

Direction des opérations, de la production et des services  
Division des Sciences et Techniques marines  
Département Marée - Courants

BREST, le 26 juin 2023  
N° 24/Shom/DOPS/STM/MAC

## COMPTE RENDU

- OBJET** : Réunion plénière n°3 du Groupe de Travail « Tempêtes et Submersions Historiques »
- RÉFÉRENCE(S)** : a) Réunion du Groupe de Travail « Tempêtes et Submersions historiques », N° 15/Shom/DOPS/STM/MAC 2021  
b) Réunion plénière du Groupe de Travail « Tempêtes et Submersions Historiques » N° 60/Shom/DOPS/STM/MAC 2022
- ANNEXE(S)** :
- PIÈCE(S) JOINTE(S)** :

## 1 PRÉSENTATION

Ce compte-rendu retrace les présentations et échanges survenus lors de la troisième réunion plénière du Groupe de Travail Tempêtes et Submersions Historiques (GT-TSH) qui s'est tenue le 29 mars 2023, depuis sa réorganisation en 2021. Les réunions plénières réunissent les membres du GT et sont ouvertes au public.

### 1.1 3ÈME RÉUNION PLÉNIÈRE DU GROUPE DE TRAVAIL

Initialement organisée dans les locaux d'EDF R&D, un mouvement social a obligé l'organisation de la réunion en visio-conférence.

32 participants ont assisté à cette journée. Par ordre alphabétique des organismes :

Organisme	Membre	Matin	Après-Midi
Artelia	Franck Mazas	X	X
	Robin Sigwald	X	X
BRGM	Jessie Louisor	X	X
	Aurélie Maspataud	X	X
CCR	Jérémy Désarthe	X	
Cerema	Sabine Cavellec	X	X
DDTM 50	François Meunier	X	X
DGPR	Antoine Lhermite	X	X
EDF	Marc Andreevsky	X	X
	Vito Bacchi	X	X
	Michel Benoit	X	X
	Guillaume Boidin	X	
	Thierry Boulet	X	
	Lydia Kheloui	X	
	Maria Rodrigues Teles Sampaio	X	
	Marc Torres	X	X
ENPC	Sebastien Boyaval	X	X
IRSN	Lise Bardet	X	X
	Antonin Migaud	X	X
ISEN Nantes	Pierre Pouzet	X	X
Mercator Océan	Angélique Melet		X
Météo France	Florence Besson	X	X
ROLNDF	Maëlys Lopin	X	X
	Arnaud Thulie	X	X
Sea Gust	Nadia Mkhinini	X	X
Shom	Nathalie Giloy	X	X
	Didier Jourdan	X	X
	Alexa Latapy	X	X
	Nicolas Pouvreau	X	X
Université Bretagne Sud	Glen Bulot	X	
Université de Caen	Stéphane Costa	X	X
Université Gustave Eiffel	Frédérique Larrarte	X	X

Les supports de présentation ainsi que les enregistrements des présentations seront mis à disposition ici : [http://refmar.shom.fr/evenements\\_remarquables/gt\\_tsh/plenieres](http://refmar.shom.fr/evenements_remarquables/gt_tsh/plenieres)

## 1.2 CONTEXTE - PRÉSENTATION DU GROUPE DE TRAVAIL

Initié en 2016 sous l'impulsion de l'IRSN, le GT a pris un nouveau tournant en 2021 avec la mise en place d'une collaboration spécifique IRSN-Shom, finançant un poste portant à 60% sur l'animation du GT. Ainsi, les travaux du GT trouvent des prolongements et liens avec de nouvelles thématiques, en s'intéressant aux tempêtes et submersions historiques plus récentes, aux notions de risque, vulnérabilité ou à l'adaptation des sociétés à ces événements, mais également une ouverture sur de nouveaux territoires tels que la Méditerranée et l'Outre-Mer (où la thématique est élargie aux cyclones).

Cette réorganisation a également permis de dissocier les échanges sur des sujets spécifiques, des échanges administratifs (réf. a)). Ainsi, des sous-groupes thématiques se réunissent depuis de manière indépendante suivant des calendriers propres. Une fois par an une réunion plénière est organisée, permettant de restituer les avancées à l'ensemble du GT.

## 2 SESSION MATINALE

### 2.1 OUVERTURE ET PRÉSENTATION DU GT

Nathalie Giloy (Shom) rappelle la genèse du GT-TSH dont l'objectif initial est la mutualisation de sources historiques et l'expertise de celles-ci pour la reconstruction de niveaux extrêmes marins en dehors des périodes d'observations marégraphiques systématiques (à partir du milieu du 19<sup>ème</sup> siècle). Une méthodologie a été développée, décrivant les étapes de reconstruction de niveaux marins historiques à partir de données d'archives. Dans le but d'améliorer cette méthodologie, mais également d'élargir les thématiques, différents sous-groupes de travail ont été mis en place dans le GT-TSH au cours de l'année 2021.

### 2.2 SOUS-GROUPE « TYPES DE DONNÉES » - S. CAVELLEC (CEREMA), A. MASPATAUD (BRGM)

Sabine Cavellec (Cerema) et Aurélie Maspataud (BRGM) présentent à deux voix les travaux de ce sous-groupe. L'objectif étant de créer un catalogue de fiches de données permettant de :

- accompagner la BD TSH
- utiliser un vocabulaire commun entre membres du GT-TSH
- aider à la compréhension des ressources historiques et scientifiques mobilisées au sein du GT-TSH
- faire un état de l'art pour un public averti et utilisateur de la BD-TSH

Ce catalogue sera composé d'une partie introductive, de 17 fiches thématiques regroupées en 5 grands thèmes et d'un glossaire. Le tableau présente les fiches et leur état d'avancement.

Chaque fiche a un ou plusieurs pilotes et la relecture se fait de manière collégiale.

Les fiches finalisées seront déposées au fur et à mesure sur le site REFMAR, dans un espace dédié aux travaux du GT-TSH : [Données - Refmar \(shom.fr\)](https://donnees-refmar.shom.fr)

Début de rédaction mi 2023	En cours de rédaction	Finalisation
Sources Orales	Mouvements verticaux du sol	Données dendrochronologiques
Sources iconographiques et matérielles	Trait de côte et géomorphologie littorale	Données sédimentologiques
Données cartographiques	Sources historiques écrites	Etats de mer
Run up		Pression atmosphériques
Présentation des phénomènes de submersion		Vent
		Niveau marin
		Prédiction de marée
		Surcotes
		Référentiels verticaux

### 2.3 SOUS-GROUPE « STATISTIQUES DES EXTRÊMES »

Franck Mazas (Artelia) présente au nom de Gaël André (Shom) les avancées du groupe statistiques des extrêmes.

Une grande partie des discussions au sein de ce groupe a porté sur l'édition 2022 du produit « Statistiques des niveaux marins extrêmes des côtes de France » co-produit par le Shom et le Cerema. Ces estimations probabilistes sont réalisées uniquement à partir des données systématiques d'observation marégraphique du niveau de la mer, contrôlées par Gaël André (Shom) et les calculs sont réalisés par Xavier Kergadallan (Cerema).

Afin d'avertir les utilisateurs du produit de l'apport des données historiques et régionales dans les études statistiques, un volet pédagogique a été réalisé par les membres de ce sous-groupe et annexé au produit final. Plusieurs membres du sous-groupe ont également relu le produit complet avant sa parution.

En parallèle, chaque organisme représenté dans ce sous-groupe a présenté le type d'études statistiques qu'il mène autour de la thématique des niveaux marins extrêmes. Enfin, pour l'année 2023 un benchmark de ces méthodes statistiques est prévu en utilisant un même jeu de données comme référence.

### 2.4 ÉVALUATION DE DONNÉES – TEMPÊTES ET SUBMERSIONS MARINES HISTORIQUES POUR UNE UTILISATION OPÉRATIONNELLE

Deux projets en lien et / ou en collaboration avec le GT-TSH sont présentés par Jessie Louisor (BRGM).

#### 1. Le projet SCIDHRE

Ce projet est un projet exploratoire interne au BRGM et porte sur la Science des Données pour l'analyse des événements Historiques dans l'évaluation des RisquEs. Emmanuelle Athimon, actuellement enseignante à l'ISEN à Caen a présenté la méthode d'estimation de fiabilité des sources de données historiques. Cette étude a été développée au sein du GT lors du Postdoc d'Emmanuelle Athimon à EDF R&D. Des échanges ont suivi au sein du BRGM autour de la transposition de cette méthode sur des sources historiques spécifiques à d'autres aléas comme le risque sismique entre autres.

## 2. Le stage de M2 de Daniela Linares Ortegon (Univ. Paris Saclay)

Le stage de Daniela Linares Ortegon réalisé au cours de l'année 2022, co-encadré par le BRGM et Météo France et avec un COPIL composé de plusieurs membres du GT (BRGM, Météo-France, Cerema, SCHAPI, Shom) a porté sur

- l'exploration de différents types de données disponibles dans plusieurs bases de données ainsi qu'une analyse qualitative et quantitative de celles-ci
- la comparaison des bases sur différents critères (objectifs des bases, spatialité, temporalité, contenu)
- la proposition d'un arbre de décision à destination des missions RDI (référent départemental inondation) pour accompagner la capitalisation de données proposées par le Cerema.

En ce qui concerne les différentes bases de données analysées il résulte que chaque base a son propre objectif autour duquel la base a été structurée. Le seul champ commun des bases est celui de la date d'un événement.

Les missions RDI contactées dans le cadre du stage ont encore peu de connaissances sur la méthode des analogues développée par le Cerema en appui du Schapi (service central d'hydrométéorologie et d'appui à la prévision des inondations). Des formations sont organisées régulièrement à l'échelon national et régional. Elles sont dédiées à la maîtrise du phénomène maritime multi-factoriel et physiquement complexe. Elles associent les différents acteurs du réseau (Schapi, services de prévisions des crues (SPC), Météo-France, missions RDI, SCSOH (services de contrôle de la sécurité des ouvrages hydrauliques).

### 2.5 INCERTITUDES LORS DE L'ESTIMATION DE PRÉDICTION DE MARÉE DANS LE PASSÉ, N. GILOY (SHOM)

Nathalie Giloy présente les travaux menés au Shom au sujet des prédictions de marée pour des événements historiques avec peu voire pas du tout de données d'observations marégraphiques.

Les travaux portent sur la comparaison de différentes méthodes pour l'estimation de prédiction de marée en fonction de données d'observations marégraphiques disponibles.

La marée est un mouvement régulier. Par le biais de l'analyse harmonique de données d'observations marégraphiques il est possible de séparer un certain nombre de composantes de marée (amplitude et phases) calculées en fonction d'une référence verticale fixe (ici, le niveau moyen de la mer). À partir de ces composantes harmoniques (CH) il est possible de recréer le signal de marée, donc de réaliser des prédictions, nécessaire à l'estimation de surcotes de pleine mer.

Actuellement au sein du GT-TSH deux méthodes d'estimation de prédictions de marée existent :

1. Utilisation de données marégraphiques historiques contemporaines à l'événement pour estimer des composantes harmoniques et du niveau marin moyen lors de l'événement
2. Utilisation des composantes harmoniques modernes estimées par analyse harmonique sur des données marégraphiques récentes
  - ajustement du niveau moyen de la mer en utilisant une tendance linéaire estimée sur les moyennes journalières SONEL ([www.sonel.org](http://www.sonel.org)).

Pour ce faire 14 séries longues d'observations marégraphiques ont été utilisées. Dans un premier temps la variabilité des composantes a été analysée selon deux aspects :

La durée d'observation utilisée pour réaliser une AH (utilisation de 1 à 19 ans d'observations) et la variabilité dans le temps des CH ont été analysées. De plus différentes périodes (30, 60 et

120 ans d'observations) ont été utilisées pour estimer des tendances linéaires d'évolution du niveau de la mer.

Il résulte de cette étude que la surcote de pleine mer est fortement dépendante de la méthode de prédictions de marée. Ainsi, il n'existe pas de méthode parfaite pour ces prédictions il y aura forcément une incertitude associée à la surcote.

La comparaison des deux méthodes donne des résultats encourageants : en effet, si l'on utilise au moins deux ans d'observations pour estimer des CH, l'erreur RMSE entre les deux méthodes se situe autour de 12 cm, avec une P95 de 20 cm. Ces valeurs baissent, plus la durée d'observations est allongée pour réaliser une AH. En l'absence de données contemporaines à l'évènement, la correction des prédictions de marée avec une tendance linéaire permet d'avoir une incertitude sur la surcote inférieure à 10 cm à partir de 60 ans d'observations pour le calcul de la tendance.

## 2.6 MISE À DISPOSITION DE LA BD TSH

Antonin Migaud (IRSN) présente les travaux menés à l'IRSN autour de la BD TSH (Base de données Tempêtes et Submersions historiques). L'objectif de cette BD est de recenser les événements de submersions (ou tempêtes ayant pu conduire à une submersion) qui n'auraient pas été mesurés par le réseau de marégraphes, notamment des surcotes extrêmes additionnelles afin d'alimenter les études de sûreté sur la façade Manche et Atlantique. Ainsi, les informations collectées sont stockées dans la BD publique. La BD a été développée sous PostgreSQL avec une extension spatiale PostGIS. Cette base de données contient actuellement plus de 800 événements.

Depuis mars 2023 cette BD est référencée sur le site internet suivant : [Tempêtes et Submersions historiques \(BDDTSH\) - data.gouv.fr](https://bddtsh.irsn.fr)

Enfin, une interface web est en cours de développement à l'IRSN depuis 2020. Cette interface a été mise à disposition du public en février 2023 et elle est accessible via ce lien : <https://bddtsh.irsn.fr>. L'IRSN a également mis à disposition une adresse mail pour répondre aux questions ou remarques sur cette BD TSH : [contact.bddtsh@irsn.fr](mailto:contact.bddtsh@irsn.fr).

## 2.7 INSERTION DES ÉVÉNEMENTS HISTORIQUES DANS UNE ANALYSE RÉGIONALE

Marc Andreevsky (EDF R&D-LNHE) présente la méthode régionale FAB, permettant l'ajout d'informations historiques dans une analyse statistique régionale des extrêmes de surcotes de pleine mer. À contrario d'une analyse locale, basée uniquement sur une seule série statistique, les méthodes d'analyses régionales combinent plusieurs séries d'une région dite « homogène » (physiquement et statistiquement), permettant de cumuler plus d'informations utiles pour les statistiques réalisées. Dans un deuxième temps, ces séries régionales sont complétées d'événements historiques (on s'appuie alors sur l'hypothèse crédible que la fréquence des tempêtes peut être considérée comme constante). Lorsque l'on observe l'échantillon régional obtenu, en particulier vers les valeurs les plus hautes de celui-ci, on constate qu'il contient plus d'éléments et que les écarts entre les valeurs les plus extrêmes sont réduits du fait de la densité plus importante des extrêmes les plus grands. Les horsains qui apparaissaient dans les échantillons locaux (c'est à dire les extrêmes pour lesquels on pouvait observer des écarts importants entre leur valeur et le reste de nuage de points) ne sont plus alors étiquetés comme tels par les tests statistiques utilisés sur les échantillons régionaux. Ceci permet aussi, en plus de la durée plus grande obtenue d'observations homogènes, de fiabiliser les estimations, en particulier pour les très grandes périodes de retour. Par ailleurs, M. Andreevsky rappelle

l'importance d'appliquer correctement et de façon complète la méthode FAB avant comparaison avec d'autres méthodes.

### **3 SESSION DE L'APRÈS-MIDI**

#### **3.1 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 présente deux projets de Data Rescue du Shom ainsi que leurs applications. L'ajout de mesures de hauteur d'eau dans le passé permet de mieux appréhender les effets du changement climatique sur cette grandeur physique aussi bien sur l'évolution à long terme que sur les événements extrêmes.

Dans le cadre du PAPI d'Intention de Saint Malo, la reconstruction de la série composite Saint-Malo / Saint Servan a été livrée en 2022. La série numérique de Saint-Malo a pu être allongée dans le passé de plus d'un siècle de données plus au moins continues. Une étude préliminaire de statistiques sur les surcotes de pleine mer sur la série malouine a permis de mettre en évidence que la surcote maximale s'est produite le 30/10/2000. L'ajout des nouvelles données a permis de renforcer le corps de la distribution statistique et de baisser les niveaux de retour des surcotes de pleine mer centennale et millénaire ( $1,02 \pm 0,11$  m avec la série numérique de 1900 à l'actuel contre  $0,97 \pm 0,05$  m avec les nouvelles données numérisées depuis le 19<sup>ème</sup> siècle).

Depuis février 2023 un nouveau projet de reconstruction a été initié sur financement de la DGPR et du Shom. En collaboration avec le Grand Port Maritime de Bordeaux, trois séries marégraphiques sur l'estuaire de la Gironde seront reconstruites: Port Bloc, Pauillac et Bordeaux. Ces trois séries, disposent d'un siècle de données. Une fois reconstruites, elles fourniront des informations aussi bien temporelles sur l'évolution de la marée que spatiales à l'échelle d'un estuaire.

#### **3.2 TRAVAUX DU CEREMA EN APPUI À LA MISSION RDI SUR LE LITTORAL, S. CAVELLEC (CEREMA)**

Sabine Cavellec présente les travaux du Cerema en appui à la mission RDI (Référént Départemental Inondation) sur le littoral.

En préparation de la gestion de crise inondation, une capitalisation des données existantes sur les événements météo-océaniques passés est réalisée afin de pouvoir comparer ces événements, dont les conséquences à la côte sont connues avec des événements à venir. Cette capitalisation se fait sous forme de fiches appelées "fiches tempêtes" La structure de ces fiches est composée d'une partie aléas (identification de la tempête et caractéristiques météo-océaniques : état de mer, niveau de la mer, données météorologiques (vent, pression), niveau d'eau aux stations dans les estuaires, etc.) et une partie dommages à terre. Les travaux actuellement menés au sein de la DDTM29 (département test) ont pour objectif de remplir automatiquement la partie « aléas » des fiches pour faciliter le travail de la mission RDI. Ce remplissage se fait par "web scraping" à partir des données d'observation uniquement, disponibles sur les sites candhis (données de houle), du Shom (niveaux marins), Météo-France (VVS, vent et pression) et hydroportail (niveau d'eau aux stations dans les estuaires).

Les routines sont actuellement en cours de développement et sont testées sur 10 tempêtes récentes (2008-2022). Les routines permettent de générer des fichiers .csv par type de données qui alimentent une base de données « aléas » (accessible via QGIS). Cette BD permet ensuite de générer les fiches tempêtes en format Word et PDF.

### 3.3 UTILISATION DES TEMPÊTES HISTORIQUES POUR UNE PRISE DE CONSCIENCE PAR LE PUBLIC DE LA VULNÉRABILITÉ DU TERRITOIRE DANS LE CADRE DES PROCESSUS DE CONCERTATION MIS EN PLACE DANS L'ÉLABORATION DES STRATÉGIES DE GESTION INTÉGRÉE DU TRAIT DE CÔTE, R. SIGWALD (ARTELIA)

Le rôle des tempêtes historiques dans les processus de concertation mis en place dans l'élaboration des stratégies de gestion du littoral est présenté par Robin Sigwald, d'Artelia. Les stratégies littorales participatives ont pour objectifs :

- d'anticiper les risques littoraux ainsi que les effets du changement climatique ;
- de coconstruire une vision à long terme du territoire ;
- d'accompagner les territoires dans l'application de ses stratégies ;
- de mobiliser les acteurs et les populations concernées.

Cette approche est à la fois une approche multirisque (inondation par la mer, par les terres et risques sur tout type d'infrastructure) mais également pluridisciplinaire (incluant les différents acteurs du littoral) et s'intéresse à une échelle de temps large (événement historique pour préparer les littoraux du futur). Ce dernier point est fondamental d'un côté pour la prise de conscience des risques actuels afin d'anticiper les risques futurs mais également pour réinstaurer une mémoire du risque permettant aux communes de mieux construire les stratégies littorales.

### 3.4 SUIVI DES ÉVÉNEMENTS TEMPÉTUEUX SUR LE LITTORAL DE LA NORMANDIE ET DES HAUTS DE FRANCE

Les actions en termes de suivi d'événements de tempêtes sur le littoral normand et des hauts de France sont présentés par Arnaud Thulie et Maëlys Lopin (ROLNHDF).

Ce projet a été initié en 2013. Depuis un travail d'identification des besoins, de proposition et de mise en place techniques ont été réalisés. Ces propositions ont été testées et validées et aujourd'hui la démarche projet est la suivante : en cas d'une alerte VVS les sentinelles observent les dégâts causés par l'événement et renseigne un formulaire unique en ligne. Ces informations sont ensuite stockées dans une base de données et après validation, diffusées au grand public via ce site : [ROLNHDF](https://rolnhdf.fr). Aujourd'hui plus d'une trentaine de structures font parties du réseau des sentinelles et contribuent à l'alimentation d'une plateforme au service des territoires.

## 4 TEMPS D'ÉCHANGE ET PERSPECTIVES

Le format d'une journée de réunion plénière semble convenir aux participants. Les participants ont exprimé le souhait que l'édition 2024 puisse se faire en présentiel.

Robin Sigwald (Artelia) souligne que le travail sur la mémoire des tempêtes reste important et nécessaire.

Le sujet du wave setup est évoqué avec la possibilité de l'estimer et de le modéliser. Didier Jourdan (Shom) rappelle que en effet le wave setup est mesuré dans les observations et que sa prise en compte dans les systèmes de prévision est un axe majeur de travail actuellement développé au Shom avec météo-France. D'ici la fin de l'année une première étape sera franchie avec le raffinement des capacités de prévision sur tout le littoral atlantique, Manche et Mer du Nord. Dans un second temps, pour fin 2024, l'implémentation d'un couplage niveau – vagues – courant est prévue sur une zone allant du bassin d'Arcachon aux pertuis charentais en lien avec Météo France fournissant une prévision de surcote incluant le wave-setup. La complexité physique et la nécessité d'une très haute résolution (THR - environ dizaine de mètres) rendent



la mise en opération très complexe. Florence Besson (MF) complète que l'objectif à long terme est de pouvoir généraliser des modèles THR, cependant elle précise que ces résolutions vont au-delà de la mission de vigilance demandée à MF. Actuellement la vigilance est élaborée par portions de côtes (2 à 3 par département). Les modèles futurs donneront des précisions beaucoup plus importantes, il faudra donc réfléchir collectivement à la réorganisation de la vigilance et la prévision opérationnelle à partir de modèles THR.

Jessie Louisor (BGRM) complète qu'il est compliqué d'estimer des hauteurs de vagues à partir de données historiques à terre, mais que c'est plus facile en mer. De plus, les statistiques multivariées permettent l'intégration de plusieurs variables dans un même modèle.

Nathalie Giloy (Shom) rappelle que la présence d'historiens est importante au sein de ce GT et espère une présence plus forte d'historiens lors de la prochaine réunion.

Elle clôt la réunion en remerciant les participants à la réunion ainsi que les acteurs tout au cours de l'année.

ASC Nathalie GILOY  
Pilote du GT « Tempêtes et  
submersions historiques »  
**Signé : Nathalie Giloy**

## LISTE DE DIFFUSION

DESTINATAIRE(S) : PARTICIPANTS & MEMBRES DU GT

COPIES INTERIEURES :

- - DOPS
- STM
- MAC
- DSD/DAF
- DTRI
  
- ARCHIVES (N° DU PLAN DE CLASSEMENT).