



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



PRÉFET
DE LA RÉGION
OCCITANIE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Document à accès immédiat

« Réseau Tempête » Occitanie 2020-2021

Rapport final

BRGM/RP-71227-FR

Version 1 du 4 octobre 2021

Étude réalisée dans le cadre des opérations de service public du BRGM

Balouin Yann et Valentini Nico

Vérificateur :

Nom : Stépanian, A.

Fonction : Ing. Littoral

Date : 02/11/2021

Signature :

Approbateur :

Nom : Blum, A.

Fonction : Directrice Occitanie

Date : 29/11/2021

Signature :

Le système de management de la qualité et de l'environnement du BRGM
est certifié selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.

Contact : qualite@brgm.fr

Avertissement

Ce rapport est adressé en communication exclusive au demandeur, au nombre d'exemplaires prévu.

Le demandeur assure lui-même la diffusion des exemplaires de ce tirage initial.

La communicabilité et la réutilisation de ce rapport sont régies selon la réglementation en vigueur et/ou les termes de la convention.

Le BRGM ne saurait être tenu comme responsable de la divulgation du contenu de ce rapport à un tiers qui ne soit pas de son fait et des éventuelles conséquences pouvant en résulter.

Votre avis nous intéresse

Dans le cadre de notre démarche qualité et de l'amélioration continue de nos pratiques, nous souhaitons mesurer l'efficacité de réalisation de nos travaux.

Aussi, nous vous remercions de bien vouloir nous donner votre avis sur le présent rapport en complétant le formulaire mis à votre disposition.

Mots clés :

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Balouin Yann et Valentini Nico (2021) – « Réseau Tempête » Occitanie 2020-2021. Rapport final V1. BRGM/RP-71227-FR, 54 p.

© BRGM, 2021, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.
IM003-MT008-P2-21/09/2021

Synthèse

Dans le contexte actuel de forte exposition du littoral d'Occitanie aux aléas d'érosion côtière et de submersion marine, le réseau de surveillance des tempêtes et de leurs impacts (« Réseau Tempête » <http://www.littoral-occitanie.fr/Le-reseau-tempetes>) permet de mutualiser et d'homogénéiser les démarches de suivi existantes à l'échelle régionale.

Ce réseau a été développé et mis en œuvre dans le cadre des *Etudes stratégiques et prospectives sur l'évolution des risques littoraux* du Contrat de Projet Etat-Région (CPER) 2007-2013, à la suite d'une étude de faisabilité qui en a établi les grands principes (Balouin *et al.*, 2011).

Depuis 2018, la DREAL Occitanie a souhaité redynamiser la démarche en relançant l'animation et le pilotage du réseau, la formation des observateurs et la simplification des procédures de remontée et de visualisation des observations réalisées.

Lors de l'année 2020-2021, plusieurs modifications ont été apportées :

- Modification des listes de mobilisation du réseau ;
- Développement du bulletin automatique de mobilisation du post-tempête « à chaud ».

Pendant l'hiver 2020-2021, le réseau a été activé 7 fois. Toutefois, seule la tempête Hortense du 22 février 2021 a dépassé le niveau 2 qui demande la mobilisation des observateurs sur le terrain. Cet événement a provoqué une inondation importante des plages en particulier dans l'Aude et les Pyrénées-Orientales, avec toutefois peu de dégâts recensés et une érosion vraisemblablement limitée.

L'autre événement relativement important fin novembre 2020 n'a lui aussi eu que des effets limités avec des érosions parfois significatives comme à Sainte-Marie, Argelès-sur-Mer ou au village naturiste de Leucate (<http://fichetempete.brqm.fr/pages/tempete.jsf?tid=20081216>).

L'analyse des données recensées dans la BD-Tempête met en évidence une mobilisation satisfaisante sur l'événement de Février 2021 pour lequel le niveau demandait une visite de terrain des observateurs. Sur les autres événements moins significatifs, on note une forte mobilisation dans les Pyrénées-Orientales lors de la tempête du 28 novembre, premier événement important de l'hiver dans ce secteur.

L'utilisation des données de caméras scientifiques ou publiques permet d'enrichir considérablement les observations du réseau, et permet notamment d'obtenir des informations de manière systématique quel que soit le niveau de tempête observé. Ces informations sont cruciales pour la compréhension et anticipation des impacts et de leur localisation en fonction des événements annoncés.

Malgré le caractère très peu énergétique de cet hiver, on dénombre 154 observations pour cette saison hivernale.

Sommaire

Table des matières

1. Introduction.....	8
2. Gestion du réseau	11
2.1. Rappel du fonctionnement général du réseau tempete	11
2.2. Réseau d’observateurs	12
2.3. Mise à jour de l’Outil de déclenchement automatique du réseau	12
2.4. L’application mobile i-InfoTerre™	13
2.5. Bulletin de mobilisation	18
2.6. Bulletin post-tempête “à chaud”	25
3. Activité du réseau.....	27
3.1. bilan des évènements de l’hiver 2019-2020	27
3.2. Retour d’expérience sur le fonctionnement du réseau	29
4. Tempete du 21 au 23 Février 2021	32
5. Développements prévus pour la saison 2021-2022	47
6. Conclusion.....	49
7. Bibliographie.....	51

Liste des illustrations

Illustration 1 – Seuils morphogènes / suivis retenus pour les observations des tempêtes et de leurs impacts.	9
Illustration 2 – Dispositif opérationnel du réseau de suivi des tempêtes et de leurs impacts sur le littoral d’Occitanie.	11
Illustration 3 – Cartographie des points fixes du réseau tempêtes en 2021.....	12
Illustration 4 – Site internet de visualisation des simulations du SHOM – Météo-France (https://data.shom.fr).	13
Illustration 5 – Etapes de connexion et création d’une observation tempête sur i Infoterre	15
Illustration 6 – Menus à compléter en cas d’observation de recul/avancée du trait de côte.	16
Illustration 7 - Menus à compléter en cas d’observation de submersion.....	17
Illustration 8 – Menu en cas d’observation de dégâts et prise de photo correspondante.	17
Illustration 9: Les annotations saisies sur l'application mobile sont disponibles sur le compte personnel InfoTerre de l'utilisateur http://infoterre.brgm.fr/viewer/MainTileForward.do . L'export des données est possible sous format KML, GML et Shapefile.....	18
Illustration 10 – Exemple de bulletin de mobilisation du réseau tempête.....	24

Illustration 11 – Exemple de bulletin automatique post-tempête « à chaud » produit 24h après l'événement.....	26
Illustration 12 – Nombre d'évènements de Niveaux 1, 2 et 3 pendant l'hiver 2020-2021.....	27
Illustration 13 – Classement des tempêtes selon leur niveau et leur localisation aux bouées côtières (hauteur significative de la houle au pic de la tempête).l'encadré rouge correspond à l'hiver 2020-2021.	28
Illustration 14 – Hauteur significative des vagues aux bouées DREAL-Candhis pendant l'hiver 2020-2021, source Candhis. Les zones grisées claires indiquent les tempêtes de niveau 1 et la grisée foncée la tempête de niveau 2.	29
Illustration 15 – Nombre de fiches de photos capitalisées sur la BD-Tempête pendant l'hiver 2020-2021 en fonction de l'intensité (Hauteur significative des vagues maximale) de la tempête. Le graphique du haut présente toutes les observations, celui du bas présente les observations hors caméras.	30
Illustration 16 – Caractéristiques de la tempête du 22 Février 2021. En haut, niveau d'eau à Sète, Port-La-Nouvelle et Port-Vendres (NGF, source : DataShom), en bas : Hauteur significative de la houle à l'Espiguette, Sète, Leucate et Banyuls (Source Candhis).....	32
Illustration 17 – Image de la webcam Viewsurf de Palavas-les-Flots lors de la tempête du 22 février 2021.	33
Illustration 18 – Franchissement de paquets de mer sur la digue du port de Sète lors de la tempête du 22 février 2021 (©La Region).....	33
Illustration 19 – Submersion partielle de la plage de Marseillan lors de la tempête du 22 février 2021 (©DDTM34).....	34
Illustration 20 – Inondation complète de la plage de la Conque au Cap d'Agde lors de la tempête de Février 2021.	34
Illustration 21 – Inondation complète de la plage de Vias lors de la tempête de février 2021. ...	35
Illustration 22 - Inondation complète de la plage de Portiragnes plage lors de la tempête de Février 2021.	35
Illustration 23 - Inondation complète de la plage de Sérignan Les Orpellières lors de la tempête de Février 2021.	36
Illustration 24 – Prise de vue de la caméra Skaping de Valras lors de la tempête du 22 février 2021 (en haut, vue vers le front de mer, en bas : vue vers l'embouchure de l'Orb et les Orpellières).	37
Illustration 25 – Image Skaping de la plage de Narbonne-plage lors de la tempête de février 2021.	38
Illustration 26 – Image Skaping de la plage de Gruissan chalets lors de la tempête de Février 2021.	38
Illustration 27 – Image Viewsurf de la plage de Leucate lors de la tempête de Février 2021.....	38
Illustration 28 – Images de la caméra BRGM-OBSCAT du village naturiste de Leucate (vers le nord en haut et vers le sud en bas).	39
Illustration 29 - Images de la caméra BRGM-OBSCAT du Barcarès (vers le nord en haut et vers le sud en bas).	40
Illustration 30 – Images de la caméra Viewsurf de Canet-en-Roussillon (vers le nord en haut et vers le sud en bas).....	41

Illustration 31 – Image de la caméra BRGM de Saint-Cyprien place Maillol lors de la tempête du 22 Février 2021.	42
Illustration 32 - Image de la caméra BRGM de Saint-Cyprien boulodrome lors de la tempête du 22 Février 2021.	43
Illustration 33 – Impact sur la structure de protection ©WaveBumper lors de la tempête de Février 2021.	43
Illustration 34 - Images de la caméra Viewsurf d'Argelès-sur-Mer Nord (vers le nord en haut et vers le sud en bas).	44
Illustration 35 - Images de la caméra BRGM-OBSCAT du Racou à Argelès-sur-Mer.	45
Illustration 36 - Images de la caméra Viewsurf de Collioure lors de la tempête de Février 2021.	45

Liste des annexes

Annexe 1	Liste des destinataires du message de mobilisation du réseau	53
Annexe 2	Etat initial du littoral avant la saison 2021-2022	54

1. Introduction

Dans le contexte actuel de forte exposition du littoral d'Occitanie aux aléas d'érosion côtière et de submersion marine, le réseau de surveillance des tempêtes et de leurs impacts (« Réseau Tempête ») permet de mutualiser et d'homogénéiser les démarches de suivi existantes à l'échelle régionale.

Ce projet est réalisé dans le cadre d'une convention de recherche et développement partagés entre la Direction Régionale pour l'Environnement, l'Aménagement et le Logement d'Occitanie (DREAL Occitanie) et le BRGM.

Suite à une étude de faisabilité (Balouin *et al.*, 2011) constituant le réseau partenarial et le protocole de suivi, le dispositif a été mis en œuvre de manière opérationnelle pour la période hivernale 2011-2012 (De la Torre et Balouin, 2012), 2012-2013 (De la Torre *et al.*, 2013) et 2013-2014 (De la Torre *et al.*, 2015). Le dispositif a été maintenu sans financement entre 2015 et 2018 et fait l'objet d'un financement DREAL Occitanie – BRGM depuis 2019 (Balouin et Valentini, 2020).

Le Réseau Tempête est constitué de 9 partenaires que sont :

- l'Etat (Préfecture de Région, DREAL, DDTM30-34-11-66),
- la Région Occitanie,
- le Conseil Départemental de l'Hérault,
- la Communauté d'Agglomération Béziers Méditerranée,
- la Communauté d'Agglomération Hérault Méditerranée,
- Perpignan Méditerranée Métropole,
- Sète Agglopol Méditerranée,
- l'EID-Méditerranée,
- le BRGM.

Le réseau est activé en fonction des prévisions de hauteur significative des vagues dans le Golfe du Lion suivant 3 seuils (cf. illustration 1):

- Seuil 1 : lorsque les vagues atteignent 3 m, les mesures et images réalisées sur les instruments (houlographes, marégraphes, stations météorologiques et stations vidéo) sont rapatriées ;
- Seuil 2 : lorsque les vagues atteignent 4 m, les opérateurs de chaque partenaire se rendent en outre sur le terrain sur les sites prédéfinis qui leur sont attribués (« Points Fixes ») afin de relever des indicateurs et prendre des photographies selon un protocole identique ;
- Seuil 3 : lorsque les vagues atteignent 5 m, un levé photographique aéroporté, des mesures topo-bathymétriques et des sorties de modélisation (surcote, run-up) sont en plus déployées.

Les données sont mutualisées via l'utilisation d'une base de données en ligne accessible via une page dédiée sur site <http://littoral-occitanie.fr/Le-reseau-tempetes> qui permet aux membres du réseau de saisir les observations et qui génère automatiquement des fiches par tempête.

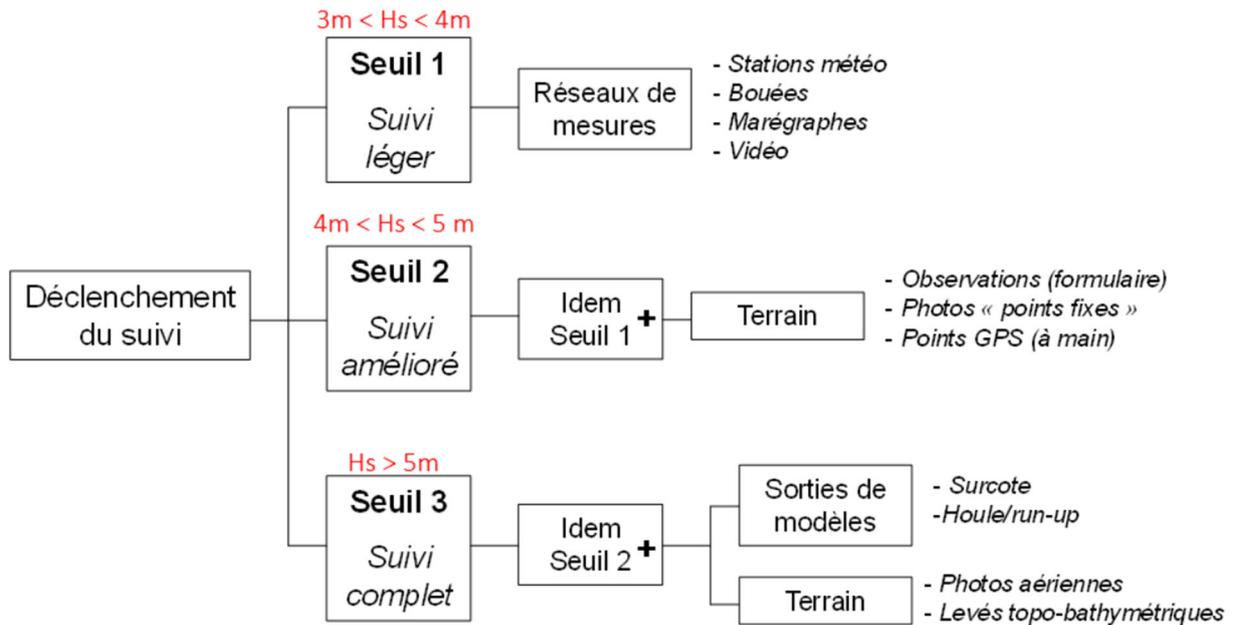


Illustration 1 – Seuils morphogènes / suivis retenus pour les observations des tempêtes et de leurs impacts.

Ce rapport présente les derniers développements d’outils en support aux activités du réseau et la synthèse des tempêtes survenues lors de l’hiver 2020-2021.

Les données détaillées sont disponibles sur le site <http://www.littoral-occitanie.fr/-Le-Reseau-Tempete->.

2. Gestion du réseau

2.1. RAPPEL DU FONCTIONNEMENT GENERAL DU RESEAU TEMPETE

L'origine du réseau tempête en 2010 reposait sur 2 constats : le besoin de données sur les tempêtes et leurs impacts et l'existence d'observations non homogènes et difficilement accessibles.

Le besoin de données de référence sur les tempêtes est nécessaire pour :

- Mieux comprendre les phénomènes et valider les travaux de caractérisation des aléas côtiers (érosion, submersion) à l'échelle locale et régionale ;
- Mieux appréhender la gestion des tempêtes à l'échelle locale et régionale.

La plupart des collectivités, services de l'Eat, organismes publics réalisaient des observations suite aux événements de tempêtes sans toutefois coordonner les efforts ni utiliser des protocoles communs, ce qui rendait les données acquises difficilement exploitables. L'idée initiale du réseau était par conséquent d'homogénéiser, régionaliser et mutualiser ces suivis existants et de capitaliser et valoriser les informations recueillies.

De ce fait, s'appuyant sur des observations déjà réalisées par les partenaires du réseau, il s'agit d'un réseau participatif visant à mutualiser les démarches existantes, sans budget spécifique alloué et sans obligation morale ou financière des partenaires. De même, les informations transmises n'impliquent ni transfert de données (à l'exception des photographies), ni transfert de propriété intellectuelle.

Le déclenchement des observations est réalisé par une analyse par le BRGM des conditions hydrodynamiques prévues (3 jours à l'avance) et l'envoi automatique d'un message électronique aux observateurs si les prévisions dépassent les seuils morphogènes préalablement établis (Balouin *et al.*, 2010) (cf. illustration 2).

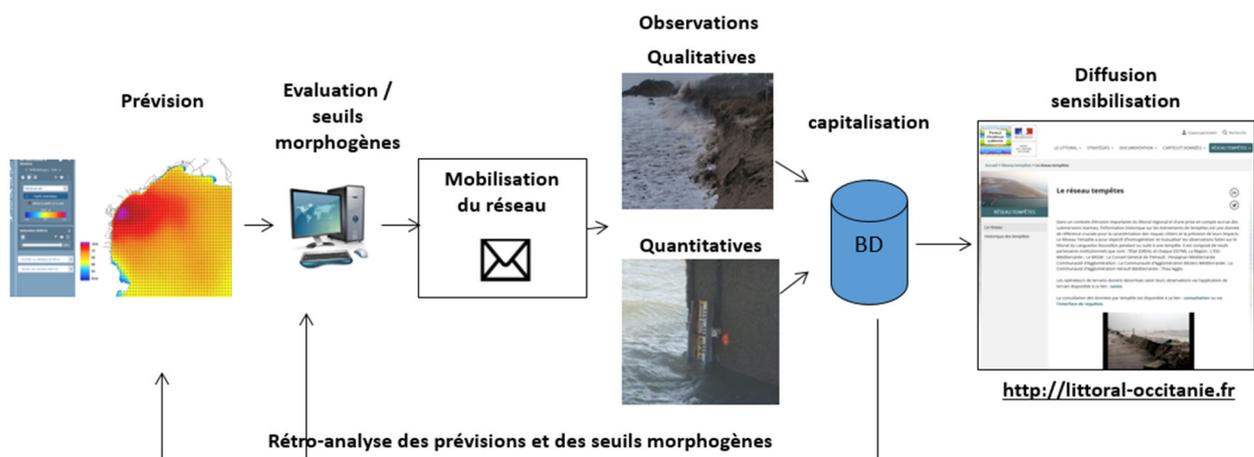


Illustration 2 – Dispositif opérationnel du réseau de suivi des tempêtes et de leurs impacts sur le littoral d'Occitanie.

Les observateurs ont en charge un certain nombre de point fixes (65 au total, cf. Illustration 3) sur lesquels les observations systématiques doivent être réalisées (qu'il y ait un impact ou non), et la liberté d'ajouter des points d'observation libres si la situation le requiert.

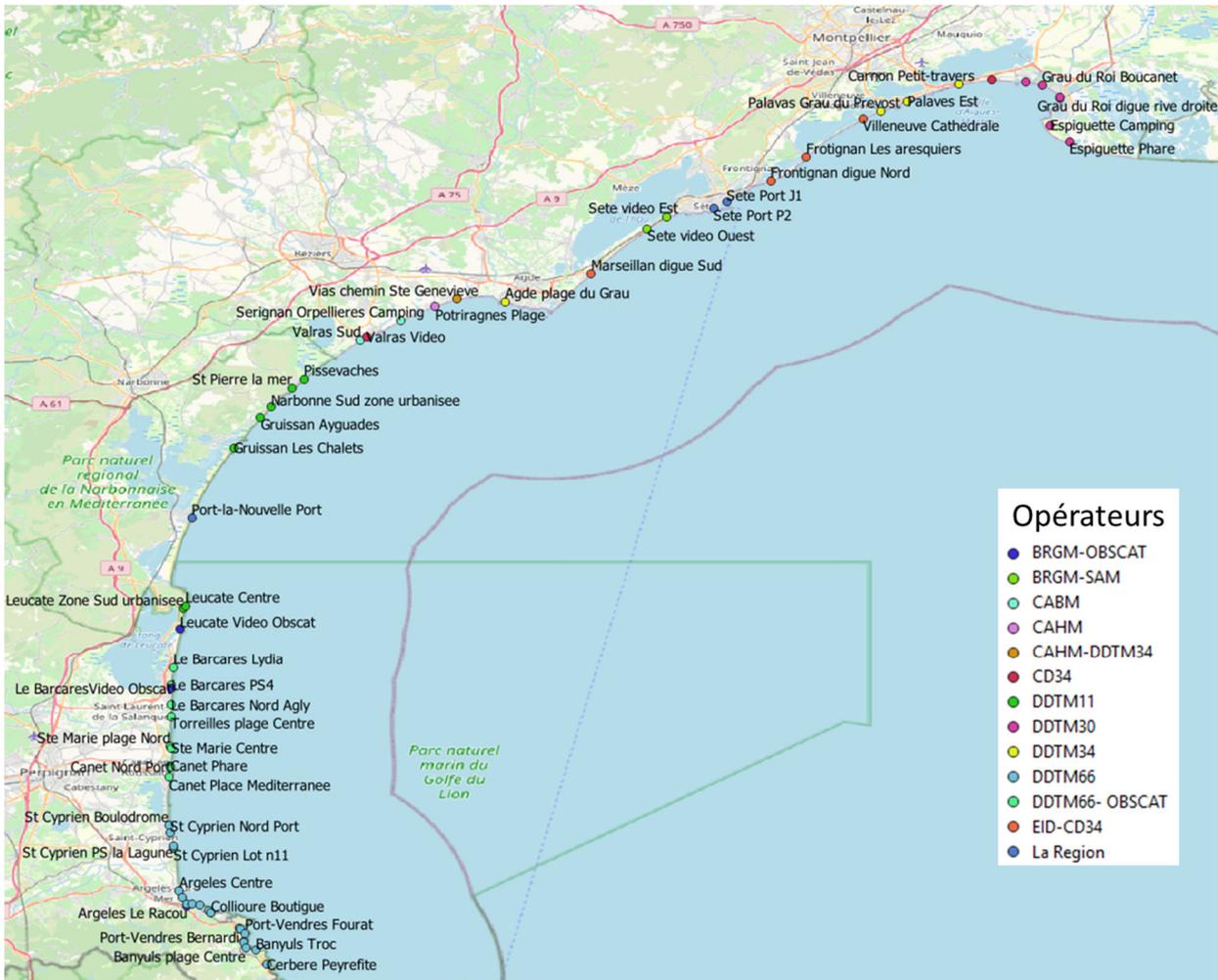


Illustration 3 – Cartographie des points fixes du réseau tempêtes en 2021.

2.2. RESEAU D'OBSERVATEURS

Depuis la mise en œuvre opérationnelle du réseau en 2011, de nombreux observateurs ont été ajoutés à la liste qui compte aujourd'hui 98 personnes (cf. Annexe 1).

La liste actuelle est hébergée sur Renater (reseau_tempete@groupe.renater.fr).

2.3. MISE A JOUR DE L'OUTIL DE DECLENCHEMENT AUTOMATIQUE DU RESEAU

Le déclenchement automatique du réseau est basé sur une routine informatique qui accède aux prévisions de houle à 3 j. et envoie un message aux membres du réseau si le seuil de $H_s = 3$ m est atteint ou dépassé.

Jusqu'à fin 2013, la routine utilisait les sorties du modèle WW3 Méditerranée d'Iframer archivées sur le serveur ftp du projet IOWAGA. Ce projet étant terminé en décembre 2013, l'accès aux

sorties du modèle espagnol des Puertos del Estado¹ a été demandé et ces prévisions ont été utilisées jusqu'à 2018.

Récemment, les prévisions SHOM – Météo-France, étant disponibles sur le portail data.shom.fr (modèle WaveWatch III, cf. Illustration 4) ce sont elles qui sont actuellement utilisées pour la mobilisation du réseau. Ces prévisions météorologiques et océanographiques proposées sur le site sont les résultats bruts des simulations numériques issues des modèles du Shom et de Météo-France, sans avoir été expertisées et validées par des prévisionnistes océanographes ou météorologues. Ces prévisions numériques ne remplacent pas les services de vigilances et d'alertes météorologiques de Météo-France.

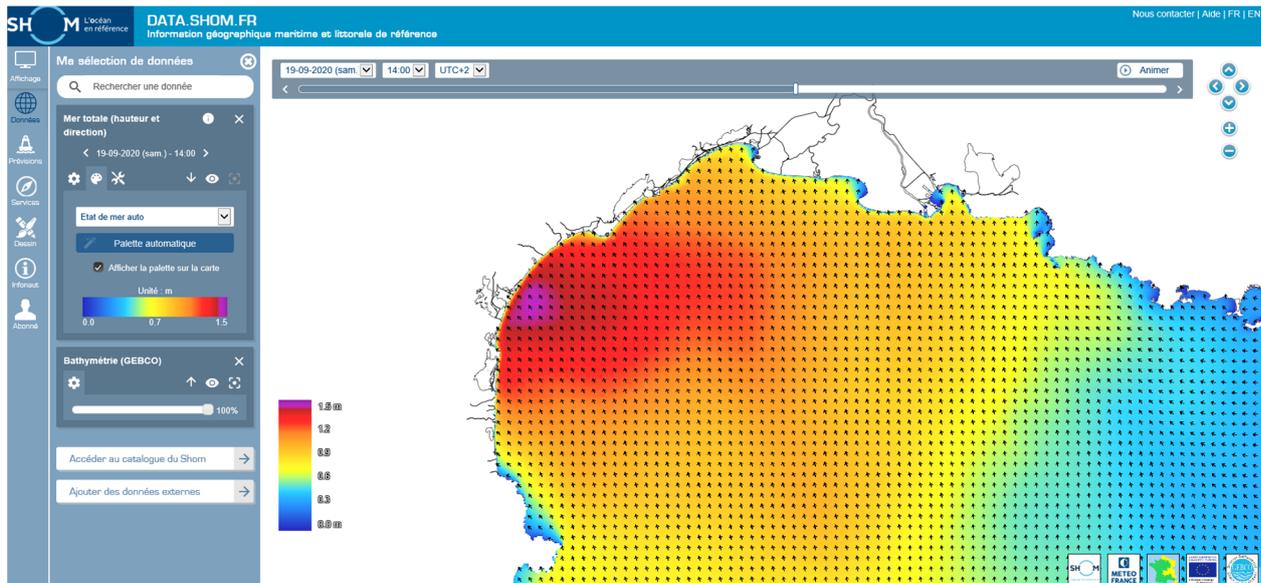


Illustration 4 – Site internet de visualisation des simulations du SHOM – Météo-France (<https://data.shom.fr>).

2.4. L'APPLICATION MOBILE I-INFOTERRE™

L'application mobile i-InfoTerre™, développée par le Brgm, est le visualiseur de données géoscientifiques du Brgm pour téléphones mobiles. Il s'agit d'une version mobile et simplifiée de InfoTerre™ (<http://infoterre.brgm.fr/>).

L'application offre un accès cartographique en ligne (connexion Internet via Wifi, 3G, 4G, etc.) à différentes couches thématiques (par exemple, cartes géologiques 1/50 000 et leurs légendes, mouvements de terrain, cavités souterraines, aléa retrait-gonflement...). Plusieurs fonds de carte sont disponibles gratuitement : orthophotographies, plans mais aussi cartes géologiques. Dans le cadre de ce projet, l'application a été améliorée :

- Ajout d'outils cartographiques (boussole, échelle métrique) ;
- Possibilité d'afficher différents Thèmes littoraux dans l'application. Les Thèmes correspondent à des couches SIG, par exemple la position des traits de côte des dernières années ;
- Gestion de profils utilisateurs (avec création d'un profil « Observateur littoral Occitanie » permettant l'affichage de données littorales spécifiques comme le trait de côte par exemple) ;

¹ www.puertos.es

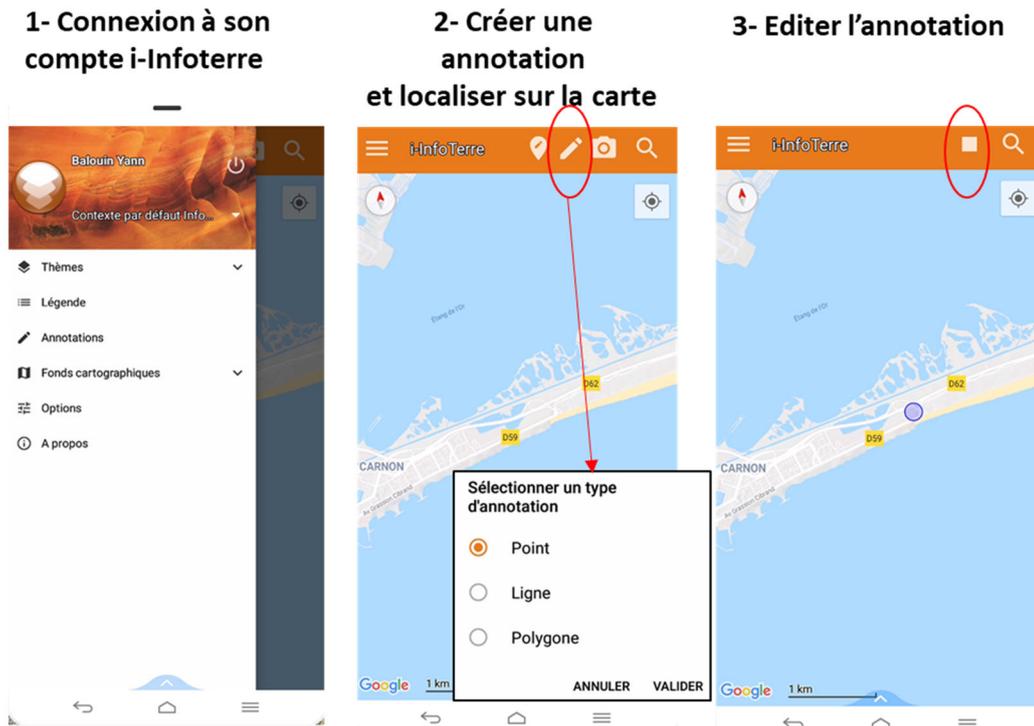
- Saisie d'annotations (manuelles, géolocalisées, points, lignes, polygones, texte libre...) avec prise de photos géoréférencées² ;
- Création d'un mode « hors connexion ». Sur le terrain, les utilisateurs peuvent être amenés à travailler dans des zones sans connexion Internet, comme c'est souvent le cas sur le littoral. Pour cette raison, il a été nécessaire d'ajouter un mode hors-ligne à l'application afin que celle-ci soit utilisable partout :
 - o Saisie d'annotations et sauvegarde en local sur l'appareil de l'utilisateur ;
 - o Téléchargement des données sur le compte personnel InfoTerre™ de l'utilisateur manuellement (lorsqu'une connexion est établie) ;
 - o Téléchargement de fond de carte OpenStreet Maps jusqu'au zoom 17 selon différentes emprises prédéfinies ou libres (emprise maximum 20km x 20km) ;
 - o Possibilité d'éditer et de renommer les zones téléchargées ;
- Ajout de masques de saisie pour les annotations avec la création d'un masque « Tempête » facilitant la saisie d'une observation, et en lien avec la BD Tempêtes (cf illustration 5 à 8).

Chaque utilisateur de l'application mobile i-InfoTerre™ doit créer un compte personnel InfoTerre™. Toutes les annotations que l'utilisateur saisit dans l'application sont alors disponibles dans son compte personnel InfoTerre™. Il peut ainsi manipuler ses données sur n'importe quel poste de travail depuis l'url <http://infoterre.brgm.fr/viewer/MainTileForward.do>. Un export des annotations sous format KML, GML ou Shapefile est possible (Illustration 9).

L'intérêt de l'application mobile i-InfoTerre™ est de pouvoir disposer d'un outil de travail sur le terrain qui facilite la saisie et la sauvegarde des observations, qu'il s'agisse d'observations de tempête ou d'autres observations. L'application étant disponible gratuitement sur l'Apple Store et le Play Store, elle peut être utilisée par toute personne intéressée. La création d'un profil « Observateur littoral Occitanie » pour un utilisateur de l'application, qui donne accès notamment au masque de saisie « Tempête » et aux couches thématiques littorales, nécessite toutefois une validation manuelle par le Brgm. Un tutoriel d'utilisation de l'application sera prochainement envoyé à tous les membres du réseau tempêtes.

L'application mobile i-InfoTerre™ est à usage personnel, les informations saisies sont en lien avec le compte personnel de l'utilisateur et ne sont visibles par personne d'autre, sauf si le masque de saisie « Tempête » est utilisé. Dans ce cas, les informations de l'annotation saisie deviennent disponibles pour capitalisation directe dans la BD Tempêtes.

² Cette amélioration a été financée sur fonds propres Brgm.



4- Charger le masque Tempêtes

5- Renseigner la fiche

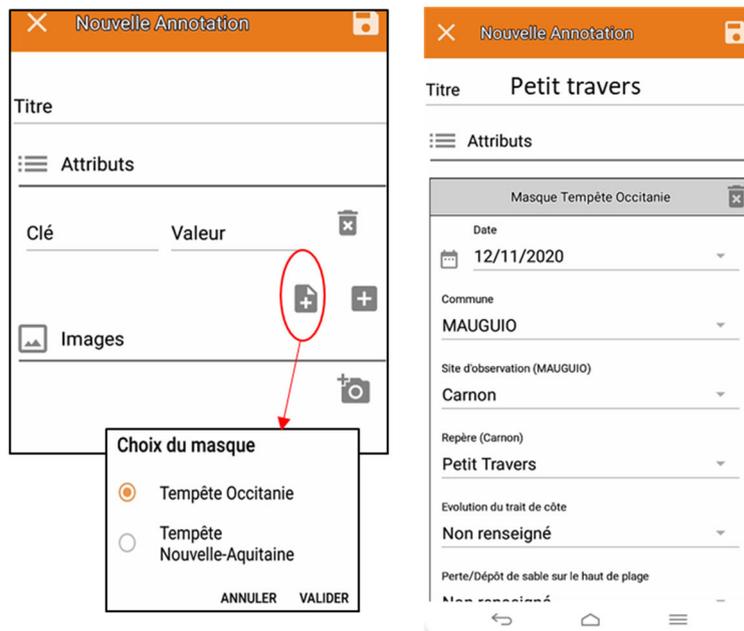


Illustration 5 – Etapes de connexion et création d'une observation tempête sur i InfoTerre

The image shows a web form titled "Nouvelle Annotation" with several dropdown menus. Three of these menus are highlighted with red boxes, and arrows point from them to three separate pop-up selection windows. The first pop-up window is titled "Sélectionner une valeur" and contains radio buttons for "Non renseigné", "0 - 0.5 m", "0.5 - 1 m", "1 - 3 m", "3 - 5 m", "5 - 10 m", "10 - 20 m", and "Supérieur à 20 m". The second pop-up window is also titled "Sélectionner une valeur" and contains radio buttons for "Non renseigné", "0 - 1 m", "1 - 5 m", "5 - 10 m", "10 - 20 m", and "Supérieur à 20 m". The third pop-up window is titled "Sélectionner une valeur" and contains radio buttons for "Non renseigné", "Mesurée", "Estimée à partir d'un repère fixe", and "Estimée par expertise". Each pop-up window has "ANNULER" and "VALIDER" buttons at the bottom.

Nouvelle Annotation

Evolution du trait de côte
Recul du trait de côte

Recul lié à l'évènement
Non renseigné

Recul depuis le début de la saison hivernale
Non renseigné

Etendue de l'observation (évolution du trait de côt...
Non renseigné

Précision de l'observation (évolution du trait de c...
Non renseigné

Perte/Dépôt de sable sur le haut de plage
Non renseigné

Entaille d'érosion
Non renseigné

Submersion marine

Sélectionner une valeur

- Non renseigné
- 0 - 0.5 m
- 0.5 - 1 m
- 1 - 3 m
- 3 - 5 m
- 5 - 10 m
- 10 - 20 m
- Supérieur à 20 m

ANNULER VALIDER

Sélectionner une valeur

- Non renseigné
- 0 - 1 m
- 1 - 5 m
- 5 - 10 m
- 10 - 20 m
- Supérieur à 20 m

ANNULER VALIDER

Sélectionner une valeur

- Non renseigné
- Mesurée
- Estimée à partir d'un repère fixe
- Estimée par expertise

ANNULER VALIDER

Illustration 6 – Menus à compléter en cas d'observation de recul/avancée du trait de côte.

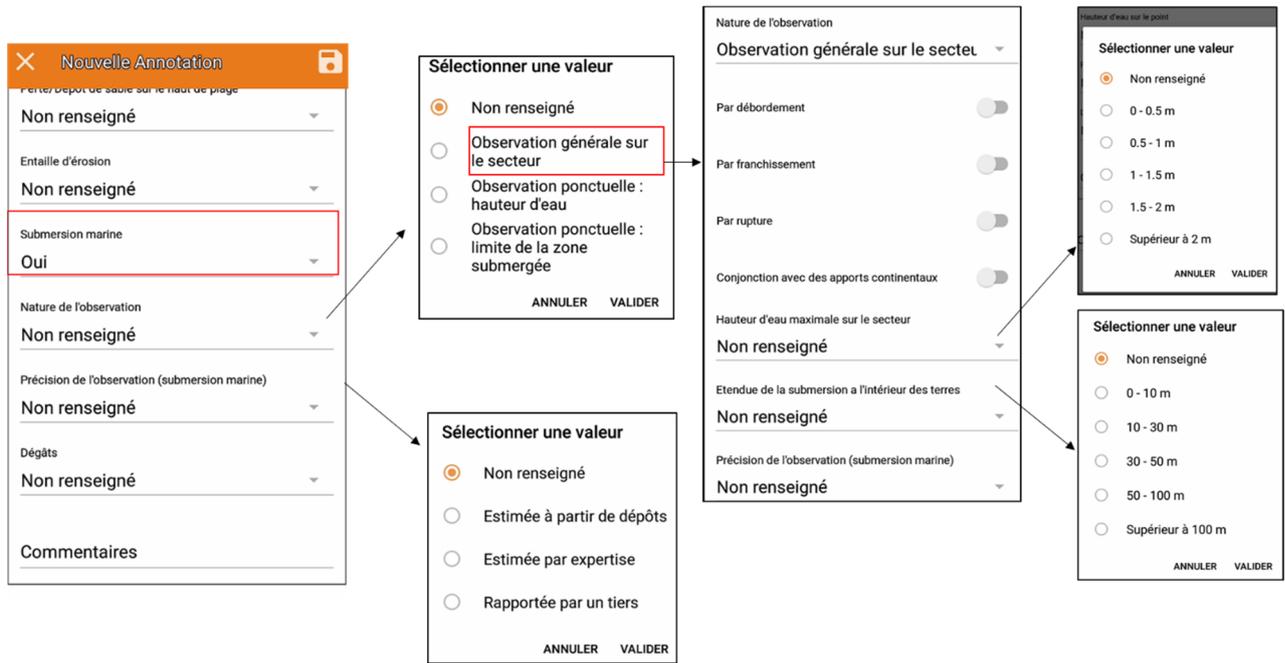


Illustration 7 - Menus à compléter en cas d'observation de submersion.

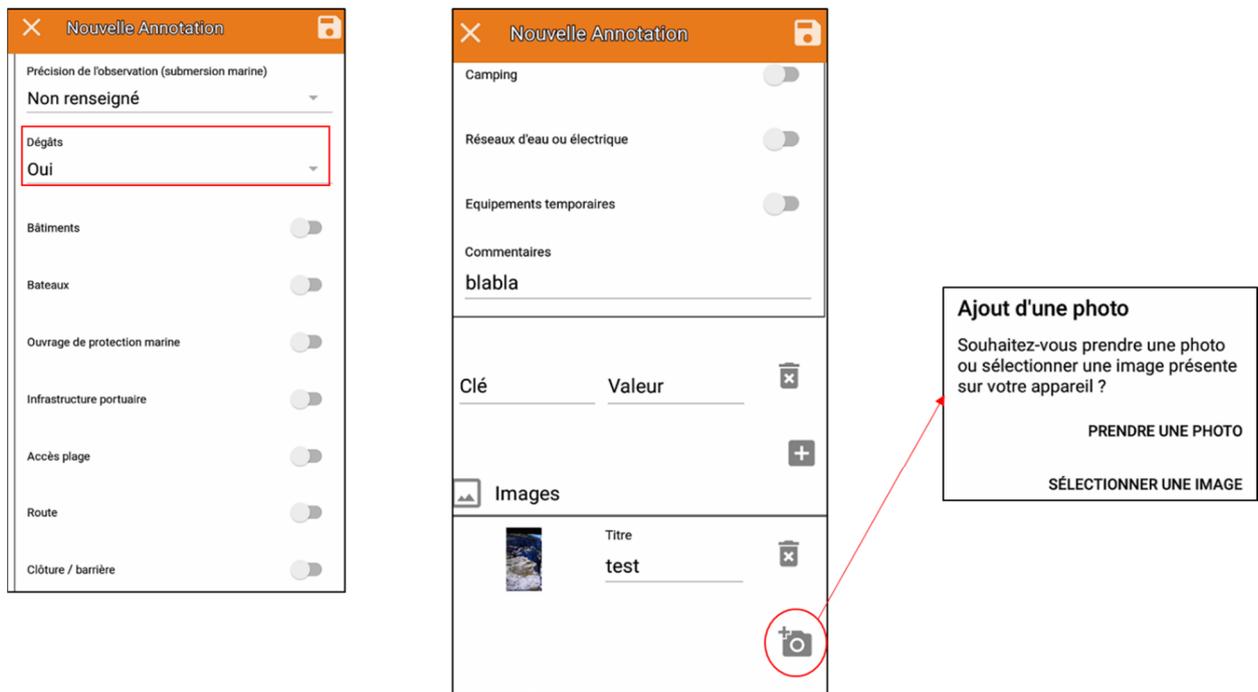


Illustration 8 – Menu en cas d'observation de dégâts et prise de photo correspondante.

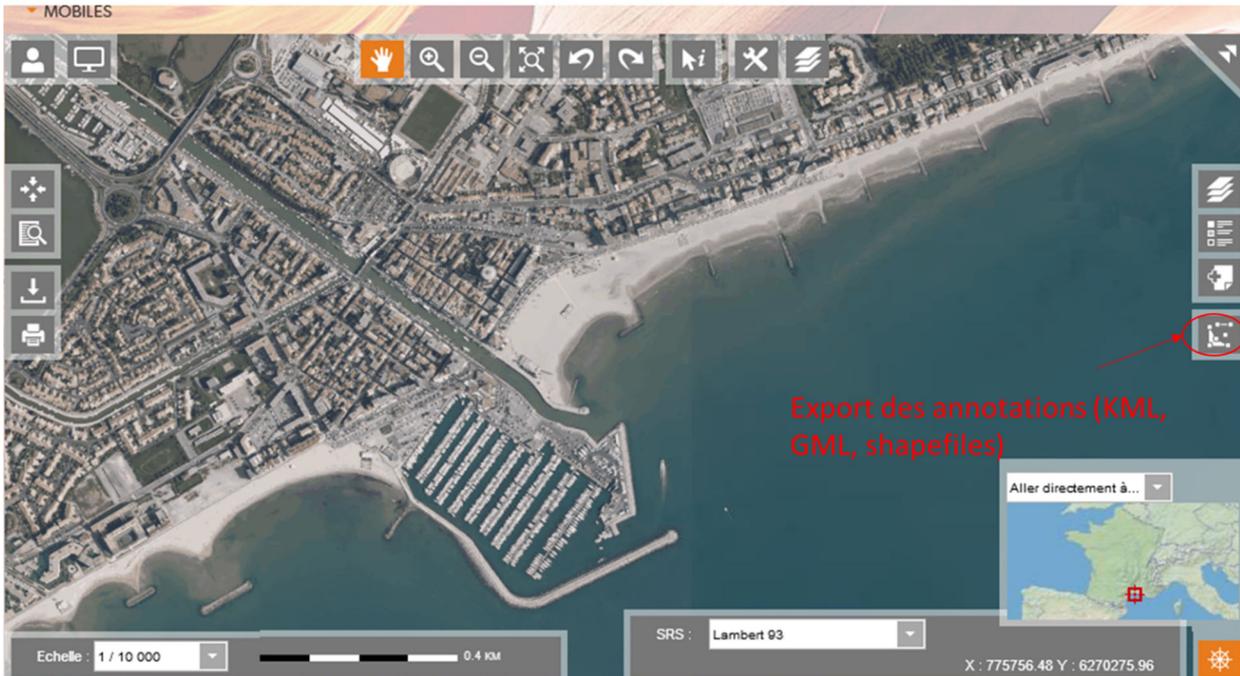
VISUALISER LES DONNÉES

RECHERCHER DES DONNÉES

DONNÉES ET SERVICES

THÉMATIQUES

MOBILES



Export des annotations (KML,
GML, shapefiles)

Illustration 9: Les annotations saisies sur l'application mobile sont disponibles sur le compte personnel InfoTerre de l'utilisateur <http://infoterre.brgm.fr/viewer/MainTileForward.do>. L'export des données est possible sous format KML, GML et Shapefile.

2.5. BULLETIN DE MOBILISATION

Parmi les nouveaux outils mis aujourd'hui à disposition du réseau figure le bulletin de mobilisation (cf. Illustration 10). La mobilisation du réseau se faisait auparavant par l'envoi automatique d'un message indiquant l'arrivée d'une tempête et les caractéristiques globales attendues en termes de hauteur de vagues, direction, heure du pic extraites de simulations des modèles de prévision aux points des houlographes DREAL/Candhis.

Le nouveau bulletin reprend ces informations en les détaillant pour fournir aux membres du réseau les caractéristiques de l'événement attendu, la cartographie des secteurs potentiellement impactés pour les 5 jours à venir, le niveau d'impact attendu pour chaque commune, l'historique de ce niveau d'impact pendant l'hiver pour chaque commune et des courbes de hauteurs de vagues et de niveaux d'eau prédits pour une sélection de sites le long du littoral d'Occitanie.

Le bulletin est mis à jour tous les jours et son édition après la tempête est également poursuivie pour inclure un comparatif visuel entre les conditions prévues et les conditions réellement observées pendant l'événement.

Réseau de suivi des tempêtes et sur le littoral d'Occitanie

Bulletin de prévision n° SPECIAL

du 21/10/2020 02:00 au 26/10/2020 01:00

émis le : 21/10/2020 à 08:54

Le bulletin est susceptible d'être actualisé dans les prochaines 24 heures.



Informations générales

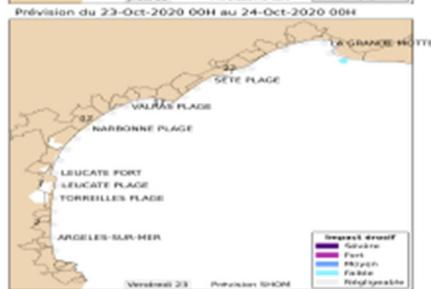
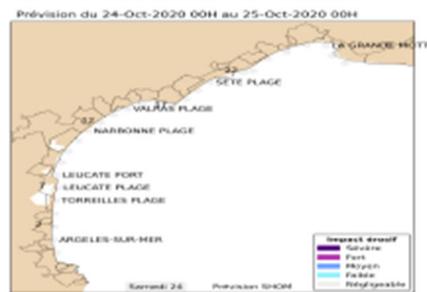
Le dispositif Surveillance Erosion du Réseau Tempêtes permet la veille sur des événements météo-marins pouvant générer une érosion rapide des littoraux sableux et/ou une submersion rapide du littoral d'Occitanie. Les membres du Réseau Tempêtes sont invités à partager les informations relatives à l'événement et les observations terrain remarquables via l'interface disponible sur le site <http://littoral-occitanie.fr/Le-reseau-tempetes> ou via l'application smartphone dédiée.

Ce bulletin fournit une information synthétique prévisionnelle à 5 jours du potentiel impact sur la côte d'Occitanie, à vocation informative uniquement et destinée aux seuls membres du Réseau Tempêtes.

Le dispositif Surveillance Erosion ne se substitue pas à la Vigilance Vagues Submersion (VVS) de Météo-France (vigilance.meteofrance.com), seule référence en matière d'alerte sur la submersion marine. Les informations contenues dans ce bulletin ne doivent donc pas être utilisées à des fins de mise en sécurité des personnes.

Des informations complémentaires sur l'utilisation du bulletin sont indiquées dans la rubrique 'Avertissement - Descriptif (p. 5/5)'.

Cartographie des prévisions de l'impact érosif par échéance de 24h (maximum journalier)



SEVERE : $H_s > 5$ m. Le pied de dune est atteint et des reculs importants du trait de côte sont à prévoir, ainsi que des phénomènes de submersion.

FORT : $H_s > 4$ m. Le haut de plage subit les assauts des vagues et des reculs importants du trait de côte sont possibles.

MOYEN : $H_s > 3$ m. Les impacts attendus se concentrent sur la plage. Risque de décassement et d'abaissement du niveau de la plage.

FAIBLE : $H_s > 2.3$ m. Les impacts attendus se concentrent sur la basse plage. Si présentes, les bermes sont susceptibles de disparaître.



Réseau de suivi des tempêtes et sur le littoral d'Occitanie

Bulletin de prévision n° SPECIAL

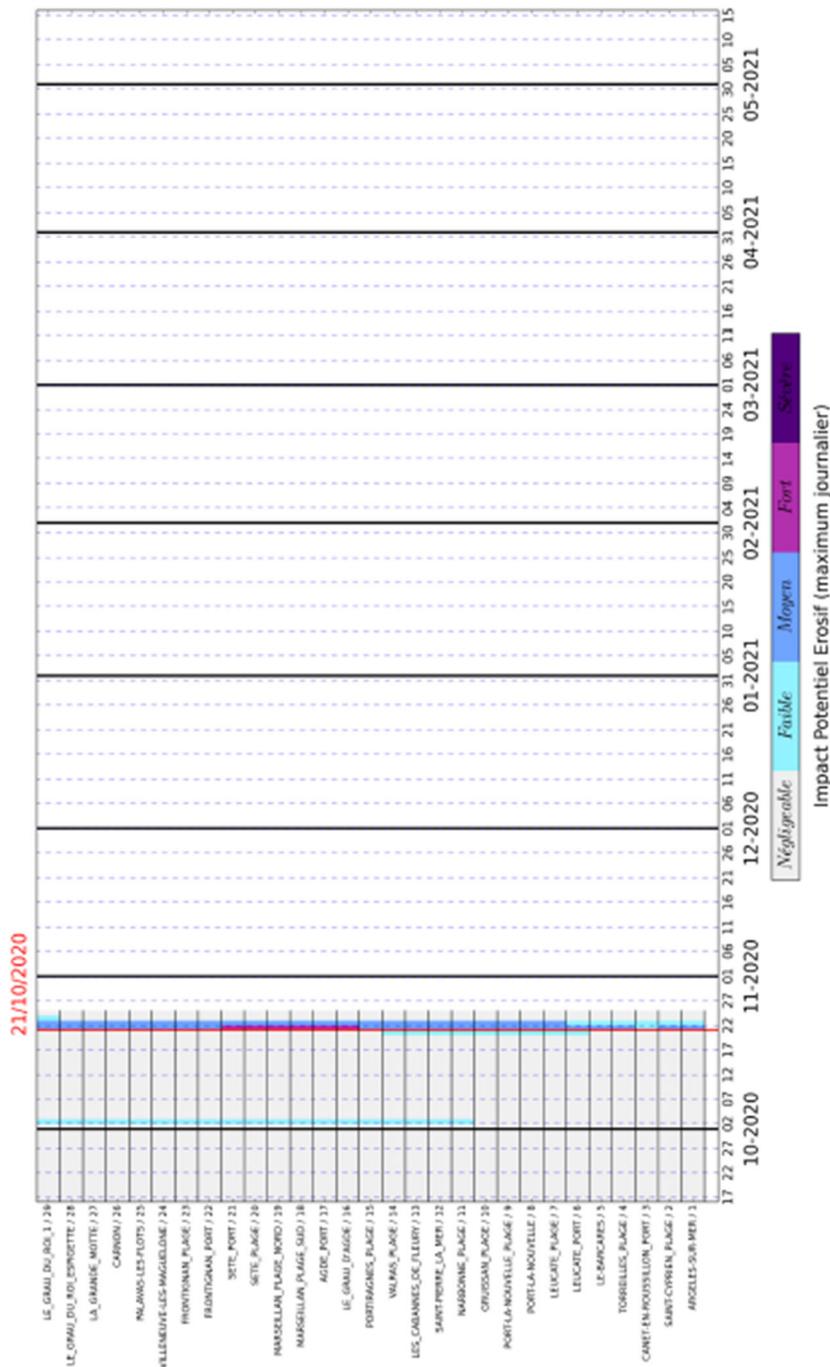
du 21/10/2020 02:00 au 26/10/2020 01:00

émis le : 21/10/2020 à 08:54

Le bulletin est susceptible d'être actualisé dans les prochaines 24 heures.



Bilan hiver 2020 - 2021 - suivi de l'indicateur du niveau d'impact attendu (maximum journalier)



Réseau de suivi des tempêtes et sur le littoral d'Occitanie

Bulletin de prévision n° SPECIAL

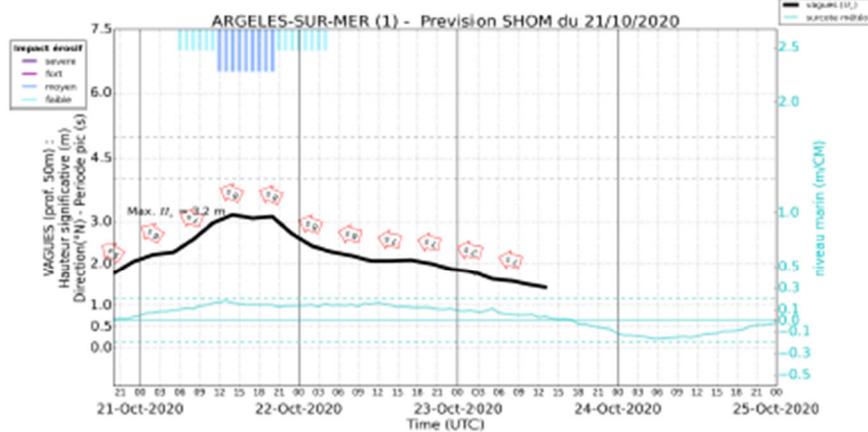
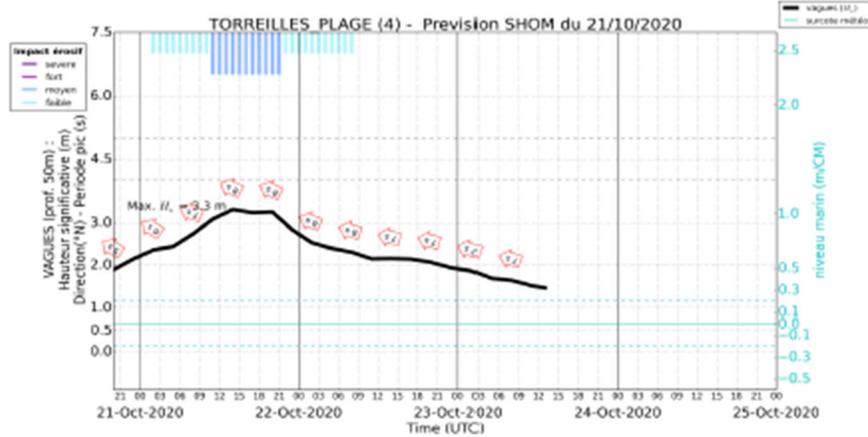
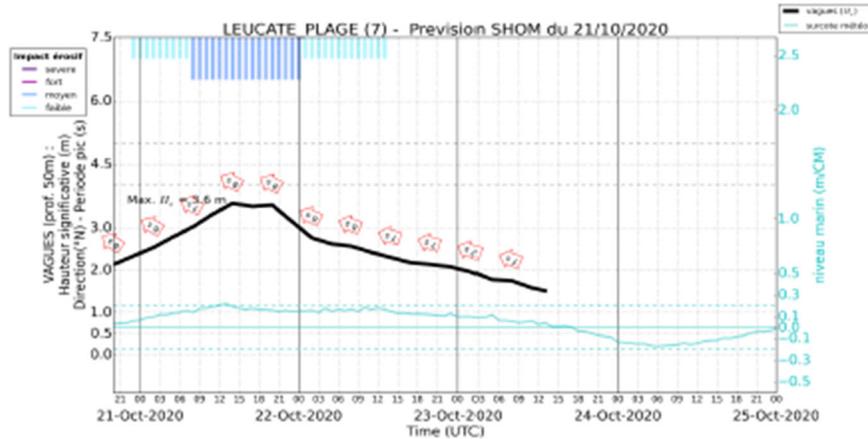
du 21/10/2020 02:00 au 26/10/2020 01:00

émis le : 21/10/2020 à 08:54

Le bulletin est susceptible d'être actualisé dans les prochaines 24 heures.



Evolution temporelle des prévisions par station



n° 4 / 6

Réseau de suivi des tempêtes et sur le littoral d'Occitanie

Bulletin de prévision n° SPECIAL

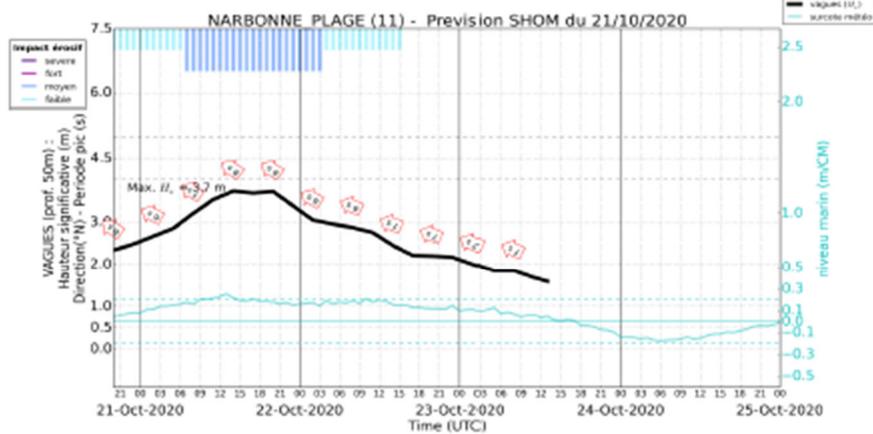
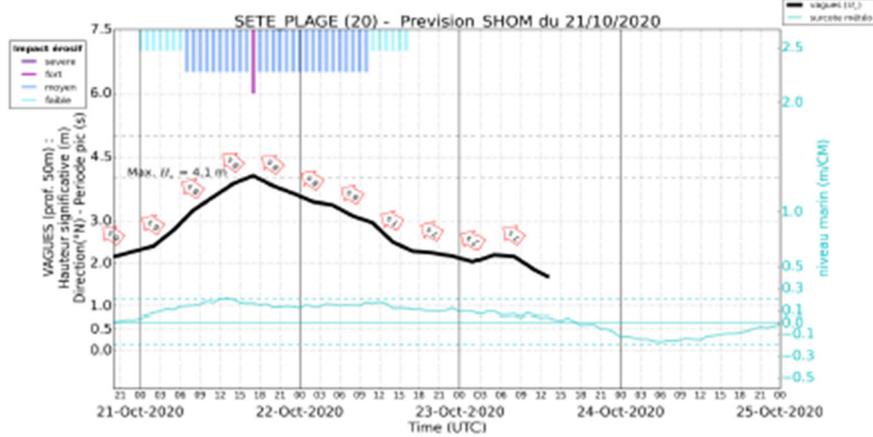
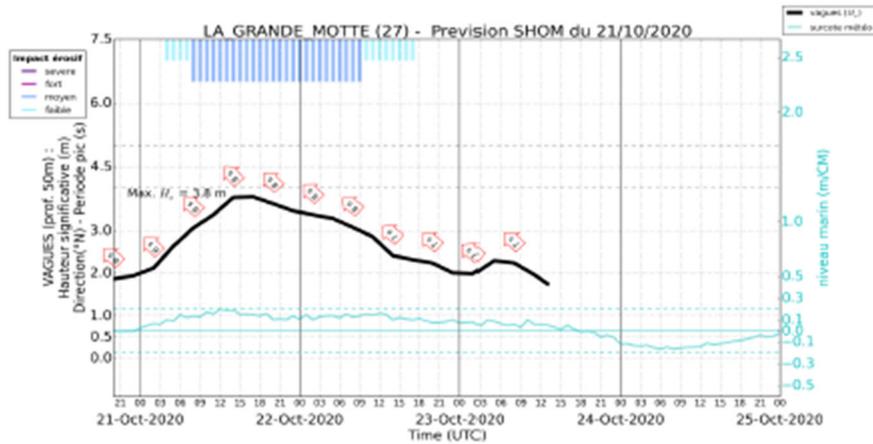
du 21/10/2020 02:00 au 26/10/2020 01:00

émis le : 21/10/2020 à 08:54

Le bulletin est susceptible d'être actualisé dans les prochaines 24 heures.



Evolution temporelle des prévisions par station



Réseau de suivi des tempêtes et sur le littoral d'Occitanie

Bulletin de prévision n° SPECIAL
du 21/10/2020 02:00 au 26/10/2020 01:00

émis le : 21/10/2020 à 08:54

Le bulletin est susceptible d'être actualisé dans les prochaines 24 heures.



Avertissement - Descriptif

Le dispositif Surveillance Erosion du Réseau Tempêtes et de leurs impacts permet générer la veille sur des événements météo-marins pouvant une érosion rapide des littoraux sableux de la côte occitane. Les membres du Réseau Tempêtes sont invités à partager les informations relatives à l'évènement et les observations terrain remarquables via l'interface disponible sur le site <http://littoral-occitanie.fr/Le-reseau-tempetes> ou via l'application smartphone dédiée.

Ce bulletin fournit une information synthétique prévisionnelle à 5 jours du niveau d'impact attendu sur le côté d'Occitanie. L'indicateur du potentiel d'impact érosif affiché est calculé à partir (1) de données de prévisions océanographiques côtières issues des modèles de la plateforme data.shom.fr (site SHOM - Météo-France), et (2) des données morphogènes définis par le BRGM lors de la mise en place du réseau en 2010. Il s'appuie sur un découpage de la côte occitane en 29 tronçons. Chaque pastille (associée à un n° et un nom de commune) figurant sur le bulletin représente un linéaire d'environ 5km, ce qui ne permet pas d'interpolation de l'évolution à l'échelle locale.

Ces prévisions à l'échelle régionale sont à vocation informative uniquement et destinées aux seuls membres du Réseau Tempêtes d'Occitanie. Elles résultent de l'interprétation d'informations objectives ponctuelles et non systématiques en fonction de l'état de la science et de la connaissance à un moment donné.

Ce bulletin est mis à disposition en l'état par le Brgm qui n'apportent aucune garantie, qu'elle soit expresse ou tacite, quant à son exactitude et à son caractère exhaustif. Le Brgm déclinent toute responsabilité quant à la pertinence de ce bulletin au regard des besoins particuliers des utilisateurs et quant à l'utilisation qui en sera faite. Plus particulièrement, ce bulletin ne se substitue pas à la Vigilance Vagues Submersion (VVS) de Météo-France (vigilance.meteofrance.com), seule référence en matière d'alerte sur la submersion marine. Les informations contenues dans ce bulletin ne doivent pas être utilisées à des fins de mise en sécurité des personnes. Les utilisateurs renoncent à tout recours contre le le Brgm sur la base de tout dommage qu'ils pourraient subir du fait ou à l'occasion de l'utilisation de ce bulletin qu'ils feraient et tiendront indemnes le Brgm de tout recours de tiers qui pourrait être fait à ce titre.

Contact : y.balouin@brgm.fr



n° 6 / 6

Illustration 10 – Exemple de bulletin de mobilisation du réseau tempête.

2.6. Bulletin post-tempête “à chaud”

Le procédé de remontée d'informations et de bilan sur un événement a montré la difficulté d'être en mesure d'établir un constat rapide sur un événement de tempête et sur les impacts observés.

Afin de pallier à ce manque et d'offrir plus d'opérationnalité au réseau tempête, un bulletin automatique a été mis en place pour faire un bilan à chaud de l'événement 24 heures après son pic.

Dès lors qu'une tempête est annoncée, les données météo-marines et les images prises par les caméras scientifiques et publiques les plus proches du secteur potentiellement impacté sont recueillies et traitées automatiquement pour produire un bulletin (Cf. illustration 11).

Le bulletin présente les caractéristiques de l'événement : date, hauteur de vagues, niveau d'eau, vitesse du vent, précipitations et indique le niveau d'intensité de la tempête (par rapport aux seuils prédéfinis). Les images des caméras situées dans le secteur le plus touché sont insérées pour avoir une indication visuelle rapide des effets de l'événement sur les plages.

Ce bulletin n'a pas pu être mis en production lors de l'hiver 2020-2021, mais les outils ont été développés et sont opérationnels pour l'hiver prochain.

date →

Hauteurs de vagues →

Niveaux atteints →

Vents →

Niveau tempête →

Précipitations →

VVS? →

Observations →

Captures caméras →

Réseau de suivi des tempêtes et sur le littoral d'Occitanie
Bulletin simple post-tempête n° SPECIAL
du 18/02/2021 02:00 au 24/02/2021 02:00
 émis le : 16/07/2021 à 15:12
Le bulletin est susceptible d'être actualisé dans les prochaines 24 heures.

Caractéristiques de la tempête

Le dispositif Surveillance Erosion du Réseau Tempêtes permet la veille sur des événements météo-marins pouvant générer une érosion rapide des littoraux sableux et/ou une submersion rapide du littoral d'Occitanie. Le Littoral de la région Occitanie a été exposé à la tempête 18022021 du 18-02-2021 01:00 au 24-02-2021 01:00.

La tempête de 106.0*N, a atteint son pic à 05:30 hr (UTC), du 22-02-2021.

Les hauteurs de vagues au large ont atteint 4.7 m et 4.5 m (H1/3), aux houlographes de Leucate et Banyuls.

Les niveaux d'eau maximum enregistrés sont de l'ordre de 0.71 m au marégraphe de Sete (cote marine, soit environ 0.42 m NGF).

Les vents de 130.0*N ont atteint des valeurs maximales de l'ordre de 69.0 km/h à la station de Leucate. Cet événement a atteint le seuil 3 du protocole (Hs comprise entre 4 et 5 m et constitue donc une tempête importante).

Les valeurs des précipitations n'ont pas dépassés le 0.0 millimètres en une heure.

L'évènement n'a pas fait l'objet d'une mise en vigilance vagues-submersion par Météo France.

Impacts de la tempête

A ce jour, les observations par le Réseau Tempêtes sont en phase de collecte.

Banyuls 02/22/2021, 08:13

Argeles nord 02/22/2021, 11:20

Canet natura 02/22/2021, 14:26

Leucate plage 02/22/2021, 15:15

Exemples d'images des caméras littorales dans les secteurs les plus concernés (tempête du 18-02-2021 01:00.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Ministère de l'Énergie, du Climat et de la Transition

BRGM

Occitanie

n° 1 / 1

Illustration 11 – Exemple de bulletin automatique post-tempête « à chaud » produit 24h après l'évènement.

3. Activité du réseau

3.1. BILAN DES EVENEMENTS DE L'HIVER 2019-2020

Pendant l'hiver 2020-2021, le réseau a été activé 7 fois (cf. illustration 12, 13 et 14). Toutefois, seule une tempête a dépassé le niveau 2 qui demande la mobilisation des observateurs sur le terrain.

Il s'agit des événements :

- 21 octobre 2020 (Niveau 1), tempête Barbara ;
- 7 novembre 2020 (Niveau 1) ;
- 28 novembre 2020 (Niveau 1) ;
- 20 Janvier 2021 (Niveau 1) ;
- 6 février 2021 (Niveau 1) ;
- 22 février 2021 (Niveau 2), tempête Hortense ;
- 09 mai 2021 (Niveau 1).

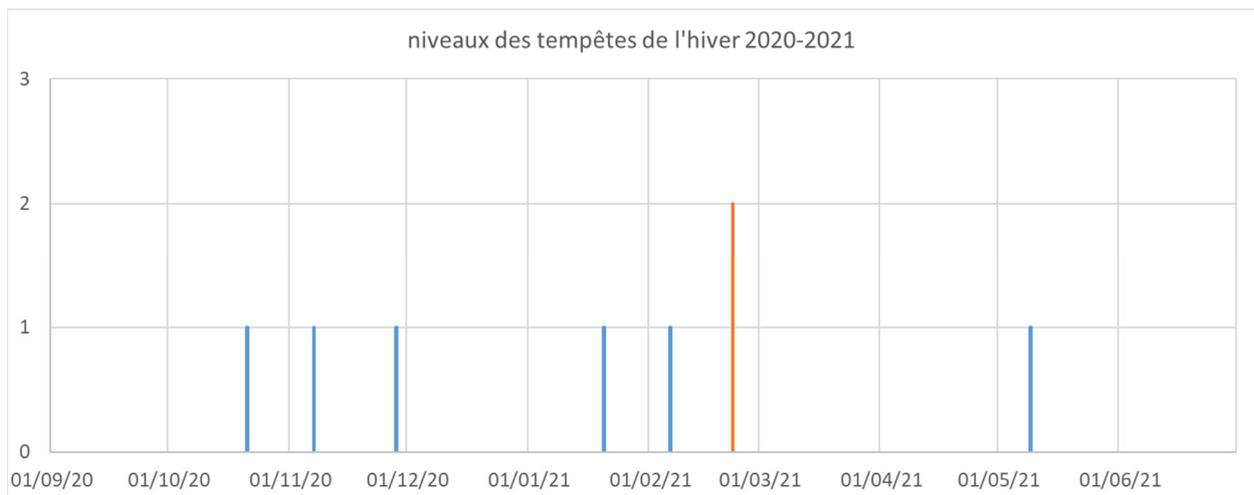


Illustration 12 – Nombre d'évènements de Niveaux 1, 2 et 3 pendant l'hiver 2020-2021.

Il n'y a donc eu qu'une activation de niveau 2 du réseau, et donc une seule mobilisation des agents sur le terrain afin de procéder à des observations (formulaire et photographies sur les Points Fixes).

Depuis l'initiation du réseau de suivi, c'est la seule période hivernale pendant laquelle on observe un seul événement de niveau 2 et pas d'événements de niveau 3 (cf. illustration 12).

L'événement le plus puissant (en terme de hauteur significative) est la tempête Hortense en février 2021, de secteur Sud-Est, qui n'a principalement touché que le littoral des Pyrénées-Orientales, de l'Aude et l'Est de l'Hérault.

début	fin	Hs_max_Espiguette	Hs_max_Sete	Hs_max_Leucate	Hs_max_Banyuls
20/10/2009 11:00	20/10/2009 11:00		3,03	3,30	
21/10/2009 04:00	21/10/2009 12:00		4,40		
29/11/2009 11:00	29/11/2009 13:00		3,17		
21/12/2009 07:00	21/12/2009 12:00		3,47		
14/01/2010 09:00	14/01/2010 21:00		4,47	3,93	
05/02/2010 01:00	05/02/2010 04:00		3,10		
16/02/2010 20:00	17/02/2010 06:00		3,80		3,03
27/02/2010 23:00	28/02/2010 04:00		3,47		
03/03/2010 13:00	03/03/2010 21:00				3,88
08/03/2010 12:00	08/03/2010 18:00				3,60
11/10/2010 04:00	11/10/2010 06:00		3,40	4,50	3,65
21/11/2010 20:00	22/11/2010 10:00				3,30
05/12/2010 10:00	05/12/2010 14:00	3,40	3,17		
19/12/2010 11:00	19/12/2010 16:00	3,10	3,20		
22/12/2010 23:00	22/12/2010 23:00		3,10		
29/01/2011 12:00	29/01/2011 15:00		3,17	3,47	3,28
08/03/2011 06:00	08/03/2011 06:00		3,03	3,07	
12/03/2011 10:00	13/03/2011 17:00	4,00	4,87	4,67	4,25
14/03/2011 22:00	15/03/2011 14:00	3,00	3,70	4,57	4,18
23/04/2011 03:00	23/04/2011 03:00		3,00	3,43	3,15
24/10/2011 06:00	24/10/2011 21:00	3,30	3,60	3,90	3,17
27/10/2011 17:00	27/10/2011 20:00	3,10		3,57	3,45
03/11/2011 13:00	03/11/2011 21:00	3,70		3,60	
19/11/2011 07:00	19/11/2011 08:00		3,13		
25/04/2012 16:00	25/04/2012 16:00	3,10	3,20		
18/10/2012 05:00	18/10/2012 23:00	3,30	3,37	3,70	3,23
19/10/2012 14:00	19/10/2012 14:00		3,17		
31/10/2012 06:00	31/10/2012 13:00			4,07	3,77
10/11/2012 02:00	10/11/2012 05:00	3,20			
13/12/2012 22:00	13/12/2012 22:00	3,00	3,10		
19/01/2013 12:00	19/01/2013 22:00		3,70		
01/03/2013 12:00	01/03/2013 12:00				3,07
05/03/2013 02:00	06/03/2013 20:00	3,70	4,53	5,90	4,63
16/03/2013 18:00	17/03/2013 20:00	3,20	3,37		
18/05/2013 16:00	18/05/2013 16:00	3,10	3,03		
24/12/2013 12:00	25/12/2013 05:00	4,60	4,10		
05/02/2014 04:00	05/02/2014 09:00	3,10			
07/02/2014 01:00	07/02/2014 03:00	3,10	3,20		
09/02/2014 22:00	10/02/2014 01:00		3,17		
03/04/2014 00:00	03/04/2014 06:00		3,20		
21/05/2014 16:00	21/05/2014 16:00		3,03	3,00	
28/11/2014 02:00	29/11/2014 04:00		4,50	4,03	4,12
29/09/2015 18:00	30/09/2015 12:00				3,45
02/11/2015 20:00	03/11/2015 11:00	3,30	4,20	3,80	3,78
06/02/2016 18:00	07/02/2016 05:00	3,00	3,63		
31/03/2016 14:00	31/03/2016 14:00	3,10			
09/05/2016 16:00	10/05/2016 00:00		3,13	3,23	3,03
13/10/2016 03:00	14/10/2016 05:00		5,33	5,03	4,82
23/10/2016 13:00	23/10/2016 16:00		3,13		
21/11/2016 06:00	21/11/2016 20:00		3,43		
23/11/2016 17:00	23/11/2016 23:00		3,47	3,80	3,45
19/12/2016 21:00	20/12/2016 08:00				3,97
22/01/2017 02:00	22/01/2017 02:00			3,00	4,30
27/01/2017 08:00	28/01/2017 01:00	3,40	3,67	3,90	3,23
02/02/2017 12:00	02/02/2017 12:00		3,07		
12/02/2017 15:00	14/02/2017 11:00	3,70	4,03	4,53	3,98
04/03/2017 00:00	04/03/2017 10:00	4,00	4,13	3,63	
25/03/2017 05:00	25/03/2017 08:00	3,00	3,77	4,10	3,20
11/12/2017 06:00	11/12/2017 06:00	4,30	3,27		
07/01/2018 01:00	07/01/2018 09:00	3,13	3,50	3,97	3,92
28/02/2018 16:00	02/03/2018 04:00	4,20	5,70	6,07	4,98
10/03/2018 18:00	10/03/2018 19:00	3,10			
03/04/2018 18:00	03/04/2018 18:00		3,17		
08/04/2018 16:00	08/04/2018 20:00	3,10	3,80		
11/04/2018 04:00	11/04/2018 14:00	3,40	3,97	3,57	3,97
15/10/2018 03:00	15/10/2018 15:00	3,80	4,67	3,87	3,12
31/10/2018 12:00	31/10/2018 20:00	3,30	3,43		
17/11/2018 23:00	18/11/2018 10:00			3,43	3,97
13/12/2018 19:00	13/12/2018 21:00			3,37	3,88
06/03/2019 16:00	06/03/2019 22:00	3,20	3,50		
22/04/2019 19:00	22/04/2019 21:00			3,37	3,80
24/04/2019 15:00	24/04/2019 19:00	3,20	3,13		
25/04/2019 12:00	25/04/2019 12:00	3,00			
21/09/2019 06:30	21/09/2019 22:30	3,10	3,30	3,50	3,30
22/10/2019 18:00	24/10/2019 05:00	3,10	5,10	4,50	4,50
22/11/2019 13:00	23/11/2019 19:30	4,40	3,90	3,10	
04/12/2019 10:30	05/12/2019 00:30			3,40	3,40
17/12/2019 01:00	17/12/2019 01:30	3,40	3,80	3,60	3,00
19/12/2019 23:00	20/12/2019 15:00	5,00	4,60	3,30	
20/01/2020 10:30	23/01/2020 09:30	3,30	3,80	5,30	6,00
29/02/2020 08:00	29/02/2020 08:30	3,20	3,30		
02/03/2020 08:30	02/03/2020 15:00	3,20			
01/04/2020 08:30	01/04/2020 08:30			3,00	
21/04/2020 07:00	22/04/2020 15:00				3,20
10/05/2020 14:00	10/05/2020 14:30	3,10			
21/10/2020	22/10/2020 15:00		3,30	3,30	
07/11/2020 10:30	08/11/2020 08:00		3,00		
27/11/2020 09:00	29/11/2020 10:00			3,70	3,80
20/01/2021 06:00	21/01/2021 06:00	3,00			
06/02/2021 00:00	07/02/2021 00:00	3,50	3,90		
21/02/2021 12:00	23/02/2021 12:00	3,80	4,40	4,70	4,50
09/05/2021 12:00	10/05/2021 12:00		3,20		

Illustration 13 – Classement des tempêtes selon leur niveau et leur localisation aux bouées côtières (hauteur significative de la houle au pic de la tempête).l'encadré rouge correspond à l'hiver 2020-2021.

Sur la période hivernale 2020-2021 (Illustration 13), seule la tempête Hortense en février 2021 a dépassé le seuil d'activation sur les 4 départements littoraux. Tous les autres événements n'ont touché qu'une partie du territoire.

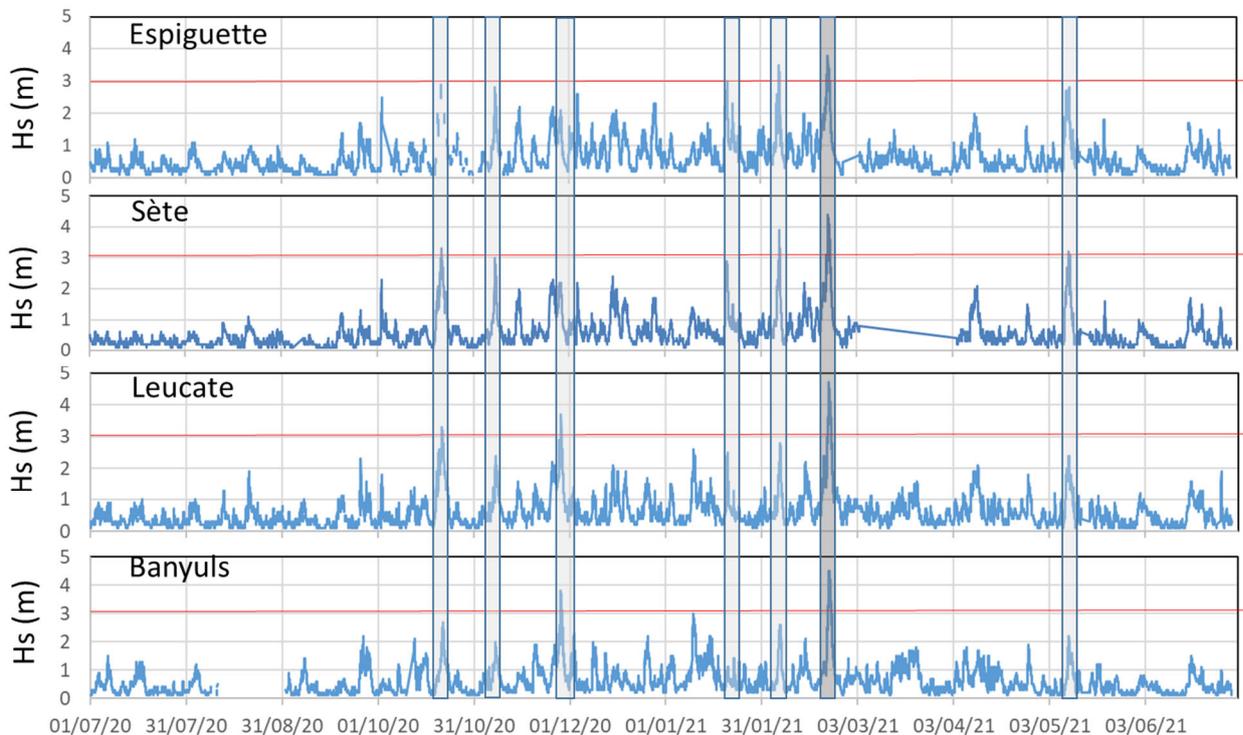


Illustration 14 – Hauteur significative des vagues aux bouées DREAL-Candhis pendant l'hiver 2020-2021, source Candhis. Les zones grisées claires indiquent les tempêtes de niveau 1 et la grisée foncée la tempête de niveau 2.

3.2. RETOUR D'EXPERIENCE SUR LE FONCTIONNEMENT DU RESEAU

Les événements les plus importants mobilisent le réseau (cf. illustration 15) avec un nombre d'observations qui varient entre 11 et 35 selon l'intensité de la tempête. Les retours pour les événements de niveau 2 sont toujours importants (cf. illustration 15), et les retours pour les événements de niveau 1 sont globalement plus faibles, et dépendent principalement du niveau de vagues atteint et de l'orientation de la tempête. Les tempêtes de Sud et d'Est touchant respectivement plus le littoral du Gard ou des Pyrénées-Orientales, les retours des autres départements sont généralement faibles pendant ces événements.

Les retours sont variables selon les secteurs, ce qui peut s'expliquer par un nombre d'observateurs variables (un seul opérateur dans le Gard et l'Aude par exemple), mais également par le nombre de sites visités qui est variable sur le littoral régional.

On note un événement important, la tempête de fin novembre 2020, qui a principalement touché le Sud de la région et constitué le premier événement important de l'hiver a fait l'objet de nombreuses remontées d'observations, essentiellement dans le département des Pyrénées-Orientales. Les observations dans le Gard sont rares, ce qui s'explique à la fois par l'étendue du territoire littoral dans ce département, et par l'absence d'événement majeur dans cette partie du littoral régional.

On note une très forte augmentation des observations en raison de l'insertion des images des caméras scientifiques ou publiques dans la BD-Tempête, qui permet notamment de capitaliser des données de manière systématique quelle que soit l'intensité de l'événement.

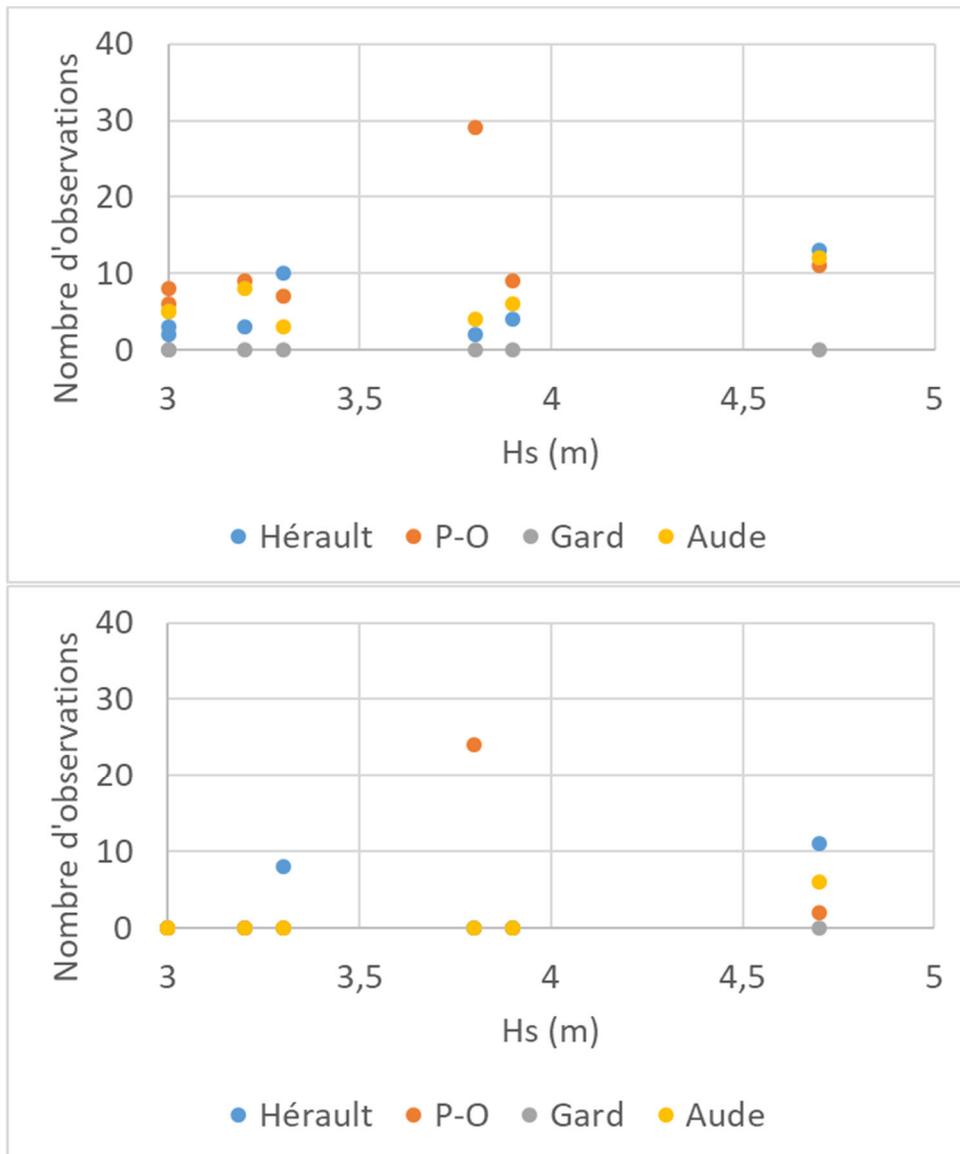


Illustration 15 – Nombre de fiches de photos capitalisées sur la BD-Tempête pendant l'hiver 2020-2021 en fonction de l'intensité (Hauteur significative des vagues maximale) de la tempête. Le graphique du haut présente toutes les observations, celui du bas présente les observations hors caméras.

4. Tempête du 21 au 23 Février 2021

La tempête Hortense, du 21 au 23 février 2021, le seul événement majeur de l'hiver 2020-2021, a atteint le seuil 2 ($H_s > 4$ m, cf. Illustration 16) mobilisant les agents pour les observations de terrain.

Il s'agit d'une tempête de secteur Sud-Est ayant engendré une houle supérieure à 4,7 m de hauteur significative à Leucate et un niveau d'eau maximum de +0,655 m NGF à Sète et +0,683 à Port-La-Nouvelle (Illustration 16). Les vents d'Est ont soufflé en moyenne à 70 km/h à Leucate et la pression atmosphérique soit restée globalement haute (> 1015 hPa).

Le détail des données météo-marines sont présentées le site internet littoral Occitanie³.

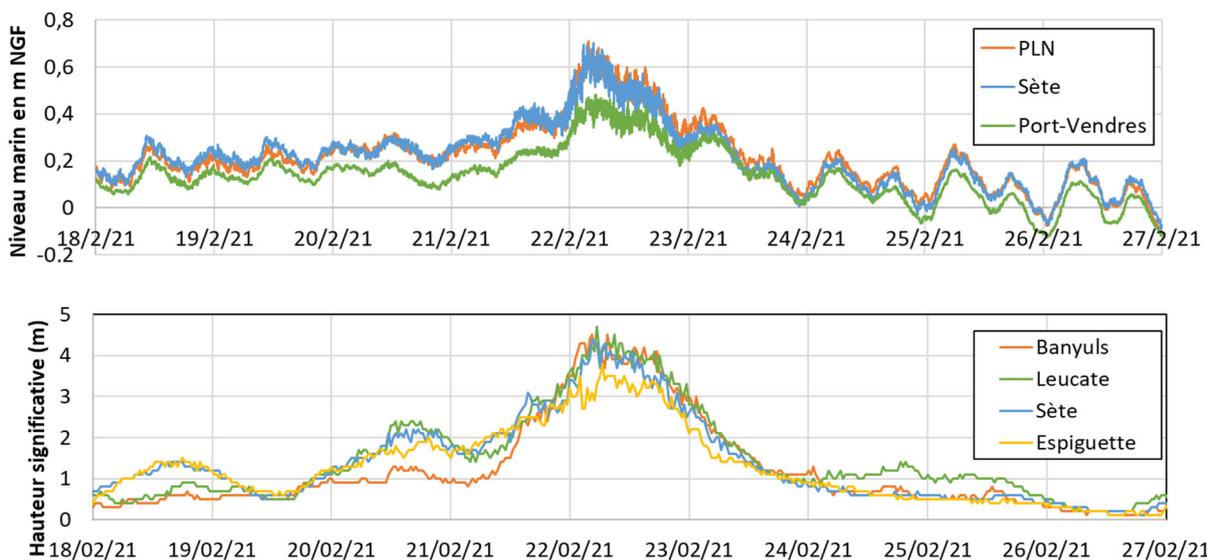


Illustration 16 – Caractéristiques de la tempête du 22 Février 2021. En haut, niveau d'eau à Sète, Port-La-Nouvelle et Port-Vendres (NGF, source : DataShom), en bas : Hauteur significative de la houle à l'Espiguette, Sète, Leucate et Banyuls (Source Candhis).

Cette tempête a créé une bonne mobilisation du réseau et la création de 31 fiches d'observation sur l'ensemble des sites de Points Fixes ainsi que sur des sites complémentaires.

Dans le Gard, aucune observation n'a été réalisée.

Dans l'Hérault, l'érosion s'est caractérisée par une submersion des plages plus ou moins importante, sans que des dégâts ou érosion prononcée ne soient observés.

³ <http://fichetempete.brgm.fr/pages/tempete.jsf?tid=20081154>



Illustration 17 – Image de la webcam Viewsurf de Palavas-les-Flots lors de la tempête du 22 février 2021.



Illustration 18 – Franchissement de paquets de mer sur la digue du port de Sète lors de la tempête du 22 février 2021 (©La Region).



Illustration 19 – Submersion partielle de la plage de Marseillan lors de la tempête du 22 février 2021 (©DDTM34).



Illustration 20 – Inondation complète de la plage de la Conque au Cap d'Agde lors de la tempête de Février 2021.



Illustration 21 – Inondation complète de la plage de Vias lors de la tempête de février 2021.



Illustration 22 - Inondation complète de la plage de Portiragnes plage lors de la tempête de Février 2021.



Illustration 23 - Inondation complète de la plage de Sérignan Les Orpellières lors de la tempête de Février 2021.



Illustration 24 – Prise de vue de la caméra Skaping de Valras lors de la tempête du 22 février 2021 (en haut, vue vers le front de mer, en bas : vue vers l'embouchure de l'Orb et les Orpellières).

Dans l'Aude, les dégâts sont limités avec des niveaux d'eau importants mais des franchissements apparemment limités, notamment à Narbonne-plage, Gruissan et Leucate (cf. illustration 25 à 28).



Illustration 25 – Image Skaping de la plage de Narbonne-plage lors de la tempête de février 2021.



Illustration 26 – Image Skaping de la plage de Gruissan chalets lors de la tempête de Février 2021.



Illustration 27 – Image Viewsurf de la plage de Leucate lors de la tempête de Février 2021.



Illustration 28 – Images de la caméra BRGM-OBSCAT du village naturiste de Leucate (vers le nord en haut et vers le sud en bas).

Dans les Pyrénées-Orientales, les observations réalisées montrent des impacts assez faibles en terme d'érosion, se traduisant essentiellement par un abaissement temporaire de la plage, comme au Barcarès et au Racou (Cf. Illustrations 29 et 35). On note tout de même des impacts sur la structure ©WaveBumper de Saint-Cyprien au niveau du boulodrome, avec la chute de plusieurs déflecteurs lors de l'événement (Cf. Illustration 33).

Les niveaux d'eau ont été relativement importants sur le littoral des Pyrénées-Orientales, sans toutefois que des phénomènes de submersion majeurs aient été observés. C'est le cas au Barcarès, Canet-en-Roussillon, Argelès-sur-Mer et Collioure (cf illustration 29 à 36).

Aucun dégât majeur n'a été signalé par les opérateurs du réseau. La chute de la structure ©wave Bumper au niveau du boulodrome de Saint-Cyprien et la submersion limitée sur la plage du Racou constituent les impacts les plus importants signalés.



Illustration 29 - Images de la caméra BRGM-OBSCAT du Barcarès (vers le nord en haut et vers le sud en bas).



Illustration 30 – Images de la caméra Viewsurf de Canet-en-Roussillon (vers le nord en haut et vers le sud en bas).



Illustration 31 – Image de la caméra BRGM de Saint-Cyprien place Maillol lors de la tempête du 22 Février 2021.



Illustration 32 - Image de la caméra BRGM de Saint-Cyprien boulodrome lors de la tempête du 22 Février 2021.



Illustration 33 – Impact sur la structure de protection ©WaveBumper lors de la tempête de Février 2021.



Illustration 34 - Images de la caméra Viewsurf d'Argelès-sur-Mer Nord (vers le nord en haut et vers le sud en bas).



Illustration 35 - Images de la caméra BRGM-OBSCAT du Racou à Argelès-sur-Mer.



Illustration 36 - Images de la caméra Viewsurf de Collioure lors de la tempête de Février 2021.

5. Développements prévus pour la saison 2021-2022

Depuis sa création, le réseau tempête a évolué pour améliorer son fonctionnement, faciliter les tâches des membres du réseau et fournir des informations pertinentes au plus grand nombre. Pour la saison 2021-2022, plusieurs actions sont prévues pour poursuivre ces améliorations.

Le premier point concerne l'établissement d'un état des lieux initial de tout le littoral régional avant la saison hivernale. Cet état des lieux est nécessaire afin de bien qualifier les impacts qui pourront être observés lors de la saison hivernale et prendre en compte les aménagements qui auraient pu être réalisés entre les 2 hivers.

Cet état des lieux a été réalisé en septembre 2021, et les fiches de sites sont annexées à ce rapport (Annexe 2).

Deux autres actions sont prévues :

- l'amélioration des outils de visualisation en ligne et de déclenchement des suivis :

L'interface de consultation disponible sur le site <http://www.littoral-occitanie.fr/-Historique-des-tempetes-> permet d'accéder à des fiches de synthèse par tempête associées à des fiches d'impact par point d'observation.

Un outil de requête permet actuellement de filtrer les tempêtes ou observations par commune, date, hauteur de vagues, etc...

Des outils de consultation plus adaptés aux besoins des partenaires et à l'analyse des événements seront développés par le BRGM, notamment :

- des bulletins automatiques post-tempêtes pour tout événement ayant impliqué l'émission d'un message automatique d'information tempête (à savoir houle supérieure à 3 m), intégrant des analyses temps réel ou analyses des impacts des tempêtes sur le littoral régional s'appuyant sur les observations vidéo des caméras publiques existantes identifiées à proximité du littoral ;

- des rapports automatiques post-tempête, plus complets et techniques que les bulletins post-tempête, pour les événements les plus importants (par exemple lors de houle supérieure à 4 m, de dégâts constatés, d'érosion importante,..) ;

- la possibilité de mieux exploiter la banque de donnée « Tempêtes » pour plus d'opérationnalité (pouvoir mettre en relation un événement annoncé avec des données historiques de tempêtes ayant des caractéristiques similaires afin d'anticiper les conséquences). Par exemple, pourront être mises en ligne les cartographies de synthèse sur les tempêtes majeures des dix dernières années (érosion/submersion/dégâts) qui pourront servir de référentiel historique, cela même si chaque tempête a ses caractéristiques propres en terme de vagues, vent, niveaux d'eau et qu'il reste difficile de trouver 2 tempêtes strictement identiques.

- La cartographie de la vulnérabilité du littoral aux tempêtes

Le BRGM, établira une cartographie de la vulnérabilité du littoral aux tempêtes, au vu de son analyse établie sur les dix dernières années d'existence du réseau Tempêtes.

6. Conclusion

Le réseau tempête est opérationnel depuis 2011. Les outils mis à disposition, qu'il s'agisse du protocole de remontée d'observation ou des modèles de prévision utilisés ont évolué au cours du temps.

Lors de l'année 2020-2021, plusieurs modifications ont été apportées aux outils développés, et en particulier la mise en place d'un bulletin automatique post-tempête à 24h permettant, grâce à l'utilisation des caméras scientifiques et publiques d'avoir un aperçu « à chaud » de l'ampleur de la tempête et de ces effets sur les plages de la région. Ce bulletin n'a pas pu être mis en production lors de l'hiver 2020-2021, mais les outils ont été développés et sont opérationnels pour l'hiver prochain.

Pendant l'hiver 2020-2021, le réseau a été activé 7 fois. Toutefois, seule une tempête a dépassé le niveau 2 qui demande la mobilisation des observateurs sur le terrain. Il s'agit de la tempête Hortense le 22 Février 2021. Cet événement a provoqué une inondation importante des plages en particulier dans l'Aude et les Pyrénées-Orientales, avec toutefois peu de dégâts recensés et une érosion vraisemblablement limitée.

L'autre événement relativement important fin novembre 2020 n'a lui aussi eu que des effets limités avec des érosions parfois significatives comme à Sainte-Marie, Argelès-sur-mer ou au village naturiste de Leucate (<http://fichetempete.brgm.fr/pages/tempete.jsf?tid=20081216>).

L'analyse des données recensées dans la BD-Tempête met en évidence une mobilisation satisfaisante sur l'événement de Février 2021 pour lequel le niveau demandait une visite de terrain des observateurs. Sur les autres événements moins significatifs, on note une forte mobilisation dans les Pyrénées-Orientales lors de la tempête du 28 novembre, premier événement important de l'hiver dans ce secteur.

L'utilisation des données de caméras scientifiques ou publiques permet d'enrichir considérablement les observations du réseau, et permet notamment d'obtenir des informations de manière systématique quel que soit le niveau de tempête observé. Ces informations sont cruciales pour la compréhension et l'anticipation des impacts et de leur localisation en fonction des événements annoncés.

Malgré le caractère très peu énergétique de cet hiver, on dénombre 154 observations pour cette saison hivernale.

Les développements pour améliorer le fonctionnement du réseau et son opérationnalité vont se poursuivre en 2021-2022, avec notamment la réalisation d'un état des lieux initial du littoral, la production de bulletins automatiques « à chaud » et « à froid » suite aux tempêtes et une évaluation de la vulnérabilité du littoral régional basée sur l'expérience des 10 ans du Réseau.

7. Bibliographie

BALOUIN Y. (2019) – Réseau Tempêtes Occitanie – 2018-2019. Rapport BRGM/RP-69355-FR ; 53 pp.

BALOUIN, Y. et VALENTINI, N. (2020) – « Réseau Tempête » Occitanie 2019-2020. Rapport final. BRGM/RP-70362-FR, 84 p.

BALOUIN Y. ; DE LA TORRE Y. et TIRARD E. (2011) – Les tempêtes marines sur le littoral du Languedoc-Roussillon – Caractérisation et faisabilité d'un réseau de surveillance des tempêtes et de leurs impacts. Rapport BRGM/RP-59516-FR ; 75 pp., 32 ill., 3 ann.

DE LA TORRE Y. ; BALOUIN Y. (2012) – Mise en œuvre opérationnel du « Réseau Tempête » sur le littoral du Languedoc-Roussillon. Rapport BRGM/RP-60694-FR ; 97 p., 15 ill., 5 ann.

BALOUIN Y. ; DE LA TORRE Y. et MOREL O. (2013) – « Réseau Tempête » Languedoc-Roussillon : activité 2012-2013 et développement des outils en ligne. Rapport BRGM/RP-62731-FR ; 30 p., 22 ill.

SALLENGER A.H. (2000) - Storm impact scale for barrier islands. Journal of Coastal Research, 16 (3), pp 890-895.

Annexe 1 Liste des destinataires du message de mobilisation du réseau

a.blum@brgm.fr	luais.fabien@portsuddefrance-sete.fr
aajas@eid-med.org	luciekerjean@beziers-mediterranee.fr
alexandre.richard@laregion.fr	m.perez@perpignan-mediterranee.org
aline.costa@herault.gouv.fr	mairie@ville-serignan.fr
amandine.cabrit@developpement-durable.gouv.fr	marc.barral@laregion.fr
andres.mena@laregion.fr	marion.pierre@laregion.fr
aurelie.escudier@developpement-durable.gouv.fr	matthieu.schwebel@laregion.fr
b.ladouche@brgm.fr	mgervais@eid-med.org
c.fajon-herviou@perpignan-mediterranee.org	michel.dachar@aude.gouv.fr
c.lamotte@brgm.fr	michel.verdet@aude.gouv.fr
carmes.olivier@portsuddefrance-sete.fr	mrddi-ddtm@gard.gouv.fr
catherine.garcia@developpement-durable.gouv.fr	msarre@herault.fr
cedric.combes@laregion.fr	murielle.ribot@laregion.fr
chadourne.melanie@portsuddefrance-sete.fr	n.valentini@brgm.fr
claire.dolle@developpement-durable.gouv.fr	olivier.sebastien@ville-valrasplage.fr
cyrille.taioni@laregion.fr	p.armenio@agglropole.fr
daniel.gras@laregion.fr	pascal.guy@developpement-durable.gouv.fr
daniel.guiliani@gard.gouv.fr	patrick.guillaume@laregion.fr
ddtm-dml-ap-capitainerie@herault.gouv.fr	p.carbonnel@herault.fr
ddtm-dml-cpln@pyrenees-orientales.gouv.fr	philian.retif@herault.gouv.fr
ddtm-dml-cpv@pyrenees-orientales.gouv.fr	philippe.bauchet@laregion.fr
ddtm-rdi@herault.gouv.fr	philippe.chapelet@developpement-durable.gouv.fr
ddtm-saem@aude.gouv.fr	philippe.dufresne@developpement-durable.gouv.fr
e.palvadeau@brgm.fr	philippe.reis@herault.gouv.fr
emmanuelle.gignoux@herault.gouv.fr	pierre-luc.lecompte@pyrenees-orientales.gouv.fr
fannymena@beziers-agglo.org	pierre-olivier.dubois@developpement-durable.gouv.fr
franck.cazin@laregion.fr	prichard@eid-med.org
fvendrin@eid-med.org	provence.lanzellotti@aurca.org
gaelledupuy@beziers-mediterranee.fr	r.belon@brgm.fr
girard@ville-valrasplage.fr	raynald.vallee@i-carre.net
hheurtefeux@eid-med.org	rdi.ddtm@aude.gouv.fr
igert.denis@portsuddefrance-sete.fr	s.drai@agglloh.net
isabelle.bouet@gard.gouv.fr	s.dumont@ville-serignan.fr
isabelle.rochet@pyrenees-orientales.gouv.fr	s.gautier@perpignan-mediterranee.org
jannet@ville-valrasplage.fr	scheherazade.aoubid@laregion.fr
jean-loup.herault@pyrenees-orientales.gouv.fr	sebastien.forest@developpement-durable.gouv.fr
jean-pierre.batut@pyrenees-orientales.gouv.fr	serge.herviou@aurca.org
jerome.loup@laregion.fr	serge.pages@herault.gouv.fr
johann.schlosser@pyrenees-orientales.gouv.fr	spc-mo.dreal-occitanie@developpement-durable.gouv.fr
julien.butterbach@laregion.fr	spcgd@developpement-durable.gouv.fr
kevin.bohec@laregion.fr	stephan.bousquet@aude.gouv.fr
l.cesmat@smbt.fr	stephanalaimo@beziers-mediterranee.fr
laila.belmeliani@herault.gouv.fr	stephane.marty@gard.gouv.fr
lamy.geraldine@portsuddefrance-sete.fr	vincent.courtray@gard.gouv.fr
laurence.vernisse@herault.gouv.fr	xavier.prudhon@pyrenees-orientales.gouv.fr
laurent.baccou@herault.gouv.fr	y.balouin@brgm.fr
laurent.montel@developpement-durable.gouv.fr	y.iziquel@agglropole.fr
lea.gerard@developpement-durable.gouv.fr	yannick.guilhou@aude.gouv.fr
liard.sylvain@portsuddefrance-sete.fr	
llinares.jose@portsuddefrance-sete.fr	

Annexe 2 Etat initial du littoral avant la saison 2021-2022

Depuis 2021, le réseau a mis en place un suivi de l'état initial du littoral avant la saison hivernale. En 2021, les visites de tous les sites ont été réalisées fin septembre avant les premiers coups de mer.

Les fiches suivantes recensent les photographies des point fixes du réseau avant l'hiver. Elles sont également disponibles sur le site du réseau :

<http://fichetempete.brgm.fr/pages/tempete.jsf?tid=20081226>.



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

Direction régionale Occitanie

1039, rue de Pinville
34000 Montpellier
Tél. : 04 67 15 79 80

www.brgm.fr



Géosciences pour une Terre durable

brgm