



GT Tempêtes et Submersions Historiques

4^e Réunion plénière - 11 & 12 mars 2025



L'apport des données hydrodynamiques pour caractériser les tempêtes détectées au sein d'archives sédimentologiques et historiques

Pierre Pouzet & Déborah Idier





Contexte de l'étude à la suite du séminaire de 2020 du GT TSH / BRGM

WEBINAIRE

Tempêtes et submersions historiques 2020

Le 17 décembre 2020 - En ligne

Caractérisation des événements passés de submersion pour l'estimation des aléas présents et futurs : utilisation conjointe des approches historiques, statistiques et de modélisation

 Déborah Idier, Jérémy Rohmer, Rodrigo Pedreros, Sylvestre Le Roy, Jérôme Lambert, Jessie Louisor, Gonéri Le Cozannet, Erwan Le Cornec*

POUZET Pierre & MAANAN Mohamed

 Université de Nantes

 OSUNA - OR2C - LETG

 Journée séminaire du 17/12/2020 :

 Tempêtes et submersions historiques

Les tempêtes et submersions marines en Atlantique analysées par 1 000 années de données sédimentologiques et historiques

Home > Natural Hazards > Article

Coastal flood: a composite method for past events characterisation providing insights in past, present and future hazards—joining historical, statistical and modelling approaches

 Original Paper | Published: 22 February 2020

 Volume 101, pages 465–501, (2020) | [Cite this article](#)

[Download PDF](#) | Access provided by University of Angers

 Déborah Idier, Jérémy Rohmer, Rodrigo Pedreros, Sylvestre Le Roy, Jérôme Lambert, Jessie Louisor, Gonéri Le Cozannet & Erwan Le Cornec

[Use our pre-submission checklist](#)

 Avoid common mistakes on your manuscript.

[nature](#) > [scientific reports](#) > [articles](#) > [article](#)

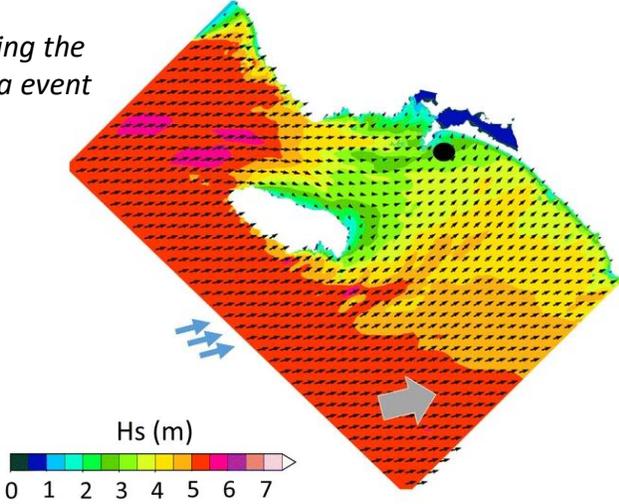
 Article | [Open access](#) | Published: 21 July 2020

Climatological influences on major storm events during the last millennium along the Atlantic coast of France

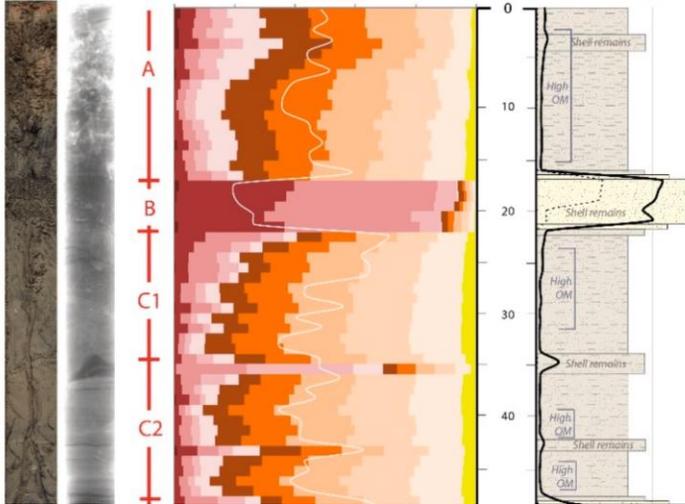
[Pierre Pouzet](#) & [Mohamed Maanan](#)

[Scientific Reports](#) 10, Article number: 12059 (2020) | [Cite this article](#)

Wave Hs during the 2018 Johanna event

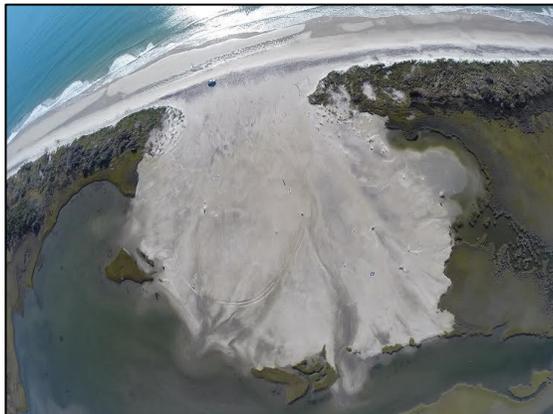


The 1896 event recorded in sediments



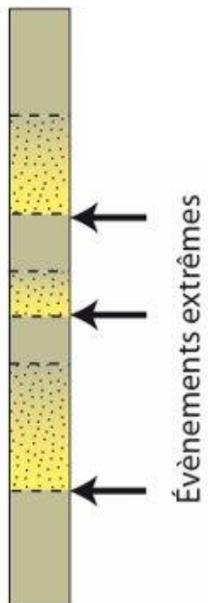
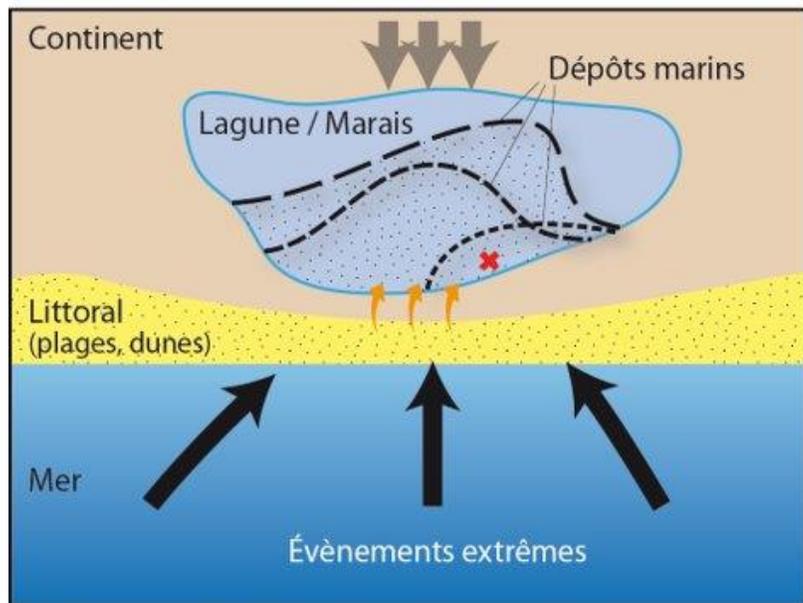


Des archives environnementales et écrites pour retracer l'histoire des aléas côtiers



Missions de terrain et analyses en laboratoire pour extraire des événements extrêmes dans les zones basses côtières.

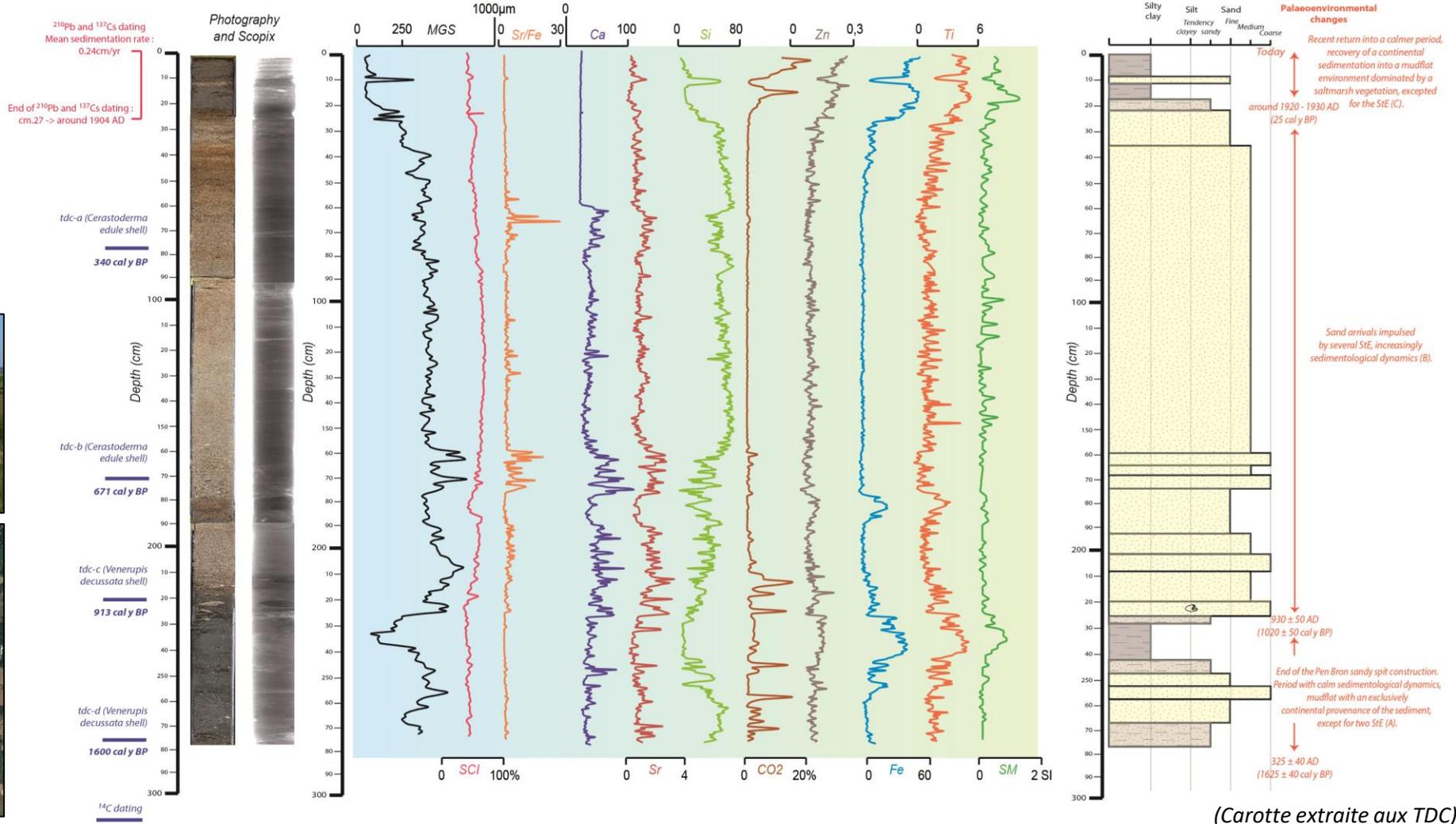
Confirmation des hypothèses sédimentologiques datées par une étude d'archives historiques.



Une étude sédimentologique menée dans deux sites propices : Traicts du Croisic & Petite mer de Gâvres

- Granulométrie
- Géochimie
- Matière organique
- Luminosité
- Susceptibilité magnétique

➤ Extraction d'évènements extrêmes passés



(Carotte extraite aux TDC)

Une étude sédimentologique menée dans deux sites propices : Traicts du Croisic & Petite mer de Gâvres

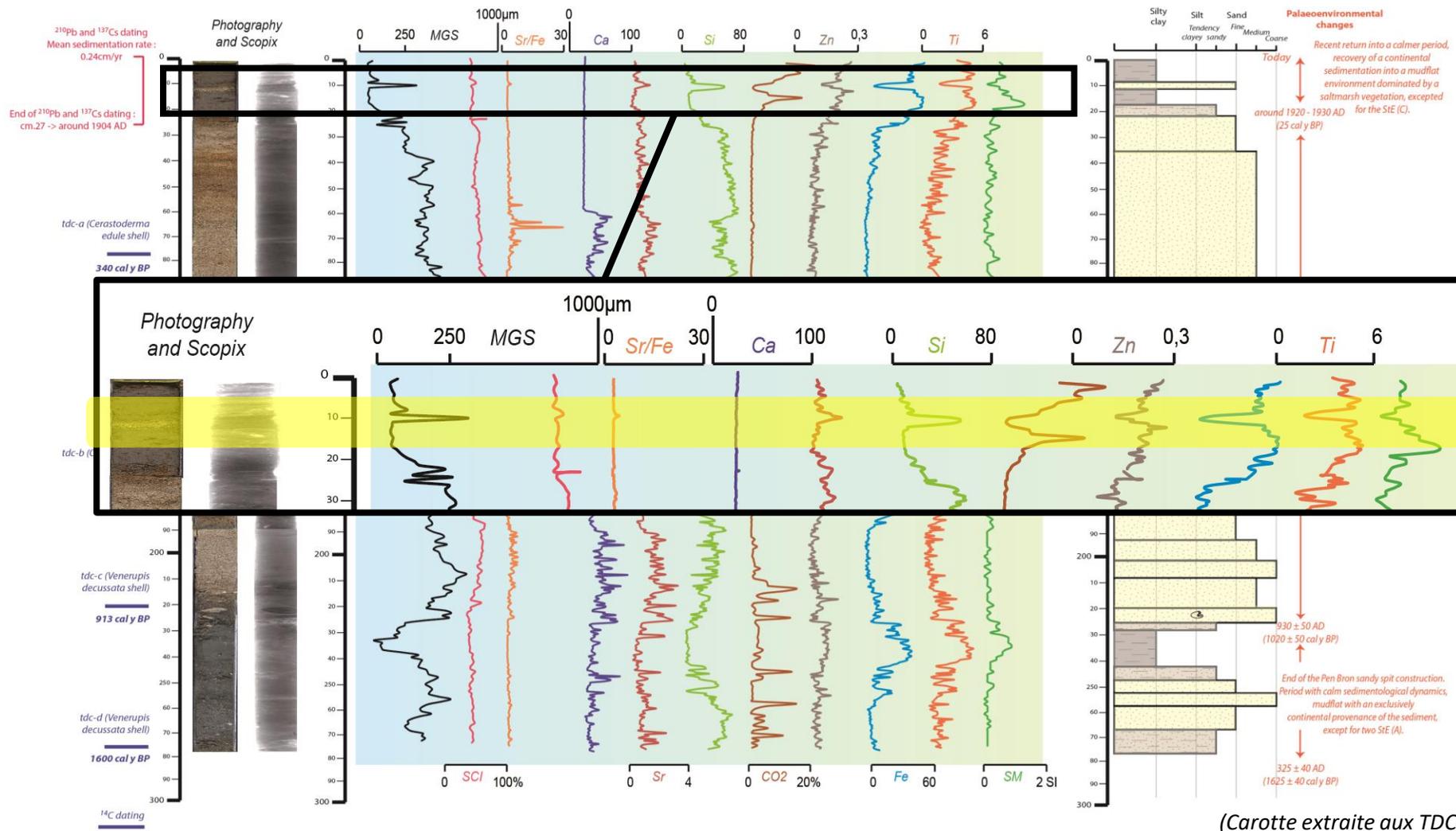
- Granulométrie
- Géochimie
- Matière organique
- Luminosité
- Susceptibilité magnétique

➤ Extraction d'évènements extrêmes passés

➤ Six dépôts de tempêtes précisés

➤ Exemple de 1973 ± 1.5 yr

- Croissances :
 - Sables
 - Clarté
 - Sr et de Si
 - + ratios géochimiques
- Décroissances :
 - CO₂
 - Zn, Fe, Ti
 - SM



(Carotte extraite aux TDC)

Deux bases de données historiques fouillées pour cibler les « candidats » possibles intégrés dans la marge d'erreur de la datation isotopique

- i. Une base de données « vaste échelle » avec des impacts ciblés dans le grand ouest
- ii. Une base de données localisée en Bretagne avec des impacts ciblés sur Gâvres

i. Dans la BDD « vaste échelle », le **13 février 1972 ressort nettement** (Pouzet et al., 2018) : à l'échelle de la France ce fut très nettement la tempête la plus violente avec des rafales max approchant les 200 km/h ; cependant les conditions marines semblaient être moins intenses.

Ile de Noirmoutier : il y a 50 ans, une tempête ravage le Bois de La Chaise

Beaucoup se souviennent de cet épisode qui a modifié la physionomie du Bois de La Chaise, en faisant tomber plus de 2 000 grands arbres. Et en changeant certaines mentalités.

Ouest-France
Publié le 12/02/2022 à 18h53

Abonnez-vous

LIRE PLUS TARD

PARTAGER

Newsletter Challans

Chaque matin, recevez toute l'information de Challans et de ses environs avec Ouest-France

Votre e-mail OK



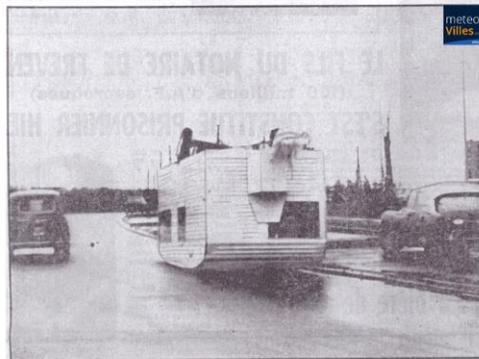
Ces arbres sont tombés pendant la tempête de 1972, sur des parcelles bordant un champ de pommes de terre déjà planté. | OUEST-FRANCE

Le 13 février 1972, une violente tempête apparentée à une tornade fait tomber plus de 2 000 arbres dans le Bois de la Chaise sur l'île de Noirmoutier (Vendée). Un drame qui se joue dans un périmètre restreint, dans une petite section située entre le Pélavé et les Souzeaux.

Des vents à 150 km/h sur Noirmoutier

SEIZE MORTS EN DEUX JOURS DE TEMPETE

• Vive inquiétude quant au sort de deux chalutiers en perdition avec une dizaine d'hommes à bord



Si la tempête est malheureusement épargnée, le beau temps est encore loin d'être général et le météo prévoit pour aujourd'hui un nouveau renforcement des vents d'ouest, avec de la pluie sur le sud-ouest. Dans cette région, où l'on a dénombré au moins seize morts, les dégâts sont considérables : cultures arrachées, voitures renversées, arbres déracinés, routes coupées et plusieurs rivières sont en crue, ce qui ajoute encore à la désolation. Notre photo : A Nantes, cette catastrophe s'est renversée sous la violence du vent. (Photo A.F.P.)

10 R. DE RICHELIEU... PARIS 2^e - 073.65.00-742.81.54 - FONDATEUR ROUË F LAZURICK

L'AURORE

1 CENTIMES LUNDI 14 FEVRIER 1972 N° 8.539 31^e ANNÉE

UNE VIOLENTE TEMPETE RAVAGE LE LITTORAL ATLANTIQUE

- 10 tués et de nombreux blessés dans l'Ouest et le Sud-Ouest
- L'île de Ré isolée : ni téléphone ni électricité
- Le clocher de la basilique d'Hennebont (Morbihan) s'écroule

Partout : routes coupées, toitures envolées, arbres arrachés

AVALANCHES DANS LES ALPES

(en Suisse et en Italie) : **9 MORTS**

Israël d'accord pour un remboursement : 375 millions de F.

MIRAGES



ii. Dans la BDD « locale », plusieurs autres hypothèses ressortent : **20 novembre 1972; 27 décembre 1972 ; 16 janvier 1974, 9 février 1974 et 11 février 1974; 28–29 janvier 1975; 3 novembre 1975 et 29 novembre 1975 => « candidats » testés avec les données hydrodynamiques**

Paramètres hydrodynamiques liés aux dépôts de tempête

Application d'une base de données numérique hydrométéorologique (Idier et al., 2020) : 1900-2016 HM dataset

➤ 6 dates extraites à la PMG :

- 1905 ± 10 yr
- 1931 ± 8 yr
- 1946 ± 7 yr
- 1973 ± 1.5 yr
- 1990 ± 3 yr
- 2000 ± 2 yr

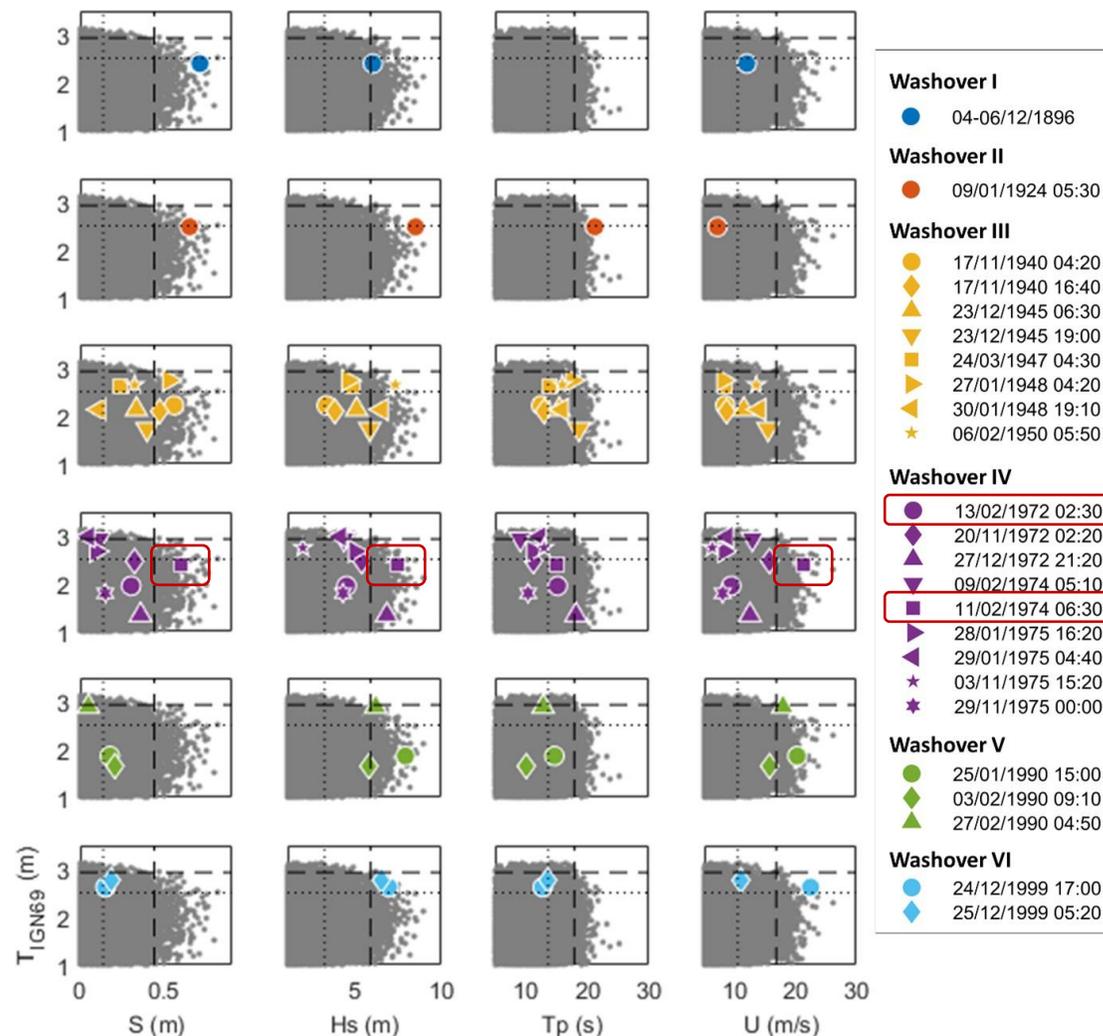
➤ Quels évènements sont les plus plausibles ?

1973 ± 1.5 →

➤ Paramètres utilisés :

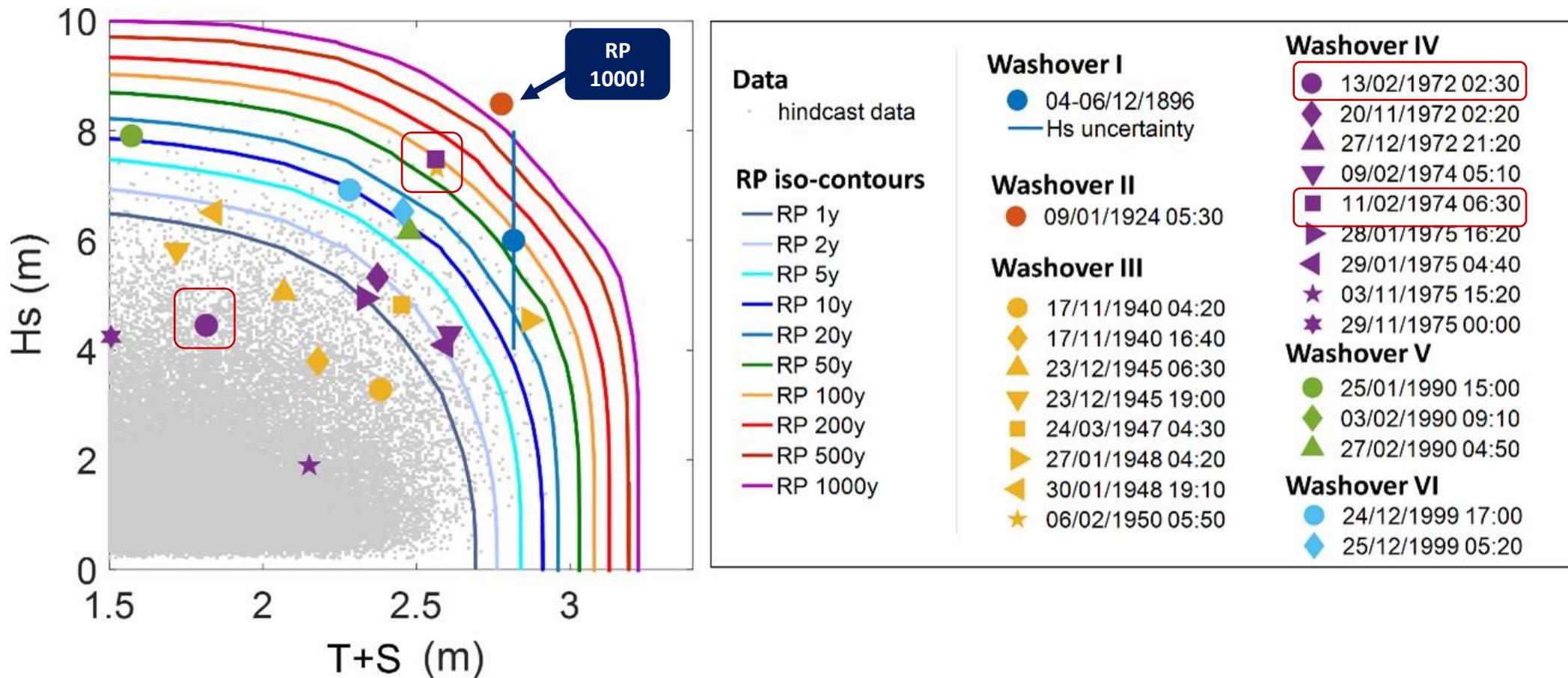
- Niveau Marin Moyen relatif (NMR, IGN69)
- Marée (T)
- Surcote atmosphérique (S)
- Hauteur significative des vagues (Hs)
- Période des vagues (Tp)
- Direction des vagues (Dp)
- Vitesse du vent (U)
- Direction du vent (DU)

(Lignes : Quantiles 0.9 et 0.995 ; points gris = pleine mer)



Paramètres hydrodynamiques liés aux dépôts de tempête

Estimation de périodes de retours conjointes par bEVA (Bivariate extreme value analysis) – simulation Monte Carlo

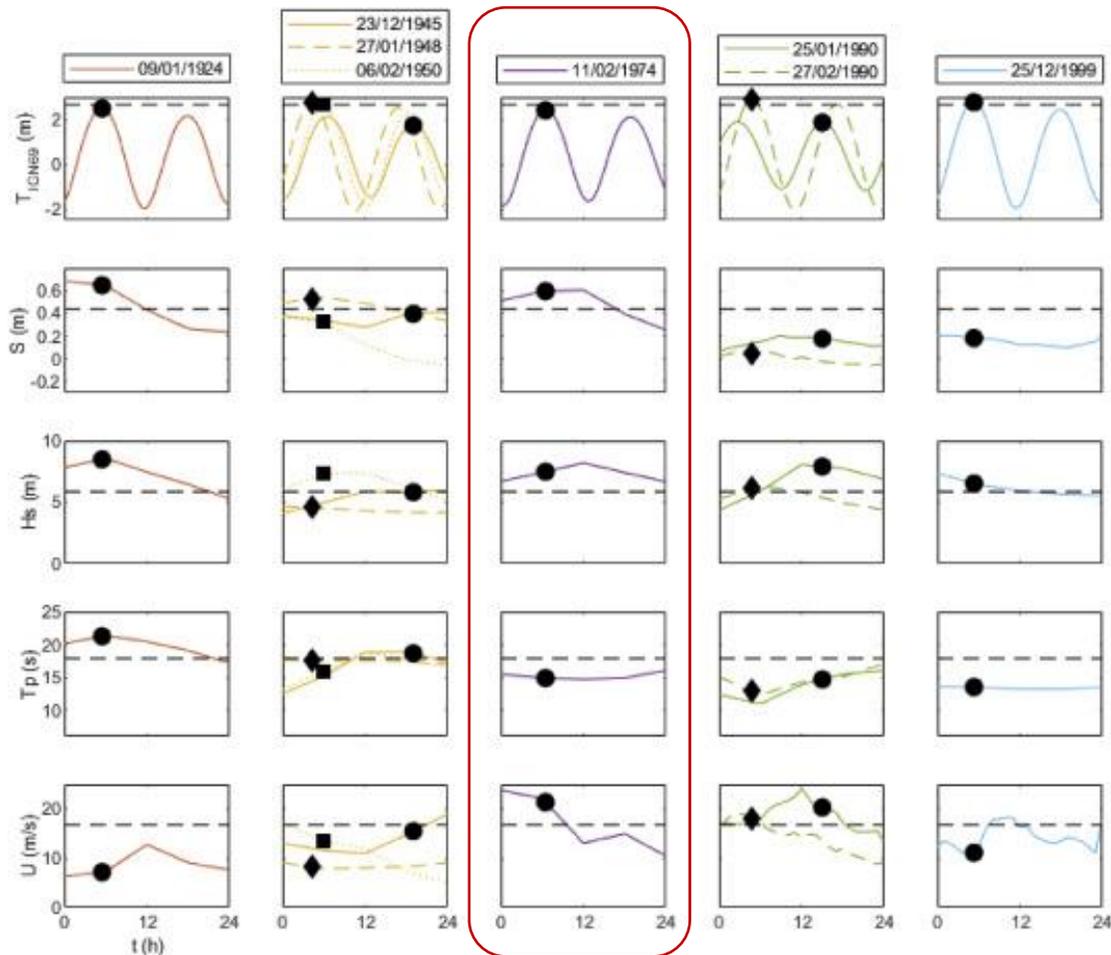




Paramètres hydrodynamiques liés aux dépôts de tempête

(Ligne : Quantiles 0.995)

(Quantiles : 0.9 gras, 0.995 souligné ; pleine mer)



Parameters	T_{IGN69} (m)	S (m)	T_{IGN69} (m)+ S (m)	H_s (m)	T_p (s)	U (m/s)	
0.995 quantile	2.94	0.44	3.00	5.9	18	17	
0.9 quantile	2.51	0.14	2.52	3.2	14	11	
Washover	I	04-06/12/1896	2.40	<u>~0.70</u> 3.30	<u>~6</u>	NaN	12
Deposit	II	09/01/1924 (am)	2.49	0.65 3.14	8.5	21	7
	III	23/12/1945 (pm)	1.73	0.40 2.12	5.8	19	15
	III	27/01/1948 (am)	2.75	<u>0.53</u> 3.28	4.6	18	8
	III	06/02/1950 (am)	2.65	0.32 2.98	7.3	16	14
	IV	11/02/1974 (am)	2.41	0.60 3.01	7.5	15	21
	V	25/01/1990 (pm)	1.87	0.18 2.04	7.9	15	20
V	27/02/1990 (am)	2.90	0.05 2.95	6.2	13	18	
VI	25/12/1999 (am)	2.77	0.18 2.95	6.5	14	11	





Quels paramètres semblent être les plus déterminants pour induire des dépôts tempétueux ?

(Quantiles : 0.9 gras, 0.995 souligné ; pleine mer)

Dans ces six cas, la hauteur des vagues (Hs) a dépassé le quantile 0,995, avec une valeur de 8,5 m (événement de 1924) qui a atteint une valeur 44% supérieure au quantile 0,995 de 5,9 m.

La surcote atmosphérique (S) et la période des vagues (Tp) ont également dépassé les quantiles 0,9 pour chaque tempête identifiée comme le meilleur candidat pour chaque dépôt de washover.

Enfin, les conditions marines semblent avoir un effet plus important que les paramètres météorologiques locaux pour produire des dépôts de washover.

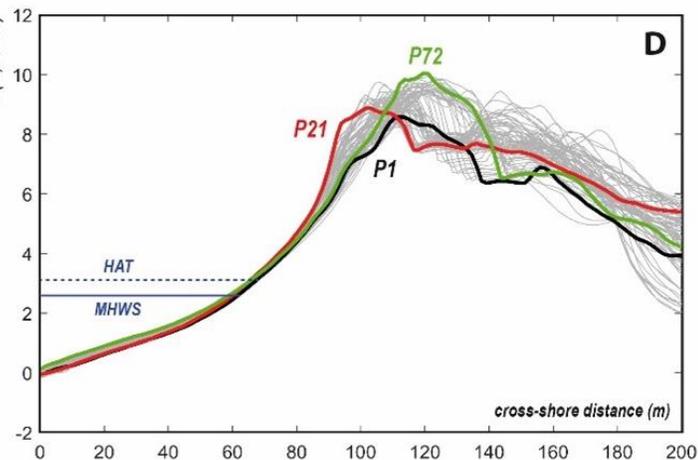
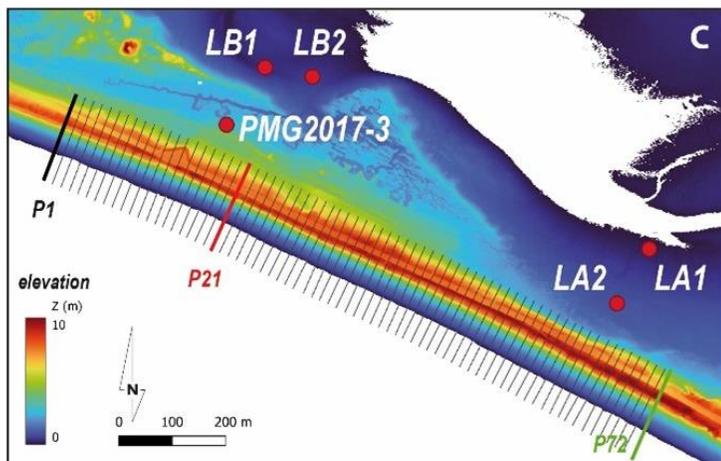
=> Exemple : des données de vitesse du vent (U) pouvant être particulièrement faibles.

Le vent joue néanmoins un double rôle à l'échelle locale :

- (1) influencer la propagation des vagues de la position offshore (au sud de Groix) au site local, et
- (2) contribuer au transport éolien du sable marin.

Parameters		T _{IGN69} (m)	S (m)	T _{IGN69} (m)+S (m)	Hs (m)	Tp (s)	U (m/ s)
0.995 quantile		2.94	0.44	3.00	5.9	18	17
0.9 quantile		2.51	0.14	2.52	3.2	14	11
Washover Deposit	I 04-06/12/1896	2.40	<u>~0.70</u>	<u>3.30</u>	<u>~6</u>	NaN	12
	II 09/01/1924 (am)	2.49	<u>0.65</u>	<u>3.14</u>	<u>8.5</u>	<u>21</u>	7
	III 23/12/1945 (pm)	1.73	0.40	2.12	5.8	<u>19</u>	15
	III 27/01/1948 (am)	2.75	<u>0.53</u>	<u>3.28</u>	4.6	18	8
	III 06/02/1950 (am)	2.65	0.32	2.98	<u>7.3</u>	16	14
	IV 11/02/1974 (am)	2.41	<u>0.60</u>	<u>3.01</u>	<u>7.5</u>	15	<u>21</u>
V 25/01/1990 (pm)	1.87	0.18	2.04	<u>7.9</u>	15	<u>20</u>	
V 27/02/1990 (am)	<u>2.90</u>	0.05	2.95	<u>6.2</u>	13	<u>18</u>	
VI 25/12/1999 (am)	2.77	0.18	2.95	<u>6.5</u>	14	11	

La détermination des niveaux d'eau atteints avec la formule de Stockdon

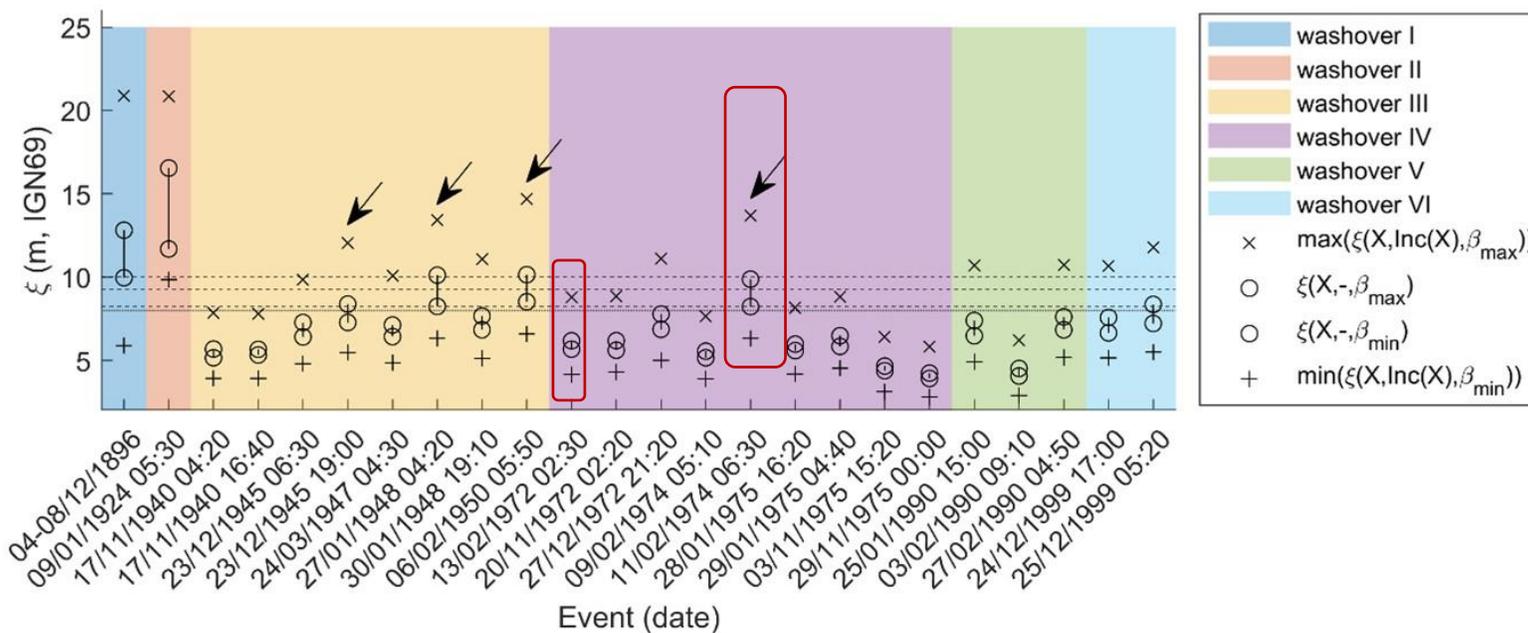


Utilisation de la formule de Stockdon (Stockdon et al., 2006)

=> estimer le niveau d'eau atteint à partir du wave setup (WS), wave swash (S), foreshoreslope (β), deep water wave height (H_0) et wavelength (L_0)

=> valeur de dépassement de 2% des pics de runup

$$R_2 = WS + \frac{S}{2} = 1.1 \left(0.35\beta(H_0L_0)^{1/2} + \frac{[H_0L_0(0.563\beta^2 + 0.004)]^{1/2}}{2} \right)$$





Le 11 février 1974 dans les archives historiques....

« Atlas des aléas littoraux » en Bretagne, Erwan Le Cornec / BRGM
Dégâts recensés à Morlaix, Vitré, Lorient, etc.

<https://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/atlas-des-aleas-littoraux-en-bretagne-a3312.html>

Mardi 12 février 1974



Localement : « une dégradation importante et préoccupante d'une partie de la digue. Sur 1500 m, 500 piliers en béton armé ont dû être réparés » & « la tempête a endommagé la dune (...) et l'extrémité est de l'ouvrage côtier qui assurait la protection de l'isthme de Gâvres ».





Discussion sur les croisements entre sédimentologie et modèles numériques

Six tempêtes finement précisées à la PMG, dont deux datations corrigées par rapport aux premières hypothèses (1950 & 1974)

➤ Préciser les paramètres physiques de l'évènement ayant causé le dépôt tempétueux observé (Hs ; Tp, S)

- Datation possible à une ou plusieurs heures près (marges d'erreur du ²¹⁰Pb et ¹³⁷Cs évaluées entre ± 2 et ±10 années)
- Informer précisément sur l'intensité de l'évènement ayant causé le franchissement de l'ouvrage
- Préciser le type d'évènement et son emprise spatiale, et confirmer ses impacts évoqués dans les données historiques
=> Cas de 1972 (très médiatisé, avec vent très intense mais des conditions météo-marines modérées) vs 1974 (inversement)

Pouzet, P., Idier, D., 2024. "A composite approach to document a century of overwash events in a high tide environment of southern Brittany, France". *Estuarine Coastal and Shelf Science* 298 (C), 108626. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2024.108626>





Discussion sur les croisements entre sédimentologie et modèles numériques

Six tempêtes finement précisées à la PMG, dont deux datations corrigées par rapport aux premières hypothèses (1950 & 1974)

➤ Préciser les paramètres physiques de l'évènement ayant causé le dépôt tempétueux observé (Hs ; Tp, S)

- Datation possible à une ou plusieurs heures près (marges d'erreur du ²¹⁰Pb et ¹³⁷Cs évaluées entre ± 2 et ±10 années)
- Informer précisément sur l'intensité de l'évènement ayant causé le franchissement de l'ouvrage
- Préciser le type d'évènement et son emprise spatiale, et confirmer ses impacts évoqués dans les données historiques
=> Cas de 1972 (très médiatisé, avec vent très intense mais des conditions météo-marines modérées) vs 1974 (inversement)

➤ Quelles limites ?

- Pas de chronologie tempétueuse exhaustive (pour tous types de données)
- Conditions météo-marines importantes et forte marée indispensable + tempêtes moins puissantes qu'en zone intertropicale
- La donnée de réanalyse se focalise principalement sur le dernier siècle contrairement aux données sédimentologiques
- La prise en compte des mutations morphogéniques sur le long terme

Pouzet, P., Idier, D., 2024. "A composite approach to document a century of overwash events in a high tide environment of southern Brittany, France". *Estuarine Coastal and Shelf Science* 298 (C), 108626. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2024.108626>



L'apport des données hydrodynamiques pour caractériser les tempêtes détectées au sein d'archives sédimentologiques et historiques

***Pierre Pouzet (Université d'Angers - UMR LPG)
Déborah Idier (BRGM)***



**Séminaire du GT TSH
Le 11 mars 2025**



Merci de votre attention