

Le dispositif Vigilance Vagues-Submersion, prévoir les inondations par la mer

Eric Caillaud, Marjorie Bougeon, Denis Paradis,
Florence Besson

Prévision Marine et Océanographie,
Directions des Opérations pour la Prévision,
Météo France

Colloque SHF Toulouse, 30 novembre 2023



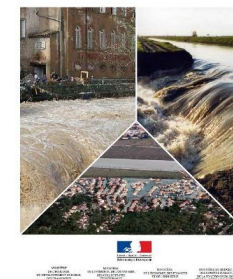
Etretat (76), Tempête Eleanor 3 janvier 2018 © R.Caspar

Mise en place de la vigilance Vagues-Submersion

- Octobre 2011 : intégration de la VVS dans le dispositif Vigilance
- Suite à des événements dramatiques de submersions rapides dont la tempête Johanna (mars 2008)
- Attente accentuée avec la tempête Xynthia (février 2010)

Plan submersions rapides

Submersions maritimes, crues soudaines et ruptures de digues

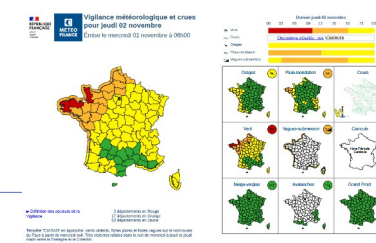
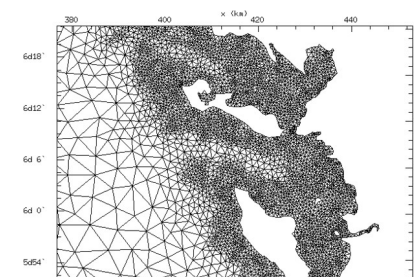


La tempête Johanna

- > Dépression née au niveau de Terre-Neuve le 08/03/2008
- > Déplacement d'Ouest en Est jusqu'à passer sur les îles britanniques le 10/03/2008
- > A l'Ouest de la Bretagne,
 - pression atmosphérique atteignant 975 hPa
 - Vents de 150 km/h
 - Vagues de 13 m au large (Hs)
- > Nombreux dommages sur les côtes

Bretonnes:

- Côte Sud: Essentiellement submersion
- Côte Nord: Submersion avec chocs de vagues et érosion (vagues plus fortes et pentes plus raides)

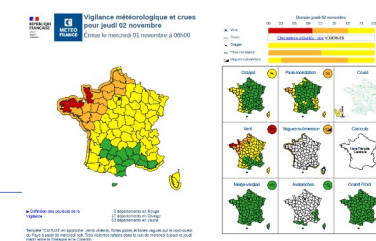
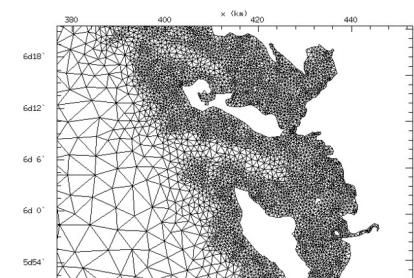
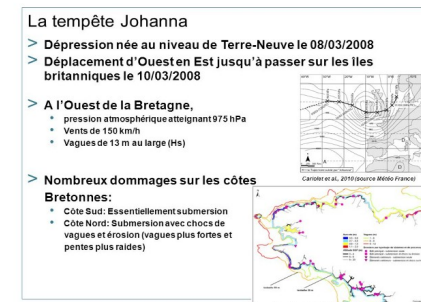
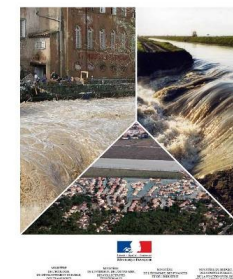


Mise en place de la vigilance Vagues-Submersion

- Octobre 2011 : intégration de la VVS dans le dispositif Vigilance
Suite à des événements dramatiques de submersions rapides dont la tempête Johanna (mars 2008)
Attente accentuée avec la tempête Xynthia (février 2010)
- Élaboration confiée à Météo-France en lien avec le SHOM
 - **Définition de critères de mise en vigilance** : inventaire des événements de référence et de leurs impacts (avec les services de l'état), rejeu par modélisation, vulnérabilité
 - **Développement d'outils de prévision numérique spécifiques** (projet Homonym, Météo-France, SHOM, DGPR)
 - **Organisation opérationnelle (H24) et production** (cartes, bulletins)
 - **Extension récente à l'outre-mer**

Plan submersions rapides

Submersions maritimes, crues soudaines et ruptures de digues



L'aléa Vagues-Submersion

L'aléa « vagues-submersion » englobe deux aléas :

1. Aléa submersion marine

- La submersion par débordement
- La submersion par franchissement de «paquets de mer»
- La submersion par rupture du système de protection (digue ou cordon dunaire)

2. Aléa fortes vagues

- Dégâts sur les infrastructures (digue, jetée)
- Transport de matériaux (galets)
- Érosion littorale



Débordement de quai portuaire à La Rochelle (17), tempête Christine 3 mars 2017 © M. Hontarède (MF)



Franchissements de paquets de mer à Nice (06), novembre 2011 © Nice-Matin



Villeneuve-Loubet (06), novembre 2011 © Nice-Matin

Le phénomène Vagues-Submersion

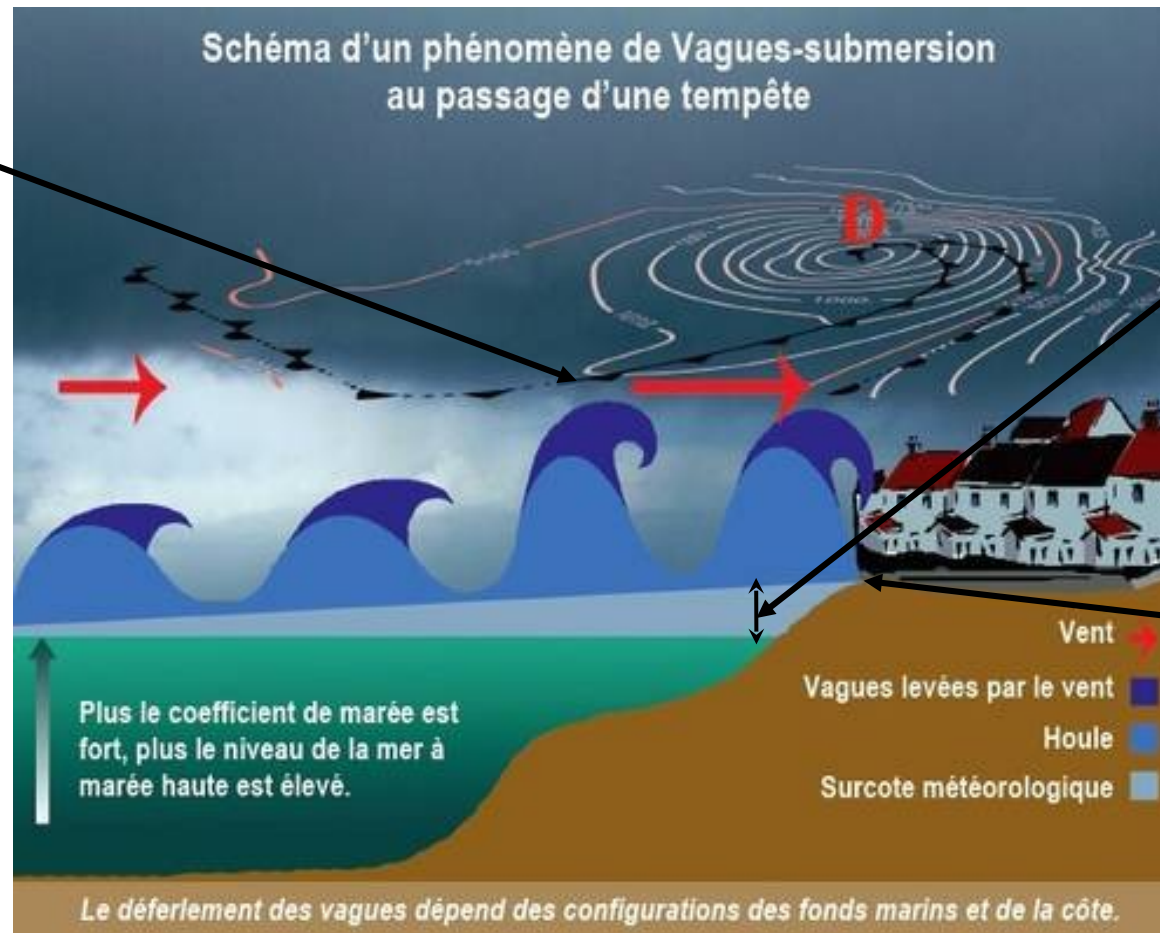
C'est le croisement de deux dimensions principales : océanique et météorologique

Vagues/houle

Surcote
due au vent d'afflux
fort et à
la baisse de
pression
atmosphérique

La marée
astronomique
(prédictible)

Littoral
vulnérable

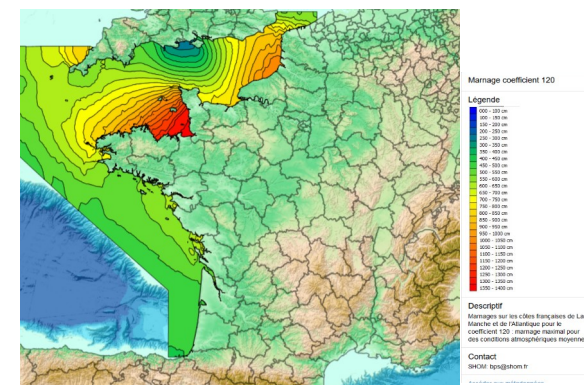


Conjonction d'un niveau marin élevé et de fortes vagues => submersion sévère

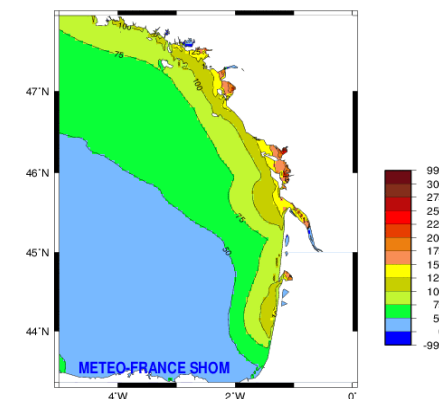
Un phénomène régionalisé

La bathymétrie et la forme du trait de côte jouent un rôle important :

- **Pour la marée : variabilité géographique de l'amplitude**
Marnage très important en Manche (15m à Saint-Malo, 10m baie de Somme), plus faible sur la façade Atlantique (4m60 à Bayonne)
- **Pour la surcote : des zones plus sensibles** = zones de faible profondeur avec des formes où l'eau peut être piégée
Exemples : estuaire de la Loire, Baie de Bourgneuf, pertuis Charentais, bassin d'Arcachon
- **Pour les vagues : puissance de déferlement** liée à la pente de la plage et à son exposition à la houle

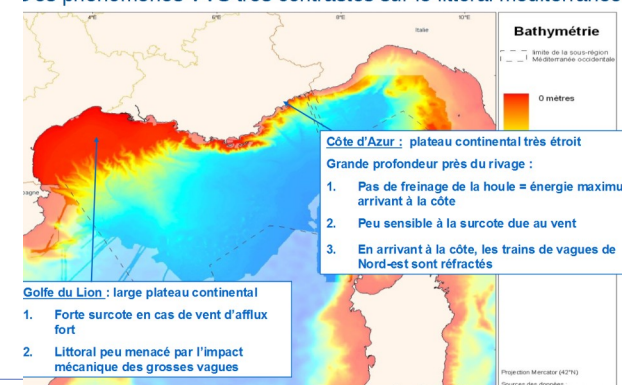


Marnage pour un coefficient 120



Carte de surcote maximum pour 30 tempêtes de référence, modèle HYCOM

Des phénomènes VVS très contrastés sur le littoral méditerranéen



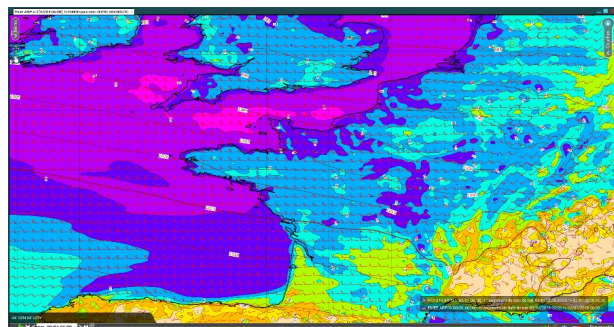
Le principe de l'expertise « VVS »

Après le choix d'un scénario synoptique (ex : trajectoire et creusement d'une tempête, modèle le plus pertinent),

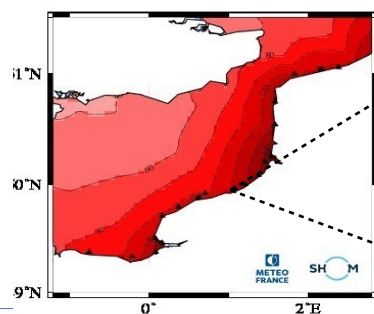
étude croisée des situations météo-océaniques par tronçon de littoral :

- **Niveau marin** : intensité de la marée, surcote, phasage du pic de surcote avec la pleine mer
- **Vagues** : mer du vent / houle, hauteur, période, direction, puissance des vagues, réfraction à la côte
- **Vent** : direction et force (si vent fort >30/35 kt et dirigé vers la côte, facteur aggravant)
- **Vulnérabilité du littoral** : bathymétrie, type et orientation de la côte, connaissance des situations passées, stocks de galets

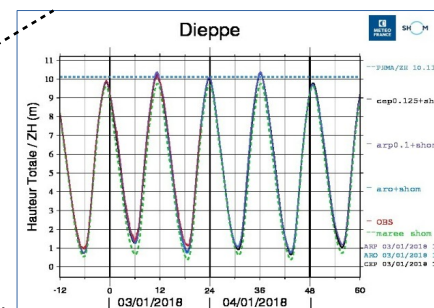
Pendant l'épisode, suivi de la situation (obs, webcam, réseaux sociaux), recalage et contacts locaux si besoin



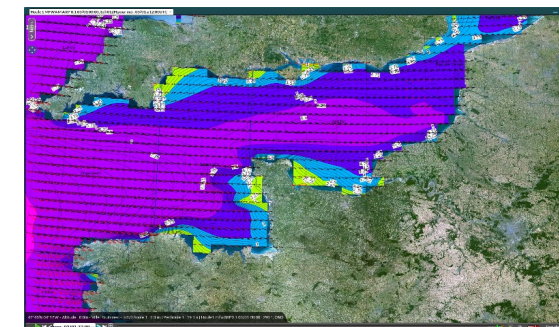
Analyse Arpège Pmer, vent 3/01/18 06 UTC



Maximum de surcote prévue
03/01/18



Niveau marin à Dieppe prévu et
observé

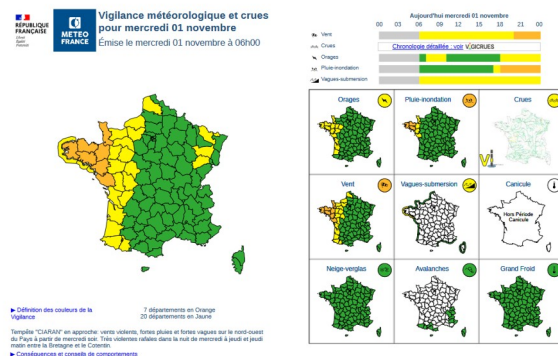


Modèle de vague MFWA

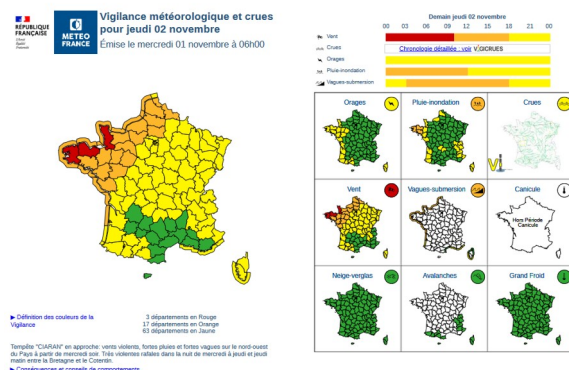
La production Vigilance Vagues-Submersion

Double carte de vigilance météo

- Depuis novembre 2022 : réactualisée au moins 2 fois par jour pour les échéances du jour (J) et du jour suivant (J+1)
- + infra-départemental : 46 zones littorales /25 dpts



Carte vigilance J



Carte vigilance J+1

Le bulletin de suivi vigilance

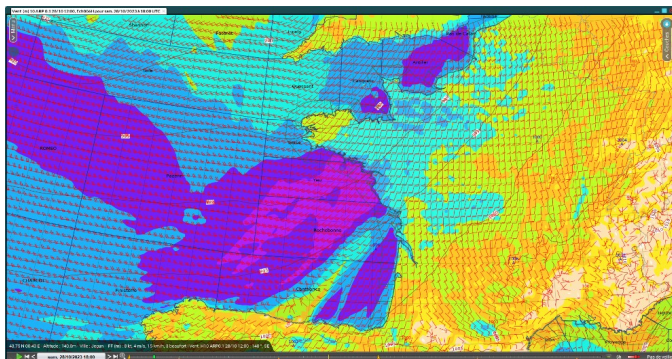
- Destiné au grand public et aux institutionnels
- Déclinaisons régionales (zones de défense) et nationale
- Contenu :
 - Phénomène
 - Localisation
 - Qualification
 - Faits nouveaux
 - Situation actuelle
 - Evolution prévue
- À partir du niveau VVS **Orange**

Le bulletin RDI Littoral

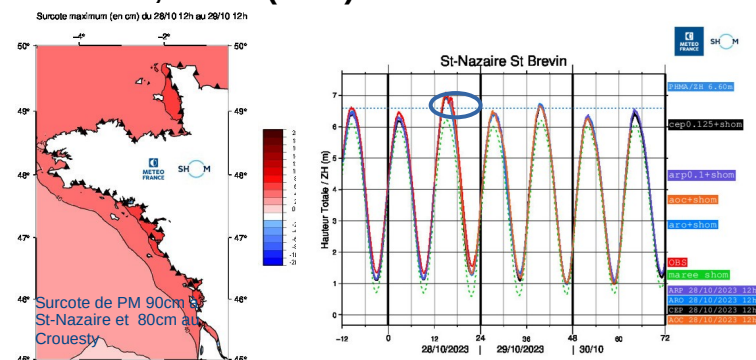
- Destiné aux missions RDI Littoral des DDTM
- Avec des données chiffrées par zone littorale et des commentaires
- À partir du niveau VVS **Jaune**

Tempête Céline du 28 octobre 2023

VVS orange sur le littoral nord-ouest

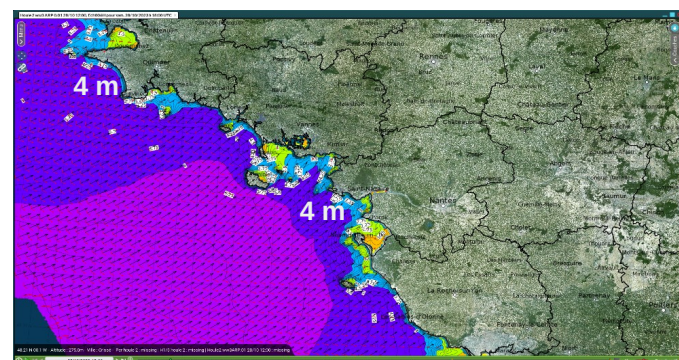


PMER, VENT (ARP) 28/10/23 18 UTC



Maximum de surcote
prévue 28/10/23

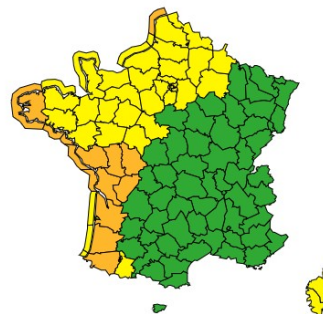
Niveau marin prévu et observé à
St-Nazaire ref ZH



ETAT DE LA MER (WW3ARP) 28/10/23 18 UTC

- Un coup de vent de sud-ouest affecte les côtes du nord-ouest du pays
- Coefficient de marée de 103 + forte surcote de pleine mer
- Niveau marin dépassant la PHMA >0,5m à St-Nazaire (44) et >0,4 m au Crouesty (56)

→ La conjonction de niveau marin élevé et de fortes vagues d'ouest à sud-ouest (4m) génère des submersions par débordement et des franchissements de paquets de mer



Le Croisic (44) © Ouest-France

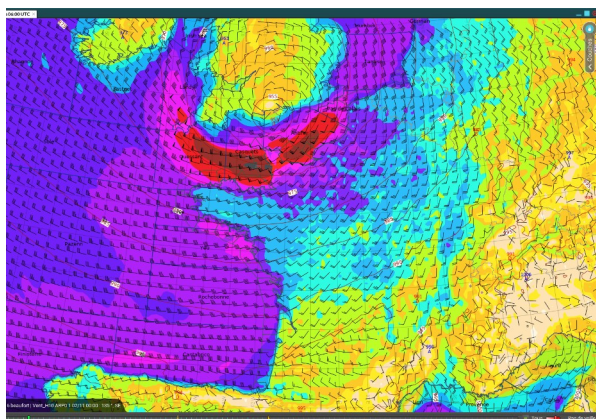


Lorient (56) © Ouest-France

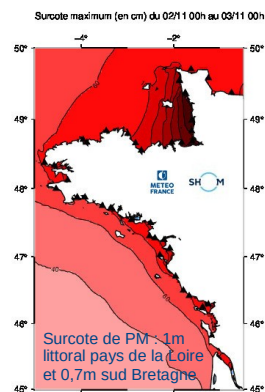


Pornic (44) © Ouest-France

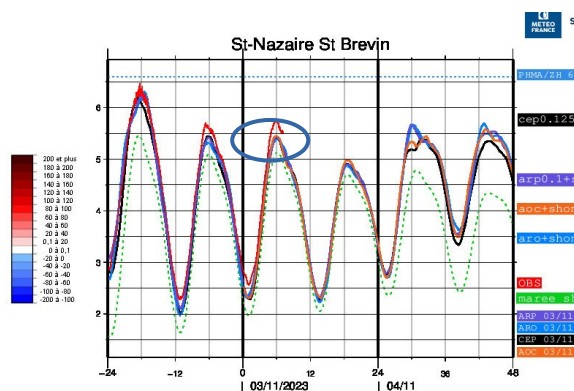
Tempête Ciaran du 02/11/2023 VVS orange sur tout le littoral



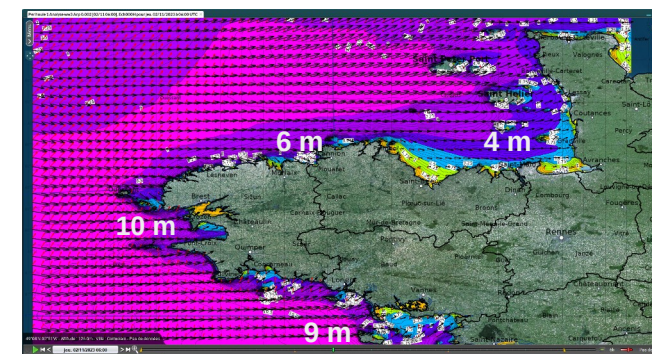
PMER, VENT (ARP) 02/11/23 06 UTC



Maximum de surcote
prévue 2/11/23

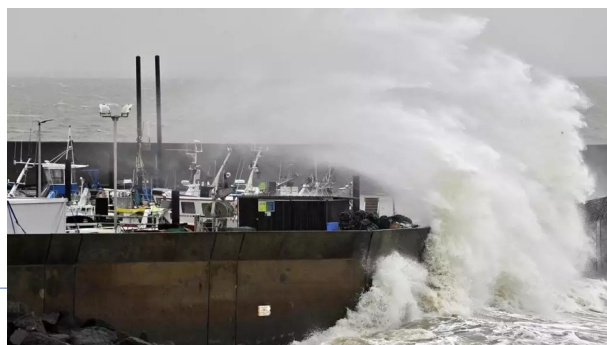
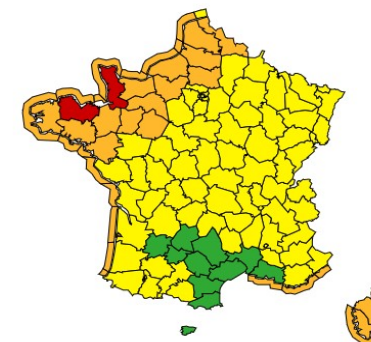


Niveau marin prévu et observé à St
Nazaire refZH



ETAT DE LA MER (WW3ARP) 02/11/23 6 UTC

- La violente tempête Ciaran balaye la Manche et le nord du pays
- Coefficient de marée de 71 + forte surcote de pleine mer
- Mer très grosse d'ouest : le 02 à 6UTC bouée large Finistère Hs =10m et Hmax>20m
- Niveau marin < PHMA sur tous les ports sud Bretagne et Pays de la Loire-
→ La conjonction de niveau marin relativement élevé et d'une mer très grosse génère des franchissements de paquets de mer sur les parties exposées du littoral



Port de Pornic(44). © Jérôme Fouquet/Ouest-France.



Sables-d'Olonne (85)

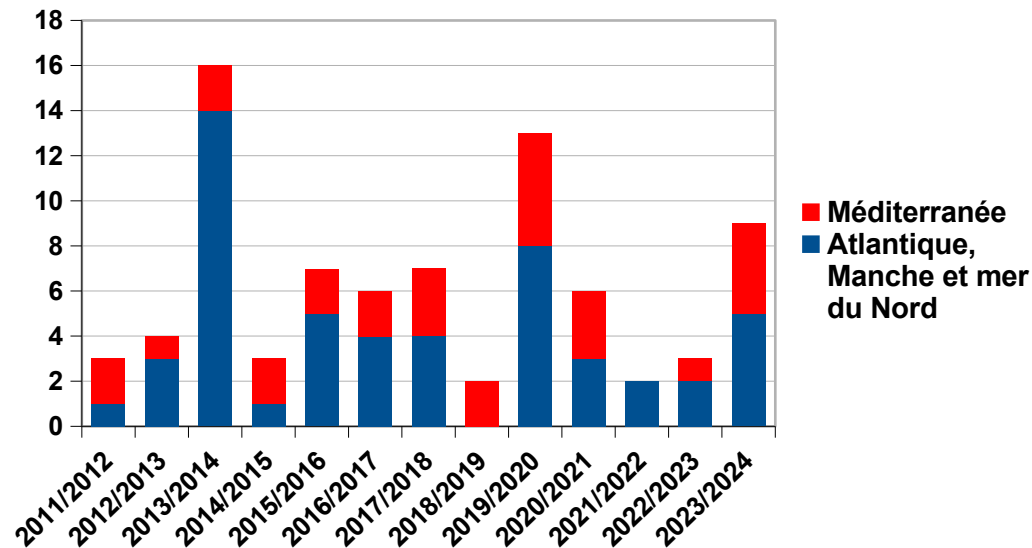


Perré endommagé, Gavres (56), ©DDTM56

Bilan et perspectives

- **Bilan vigilance Vagues-Submersion :**
81 épisodes de niveau Orange entre octobre 2011 et novembre 2023
 - 52 sur la façade Atlantique-Manche-Mer du Nord et 29 sur la façade Méditerranée
 - Grande variabilité interannuelle
 - 6 épisodes à l'automne 2023 (dont tempête Céline, Ciaran et Domingos)

Nombre d'épisodes de VVS de niveau **Orange**
(pas d'épisode de niveau Rouge depuis 2011)



Bilan et perspectives

- **Bilan vigilance Vagues-Submersion :**
81 épisodes de niveau Orange entre octobre 2011 et novembre 2023

- 52 sur la façade Atlantique-Manche-Mer du Nord et 29 sur la façade Méditerranée
- Grande variabilité interannuelle
- 6 épisodes à l'automne 2023 (dont tempête Céline, Ciaran et Domingos)

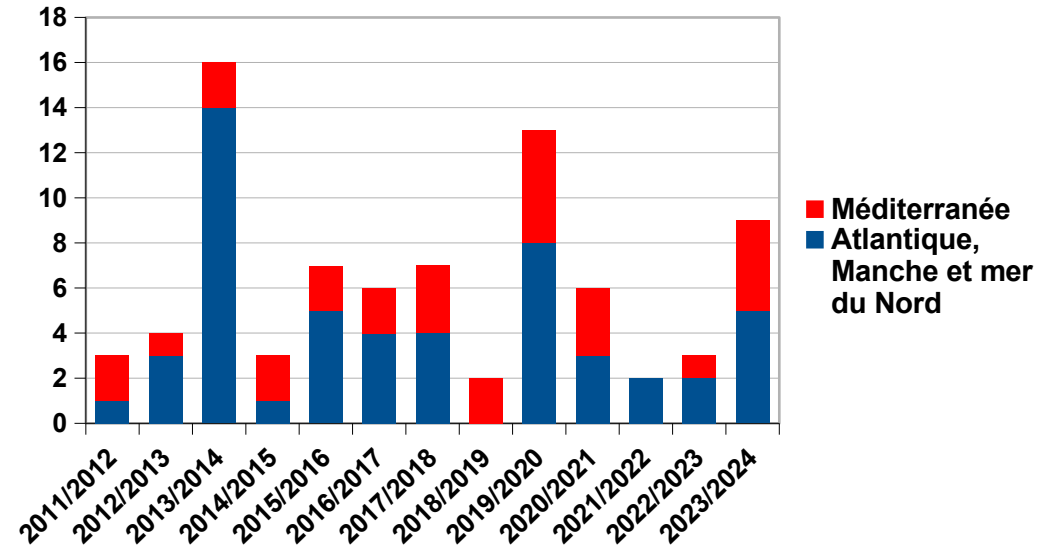
- **Évolution de la VVS**

- Amélioration continue par retour d'expérience
- Évolution récente de la vigilance : extension d'échéance, infra-départemental
- Poursuite de l'extension de la VVS en Outre-Mer

- **Évolution des modèles numériques**

- **Besoin d'observations pour la qualification et l'exploitation des modèles (bouées, marégraphes)**
- **Besoin de connaissances climatologiques (bases de données d'événements historiques)**

Nombre d'épisodes de VVS de niveau **Orange**
(pas d'épisode de niveau Rouge depuis 2011)



Merci pour votre attention

eric.caillaud@meteo.fr