

Référence : NT_BDX-2020-010

Pessac, 30 avril 2020,

Rédacteurs : A. Robinet, S. Lecacheux

Projet de référence : AP20BDX015

Diffusion externe validée par le responsable : oui non

Nom et fonction du responsable : Nicolas PÉDRON, directeur régional Nouvelle-Aquitaine, BRGM



Liste de diffusion : Membres du Réseau tempêtes de l'OCA

Note de l'Observatoire de la Côte Aquitaine

Réseau tempêtes de l'OCA - Bilan hiver 2019-2020

Préambule

Émanation de l'Observatoire de la Côte Aquitaine (OCA), le Réseau tempêtes a pour mission la surveillance du littoral face aux événements érosifs. À l'heure actuelle, il déploie une organisation technique et humaine sur les 350 km de côte de l'ex-région Aquitaine pour informer sur les impacts potentiels des tempêtes, observer et mieux comprendre leurs conséquences ([BRGM-RP-67418-FR](#)).

Articulé autour d'un réseau d'acteurs volontaires et d'un dispositif de veille automatique sur les événements météo-marins (dispositif Surveillance érosion), ses principales fonctions sont les suivantes :

- informer sur les conditions météo-marines ainsi que sur leur potentiel érosif avant la tempête (émission automatique d'un bulletin de prévision de l'aléa érosion spatialisé à 5 jours) ;
- homogénéiser et mutualiser les observations faites sur le littoral aquitain avant, pendant ou à la suite d'une tempête à travers des outils dédiés : forum, application mobile i-InfoTerre™ ;
- informer sur ce qui s'est produit après la tempête (conditions météo-marines, observations, dégâts...) et mettre à disposition du public ces informations ;
- capitaliser les informations et observations sur les tempêtes majeures (BD Tempêtes) ;
- contribuer à la compréhension des processus conduisant à l'érosion du littoral.

Cette note a pour objectif de dresser un bilan de l'hiver 2019-2020 sur la base du dispositif Surveillance érosion et des constatations terrain. En particulier :

- une synthèse des conditions hydrodynamiques sur l'hiver 2019-2020 ;
- une description des principaux événements pour lesquels le Réseau tempêtes a été activé et des observations terrain réalisées ;
- un bilan de l'état des plages à la sortie de l'hiver 2019-2020.

Véritable réseau d'experts au service du littoral, l'Observatoire de la Côte Aquitaine est chargé de suivre l'érosion et la submersion sur le littoral régional. Le BRGM ainsi que l'ONF sont les porteurs techniques du projet, financé par l'Europe (FEDER), l'État, la Région Nouvelle-Aquitaine, les départements de la Gironde, des Landes, des Pyrénées-Atlantiques et le Syndicat intercommunal du Bassin d'Arcachon (SIBA).

Liste des abréviations

Hs : Hauteur significative des vagues

CM : Cote marine

Les photos marquantes de l'hiver 2019-2020 sont accessibles dans la partie « Annexes » de la présente note dans les descriptifs de chaque évènement tempétueux.

L'Observatoire de la Côte Aquitaine et ses partenaires remercient tous les observateurs pour leurs remontées d'informations tout au long de l'hiver, et en particulier les agents de terrain de l'ONF qui ont été particulièrement mobilisés.

1. Bilan des conditions hydrodynamiques pour l'hiver 2019-2020

Si l'on se réfère aux dix dernières années, l'hiver 2019-2020 compte parmi les plus énergétiques et celui dont le caractère érosif est le plus important, après l'hiver mémorable de 2013-2014 (cf. Figure 1). Le nombre de jours d'indice érosif¹ moyen reste inférieur à l'hiver 2013-2014, marqué par une succession exceptionnelle d'évènements assez ordinaires, mais le nombre de jours d'indice érosif fort est légèrement dépassé. Cette situation contraste avec l'hiver précédent qui a été relativement clément avec seulement 3 périodes d'agitation principales.

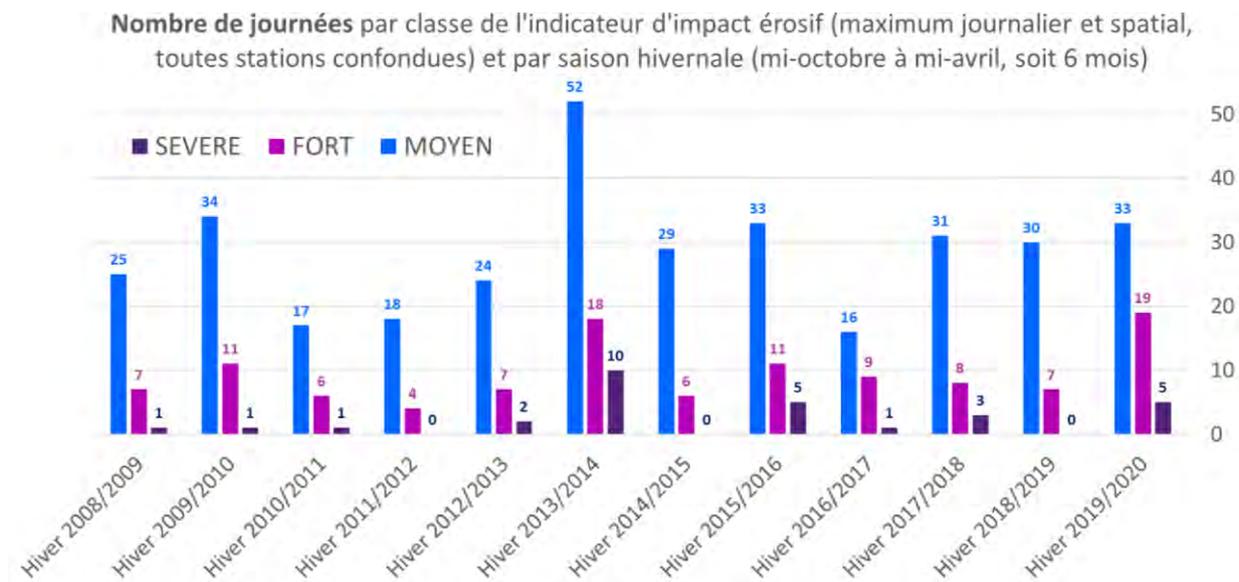


Figure 1 : Nombre de journées par classe de l'indicateur d'impact érosif potentiel (maximum journalier et spatial, toutes stations confondues) et par saison hivernale (mi-octobre à mi-avril, soit 6 mois). Pour des raisons de clarté, les classes d'impact érosif « nul » et « faible » ne sont pas montrées. Crédit : Observatoire de la Côte Aquitaine

Plus précisément (cf. Figure 1 et Figure 3), le début de la saison 2019-2020 a démarré très fort avec la succession de quatre tempêtes de novembre à décembre (Amélie, Sébastien, Atiyah, Fabien). Sur la deuxième partie de la saison, les conditions ont été globalement plus clémentes, notamment au mois de janvier. Les mois de février et mars ont vu les conditions s'intensifier de nouveau. On note seulement un évènement de tempête notable sur la côte aquitaine début février (Ciara), mais suivi de conditions de houle assez énergétiques (Hs supérieure à 3 m) de manière quasi continue jusqu'à début mars, liées à un enchaînement tempétueux sur la France (Bianca, Jorge, Léon, Karine, Myriam, Noberto) juste avant les grandes marées de mi-mars.

¹ **Indice érosif** : Impact érosif potentiel d'un évènement. Il s'agit d'un indicateur déterminé localement le long de la côte en croisant les prévisions opérationnelles de vagues et de niveau marin (issues des plateformes opérationnelles Data.shom.fr ou marc.ifremer.fr) avec l'altitude du pied de dune, du pied de falaise ou du sommet d'ouvrages de protection selon les secteurs (issues des données LiDAR OCA/IGN). Référence : [BRGM-RP-67418-FR](https://www.brgm.fr/fr/rapport/BRGM-RP-67418-FR)

Moyen : Impacts attendus sur la plage uniquement, risque de décaissement et d'abaissement du niveau de plage.
Fort : Le haut de plage subit les assauts et l'océan. Sur la côte sableuse des reculs du trait de côte sont possibles et sur la côte rocheuse on attend des impacts en pied de falaise.

Sévère : Côte sableuse : le pied de dune est atteint et des reculs importants sont à prévoir. Côte rocheuse : le pied de falaise ou les ouvrages sont atteints et des déstabilisations sont susceptibles de se produire.

Cette séquence se traduit, par exemple à Soulac-sur-Mer, par des évènements à indices érosifs majoritairement forts à sévères en début de saison puis majoritairement moyens en fin de saison (cf. Figure 3). Ils ont engendré une énergie cumulée supérieure à l'hiver 2013-2014 sur la période de novembre à décembre mais les conditions plus calmes à partir du mois de janvier ont fait que l'hiver 2019-2020 reste au global moins énergétique. Notons toutefois que l'hiver 2019-2020 est le plus énergétique depuis 2013-2014 avec une énergie des vagues cumulée égale à presque 90 % de celle de 2013-2014. A titre de comparaison, l'énergie des vagues cumulée de l'hiver précédent (2018-2019) a atteint environ 60 % de celle de l'hiver 2013-2014.

Cinq évènements majeurs (Amélie, Sébastien, Atiyah, Fabien et Ciara), dont l'indice érosif était fort à sévère sur une partie du littoral, ont donc fait l'objet d'une mobilisation des membres du Réseau tempêtes de l'OCA sur le terrain. La tempête Atiyah (12 au 14 décembre 2019) est l'évènement dont l'indice érosif a été le plus élevé avec un niveau fort sur toute la côte et sévère sur le Nord Médoc et le secteur du bassin d'Arcachon. Par ailleurs, les grandes marées de mi-mars 2020 ont également donné lieu à un suivi particulier (malgré un niveau d'impact érosif estimé à moyen) car elles suivaient une longue période de conditions de vagues assez énergétiques dans un contexte de fin de saison et de reculs déjà importants sur certains secteurs.

- La **tempête Amélie** a atteint la côte de Nouvelle-Aquitaine dans la nuit **du 2 au 3 novembre 2019**. Des vents violents ont été constatés sur toute la façade avec un record (rafale) à 162 km/h au Cap-Ferret. Les conditions ont généré de fortes **vagues de hauteur moyenne de 6 à 9 m** à la côte. Néanmoins, cet évènement est intervenu lors de **faibles coefficients de marée (44-51)**.
- La **tempête Sébastien** s'est déroulée dans la nuit **du 26 au 27 novembre**. Des vents moyens de 60-70 km/h ont été mesurés au Cap-Ferret, avec des rafales comprises entre 80 et 109 km/h. Des hauteurs de **vagues moyennes jusqu'à 5 m** ont été enregistrées par la bouée au large du Cap-Ferret. Cet évènement a coïncidé avec une **marée de vive-eau (coeff. 99)** atteinte vers 5 heures du matin le 27.
- En marge de la **tempête Atiyah**, des vents violents ont touché la côte aquitaine **du 12 au 14 décembre**. Des vents moyens de 45-90 km/h ont été mesurés au Cap-Ferret, accompagnés de rafales comprises entre 60 et 125 km/h. Des hauteurs de **vagues jusqu'à 7 m** ont été enregistrées au large du Cap-Ferret. Cet évènement a coïncidé avec des **marées de vive-eau (coeff. 85-87)**, et une pleine mer vers 5 heures du matin le 13/12.
- La **tempête Fabien** a balayé l'ensemble de la façade atlantique **les 21 et 22 décembre**. Les maximums de vents ont été relevés au Cap-Ferret et à Saint-Jean-de-Luz avec des rafales de 148 km/h. Des hauteurs de **vagues moyennes entre 5 et 9 m** au pic ont été enregistrées à Saint-Jean-de-Luz et au large du Cap-Ferret. Cet évènement s'est déroulé lors de **faibles coefficients de marée (64 à 68)**, avec un pic d'intensité au moment de la pleine mer tôt le matin du 22/12.
- La **tempête Ciara** est passée au nord de la France **du 9 au 10 février**. Des vents moyens inférieurs à 60 km/h ont été mesurés au Cap-Ferret, accompagnés de rafales maximales autour de 80 km/h. Des hauteurs de **vagues moyennes de 5 m** ont été enregistrées au pic au large du Cap-Ferret. Cet évènement a coïncidé avec des **marées de vive-eau (coeff. 103-108)**. Le pic d'intensité des vagues s'est produit lors de la pleine mer le matin du 11/02.
- Les **grandes marées** ont eu lieu **du 9 au 13 mars**. Des vents moyens inférieurs à 40 km/h ont été mesurés au Cap-Ferret, accompagnés de rafales maximales autour de 65 km/h. Des hauteurs de **vagues moyennes entre 2-3 m avec un pic de 4 m** ont été enregistrées au large de Saint-Jean-de-Luz. **Les coefficients de marées étaient compris entre 99 et 117**.

Les conditions hydrodynamiques ainsi que les impacts observés de ces 6 évènements sont décrits dans la section suivante.

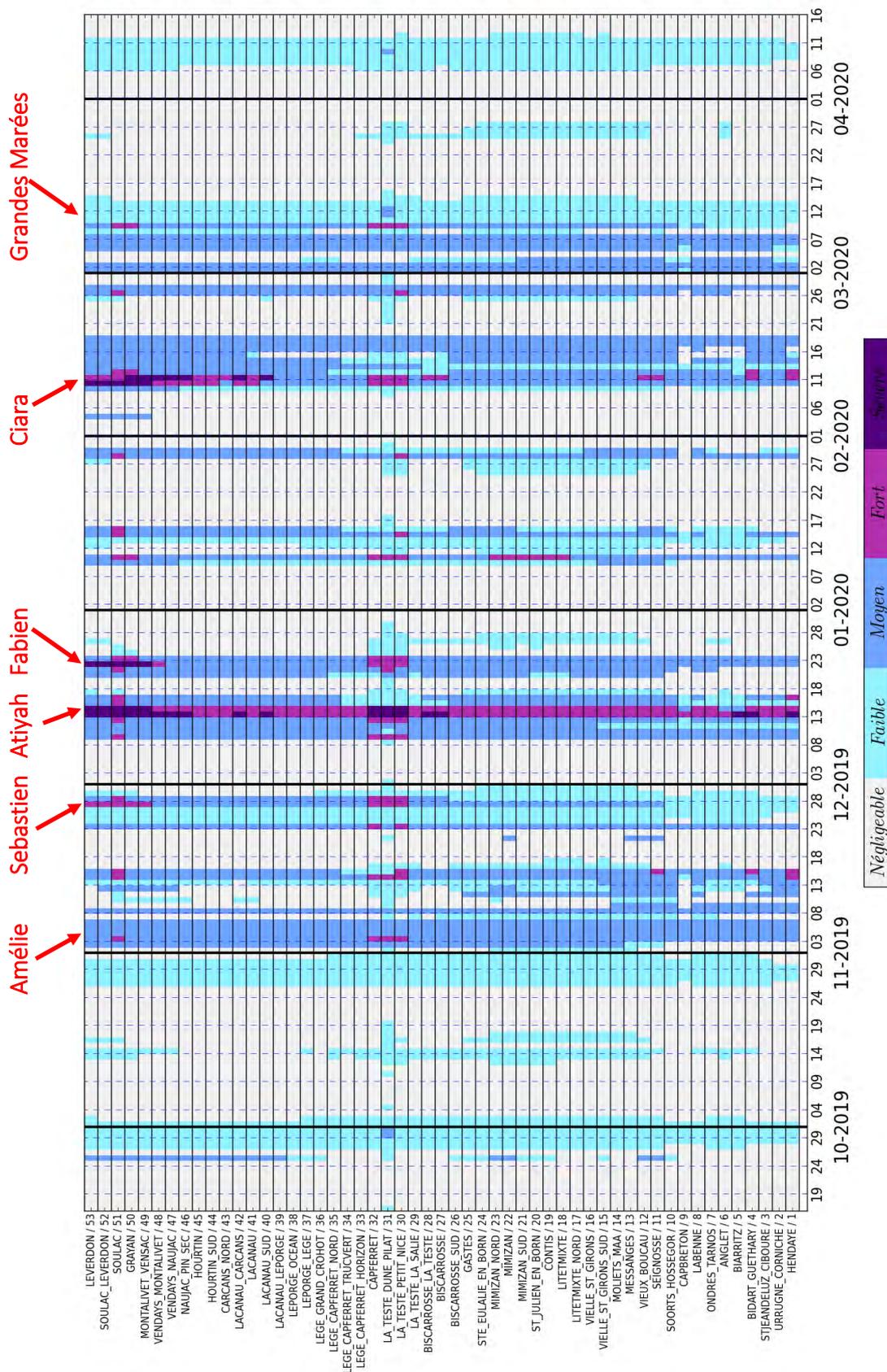


Figure 2 : Chronologie de l'indice érosif (maximum journalier) de la saison 2019-2020 (d'octobre à mi-avril). Réalisé à partir des données de vague et de niveau marin de la plateforme MARC de l'Ifremer (*best-estimates*).
 Crédit : Observatoire de la Côte Aquitaine

Evolution du cumul d'énergie des vagues et de l'indice érosif - Saison 2019-2020 - SOULAC
 Comparaison à la saison de référence 2013-2014

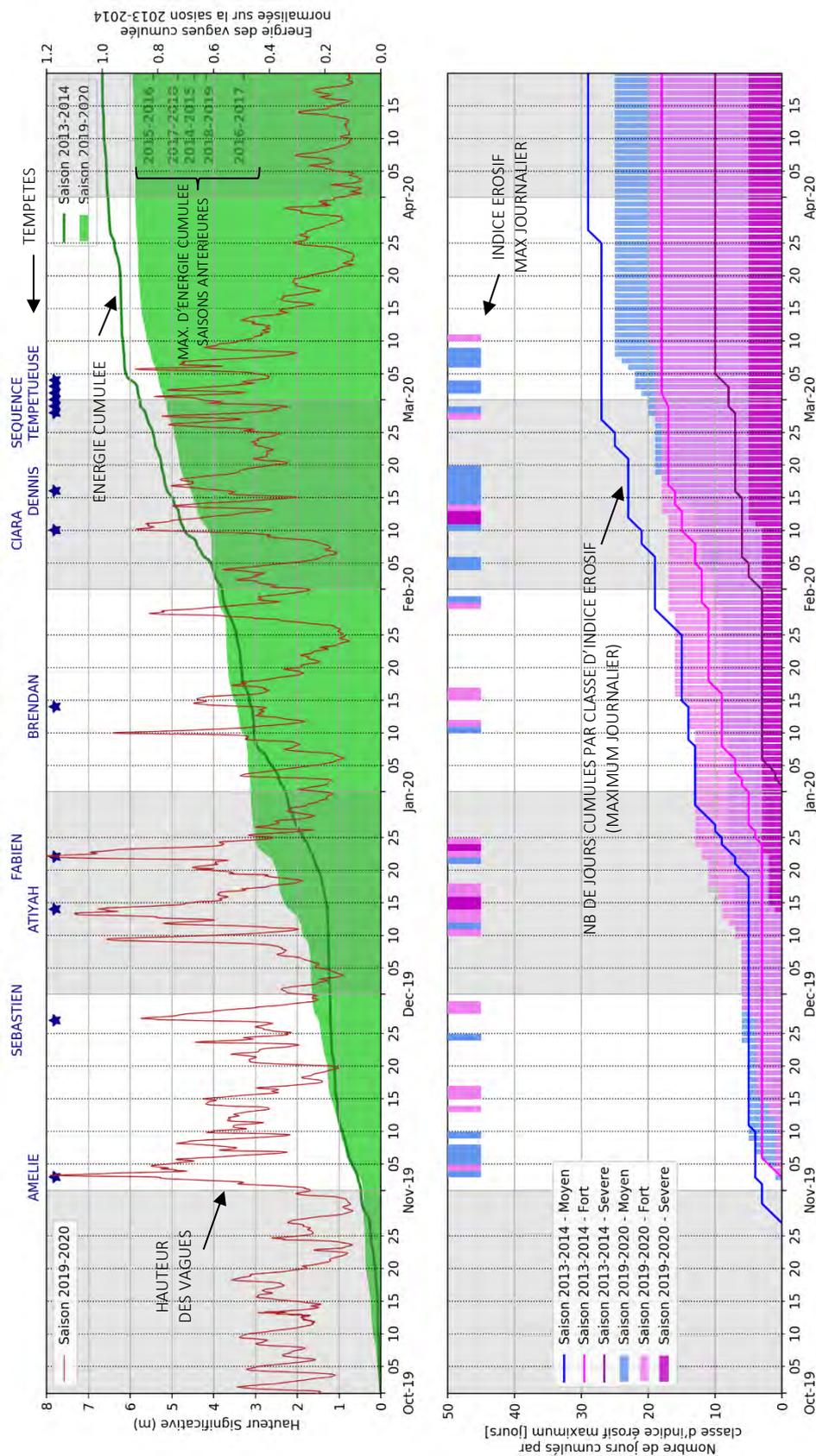


Figure 3 : Evolution du 1er octobre au 20 avril du cumul d'énergie des vagues et du nombre de jours par classe d'indice érosif (maximum journalier de moyen à sévère) à Soulac-sur-Mer. Réalisé à partir des données MARC de l'Iframer (best-estimates). Comparaison à la saison 2013-2014. Crédit : Observatoire de la Côte Aquitaine

2. Bilan des conditions et des impacts observés par évènement

AMÉLIE (2 et 3 novembre 2019)

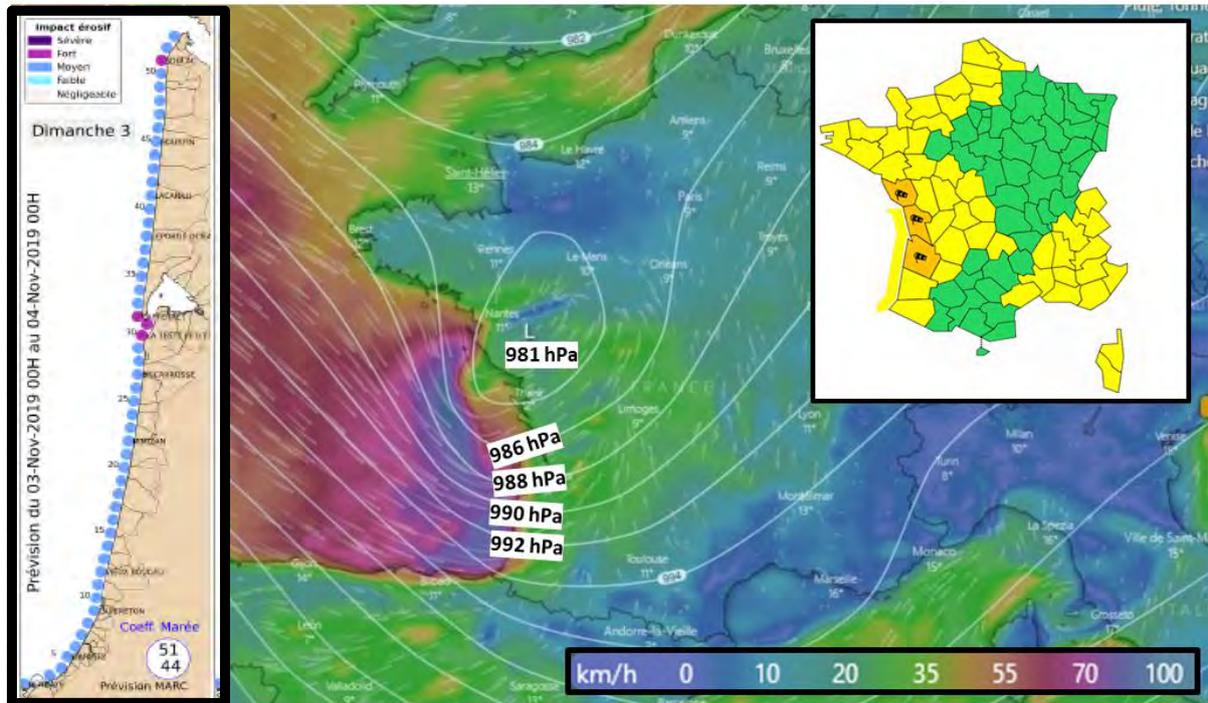


Figure 4 : Prévision de la tempête Amélie du 2 novembre 2019 (sources : CEP, windy). Encart droit : carte de vigilance Météo-France du 2 novembre 2019 à 6 h. Encart gauche : indice érosif prévu dans le bulletin OCA.

La **tempête Amélie** (cf. Figure 4 et Annexe 0) a atteint la côte de Nouvelle-Aquitaine dans la nuit du 2 au 3 novembre avec un passage du creux de la dépression (981 hPa) sur la Vendée. Le minimum de pression enregistré était de 986 hPa au Cap-Ferret et de 988 hPa à Biarritz le 3 novembre vers 5 heures du matin, quelques heures avant la pleine mer.

Des vents violents de nord-ouest ont été constatés sur toute la façade de l'ex-région Aquitaine. Le record a été mesuré au Cap-Ferret avec 100 km/h de vents moyens et 162 km/h en rafales. A Biarritz, les vents mesurés étaient un peu moins intenses (environ 60 km/h de vents moyens et 100 km/h en rafales).

Ces conditions ont généré de fortes vagues à la côte. Au large du Cap-Ferret, les vagues ont atteint leur maximum d'énergie vers 9 heures du matin avec des hauteurs moyennes de 9 m et des périodes très longues de 13 s. La bouée de Saint-Jean-de-Luz a, quant à elle, mesuré un pic à 6 m.

Les surcotes engendrées par Amélie ont été relativement importantes. La surcote de pleine mer mesurée à l'intérieur du Bassin d'Arcachon à Eyrac vers 8 heures du matin était de l'ordre de 1 m et celle mesurée au marégraphe de Saint-Jean-de-Luz d'environ 40 cm. Néanmoins, cet évènement étant intervenu lors de faibles coefficients de marée (44-51), les niveaux d'eau maximum atteints sont restés modérés (4,7 m CM à Eyrac à Arcachon et 4,1 m CM à Saint-Jean-de-Luz).

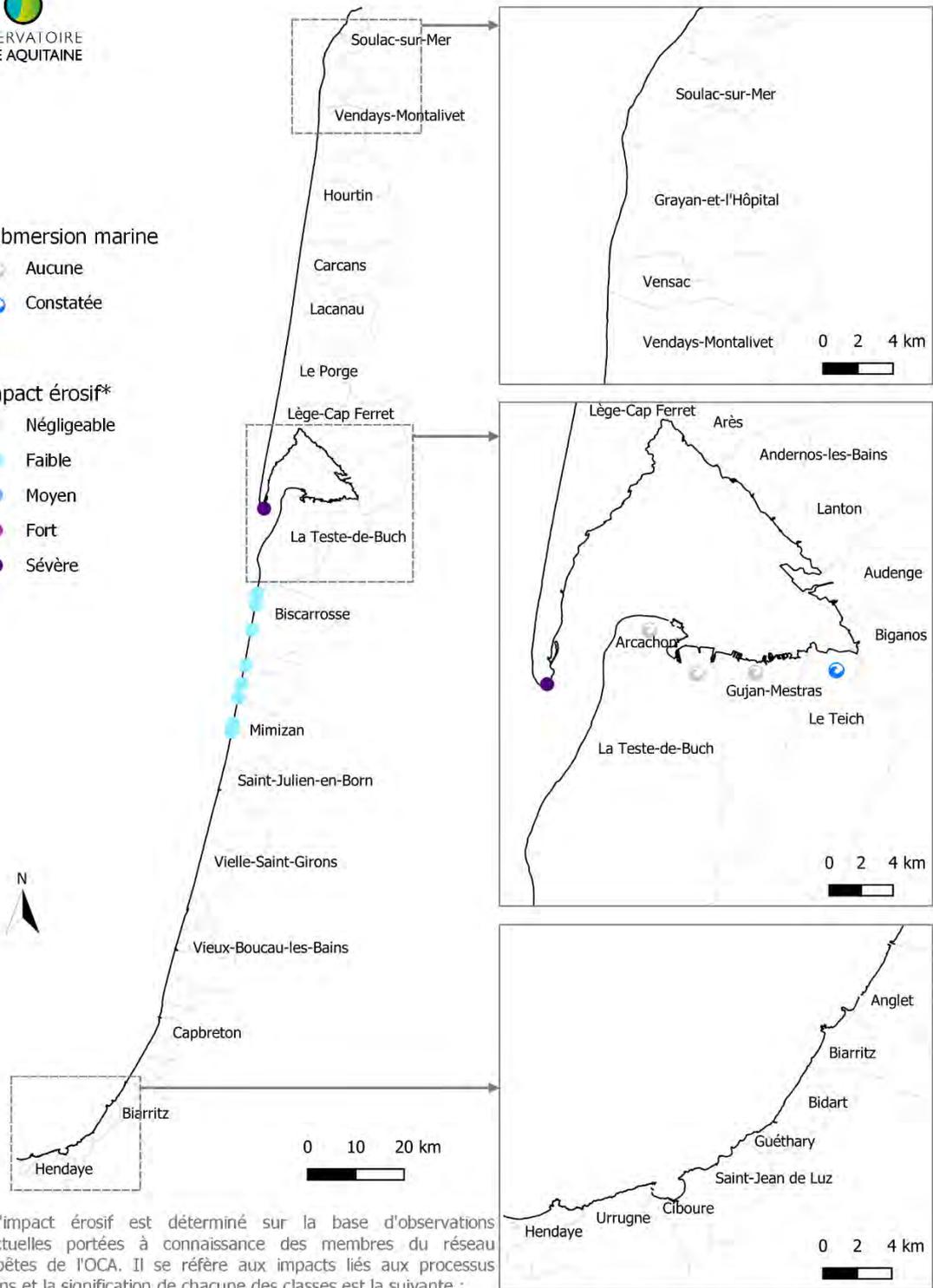
Les remontées terrain du Réseau tempêtes pour cet évènement n'ont pas montré d'impact significatif (cf. Figure 5). En matière de submersion, on relève quelques débordements au Teich dans le bassin d'Arcachon. En matière d'érosion, Amélie a provoqué un faible dégraissement des plages sans recul du trait de côte sur la côte landaise et un recul d'environ 2 m sur la zone du belvédère au Cap-Ferret. Un important transport éolien du sable a été constaté.

Submersion marine

-  Aucune
-  Constatée

Impact érosif*

-  Négligeable
-  Faible
-  Moyen
-  Fort
-  Sévère



* L'impact érosif est déterminé sur la base d'observations ponctuelles portées à connaissance des membres du réseau tempêtes de l'OCA. Il se réfère aux impacts liés aux processus marins et la signification de chacune des classes est la suivante : (i) Faible = Pied de dune non-impacté et faible évolution morphologique de la plage ; (ii) Moyen = Pied de dune non-impacté et abaissement généralisé de la plage ; (iii) Fort = Recul modéré de la dune (< 1 m) ou entailles ponctuelles ; (iv) Sévère = Recul important et généralisé de la dune (> 1 m).

Les informations présentées sur ce document ont une valeur indicative. Elles correspondent à une compilation de constats locaux et ponctuels effectués sur le terrain. Elles ne peuvent être considérées comme exhaustives.

Figure 5 : Cartographie des impacts (érosion/submersion) de la tempête du 3 novembre 2019 sur le littoral aquitain, générée par la compilation des observations de terrain portées à connaissance des membres du Réseau tempêtes de l'OCA. Crédit : Observatoire de la Côte Aquitaine

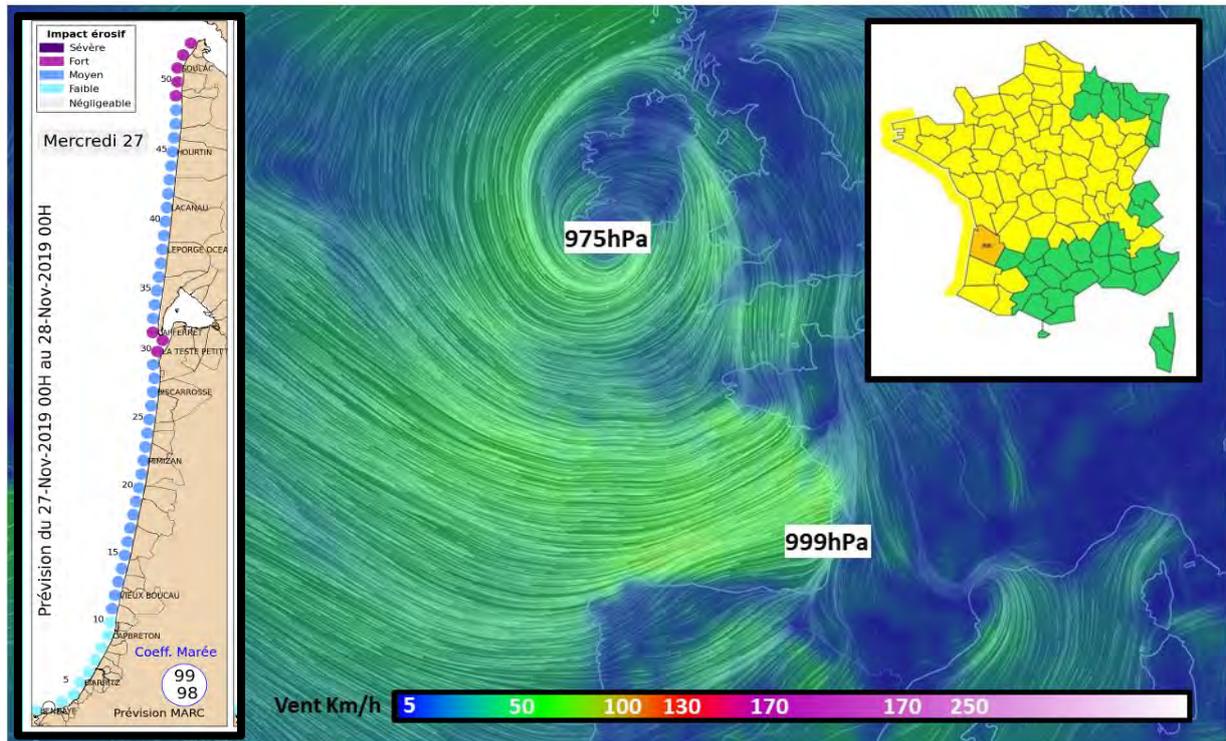


Figure 6 : Vent de la tempête Sébastien le 27 novembre 2019 (sources : NCEP, EARTH). Encart droit : carte de vigilance Météo-France du 26 novembre 2019 à 10 h. Encart gauche : indice érosif prévu dans le bulletin OCA.

La **tempête Sébastien** (cf. Figure 6 et Annexe 1) s'est déroulée dans la nuit du 26 au 27 novembre 2019. Le creux de la dépression est passé sur l'Irlande avec un minimum de l'ordre de 970 hPa. Sur la côte aquitaine, la dépression est restée modérée avec des minimums enregistrés de 997 hPa au Cap-Ferret et 999 hPa à Biarritz le 26/11 en fin de journée.

Un fort vent de sud-est a balayé la côte, en particulier le matin du 27 novembre. Au Cap-Ferret, les vents moyens de 60-70 km/h ont été mesurés accompagnés de rafales comprises entre 80 et 110 km/h. À Biarritz, les vents n'ont pas dépassé les 40 km/h en moyenne.

Le pic de vagues est intervenu dans la matinée du 27/11 avec des hauteurs moyennes maximales de 5 m (période de 10 s) au Cap-Ferret et de 2,5 m (période 10 s) à Saint-Jean-de-Luz.

Cet évènement a coïncidé avec une marée haute de vive-eau (coeff. 99) atteinte vers 5 heures du matin le 27/11. Ainsi, même si les surcotes de pleine mer mesurées ont été modérées (de l'ordre de 50 cm aux marégraphes d'Eyrac et de Bayonne-Boucau), le niveau d'eau a atteint des valeurs relativement importantes (4,95 m CM à Eyrac et 4,84 m CM à Bayonne-Boucau).

Les niveaux élevés atteints pendant cet évènement ont conduit à (cf. Figure 7 et Annexe 1):

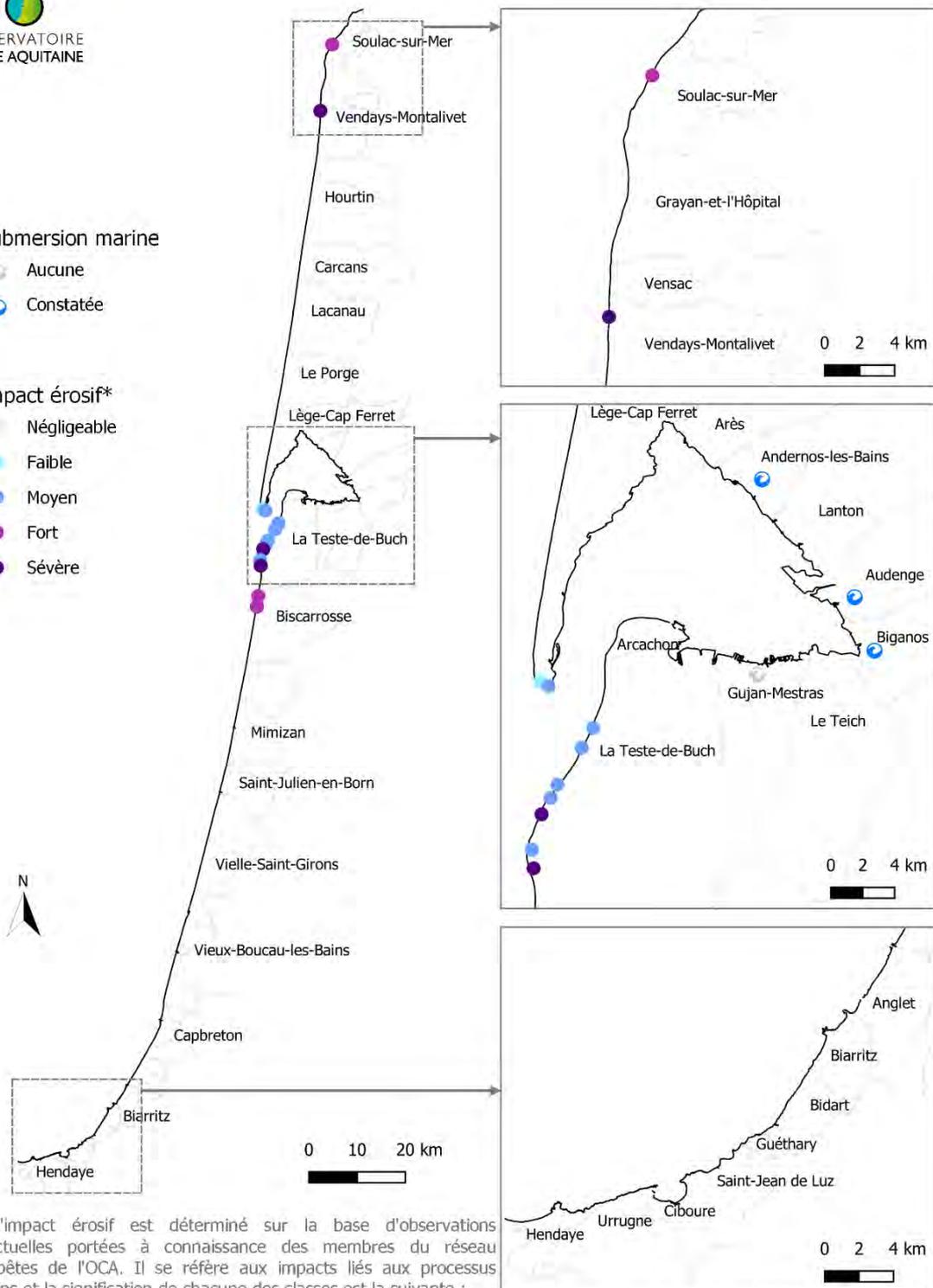
- quelques débordements et/ou franchissements observés dans le bassin d'Arcachon à Andernos-les-Bains et Biganos (le niveau marin étant proche de celui mesuré pour Klaus à Eyrac, Arcachon) ;
- une érosion du haut de plage et/ou de la dune observée sur différentes communes du littoral aquitain (Soulac-sur-Mer, Vendays-Montalivet, La Teste-de-Buch, Biscarrosse).

Submersion marine

-  Aucune
-  Constatée

Impact érosif*

-  Négligeable
-  Faible
-  Moyen
-  Fort
-  Sévère



* L'impact érosif est déterminé sur la base d'observations ponctuelles portées à connaissance des membres du réseau tempêtes de l'OCA. Il se réfère aux impacts liés aux processus marins et la signification de chacune des classes est la suivante :
 (i) Faible = Pied de dune non-impacté et faible évolution morphologique de la plage ; (ii) Moyen = Pied de dune non-impacté et abaissement généralisé de la plage ; (iii) Fort = Recul modéré de la dune (< 1 m) ou entailles ponctuelles ; (iv) Sévère = Recul important et généralisé de la dune (> 1 m).

Les informations présentées sur ce document ont une valeur indicative. Elles correspondent à une compilation de constats locaux et ponctuels effectués sur le terrain. Elles ne peuvent être considérées comme exhaustives.

Figure 7 : Cartographie des impacts (érosion/submersion) de la tempête du 27 novembre 2019 sur le littoral aquitain, générée par la compilation des observations de terrain portées à connaissance des membres du Réseau tempêtes de l'OCA. Crédit : Observatoire de la Côte Aquitaine

ATIYAH (12-14 décembre 2019)

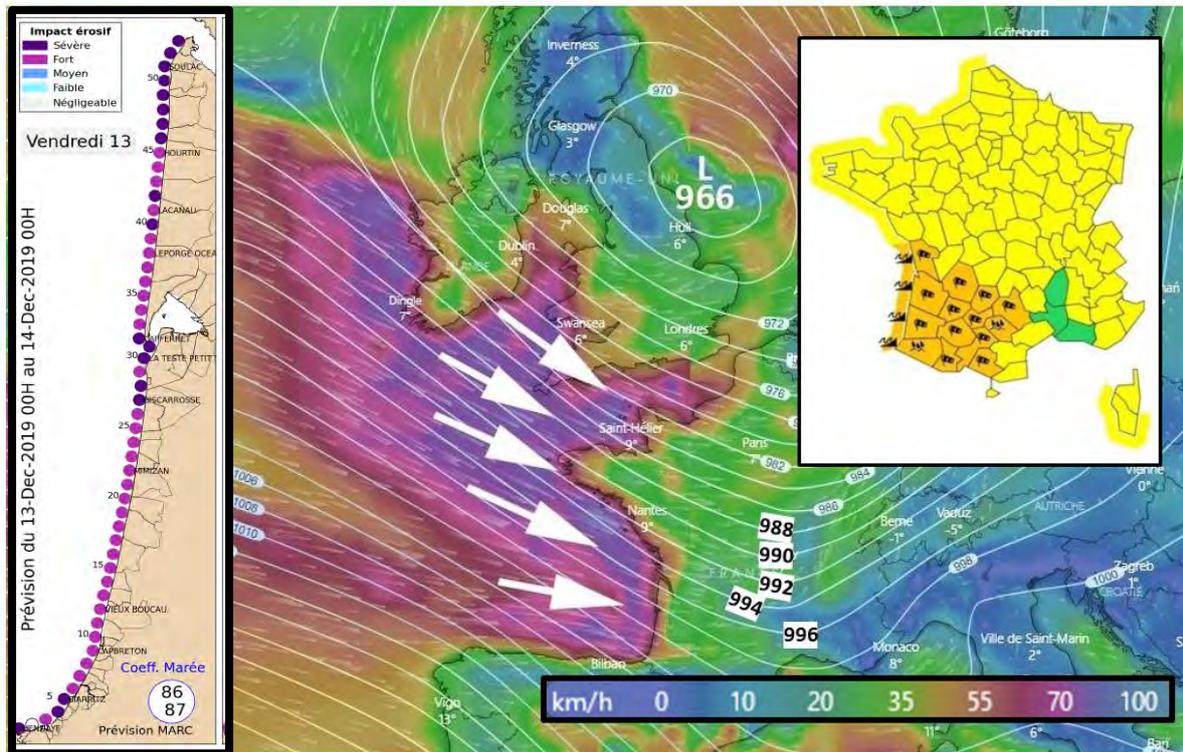


Figure 8 : Prévision de la tempête Atiyah pour la nuit du 12 au 13 décembre 2019 (sources : CEP, windy). Encart droit : carte de vigilance Météo-France du jeudi 12 décembre à 16 h. Encart gauche : indice érosif prévu dans le bulletin OCA.

En marge de la **tempête Atiyah** (cf. Figure 8 et Annexe 2) dont le centre dépressionnaire a traversé l'Angleterre, des vents violents de nord-ouest ont touché la côte du 12 au 14 décembre 2019.

Des vents moyens de 45-90 km/h ont été mesurés au Cap-Ferret et à Biarritz, accompagnés de rafales comprises entre 60 et 125 km/h. La dépression est, quant à elle, restée très modérée avec des valeurs de plus ou moins 1000 hPa entre le Bassin d'Arcachon et la frontière espagnole.

Les hauteurs de vagues mesurées ne sont pas exceptionnelles mais sont restées assez élevées pendant plusieurs jours (hauteur moyenne supérieure à 5 m pendant plus de 3 jours au large du Cap-Ferret avec un pic de 7 m le 13 décembre).

Cet évènement a coïncidé avec une marée haute de vive-eau (coeff. 99) atteinte vers 5 heures, le 13 décembre. Les niveaux déjà élevés ont été rehaussés par des surcotes importantes (80 cm à la pleine mer à Eyrac et Bayonne-Boucau) portant le niveau à plus de 5 m CM à Eyrac et proche de 5 m CM à Bayonne.

Ces conditions ont généré (cf. Figure 9 et Annexe 2) :

- un abaissement généralisé de la hauteur des plages aquitaines, estimé jusqu'à 0,5 - 1 m sur les plages urbanisées (ex. Biscarrosse-Plage, Lacanau-Océan) ;
- une érosion des fronts dunaires sur une bonne partie du littoral aquitain avec la formation de falaises vives. Cette érosion dunaire semble avoir été particulièrement marquée (2-5 m) dans le Nord Médoc et sur les plages océanes de La Teste-de-Buch ;
- de légères submersions marines et des dégâts sur certains ouvrages du Bassin d'Arcachon (jetée d'Andernos, digues des prés salés de La Teste-de-Buch) ;
- le déclenchement d'un mouvement de terrain (lié aux conditions marines et aux précipitations en général) qui s'est produit le 15 décembre sur les falaises de la Pointe Sainte-Anne à Hendaye,

entraînant localement un recul de plus d'une dizaine de mètres du trait de côte et l'effondrement d'un sentier parcourant le Domaine d'Abbadia.

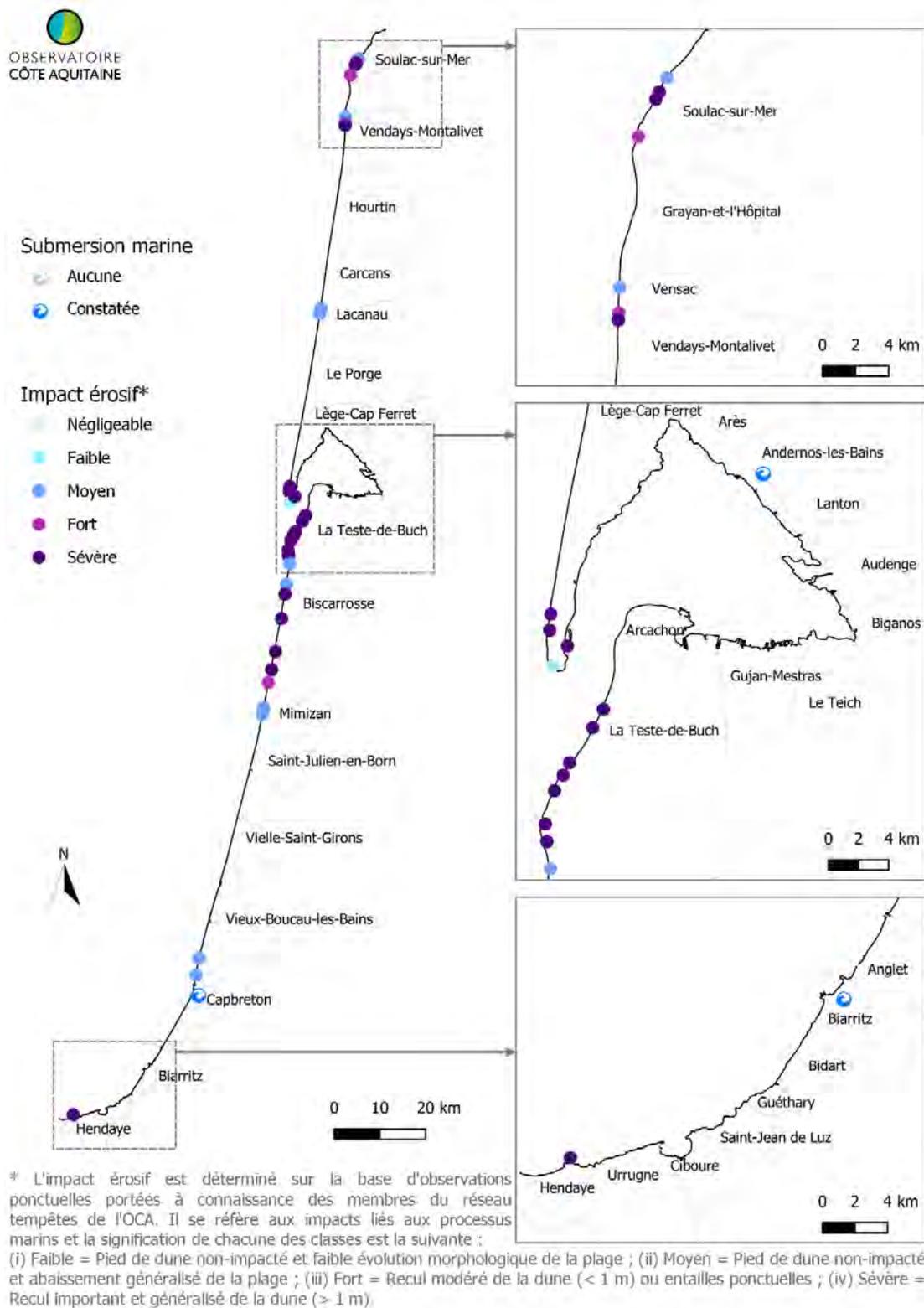


Figure 9 : Cartographie des impacts (érosion/submersion) de la tempête du 13 décembre 2019 sur le littoral aquitain, générée par la compilation des observations de terrain portées à connaissance des membres du Réseau tempêtes de l'OCA. Crédit : Observatoire de la Côte Aquitaine

FABIEN (21 et 22 décembre 2019)

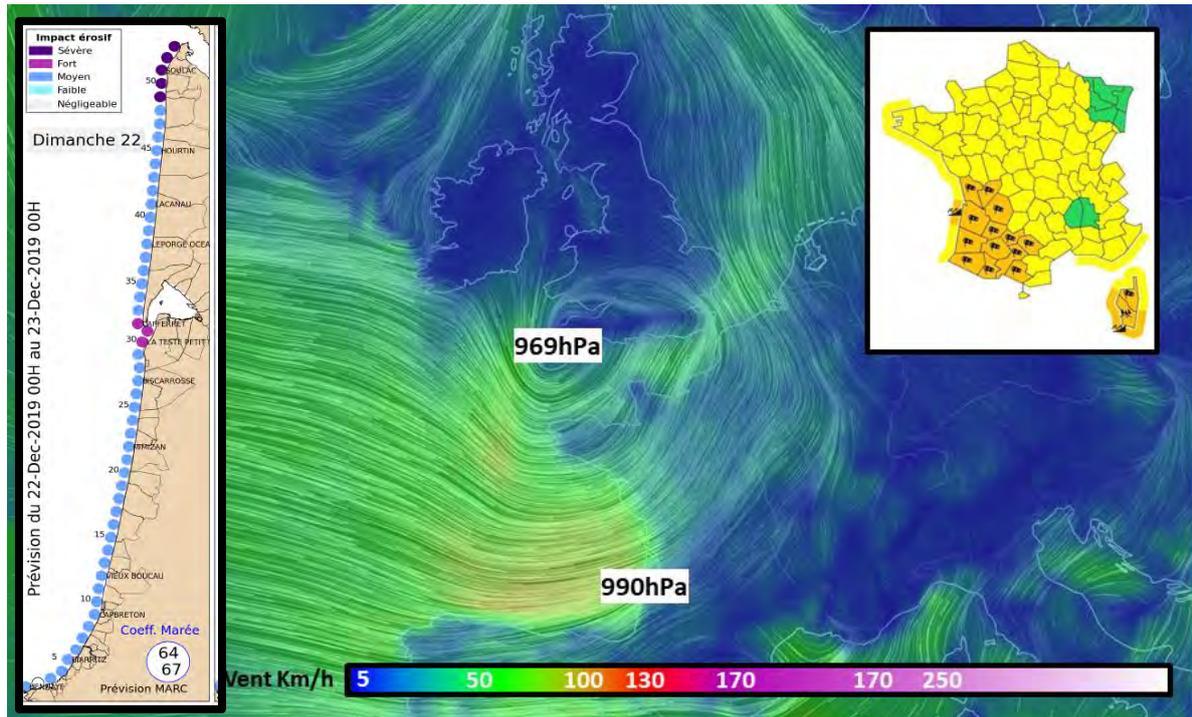


Figure 10 : Carte de vent de la tempête Fabien le 22 décembre 2019 (sources : NCEP, EARTH). Encart droit : carte de vigilance Météo-France du 21 décembre 2019 à 16 h. Encart gauche : indice érosif prévu dans le bulletin OCA.

La **tempête Fabien** (cf. Figure 10 et Annexe 3) a balayé l'ensemble de la façade atlantique les 21 et 22 décembre 2019. Le centre dépressionnaire est passé sur l'Angleterre mais la pression est descendue aux alentours de 990 hPa sur la côte aquitaine (à Biarritz, le minimum atteint 988 hPa).

Des vents violents de sud-ouest ont frappé la côte dans la nuit du 21 au 22 décembre avec des rafales à plus de 100 km/h pendant plus de 12 heures. Les pics de vents moyens mesurés au Cap-Ferret et à Biarritz sont respectivement de 90 km/h et 60 km/h. Les maximums de vents ont été relevés au Cap-Ferret et à Saint-Jean-de-Luz (rafales à 150 km/h).

Des hauteurs de vagues moyennes de 9 m ont été enregistrées par la bouée du réseau CANDHIS au large du Cap-Ferret le matin du 22 décembre. Sur la côte basque, les hauteurs étaient plus faibles, avec des valeurs moyennes maximales de l'ordre de 4-5 m mesurées à la bouée de Saint-Jean-de-Luz.

Les marées hautes du 22/12 (2h et 14h30 - Eyrac) étaient associées à des coefficients de 64 et 68 respectivement. Le pic d'intensité (vent et houle) s'est situé au moment de la pleine mer entre 0 h et 2 h le 22 décembre. La surcote de pleine mer à Eyrac a dépassé 1 m. À Bayonne-Boucau, elle a atteint 65 cm. Le niveau maximum atteint à Eyrac (4,9 m CM) est très proche de celui mesuré au passage d'Atiyah.

Ces conditions ont conduit à une accentuation des érosions précédentes (cf. Figure 11 et Annexe 3):

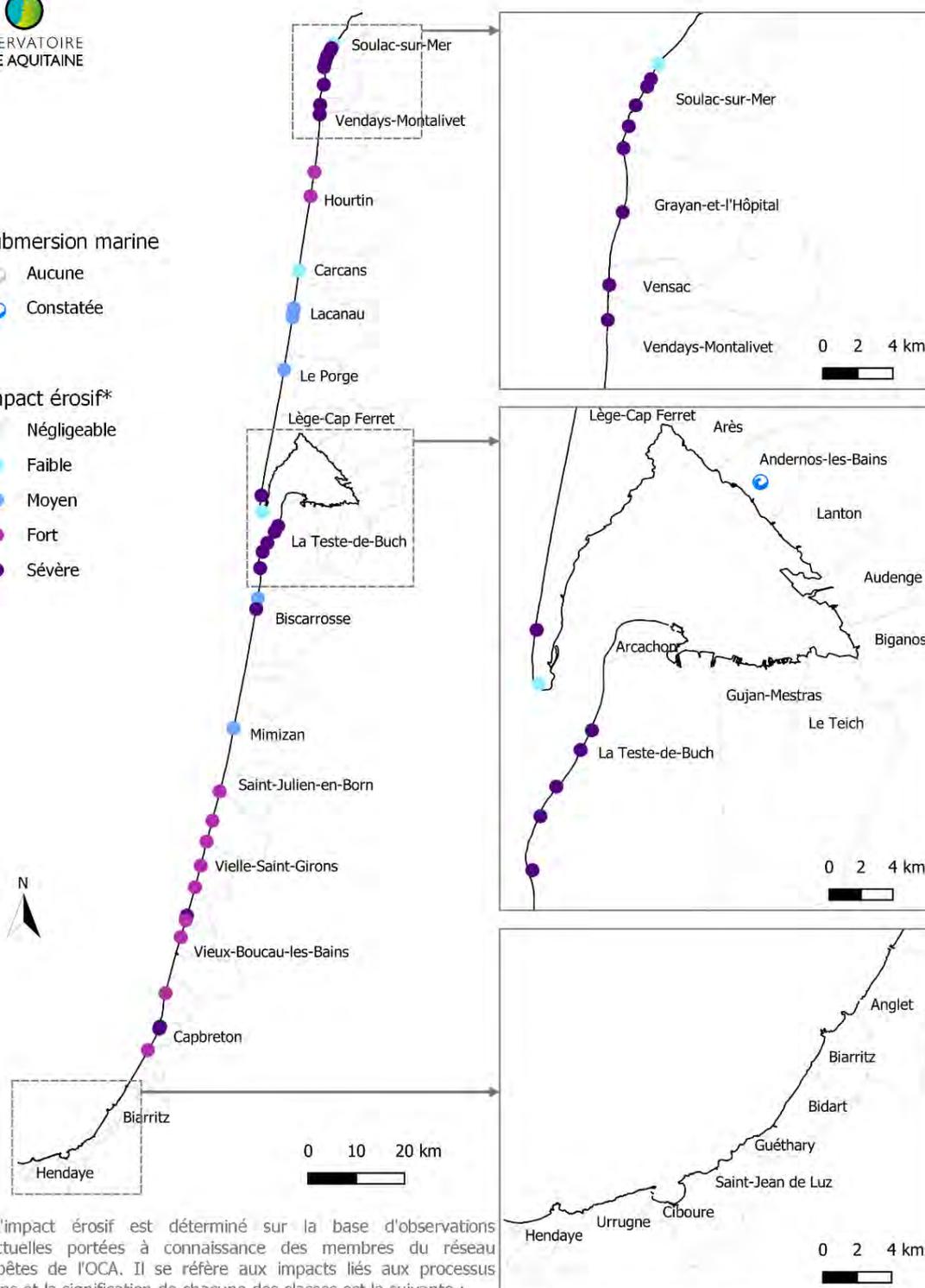
- nouvel abaissement généralisé de la hauteur des plages aquitaines, avec parfois des rééquilibrages liés aux prélèvements de sable sur les pieds de dune par le jet de rive ;
- érosion des fronts dunaires sur une partie du littoral aquitain avec la formation de falaises vives. Cette érosion semble avoir à nouveau été particulièrement marquée dans le Nord Médoc (recul de 5 à 10 m) et sur les plages océaniques de La Teste-de-Buch (recul de 5 à 7 m) ;
- très forte éolisation des dunes avec des accumulations de sable en arrière remarquables.

Submersion marine

- Aucune
- Constatée

Impact érosif*

- Négligeable
- Faible
- Moyen
- Fort
- Sévère



* L'impact érosif est déterminé sur la base d'observations ponctuelles portées à connaissance des membres du réseau tempêtes de l'OCA. Il se réfère aux impacts liés aux processus marins et la signification de chacune des classes est la suivante :
 (i) Faible = Pied de dune non-impacté et faible évolution morphologique de la plage ;
 (ii) Moyen = Pied de dune non-impacté et abaissement généralisé de la plage ;
 (iii) Fort = Recul modéré de la dune (< 1 m) ou entailles ponctuelles ;
 (iv) Sévère = Recul important et généralisé de la dune (> 1 m).

Les informations présentées sur ce document ont une valeur indicative. Elles correspondent à une compilation de constats locaux et ponctuels effectués sur le terrain. Elles ne peuvent être considérées comme exhaustives.

Figure 11 : Cartographie des impacts (érosion/submersion) de la tempête du 21 décembre 2019 sur le littoral aquitain, générée par la compilation des observations de terrain portées à connaissance des membres du Réseau tempêtes de l'OCA. Crédit : Observatoire de la Côte Aquitaine

CIARA (9 et 10 février 2020)

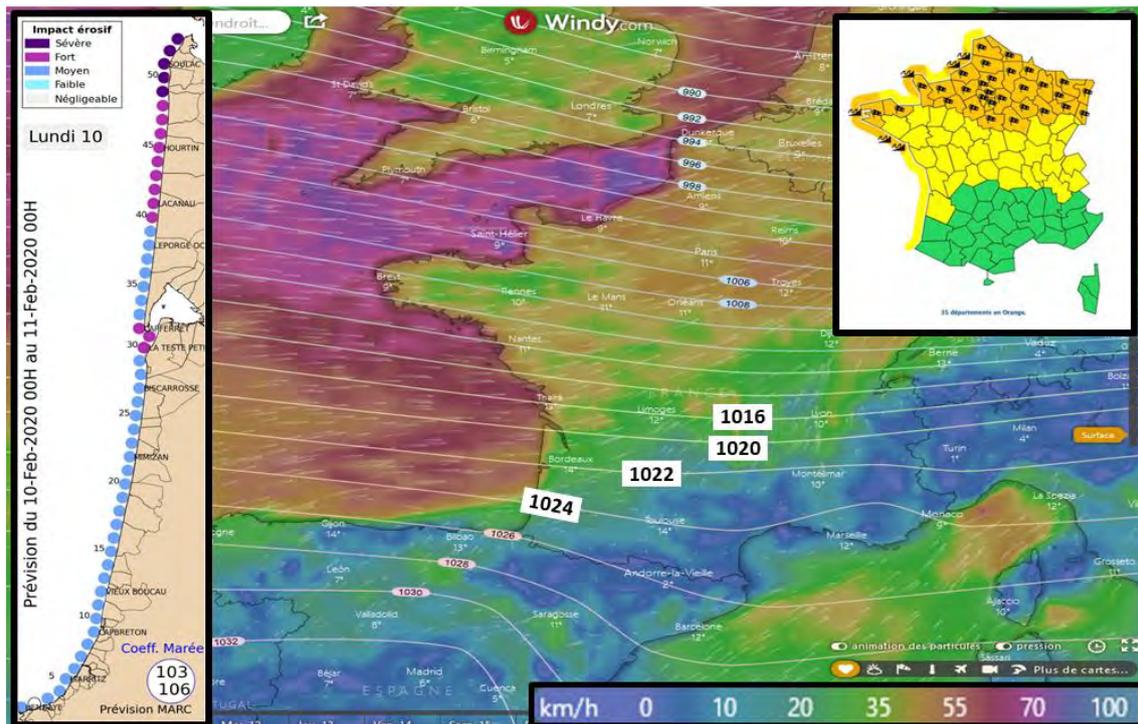


Figure 12 : Carte de vent de la tempête Ciara le 10 février 2020 (ECMWF, Windy). Encart droit : carte de vigilance Météo-France du 9 février 2020. Encart gauche : indice érosif prévu dans le bulletin OCA.

La **tempête Ciara** (cf. Figure 12 et Annexe 4) est passée au nord de la France du dimanche 9 au lundi 10 février 2020. La trajectoire très au nord de la dépression n'a pas engendré de dépression sur l'ex-région Aquitaine. Les vents sont restés modérés avec un vent moyen maximal de vitesse inférieure à 60 km/h et des rafales maximales autour de 80 km/h au Cap-Ferret dans la nuit de dimanche à lundi.

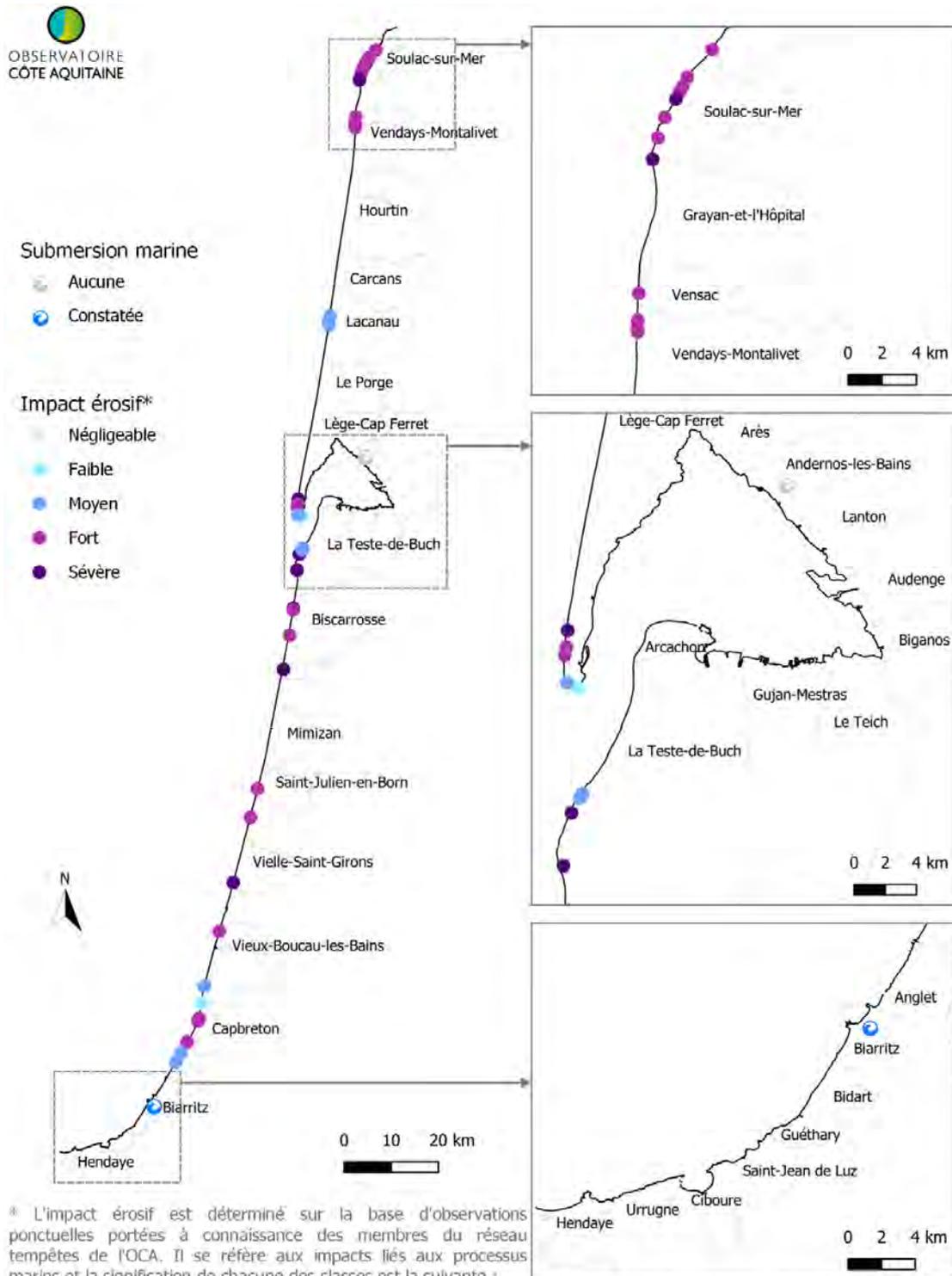
Les conditions de vagues ont été assez énergétiques pendant au moins 72 h (du lundi 10 au mercredi 12 février) avec une hauteur moyenne maximale et une hauteur maximale respectivement de 5 et 9 m au large du Cap-Ferret. Une hauteur moyenne maximale et une hauteur maximale de respectivement 6 et 10 m ont été mesurées au large de Saint-Jean-de-Luz. La période des vagues était de l'ordre de 11 à 13 s au large du Cap-Ferret et de 11 à 15 s au large de Saint-Jean-de-Luz.

Ces conditions de vagues énergétiques étaient concomitantes avec des coefficients de marée importants, compris entre 103 (lundi matin) et 108 (mardi). La surcote de pleine mer était très modérée à Eyrac (~30 cm) et quasi nulle à Bayonne-Boucau. Malgré cela, le niveau maximum atteint à Eyrac a atteint des valeurs proches d'Atiyah et Fabien (4,9 m CM) à cause des très forts coefficients de marée.

Ces conditions ont conduit à (cf. Figure 13 et Annexe 4) :

- l'atteinte du pied de dune par le jet de rive sur la majeure partie de côte sableuse aquitaine autour de la marée haute sur plusieurs cycles de marées ;
- d'importants reculs de 1 à 5 m sur les sites déjà fortement impactés par les tempêtes précédentes (ex. : Nord Médoc, La Lagune à La Teste-de-Buch, Biscarrosse-Plage, La Lette Blanche à Vielle-Saint-Girons) ;
- des reculs moindres et ponctuels (coup de cuillère) de l'ordre de 1 m entre Mimizan et le courant d'Huchet et au niveau de quelques accès plages de Lège-Cap-Ferret ;
- des abaissements de plages dans le sud des Landes (Messanges, Tarnos) ;
- des franchissements par paquets de mer avec dépôt de sable sur la Grande Plage de Biarritz.

Devant la situation préoccupante sur certains sites, des mesures d'urgence ont été prises (e.g. arrêté municipal de fermeture, rechargements de plages, consolidation et reconstruction de perrés, etc).



* L'impact érosif est déterminé sur la base d'observations ponctuelles portées à connaissance des membres du réseau tempêtes de l'OCA. Il se réfère aux impacts liés aux processus marins et la signification de chacune des classes est la suivante : (i) Faible = Pied de dune non-impacté et faible évolution morphologique de la plage ; (ii) Moyen = Pied de dune non-impacté et abaissement généralisé de la plage ; (iii) Fort = Recul modéré de la dune (< 1 m) ou entailles ponctuelles ; (iv) Sévère = Recul important et généralisé de la dune (> 1 m).

Les informations présentées sur ce document ont une valeur indicative. Elles correspondent à une compilation de constats locaux et ponctuels effectués sur le terrain. Elles ne peuvent être considérées comme exhaustives.

Figure 13 : cartographie des impacts (érosion/submersion) de la tempête du 09 et 10/02/2020 sur le littoral aquitain, générée par la compilation des observations de terrain portées à connaissance des membres du réseau tempêtes de l'OCA. Crédit : Observatoire de la Côte Aquitaine

GRANDES MARÉES (9 au 13 mars 2020)

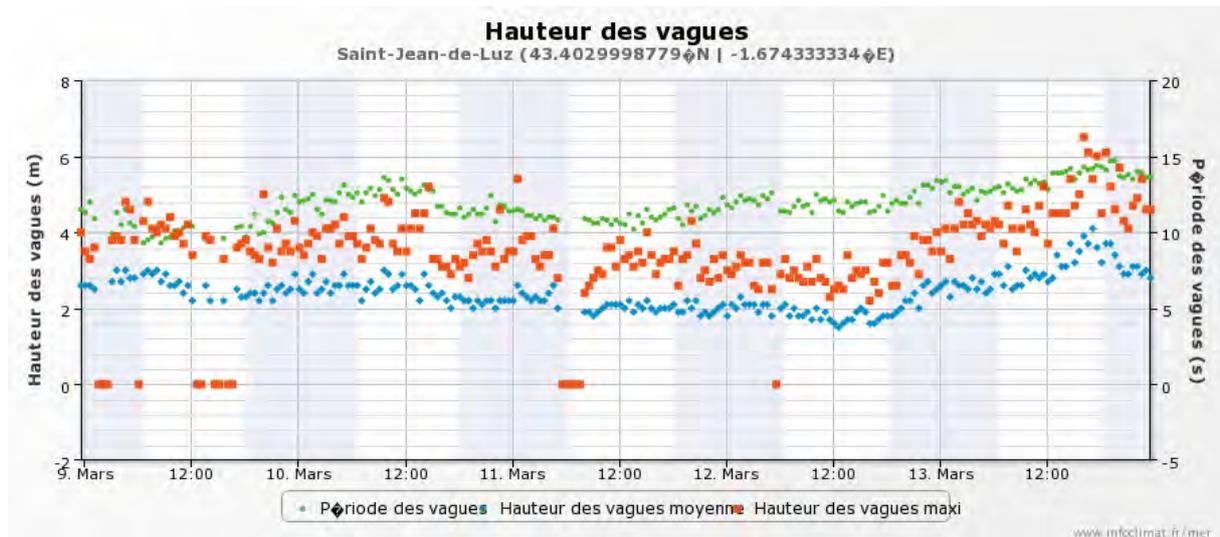


Figure 14 : Evolution de la hauteur des vagues (bouée CANDHIS de Saint-Jean-de-Luz) pendant la période des grandes marées de début mars 2020. Source : InfoClimat.

Les grandes marées (coefficients 99 et 117) du 9 au 13 mars 2020 ont été accompagnées de houles modérées typiques de la saison hivernale, cette combinaison de forçages est susceptible d'impacter les secteurs les plus fragilisés. Cet évènement n'a pas coïncidé avec une baisse de la pression atmosphérique.

Le vent est resté modéré avec un vent moyen maximal inférieur à 40 km/h et des rafales maximales autour de 65km/h au Cap-Ferret le 9 mars. Le vent s'est ensuite affaibli à partir du 10 mars.

Les prévisions des vagues (MARC) prévoient des conditions énergétiques relativement stables sur toute la côte aquitaine sur la durée de l'évènement avec une hauteur significative de vagues de l'ordre de 2,5 - 3,5 m, qui a légèrement diminué en milieu d'évènement (10-12 mars 2020). Cependant, une hauteur moyenne maximale et une hauteur maximale respectivement de l'ordre de 4 et 6 m ont été mesurées au large de Saint-Jean-de-Luz le 13 mars. Durant cette évènement, la période des vagues a fortement fluctué entre 10 et 15 s.

Les niveaux prévus à Eyrac et Bayonne-Boucau étaient respectivement de 4,84 CM et 4,77 CM pour la marée haute du 11 mars matin. Les conditions atmosphériques et hydrodynamiques n'ont pas généré de surcote supérieure à 10 cm sur cette période.

Ces conditions ont conduit à une accentuation de l'érosion sur la plupart des secteurs déjà identifiés comme fragilisés à savoir le nord Médoc, le littoral proche nord et sud des Passes du bassin d'Arcachon et entre Biscarrosse et Mimizan dans les Landes (cf. Figure 15 et Annexe 5). Grâce aux différentes observations, ont été relevés :

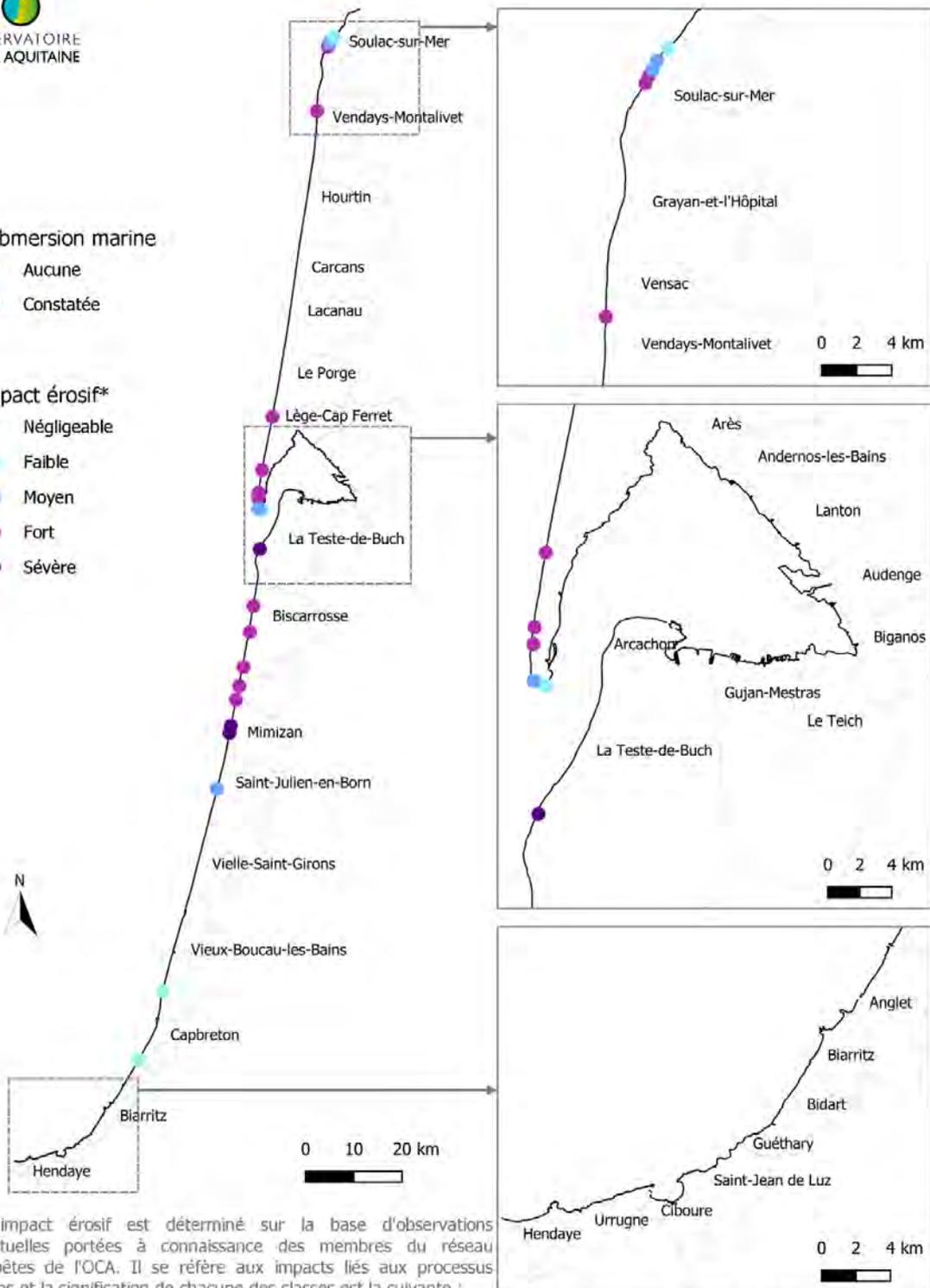
- des reculs maximaux généralement de l'ordre de 1 à 2 m sur ces secteurs ;
- des reculs jusqu'à 6 m sur la plage de la Lagune (La Teste-de-Buch).

Submersion marine

- Aucune
- Constatée

Impact érosif*

- Négligeable
- Faible
- Moyen
- Fort
- Sévère



* L'impact érosif est déterminé sur la base d'observations ponctuelles portées à connaissance des membres du réseau tempêtes de l'OCA. Il se réfère aux impacts liés aux processus marins et la signification de chacune des classes est la suivante : (i) Faible = Pied de dune non-impacté et faible évolution morphologique de la plage ; (ii) Moyen = Pied de dune non-impacté et abaissement généralisé de la plage ; (iii) Fort = Recul modéré de la dune (< 1 m) ou entailles ponctuelles ; (iv) Sévère = Recul important et généralisé de la dune (> 1 m).

Les informations présentées sur ce document ont une valeur indicative. Elles correspondent à une compilation de constats locaux et ponctuels effectués sur le terrain. Elles ne peuvent être considérées comme exhaustives.

Figure 15 : Cartographie des impacts (érosion/submersion) des grandes marées du 9 au 13 mars 2020 sur le littoral aquitain, générée par la compilation des observations de terrain portées à connaissance des membres du Réseau tempêtes de l'OCA. Crédit : Observatoire de la Côte Aquitaine

3. Bilan final de la saison 2019-2020

La compilation et l'analyse des remontées terrain obtenues après chaque évènement tempétueux montrent que les impacts érosifs sur la côte aquitaine se sont progressivement renforcés au cours de la période de novembre à décembre 2019 (Figure 5, Figure 7, Figure 9, Figure 11). Outre la réduction de l'effet tampon des plages typiquement observée au fil des agressions marines hivernales, ce renforcement s'explique essentiellement par la tendance à un accroissement du potentiel érosif des évènements de tempêtes avec une combinaison des forçages météo-marins de plus en plus défavorable. Après un début d'année 2020 plus calme (avec toutefois 3 coups de mer ayant pu causer de l'érosion sur les sites les plus fragilisés), la tempête Ciara a relancé la séquence érosive avec un impact assez fort sur des plages fragilisées par le début de l'hiver intense.

Sur la base de seulement quelques remontées terrain, le premier évènement tempétueux (tempête Amélie entre les 2 et 3/11/19) de l'hiver 2019-2020 ne semble pas avoir impacté significativement les fronts dunaires aquitains, à l'exception d'un recul d'environ 2 m du pied de dune constaté localement à la pointe du Cap-Ferret. Toutefois, l'érosion dunaire dans cette zone ne s'est pas poursuivie lors des évènements tempétueux qui ont suivi. Ces observations révèlent la particularité de ce site où la configuration de la plage, fortement évolutive, joue un rôle majeur sur sa vulnérabilité au recul du trait de côte. Le second évènement tempétueux (ex-tempête tropicale Sebastien - 26 et 27/11/2019) a engendré une forte érosion des fronts dunaires dans le Nord Médoc (Montalivet-Soulac) et sur certaines plages de La Teste-de-Buch (La Lagune et La Salie) et de Biscarrosse (plage centrale et plage des Viviers). Lors du troisième évènement tempétueux (tempête Atiyah entre les 12 et 14/12/2019), cette dynamique érosive a continué et s'est également étendue aux plages nord de La Teste-de-Buch (secteur des Gaillouneys, dune du Pilat et plage de la Corniche), aux plages sud de Biscarrosse (secteur DGAEM) et localement sur certains fronts dunaires de Lège-Cap-Ferret (plage de l'Horizon et plage de Dunes). Ailleurs sur le littoral aquitain, seuls des abaissements de plages et des faibles atteintes dunaires par le jet de rive ont été constatés. Enfin, le quatrième évènement tempétueux de la période novembre-décembre 2019 (tempête Fabien - 21-22/12/2019) a lui aussi fortement impacté le littoral aquitain avec de nouveaux reculs généralisés de certains fronts dunaires de plusieurs mètres dans le Nord Médoc, sur la façade océane de Lège-Cap-Ferret et sur les plages de La Teste-de-Buch, Biscarrosse et Capbreton. De nombreuses entailles dunaires se sont également formées localement sur le littoral landais de Saint-Julien-en-Born à Seignosse et sur le littoral girondin de Naujac-sur-Mer à Hourtin.

Après la tempête Ciara, des reculs importants ont été constatés sur les secteurs les plus fragilisés (Nord Médoc, La Lagune à La Teste-de-Buch, Biscarrosse-Plage, et La Lette Blanche à Vielle-Saint-Girons) mais aussi des abaissements de plage et des coups de cuillère sur le littoral des Landes. Suite à cet évènement, plusieurs situations critiques ont été relevées en différents endroits de la côte aquitaine comme :

- sur les plages sud de Soulac-sur-Mer ;
- sur le front de mer urbanisé de Vendays-Montalivet où le même niveau d'érosion qu'en fin d'hiver 2013-2014 a été atteint ;
- à la plage de La Lagune à La Teste-de-Buch, où il a été décidé de démonter les routes au nord du parking mais ce démantèlement n'a pas été effectif avant les grandes marées ;
- à Biscarrosse où le restaurant La Playa n'était situé qu'à 2 m du sommet de la falaise dunaire ;
- dans le secteur DGAEM où la position historique du trait de côte post-hiver 2013-2014 a localement été atteinte.

Les grandes marées de mars ont aussi eu un impact érosif significatif sur les sites fragilisés de la côte aquitaine (recul d'au moins 1-2 m). La gravité des situations exposées a par endroit été renforcée comme sur la plage de la Lagune, où l'une des routes au nord du parking se trouvait alors à moins de 1 m du sommet de la falaise dunaire. Une action de démolition de cette route et de réaménagement a

été entreprise dans les jours qui ont suivi. Des niveaux de plages extrêmement bas ont aussi été constatés à Biscarrosse au droit du Grand Hôtel de la Plage, avec la mise à nu de pieux en bois et pneus datant probablement des années 1960 (sur la base d'un cliché photographique transmis par l'unité mixte de recherche EPOC, Université de Bordeaux et CNRS) et qui n'ont jamais été découverts depuis la mise en place des suivis réguliers assurés par l'OCA à partir de 2002. Enfin, la position du pied de dune relevée sur la plage sud de Mimizan était proche de celle post-hiver 2013-2014.

La Figure 16 présente une estimation du recul cumulé du front dunaire sur les sites où les remontées terrain sont suffisamment documentées. Ces estimations pour la plupart visuelles pourront toutefois être réévaluées lors de futures comparaisons entre des jeux de données LiDAR et/ou de levés GPS acquis avant et après la saison hivernale 2019-2020.

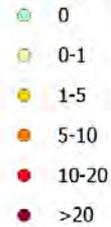
L'impact cumulé de ces événements observé sur le terrain est hétérogène sur le littoral aquitain, les secteurs les plus touchés étant le nord Médoc, l'embouchure du Bassin d'Arcachon et le nord des Landes. Plus précisément, on relève les impacts suivants :

- une absence de recul significatif des fronts dunaires et seulement un abaissement des plages, sur les communes de Lacanau, Le Porge, Hossegor, Ondres et Tarnos ;
- des reculs modérés de l'ordre de 1 m, sur les communes du Verdon-sur-Mer, Grayan-et-l'Hôpital, Hourtin, Carcans, Saint-Julien-en-Born, Lit-et-Mixte, Vielle-Saint-Girons, Messanges, Seignosse et Labenne ;
- des reculs généralisés ou des entailles dunaires de l'ordre de 1 à 5 m sur les communes de Lège-Cap-Ferret, Mimizan et Moliets-et-Maâ ;
- des reculs généralisés ou des entailles dunaires de l'ordre de 5 à 10 m sur les communes de Vendays-Montalivet (front de mer), Biscarrosse (plage centrale) et Capbreton (plage du Santocha) et de plus de 10 m sur les communes de Soulac-sur-Mer (plage sud) et de La Teste-de-Buch (plages de la Lagune et de la Salie).

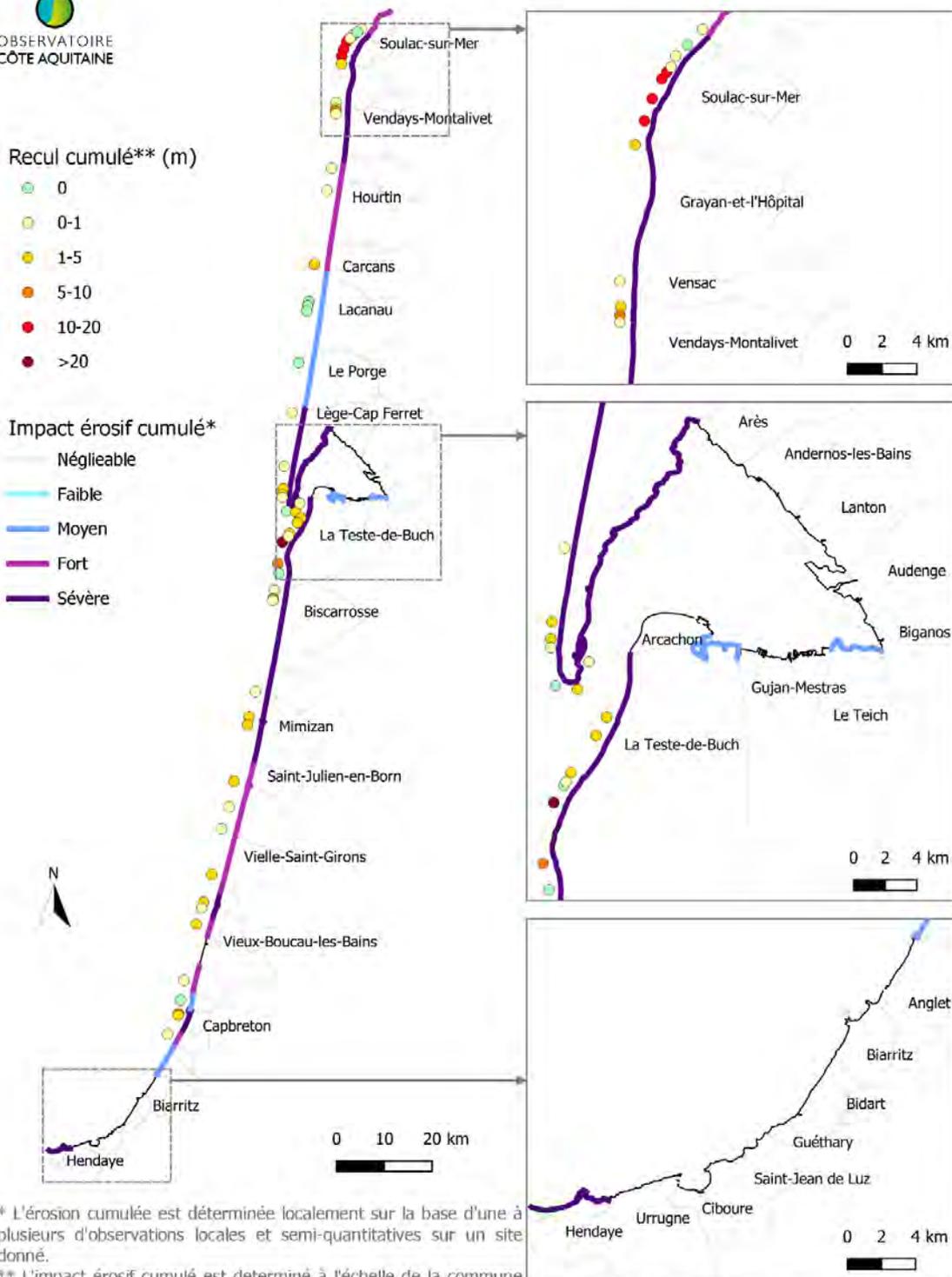
L'impact érosif de ces événements a été maximal sur la plage de la Lagune avec un recul cumulé de l'ordre de 20 m.

Bien que l'hiver 2019-2020 ait été moins énergétique que l'hiver 2013-2014, celui-ci a conduit à une position du pied de dune proche de celle relevée après l'hiver 2013-2014 sur de nombreuses communes de la côte sableuse. Toutefois, les reculs cumulés de cet hiver semblent être en moyenne plus faibles et moins généralisés qu'en 2013-2014, certaines communes comme Lacanau ayant été épargnées (cf. [BRGM-RP-63182-FR](#) et [BRGM-RP-63797-FR](#)). L'hiver 2019-2020 aura donc eu un impact fort sur le littoral aquitain mais de manière hétérogène, les secteurs les plus impactés étant le nord Médoc, le littoral au nord et au sud de l'embouchure du bassin d'Arcachon et le nord des Landes. La position du pied de dune atteinte en fin d'hiver illustre la tendance érosive à l'échelle interannuelle sur ces secteurs au-delà du recul saisonnier. Une attention particulière devra être portée sur le réengraissement des plages au cours de la saison estivale afin d'anticiper une aggravation de la situation lors de la prochaine saison hivernale.

Recul cumulé** (m)



Impact érosif cumulé*



* L'érosion cumulée est déterminée localement sur la base d'une à plusieurs d'observations locales et semi-quantitatives sur un site donné.

** L'impact érosif cumulé est déterminé à l'échelle de la commune sur la base des impacts relevés sur le littoral des communes visitées. Il se réfère aux impacts liés aux processus marins et la signification de chacune des classes est la suivante : (i) Faible = Pied de dune non-impacté et faible évolution morphologique de la plage ; (ii) Moyen = Pied de dune non-impacté et abaissement généralisé de la plage ; (iii) Fort = Recul modéré de la dune (< 1 m) ou entailles ponctuelles ; (iv) Sévère = Recul important et généralisé de la dune (> 1 m).

Les informations présentées sur ce document ont une valeur indicative. Elles correspondent à une compilation de constats locaux et ponctuels effectués sur le terrain. Elles ne peuvent être considérées comme exhaustives.

Figure 16 : Cartographie du recul cumulé du pied de dune et de l'impact érosif cumulé causés par les tempêtes et grandes marées de la saison hivernale 2019-2020 sur le littoral aquitain. Cette cartographie a été générée par la compilation des observations de terrain des membres du Réseau tempêtes de l'OCA.

Crédit : Observatoire de la Côte Aquitaine

Annexe 0 : Conditions hydrodynamiques pendant Amélie (2-3/11/2019)

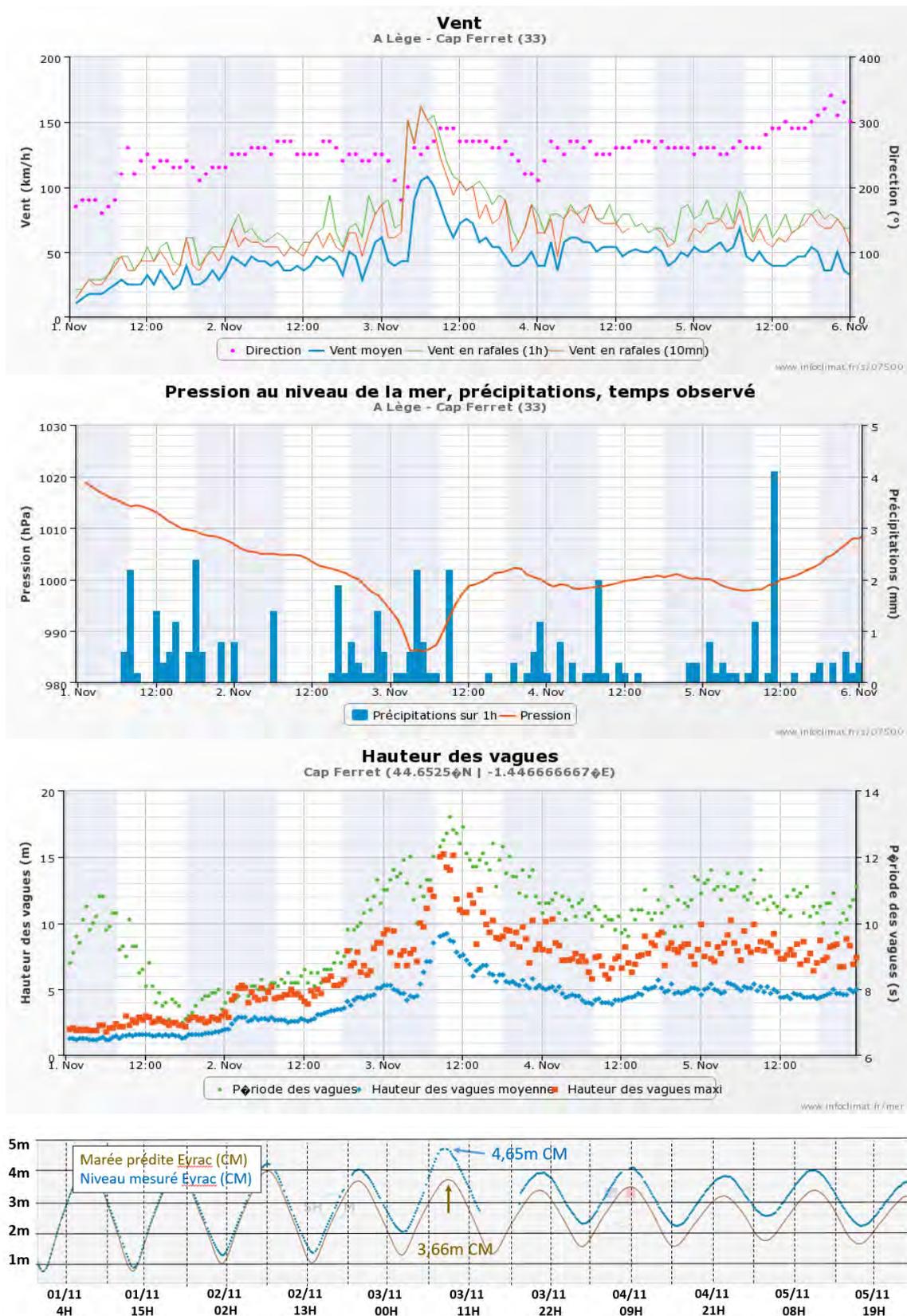


Figure 17 : Evolution temporelle des mesures de vent, de pression et hauteur de vagues (station et bouée du Cap-Ferret) et du niveau marin (marégraphe d'Eyrac). Sources : info climat et data.shom.fr.

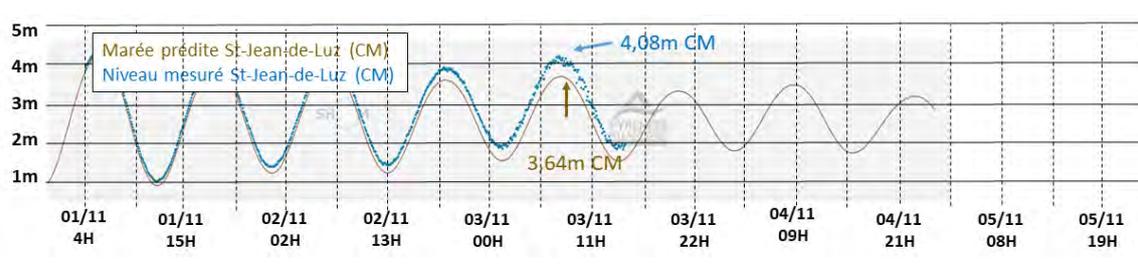
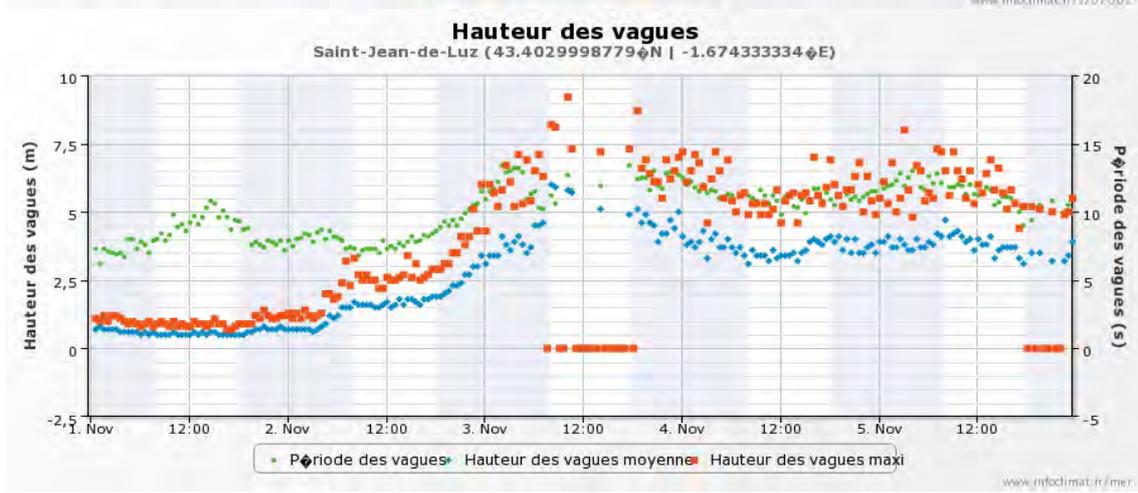
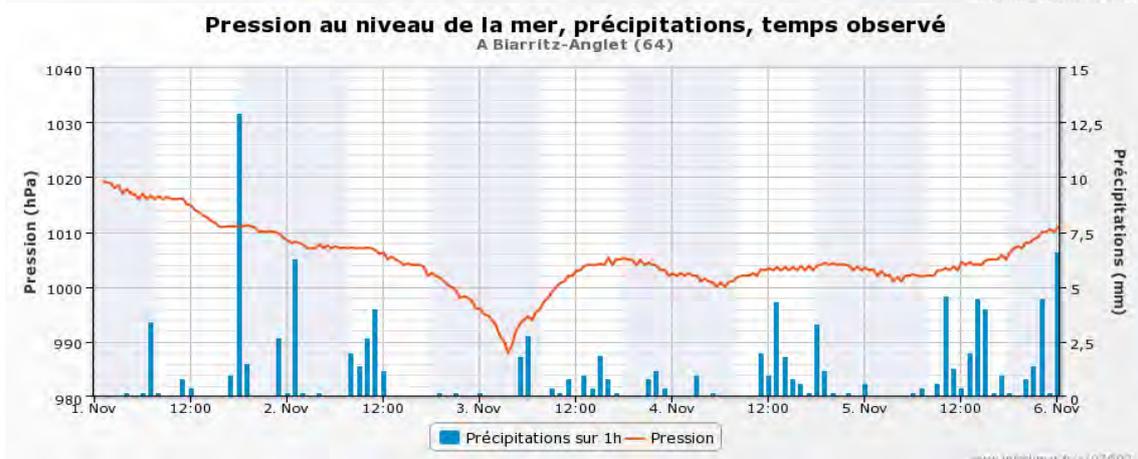
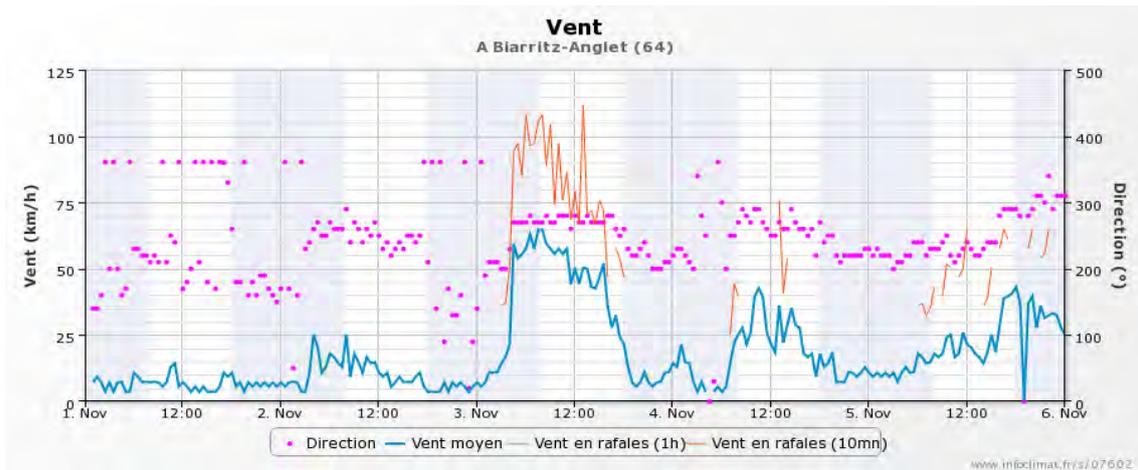


Figure 18 : Evolution temporelle du vent et de de la pression (station Anglet), de la hauteur des vagues (bouée CANDHIS de Saint-Jean-de-Luz) et de la hauteur d'eau (marégraphe de Saint-Jean-de-Luz).
Sources : info climat et data.shom.fr

Annexe 1 : Conditions et remontées à la suite de Sébastien (27/11/2019)

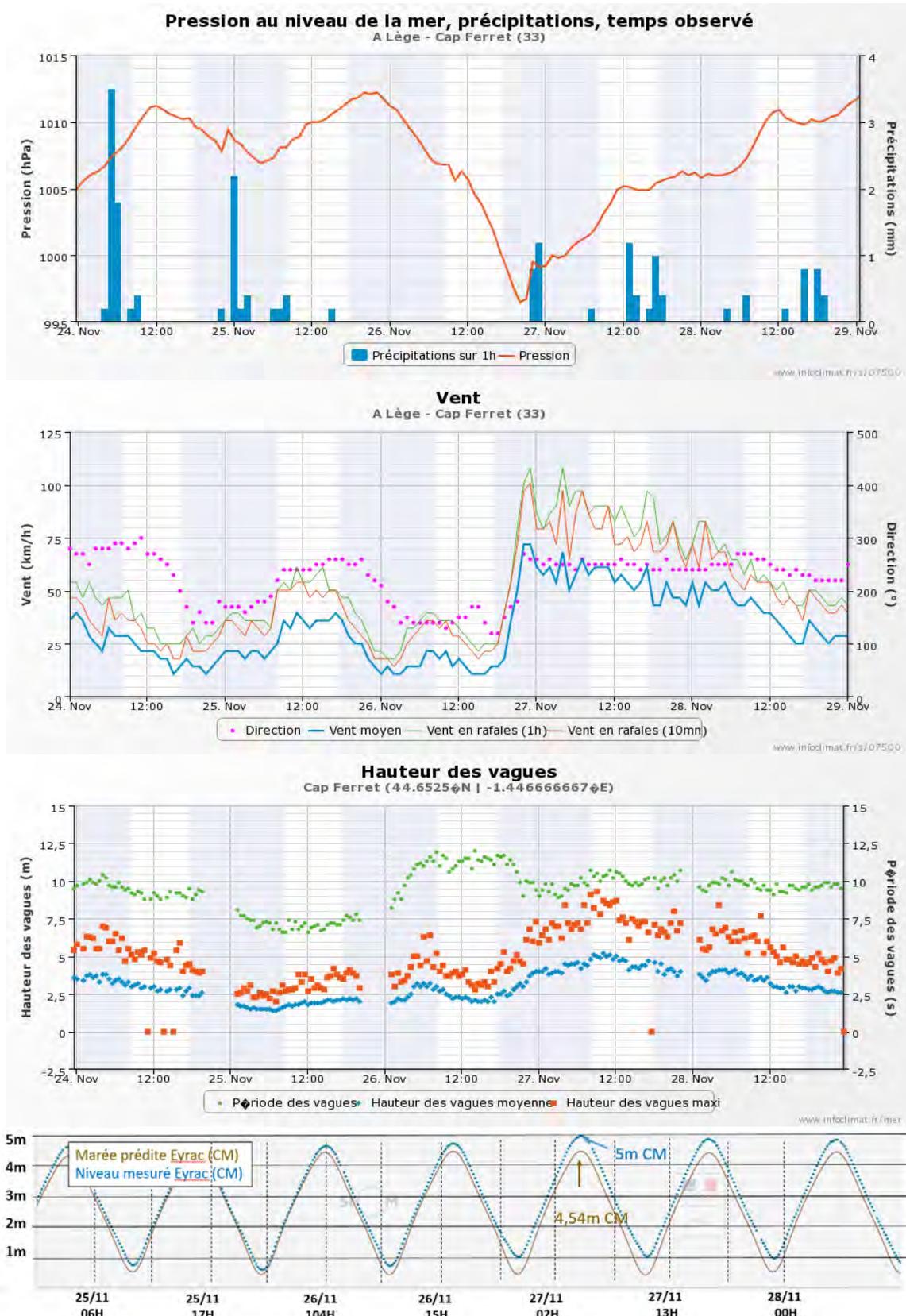


Figure 19 : Evolution temporelle des mesures de vent, pression et hauteur de vagues (station et bouée du Cap Ferret, source info-climat) et du niveau marin (marégraphe d'Eyrac, source data.shom.fr)

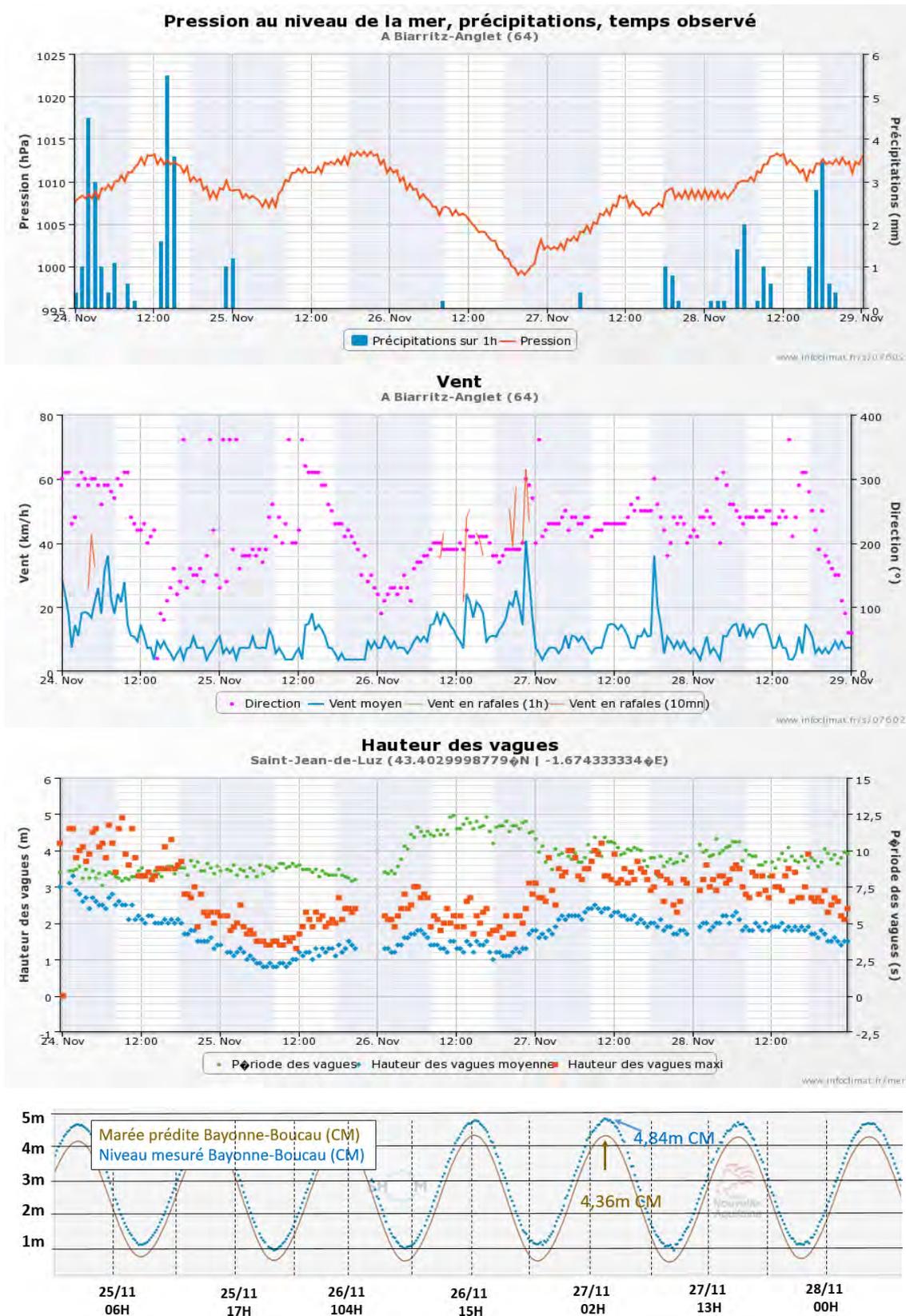


Figure 20 : Evolution temporelle du vent et de de la pression (station Anglet), de la hauteur des vagues (bouée CANDHIS de Saint-Jean-de-Luz) et de la hauteur d'eau (marégraphe de Bayonne-Boucau).

Sources : info climat et data.shom.fr

Plages sud de Soulac-sur-Mer

Erosion dunaire conduisant au maintien de falaises vives de plusieurs mètres de haut. Le recul a visiblement été supérieur au mètre à certains endroits (restant à préciser).



Figure 21 : Photos prises à Soulac-sur-Mer dans la journée du 27/11/2019. Photo de gauche : Plage Sud. Photo de droite : Camping des Sables d'Argent. Crédits photos : Observatoire de la Côte Aquitaine

Vendays-Montalivet

Erosion importante du haut de plage et du front dunaire avec la formation de falaises vives de plusieurs mètres de haut. Dégradation de certains accès de plage.



Figure 22 : Photos prises à Montalivet-les-Bains dans la journée du 27/11/2019. Photo de gauche : Vue vers le nord depuis la rotonde. Photo de droite : Vue vers le sud depuis la rotonde. Crédits photos : Observatoire de la Côte Aquitaine

Lège-Cap-Ferret

Erosion de la "banquette" de sable (4-5 mètres de large) déposée devant le trait de côte au droit du belvédère courant novembre. Pas de recul de la dune.

Andernos-Les-Bains

Traces d'une légère submersion sur différentes zones littorales de la commune avec peu d'impacts sociétaux :

- Port ostréicole : Débordement constaté, avec notamment des traces d'une montée de l'eau à une hauteur de 10 cm dans une des cabanes situées en bout de quai Lahillon,
- Eglise Saint-Eloi : Pas de trace de submersion visible,

- Port du Betey : débordement jusqu'à 10 m mètres en horizontal proche de la sortie du port,
- Plage du Mauret : franchissement de la première digue littorale uniquement.



Figure 23 : Photos prises à Andernos-les-Bains dans la matinée et journée du 27/11/2019. Photo en haut à gauche : Début du quai Lahillon au port ostréicole. Photo en haut à droite : Perré au droit de l'église Saint-Eloi. Photo en bas à gauche : Port du Betey. Photo en bas à droite : Front de mer de la plage du Mauret.

Audenge - Port

Débordement constaté.



Figure 24 : Photos prises au début du port d'Audenge, dans la matinée du 27/11/2019, au niveau du restaurant La Gravette.

Biganos - Port des Tuiles

Débordement de l'eau au-dessus du quai jusqu'à une hauteur probable de 50 cm. Les cabanes en bois avoisinant le port (jusqu'à 200 m) ont été inondées à leur base.



Figure 25 : Photos prises au port des Tuiles à Biganos dans la matinée du 27/11/2019. Photo de gauche : quai envasé. Photo de droite : croisement en amont du port et présence d'une laisse de submersion.

Plage de la Lagune, La Teste-de-Buch

Estran décapé avec affleurement des paléosols. Erosion dunaire ayant entraîné la formation d'une falaise vive de plus de 10 m de haut (accès impraticable).



Figure 26 : photos prises à la plage de La Lagune (La Teste-de-Buch) dans la journée du 27/11/2019. Crédits photos : ONF

Biscarrosse

Erosion du haut de plage sur la marée haute du matin. Décaissement observé (0,5 m - 1m) au pied des enrochements des chalets.



Figure 27 : Photos prises à Biscarrosse-Plage dans la journée du 02/12/2019. Photos du haut : plage des Viviers. Photos du bas : sud de la plage centrale de Biscarrosse-Plage. Crédits photos : ONF

Annexe 2 : Conditions et remontées à la suite d'Atiyah (13/12/2019)

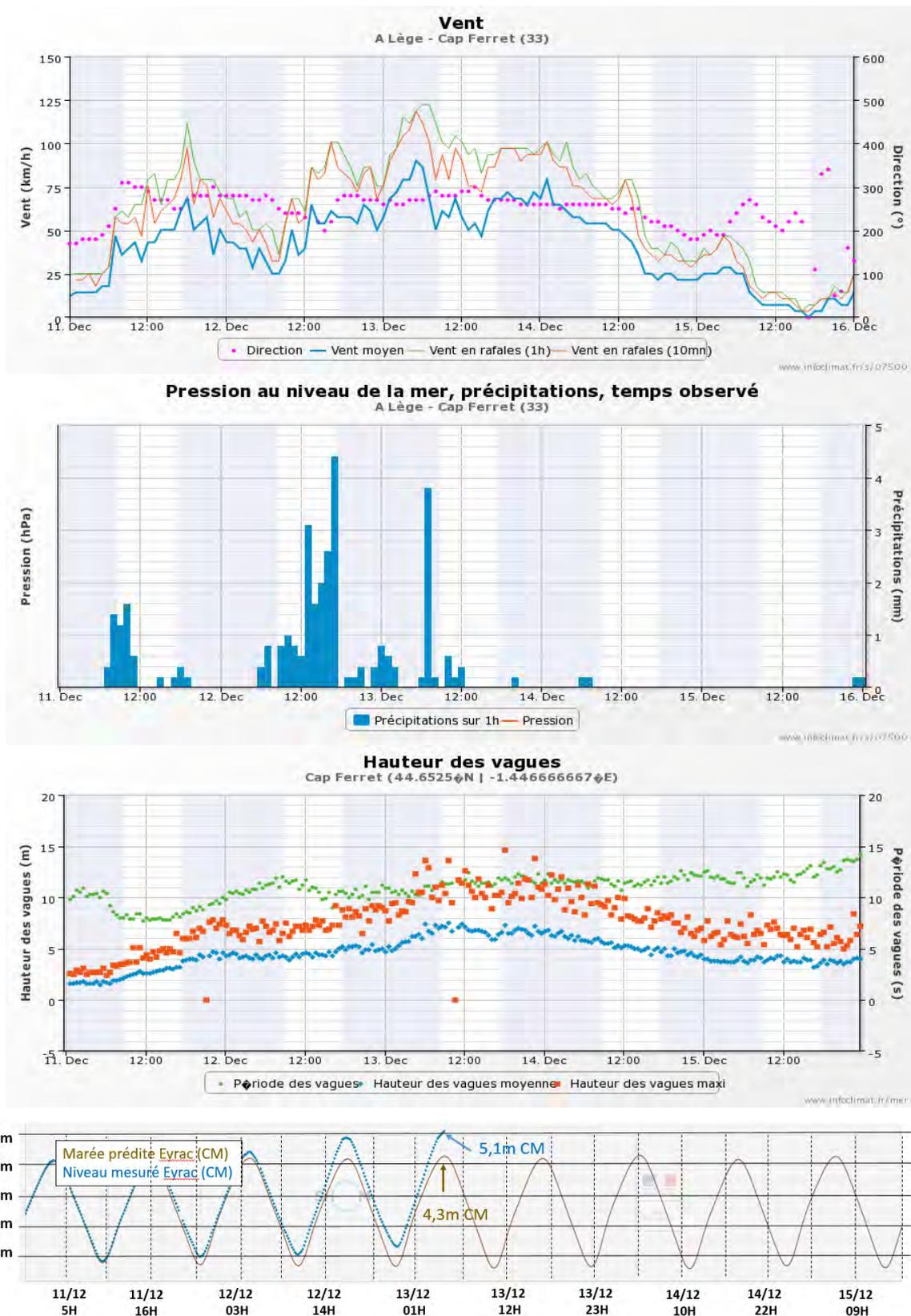


Figure 28 : Evolution temporelle des mesures de vent, pression et hauteur de vagues (station et bouée du Cap-Ferret, source info-climat) et du niveau marin (marégraphe d'Eyrac, source data.shom.fr)

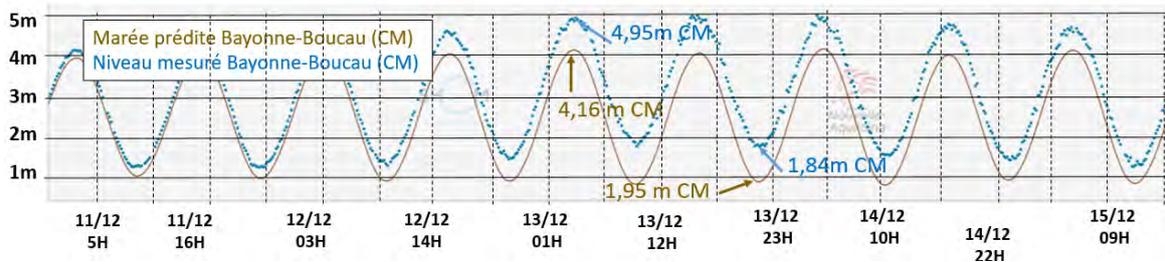
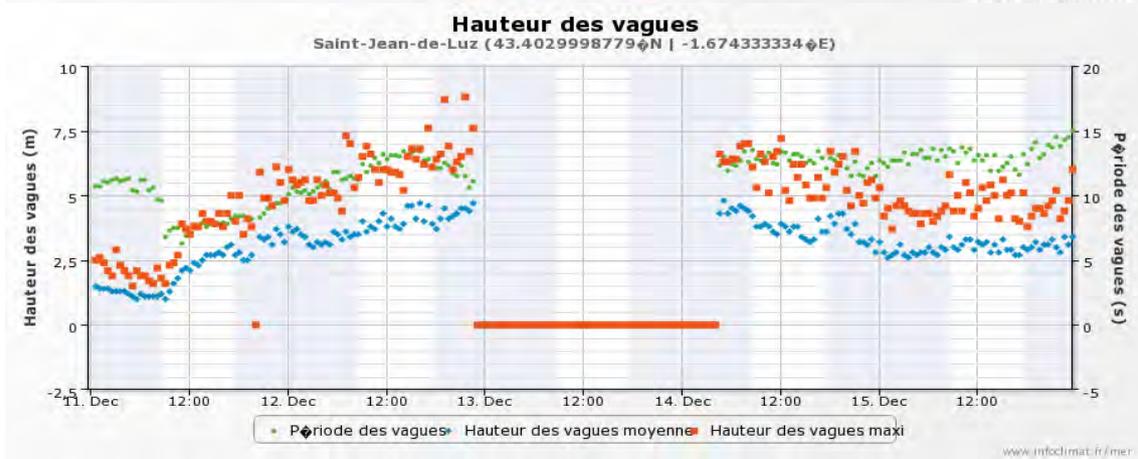
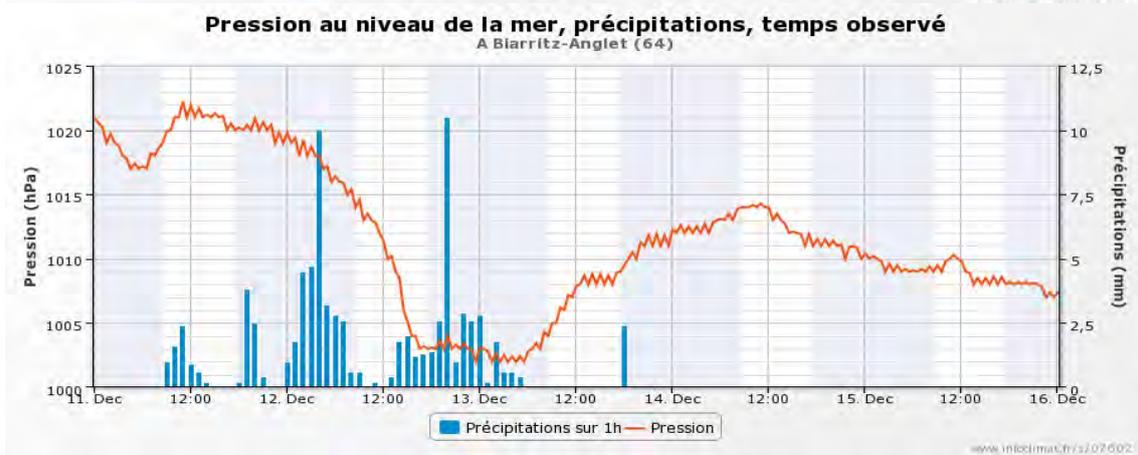
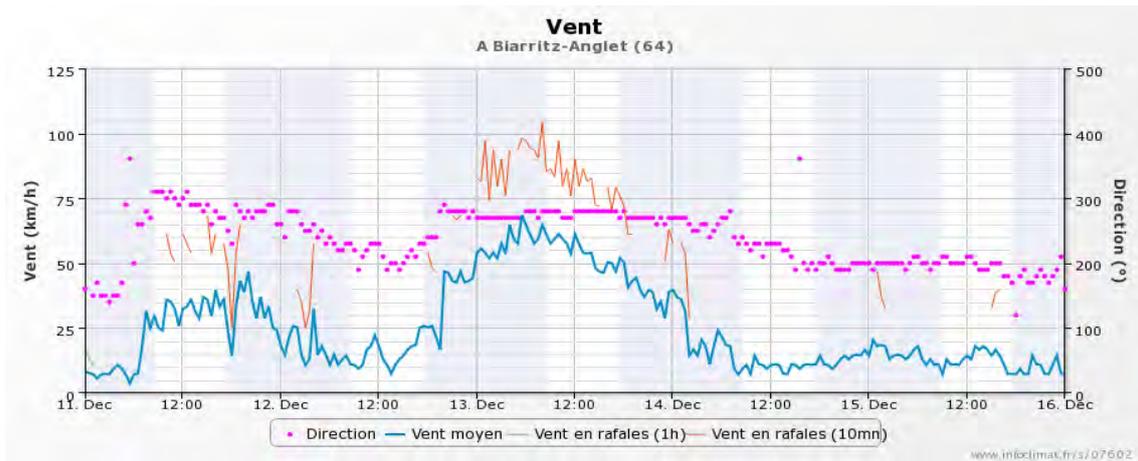


Figure 29 : Evolution temporelle du vent et de de la pression (station Anglet), de la hauteur des vagues (bouée CANDHIS de Saint-Jean-de-Luz) et de la hauteur d'eau (marégraphe de Bayonne-Boucau).

Sources : info climat et data.shom.fr

Soulac-sur-Mer

- Signal : pas de recul apparent du front dunaire au droit et au nord de l'immeuble.
- Camping Les Sables D'Argent : érosion importante de la dune avec un recul estimé à 2 m depuis la dernière observation post-tempête du 27/11.
- Plage de l'Amélie : dune en forte érosion au sud des ouvrages de défense. Absence de repère temporel pour quantifier le recul dunaire et/ou abaissement de plage.



Figure 30 : Photos prises à Soulac-sur-Mer dans la journée du 19/12/2019. Photos de gauche : Camping des sables d'Argent. Photos de droite : sud de la plage de l'Amélie.

Montalivet

- Plage nord : érosion localement constatée avec la formation de falaises vives dont la hauteur est de l'ordre du mètre. Affleurement de paléosols observé en direction de la plage de Vensac.
- Plage centrale : érosion. Plage toujours très basse et présence de falaises vives d'environ 3 m.



Figure 31 : Photos prises à Montalivet-les-Bains dans la journée du 16/12/2019. Photos du haut : plage au nord de Montalivet. Photos du bas : Vue vers le sud depuis la rotonde.

Lacanau

- Plage nord : peu d'érosion marine du pied de dune.
- Plage centrale : abaissement moyen de la plage d'environ 0,5 m devant les ouvrages avec un maximum de 1 m devant l'accès plage principal (à côté du Kayoc).



Figure 32 : Photos prises en pied de front de mer de Lacanau-Océan dans la journée du 16/12/2019. Photo de gauche : zone nord. Photo du centre : Kayoc. Photo de droite : zone sud.

Lège-Cap-Ferret

Sur la façade océanique, seules les plages de l'Horizon et des Dunes semblent avoir été impactées par l'érosion marine. En revanche, des impacts importants ont été relevés le long de la flèche du Mimbeau.

- Plage de l'Horizon : érosion importante observée avec la formation d'une falaise vive qui s'étend de 75 m au sud de l'accès jusqu'à 500 m plus au nord. La falaise a atteint une hauteur d'environ 3 m au niveau de l'accès à la plage.
- Plage des Dunes : érosion du pied de dune constatée sur un linéaire d'environ 300 m.
- Pointe du Ferret : pas d'érosion notable constatée. La plage semble même toujours bien engraisée.
- Flèche du Mimbeau : érosion importante du cordon avec présence d'une petite falaise vive de 1 à 1,5 m de haut. Le recul moyen du cordon durant cet événement est de l'ordre de 1 m. Le sable érodé semble avoir été déposé sur l'estran conduisant à une pente de plage sur la partie haute de la zone intertidale plus faible qu'elle ne l'est habituellement. Les barrières en bois de protection de l'espace dunaire ont été déchaussées sur quelques dizaines de mètres dans la partie centrale de la flèche. Quelques franchissements avec transport de sable en arrière du cordon se sont aussi produits très localement.



Figure 33 : Photos prises à la plage de l'Horizon à Lège-Cap-Ferret dans la journée du 16/12/2019 et du 18/12/2019. Photo de gauche : vue vers le nord depuis l'accès plage. Photo du centre : vue vers l'accès plage depuis le sud. Photo de droite : vue vers le sud. Crédits photos : ONF



Figure 34 : Photos prises à Lège-Cap-Ferret dans la journée du 16/12/2019. Photos du haut : Plage de la Pointe du Cap Ferret. Photos du bas : Flèche du Mimbeau.

Andernos-Les-Bains

L'analyse de certaines vidéos enregistrées par les caméras ViewSurf a montré que de légères submersions marines se sont produites dès la marée haute du jeudi 12 décembre après-midi.

- Port ostréicole : inondations probables de certaines cabanes d'ostréiculteurs situées en bout de quai par débordement.
- Eglise Saint-Eloi : projection de paquets de mer au niveau du perré situé face à l'église.
- Jetée : le bout de la digue a été submergé durant les marées hautes. Une observation terrain a aussi révélé que certaines des planches en bois constituant une partie du sol de la jetée ont été détruites.



Figure 35 : Captures d'écran issues de vidéos acquises par des caméras viewsurf.com à Andernos-les-Bains dans l'après-midi du 12/12/2019. Image de gauche : Perré au droit de l'église Saint-Eloi. Image de droite : Port ostréicole.



Figure 36 : Photo de la jetée d’Andernos-les-Bains prise le 16/12/2019.

Le Teich

Réserve ornithologique : effondrement partiel de la digue de la réserve ornithologique.



Figure 37 : Photo d'une des digues de la réserve ornithologique du Teich prise après le passage de la tempête.

La Teste-de-Buch

Sur les Prés salés : érosion constatée avec une aggravation de l’affouillement devant les digues.

Les plages océanes de cette commune ont été particulièrement impactées par cet évènement érosif :

- Plage de la Corniche : érosion prononcée en aval du musoir ayant entraîné des glissements de sable importants (sur plusieurs mètres de haut) à la base de la partie nord de la Dune du Pilat. Risque de chute sur la plage de nouveaux blocs et pièces métalliques (ex. : cuve rouillée déposée sur la plage).
- Secteur des Gaillouneys : formation généralisée de falaises vives de hauteur variable (quelques dizaines de centimètres à plusieurs mètres) depuis les blockhaus des Gaillouneys jusqu’à la plage de la Corniche. Dépôt de sable important en arrière de la dune et sablage sur la dune grise.
- Plage du Petit Nice : formation d’une falaise vive d’une hauteur de 1 m et dépôt de sable sur la partie plan page devenue quasiment inutilisable.
- Plage de la Lagune : accentuation des reculs déjà constatés à la suite des derniers coups de mer de novembre. Présence généralisée de falaises vives de plusieurs mètres de haut. Au niveau de la descente nord, la route du plan page est désormais située à environ 15 m de la crête de falaise dunaire.
- Plage de la Salie et Wharf : même constat que pour la plage de La Lagune.
- Plages au sud du Wharf : pas d’érosion marine du front dunaire.



Figure 38 : Photos prises sur le littoral intra-Bassin de La Teste-de-Buch après le passage de la tempête.



Figure 39 : Photos de la plage de la Corniche à La Teste-de-Buch prises le 13/12/2019 (photos de gauche et du centre) et le 16/12/2019 (photo de droite). Crédits photos : ONF



Figure 40 : Photos du secteur des Gaillounays à La Teste-de-Buch le 13/12/2019 (photo de gauche) et 16/12/2019 (photos du centre et de droite). Crédits photos : ONF



Figure 41 : Photos de la plage de La Lagune à La Teste-de-Buch prises le 16/12/2019. Photos du haut : accès plage nord. Photos du bas : accès plage centrale. Crédits photos : ONF



Figure 42 : Photos de la plage de La Salie et de la plage au sud du Wharf à La Teste-de-Buch prises le 13/12/2019. Photo de gauche : Vue sur la plage de La Salie depuis le Wharf. Photos du centre et de droite : Plage au sud du Wharf. Crédits photos : ONF

Biscarrosse

Érosion importante de la plage et de la dune constatée avec accroissement des falaises vives préexistantes du sud de la plage des Viviers au sud du front de mer urbanisé. Qualitativement, il a été estimé que le recul moyen du pied de dune est de 5 m et l'abaissement de plage est de 0,5 - 0,8 m. Pas ou peu d'atteinte au nord de la plage des Viviers.



Figure 43 : Photos des plages de Biscarrosse prises le 13/12/2019. Photo de droite : sud de la plage des Viviers. Photo du centre : accès nord de la plage centrale. Photo de droite : plage centrale au niveau du poste de secours.
Crédits photos : ONF



Figure 44 : Photos du sud de la plage centrale de Biscarrosse prises le 16/12/2019. Crédits photos : ONF

Mimizan

Impacts érosifs constatés uniquement au nord de la plage de Mimizan juste avant le Centre d'essais des Landes. Érosion du pied de dune sur un linéaire de 100 m entraînant la formation d'une falaise vive pouvant atteindre 2 m de hauteur.



Figure 45 : Photo au nord de la plage de Mimizan à la limite sud du site DGAEM prise le 16/12/2019. Crédits photos : ONF

Hossegor-Seignosse

Érosion marine de la plage uniquement (pied de dune non atteint) avec un abaissement important du bas de plage générant une très forte pente entre le haut et le bas de plage.

Les fronts de dune ont subi une très forte éolisation.

Capbreton

Entrée du port : L'analyse de certaines vidéos enregistrées par la caméra ViewSurf lors de la marée haute du jeudi 12 décembre après-midi a montré que de légers franchissements des quais nord et sud du chenal d'accès se sont produits. Ces franchissements ont probablement été plus intenses durant le pic de la tempête le vendredi matin.



Figure 46 : Captures d'écran issues de vidéos acquises par une caméra viewsurf.com à Capbreton dans l'après-midi du 12/12/2019.

Hendaye

Pointe Sainte-Anne : important glissement de terrain survenu dans la nuit du samedi 14 au dimanche 15 décembre (source : Sud-Ouest) vraisemblablement lié aux mauvaises conditions météo-marines de ces derniers mois et déclenché par ce dernier évènement tempétueux.



Figure 47 : Photos de la pointe Sainte-Anne à Hendaye prises le 15/12/2019 et publiés par Sud-Ouest.

Annexe 3 : Conditions et remontées à la suite de Fabien (21/12/2019)

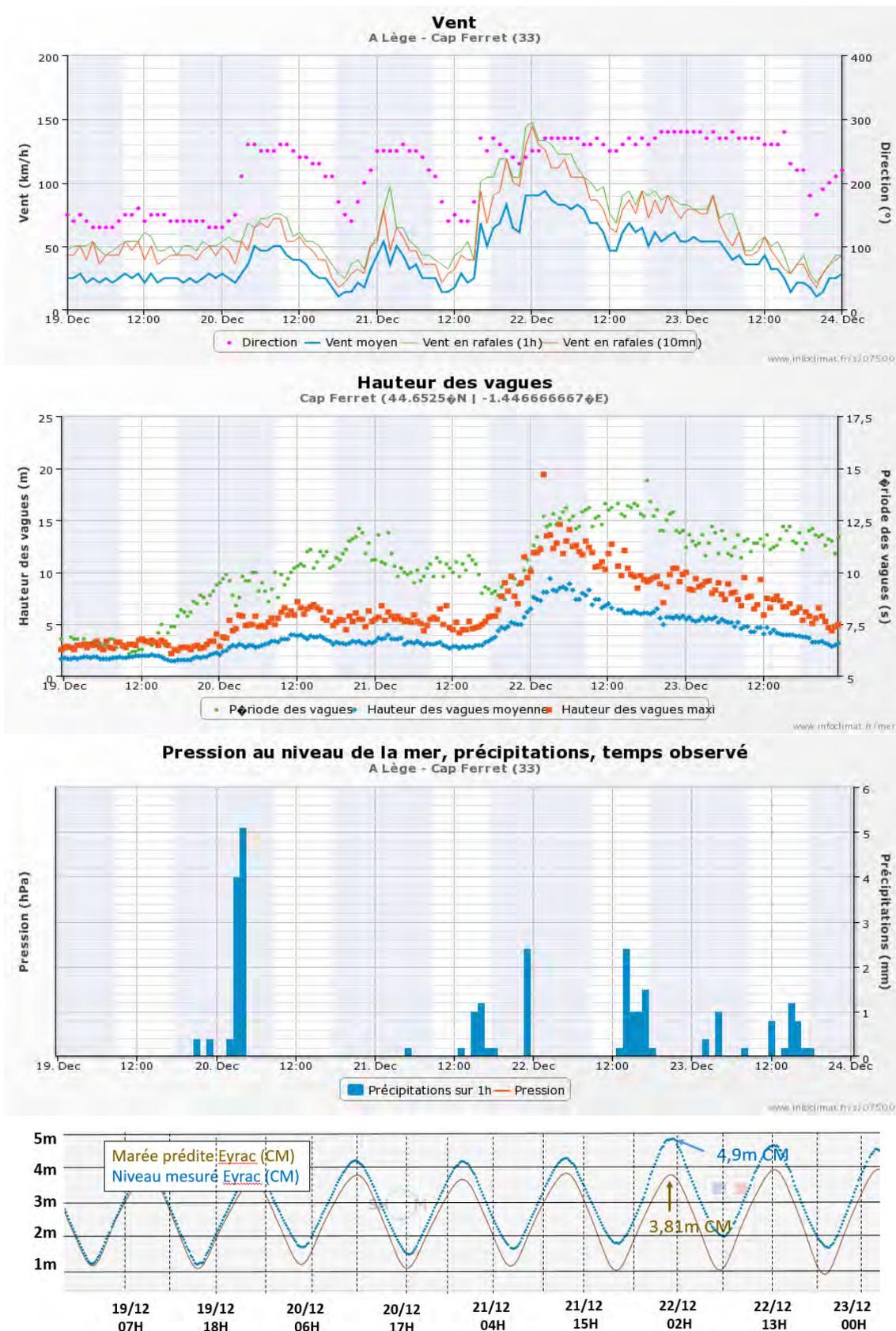


Figure 48 : Evolution temporelle des mesures de vent, pression et hauteur de vagues (station et bouée du Cap-Ferret, source info-climat) et du niveau marin (marégraphe d'Eyrac, source data.shom.fr)

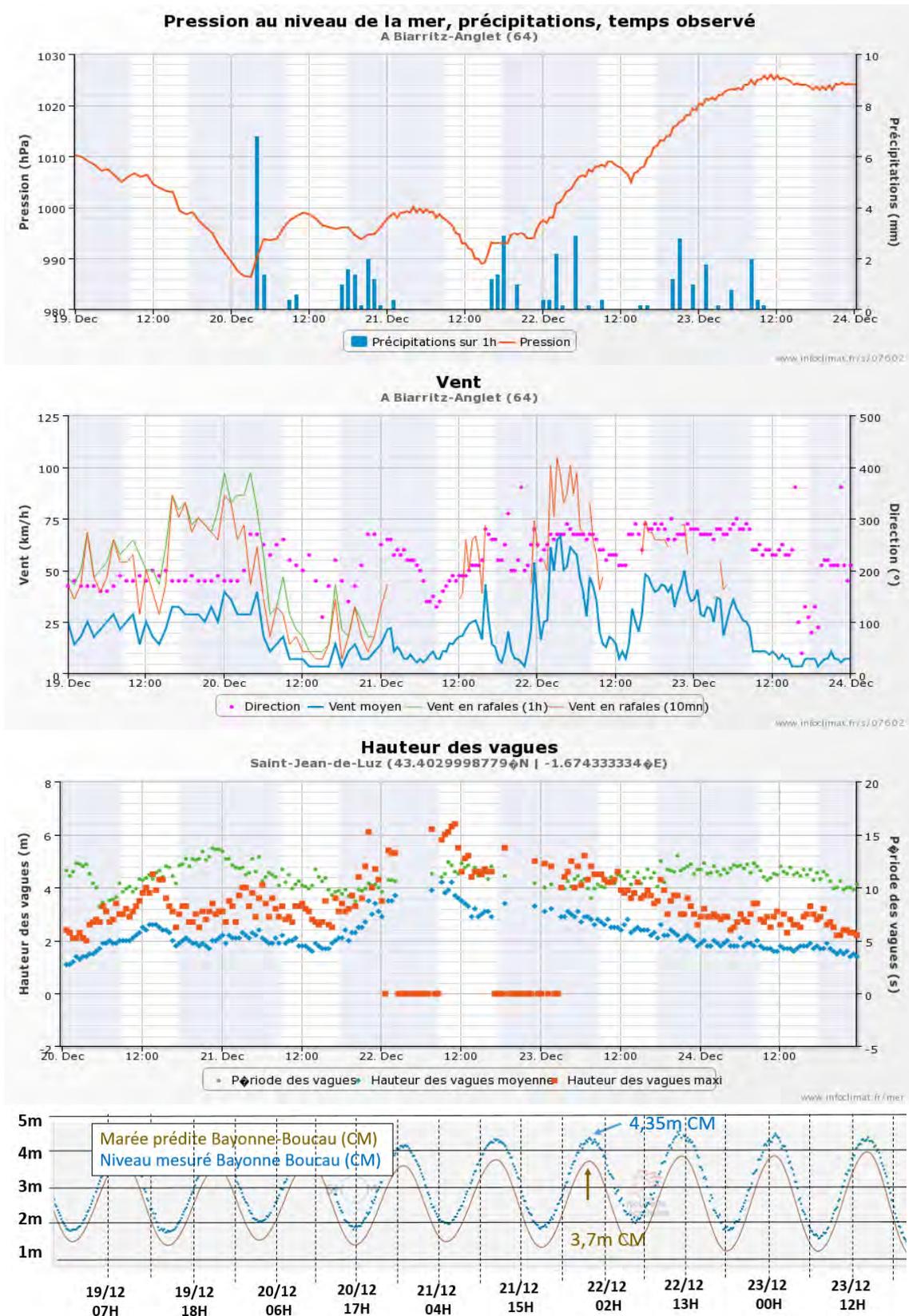


Figure 49 : Evolution temporelle du vent et de de la pression (station Anglet), de la hauteur des vagues (bouée CANDHIS de Saint-Jean-de-Luz) et de la hauteur d'eau (marégraphe de Bayonne-Boucau).

Sources : info climat et data.shom.fr

Soulac - Montalivet

- Signal : micro-falaise en pied de dune, pas de recul significatif
- Plage Sud : recul important entre 5 et 10 m, les sanitaires sont tombés sur la plage. Skate parc menacé.
- Camping Les Sables d'Argent : érosion modérée de la dune avec un recul estimé à 2 m.
- Plage de l'Amélie : forte érosion au Nord (4 à 6 m) et au Sud (des ouvrages - recul non quantifiable).
- Erosion marine modérée à la pointe de la Négade (2 - 4 m).
- Le Gulp – Vensac : érosion continue mais faible (1 m).
- Front de mer de Montalivet : reculs significatifs (4 à 6 m), le matelas de sable issu des rechargements a été emporté.
- Forte éolisation de la dune sur l'ensemble des secteurs.



Figure 50 : Photos de la plage sud de Soulac-sur-Mer (gauche) et de la plage nord de l'Amélie (droite) prises le 21/12/2019.



Figure 51 : Photos de la plage de la pointe de la Négade (gauche) et du front de mer de Montalivet (droite) prises le 21/12/2019.

Pin Sec – Hourtin

Quelques zones d'érosion (< 1 m), le jet de rive a atteint le pied de dune. Fort ensablement des équipements.

Carcans – Lacanau

- Carcans plage : aucune érosion notable
- Lacanau Plage Nord : aucune érosion notable
- Lacanau Sud : très faibles érosions (micro-falaises de haut de plage)
- Plage centrale : abaissement non déterminable de la plage, pas d'atteinte aux équipements.

Le Porge

Aucune érosion notable, le jet de rive est arrivé sur les pieds de dune.



Figure 52 : Photo de la plage centrale du Porge prise le 21/12/2019. Crédit photo : ONF

Lège-Cap-Ferret

Renforcement modéré de l'érosion sur la plage de l'Horizon (recul estimé de 1 à 2 m).

Pas d'érosion à la Pointe. Les pièges à sable en ganivelles ont parfaitement fonctionné pour renforcer le volume de la dune amoindrie.



Figure 53 : Photos de l'accès à la plage de l'Horizon (gauche) et de la pointe du Cap-Ferret (droite) prises après la tempêtes du 21/12/2019. Crédits photos : ONF

Andernos-les-Bains

Quelques débordements ont eu lieu sur le front de mer lors des marées hautes de la nuit et de l'après-midi du 22/12 :

- Port ostréicole : inondations probables de certaines cabanes d'ostréiculteurs situées en bout de quai par débordement.
- Église Saint-Eloi : projection de paquets de mer au-dessus du perré situé face à l'église sans gravité.
- Esplanade centrale : projection de paquets de mer au-dessus du perré sans gravité. Pas d'atteinte à la jetée.

La Teste-de-Buch

Les plages océanes de cette commune ont été de nouveau impactées par cet évènement érosif.

- Plage de la Corniche : érosion prononcée en aval du musoir ayant entraîné des glissements de sables importants. Recul estimé à 4 m (grâce aux paléosols découverts).
- Dune du Pilat : érosion quasi continue avec des reculs estimés sur paléosols de 1 à 3 m
- Secteur des Gaillouneys : réactivation des falaises dunaires avec un recul de 2 à 3 m.
- Plage de la Lagune : accentuation des reculs, estimation de 5 à 8 m de recul au droit du plan plage. Au niveau de la descente nord, la route du plan plage est désormais située à moins de 10 m de la crête de falaise dunaire.
- Beaucoup de dépôts de bois et de clôtures entre Lagune et Petit Nice en secteur stable, un nettoyage de sécurité est à envisager.
- Plage de la Salie et Wharf : nouveaux reculs (1 à 3 m) à proximité du Wharf.



Figure 54 : Photos de la plage de la Corniche (gauche) et de la plage à l'extrémité sud de la dune du Pilat (droite) prises après la tempête du 21/12/2019. Crédits photos : ONF



Figure 55 : Photos de la plage de la Lagune (gauche) et de la plage de La Salie (droite) prises après la tempête du 21/12/2019. Crédits photos : ONF

Biscarrosse-Plage

L'érosion de la plage se poursuit.

- Le trait de côte a reculé de 1 à 2 m sur le front de mer, la quasi-totalité du matelas de sable réalisé lors des derniers rechargements a été prélevé. Le restaurant « La Playa », situé sur la dune, est à moins de 7 m de la falaise.
- Pas d'érosion plage des Viviers.



Figure 56 : Photos de la plage de Biscarrosse prises après la tempête du 21/12/2019. Photo de gauche : plage centrale et restaurant La Playa en sommet de dune. Photo de droite : sud de la plage centrale.
Crédits photos : ONF

Mimizan

Pas d'érosions notables. Le jet de rive est venu au pied de dune. Forts ensablements de l'arrière dune.

Contis - Huchet

Quelques petites entailles d'érosions (recul < 1m). Erosion modérée à surveiller sur l'accès plage de la Lette Blanche (recul de 3 m).



Figure 57 : Photo de l'accès à la plage de La Lette Blanche prise après la tempête du 21/12/2019.
Crédit photo : ONF

Moliets - Soustons

- Erosions aggravées sur l'embouchure Sud du courant d'Huchet (4 - 5m de recul)
- Quelques érosions faibles sur Moliets - Messanges (recul < 1 m). Le jet de rive est venu en pied de dune.
- Forts ensablements des équipements.



Figure 58 : Photos de l'embouchure du courant d'Huchet (gauche) et de la plage de Messanges (droite) prises respectivement le 16/12/2019 et le 23/12/2019. Crédits photos : ONF

Hossegor - Seignosse

Quelques micros-falaises de pied de dune sur Seignosse (recul inférieur à 1 m). Le jet de rive est venu en pied de dune.

Capbreton - Tarnos

- Forte érosion à Capbreton de la zone Beausoleil - La Piste : le matelas de sable issu des rechargements du By-Pass est érodé. Avec des surcroits d'érosion au niveau du musoir du Santocha, et entre Beausoleil et Piste : recul estimé Beausoleil de 3 à 7 m, La Piste : 1 à 2 m.
- Labenne : quelques érosions faibles au Sud (recul 1 m).



Figure 59 : Photos de la plage du Santocha prises le 23/12/2019. Crédits photos : ONF

Annexe 4 : Conditions et remontées à la suite de Ciara (9-10/02/2020)

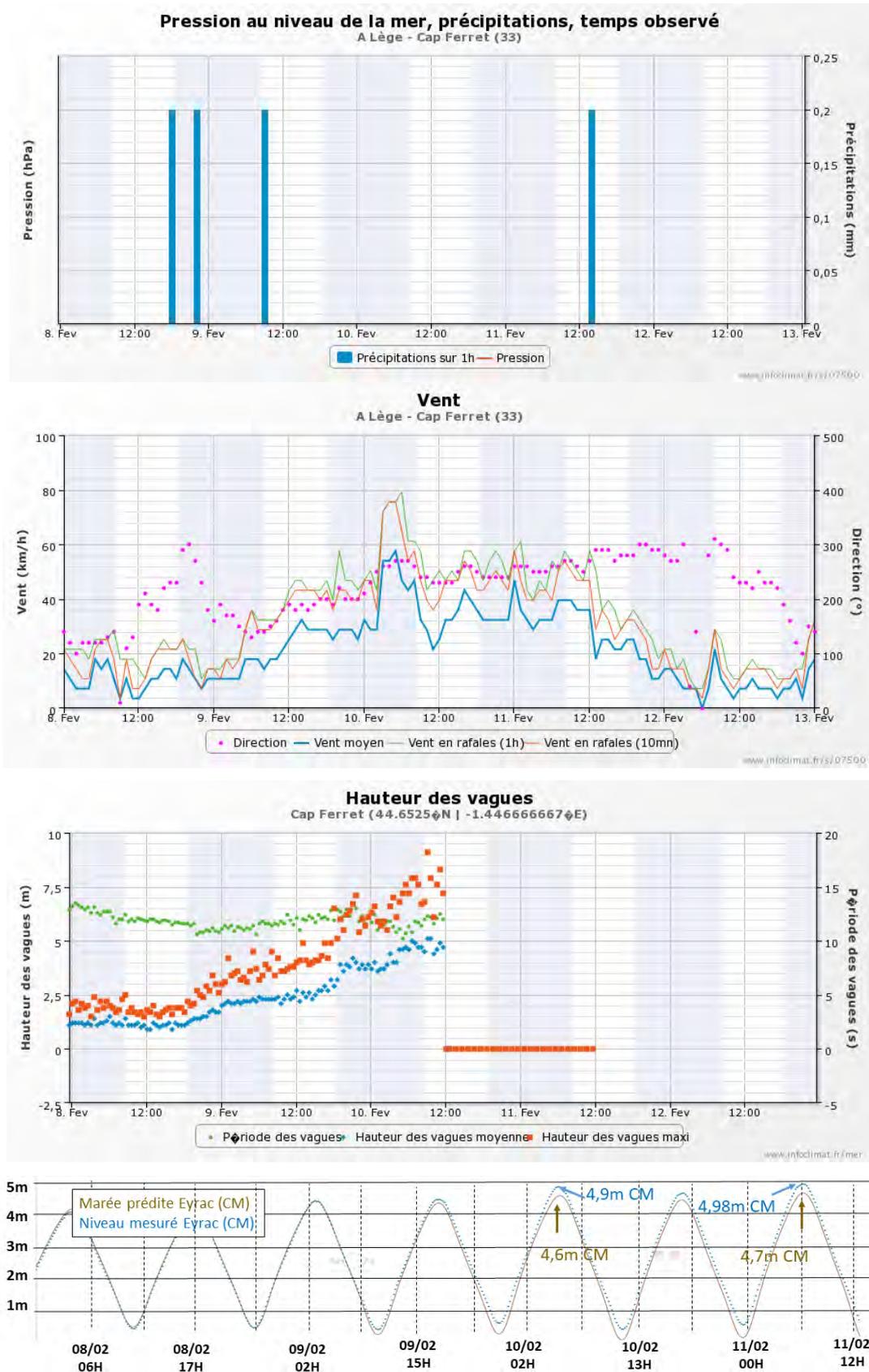


Figure 60 : Evolution temporelle des mesures de vent, pression et hauteur de vagues (station et bouée du Cap-Ferret, source info-climat) et du niveau marin (marégraphe d'Eyrac, source data.shom.fr)

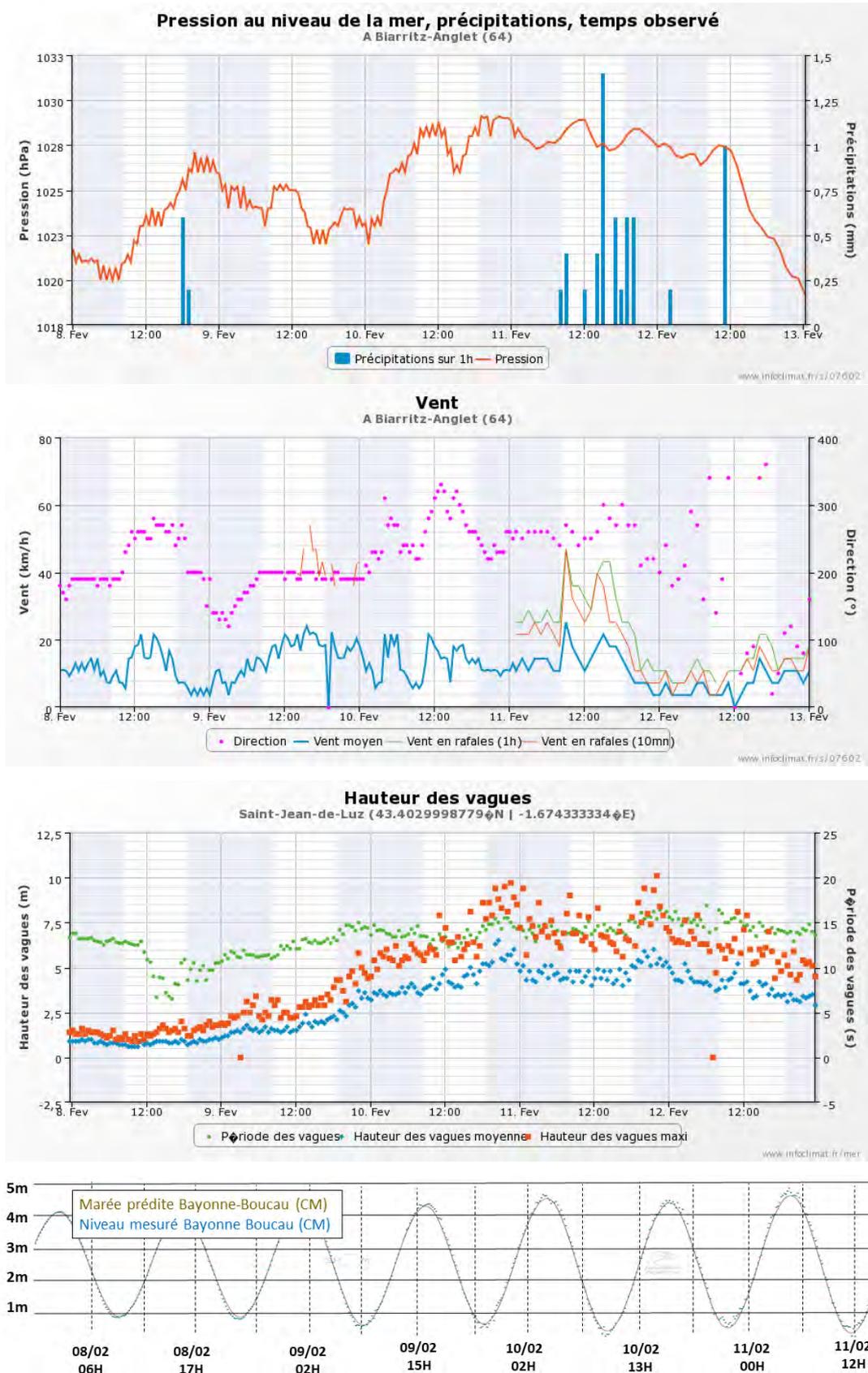


Figure 61 : Evolution temporelle du vent et de de la pression (station Anglet), de la hauteur des vagues (bouée CANDHIS Saint-Jean-de-Luz) et de la hauteur d'eau (marégraphe Bayonne-Boucau).

Sources : info climat et data.shom.fr

Le Verdon-sur-Mer

Recul constaté mais non quantifié du pied de dune sur la majeure partie du secteur des piscines (digues des Arros). Les falaises dunaires mesurent à présent plusieurs mètres de haut.

Soulac-sur-Mer

Jusqu'à 3 mètres de recul constaté par endroit entre le Signal et le camping des Sables d'Or. 1 mètre de recul constaté au niveau de la plage de l'Amélie. 2 mètres au sud de la pointe de la Négade.

Vensac

Reculs ponctuels du pied de dune de l'ordre de 1 mètre constaté au niveau de l'accès plage au sud des Blockhaus. Une falaise d'érosion remplace désormais l'accès plage.

Vendays-Montalivet

Des reculs du pied de dune d'au moins 1 mètre ont été constatés sur les plages du front de la mer. Le niveau d'érosion à la suite de l'hiver 2013/2014 a été atteint avec la mise à nu des « big bags » installés à l'époque. Érosion importante du pied de dune de part et d'autre de la descente de plage située au droit du camping le Soleil d'Or.

Lacanau

Abaissement de la plage centrale de 50 cm environ.

Lège-Cap-Ferret

- Secteur pointe/belvédère : pas d'érosion constatée, la plage est large et haute bien chargée en sable au détriment du village des blockhaus qui a perdu beaucoup de sable.
- Entre traversée des Bernaches (Sail fish) et traversée du Phare (Hôtel des dunes) : érosion toujours active (falaise) sur un linéaire de 800 m. Les accès à la plage à cet endroit pour les piétons sont encore praticables.
- Secteur Horizon : érosion toujours active (falaise) sur un linéaire de 600 m en allant vers le nord jusqu'à la limite de la forêt domaniale. Recul de 1,5 m de la falaise au niveau du poste MNS en l'espace de 3 jours. L'accès à la plage reste praticable à cet endroit.



Figure 62 : Pointe du Cap-Ferret : gauche le 08/02 – droite le 12/02. Crédits photos : ONF

Andernos-les-Bains

Pas de submersions visibles à Andernos (pas de trace de dépôts au niveau de l'esplanade et l'église Saint-Eloi).

La Teste-de-Buch

- Les forts coefficients de marée et la houle ont fait céder les perrés à la Corniche.
- Érosion marine importante sur la Lagune avec 5 - 7 m de recul du front dunaire au minimum, un arrêté municipal de fermeture partielle est en cours, la dernière boucle de parking va être fermée (falaise à 4 - 5 m des places de parking).
- Pas d'érosion relevée sur la plage du Petit Nice.



Figure 63 : Perrés de la Corniche au Pyla-sur-Mer, commune de La Teste-de-Buch (11/02). Crédit photo : DR

Biscarrosse

Recul du trait de côte généralisé sur la commune de Biscarrosse depuis la DGA-EM jusqu'au rond-point nord. Le sable déposé en pied de dune lors d'opérations de rechargement du 10/02/2020 a totalement disparu lors de la marée haute du 11/02/2020 au matin. Le front dunaire n'est plus qu'à 2 m du restaurant la Playa. Le DGA-EM n'a plus d'accès plage au niveau du PK 4 (PO2) alors qu'il venait d'être refait fin 2019. Ici, le recul a dépassé la limite historique de 2014.

Au droit du grand hôtel : recul estimé de 4 à 5 mètres par endroits et baisse de la plage de 1,5 m entre le 06/02/2020 et 11/02/2020 malgré le rechargement.

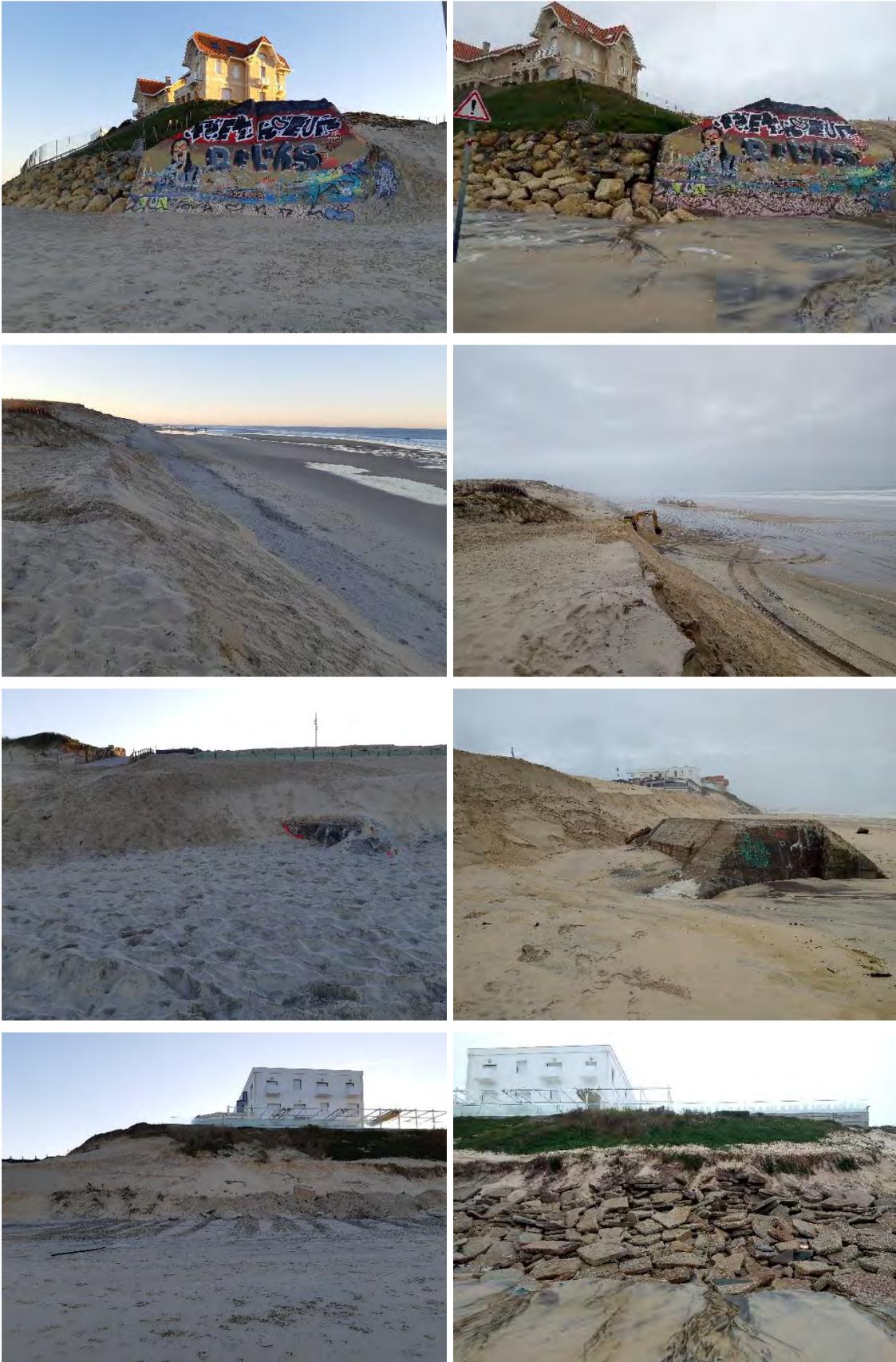


Figure 64 : Front de mer de Biscarrosse : gauche le 06/02 - droite le 11/02.
 Crédits photos : Communauté de communes des Grands Lacs

Gastes

Attaques accentuées sur les érosions des précédentes tempêtes.

De Mimizan à Contis

Situation hivernale classique, caractérisée par quelques "coups de cuillère".

Lit-et-Mixe / Vielle-Saint-Girons

Le secteur de Contis au Cap de l'Homy est fortement touché en nombre d'entailles et en longueur. Fort abaissement du niveau de la plage qui est très plate jusqu'en pied de dune avec une disparition quasi-totale des coins sableux, et banquettes. Atteinte du pied de dune par les vagues sur presque tout le linéaire.

Du Cap de l'Homy à Saint-Girons plage, présence d'entailles plus espacées mais de taille importante. Alternance avec des zones non atteintes où les coins sableux et les banquettes sont présents. Sur cette zone, la plage est basse et plate.

De Saint-Girons plage au Courant d'Huchet : intensité des érosions moins marquée, excepté au niveau de la plage de La lette blanche. Accentuation de l'érosion dunaire en pied du poste MNS (3 à 4 m de recul du front dunaire en entaille sur un linéaire de presque 90 m).



Figure 65 : Image de gauche : Tronçon Contis - Cap-de-l'homy/ Image de droite : tronçon Saint-Girons plage - Courant d'Huchet. Crédits photos : ONF

Moliets-et-Maâ - Soustons-Plage

Peu d'aggravation dans le secteur de Moliets - embouchure à Soustons-Plage. Le niveau d'avant-plage est toujours aussi bas. Très légère évolution des érosions marines déjà existantes à l'exception de Messanges Nord où une aggravation conséquente de l'érosion marine située en face de la descente secours a été constatée sur un linéaire d'environ 300 m et pour une hauteur maximum de 4 m. Cette érosion se termine à environ une centaine de mètres au nord de la descente principale de Messanges.

Seignosse

Pas d'érosion dunaire relevée, bien que des traces de jets de rive ayant atteint la dune ont pu être relevées. La hauteur de plage semble encore être descendue.

Soorts-Hossegor

Pas d'érosion relevée.

Capbreton

Pas de dégâts matériel à noter. Les protections déployées par la commune ont permis de limiter les dégâts. Si l'impact en terme d'érosion est difficile à mesurer entre les différents phénomènes tempétueux de cet hiver, on constate que le pied de dune continue à être grignoté (perte de 0,5 m) de la plage du Santocha à la plage des Océanides. Sur les plages de la Piste et des Océanides, les filets de coco ont disparu à certains endroits. La plage est globalement très basse.

Ondres - Tarnos

Traces de jets de rive sur le pied de dune. Profil de plage légèrement montant de Labenne à Tarnos.

Biarritz

- Grande Plage : franchissements et dépôts de sable sur le promenoir.
- Port de pêche : franchissements de paquets de mer.

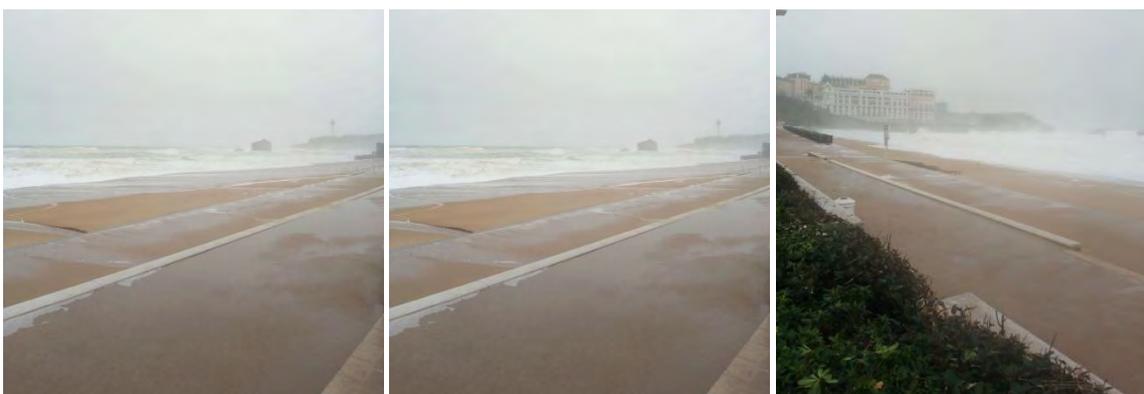


Figure 66 : Grande plage de Biarritz : dispositif anti-submersion (10/02) et dépôts de sable (11/02).
Crédit photo : Communauté d'agglomération Pays Basque



Figure 67 : Port des pêcheurs (11/02). Crédit photo : Jacques Arostegui.

Annexe 5 : Remontées suite au grandes marées de mars (9-13/03/2020)

Soulac-sur-Mer

- Le Signal : atteinte du pied de dune par l'eau mais pas de recul significatif au-devant de l'immeuble.
- Plage Sud - Boulevard du front de mer : atteinte du pied de dune par l'eau mais pas de recul significatif.
- Plage Sud - Les Naïades : léger recul du front dunaire inférieur à 1 m.
- Camping des Sables d'Argent : recul du pied de dune de 1 à 2 m.

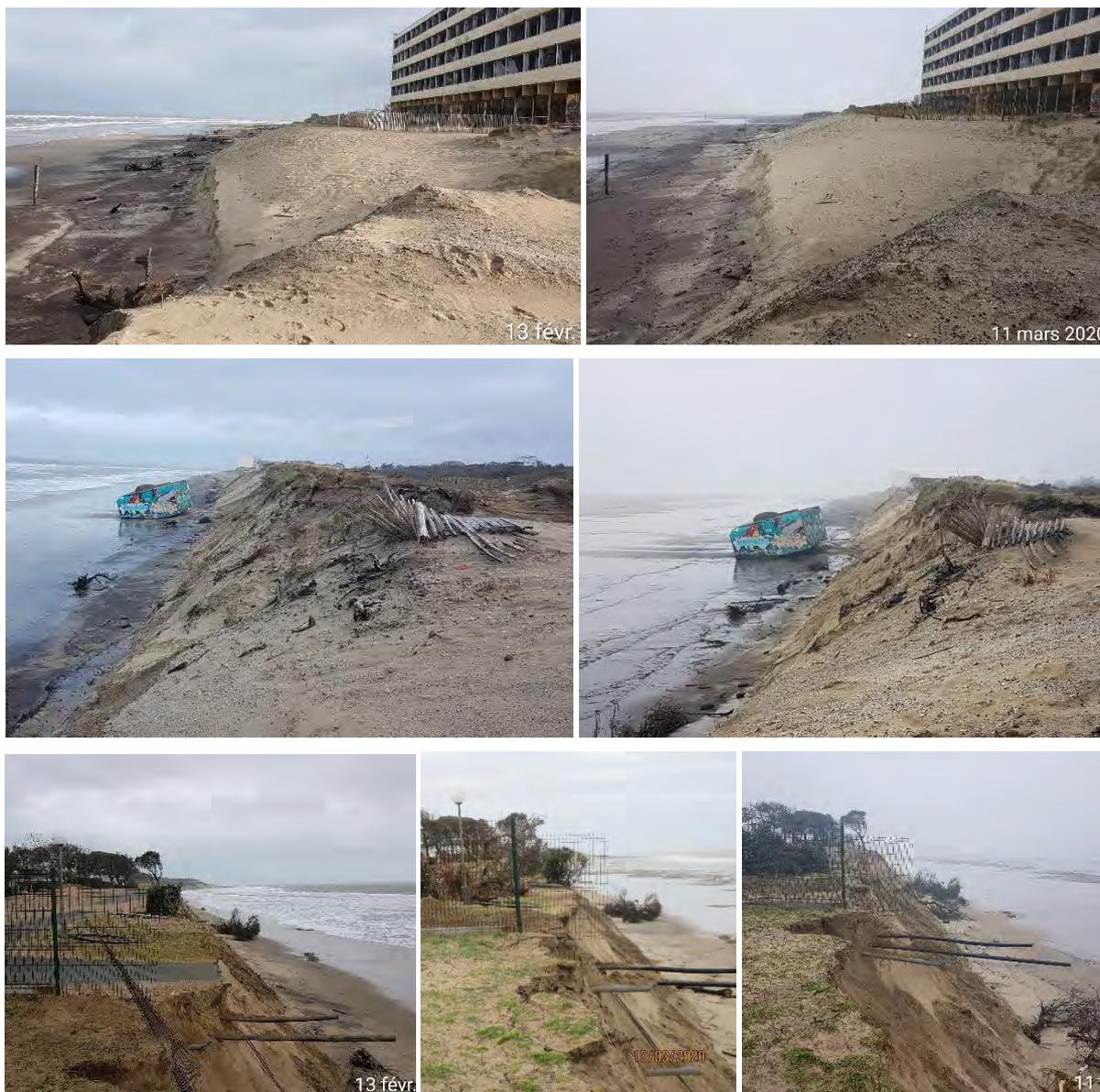


Figure 68 : Etat des plages à Soulac-sur-Mer. Ligne 1 : plage devant le Signal le 13/02 (gauche) et le 11/03 (droite). Ligne 2 : plage au-devant du boulevard du front de mer le 13/02 (gauche) et le 11/03 (droite). Ligne 3 : plage au-devant du Camping des Sables d'Argent le 13/02 (gauche), 10/03 (centre) et le 11/03 (droite).

Crédits photos : Communauté d'agglomération Médoc Atlantique

Vendays-Montalivet

Plage centrale : Quelques reculs ponctuels inférieur à 1 m et abaissement notable de la plage.



Figure 69 : Etat des plages à Vendays-Montalivet. Ligne 1 : Vue nord de la plage centrale depuis la rotonde le 13/02 (gauche) et le 11/03 (droite). Ligne 2 : Vue sud de la plage centrale depuis la rotonde le 13/02 (gauche) et le 11/03 (droite). Crédits photos : Communauté d'agglomération Médoc Atlantique

Lège-Cap-Ferret

De manière générale, les plages du Cap Ferret sont très basses et le pied de dune a été atteint par l'eau, excepté sur la Pointe du Cap-Ferret. L'érosion du pied de dune a été constatée ponctuellement au nord de la plage de l'Horizon et est généralisée entre la plage de l'Horizon et la plage des Dunes.

- Plage du Grand Crohot – plage de l'horizon : Dans l'ensemble, les dunes ont subi l'assaut des vagues et ont été érodées à plusieurs endroits et plus particulièrement entre la plage de la Garonne et la plage de l'Horizon.
- Plage de l'Horizon – plage des Dunes : érosion du pied de dune généralisée et deux accès plages impraticables (traversée des mouettes et traversée du clos des dunes) du fait de falaises d'érosion de 3 m de haut.
- Village des Blockhaus : plage très basse et réserve sédimentaire faible à cet endroit.
- Pointe du Cap-Ferret : pas d'érosion constatée, les brise-vents se sont ensablés protégeant ainsi la plantation d'oyats récente.



Figure 70 : Etat des plages à Lège-Cap-Ferret au 13/03 - Haut gauche : Traversée des Mouettes. Haut droit : Village des blockhaus. Bas gauche et droite : Vue sud depuis la dune amoindrie à la Pointe du Cap Ferret.
Crédits photos : ONF

La Teste-de-Buch

Des reculs dunaires ont été observés. Jusqu'à 6 m de recul constaté à la plage de la Lagune entre le début et la fin de cet événement, dont 2 m de recul uniquement causé par la pleine mer du jeudi 12 mars au soir et celle du vendredi 13 mars au matin. La route nord du parking proche de la dune est en cours de démontage.





Figure 71 : Etat de la plage de la Lagune. Ligne 1 : Vue nord depuis la route nord du parking le 09/03 (gauche) et le 16/03 (droite). Ligne 2 : Vue sud depuis la route nord du parking le 16/03 (gauche) et le même jour après démarrage du démontage de la route (droite). Crédits photos : ONF

Biscarrosse - Gastes

De Gastes sur le secteur DGAEM jusqu'à Biscarrosse, les entailles déjà déclarées se sont accentuées. Toutefois, dans certains coups de cuillère d'érosion de la zone DGAEM causés par les précédentes tempêtes, il n'y a pas eu de nouvelle atteinte du pied de dune mais seulement des forts abaissements de la hauteur de la plage.



Figure 72 : Etat des plages à Biscarrosse au 12/03. Haut gauche et droite : plage sud. Bas gauche : Déversoir des eaux épurées dans la zone DGAEM. Bas droite : Abaissement significatif de la hauteur de plage dans les coups de cuillère d'érosion causés par les précédentes tempêtes dans la zone DGAEM. Crédits photos : Communauté de communes des Grands Lacs

Mimizan

Sur toute la longueur de la station de Mimizan-Plage, la plage est très basse et l'érosion dunaire a conduit à une position du pied de dune proche de la limite post-hiver 2013/2014.



Figure 73 : Etat des plages à Mimizan au 12/03. Haut : plage nord. Bas : plage sud. Crédits photos : ONF

Saint-Julien-en-Born - Contis plage

Pas d'érosion constatée.

Seignosse

Le pied de dune n'a pas été atteint.

Ondres

Le pied de dune n'a pas été atteint.