

« Réseau Tempête » Occitanie
2019-2020
 Rapport final
 BRGM/RP-70362-FR
 Décembre 2020

Rapport final

BRGM/RP-70362-FR

Décembre 2020



Géosciences pour une Terre durable

Geosciences pour un
brgm

« Réseau Tempête » Occitanie 2019-2020

Rapport final

BRGM/RP-70362-FR

Décembre 2020

Étude réalisée dans le cadre des opérations
d'appui à politiques publiques du BRGM 2020-AP20MPL022 avec le soutien de la
DREAL Occitanie

Y. Balouin et N. Valentini

Vérificateur :



E. PALVADEAU

Approbateur :



A. BLUM

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



Mots-clés : impact, Occitanie, littoral, réseau, risque, suivi, tempête.

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

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

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/-Infos-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 2019-2020, plusieurs modifications ont été portées :

- Modification des listes de mobilisation du réseau ;
- Retour aux prévisions françaises SHOM-Météo-France mieux validées sur le Golfe du Lion ;
- Développement du bulletin automatique de mobilisation du réseau ;
- Evolution de l'application i-infoterre Tempêtes Occitanie.

Pendant l'hiver 2019-2020, le réseau a été activé 12 fois (cf. illustration 7, 8 et 9). Toutefois, seules 4 tempêtes ont dépassé le niveau 2 qui demande la mobilisation des observateurs sur le terrain. Il s'agit des événements :

- 23 octobre 2019 (Niveau 3) ;
- 23 novembre 2019 (niveau 2), tempête Cécilia ;
- 19 décembre 2019 (niveau 3), tempête Fabien ;
- 21 janvier 2020 (niveau 3), tempête Gloria.

L'analyse des données recensées dans la BD-Tempête met en évidence une bonne mobilisation et remontée d'information pour les tempêtes majeures (niveau 3), mais une remontée partielle voire absente pour les tempêtes moins importantes. La particularité des tempêtes de l'hiver 2019-2020, est leur orientation. Les tempêtes moins importantes ont en effet plus touché les départements du Gard et des Pyrénées-Orientales, ce qui génère une remontée d'observations plus faibles car les impacts de ces événements sont faibles sur le littoral des autres départements. On dénombre tout de même 189 observations pour cette saison hivernale.

La formation des observateurs sur le terrain réalisée en novembre 2019 a été l'occasion de rappeler à ces derniers que la remontée d'information est importante, même lorsqu'aucun impact effectif n'est constaté, et ceci afin de pouvoir à terme anticiper les conséquences en fonction des caractéristiques d'un événement prévu. Un protocole simplifié pourra être envisagé par la suite pour pouvoir renseigner une absence d'érosion/submersion/dégât de manière plus rapide afin de capitaliser cette information qui reste souvent non renseignée.

La cartographie des impacts recensés en terme d'érosion, submersion et dégâts montre une bonne cohérence des seuils morphogènes retenus avec des impacts moyens à forts observés pour le niveau 2 et des impacts forts pour le niveau 3.

L'hiver 2019-2020 enregistre 3 tempêtes importantes mais non exceptionnelles, et les observations indiquent que les dégâts restent modérés et les submersions temporaires par débordement et franchissements de faible amplitude, en accord avec les niveaux d'eau et de hauteurs de vagues mesurés.

La finalisation des outils de capitalisation et visualisation est en cours et ils seront opérationnels pour l'hiver 2020-2021.

Sommaire

1. Introduction	9
2. Gestion du réseau	11
2.1. RAPPEL DU FONCTIONNEMENT GENERAL DU RESEAU TEMPETE	11
2.2. RESEAU D'OBSERVATEURS	12
2.3. MISE A JOUR DE L'OUTIL DE DECLENCHEMENT AUTOMATIQUE DU RESEAU	12
2.4. L'APPLICATION MOBILE I-INFOTERRE™	13
2.5. BULLETIN DE MOBILISATION	18
3. Activité du réseau	25
3.1. BILAN DES EVENEMENTS DE L'HIVER 2019-2020	25
3.2. RETOUR D'EXPERIENCE SUR LE FONCTIONNEMENT DU RESEAU	27
3.2.1. Retour d'expérience sur les données recueillies	28
3.3. IMPACT DES TEMPETES	29
4. Tempête du 22 au 24 Octobre 2019	35
5. Tempête du 23 novembre 2019	41
6. Tempête de décembre 2019	47
7. Tempête Gloria en janvier 2020	52
8. Conclusion	71
9. Bibliographie	73
10. Annexe 1 – Liste des destinataires du message de mobilisation du Réseau Tempêtes 	77

Liste des illustrations

Illustration 1 – Seuils morphogènes / suivis retenus pour les observations des tempêtes et de leurs impacts.....	10
--	----

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.	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 – Nombre d'événements de Niveaux 1, 2 et 3 pendant l'hiver 2019-2020.....	25
Illustration 12 – Classement des tempêtes selon leur niveau et leur localisation en fonction des bouées côtières (les valeurs indiquent la hauteur significative de la houle au pic de la tempête).	26
Illustration 13 – Hauteur significative des vagues aux bouées DREAL-Candhis pendant l'hiver 2019-2020.	27
Illustration 14 – Nombre de fiches d'observation (gauche) et de photos (droite) capitalisées sur la BD-Tempête pendant l'hiver 2019-2020 en fonction de l'intensité (Hauteur significative des vagues) de la tempête.....	28
Illustration 15 – Hierarchisation des niveaux d'impacts. Les couleurs correspondent aux cartographies des fiches tempêtes.	29
Illustration 16 – Modèle d'impact d'une tempête sur le haut de plage (Sallenger, 2000).	30
Illustration 17 – Cartographie des indicateurs Erosion, Submersion et Dégâts pour la tempête du 23 Octobre 2019.	31
Illustration 18 – Cartographie des indicateurs Erosion, Submersion et Dégâts pour la tempête du 23 Novembre 2019.	32
Illustration 19 – Cartographie des indicateurs Erosion, Submersion et Dégâts pour la tempête du 19 Décembre 2019.	33
Illustration 20 - Cartographie des indicateurs Erosion, Submersion et Dégâts pour la tempête du 21 janvier 2020.....	34
Illustration 21 – Caractéristiques de la tempête du 23 Oct 2019. En haut, niveau d'eau à Sète, Port-La-Nouvelle et Port-Vendres (NGF), en bas : Hauteur significative de la houle à l'Espiguette, Sète, Leucate et Banyuls.	35
Illustration 22 – Erosion du front dunaire à Vias (en haut, ©DDTM34) ,et abaissement de la plage à Sète (en bas, ©MidiLibre).	36
Illustration 23 – Niveau d'eau sur la plage du Grau à Agde (en haut à gauche ©DDTM34), franchissement dans les chemins d'accès à Frontignan-plage (en haut à droite ©pechefrontignan),niveaux d'eau sur le lido de Sète (au milieu, ©BRGM-Sète Agglopôle Méditerranée), brèche et pénétration des eaux dans l'ancien grau du Libron (en bas, ©DDTM34).....	37

Illustration 24 – Impacts sur les fondations des établissements de plage à Sète (en haut à gauche, ©MidiLibre) et sur les accès plages et ganivelles à Agde (Agde naturiste en haut à droite ©DDTM34) et Grau du libron (en bas, ©DDTM34).	38
Illustration 25 – Niveaux d'eau à Gruissan (en haut, ©DDTM11), Narbonne-Plage (au milieu ©DDTM11) et Leucate (en bas, ©DDTM11).	39
Illustration 26 – Laisse de tempête à Canet-en-Roussillon (à gauche) et abaissement de la plage à Sainte-Marie-la-mer (à droite).	39
Illustration 27 – Niveaux d'eau atteints sur les plages du Barcarès (en haut), Torrelles (2 ^{ème} ligne), Canet (3 ^{ème} ligne) et Argelès (en bas).	40
Illustration 28 – Caractéristiques de la tempête du 23 Nov 2019. En haut, niveau d'eau à Sète, Port-La-Nouvelle et Port-Vendres (NGF), en bas : Hauteur significative de la houle à l'Espiguette, Sète, Leucate et Banyuls.	41
Illustration 29 – niveaux d'eau atteints dans le secteur du Boucannet : Plage devant le Belhambra (à gauche) et Devant le camping Cap Fun (à droite).	42
Illustration 30 – Erosion dans le secteur Handiplage du Boucannet.	42
Illustration 31 – Erosion dunaire et dégâts sur les ganivelles dans le secteur de l'ancien hopital du Boucannet.	43
Illustration 32 – Dégâts au niveau du parking de la plagette au Boucannet.	43
Illustration 33 – Erosion du pied de dune sur la plage Nord (rive gauche).	44
Illustration 34 – Erosion du cordon dunaire à l'Espiguette – secteur Capelude.	44
Illustration 35 – Erosion du cordon dunaire à l'Espiguette – Secteur Terre Neuve.	44
Illustration 36 – Forte érosion du cordon dunaire à l'Espiguette – secteur Bois des Baronnets.	45
Illustration 37 – Erosion du cordon dunaire à l'Espiguette – secteur fin du parking des Baronnets.	45
Illustration 38 – submersion au niveau de la pointe de l'Espiguette.	46
Illustration 39 – Caractéristiques de la tempête du 17 au 21 dec 2019. En haut, niveau d'eau à Sète, Port-La-Nouvelle et Port-Vendres (NGF), en bas : Hauteur significative de la houle à l'Espiguette, Sète, Leucate et Banyuls.	47
Illustration 40 – Observations des niveaux d'eaux atteints pendant la tempête du 17 déc 2019 sur la commune de Gruissan (en haut : les Ayguades, en bas : les chalets).	48
Illustration 41 - Observations des niveaux d'eaux atteints pendant la tempête du 17 déc 2019 sur la commune de Narbonne-plage.	48
Illustration 42 - Observations des niveaux d'eaux atteints pendant la tempête du 17 déc 2019 sur la commune de Leucate – Village naturiste (en haut : vue vers le nord, en bas : zoom).	49
Illustration 43 - Observations des niveaux d'eaux atteints pendant la tempête du 17 déc 2019 sur la commune du Barcarès.	50
Illustration 44 - Observations des niveaux d'eaux atteints pendant la tempête du 20 déc 2019 sur la commune de Mauguio-Carnon au niveau de l'expérimentation ©WaveBumper sur le lido du Petit-Travers.	50
Illustration 45 – Caractéristiques de la tempête du 20 au 23 janvier 2020. En haut, niveau d'eau à Sète, Port-La-Nouvelle et Port-Vendres (NGF), en bas : Hauteur significative de la houle à l'Espiguette, Sète, Leucate et Banyuls.	52
Illustration 46 – Dépôts de bois flottés sur la plage de Fleury-d'Aude (©L'indépendant).	53
Illustration 47 – Observation de l'inondation de la plage à Narbonne-plage pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.	53

Illustration 48 - Observation de l'inondation de la plage à Gruissan (Les Ayguades) pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.....	53
Illustration 49 - Observation de l'inondation de la plage et de l'ensablement de la promenade à Gruissan (Les Chalets) pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.....	54
Illustration 50 - Observation de l'inondation de la plage à Leucate pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.....	54
Illustration 51 – Laisse de mer sur la commune du Barcarès, secteur du Lydia, pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.....	55
Illustration 52 - Observations sur la commune du Barcarès, secteur PS4, pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.	55
Illustration 53 - Observations sur la commune du Barcarès, secteur au Nord du Port, pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.....	56
Illustration 54 - Observations sur la commune du Barcarès, secteur de l'embouchure de l'Agly, pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.....	57
Illustration 55 – Observations la commune de Torreilles pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.	58
Illustration 56 - Observations sur la commune de Sainte-Marie-la-Mer centre pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.....	59
Illustration 57 – Observations sur la commune de Sainte-Marie-la-Mer au nord du port pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.....	60
Illustration 58 – Bois flotté dans le port de Sainte-Marie lors de la tempête Gloria en Janvier 2020.	61
Illustration 59 – Observations sur la commune de Canet-en-Roussillon (plage du Sardinale au nord du port) pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.	62
Illustration 60 – Observations sur la commune de St-Cyprien (secteur Boulodrome en haut, secteur nord du port en bas) pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.	63
Illustration 61 – Bois flottés dans le port de St Cyprien suite à la tempête Gloria en janvier 2020 (©L'Indépendant).	63
Illustration 62 - Observations sur la commune d'Argelès-sur-mer (secteur nord du port) pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.....	64
Illustration 63 - Observations sur la commune d'Argelès-sur-mer (secteur Racou) pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.....	66
Illustration 64 - Observations sur la commune de Collioure pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.	67
Illustration 65 - Observations sur la commune de Port-Vendres pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.	68
Illustration 66 - Observations sur la commune de Banyuls, plage de l'Ouille, pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.....	69
Illustration 67 - Observations sur la commune de Banyuls pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.	70
Illustration 68 – liste des destinataires du message de mobilisation du réseau tempête en 2020.	77

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.

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 Agglopôle 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/suivi-des-tempetes-et-de-leurs-impacts.html> qui permet aux membres du réseau de saisir les observations et qui génère automatiquement des fiches par tempête.

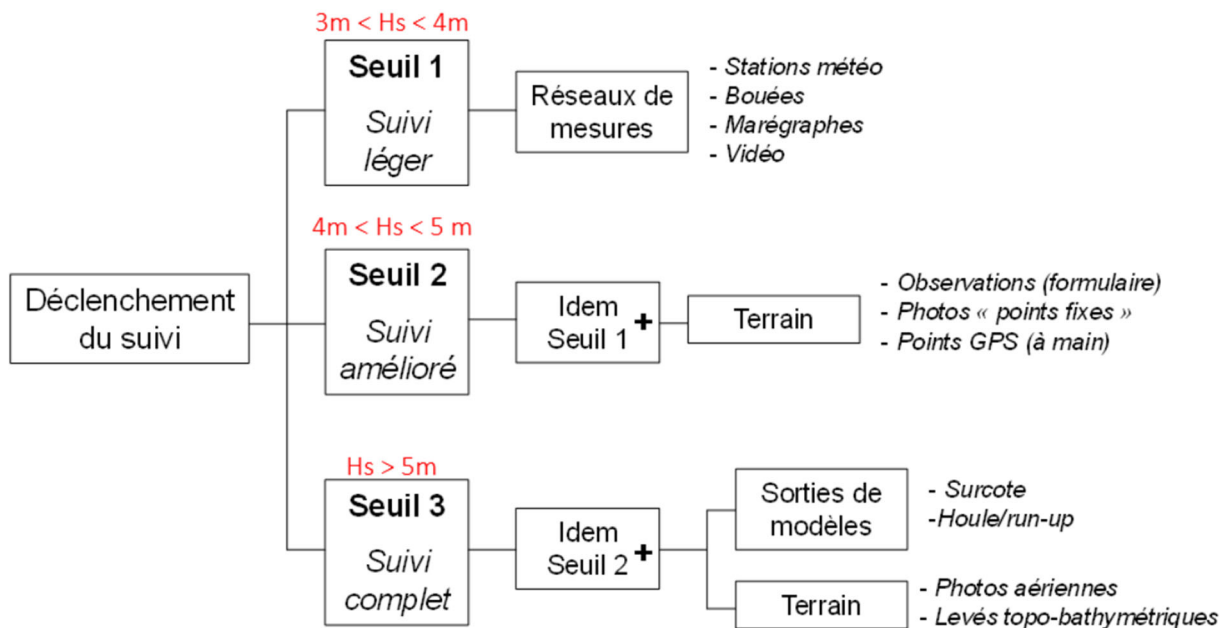


Illustration 1 – Seuils morphogènes / suivis retenus pour les observations des tempêtes et de leurs impacts.

Ce rapport présente les derniers développements d'outils en support aux activités du réseau et la synthèse des tempêtes survenues lors de l'hiver 2019-2020. 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 repose 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'état, organismes publics réalisaient des observations suite aux événements de tempêtes sans toutefois coordonner les efforts ni utiliser des protocoles communs, ce qui rendaient 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).

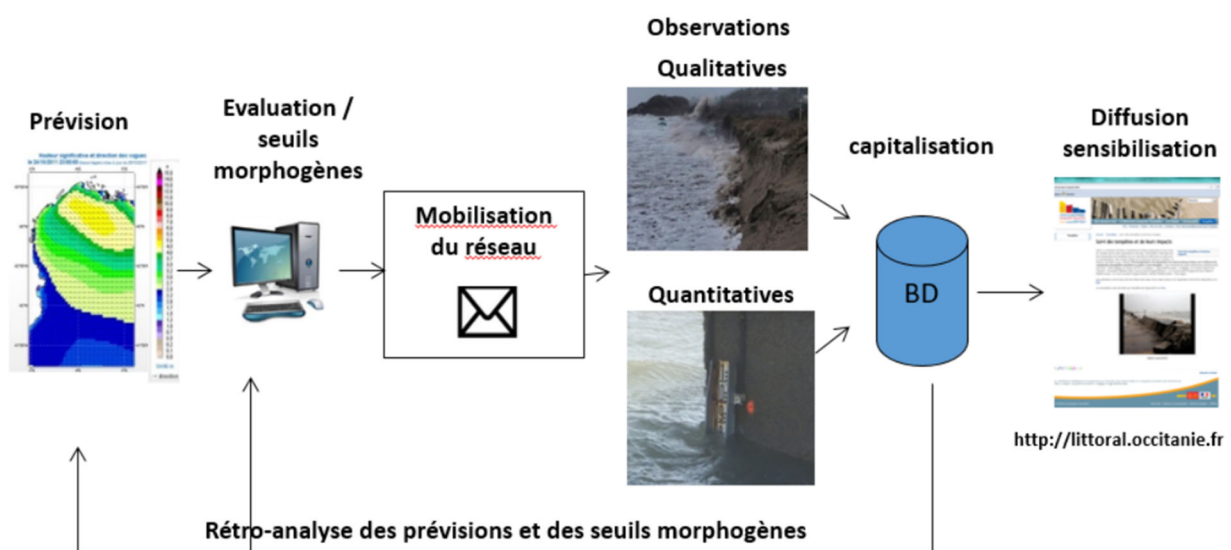


Illustration 2 – Dispositif opérationnel du réseau de suivi des tempêtes et de leurs impacts sur le littoral d'Occitanie.

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.

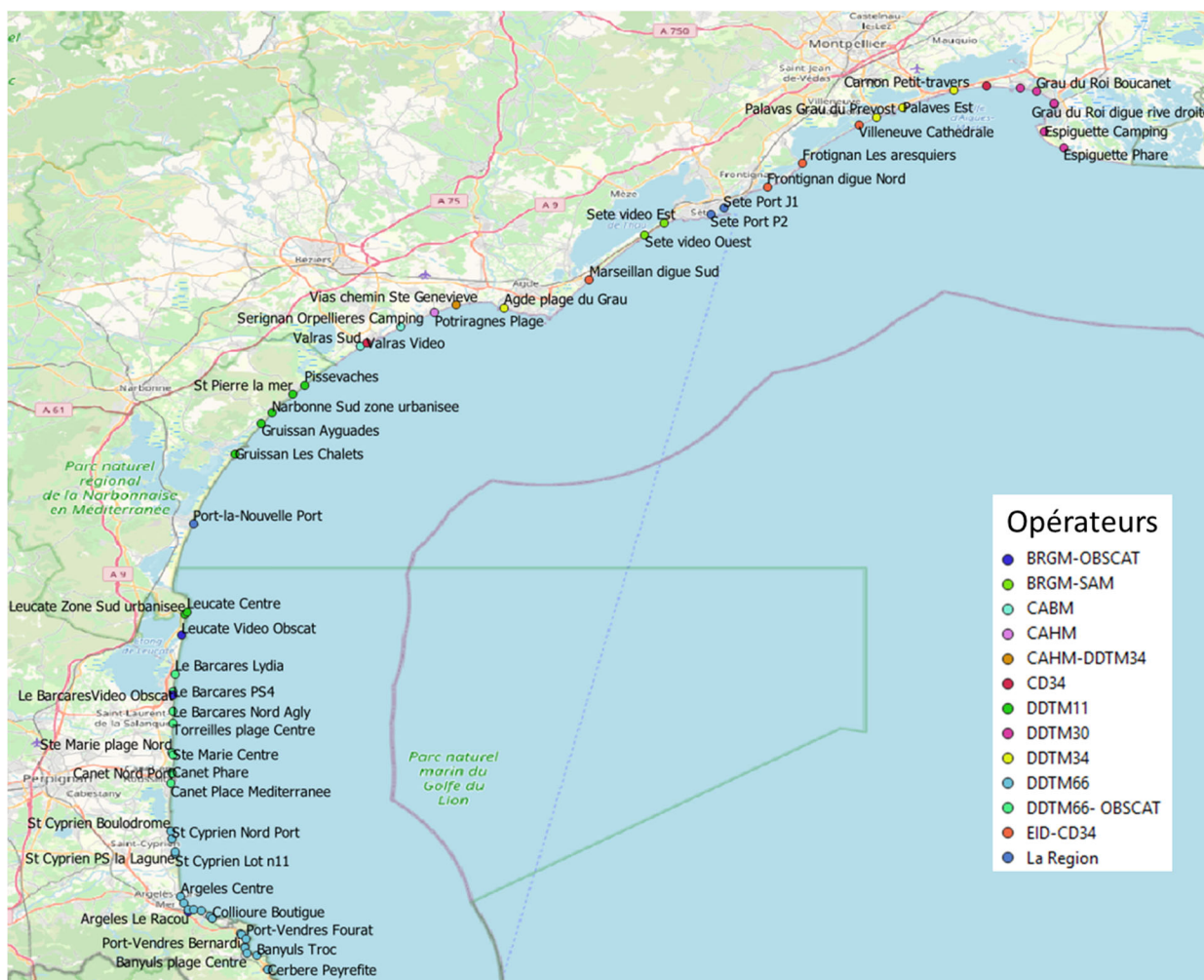


Illustration 3 – Cartographie des points fixes du réseau tempêtes.

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 84 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'Ifremer 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 la routine pointe maintenant vers leur serveur ftp.

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.

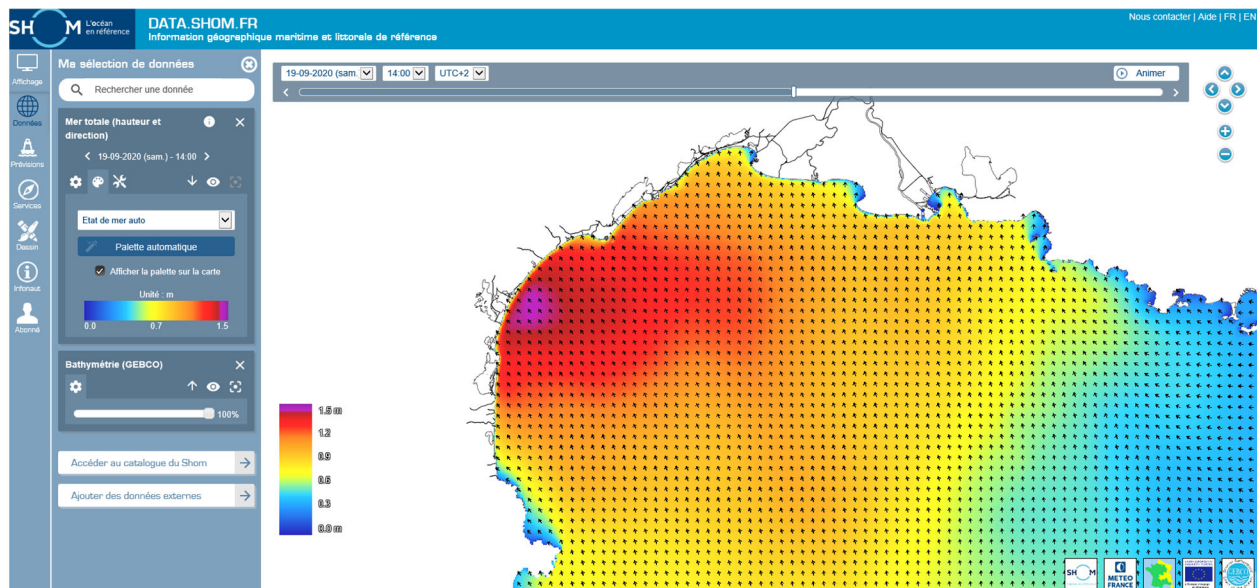


Illustration 4 – Site internet de visualisation des simulations du SHOM – Météo-France (<https://data.shom.fr>).

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 ;

¹ www.puertos.es

- 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) ;
- 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).

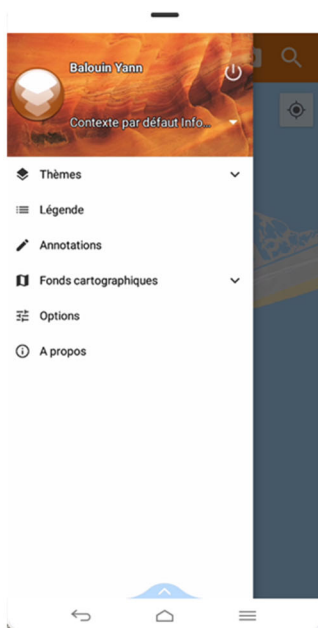
Chaque utilisateur de l'application mobile i-InfoTerre™ doit créer un compte personnel InfoTerre™. Toutes les annotations que l'utilisateur saisit dans l'application sont alors disponibles dans son compte personnel InfoTerre™. Il peut ainsi manipuler ses données sur n'importe quel poste de travail depuis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

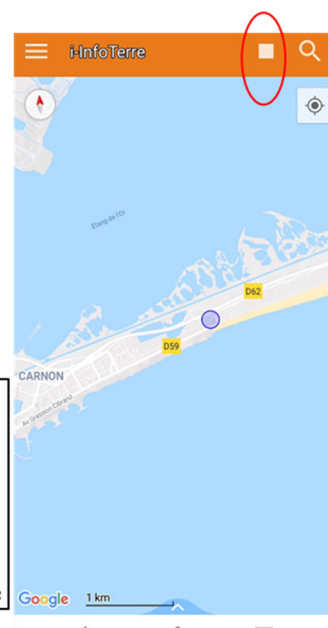
1- Connexion à son compte i-Infoterre



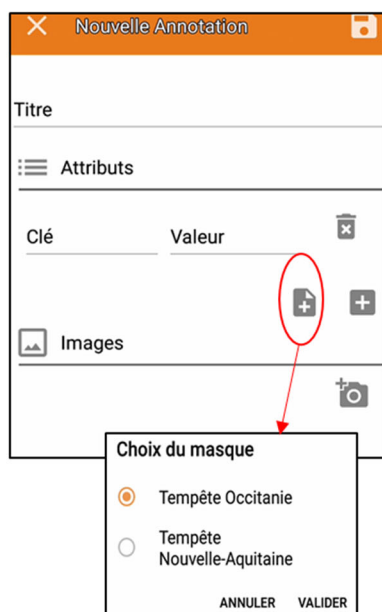
2- Créer une annotation et localiser sur la carte



3- Editer l'annotation



4- Charger le masque Tempêtes



5- Renseigner la fiche

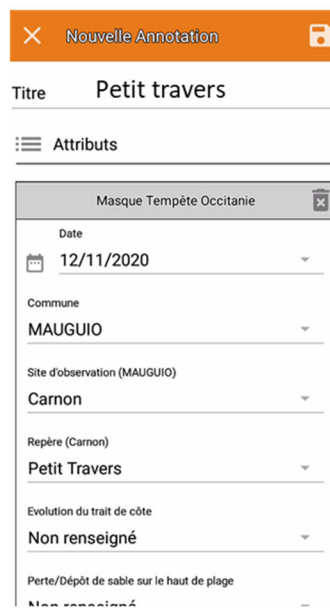


Illustration 5 – Etapes de connexion et création d'une observation tempête sur i Infoterre

×

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
 ☐ Ponctuelle sur le secteur
 ☐ Généralisée sur le secteur

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.

Nouvelle Annotation

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

Entaille d'érosion
Non renseigné

Submersion marine
Oui

Nature de l'observation
Non renseigné

Précision de l'observation (submersion marine)
Non renseigné

Dégâts
Non renseigné

Commentaires

Sélectionner une valeur

☒ Non renseigné
☐ Observation générale sur le secteur
☐ Observation ponctuelle : hauteur d'eau
☐ Observation ponctuelle : limite de la zone submergée

ANNULER VALIDER

Sélectionner une valeur

☒ Non renseigné
☐ Estimée à partir de dépôts
☐ Estimée par expertise
☐ Rapportée par un tiers

ANNULER VALIDER

Nature de l'observation
Observation générale sur le secteur

Par débordement ☐

Par franchissement ☐

Par rupture ☐

Conjonction avec des apports continentaux ☐

Hauteur d'eau maximale sur le secteur
Non renseigné

Etendue de la submersion à l'intérieur des terres
Non renseigné

Précision de l'observation (submersion marine)
Non renseigné

Sélectionner une valeur

☒ Non renseigné
☐ 0 - 0.5 m
☐ 0.5 - 1 m
☐ 1 - 1.5 m
☐ 1.5 - 2 m
☐ Supérieur à 2 m

ANNULER VALIDER

Sélectionner une valeur

☒ Non renseigné
☐ 0 - 10 m
☐ 10 - 30 m
☐ 30 - 50 m
☐ 50 - 100 m
☐ Supérieur à 100 m

ANNULER VALIDER

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

Nouvelle Annotation

Précision de l'observation (submersion marine)
Non renseigné

Dégâts
Oui

Bâtiments ☐

Bateaux ☐

Ouvrage de protection marine ☐

Infrastructure portuaire ☐

Accès plage ☐

Route ☐

Clôture / barrière ☐

Nouvelle Annotation

Camping ☐

Réseaux d'eau ou électrique ☐

Equipements temporaires ☐

Commentaires
blabla

Clé Valeur

Images

Titre
test

Ajout d'une photo

Souhaitez-vous prendre une photo ou sélectionner une image présente sur votre appareil ?

PRENDRE UNE PHOTO

SÉLECTIONNER UNE IMAGE

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

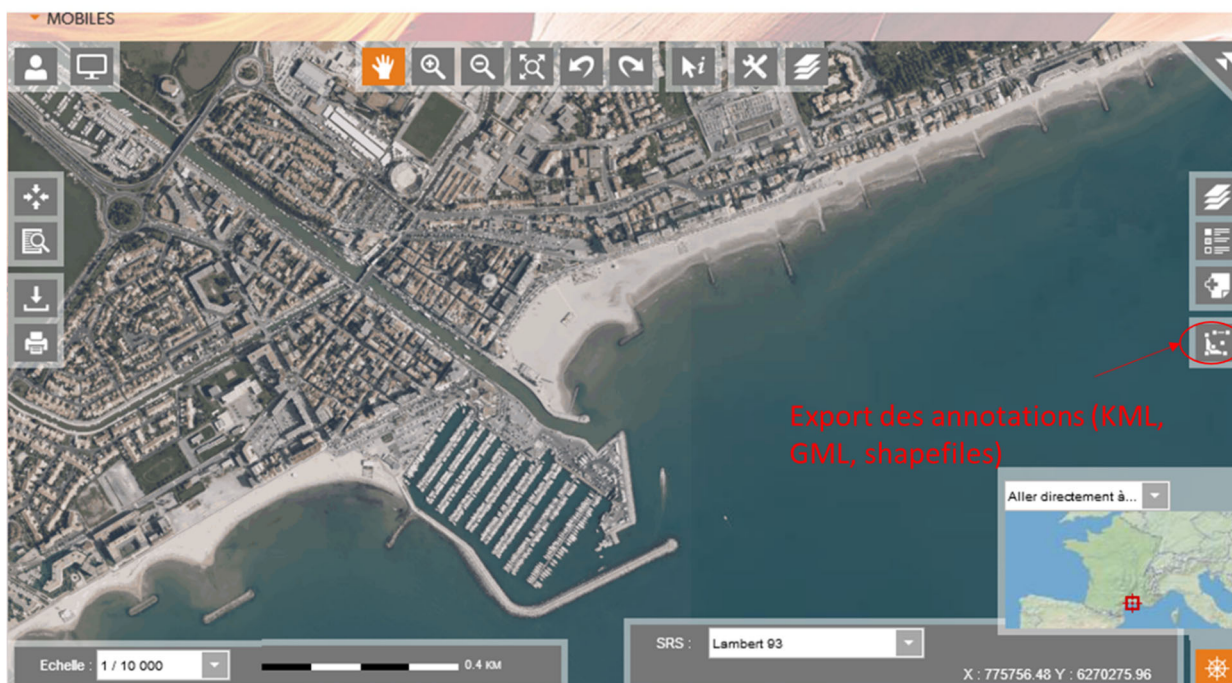


Illustration 9: Les annotations saisies sur l'application mobile sont disponibles sur le compte personnel InfoTerre de l'utilisateur <http://infoterre.brgm.fr/viewer/MainTileForward.do>. L'export des données est possible sous format KML, GML et Shapefile.

2.5. BULLETIN DE MOBILISATION

Parmi les nouveaux outils mis 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 terme 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 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

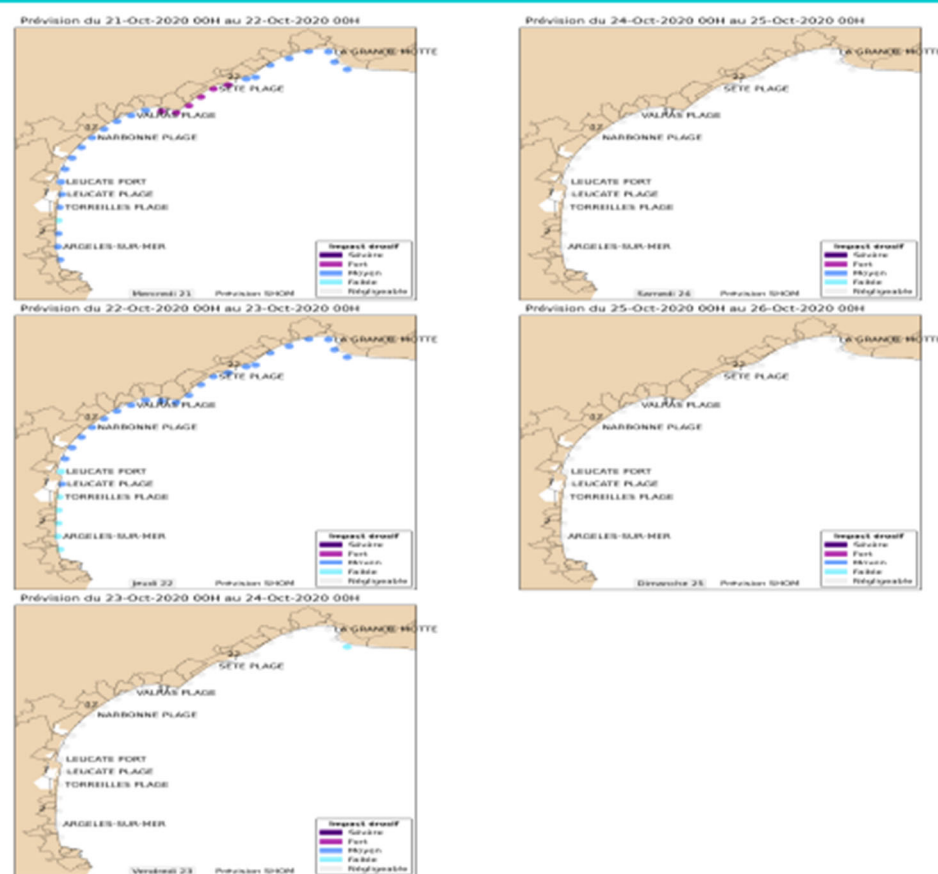
Le dispositif Surveillance Erosion du Réseau Tempêtes permet la veille sur des événements météo-marins pouvant générer une érosion rapide des littoraux sableux et/ou une submersion rapide du littoral d'Occitanie. Les membres du Réseau Tempêtes sont invités à partager les informations relatives à l'événement 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 décaissement 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

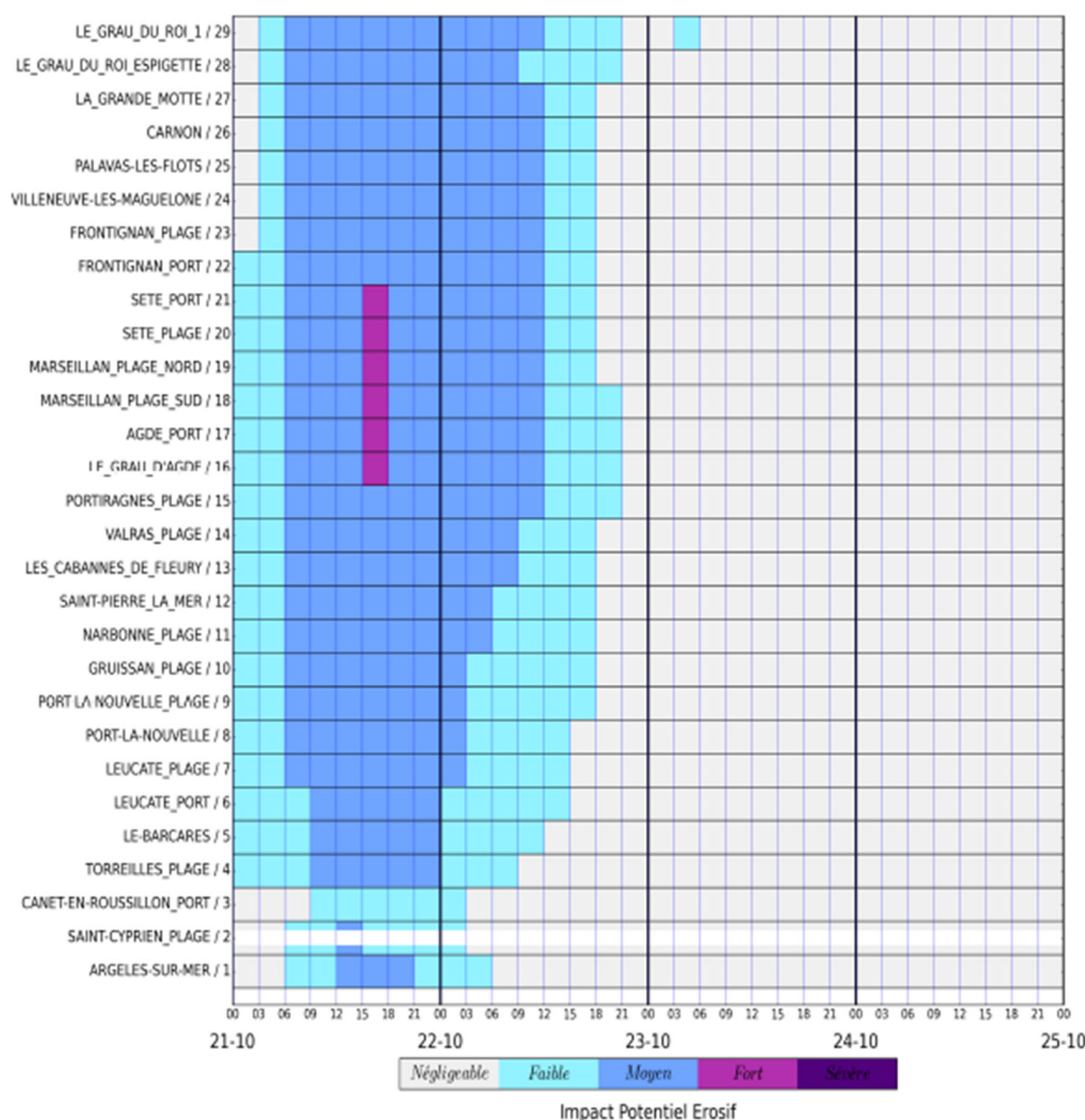
du 21/10/2020 02:00 au 26/10/2020 01:00

émis le : 21/10/2020 à 08:54

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



Evolution spatiale et temporelle (max par créneau de 3h) de l'indicateur du niveau d'impact



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 décaissement 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.



n° 2 / 6

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

Bulletin de prévision n° SPECIAL

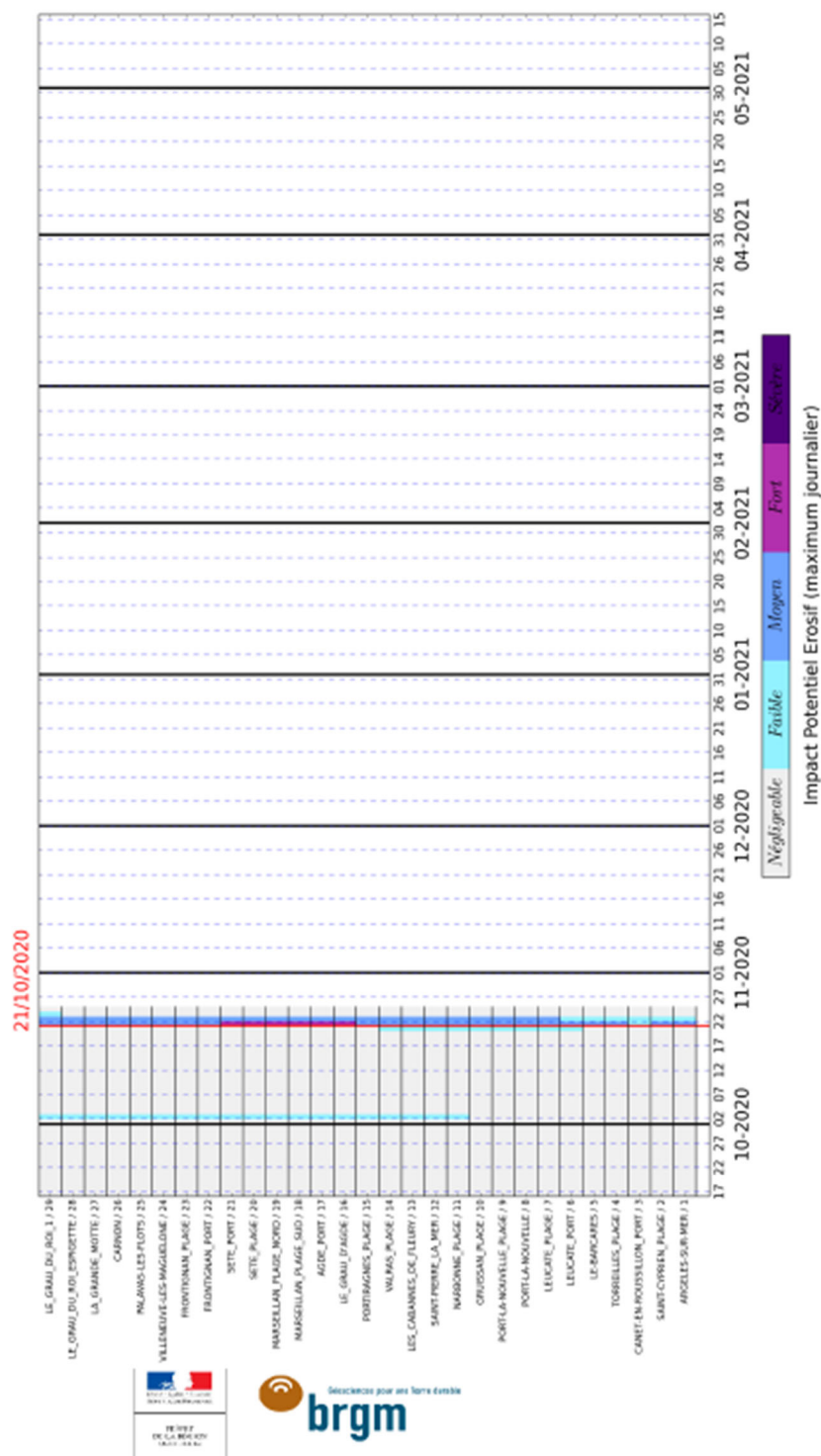
du 21/10/2020 02:00 au 26/10/2020 01:00

émis le : 21/10/2020 à 08:54

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



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



n° 3 / 6

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

Bulletin de prévision n° SPECIAL

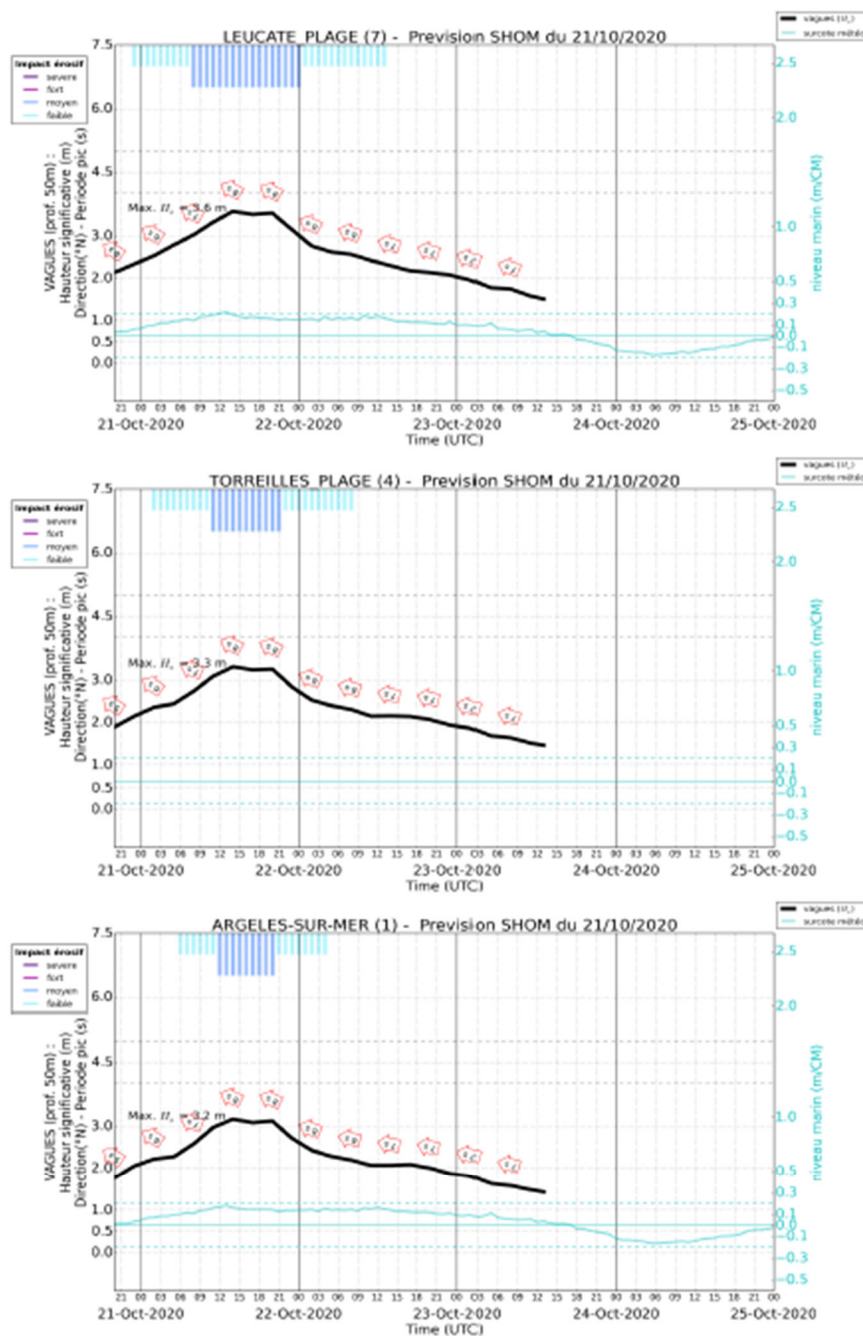
du 21/10/2020 02:00 au 26/10/2020 01:00

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

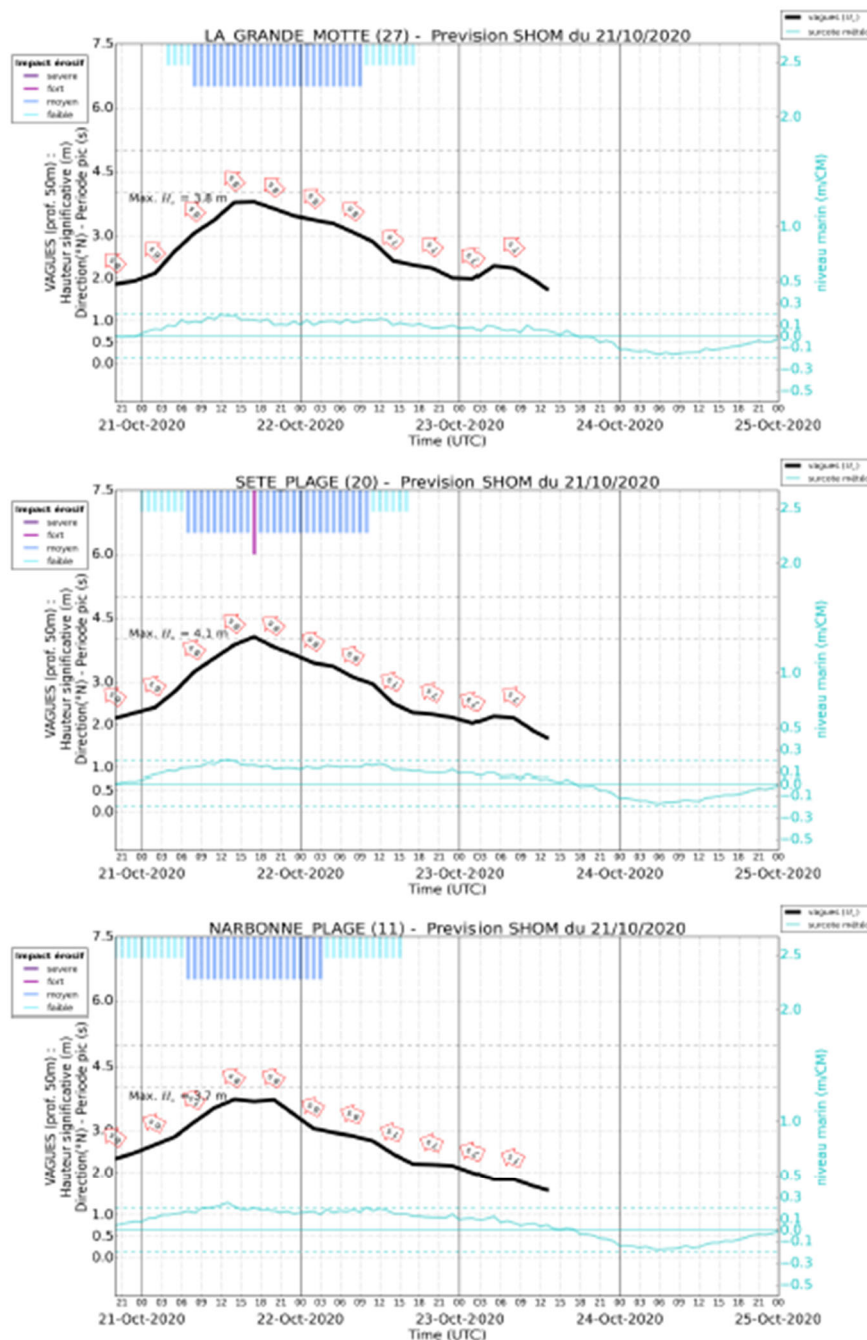
du 21/10/2020 02:00 au 26/10/2020 01:00

émis le : 21/10/2020 à 08:54

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



Evolution temporelle des prévisions par station



n° 5 / 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.



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'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 niveau d'impact attendu sur le côte 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 définies 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'interprétation 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 décline 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.

3. Activité du réseau

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

Pendant l'hiver 2019-2020, le réseau a été activé 12 fois (cf. illustration 11, 12 et 13). Toutefois, seules 4 tempêtes ont dépassé le niveau 2 qui demande la mobilisation des observateurs sur le terrain.

Il s'agit des événements :

- 23 octobre 2019 (Niveau 3) ;
- 23 novembre 2019 (niveau 2), tempête Cécilia ;
- 19 décembre 2019 (niveau 3), tempête Fabien ;
- 21 janvier 2020 (niveau 3), tempête Gloria.

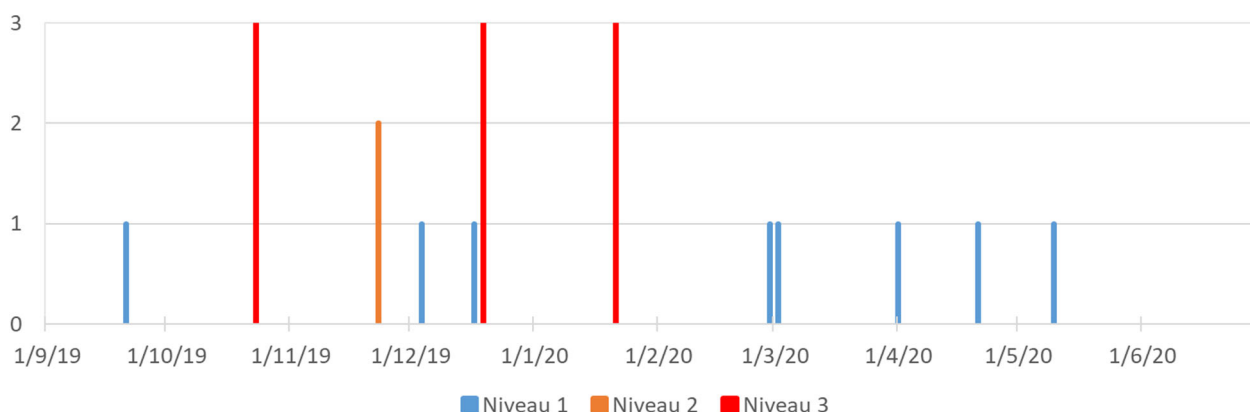


Illustration 11 – Nombre d'événements de Niveaux 1, 2 et 3 pendant l'hiver 2019-2020.

Il y a donc eu trois activations de niveau 2 du réseau et une du niveau 3, ce qui correspond à quatre mobilisations 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 le niveau 3 a été dépassé 3 fois. On note toutefois un seul événement de niveau 2 alors que certains hivers (2017-2018 par exemple) en ont compté jusqu'à 5 (cf. illustration 12).

L'événement le plus puissant (en terme de hauteur significative) est la tempête Gloria en janvier 2020 qui n'a toutefois touché que le littoral du Roussillon.

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			

Illustration 12 – Classement des tempêtes selon leur niveau et leur localisation en fonction des bouées côtières (les valeurs indiquent la hauteur significative de la houle au pic de la tempête).

En termes de répartition géographique, chacune des bouées est localisée dans un département différent de la région, ce qui permet d'activer le réseau uniquement sur le territoire a priori concerné.

Sur la période hivernale 2019-2020 (~~Illustration 12~~ Illustration 13) :

- les deux événements de décembre 2019 et janvier 2020 n'ont concerné qu'une partie du territoire (respectivement l'Hérault et le Gard pour la première et le Roussillon pour la seconde) ;
- La tempête d'octobre a concerné tout le littoral régional, avec des valeurs néanmoins plus faibles sur la côte vermeille (bouée de Banyuls).

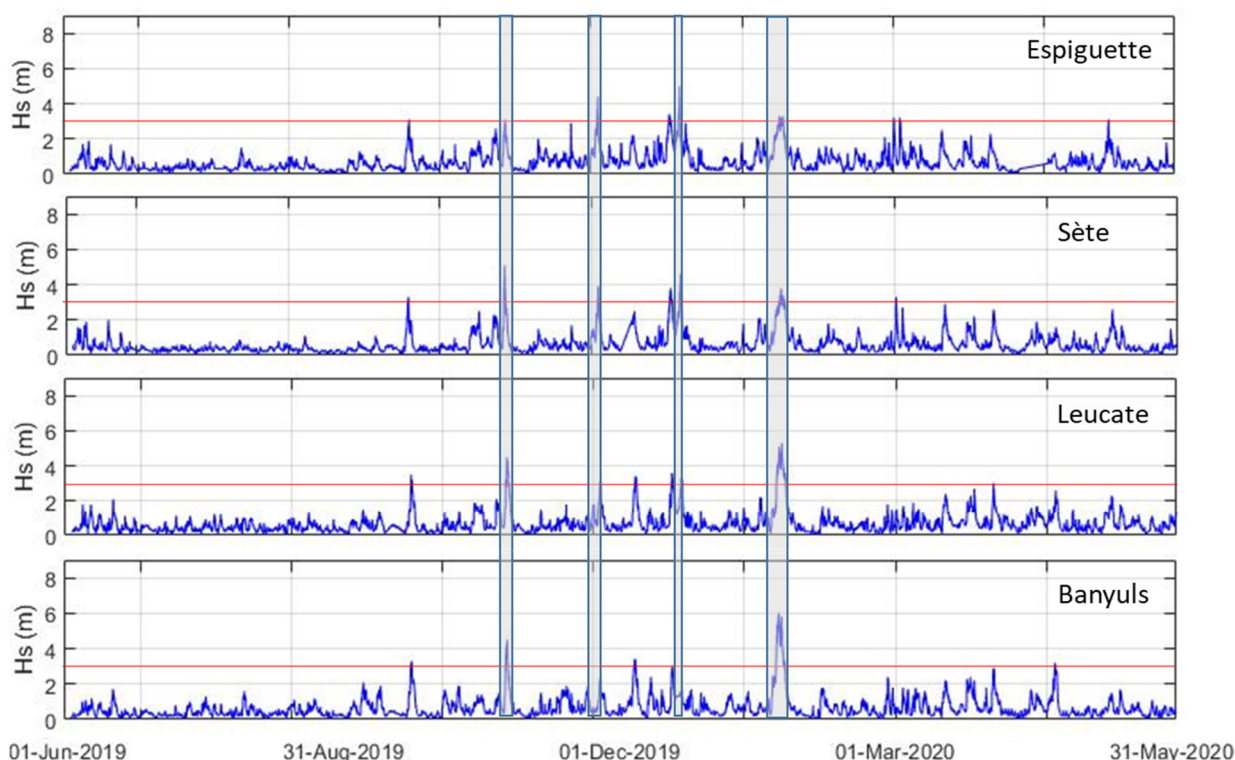


Illustration 13 – Hauteur significative des vagues aux bouées DREAL-Candhis pendant l'hiver 2019-2020.

3.2. RETOUR D'EXPERIENCE SUR LE FONCTIONNEMENT DU RESEAU

Sur l'ensemble de la période, le fonctionnement du réseau a été relativement efficient.

Les seuils fixés permettent de mobiliser raisonnablement le réseau de partenaires sans les surcharger outre-mesure (trop d'interventions) ni les démobiliser (pas assez d'intervention).

Les retours d'informations sont riches, avec toutefois des délais parfois importants après la tempête. Pour autant, la vocation du réseau n'est pas de faire un bilan d'urgence des dégâts, mais s'inscrit davantage dans une capitalisation et analyse à plus long terme.

3.2.1. Retour d'expérience sur les données recueillies

Les événements les plus importants mobilisent le réseau (cf. illustration 14) avec un nombre d'observations qui varie entre 5 et 76 selon l'intensité de la tempête. Les retours pour les événements de niveau 5 sont toujours importants (cf. illustration 14), et les retours pour les événements de niveau 4 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 décembre 2019, qui a principalement touché le Gard et qui n'a pas fait l'objet de remontée d'observations. La mobilisation du réseau en fin d'année reste toujours problématique en raison d'un nombre d'observateurs moindre et de la faible disponibilité dans ces périodes pour aller sur le terrain.

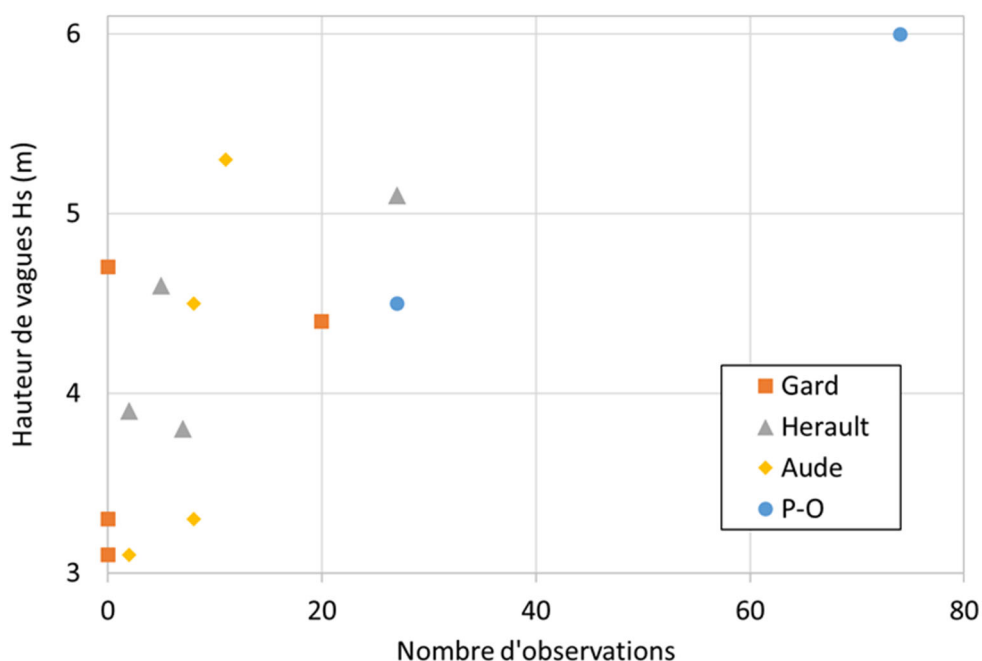


Illustration 14 – Nombre de fiches d'observation (gauche) et de photos (droite) capitalisées sur la BD-Tempête pendant l'hiver 2019-2020 en fonction de l'intensité (Hauteur significative des vagues) de la tempête.

3.3. IMPACT DES TEMPÊTES

L'analyse de l'impact des tempêtes se base sur les 3 indicateurs principaux du réseau, à savoir :

- l'impact sur les morphologies littorales en termes d'érosion ;
- l'impact en termes de submersions marines ;
- l'impact en termes de dommages (dégâts matériels).

Une synthèse cartographique est ainsi proposée sur la base de la localisation des « Points fixes ».

Une hiérarchisation des niveaux d'impact est ainsi proposée par type d'impact en lien avec les paramètres de houle et les seuils de tempêtes (~~Illustration 15~~~~Illustration 15~~~~16~~). Les impacts en termes de submersions s'appuient notamment sur l'échelle des régimes proposée par Sallenger (2000) - ~~Illustration 16~~~~Illustration 16~~~~17~~.

Niveau	Houle	Erosion	Submersion	Dégâts	
0	Hs < 3m	Pas d'érosion	Plage partiellement recouverte	Pas de dommages observés	○
1	Hs > 3m	Départ de sable apparent	Plage recouverte - Régime de <i>collision</i>	Ganivelles endommagées	●
2	Hs > 4m	Départ de sable avec brèches de petites dimensions	Plage recouverte et traces de circulation à l'arrière du cordon dunaire - Régime d' <i>overwash</i>	Ganivelles et enrochements endommagés	●
3	Hs > 5m	Front d'érosion dunaire et brèches bien formées. Dépôt de sable en arrière du cordon dunaire. Recul du trait de côte	Vagues franchissantes, inondation de l'arrière-dune - Régime d' <i>inondation</i>	Ganivelles, enrochements, bâtiments, campings et autres infrastructures endommagés	●
999	Non renseigné				●

Illustration 15 – Hierarchisation des niveaux d'impacts. Les couleurs correspondent aux cartographies des fiches tempêtes.

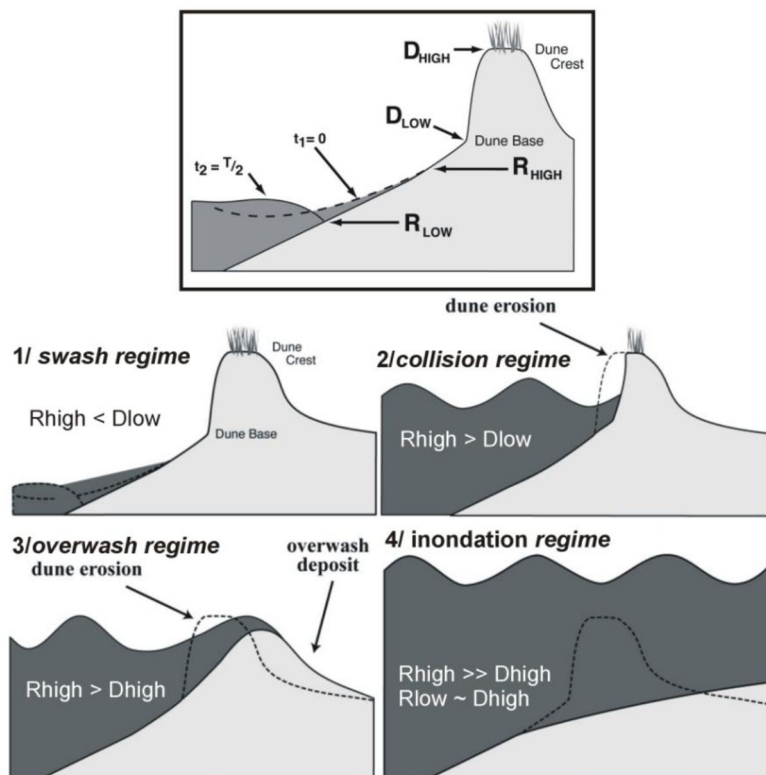


Illustration 16 – Modèle d'impact d'une tempête sur le haut de plage (Sallenger, 2000).

Les fiches suivantes (Cf. illustrations 17 à 20) présentent de manière synthétique les indicateurs d'Erosion, Submersion et Dégâts pour les événements ayant atteint le niveau 2 ($H_s > 4$ m).

On observe qu'aucune des tempêtes n'a fait l'objet de remontées d'observations complètes (pour tous les points fixes du réseau).

Cela est particulièrement vrai pour les tempêtes pour cette saison pendant laquelle la majorité d'entre elles ne concernait qu'une partie du littoral.

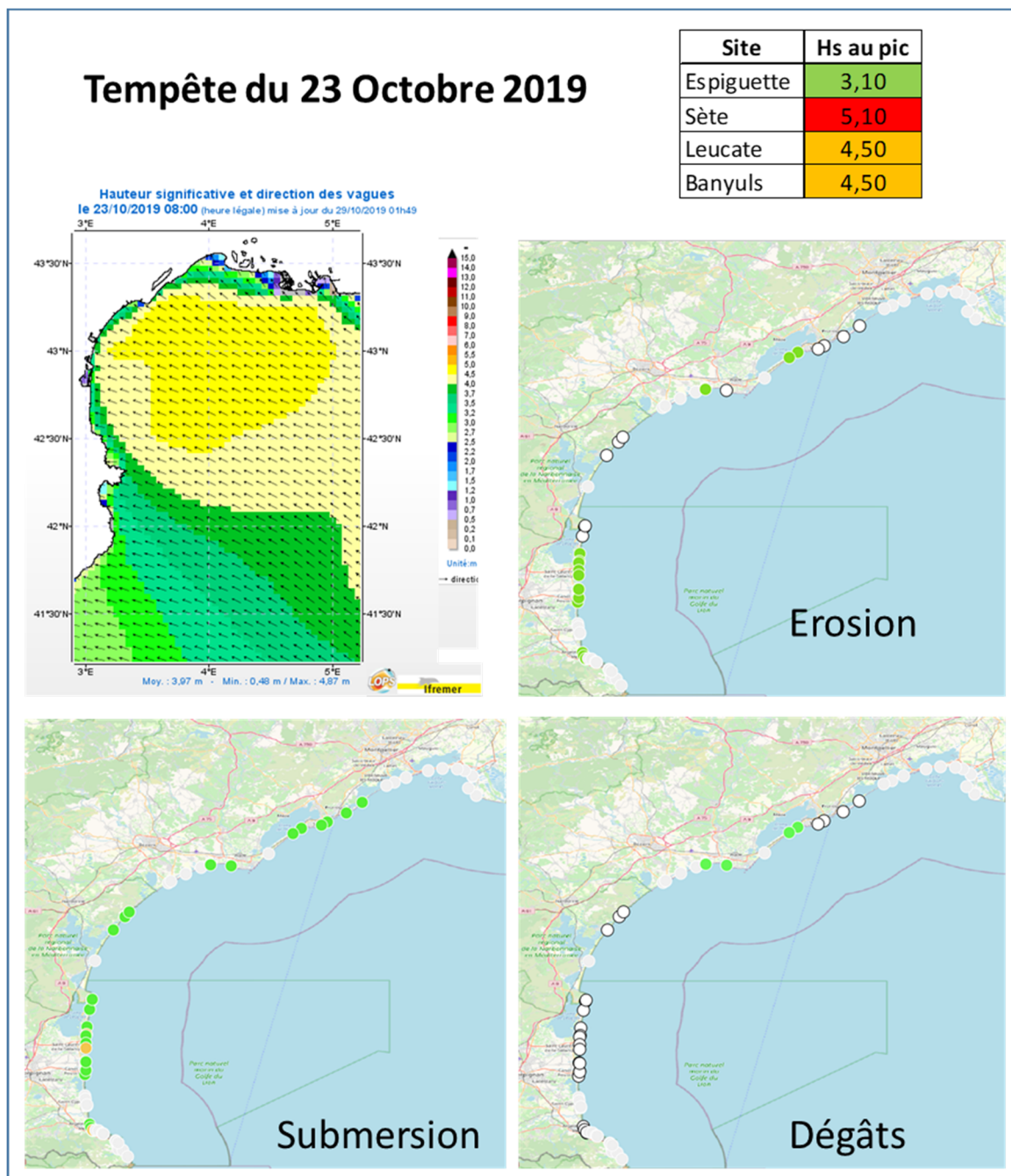


Illustration 17 – Cartographie des indicateurs Erosion, Submersion et Dégâts pour la tempête du 23 Octobre 2019.

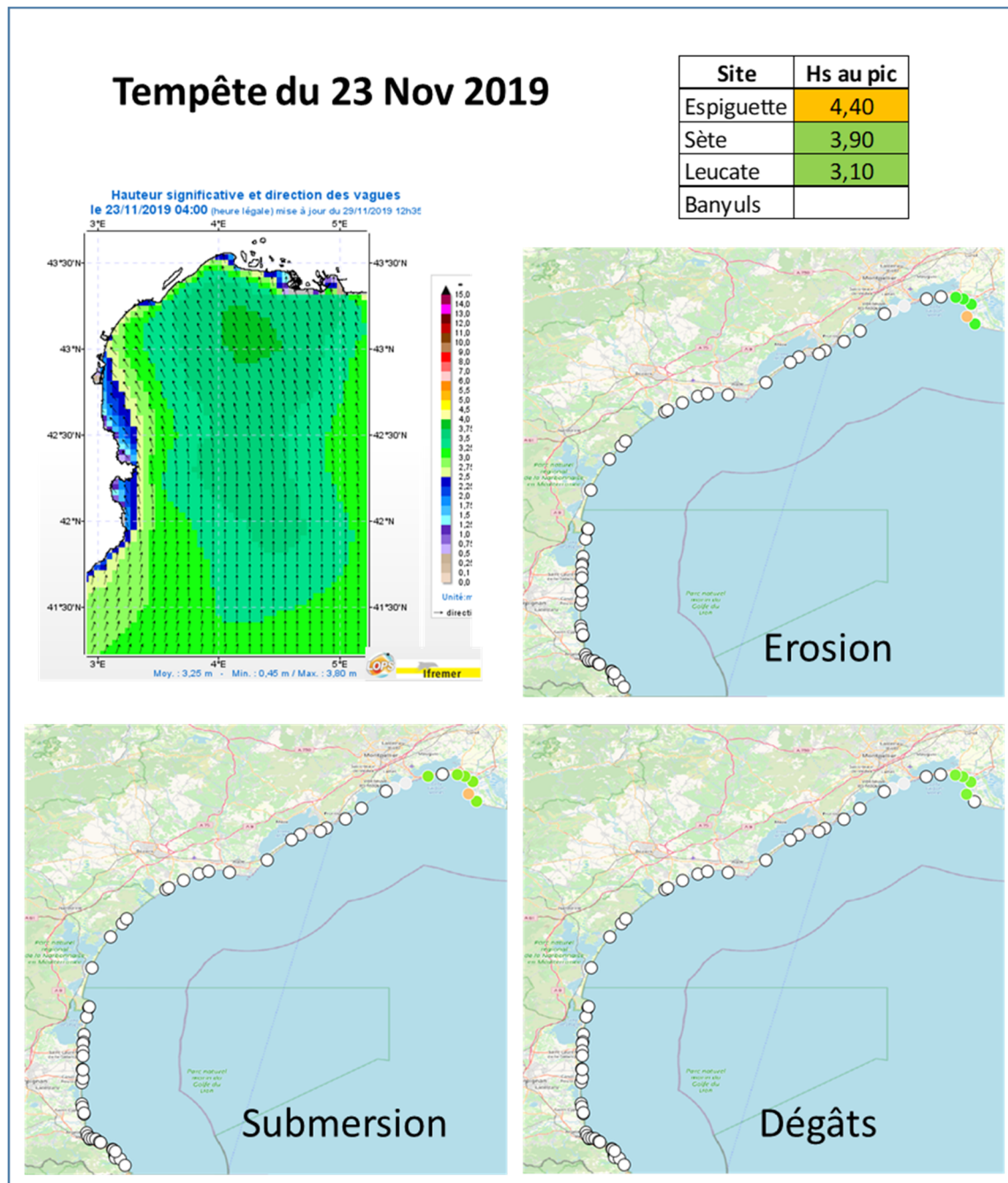


Illustration 18 – Cartographie des indicateurs Erosion, Submersion et Dégâts pour la tempête du 23 Novembre 2019.

Tempête du 19 décembre 2019

Site	Hs au pic
Espiguette	5,00
Sète	4,60
Leucate	3,30
Banyuls	

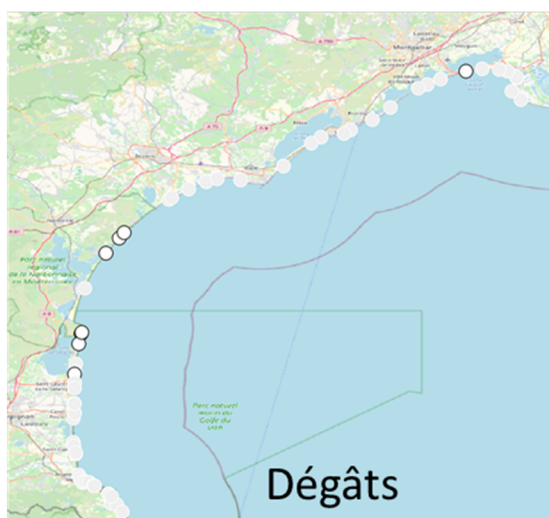
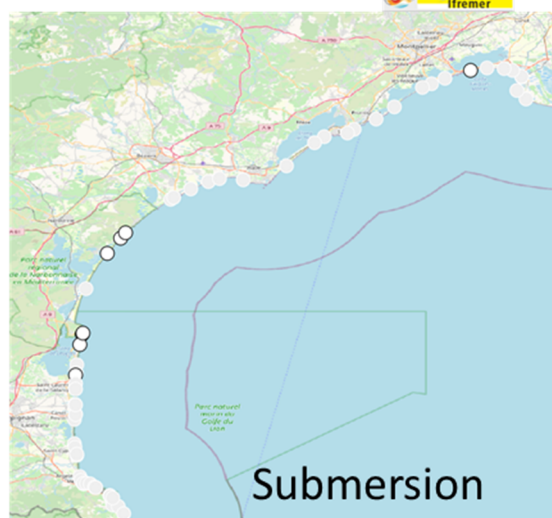
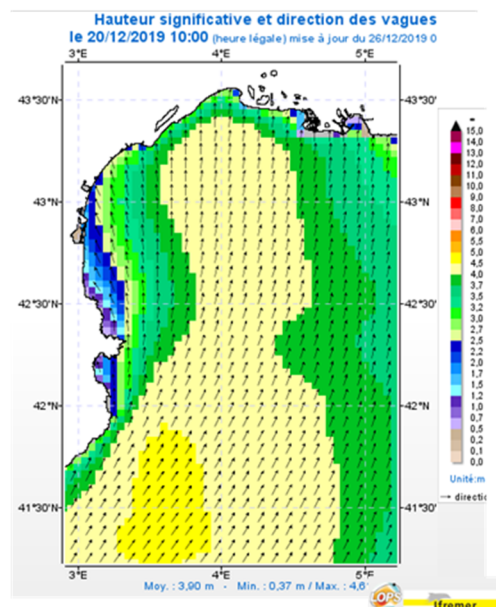


Illustration 19 – Cartographie des indicateurs Erosion, Submersion et Dégâts pour la tempête du 19 Décembre 2019.

Tempête du 22 Janvier 2020

Site	Hs au pic
Espiguette	3,30
Sète	3,80
Leucate	5,30
Banyuls	6,00

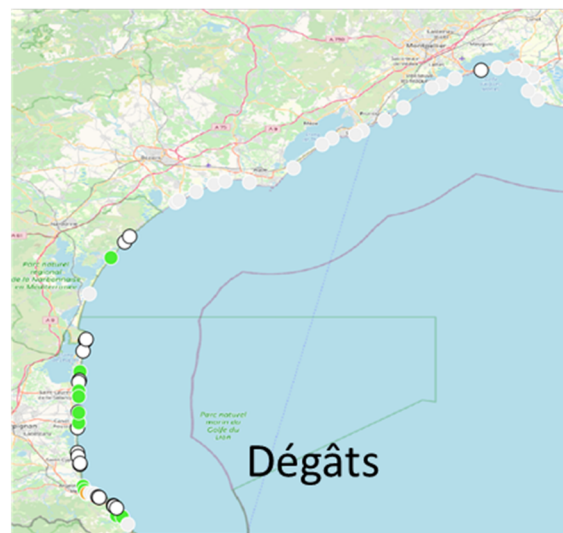
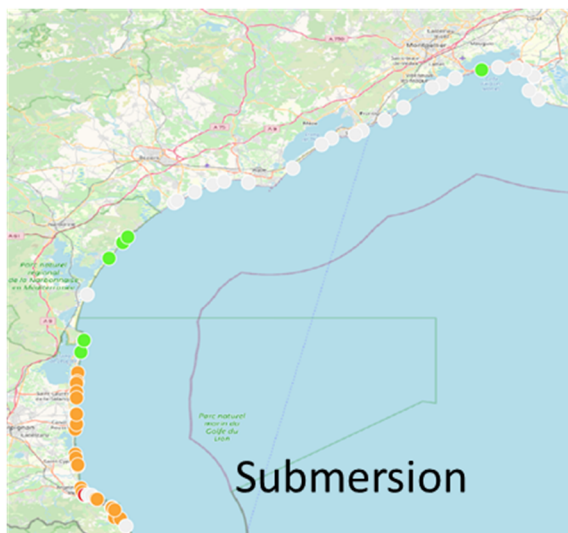
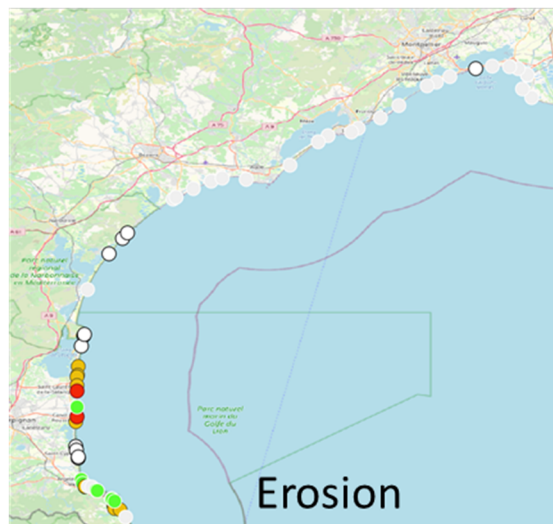
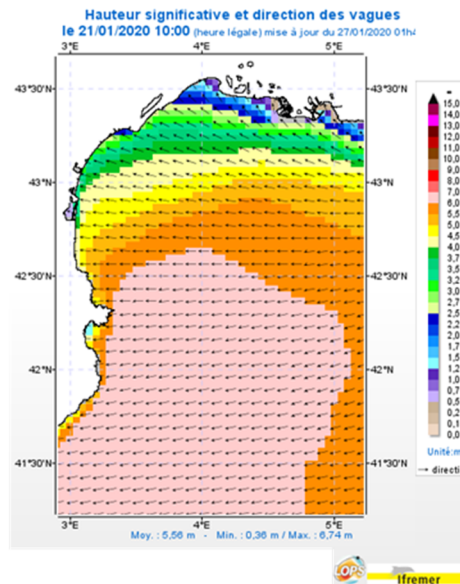


Illustration 20 - Cartographie des indicateurs Erosion, Submersion et Dégâts pour la tempête du 21 janvier 2020.

4. Tempête du 22 au 24 Octobre 2019

La tempête du 22 au 24 Octobre 2019, premier événement majeur de l'hiver 2019-2020 a atteint le seuil 3 ($H_s > 5$ m, cf. Illustration 21) mobilisant les agents pour les observations de terrain.

Il s'agit d'une tempête de secteur Est-Sud-Est ayant engendré une houle supérieure à 4,5 m de hauteur significative à Sète et un niveau d'eau maximum de +0.7 m NGF à Sète et Port-La-Nouvelle (~~Illustration 21~~ Illustration 21). Les vents d'Est ont soufflé en moyenne à 65 km/h à Leucate bien que la pression soit restée globalement haute (> 1000 hPa).

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

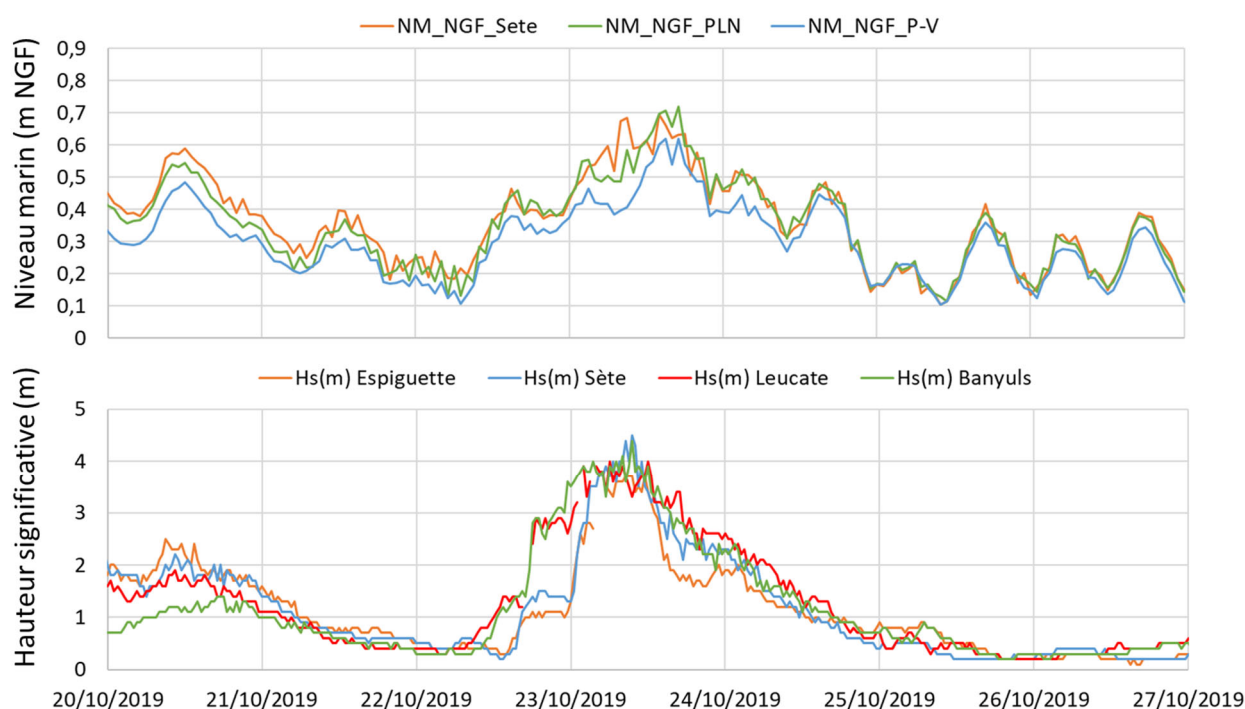


Illustration 21 – Caractéristiques de la tempête du 23 Oct 2019. En haut, niveau d'eau à Sète, Port-La-Nouvelle et Port-Vendres (NGF), en bas : Hauteur significative de la houle à l'Espiguette, Sète, Leucate et Banyuls.

Cette tempête a créé comme à l'accoutumée une bonne mobilisation du réseau et la création de 15 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 un recul parfois marqué du front dunaire (cf. illustration 22) et une perte d'épaisseur de la plage.

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



Illustration 22 – Erosion du front dunaire à Vias (en haut, ©DDTM34) ,et abaissement de la plage à Sète (en bas, ©MidiLibre).

La submersion s'est traduite par des franchissements limités sur les fronts de mer urbains (Frontignan dans les chemins d'accès) et par des brèches sur des secteurs déjà bas altimétriquement (ancien grau du Libron) (cf. Illustration 23).





Illustration 23 – Niveau d'eau sur la plage du Grau à Agde (en haut à gauche ©DDTM34), franchissement dans les chemins d'accès à Frontignan-plage (en haut à droite ©pechefrontignan), niveaux d'eau sur le lido de Sète (au milieu, ©BRGM-Sète Agglopôle Méditerranée), brèche et pénétration des eaux dans l'ancien grau du Libron (en bas, ©DDTM34).

Les dégâts concernent essentiellement les ganivelles et les accès pour personnes à mobilités réduites à Agde et les impacts sur les infrastructures de plage non démontés à Sète (cf. Illustration 24).





Illustration 24 – Impacts sur les fondations des établissements de plage à Sète (en haut à gauche, ©MidiLibre) et sur les accès plages et ganivelles à Agde (Agde naturiste en haut à droite ©DDTM34) et Grau du libron (en bas, ©DDTM34).

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).

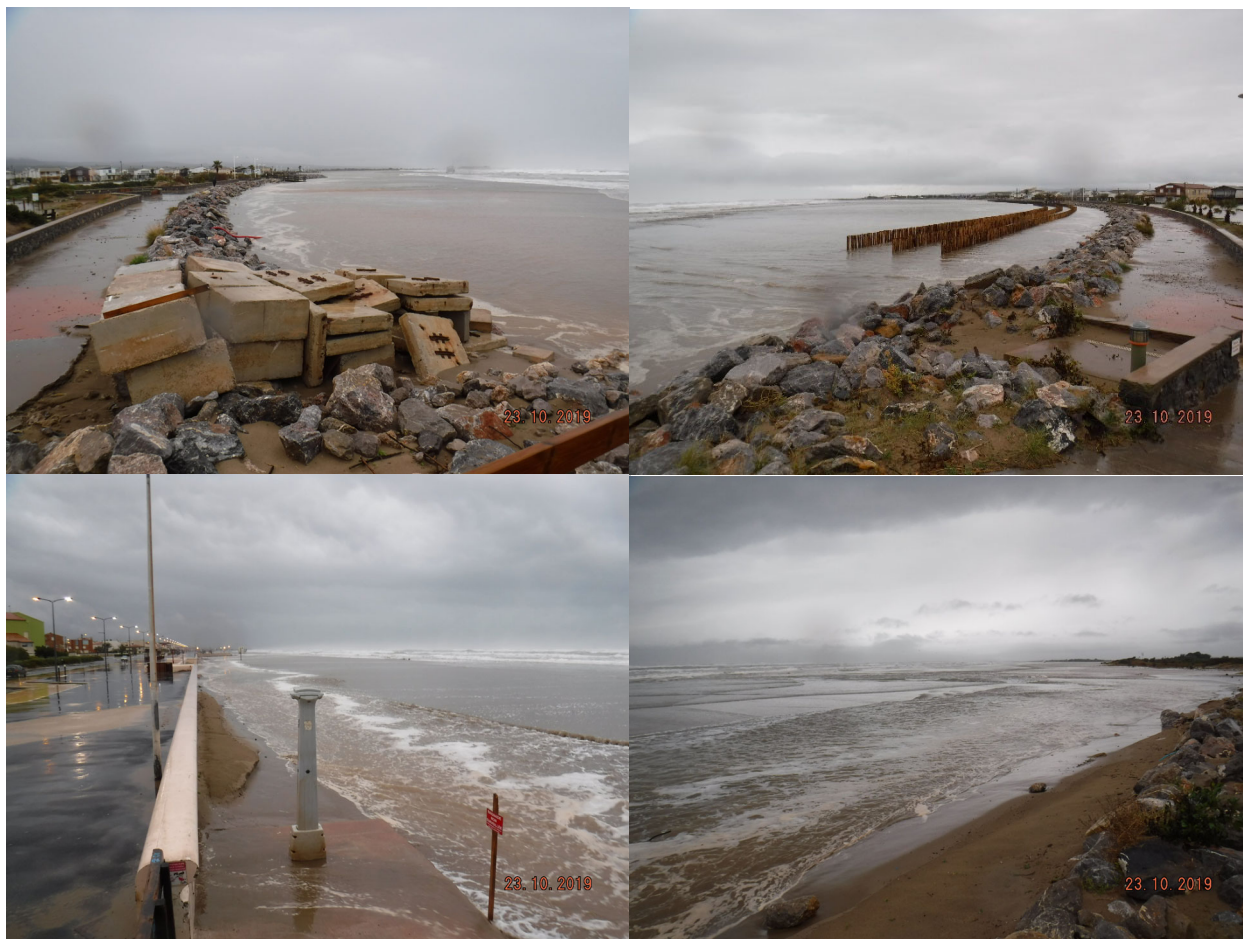




Illustration 25 – Niveaux d’eau à Gruissan (en haut, ©DDTM11), Narbonne-Plage (au milieu ©DDTM11) et Leucate (en bas, ©DDTM11).

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 à Canet-en-Roussillon et Sainte-Marie (Cf. Illustrations 26).



Illustration 26 – Laisse de tempête à Canet-en-Roussillon (à gauche) et abaissement de la plage à Sainte-Marie-la-mer (à droite).

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, Torreilles, Sainte-Marie, Canet-en-Roussillon et Argelès-sur-Mer (cf illustration 27).

Aucun dégât n’a été signalé par les opérateurs du réseau.



Illustration 27 – Niveaux d'eau atteints sur les plages du Barcarès (en haut), Torreilles (2^{ème} ligne), Canet (3^{ème} ligne) et Argelès (en bas).

5. Tempête du 23 novembre 2019

La tempête Cécilia du 22-23 novembre 2019 a atteint le seuil 2 ($H_s > 4$ m, cf. Illustration 28) mobilisant les agents pour les observations de terrain.

Il s'agit d'une tempête de secteur sud ayant engendré une houle atteignant 4.4 m de hauteur significative à l'Espiguette et un niveau d'eau maximum de l'ordre de +0,8 m NGF à Sète (cf. illustration 28). Les vents d'Est ont soufflé en moyenne à 50 km/h à Sète avec une chute de la pression atmosphérique à 987 hPa (soit 38 cm de surcote barométrique).

Le détail des données météo-marines sont présentées le site internet littoral Occitanie⁴.

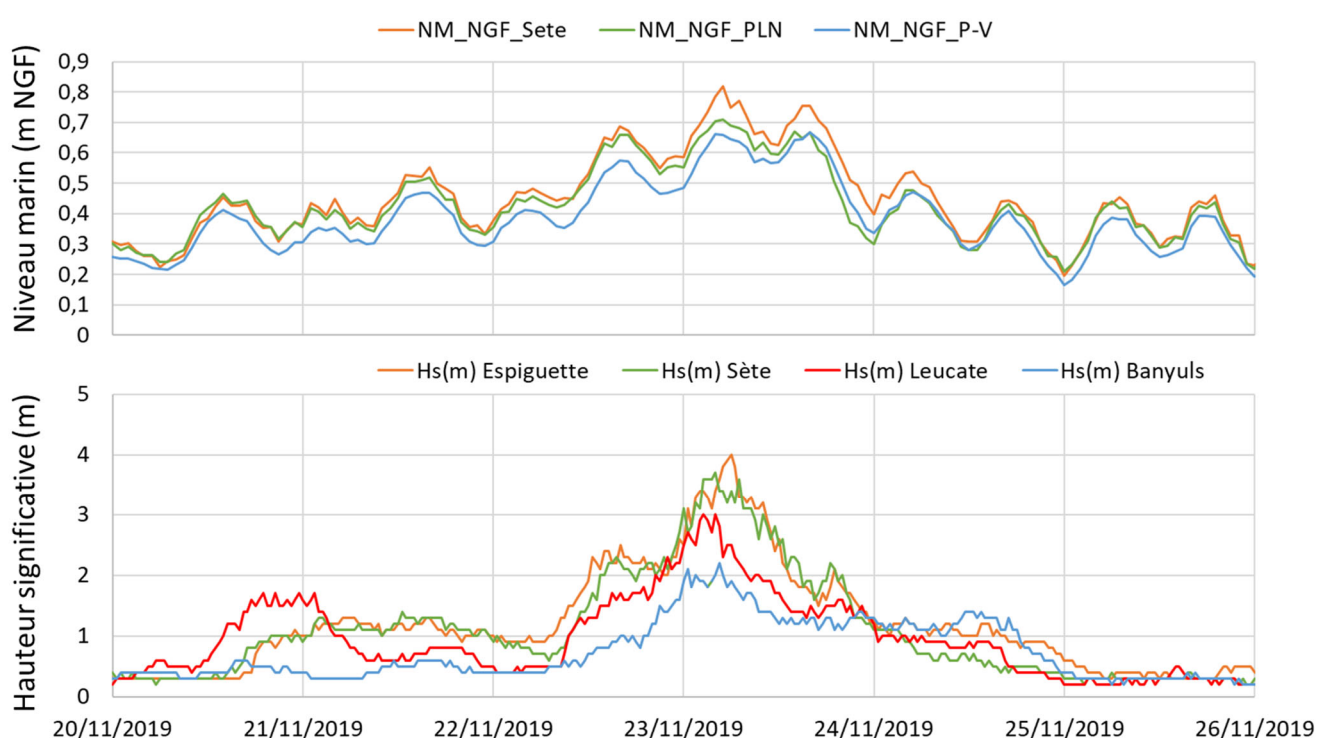


Illustration 28 – Caractéristiques de la tempête du 23 Nov 2019. En haut, niveau d'eau à Sète, Port-La-Nouvelle et Port-Vendres (NGF), en bas : Hauteur significative de la houle à l'Espiguette, Sète, Leucate et Banyuls.

Cette tempête ayant touché principalement le littoral du Gard, seul ce secteur a fait l'objet d'observations de terrain par la DDTM du Gard. Neuf fiches d'observation ont été documentées sur l'ensemble des sites de Points Fixes ainsi que sur des sites complémentaires.

Les observations de la DDTM sur la commune du Grau-du-Roi mettent en évidence des érosions des fronts dunaires sur quelques secteurs, l'ouverture de brèches à l'Espiguette et des dégâts, principalement sur les ganivelles (cf. illustration 29 à 38).

⁴ <http://fichetempete.brgm.fr/pages/tempete.jsf?tid=20081171>



Illustration 29 – niveaux d'eau atteints dans le secteur du Boucannet : Plage devant le Belhambra (à gauche) et Devant le camping Cap Fun (à droite).



Illustration 30 – Erosion dans le secteur Handiplage du Boucannet.



Illustration 31 – Erosion dunaire et dégâts sur les ganivelles dans le secteur de l'ancien hopital du Boucannet.

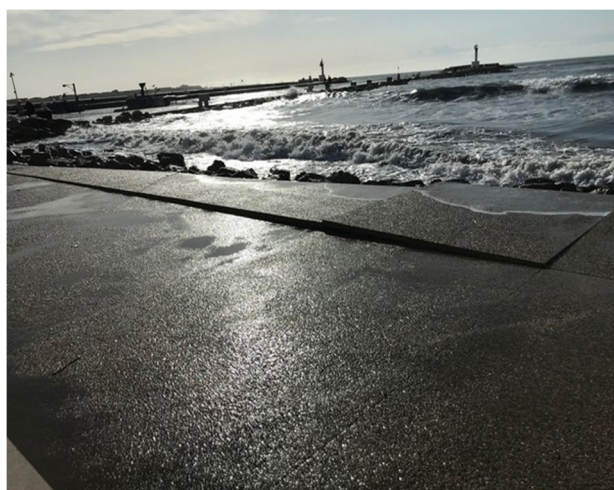


Illustration 32 – Dégâts au niveau du parking de la plagette au Boucannet.



Illustration 33 – Erosion du pied de dune sur la plage Nord (rive gauche).



Illustration 34 – Erosion du cordon dunaire à l'Espiguette – secteur Capelude.

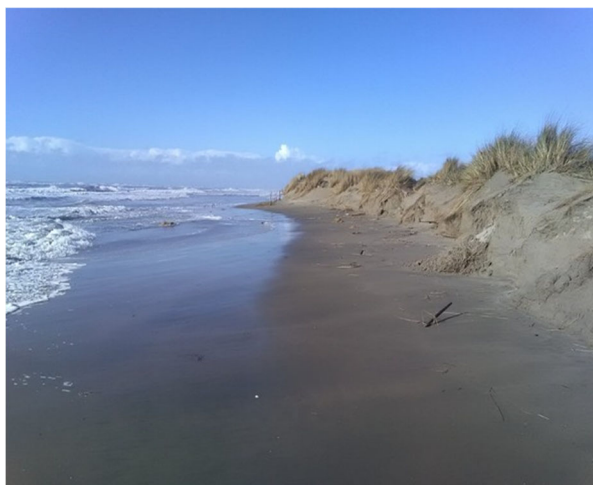


Illustration 35 – Erosion du cordon dunaire à l'Espiguette – Secteur Terre Neuve.



Illustration 36 – Forte érosion du cordon dunaire à l'Espiguette – secteur Bois des Baronnets.



Illustration 37 – Erosion du cordon dunaire à l'Espiguette – secteur fin du parking des Baronnets.



Illustration 38 – submersion au niveau de la pointe de l'Espiguette.

6. Tempête de décembre 2019

La tempête du 17 au 20 décembre 2019 est une succession de deux événements : un premier pic de niveau 1 ($H_s < 4$ m) le 17 décembre et un second pic de niveau 2 ($H_s < 5$ m) le 20 décembre (cf. Illustration 39).

Le premier pic était un coup de mer de secteur sud-est, et le second une tempête de secteur sud qui a donc principalement atteint le littoral de l'Hérault et du Gard. Les niveaux d'eau sont restés relativement faible (inférieurs à 0,6 m NGF, cf. illustration 39). Les vents de sud ont soufflé en moyenne à 75 km/h à Sète avec une chute de la pression atmosphérique à 992 hPa (soit 33 cm de surcote barométrique).

Le détail des données météo-marines sont présentées sur le site internet littoral Occitanie⁵.

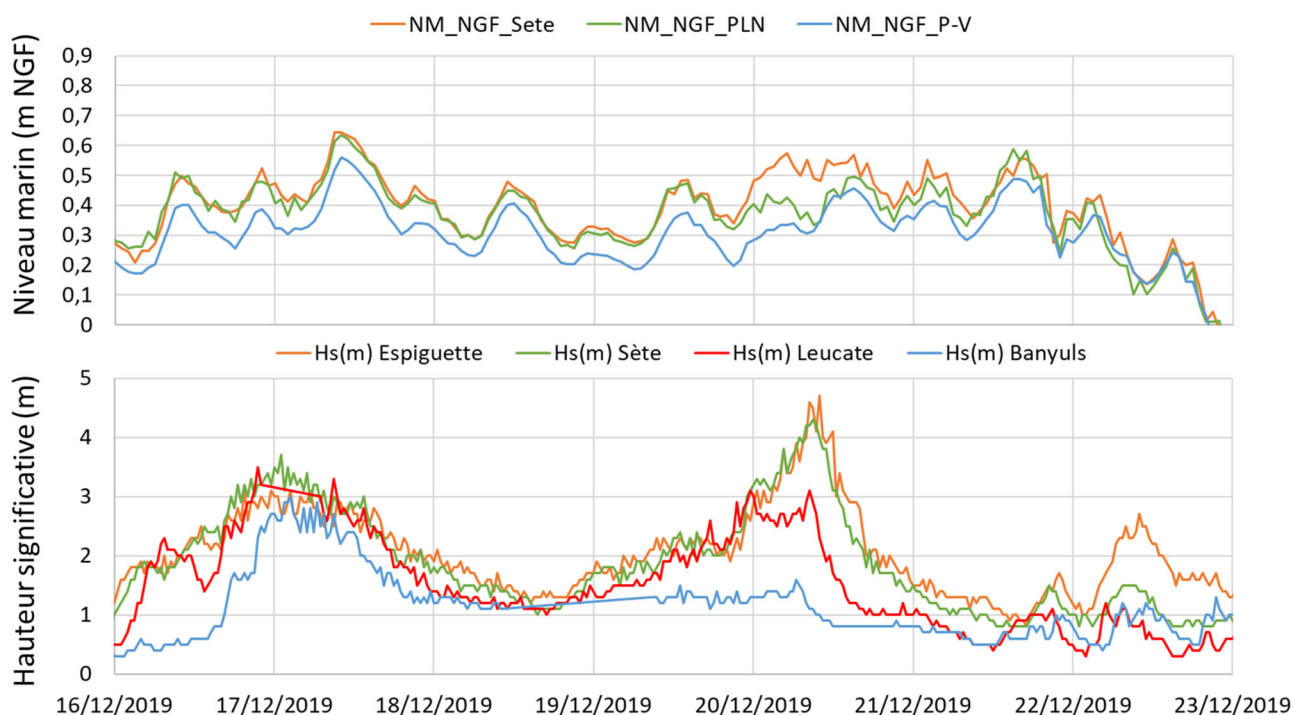


Illustration 39 – Caractéristiques de la tempête du 17 au 21 dec 2019. En haut, niveau d'eau à Sète, Port-La-Nouvelle et Port-Vendres (NGF), en bas : Hauteur significative de la houle à l'Espiguette, Sète, Leucate et Banyuls.

Les observations ont été peu nombreuses et les remontées du réseau indiquent en général une absence de dégâts lors de ces deux événements.

Les observations lors du premier pic concernent le littoral de l'Aude et des Pyrénées-Orientales.

Sur le littoral de l'Aude, aucun dégât n'a été mentionné, le niveau d'eau ayant atteint le haut de plage à Gruissan, Narbonne et Leucate, sans franchissements constatés (cf. Illustration 40 à 42).

⁵ <http://fichetempete.brgm.fr/pages/tempete.jsf?tid=20081185>



Illustration 40 – Observations des niveaux d’eaux atteints pendant la tempête du 17 déc 2019 sur la commune de Gruissan (en haut : les Ayguades, en bas : les chalets).



Illustration 41 - Observations des niveaux d’eaux atteints pendant la tempête du 17 déc 2019 sur la commune de Narbonne-plage.



Illustration 42 - Observations des niveaux d'eaux atteints pendant la tempête du 17 déc 2019 sur la commune de Leucate – Village naturiste (en haut : vue vers le nord, en bas : zoom).

Dans les Pyrénées-Orientales, pour le second pic du 20 décembre, la seule observation faite correspond à la vidéo acquise par la caméra de l'observatoire Obscat située au Barcarès (cf. illustration 43).



Illustration 43 - Observations des niveaux d'eaux atteints pendant la tempête du 17 déc 2019 sur la commune du Barcarès.

Pour le second pic du 20 décembre, seule l'observation de l'ouvrage ©Wave-bumper sur le lido du Petit-Travers à Carnon illustre les niveaux d'eau atteints, avec le jet de rive atteignant le front dunaire (cf. illustration 44).



Illustration 44 - Observations des niveaux d'eaux atteints pendant la tempête du 20 déc 2019 sur la commune de Muguio-Carnon au niveau de l'expérimentation ©WaveBumper sur le lido du Petit-Travers.

7. Tempête Gloria en janvier 2020

La tempête Gloria du 20 au 24 janvier 2020 a atteint le seuil 3 ($H_s > 5$ m, cf. Illustration 45) mobilisant les agents pour les observations de terrain.

Il s'agit d'une tempête de secteur Est ayant engendré une houle atteignant 6 m de hauteur significative à Banyuls et 4.7 m à Leucate. Le niveau marin est resté relativement faible, atteignant un maximum inférieur à 0,5 m à Port-Vendres et Sète. Les vents d'Est ont soufflé en moyenne à 70 km/h à Leucate avec une chute de la pression atmosphérique à 1020 hPa (soit 5 cm de surcote barométrique).

Le détail des données météo-marines sont présentées le site internet littoral Occitanie⁶.

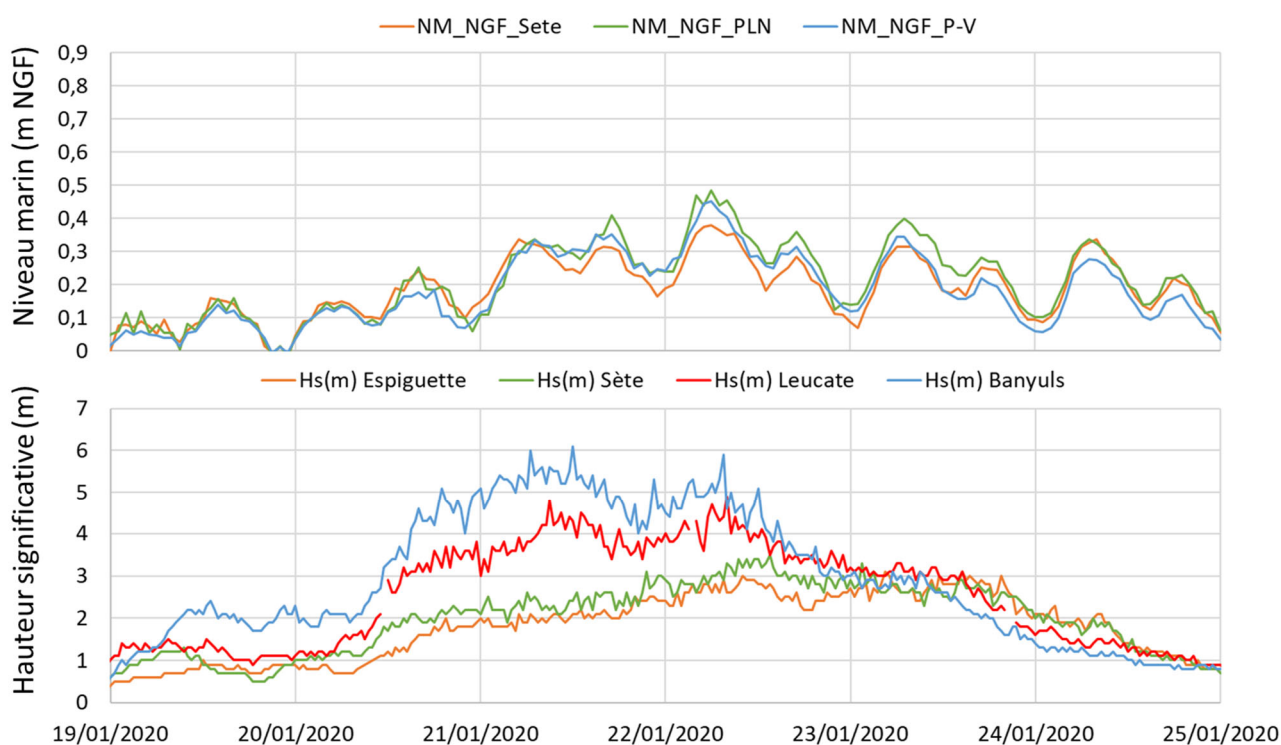


Illustration 45 – Caractéristiques de la tempête du 20 au 23 janvier 2020. En haut, niveau d'eau à Sète, Port-La-Nouvelle et Port-Vendres (NGF), en bas : Hauteur significative de la houle à l'Espiguette, Sète, Leucate et Banyuls.

Cette tempête d'Est ayant essentiellement touché la côte du Roussillon, la quasi-totalité des observations réalisées concernent les littoraux de l'Aude et des Pyrénées-Orientales.

Dans l'Aude, les observations (cf. Illustrations 47 à 50) mettent en évidence un niveau d'eau relativement élevé recouvrant toute la plage, mais aucun dégât n'a été constaté mis à part

⁶ <http://fichetempete.brgm.fr/pages/tempete.jsf?tid=20081187>

l'ensablement et des dégâts limités sur la promenade de Gruissan, et les dépôts de bois flottés importants sur les plages proches des embouchures comme à Fleury-d'Aude (cf illustration 46).



Illustration 46 – Dépôts de bois flottés sur la plage de Fleury-d'Aude (©L'indépendant).



Illustration 47 – Observation de l'inondation de la plage à Narbonne-plage pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.



Illustration 48 - Observation de l'inondation de la plage à Gruissan (Les Ayguades) pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.



Illustration 49 - Observation de l'inondation de la plage et de l'ensablement de la promenade à Gruissan (Les Chalets) pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.



Illustration 50 - Observation de l'inondation de la plage à Leucate pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.

Dans les Pyrénées-Orientales, le nombre d'observations d'érosion, de submersion et de dégâts est plus important.

Sur la commune du Barcarès, on note le dépôt de nombreux déchets macroplastiques sur le secteur du Lydia (cf. illustration 51) et la dune a été impactée au nord du Lydia.

Dans les secteurs des Miramars, la submersion par paquets de mer est importante. La mer a pénétré dans les propriétés par les cheminements piétons dans la dune relique, mais également par franchissement du muret en limite de propriétés (cf. illustration 52 et 53).

Une grande quantité de déchets et bois flottés s'est accumulée au nord de l'embouchure de l'Agly (cf. illustration 54). Des dépôts sableux ont également été observés dans l'entrée du port, résultant probablement de franchissements au niveau de la jetée sud.



Illustration 51 – Laisse de mer sur la commune du Barcarès, secteur du Lydia, pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.



Illustration 52 - Observations sur la commune du Barcarès, secteur PS4, pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.



Illustration 53 - Observations sur la commune du Barcarès, secteur au Nord du Port, pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.



Illustration 54 - Observations sur la commune du Barcarès, secteur de l'embouchure de l'Agly, pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.

Sur la commune de Torreilles, le front dunaire au nord du Bourdigou est érodé sur plusieurs centaines de mètres (cf. illustration 55). Toutefois, ce front d'érosion était déjà visible suite à la tempête du 22 au 24 Octobre 2019. Il a été accentué durant la tempête Gloria.

Les ganivelles ont été arrachées et la mer est par endroit passée au-dessus du cordon dunaire sans gravité. De nombreux déchets plastiques sont présents sur le cordon dunaire.





Illustration 55 – Observations la commune de Torreilles pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.

Sur la commune de Sainte-Marie, la mer a submergé la totalité de la plage dans le secteur centre (cf. illustration 56 et 57). Au nord du port, dans le secteur des épis et brise-lames, on note le franchissement par paquets de mer avec inondation de la route du front de mer. Au nord de la zone protégée, l'écume atteint la digue du parking et on note une érosion à la racine de l'épi le plus au nord.

Un apport conséquent de bois flottés est observé dans le port de Sainte-Marie (cf. Illustration 58).



Illustration 56 - Observations sur la commune de Sainte-Marie-la-Mer centre pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.



Illustration 57 – Observations sur la commune de Sainte-Marie-la-Mer au nord du port pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.



Illustration 58 – Bois flotté dans le port de Sainte-Marie lors de la tempête Gloria en Janvier 2020.

Sur la commune de Canet-en-Roussillon (cf. illustration 59), au nord du port sur la plage du Sardinial, une brèche a été colmatée pendant la tempête avec du sable au niveau de l'enracinement de la digue. La dune est impactée, des micro falaises d'érosion apparaissent. Les ganivelles ont été arrachées sur plusieurs secteurs. Quelques déchets ont été découverts au nord de la Têt.

La plage centrale de Canet a été entièrement submergée sans dégât apparent.

Sur le secteur sud, entre Canet et Saint Cyprien, la dune a été impactée et un gros pourcentage de ganivelles a disparu. La mer a par endroit submergé la dune.

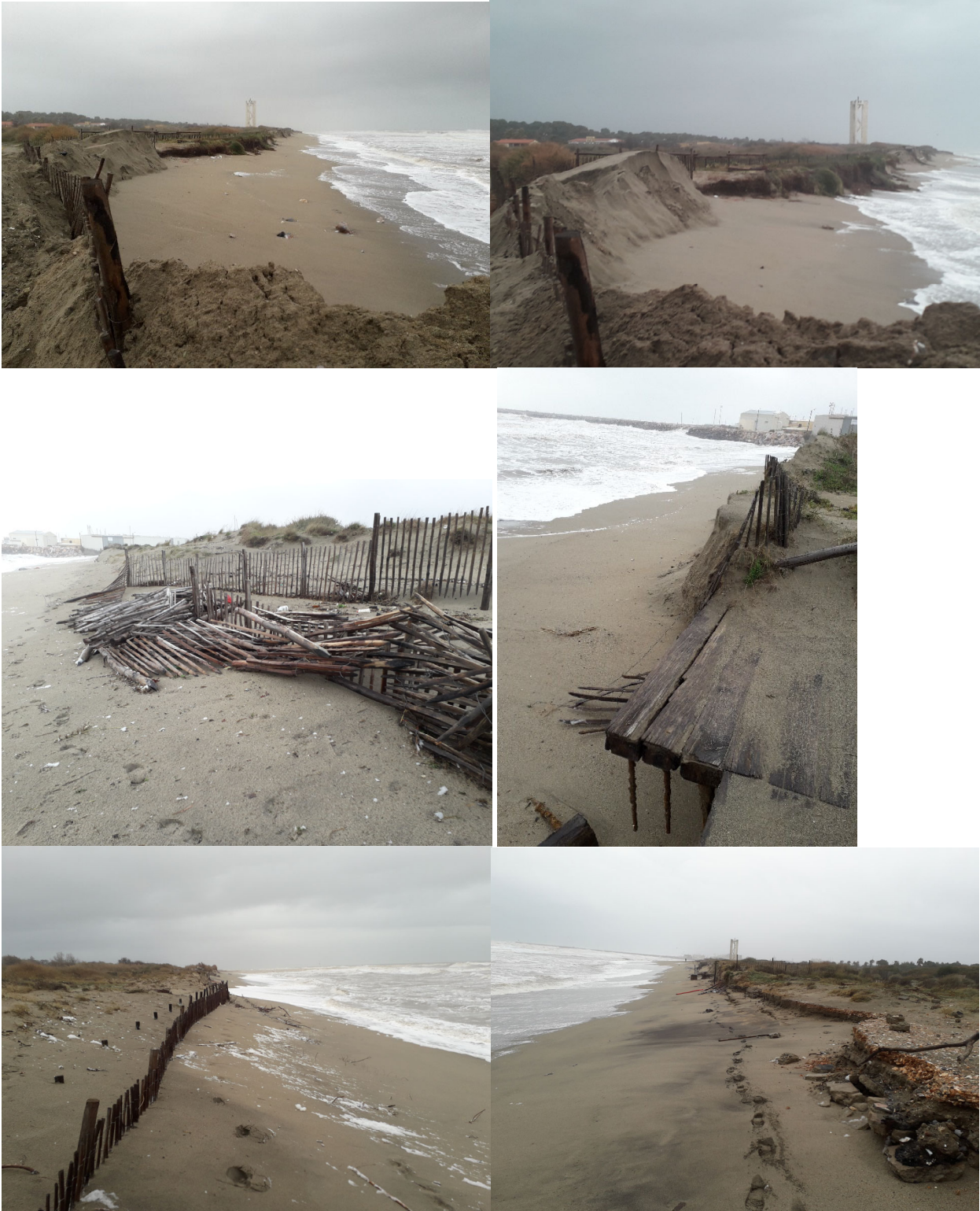


Illustration 59 – Observations sur la commune de Canet-en-Roussillon (plage du Sardinale au nord du port) pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.

Sur la commune de St-Cyprien, on note une submersion de la plage au niveau du boulodrome, sans dégât apparents observés (cf. illustration 60). Dans le port, une quantité importante de bois flottés s'est accumulée (cf. illustration 61).



Illustration 60 – Observations sur la commune de St-Cyprien (secteur Boulodrome en haut, secteur nord du port en bas) pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.



Illustration 61 – Bois flottés dans le port de St Cyprien suite à la tempête Gloria en janvier 2020 (©L'Indépendant).

Sur la commune d'Argelès-sur-Mer, on note le franchissement par paquets de mer au nord du port (cf. illustration 62) entraînant un important dépôt de sable sur la promenade.



Illustration 62 - Observations sur la commune d'Argelès-sur-mer (secteur nord du port) pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.

Dans le secteur du Racou (cf. illustration 63), la plage a été entièrement submergée. Le cordon dunaire artificiel a été détruit. La mer a largement franchi la première ligne de maison, transportant du sable dans les ruelles adjacentes. La mer a également atteint le parking situé au nord du Racou.





Illustration 63 - Observations sur la commune d'Argelès-sur-mer (secteur Racou) pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.

A Collioure, la plage a été entièrement submergée (cf. illustration 64), sans qu'aucun dégât majeur ne soit signalé.



Illustration 64 - Observations sur la commune de Collioure pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.

Sur la commune de Port-Vendres, la mer pénètre par débordement dans les accès plage et par franchissement au-dessus des murets (cf. Illustration 65).



Illustration 65 - Observations sur la commune de Port-Vendres pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.

Sur la commune de Banyuls, la plage a été complètement submergée sur la plage de l'Ouille (cf. Illustration 66) et dans le centre (cf. illustration 67). Le franchissement submergeant le front de mer de Banyuls a été observé (cf. illustration 67)



Illustration 66 - Observations sur la commune de Banyuls, plage de l'Ouille, pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.



Illustration 67 - Observations sur la commune de Banyuls pendant la tempête Gloria en Janvier 2020.

8. 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 2019-2020, plusieurs modifications ont été portées :

- Modification des listes de mobilisation du réseau ;
- Retour aux prévisions françaises SHOM-Météo-France mieux validées sur le Golfe du Lion ;
- Développement du bulletin automatique de mobilisation du réseau ;
- Evolution de l'application i-infoterre Tempêtes Occitanie.

Pendant l'hiver 2019-2020, le réseau a été activé 12 fois. Toutefois, seules 4 tempêtes ont dépassé le niveau 2 qui demande la mobilisation des observateurs sur le terrain. Il s'agit des événements :

- 23 octobre 2019 (Niveau 3) ;
- 23 novembre 2019 (niveau 2), tempête Cécilia ;
- 19 décembre 2019 (niveau 3), tempête Fabien ;
- 21 janvier 2020 (niveau 3), tempête Gloria.

L'analyse des données recensées dans la BD-Tempête met en évidence une bonne mobilisation et remontée d'information pour les tempêtes majeures (niveau 3), mais une remontée partielle voire absente pour les tempêtes moins importantes. La particularité des tempêtes de l'hiver 2019-2020, est leur orientation. Ces tempêtes moins importantes ont en effet plus touché les départements du Gard et des Pyrénées-Orientales, ce qui génère une remontée d'observations plus faibles car les impacts de ces événements sont limités sur le littoral des autres départements. On dénombre tout de même 189 observations pour cette saison hivernale.

La cartographie des impacts recensés en terme d'érosion, submersion et dégâts montre une bonne cohérence des seuils morphogènes retenus avec des impacts moyens à forts observés pour le niveau 2 et des impacts forts pour le niveau 3.

L'hiver 2019-2020 enregistre 3 tempêtes importantes mais non exceptionnelles (la hauteur de vagues durant Gloria correspond à une période de retour de l'ordre de 2 ans pour Leucate et 8 ans pour Banyuls), et les observations indiquent que les dégâts restent modérés et les submersions temporaires par débordement et franchissements de faible amplitude, en accord avec les niveaux d'eau et de hauteurs de vagues mesurés.

La finalisation des outils de capitalisation et visualisation est en cours et ils seront opérationnels pour l'hiver 2020-2021.

9. Bibliographie

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

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.

WAMDI Group (1988) The WAM Model—A Third Generation Ocean Wave Prediction Model. Journal of Physical Oceanography, 18, 1775-1810.

10. Annexe 1 – Liste des destinataires du message de mobilisation du Réseau Tempêtes

a.blum@brgm.fr	francois.planas@pyrenees-orientales.gouv.fr
agnes.paillet@laregion.fr	fvendrin@eid-med.org
alexandre.richard@laregion.fr	gaelledupuy@beziers-mediterranee.fr
aline.costa@herault.gouv.fr	girard@ville-valrasplage.fr
andres.mena@laregion.fr	hheurtefeux@eid-med.org
c.fajon-herviou@perpignan-mediterranee.org	isabelle.bouet@gard.gouv.fr
catherine.garcia@developpement-durable.gouv.fr	isabelle.rochet@pyrenees-orientales.gouv.fr
cedric.combes@laregion.fr	jannet@ville-valrasplage.fr
claire.dolle@developpement-durable.gouv.fr	jean-loup.herault@pyrenees-orientales.gouv.fr
cyrille.taioni@laregion.fr	jean-pierre.batut@pyrenees-orientales.gouv.fr
daniel.gras@laregion.fr	jerome.loup@laregion.fr
daniel.guiliani@gard.gouv.fr	johann.schlosser@pyrenees-orientales.gouv.fr
ddtm-dml-ap-capitainerie@herault.gouv.fr	julien.butterbach@laregion.fr
ddtm-dml-cpln@pyrenees-orientales.gouv.fr	kevin.bohec@laregion.fr
ddtm-rdi@herault.gouv.fr	l.cesmat@smbt.fr
ddtm-saem@aude.gouv.fr	laila.belmeliani@herault.gouv.fr
e.palvadeau@brgm.fr	laurence.vernisse@herault.gouv.fr
emmanuelcrapiz@beziers-mediterranee.fr	laurent.montel@developpement-durable.gouv.fr
emmanuelle.gignoux@herault.gouv.fr	lea.gerard@developpement-durable.gouv.fr
fannymena@beziers-agglo.org	luciekerjean@beziers-mediterranee.fr
franck.cazin@laregion.fr	m.perez@perpignan-mediterranee.org
mairie@ville-serignan.fr	prichard@eid-med.org
marc.barral@laregion.fr	provence.lanzellotti@aurca.org
marion.pierre@laregion.fr	r.belon@brgm.fr
matthieu.schwebel@laregion.fr	raynald.vallee@i-carre.net
mgervais@eid-med.org	s.drai@agglohm.net
michel.dachar@aude.gouv.fr	s.dumont@ville-serignan.fr
michel.verdet@aude.gouv.fr	s.gautier@perpignan-mediterranee.org
msarre@herault.fr	scheherazade.aoubid@laregion.fr
murielle.ribo@laregion.fr	sebastien.forest@developpement-durable.gouv.fr
n.valentini@brgm.fr	serge.herviou@aurca.org
olivier.sebastien@ville-valrasplage.fr	serge.pages@herault.gouv.fr
p.armenio@agglopole.fr	stephan.bousquet@aude.gouv.fr
p.bardy@ville-serignan.fr	stephane.marty@gard.gouv.fr
pascal.guy@developpement-durable.gouv.fr	stm@ville-serignan.fr
patrick.guillaume@laregion.fr	tempetelr@brgm.fr
pcarbonnel@herault.fr	vincent.courtray@gard.gouv.fr
philian.retif@herault.gouv.fr	y.balouin@brgm.fr
philippe.bauchet@laregion.fr	y.balouin@gmail.com
philippe.chapelet@developpement-durable.gouv.fr	y.iziquel@agglopole.fr
philippe.dufresne@developpement-durable.gouv.fr	yannick.guilhou@aude.gouv.fr
philippe.reis@herault.gouv.fr	zoe.mahe@developpement-durable.gouv.fr

Illustration 68 – liste des destinataires du message de mobilisation du réseau tempête en 2020.



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009

45060 – Orléans Cedex 2 – France

Tél. : 02 38 64 34 34 - www.brgm.fr

BRGM Occitanie

1039, rue de Pinville

34000 Montpellier – France

Tél. : 04 67 15 79 80