➤ 70 évènements priorités

- critères :

coefficient de marée, dégâts relatés, conditions météo, représentativité géographique des tempêtes, diversité des cas,...



- ① Manche orientale
- ② Manche occidentale
- ③ Atlantique Nord Gironde
- ④ Atlantique Nord Aquitaine

Bilan des traitements en cours

Avancement

	Evts 1850-1990 36 évènements	Evts 1990-2012 34 évènements
Collecte données archives	en cours	finalisée
Numérisation et traitement	en cours	x
Exploitation	en cours 6 évènements analysés 22 évènements pré-analysés	20 évènements analysés

dont Martin(1999-12-27,28),
Lothar(1999-12-26), Klauss (2009-01-24), Xynthia (2010-02)...

Bilan des traitements en cours



Avancement

	Evts 1850-1990 36 évènements	Evts 1990-2012 34 évènements
Collecte données archives	en cours	finalisée
Numérisation et traitement	en cours	x
Exploitation	en cours 6 évènements analysés 22 évènements pré-analysés	20 évènements analysés

Analysés: Base de données horaire et archives. Pré-analysés: BD horaires seule.

dont Martin, Lothar, Klauss, Xynthia ...

Enseignements

- Peu d'observations de niveaux « extrêmes » (> PHMA)
- Surcotes de BM parfois plus élevées que surcotes de PM : évènement pourtant criblés pour leurs dégâts
- Pannes fréquentes des instruments (rupture fil du flotteur) lors des évènements de tempête
- Difficultés rencontrées :
 - Disponibilité partielle des données aux dates de tempêtes
 - Référencement des séries de données du 19^e siècle non trivial (↔ degré de fiabilité) :
 - Enregistrement en temps solaire vrai au 19^e siècle, pas toujours bien spécifié
 - Rattachement du zéro du marégraphe de l'époque au zéro hydro actuel : manque parfois d'information

Illustration

Tempête du 4-6 décembre 1896 - C_{marée}=95

Registres 1/4h - Archives SHOM

Bilan de la nuit d'éclaircie (après l'orage) prise sur les côtes de Morbihan.

HEURE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

pour 7 marégraphes

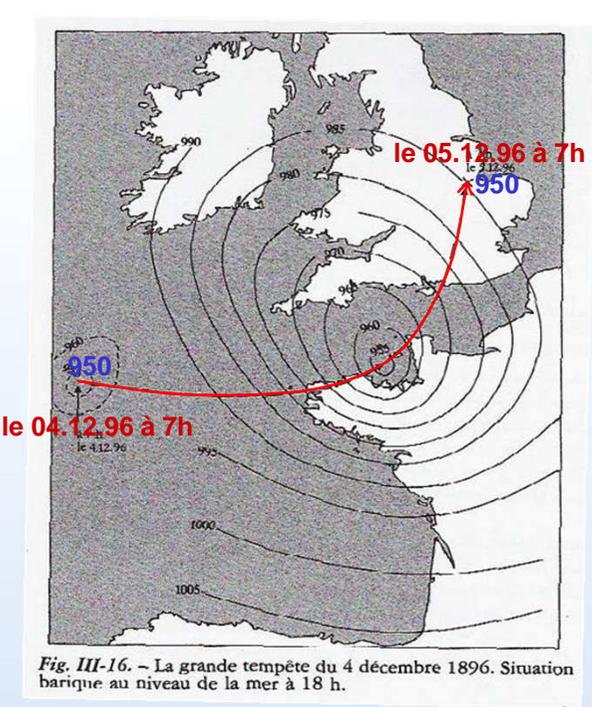
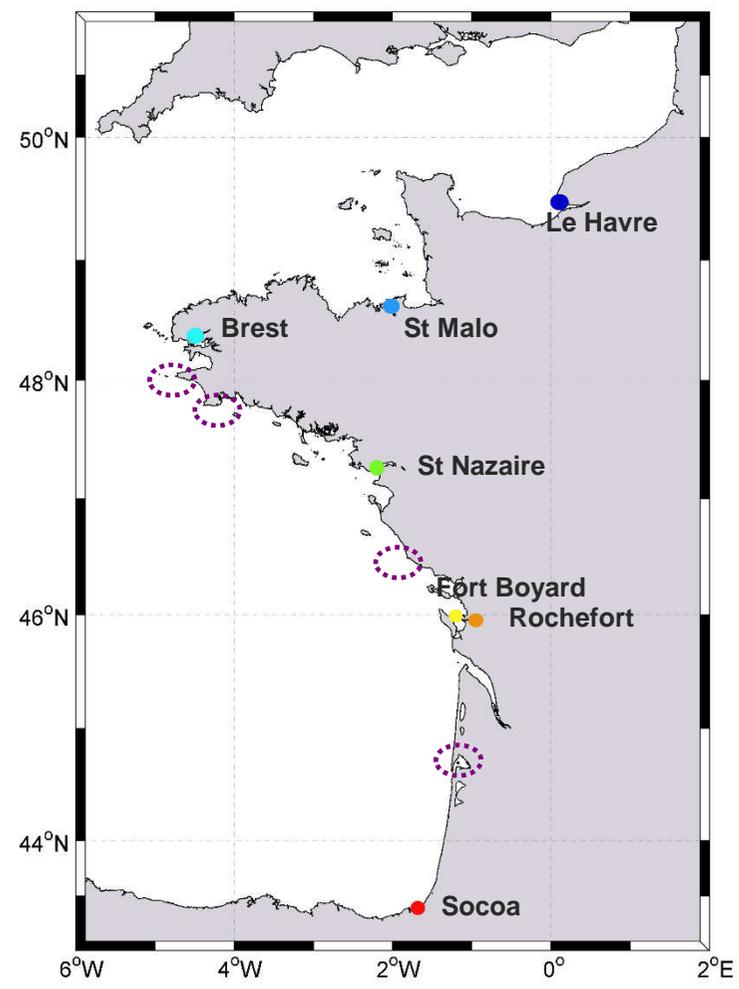


Fig. III-16. - La grande tempête du 4 décembre 1896. Situation barique au niveau de la mer à 18 h.

LA TEMPÊTE
SUR LES CÔTES DU FINISTÈRE

De mémoire d'homme on n'a vu se déchaîner sur nos côtes tempête aussi terrible que celle qui s'est levée le vendredi à samedi. Comme je vous l'ai télégraphié, l'île de Sein a été entièrement couverte par un raz de marée. La panique y a été insupportable. Les habitants avaient à mesurer les maisons les plus rapprochées du quai pour se réfugier dans les étages supérieurs ou les greniers des bâtiments les plus élevés. Nombre de barques, seul gagne-pain de cette population de pêcheurs, sont parties à la dérive avec leurs agrès. Les quais sont emportés. Les liens qui ont déjà failli être engloutis deux ou trois fois par des raz de marée, ont eu leur dernière heure venue. Tout se borne heureusement à de vains dégâts matériels, d'autant plus lourds que la population est très pauvre.

A Penmarc'h, le même raz de marée a causé d'énormes ravages. Le sémaphore et ensuite une partie de la commune ont été inondés. On voit actuellement des barques au milieu des terres. 75 embarcations ont été emportées ou ont sombré sur les corps-morts auxquels elles étaient attachées. Dès qu'il a été averti, le ministre de la marine a donné l'ordre au commissaire de l'inscription maritime de Quimper de distribuer un premier secours de 2,000 francs aux pêcheurs de Penmarc'h. Le préfet est parti dimanche pour cette commune afin de se rendre compte de la situation.

A l'île Tudy, toutes les maisons ont été envahies par l'eau. Un grand nombre de bateaux, poussés les uns contre les autres, ont été démolis dans le port. C'est encore une perte de plusieurs mille francs pour nos marins pêcheurs.

Dans ce même port, la digue a été emportée sur une longueur de près de

Source : <http://www.meteo-paris.com/chronique>

○ Dégâts relatés:

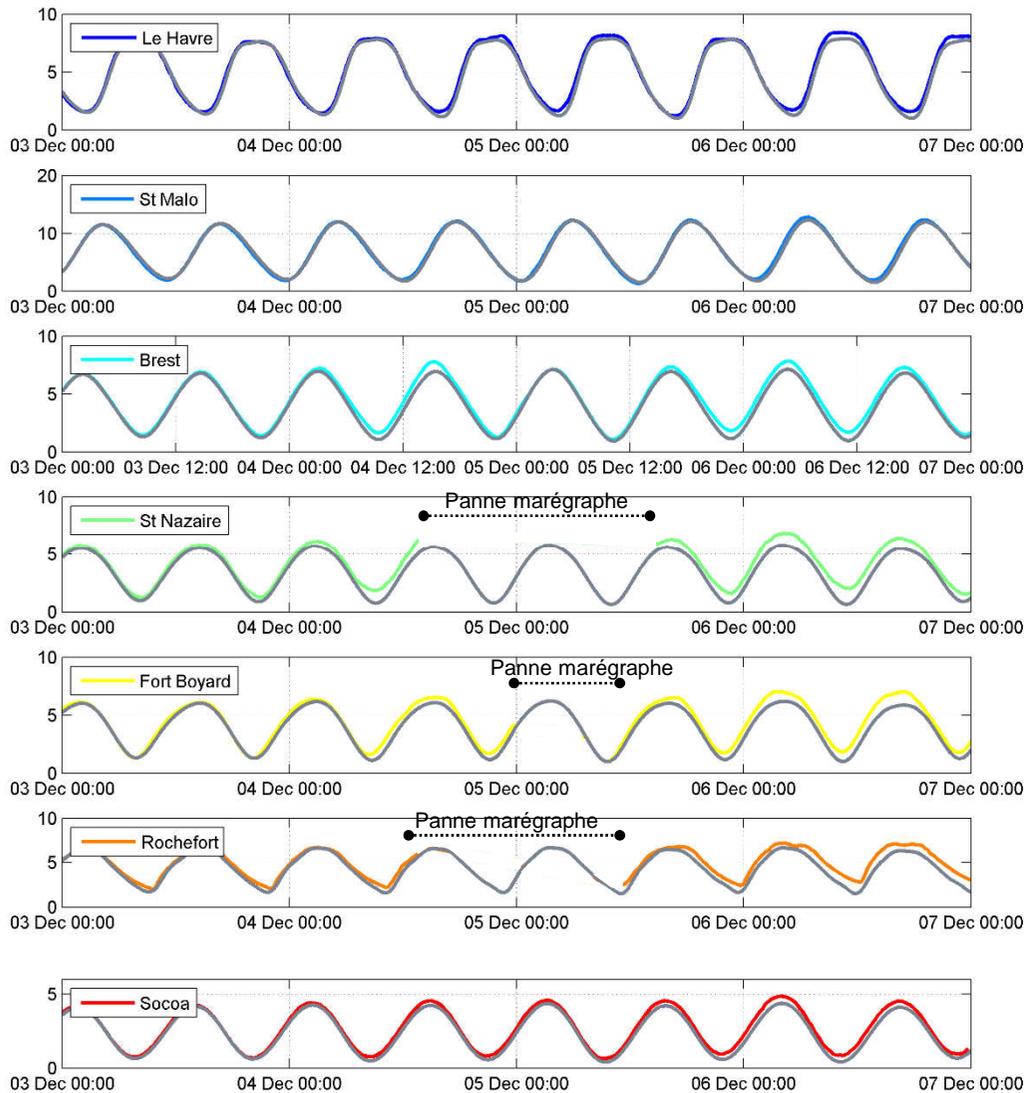
- Île de sein : « raz de marée »
- Île Tudy : inondations maisons + digue emportée sur 60m
- Guilvinec: digue détruite
- Camaret : dégâts matériels port
- Olonne : digue endommagée, + 4 bateaux de pêcheurs disparus (9 morts).
- Arcachon : sémaphore de la pointe sud détruit

Illustration

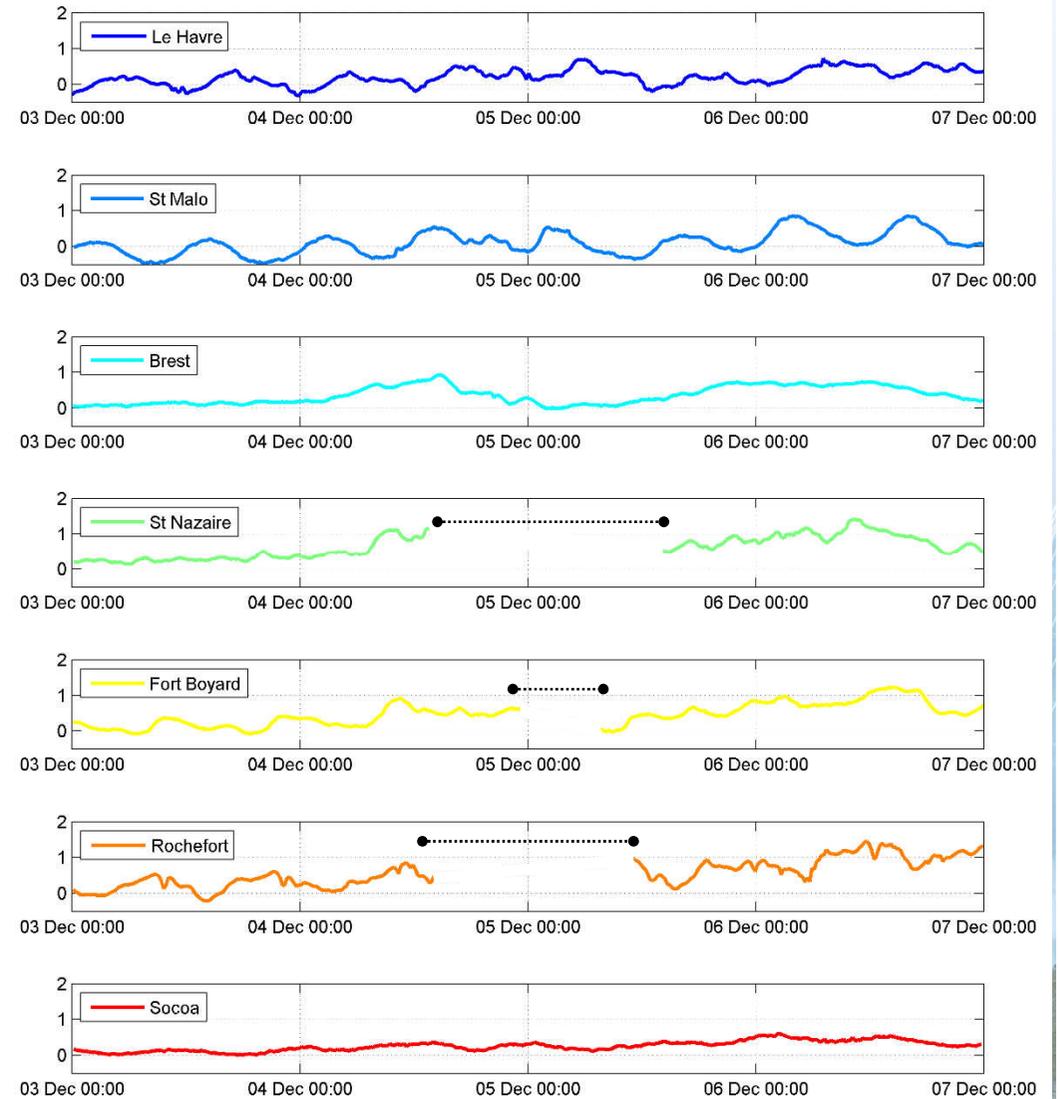
Tempête du 4-6 décembre 1896 - $C_{marée}=95$

- 2 pics de tempêtes : 4 et 6 décembre ?
- Le 06/12 AM:
 Brest : HPM < PHMA, sPM = 70 cm
 St Nazaire: HPM = PHMA + 26 cm, sPM = 100 cm
 Socoa: HPM < PHMA, sPM = 50 cm
 Surcotes BM {St Nazaire, Rochefort} ~130 cm

Hauteurs observées/hauteurs prédites (m)



Surcotes (m)



Illustration

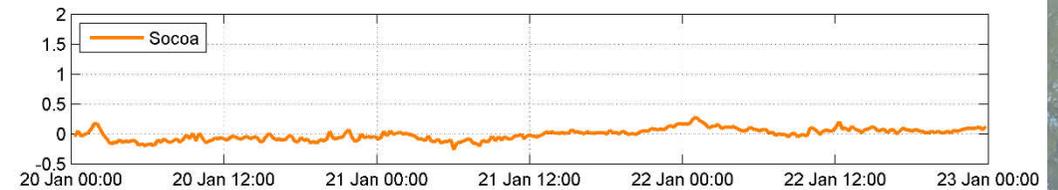
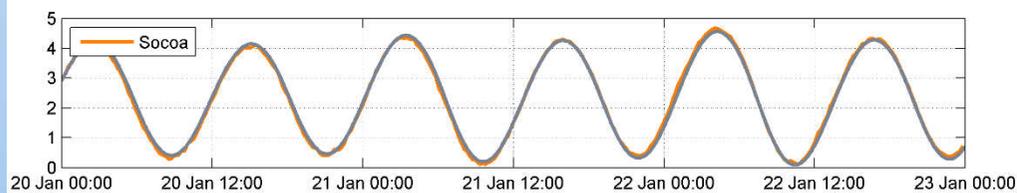
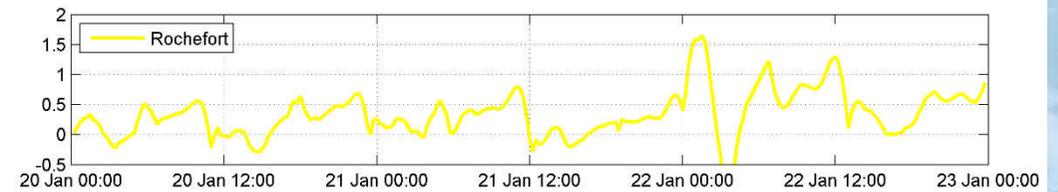
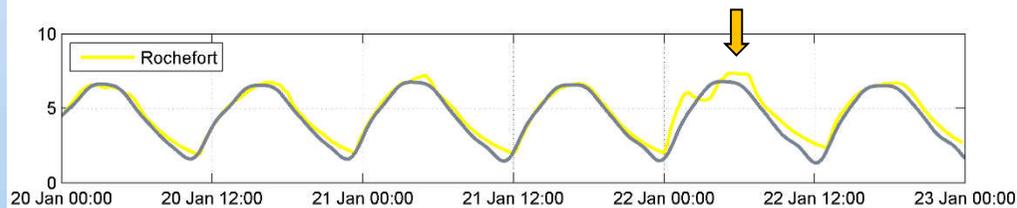
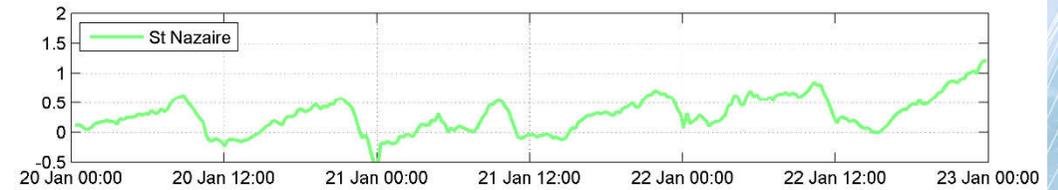
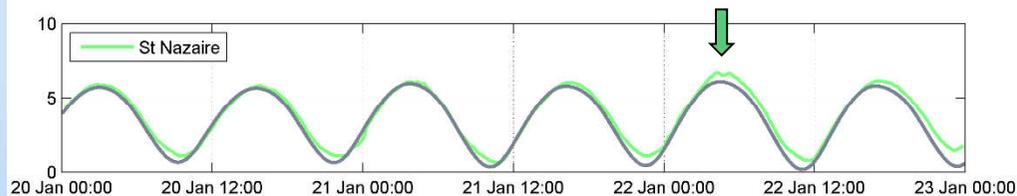
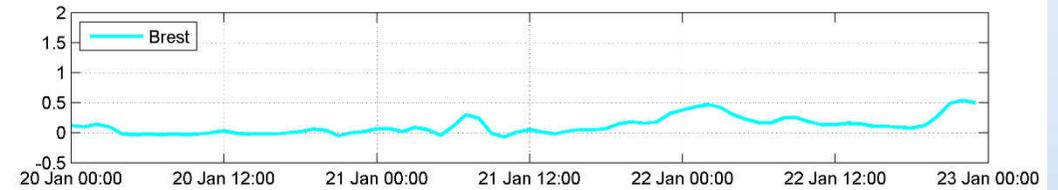
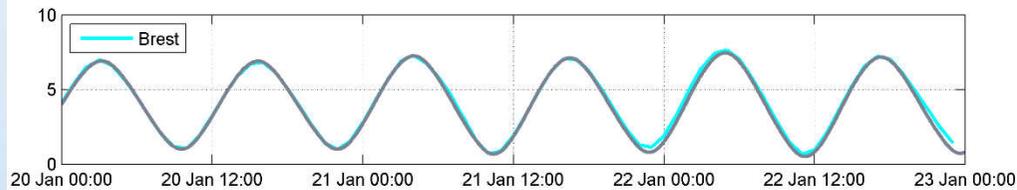
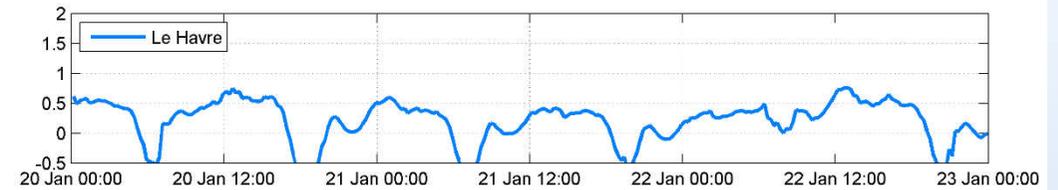
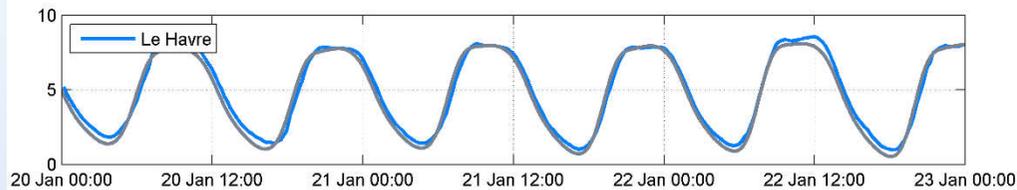
Tempête du 21 janvier 1890 - $C_{\text{marée}}=103$

Zone impactée a priori : Charente maritime

	le 22 Janvier AM	
	Hauteur PM	Surcote PM
Rochefort	PHMA+12 cm	60 cm
St Nazaire	PHMA+20 cm	60 cm

Hauteurs observées/hauteurs prédites (m)

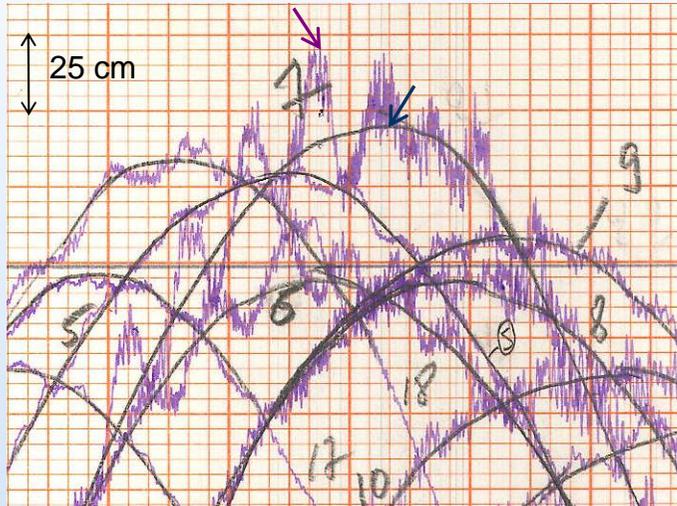
Surcotes (m)



Illustration

Analyse des seiches: exemple Les Sables d'Olonne

Tempête du 07/02/1996



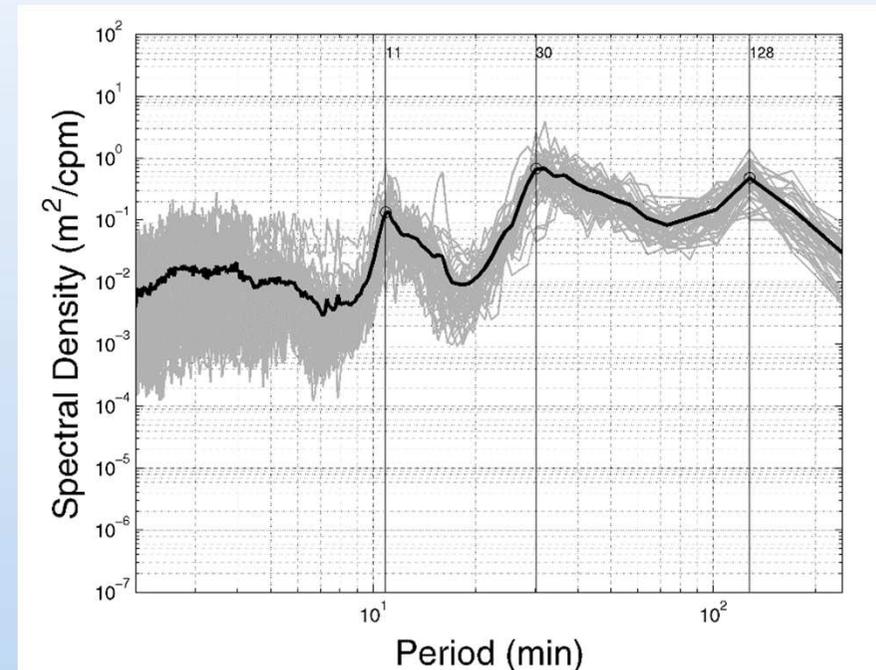
Extrait du marégramme des Sables d'Olonne du 05/02/1996 au 19/02/1996. Zoom sur les PM du soir.

	06/02/1996	07/02/1996	08/02/1996	09/02/1996
AHF PM1	5	15	12	10
AHF PM2	20	25	5	12

- Amplitudes observées : de ± 5 cm à ± 30 cm autour des PM
- Période des seiches observées : $\tau_1 < 5$ min et $\tau_2 \sim 30$ min



Analyse des données à cadence 1 minute {2010-2011}



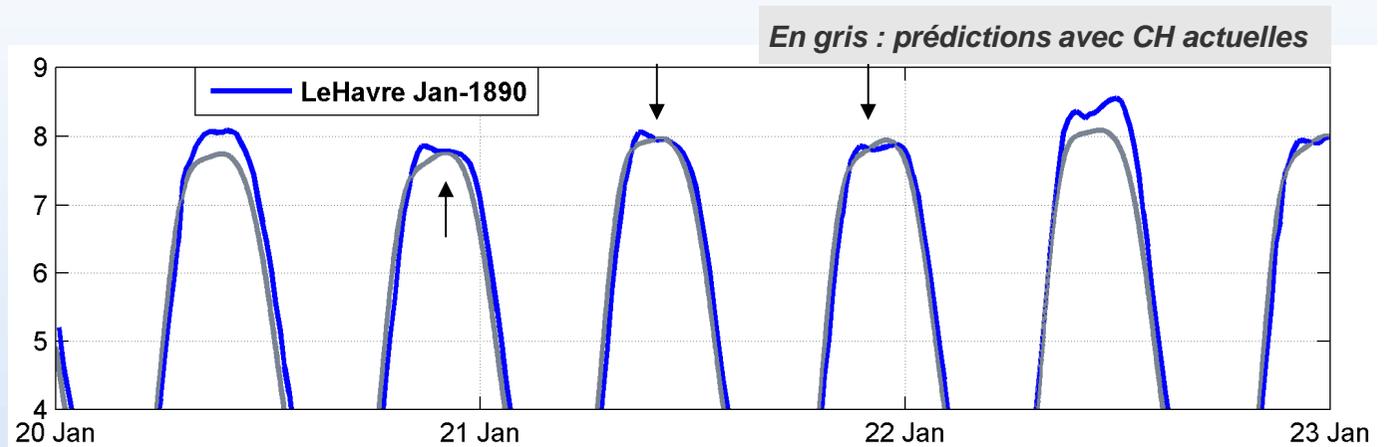
- Périodes principales des seiches observées : 11min - 30 min - 128 min

Problématique associée à l'étude

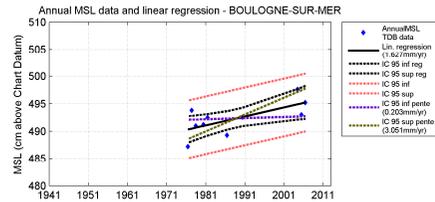
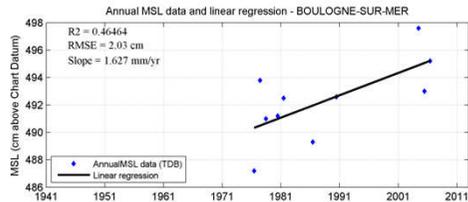
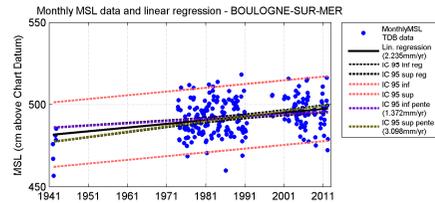
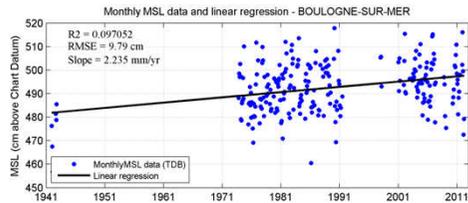
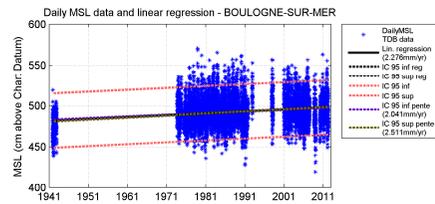
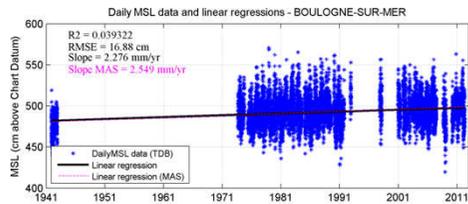
Prédictions de marée dans le passé

Le Havre : évolution de l'asymétrie des PM entre le 19^e s et aujourd'hui

→ évolution des conditions hydro dynamiques du port (aménagements)



Comparaison régression NM journaliers, NM mensuels, NM annuels



Marégraphe de Boulogne

Mode de calcul des prédictions dans le passé

➤ Dans l'idéal :

- Re-calculation des CH à partir de 1 an de données autour de la date de tempête cible
- Pas systématiquement possible – données sporadiques

➤ Mode de calcul choisi → CH actuelles avec correction de niveau moyen (NM) .

→ régression sur les niveaux moyens journaliers

Conclusion

Poursuite de l'étude

- Traitement de la totalité des événements et son bilan
- Caractérisation des seiches portuaires: analyse des données 1min récentes, instrumentation éventuelle de sites pour études.

Valorisation

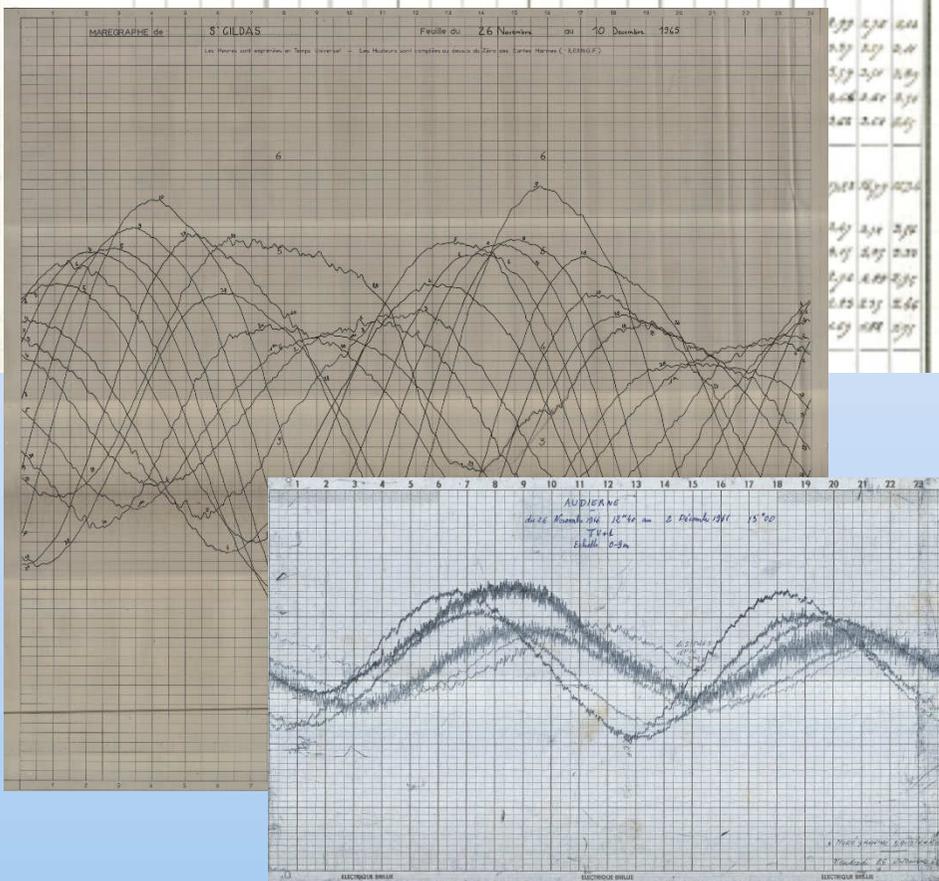
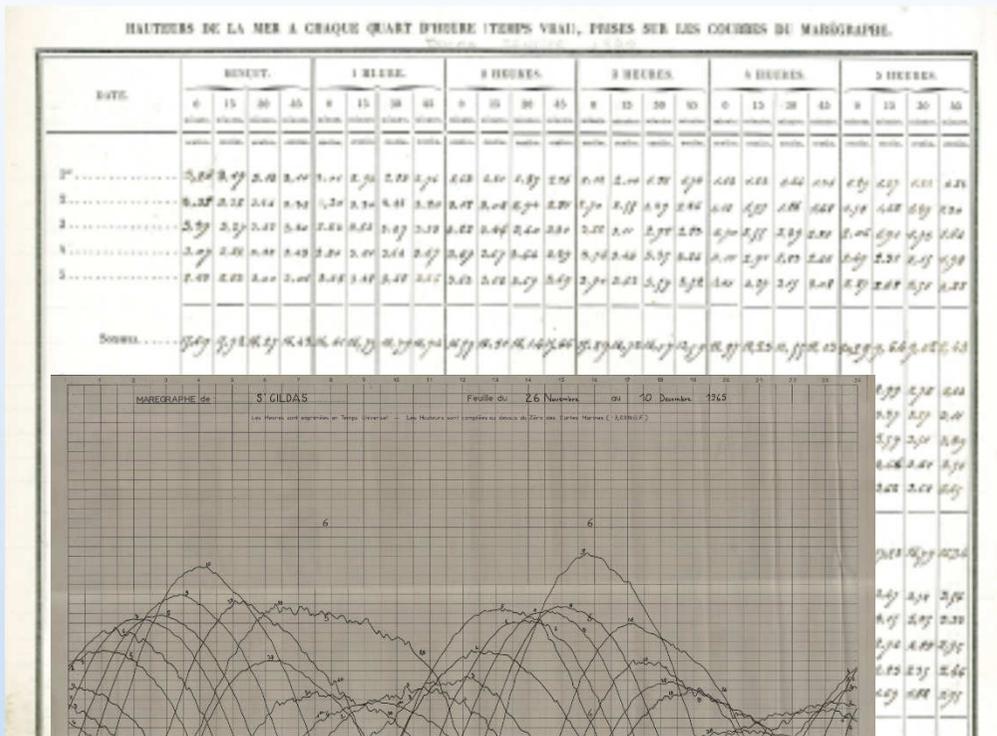
- « Cartographie » par événement /Identification de tempêtes « type »
- Identifier des scénarios de référence pour la modélisation hydrodynamique

Perspectives

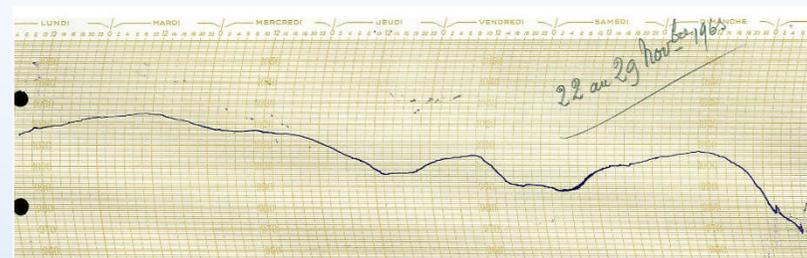
- Étude conjointe avec la météo
- Croiser les résultats avec des observations de houle : explication des dégâts?

Données type d'archives

Données marégraphiques



(Données météorologiques)



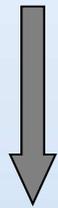
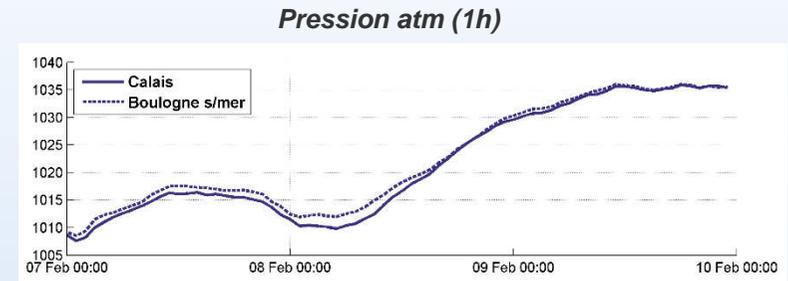
OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

200m Toulon 1930

DATE	6 HEURES		MIDI		4 HEURES		6 HEURES		9 HEURES	
	PRESSION	VENT								
1 ^{re}	1018	SE								
2.....	1024	ESE	1025	SE	1025	SE	1025	SE	1025	SE
3.....	1025	Sud								

Tempête du 8 février 2004 - $C_{marée}=90$

	SurcotePM max	SurcoteBM max	Surcote In. max
Dunkerque	69	146	162
Calais	53	106	117
Boulogne	49		85
Le Havre	15		59



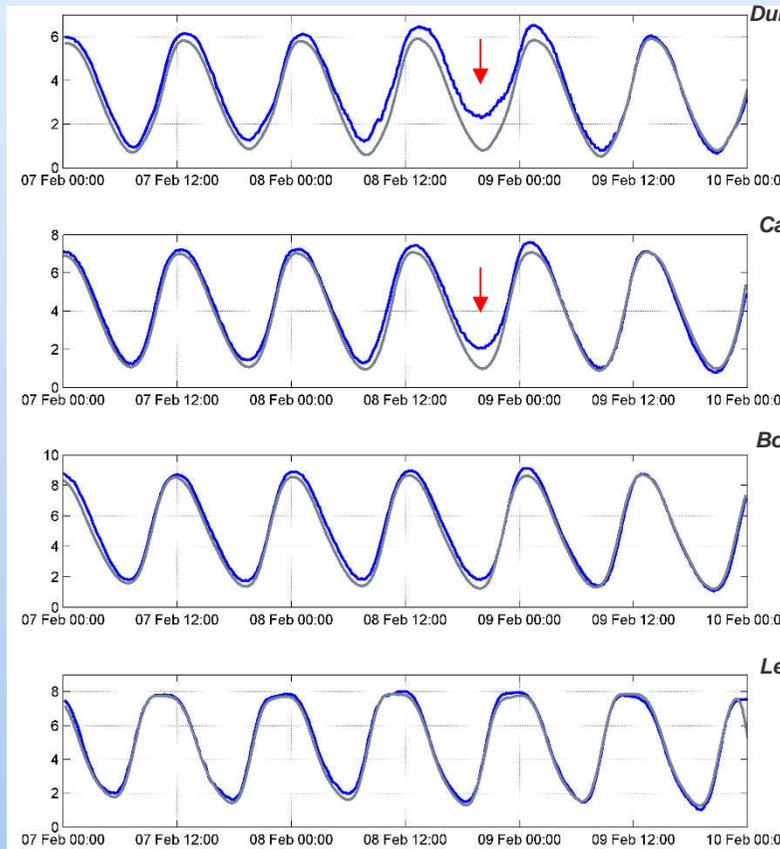
• Hauteurs max associées \sim PHMA

MAIS

• Événement extrême d'intérêt pour scénario de submersion fictif (décaler le pic de surcote autour de la PM)

• Surcote de BM = paramètre d'intérêt pour les analyses

Observations (bleu) - Predictions (gris) (10min)



Surcotes (10min)

