

Document public

Observatoire de la côte sableuse catalane - ObsCat Rapport technique année 7

Rapport final

BRGM/RP-71141-FR

Octobre 2021



Etude réalisée avec le concours financier de l'Agence de l'Eau RMC



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Projet cofinancé par le Fonds Européen de Développement Régional

Document public



Observatoire de la côte sableuse catalane - ObsCat Rapport technique année 7

Rapport final

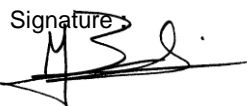
BRGM/RP-71141-FR
Octobre 2021

Étude réalisée dans le cadre du projet
de Service public du BRGM 2021-AP19MPL012

E. Palvadeau, P. Rocha, T. Nebel et N. Valentini
Avec la collaboration de
P. Lanzellotti

Vérificateur :

Nom : Y. Balouin
Fonction : : Expert Littoral
Date : 30/11/2021

Signature


Approbateur :

Nom : A. Blum
Fonction : Directrice régionale
Occitanie
Date : 16/12/2021

Signature :





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

Contact : qualite@brgm.fr



Etude réalisée avec le concours financier de l'Agence de l'Eau RMC



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Projet cofinancé par le Fonds Européen de Développement Régional

Mots-clés : aménagement littoral, trait de côte, milieu littoral, côte sableuse, observatoire, bilan sédimentaire, stock sédimentaire, cellule sédimentaire, barre d'avant-côte, embouchure, dune côtière, bathymétrie, topographie, photogrammétrie, télédétection, suivi satellitaire, végétation, profil, drone, Roussillon, Canet-en-Roussillon, Le Barcarès, Torreilles, Leucate, Sainte-Marie-La-Mer, Saint-Cyprien, Argelès-sur-Mer

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

Palvadeau E., Rocha P., Valentini N. et Nebel T. (2021) – Observatoire de la Côte sableuse Catalane – ObsCat - Rapport technique année 7. Rapport final. BRGM/RP-71141-FR, 324 p., 301 ill., 1 ann.

Synthèse

L'ObsCat, Observatoire de la côte sableuse catalane, est entré dans sa 7^{ème} année de suivi. Ce rapport présente les analyses et interprétations de la comparaison de 4 campagnes d'acquisition de données : avril 2019, novembre 2019, mars-mai 2020 et septembre 2020. Au total 16 secteurs de plage y sont analysés (suivis topo-bathymétriques et trait de côte) et 8 environnements dunaires (suivis altimétriques et/ou de la végétation).

Ce projet est cofinancé par l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, Perpignan Méditerranée Métropole (PMM incluant Le Barcarès, Torreilles, Ste-Marie-la-Mer et Canet-en-Roussillon), la Ville de Leucate, la Communauté de communes Sud Roussillon (CCSR avec Saint-Cyprien) et la Communauté de communes Albères-Côte Vermeille-Illibéris (CCACVI avec Elne et Argelès-sur-Mer), le FEDER (Région Occitanie) et la subvention pour charge de service public du BRGM. Son animation est assurée par l'AURCA (Agence d'Urbanisme Catalane).

Sur le plan des conditions hydro-dynamiques, la période d'observation concernée, avril 2019 à décembre 2020 a été particulièrement agitée, avec 11 tempêtes recensées (hauteur significative - $H_s \geq 3$ m) et 6 événements énergétiques importants ou « coups de mer » ($2,5 \text{ m} \leq H_s < 3 \text{ m}$). L'analyse des données vidéo haute fréquence, jusqu'à fin décembre 2020, intègre deux autres événements de tempête, du 21 au 22 octobre et du 27 au 29 novembre 2020.

L'analyse des évolutions observées sur l'ensemble des secteurs suivis permet de dresser les bilans suivants :

BILAN MORPHOSEDIMENTAIRE – AVRIL 2019 – SEPTEMBRE 2020 ET PLURIANNUEL 2013/2014 A SEPTEMBRE 2020

Bilans en volumes

Pour la **période Avril 2019 – Septembre 2020**, l'analyse des bilans sédimentaires **globaux** (zone complète : plage émergée + plage immergée) fait ressortir les points principaux suivants :

Sur les 16 secteurs suivis par topo-bathymétrie, 14 présentent un bilan sédimentaire positif. Seuls **2 présentent un bilan sédimentaire global négatif** :

- Leucate-plage ;
- Agly.

Pour l'hiver 2019/2020, les bilans **plage émergée**, sont majoritairement négatifs à l'exception des secteurs de :

- Leucate village naturistes ;
- Port Barcarès nord (effet du rechargement fin d'hiver) ;
- Saint-Cyprien Nord ;
- Argelès Centre.

L'été 2020 est globalement négatif pour les **plages émergées** de la majorité des sites à l'exception de :

- Port Barcarès Sud ;
- Têt ;
- Canet Sud.

Les bilans sur 6 ans – octobre 2014 à septembre 2020, sur les secteurs de la CCSR et CCACVI, sont tous positifs pour la partie immergée. Mais les **plages émergées** présentent toutes un **bilan négatif** à l'exception de celle du **Racou** qui est **stable**.

Bilans en épaisseur sédimentaire

Sur la **période Avril 2019 – Septembre 2020**, cette analyse fait ressortir une majorité de secteurs en accrétion (11 sur 16) (Illustration 300). Les secteurs dont l'évolution est érosive sont :

- Leucate plage (partie immergée) ;
- Lydia (partie émergée) ;
- Agly (forte érosion générale, crue Gloria) ;
- Torreilles avec une très forte érosion de la partie émergée suite à la succession des nombreuses tempêtes de la période, et en particulier celles de l'automne 2019 et la tempête Gloria de janvier 2020 ;
- Canet nord (Sardinal), forte érosion de la partie émergée.

L'analyse à l'**échelle pluri-annuelle, 2013/2014 – Septembre 2020**, met en évidence 4 secteurs pour leur tendance évolutive assez nettement érosive (Illustration 301) :

- Leucate Plage : faible érosion sur la plage émergée, très modérée sur la plage immergée ;
- Agly ;
- Saint-Cyprien Centre, plage émergée et plage immergée ;
- Tech (partie émergée majoritairement).

Les sites de Torreilles et de Canet Nord apparaissent en accrétion, car leur bilan partie immergée, à l'échelle pluriannuelle, est nettement positif. Mais ils restent des sites sensibles du fait des fortes érosions qu'ils subissent fréquemment sur la plage émergée.

Le site de Leucate village naturiste reste sensible malgré un bilan plutôt stable. Mais au droit des enjeux, la plage est de largeur très réduite et peine à se maintenir au niveau des enrochements de haut de plage des résidences Oasis et Aphrodite.

La **tempête Gloria**, marquante sur le plan de la crue concomitante qui a fortement touché les bassins versants de l'Agly, de la Têt et du Tech, n'a pour autant **pas généré un niveau d'impact à la côte très important**, en terme d'impact érosif direct sur les cordons dunaires ou sur la submersion, contrairement à celle de mars 2018. Mais elle a cependant semble-t-il **pesé fortement sur les évolutions morfo sédimentaires hivernales de beaucoup des secteurs suivis**.

MORPHOLOGIE DES ENVIRONNEMENTS DUNAIRES

La qualité morphologique de 6 environnements dunaires (état morphologique et biologique) a été analysée pour ce rapport année 7 qui couvre la période avril 2019 – septembre 2020 :

- **Canet Lido** ;
- **Sainte-Marie** ;

- **Torreilles** ;
- **Barcarès Nord** ;
- **Mas de l'Isle** au Barcarès ;
- **Lydia**.

Les principaux résultats sont les suivants :

Canet Lido

Entre 2016 et 2018, l'ensemble des résultats tendait à montrer une stabilité de la dune grise et une progression modérée du front dunaire vers la mer sur la quasi-totalité du linéaire suivi. Ce phénomène était lié à la tempête de mars 2018 qui avait occasionné des recouvrements dunaires importants et très fréquents sur la plupart des cordons dunaires de la côte catalane associés à des apports de sable sur les pieds de dune (Bossennec et Palvadeau, 2018).

Le comparatif réalisé pour ce rapport année 7 porte sur les levés topographiques de l'automne 2018 et de l'automne 2020.

Ce comparatif, montre une très faible évolution morphologique du cordon dans son ensemble depuis 2018. Ce qui tend à montrer que la progression constatée en 2018 du pied de dune et de la crête dunaire se soit stabilisée depuis.

Ainsi, le lido de Canet se maintient en bon état morphologique. Le front dunaire est cependant souvent mis à mal par la fréquentation estivale. Pour y palier, un entretien plus régulier de la mise en défens est à prévoir.

Sainte-Marie

La situation en mars 2020, montre une dune grise toujours stable sur l'ensemble du linéaire. On notera cependant, au niveau du profil sud, une diminution de l'altitude d'environ 20 cm, ramenant son niveau à celui de 2016. Cette diminution est probablement liée au tassement et/ou étalement par piétinement sur ce secteur de plage urbaine, des volumes de sable apportés par les franchissements dunaires des vagues lors de la tempête majeure de mars 2018.

On note également localement une accrétion de la crête dunaire, notamment dans la partie centrale.

Au nord et au sud, on observe un recul du pied de dune (-10 m au sud, -20 m au nord) très vraisemblablement lié aux impacts de la tempête Gloria sur le secteur en janvier 2020.

Au global, malgré les nombreux épisodes de tempêtes durant l'automne et hiver 2019/2020, le cordon dunaire de Sainte-Marie est assez stable.

Torreilles

La dune grise reste stable, comme en 2016/2018, sur l'ensemble du secteur.

Au nord, entre 2016 et 2018 le front dunaire avait reculé d'une dizaine de mètres sur un linéaire d'environ 200 mètres vers le sud.

Au nord, le front dunaire s'est stabilisé après ce recul constaté entre 2016 et 2018, et le haut de plage s'est engraisé. Au centre, la crête dunaire s'élève très légèrement, mais on note surtout un fort recul du pied de dune (supérieur à 10 m) et un très fort abaissement de la topographie de la plage (supérieur à 2 m), à l'inverse de la situation observée en 2018. Plus au sud, le recul du

front dunaire s'accroît d'environ 10 m. Déjà relevé en 2016, ce recul du front dunaire, s'est donc accentué depuis en 2 ans. Ces évolutions soulignent et confirment le fort impact engendré par les épisodes de tempête successifs depuis 2018 et principalement ceux de septembre et octobre 2019 sur la partie centrale du secteur de Torrelles. On voit également que le front dunaire du cordon de Torrelles subit de manière pluriannuelle des phases de recul puis de stabilisation.

Barcarès Nord

Depuis 2015, ce cordon étroit tendait à s'élargir et à s'épaissir. La comparaison avec la topographie LiDAR de mai 2020 confirme cette évolution favorable et l'efficacité de la mise en défens.

Bien que non réhabilité, ni mise en défens, la partie du cordon dunaire située au sud du poste de secours central, montre une progression favorable, en épaisseur et en largeur. On voit cependant que l'avancée du front dunaire est moins sensible que dans la partie réhabilitée et mise en défens au nord.

Comme la tempête de février-mars 2018, la tempête Gloria qui a touché le secteur en janvier 2020, a joué un rôle important dans cette accretion dunaire, du fait de nombreux recouvrements sédimentaires occasionnés par des franchissements de la dune en mars 2018 et par le sable poussé par le vent.

Mas de l'Isle

La dune grise reste stable, aux écarts près liés à l'évolution de la végétation.

L'érosion, active depuis 2016 en aval dérive du dernier brise-lames, s'est atténuée dans sa partie sud, avec la formation d'une berme, mais s'est accentuée en allant vers le nord (recul du front dunaire par rapport à 2018). Plus au nord, une zone de recul du pied de dune et du front dunaire est apparue depuis 2018.

Au global, ces évolutions sont la marque de la dynamique des sinuosités de plage telle qu'on la connaît notamment plus au nord au niveau du secteur du Lydia. Au droit du lido du Mas de l'Isle, la dynamique reprend un caractère naturel, absent sur le secteur défendu par les brise-lames plus au sud. Mais cette plage étroite, souffre de la perturbation du transit sédimentaire engendrée par le système de défense. La dynamique des sinuosités tend alors à entamer le pied de dune et à faire évoluer défavorablement le front dunaire. Ces évolutions sont à surveiller, bien que le cordon soit très large.

Cette érosion récente du cordon dunaire est très vraisemblablement consécutive à un déficit sédimentaire en lien avec la position de ce tronçon en aval dérive du système de défense de la plage nord de Port Barcarès. Il ne bénéficie plus des rechargements en sable réalisés durant la construction des 3 brise-lames nord, puis régulièrement depuis, en 2015, 2016 et 2017. Aujourd'hui, les apports ne sont plus suffisants pour combler le blocage du transit par les aménagements de protection. Cette érosion en soi n'est pas problématique à court terme compte tenu de la largeur du cordon dunaire et de l'absence d'enjeux importants et proches. Mais elle est à surveiller à long terme car une progression de l'érosion pourrait créer un point faiblesse par lequel des submersions pourraient se propager lors des fortes tempêtes.

Une gestion renforcée et adaptée de la fréquentation de la zone naturelle du Mas de L'Isle est indispensable.

Lydia

Au global, la dune grise et la crête dunaire de ce cordon sont plutôt stables. La partie centrale, étroite et pentue, est nettement vulnérable aux oscillations du trait de côte et aux assauts des vagues de tempête, pouvant entraîner des reculs du pied de dune et du front dunaire. Les travaux de mise en défens du cordon notamment sur la partie nord et au sud du bateau le Lydia semblent bien fonctionner. Les conditions morphologiques y sont plus favorables, avec une largeur de plage plus importante et une pente plus douce que dans la partie centrale du cordon.

Sommaire

1. Introduction	27
2. Méthodes d’observation mises en œuvre	31
2.1. LE SUIVI TOPO-BATHYMETRIQUE	32
Levés topographiques.....	32
Levés bathymétriques.....	39
Traitements des données.....	40
2.2. LE SUIVI VIDEO	42
2.3. LE SUIVI DE L’ALTIMETRIE DUNAIRE PAR COMPARAISON DE LEVES PHOTOGRAMMETRIQUES ET TOPOGRAPHIE LIDAR.....	48
Acquisition des données	48
2.4. LE SUIVI IN-SITU DE LA VEGETATION DUNAIRE.....	48
2.5. LE SUIVI PHOTOGRAPHIQUE	59
3. Acquisition des données – Calendrier.....	63
3.1. ANNEE 2019	63
Topographie.....	63
Bathymétrie des embouchures.....	66
3.2. ANNEE 2020	68
Topo-bathymétrie.....	68
Suivi vidéo haute fréquence - Installation de la caméra vidéo à Argelès-sur-Mer - plage du Racou	71
Levé photogrammétrique post-tempête GLORIA – Janvier 2020	77
4. Synthèse des évolutions par cellule sédimentaire	83
4.1. CONDITIONS DE FORÇAGE SUR LA PERIODE D’ETUDE	83
Données disponibles.....	83
Conditions météorologiques.....	83
Conditions de houle	87
Niveaux d’eau	91
Débits fluviaux.....	93
Conclusions sur les conditions de forçage de l’hiver 2019-2020	95
4.2. CELLULE 1 – FALAISE DU RACOU AU PORT D’ARGELES-SUR-MER	96
Description et évolution passée de la cellule 1	96
Secteur d’Argelès Racou	99

4.3. CELLULE 2 – DU PORT D'ARGELES-SUR-MER AU GRAU DE LA RIBERETA	108
Description et évolution passée de la cellule 2	108
4.3.2 Argelès Centre (plage des Pins)	109
4.3.3 Argelès Marende	118
4.4. CELLULE 3 – DU GRAU DE LA RIBERETA AU TECH	121
Description et évolution passée de la cellule 3	121
Le Tech	122
4.5. CELLULE 4 – DU TECH AU PORT DE SAINT-CYPRIEN	133
Description et évolution passée de la cellule 4	133
Saint-Cyprien Sud	134
Environnement dunaire de Saint-Cyprien Sud	143
4.6. CELLULE 5 – DU PORT DE ST.-CYPRIEN AU GRAU DE L'ETANG DE CANET	145
Saint-Cyprien Nord	146
4.7. CELLULE 6 – DU GRAU DE L'ETANG DE CANET AU PORT DE CANET ...	154
Environnement dunaire du lido de Canet-en-Roussillon	155
Sud du port de Canet-en-Roussillon	160
4.8. CELLULE 7 - DU PORT DE CANET-EN-ROUSSILLON AU BOURDIGOU ...	166
Nord du port de Canet-en-Roussillon ou Canet Nord.....	167
Embouchure de la Têt	178
Plage de Sainte-Marie centre	185
Environnement dunaire de Sainte-Marie-la-Mer.....	198
4.9. CELLULE 8 – DU BOURDIGOU A L'AGLY	203
Embouchure du Bourdigou	204
Torreilles centre.....	213
Environnement dunaire de Torreilles	223
4.10. CELLULE 9 - DE L'AGLY A PORT BARCARES.....	228
Embouchure de l'Agly.....	230
Port-Barcarès Sud.....	237
4.11. CELLULE 10 - DE PORT-BARCARES A PORT LEUCATE.....	245
Port Barcarès Nord.....	247
Environnement dunaire de la plage de Port-Barcarès Nord	261
Environnement dunaire du Mas de l'Isle	265
Le Lydia.....	269
Environnement dunaire du Lydia	279
Sud Port-Leucate.....	280
Environnement dunaire de Sud Port-Leucate	283
4.12. CELLULE 11 - DU GRAU DE LEUCATE A PORT-LEUCATE	284

Plage du Village naturistes de Leucate	285
4.13. CELLULE 12 - DU GRAU DE LEUCATE A LEUCATE-PLAGE.....	301
Environnement dunaire de Leucate Mourets.....	302
Leucate-Plage.....	304
5. Synthèse - Bilan global des évolutions observées – Année 7	313
5.1. CONDITIONS METEOROLOGIQUES ET HYDRODYNAMIQUES	313
5.2. BILAN MORPHOSEDIMENTAIRE – AVRIL 2019 A SEPTEMBRE 2020 ET PLURI- ANNUEL 2013/2014 A SEPTEMBRE 2020.....	313
Bilans en volumes.....	313
Bilans en épaisseur sédimentaire	314
5.3. MORPHOLOGIE DES ENVIRONNEMENTS DUNAIRES	317
6. Conclusion.....	321
7. Bibliographie	323

Liste des figures

Illustration 1 - Localisation de la zone d'étude.....	29
Illustration 2 – Localisation des secteurs suivis pour le cycle 3 de l'ObsCat.	30
Illustration 3 - Tableau de synthèse des données collectées au cours de l'année 7 de l'ObsCat.31	
Illustration 4 – Schéma de principe du LiDAR topographique aéroporté.	33
Illustration 5 – Densité de points du levé LiDAR de mars 2021.	33
Illustration 6 – Localisation des profils de référence suivis	35
Illustration 7 - Modes d'acquisition des données topographiques au sol. A gauche, levé DGPS avec perche, pour l'acquisition des profils de référence ; A droite, levé DGPS, avec sac à dos, pour des compléments sur des secteurs difficiles d'accès et de la topo-bathymétrie de petits fonds.....	36
Illustration 8 - Plateforme de vol autogire. A gauche : modèle d'autogire (source wikipédia) similaire à celui utilisé pour les levés post-tempête, à droite photographie de l'appareil en action (source equipe terrain Obscat 2017).....	37
Illustration 9 - Exemple du positionnement des cibles pour les levés photogrammétriques.....	38
Illustration 10 - Modes d'acquisition des données bathymétriques. Acquisitions bathymétriques en mer, en haut à gauche ; Acquisitions bathymétriques dans les embouchures, en haut à droite ; Transects bathymétriques en bas espacés tous les 100 mètres sur les secteurs d'intérêt.....	40
Illustration 11 - Chaîne de traitement des données topo-bathymétriques ObsCat	41
Illustration 12 – Caméra sur le secteur d'Argelès Racou.	43
Illustration 13 - Implantation de la webcam du Barcarès et délimitation des 5 prises de vue.....	43
Illustration 14 - Caméra sur le secteur du Village naturistes à Leucate.	44
Illustration 15 - Implantation de la caméra au village naturistes de Leucate et délimitation des 7 prises de vue.....	45
Illustration 16 - Exemples de prises de vue de la caméra C4. A gauche, image instantanée, à droite image moyennée Timex.....	46
Illustration 17 - Orthorectification des images, exemple de la caméra C4. En haut à gauche, interface de traitement, en bas, image moyennée oblique, à droite : image plane (ortho-rectifiée).....	46
Illustration 18 - Résolution de l'image ortho-rectifiée dans la direction perpendiculaire (cross-shore, en haut) et parallèle (longshore, en bas) au trait de côte.	47
Illustration 19 - Détection automatique de la position du trait de côte sur une image rectifiée et combinée (composée des prises de vues de plusieurs caméras). A gauche, position de la ROI (Région d'intérêt), à gauche, résultat de la détection du trait de côte sur l'image rectifiée.	47
Illustration 20 - Dates de levé et caractéristiques des transects de végétation.	50
Illustration 21 – Dispositif mis en place pour les levés le long des transects.	51
Illustration 22 – Collecte des observations par casier et report sur une fiche de relevé de terrain.51	
Illustration 23 - Classes d'estimation du recouvrement végétal (EID-Med, 2010b).	52
Illustration 24 - Classes d'estimation de la continuité de peuplement (EID-Med, 2010b).....	54

Illustration 25 – Méthode de notation de la typicité floristique.....	57
Illustration 26 – Méthode de notation de l'état de conservation des habitats.	58
Illustration 27 – Exemple de support de terrain pour la réalisation des campagnes photographiques	60
Illustration 28 – Aperçu des 60 points de prise de vues à l'échelle de l'unité sédimentaire du Roussillon.	61
Illustration 29 - Emprise du levé photogrammétrique de la campagne d'acquisition ObsCat des données topographiques de l'automne 2019.	63
Illustration 30 - Date des survols pour le levé photogrammétrique de la campagne d'automne 2019 de l'ObsCat, découpage du levé et résolution et précision des données restituées par EOD.	64
Illustration 31 - Orthophotographie Novembre 2019 – Découpage en 5 parties.....	64
Illustration 32 - Modèle numérique de surface, découpage en 5 parties.	65
Illustration 33 – Drone bathymétrique Rimouski II en action dans l'embouchure de la Têt.	66
Illustration 34 - Dates des levés bathymétriques réalisés sur les embouchures internes et volumétrie de points acquis.	66
Illustration 35 - Acquisitions réalisées site par site au cours de la campagne topo-bathymétrique de l'automne 2019.	67
Illustration 36 - Acquisitions réalisées site par site au cours de la campagne topo-bathymétrique du printemps 2020.	69
Illustration 37 - Dates des levés bathymétriques réalisés lors du LEG2 sur les embouchures internes et volumétrie de points acquis.	71
Illustration 38 - Système de suivi par caméra vidéo du Racou. En haut : localisation générale ; en bas à gauche : pylône TDF et local technique ; en bas à droite : caméra fixée sur le pylône.	72
Illustration 39 - Boîtier installé dans le local technique (1), relié à la caméra vidéo, contenant le dispositif d'acquisition (2) et de télétransmission (3-boîtier raspberry ; 4-routeur 4G) du système vidéo.	73
Illustration 40 - Vues originales et vue panoramique des données issues de la caméra vidéo d'Argelès-sur-Mer.	74
Illustration 41 - Projection orthophotographique des vues de la station d'Argelès-sur-Mer.....	75
Illustration 42 - Interface ObsCat de consultation des images de la station vidéo du Racou à Argelès-sur-Mer.	76
Illustration 43 - Interface CASAGEC de consultation des images de la station vidéo du Racou à Argelès-sur-Mer.	76
Illustration 44 – Hiérarchisation des niveaux d'impact des tempêtes sur le littoral d'Occitanie. D'après « Réseau tempête Occitanie 2018-2019 » (Balouin, 2019 – Rapport BRGM/RP-69355-FR).....	77
Illustration 45 - Niveau d'eau mesuré au marégraphe de Port-la-Nouvelle pendant la tempête Gloria (points en bleu) par rapport à la coube de prédiction de marée (courbe marron). Source datashom.fr - Refmar-Shom.....	77
Illustration 46 - Surcote mesurée au marégraphe de Port-la-Nouvelle pendant la tempête Gloria – Source datashom.fr - Refmar-Shom.....	78
Illustration 47 - Orthophotographies post tempête Gloria - Exemples d'impacts. A gauche, recouvrements dunaires (en rouge) au niveau des secteurs de Port Barcarès Nord	

et du Mas de l'Isle. A droite, accumulation de bois flottés dans l'eau et sur la plage au nord de la sortie du port de Sainte-Marie.	80
Illustration 48 – Cartographie des impacts à la côte de la tempête Gloria. Exemple sur le secteur de Sainte-Marie-la-Mer.	81
Illustration 49 - Cartographie des impacts à la côte de la tempête Gloria. Exemple sur le secteur du Racou à Argelès-sur-Mer.	82
Illustration 50 - Roses vents à la station de Leucate (11) : vents moyens sur les 6 années d'observation de l'ObsCat (à gauche) et vents moyens lors de la dernière saison d'observation (mars 2019 à décembre 2020, à droite). Source des données : Meteociel.com	84
Illustration 51 – Rose des vents à la station de Cap Béar (66) : vent moyens sur la dernière saison d'observation (juin 2019 – Décembre 2020). Source des données : Meteociel.com	84
Illustration 52 – Conditions de vent moyen et rafales à Leucate (vitesse et direction) entre mars 2019 et décembre 2020.	85
Illustration 53 - Conditions de vent moyen et rafales à la station de Cap Béar (vitesse et direction) entre juin 2019 et 2020	85
Illustration 54 - Vitesse du vent marin (km/h) à la station de Leucate, de mars 2019 à décembre 2020. Source des données : Meteociel.com.....	86
Illustration 55 - Vitesse du vent marin (km/h) à la station de Cap Béar, de juin 2019 à décembre 2020. Source des données : Meteociel.com.....	86
Illustration 56 – Bouées houlographiques du réseau CANDHIS utilisées pour l'analyse des conditions de houles des sites de l'ObsCat.	87
Illustration 57 - Rose des houles à la bouée de Leucate : houles moyennées sur la dernière saison d'observation (à gauche) et durant les 7 années d'observations de l'ObsCat (à droite). Source des données : CANDHIS (Cerema-DREAL Occitanie).....	88
Illustration 58 - Analyse des conditions de houles durant l'année 7 – bouée de Leucate ; hauteur significative (Hs), hauteur maximale enregistrée (Hmax), période et direction. Les traits rouges indiquent les événements de tempête. Sources des données : CANDHIS (Cerema-DREAL Occitanie).	89
Illustration 59 - Analyse des conditions de houles durant l'année 7, entre le 10/03/2020 et le 31/08/2020. hauteur significative (Hs), hauteur maximale enregistrée (Hmax), période et direction. Les traits rouges indiquent les événements énergétiques. Sources des données : CANDHIS (Cerema-DREAL Occitanie).	90
Illustration 60 - Niveaux d'eau enregistrés à Port-la-Nouvelle entre Mars 2019 et Octobre 2020 (source des données REFMAR-SHOM). Les repères rouge correspondent aux événements de tempête, les noirs aux événements énergétiques importants.	92
Illustration 61 - Niveaux d'eau enregistrés à Port-Vendres entre mars 2019 et octobre 2020 (source des données REFMAR-SHOM). Les repères rouge correspondent aux événements de tempête, les noirs aux événements énergétiques importants.	92
Illustration 62 - Niveaux d'eau enregistrés à Port-Vendres entre le 10 janvier et le 6 mai 2020 pour les données manquantes à Port La Nouvelle (source des données REFMAR-SHOM). Les repères rouge correspondent aux événements de tempête, les noirs aux événements énergétiques importants.	93
Illustration 63 - Débits (m ³ /s) des fleuves Têt (station Perpignan), Agly (Station Rivesaltes) et Tech (Station Boulou) entre Janvier 2019 et Juillet 2020. Source des données : SPC Méditerranée Ouest.	94

Illustration 64 - Débits (m3/s) des fleuves Têt (station Perpignan) et Agly (Station Rivesaltes) et le Tech (station boulou) entre Janvier 2013 et Juillet 2020. Source des données : SPC Méditerranée Ouest.	94
Illustration 65 - Débits (m3/s) du Tech (station Argelès) entre Janvier 2013 et Juillet 2020. Source des données : SPC Méditerranée Ouest.	95
Illustration 66 - Localisation de la cellule hydrosédimentaire 1	96
Illustration 67 – Evolution du trait de côte d’Argelès-Plage (Argelès Centre) et du Racou entre 1978 et 2018, d’après Certain et al. (2020). Illustration du phénomène de rotation de plage entre 1999 et 2004 sur le Racou.	98
Illustration 68 - Schéma conceptuel du fonctionnement morphosédimentaire de la plage d’Argelès-sur-mer et du Racou, Certain et al. (2020).	99
Illustration 69 - Secteur de Argelès Racou, profils de référence, prises de vue et position de la caméra de suivi haute fréquence du trait de côte.....	99
Illustration 70 - Carte des traits de côte de novembre 2019 et de mai 2020 et évolution hivernale sur le site de la plage du Racou	100
Illustration 71 – Site de la Plage du Racou - Carte des déplacements sédimentaires pour la zone complète (plage émergée et plage immergée) pour la période Octobre 2014 – Mai 2020.	101
Illustration 72 – Site de la Plage du Racou - Cartes des déplacements sédimentaires pour la période Octobre 2014 – Novembre 2019, à gauche, et pour la période hivernale Novembre 2019 – Mai 2020, à droite.	102
Illustration 73 – Localisation du point photo et résultat des prises de vue en 2019 et 2020.....	103
Illustration 74 - Site de la Plage du Racou - Carte des déplacements sédimentaires pour la zone complète (plage émergée et plage immergée) pour la période mai 2020 – septembre 2020.	104
Illustration 75 – Tableau récapitulatif des volumes de sédiments déplacés pour la période d’octobre 2014 à septembre 2020.	104
Illustration 76 – Impacts à la côte de la tempête Gloria : photointerprétation et comparaison des orthophotographies et topographies des levés photogrammétriques ObsCat post-tempête du 25/01/2020 et de la campagne de novembre 2019.	105
Illustration 77 – Secteur de la plage du Racou - Cartes des traits de côte entre 1950 et 2008 (données DREAL) complétés par ceux des campagnes ObsCat de novembre 2019, mai et septembre 2020	106
Illustration 78 – Localisation du transect de végétation crée en 2021 au Racou.....	107
Illustration 79 – Aspect général de l’environnement dunaire sur le transect du Racou	107
Illustration 80 – Localisation de la cellule hydrosédimentaire 2	108
Illustration 81 - Secteur de Argelès Centre, profils de référence et prises de vue.....	109
Illustration 82 – Recul du trait de côte et érosion de la plage après la tempête du 28 nov 2020 au droit de la digue de haut de plage au sud de la promenade de la mer, plage des pins (source DDTM 66 – 30/11/2020)	109
Illustration 83 - Carte des traits de côtes de novembre 2019 et de mai 2020, et évolution hivernale sur le site d’Argelès Centre.....	110
Illustration 84 - Localisation du point photo et résultat des prises de vue en 2020.....	111
Illustration 85 - Localisation du point photo et résultat des prises de vue en 2019-2020	111
Illustration 86 – Secteur d’Argelès Centre - Cartes des déplacements sédimentaires pluri-annuels pour la période Octobre 2014 – Mai 2020.	113

Illustration 87 - Secteur d'Argelès Centre - Cartes des déplacements sédimentaires pour la période Octobre 2014 – Novembre 2019, à gauche, et pour la période hivernale Novembre 2019 – Mai 2020, à droite.	114
Illustration 88 – Recul du trait de côte et érosion au niveau du regard béton de l'émissaire de la station d'épuration d'Argelès-sur-Mer (source DDTM 66 30/11/2020)	114
Illustration 89 – Secteur Argelès Centre - Carte des déplacements sédimentaires pour la zone complète (plage émergée et plage immergée) pour la période Mai 2020-Septembre 2020.	115
Illustration 90 - Tableau récapitulatif des volumes de sédiments déplacés pour la période d'octobre 2014 à septembre 2020.	115
Illustration 91 – Secteur Argelès-Centre - Cartes des traits de côte entre 1950 et 2008 (données DREAL) complétés par ceux des campagnes ObsCat de novembre 2019, mai et septembre 2020.	117
Illustration 92 – Secteur Argelès-Marende, vue aérienne oblique	118
Illustration 93 – Suivi photographique de la plage de la Marende entre 2019 et 2020	119
Illustration 94 – Localisation du transect de l'végétation d'Argelès Marende	119
Illustration 95 - Localisation de la cellule hydrosédimentaire 3.	121
Illustration 96 - Secteur du Tech, localisation et point des prises de vue.	122
Illustration 97 - Migration embouchure du Tech post-crue 1940 (image remonterletemps.ign.fr et image google earth modifiée).	123
Illustration 98 - Carte des traits de côte de Novembre 2019 à Mai 2020 pour le secteur du Tech.	124
Illustration 99 - Site de l'embouchure du Tech - Cartes des déplacements sédimentaires pour la période Octobre 2014 – Mai 2020, à gauche, et pour la période hivernale Novembre 2019 – Mai 2020, à droite.	126
Illustration 100 - Débit du Tech pour la période de janvier 2020 à mai 2020 (banque hydro, hydro.eaufrance.fr).....	127
Illustration 101 - Site de l'embouchure du Tech - Cartes des déplacements sédimentaires pour la zone complète (plage immergée et plage émergée) pour la période mai 2020 à septembre 2020.	128
Illustration 102 - Tableau récapitulatif des volumes de sédiments déplacés pour la période d'octobre 2014 à septembre 2020.	128
Illustration 103 - Impacts à la côte de la tempête Gloria : photointerprétation et comparaison des orthophotographies et topographies des levés photogrammétriques ObsCat post-tempête du 25/01/2020 et de la campagne de novembre 2019.	129
Illustration 104 – Secteur du Tech - Cartes des traits de côte entre 1950 et 2008 (données DREAL) complétés par ceux des campagnes ObsCat de novembre 2019, mai et septembre 2020	131
Illustration 105 – Localisation du point photo et résultat des prises de vue en 2019 et 2020... ..	132
Illustration 106 - Localisation de la cellule hydrosédimentaire 4.	133
Illustration 107 - Secteur de Saint-Cyprien Sud, dunes et plage, profils de référence et prises de vue.	134
Illustration 108 – Secteur de Saint-Cyprien Sud - Cartes des traits de côte entre 1850 et 2010 (données DREAL) complétés par ceux des campagnes ObsCat de novembre 2019, mai et septembre 2020.	136
Illustration 109 - Localisation du point photo et résultat des prises de vue en 2019 et 2020....	137

Illustration 110 - Carte des traits de côtes novembre 2019 et mai 2020 et évolution hivernale sur le site de Saint Cyprien sud.....	138
Illustration 111 - Site de Saint Cyprien Sud - Cartes des déplacements sédimentaires pour la période Octobre 2014 – Novembre 2019, à gauche, et pour la période hivernale Novembre 2019 – Mai 2020, à droite.	139
Illustration 112 - Localisation du point photo et résultat des prises de vue en 2019 et 2020 ...	141
Illustration 113 - Impacts à la côte de la tempête Gloria : photointerprétation et comparaison des orthophotographies et topographies des levés photogrammétriques ObsCat post-tempête du 25/01/2020 et de la campagne de novembre 2019.....	142
Illustration 114 – Localisation du transect de végétation Saint-Cyprien Sud.....	143
Illustration 115 – Figuiers de Barbarie (à gauche) et Euphorbe des dunes (à droite) sur le transect Saint-Cyprien Sud.....	143
Illustration 116 – Paronyque argentée sur le transect Saint-Cyprien Sud	144
Illustration 117 - Localisation de la cellule hydrosédimentaire 5	145
Illustration 118 - Secteur de Saint-Cyprien Nord, profils de référence et prises de vue.	146
Illustration 119 - Secteur de Saint-Cyprien Nord - Cartes des traits de côte entre 1850 et 2010 (données DREAL) complétés par ceux des campagnes ObsCat de novembre 2019, mai et septembre 2020	147
Illustration 120 - Carte des traits de côte novembre 2019 et mai 2020 et évolution hivernale sur le site de Saint-Cyprien Nord.....	148
Illustration 121 - Site de Saint Cyprien Nord - Cartes des déplacements sédimentaires pour la période Octobre 2014 – Novembre 2019, à gauche, et pour la période hivernale Novembre 2019 – Mai 2020, à droite.	149
Illustration 122 - Site de Saint Cyprien Nord - Cartes des déplacements sédimentaires pluri-annuels pour la période Octobre 2014 – Mai 2020.	150
Illustration 123 - Site de Saint Cyprien Nord - Carte des déplacements sédimentaires pour la zone complète (plage immergée et plage émergée) pour la période mai 2020 à septembre 2020.	151
Illustration 124 - Tableau récapitulatif des volumes de sédiments déplacés pour la période d'octobre 2014 à septembre 2020.....	151
Illustration 125 - Localisation des points photo et résultat des prises de vue en 2019 et 2020	153
Illustration 126 - Localisation de la cellule hydro-sédimentaire 6.....	154
Illustration 127 – Emprise du levé photogrammétrique (en vert) et localisation des transects de végétation sur le lido de Canet (en orange).	155
Illustration 128 – Comparaison des altimétries 2018 et 2020 et évolutions morphologiques du cordon dunaire de Canet Sud.	156
Illustration 129 – Localisation des transects de végétation sur le lido de l'étang de Canet.....	157
Illustration 130 – Cordon dunaire du lido de Canet – A gauche illustration du taux de recouvrement en lien avec la présence du raisin de mer. A droite, matérialisation du transect d'observation sur la large dune grise.	157
Illustration 131 – Oyat (<i>Ammophila arenaria</i>) et <i>Euphorbia Péplis</i> observable sur le lido de l'étang de Canet.	158
Illustration 132 – Dépression dunaire visible en dune fixée sur le transect Canet Etang Sud..	159
Illustration 133 – Exemples de faiblesses dans la continuité des habitats dunaires sur le secteur de l'étang de Canet.....	159

Illustration 134 – Somme globale des 6 indicateurs de l'état de conservation de 2019 à 2021 (Taux de recouvrement, continuité de peuplement, dynamique de végétation, représentativité, strate bryophytique et typicité floristique).....	159
Illustration 135 - Secteur de Canet Sud, profils de référence et prises de vue.	160
Illustration 136 - Carte des traits de côte de novembre 2019 et de mars 2020 et évolution hivernale sur le secteur de Canet Sud.	161
Illustration 137 - Cartes des déplacements sédimentaires du secteur de Canet Sud, hiver 2019-2020 à gauche (novembre-mars) et été 2020 à droite (mai-septembre).....	162
Illustration 138 - Carte annuelle des sédiments déplacés entre avril 2019 et mars 2020 pour le secteur de Port Canet Sud.....	163
Illustration 139 - Tableau récapitulatif des volumes de sédiments déplacés pour la période d'octobre 2014 à septembre 2020.	163
Illustration 140 - Bilans sédimentaires cumulés zone complète et zone émergée entre octobre 2014 et septembre 2020 pour le secteur de Canet Sud port.....	164
Illustration 141 - Carte des traits de côte entre octobre 2013 et septembre 2020 pour le secteur de Canet Sud du port.....	165
Illustration 142 - Localisation de la cellule hydro-sédimentaire 7.....	166
Illustration 143 - Secteur Nord du Port de Canet, profils de référence et prises de vue.....	167
Illustration 144 – Suivi photographique de Canet Nord digue portuaire. Prises de vue vers le Nord-Ouest entre 2018 et 2020.	169
Illustration 145 - Carte des traits de côte de novembre 2019 et de mars 2020 et évolution hivernale sur le secteur de Canet Nord.....	170
Illustration 146 - Cartes saisonnières des déplacements sédimentaires du secteur de Canet Nord, hiver 2019-2020 à gauche (novembre - mars) et été 2020 à droite (mars – septembre).....	172
Illustration 147 - Photographie prise le 18 septembre 2020, site de Canet Nord.....	173
Illustration 148 – Carte des sédiments déplacés entre avril 2019 et mars 2020 pour le secteur de Canet Nord.....	173
Illustration 149 - Tableau récapitulatif des volumes de sédiments déplacés pour la période de l'été 2019 à septembre 2020.	174
Illustration 150 - Impacts à la côte de la tempête Gloria : photointerprétation et comparaison des orthophotographies et topographies des levés photogrammétriques ObsCat post-tempête du 25/01/2020 et de la campagne de novembre 2019.	175
Illustration 151 - Bilans sédimentaires cumulés zone complète et zone émergée entre octobre 2013 et septembre 2020 pour le secteur de Canet Nord Sardinal.	176
Illustration 152 - Carte des traits de côte entre octobre 2013 et septembre 2020 pour le secteur de Canet Nord Sardinal.	177
Illustration 153 - Secteur de l'embouchure de la Têt, profils de référence et prises de vues. ..	178
Illustration 154 - Débit de la Têt du mois de janvier 2020, station de perpignan, banque hydro.eaufrance.fr.....	179
Illustration 155 - Suivi photographique de le Têt. Prises de vue vers le Nord entre 2019 et 2020.	179
Illustration 156 - Carte des traits de côte de Novembre 2019 et Mars 2020 pour le secteur de la Têt.	180
Illustration 157 - Carte annuelle et carte saisonnière des déplacements sédimentaires du secteur de la Têt. Avril 2019 – Mars 2020 à gauche et été 2020 à droite (mars 2020 – septembre 2020).....	181

Illustration 158 - Tableau récapitulatif des volumes de sédiments déplacés pour la période d'octobre 2014 à septembre 2020.....	182
Illustration 159 - Bilans sédimentaires cumulés des zones complètes et émergées entre septembre 2014 et septembre 2020 pour le secteur de la Têt.....	183
Illustration 160 - Carte des traits de côtes entre octobre 2013 et septembre 2020 pour le secteur de la Têt.....	184
Illustration 161 - Secteur de Sainte-Marie, profils de référence et prises de vue.	185
Illustration 162 – Suivi photographique de la Crouste entre 2018 et 2021.	186
Illustration 163 – Suivi photographique de Sainte-Marie profil SteMarieC (centre) entre 2019 et 2021.	187
Illustration 164 – Suivi photographique de Sainte-Marie profil BT064040, haut de plage entre 2019 et 2021.	187
Illustration 165 – Suivi photographique de Sainte-Marie épi4 (école de voile) entre 2019 et 2021	188
Illustration 166 – Suivi photographique de Sainte-Marie profil BT063940, haut de plage entre 2019 et 2021.	188
Illustration 167 - Carte des traits de côte de Novembre 2019 et de Mars 2020 et évolution hivernale pour le secteur de la plage de Sainte-Marie.....	189
Illustration 168 - Carte saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre Avril 2019 et Novembre 2019 pour le site de Sainte-Marie-la-Mer.....	190
Illustration 169 - Cartes saisonnières des déplacements sédimentaires du secteur de Sainte-Marie, hiver 2019-2020 à gauche (novembre - mars) et été 2020 à droite (mars 2020 – septembre 2020).....	191
Illustration 170 - Tableau récapitulatif des volumes de sédiments déplacés pour la période d'été 2019 à septembre 2020.....	191
Illustration 171 - Impacts à la côte de la tempête Gloria : photointerprétation et comparaison des orthophotographies et topographies des levés photogrammétriques ObsCat post-tempête du 25/01/2020 et de la campagne de novembre 2019.....	192
Illustration 172 - Bilans sédimentaires cumulés zone complète et zone émergée entre avril 2014 et septembre 2020 pour le secteur de Sainte-Marie.	193
Illustration 173 – Localisation des zones de calcul pour le bilan sédimentaire de la plage au nord du système de défense de Sainte-Marie.	194
Illustration 174 – Bilans sédimentaires cumulés sur la plage au nord du dernier épi du système de défense de Sainte-Marie Centre – Emprise large. Les barres verticales indiquent les rechargements réalisés sur l'ensemble du secteur Saint-Marie Centre (et leur volume en m ³), incluant également ce site.	195
Illustration 175 - Bilans sédimentaires cumulés sur la plage au nord du dernier épi du système de défense de Sainte-Marie Centre – Emprise restreinte. Les barres verticales indiquent les rechargements réalisés sur l'ensemble du secteur Saint-Marie Centre (et leur volume en m ³), incluant également ce site.....	195
Illustration 176 - Carte des traits de côte entre octobre 2013 et septembre 2020 pour le secteur de Sainte-Marie Centre.....	197
Illustration 177 – Comparaison des altimétries 2016, 2018 et 2020 et évolutions morphologiques du cordon dunaire de Sainte-Marie.	199
Illustration 178 – Localisation des transects de végétation à Sainte-Marie.	200
Illustration 179 – Aspect général du transect Sainte-Marie centre et présence de Chiendent des Sables	200

Illustration 180 – Evolution du taux de recouvrement depuis 2014 sur le transect de Sainte-Marie centre	201
Illustration 181 – Aspect général du transect de Sainte-Marie camping.	201
Illustration 182 – Evolution du taux de recouvrement sur le transect de Sainte-Marie camping entre 2015 et 2021	202
Illustration 183 - Localisation de la cellule hydrosédimentaire 8.	203
Illustration 184 - Secteur de l'embouchure du Bourdigou, profils de référence et prises de vues.	204
Illustration 185 – Suivi photographique du Bourdigou Nord, bas de plage entre 2018 et 2021.	205
Illustration 186 - Carte des traits de côte de novembre 2019 à mars 2020 pour le secteur du Bourdigou.	206
Illustration 187 – Carte annuelle et carte saisonnière des déplacements sédimentaires du secteur du Bourdigou. Avril 2019 – Mars 2020 à gauche et été 2020 à droite (mars 2020 – septembre 2020).	208
Illustration 188 - Tableau récapitulatif des volumes de sédiments déplacés pour la période de l'été 2019 à septembre 2020.	208
Illustration 189 – Bilans sédimentaires cumulés des zones complètes et émergées entre avril 2015 et septembre 2020 pour le secteur du Bourdigou.	209
Illustration 190 – Carte des traits de côte entre octobre 2013 et septembre 2020 sur le secteur du Bourdigou.	211
Illustration 191 – Localisation des transects de végétation au Bourdigou	211
Illustration 192 – Evolution de l'environnement dunaire au Nord de l'embouchure du Bourdigou entre 2014 et 2018 (photo-aériennes ObsCat)	211
Illustration 193 – Présence d'invasives sur le cordon dunaire de Ste-Marie nord / Torreilles Sud.	212
Illustration 194 – Nid de Gravelots à collier interrompu au Nord de l'embouchure du Bourdigou en Juin 2020.	212
Illustration 195 - Secteur de Torreilles, profils de références et prises de vue.	213
Illustration 196 – Suivi photographique de Torreilles, profil centre entre 2017 et 2019.	214
Illustration 197 – Carte des traits de côte de Novembre 2019 et de Mars 2020 et évolution hivernale pour le secteur de la plage de Torreilles.	215
Illustration 198 - Carte saisonnière des déplacements sédimentaires du secteur de Torreilles entre Avril 2019 et Novembre 2019.	216
Illustration 199 - Cartes saisonnières des déplacements sédimentaires du secteur de Torreilles, hiver 2019-2020 à gauche (novembre - mars) et été 2020 à droite (mai 2020 – septembre 2020).	217
Illustration 200 - Carte des déplacements sédimentaires pour la période annuelle Avril 2019-Mars 2020, exemple du site de Torreilles.	218
Illustration 201 - Tableau récapitulatif des volumes de sédiments déplacés pour la période d'octobre 2014 à septembre 2020.	218
Illustration 202 - Impacts à la côte de la tempête Gloria : photointerprétation et comparaison des orthophotographies et topographies des levés photogrammétriques ObsCat post-tempête du 25/01/2020 et de la campagne de novembre 2019.	219
Illustration 203 - Bilans sédimentaires cumulés zone complète et zone émergée entre octobre 2013 et septembre 2020 pour le secteur de Torreilles.	220
Illustration 204 - Carte des traits de côte entre octobre 2013 et septembre 2020 pour le secteur de Torreilles.	222

Illustration 205 – Evolution morphologique de l’environnement dunaire de Torreilles entre 2018 et 2020.	224
Illustration 206 - Evolution des profils topographiques de l’environnement dunaire de Torreilles entre 2016 et 2018.	225
Illustration 207 – Localisation du transect de végétation au village des sables.	225
Illustration 208 –Aspect général du transect du Village des Sables à Torreilles.	226
Illustration 209 – Raisin de mer (Ephedra) à gauche et Œillet de Catalogne à droite.	226
Illustration 210 – Suivi photographique de Torreilles blockhaus, haut de plage entre 2019 et 2021	227
Illustration 211 - Localisation de la cellule 9.	228
Illustration 212 - Secteur de l'embouchure de l'Agly, profils de référence et prises de vue.	230
Illustration 213 – Carte des traits de côte entre novembre 2019 et mai 2020 pour le secteur de l'Agly.	231
Illustration 214 – Suivi photographique de Torreilles Agly entre 2019 et 2020.	232
Illustration 215 – Suivi photographique de Barcarès Agly entre 2019 et 2020.	232
Illustration 216 - Cartes saisonnières des déplacements sédimentaires du secteur de l’embouchure de l’Agly, hiver 2019-2020 à gauche (novembre - mai) et été 2020 à droite (mai 2020 – septembre 2020).	233
Illustration 217 - Tableau récapitulatif des volumes de sédiments déplacés pour la période de l’été 2019 à septembre 2020.	234
Illustration 218 - Bilans sédimentaires cumulés zone complète et zone émergée entre avril 2015 et septembre 2020 pour le secteur de l'Agly.	235
Illustration 219 - Cartes des traits de côte entre octobre 2013 et avril 2020 pour le secteur de l'Agly.	236
Illustration 220 - Secteur de Port Barcarès Sud, profils de référence et prises de vue.	237
Illustration 221 – Suivi photographique de Barcarès Sud – haut de plage entre 2019 et 2020	238
Illustration 222 – Suivi photographique de Barcarès village entre 2019 et 2020.	238
Illustration 223 - Carte des traits de côte de Novembre 2019 et de Mars 2020 et évolution hivernale sur le secteur de Port-Barcarès Sud.	239
Illustration 224 – Visualisation dans le MNT LiDAR de mai 2020, de la signature topographique des tas de sable déposés sur la plage lors du dragage du port réalisé en janvier 2020 après la tempête Gloria (photo source youtube – Port-Barcarès TV).	240
Illustration 225 - Carte saisonnière des déplacements sédimentaires entre Avril 2019 et Novembre 2019, été (et automne) 2019 pour le site de Port Barcarès-Sud.	241
Illustration 226 - Cartes saisonnières des déplacements sédimentaires du secteur de Port-Barcarès Sud, hiver 2019-2020 à gauche (novembre - mars) et été 2020 à droite (mai 2020 - septembre 2020).	242
Illustration 227 - Tableau récapitulatif des volumes de sédiments déplacés pour la période de l’été 2019 à septembre 2020.	242
Illustration 228 - Bilans sédimentaires cumulés zone complète et zone émergée entre octobre 2013 et septembre 2020 pour le secteur de Port-Barcarès sud.	243
Illustration 229 - Carte des traits de côte entre octobre 2013 et septembre 2020 pour le secteur de Port-Barcarès Sud.	245
Illustration 230 - Localisation de la cellule hydro-sédimentaire 10.	245

Illustration 231 - Secteur de Port Barcarès Nord, profils de référence et prises de vue.	247
Illustration 232 – Suivi photographique de Barcarès épis. Prises de vue entre 2019 et 2021. .	248
Illustration 233 – Suivi photographique de Barcarès Miramars, prises de vue entre 2019 et 2021.	248
Illustration 234 - Morphologie de la plage, entre les 2 premiers brises-lames entre 2019 et 2020	249
Illustration 235 - Baladoir et dune relique le long des résidences Miramars.	249
Illustration 236 - Suivi photographique de Barcarès ganivelles entre 2019 et 2021.	250
Illustration 237 - Carte des traits de côte de novembre 2019 et de mai 2020 et évolution hivernale sur le secteur de Port Barcarès Nord.	251
Illustration 238 - Carte saisonnière des déplacements sédimentaires entre Avril 2019 et Novembre 2019 (été et automne 2019) pour le site de Port Barcarès Nord.	253
Illustration 239 - Cartes saisonnières des déplacements sédimentaires du secteur de Port Barcarès Nord, hiver 2019-2020 à gauche (novembre 2019 – mai 2020) et été 2020 à droite (mai - septembre).	254
Illustration 240 - Cartes des déplacements sédimentaires annuels du secteur de Port Barcarès Nord, avril 2019/mai 2020.	254
Illustration 241 - Tableau récapitulatif des volumes de sédiments déplacés pour la période de l'été 2019 à septembre 2020.	255
Illustration 242 - Dates des traits de côte retenus pour l'analyse des évolutions d'octobre 2014 à décembre 2020 du secteur de Port Barcarès Nord. Les dates surlignées en saumon sont celles ajoutées pour l'année 7 de l'ObsCat. En gras, les dates des images disponibles et retenues pour les tempêtes.	256
Illustration 243 - Evolution du trait de côte sur le littoral du secteur de Port Barcarès Nord par suivi vidéo haute fréquence. Les flèches jaune et valeurs indiquent l'amplitude des mouvements de juin 2019 à décembre 2020.	257
Illustration 244 - Analyse temporelle de la position du trait de côte par suivi vidéo haute fréquence du secteur de Port Barcarès Nord.	258
Illustration 245 - Bilans sédimentaires cumulés zone complète et zone émergée entre octobre 2013 et septembre 2020 pour le secteur de Port Barcarès Nord.	259
Illustration 246 - Carte des traits de côte entre octobre 2013 et septembre 2020 pour le secteur de Port-Barcarès Nord.	260
Illustration 247 - Comparaison des altimétries 2018 et 2020 et évolutions morphologiques du cordon dunaire de Port-Barcarès nord.	261
Illustration 248 - Comparaison des altimétries 2015 et 2018 et évolutions morphologiques du cordon dunaire de Port-Barcarès nord.	262
Illustration 249 – Localisation du transect de végétation à Port Barcarès Nord.	263
Illustration 250 – Evolution de la part de recouvrement végétal (en %) sur le cordon dunaire de Port barcarès nord entre 2015 et 2021.	263
Illustration 251 – Forte présence d'espèces invasives sur le cordon dunaire de Barcarès Nord.	264
Illustration 252 – Emprise du levé photogrammétrique et localisation des transects de végétation au Mas de l'Isle	265
Illustration 253 – Evolution des profils topographiques de l'environnement dunaire du Mas de l'Isle au Barcarès entre 2016 et 2018.	266
Illustration 254 – Comparaison des altimétries 2018 et 2020 et évolutions morphologiques du cordon dunaire du Mas de l'Isle entre septembre 2018 et septembre 2020.	267

Illustration 255 – Localisation des transects de végétation au Mas de l’Isle.....	267
Illustration 256 – Aspect général de l’environnement dunaire sur les transects du Mas de l’Isle.....	268
Illustration 257 – Aspect général de l’environnement dunaire lors de la floraison au Mas de l’Isle.....	268
Illustration 258 - Secteur Lydia, profils de référence et prises de vues.	269
Illustration 259 - Suivi photographique de Barcarès Lydia entre 2019 et 2020.	270
Illustration 260 - Carte des traits de côte de novembre 2019 et de mai 2020 et évolution hivernale sur le secteur du Lydia.....	271
Illustration 261 - Carte saisonnière des déplacements sédimentaires du secteur du Lydia, été et automne 2019 (avril à novembre).....	273
Illustration 262 - Cartes saisonnières des déplacements sédimentaires du secteur du Lydia, hiver 2019-2020 à gauche (novembre 2019 - mai 2020) et été 2020 à droite (mai - septembre).....	274
Illustration 263 - Cartes des déplacements sédimentaires du secteur du Lydia, pour la période annuelle Avril 2019/Mai 2020.	275
Illustration 264 - Tableau récapitulatif des volumes de sédiments déplacés pour la période de l’été 2019 à septembre 2020.....	275
Illustration 265 - Bilans sédimentaires cumulés zone complète et zone émergée entre octobre 2013 et septembre 2020 pour le secteur du Lydia.	276
Illustration 266 - Carte des traits de côte entre octobre 2013 et septembre 2020 pour le secteur du Lydia.	278
Illustration 267 - Comparaison des altimétries avril 2018 et mai 2020 et évolutions morphologiques du cordon dunaire du Lydia. Captures orthophotographie levé LiDAR mai 2020.....	280
Illustration 268 - Secteur Sud Port Leucate, profils de référence et prises de vues.	281
Illustration 269 - Impacts à la côte de la tempête Gloria : photointerprétation et comparaison des orthophotographies et topographies des levés photogrammétriques ObsCat post-tempête du 25/01/2020 et de la campagne de novembre 2019.....	282
Illustration 270 – Aspect général de l’environnement dunaire de Port Barcarès	283
Illustration 271 – Anthemis maritime (à gauche) et Panicaut maritime (à droite)	283
Illustration 272 - Localisation de la cellule 11.....	284
Illustration 273 – Secteur de Leucate Village naturistes, profils de référence et prises de vue.....	285
Illustration 274 – Secteur de Leucate Village naturistes, prises de vue entre 2019 et 2020.	286
Illustration 275 - Carte des traits de côte de novembre 2019 et de mai 2020 et évolution hivernale sur le secteur du Village naturistes.....	288
Illustration 276 – Carte saisonnière des déplacements sédimentaires du secteur du Village naturistes, été et automne 2019 (avril à novembre).....	290
Illustration 277 - Cartes saisonnières des déplacements sédimentaires du secteur du Village naturistes, hiver 2019-2020 à gauche (novembre 2019 – mai 2020) et été 2020 à droite (mai – septembre).....	290
Illustration 278 - Carte des déplacements sédimentaires du secteur du village naturistes, pour la période annuelle Avril 2019/Mai 2020.	291
Illustration 279 - Tableau récapitulatif des volumes de sédiments déplacés pour la période de l’été 2019 à septembre 2020.....	291
Illustration 280 - Dates des traits de côte retenus pour l’analyse des évolutions de décembre 2018 à décembre 2020 du secteur du village naturiste. Les dates surlignées en saumon	

	sont celles ajoutées pour l'année 7 de l'ObsCat. En gras, les dates des images disponibles et retenues pour les tempêtes.	292
Illustration 281	– Evolution du trait de côte sur le littoral du secteur du village naturistes de Leucate par suivi vidéo haute fréquence. Les flèches jaune et valeurs indiquent l'amplitude des mouvements sur la période de décembre 2018 à décembre 2020.	294
Illustration 282	– Positions extrêmes (plus reculées, plus avancées) du trait de côte au cours de la période décembre 2018 – Décembre 2020, et reculs maximum enregistrés lors de la tempête Gloria de janvier 2020.....	296
Illustration 283	- Impacts à la côte de la tempête Gloria : photointerprétation et comparaison des orthophotographies et topographies des levés photogrammétriques ObsCat post-tempête du 25/01/2020 et de la campagne de novembre 2019.	298
Illustration 284	- Bilans sédimentaires cumulés (zone complète et zone émergée) entre septembre 2015 et septembre 2020 pour le secteur du Village naturistes de Leucate. ...	299
Illustration 285	- Carte des traits de côte entre septembre 2015 et septembre 2020 pour le secteur du Village naturistes de Leucate.....	300
Illustration 286	– Localisation de la cellule hydro-sédimentaire 12.	301
Illustration 287	– Aperçu général du transect de Leucate Mourets	302
Illustration 288	– Limonium (à gauche) et Diotis blanc (à droite) sur le transect de Leucate Mourets	302
Illustration 289	– Cuscute (source : jardinsdefrance.org).....	303
Illustration 290	– Exemples de perturbations d'origine anthropique sur l'environnement dunaire de Leucate Mourets : nettoyage mécanique (à gauche), piétinement (au centre et à droite)	303
Illustration 291	– Secteur de Leucate plage, profils de référence et prises de vue.	304
Illustration 292	– Suivi photographique de Leucate plage, au niveau du profil de référence Leucate6. entre 2019 et 2020.....	305
Illustration 293	- Carte des traits de côte de novembre 2019 et de mai 2020 et évolution hivernale pour le secteur de Leucate-Plage.	306
Illustration 294	– Carte des déplacements sédimentaires du secteur de Leucate-plage au cours de l'été-automne 2019 (avril à novembre).	308
Illustration 295	- Cartes saisonnières des déplacements sédimentaires du secteur de Leucate-plage, hiver 2019-2020 à gauche (novembre 2019 - mai 2020) et été 2020 à droite (mai - septembre).	308
Illustration 296	– Carte des déplacements sédimentaires du secteur de Leucate plage, pour la période annuelle avril 2019/mai 2020.....	309
Illustration 297	- Tableau récapitulatif des volumes de sédiments déplacés pour la période de l'été 2019 à septembre 2020.	309
Illustration 298	- Bilans sédimentaires cumulés zone complète et zone émergée entre septembre 2015 et septembre 2020 pour le secteur de Leucate Plage.....	310
Illustration 299	- Carte des traits de côte et évolution entre septembre 2015 et septembre 2020 pour le secteur de Leucate Plage.	311
Illustration 300	– Synthèse des résultats morphosédimentaires de l'année 7 – Evolution sédimentaire des secteurs ObsCat, zone émergée et zone immergée (cm/m ²) Avril 2019 / Septembre 2020.	315
Illustration 301	- Synthèse des résultats morphosédimentaires – Evolution sédimentaire pluri-annuelle des secteurs ObsCat, zone émergée et zone immergée (cm/m ²)....	316

Liste des annexes

Annexe 1 Fiche de terrain pour les relevés de végétation dunaire	325
------------------------------------------------------------------------	-----

1. Introduction

Située dans le Golfe du Lion, la côte sableuse catalane est une unité hydro-sédimentaire de 44 km orientée nord-sud, s'étendant du Racou au sud au cap Leucate au nord et constituant la bordure littorale de la plaine du Roussillon (Illustration 1). A la fois basse et très aménagée, cette côte est fortement vulnérable aux tempêtes marines et aux aléas associés d'érosion côtière et de submersion marine.

Dans ce contexte, Perpignan Méditerranée Métropole (PMM), dont les 4 communes côtières (Le Barcarès, Torreilles, Sainte-Marie-la-Mer et Canet-en-Roussillon) couvrent 23 km de ce linéaire, a initié une démarche de suivi afin de mieux comprendre la dynamique en action et entreprendre une gestion cohérente et intégrée de son territoire littoral.

Ainsi, l'observatoire de la côte sableuse catalane (ObsCat) a été lancé en mi-2013 sur les quatre communes de l'agglomération, en attendant le rattachement des autres territoires : Leucate en 2015, la Communauté de communes Sud Roussillon avec Saint-Cyprien et la Communauté de communes Albères-Côte Vermeille-Illibéris avec Elne et Argelès-sur-Mer début 2020 (Illustration 1).

Depuis 2013, l'ObsCat a connu deux cycles de conventionnement : cycle 1 2013-2016 et cycle 2 2016-2019. Le cycle 3 2020-2023 a démarré avec la signature en février 2020 d'une nouvelle convention de partenariat élargi à présent à l'ensemble des communes littorales de l'unité sédimentaire du Roussillon, depuis Leucate au nord (Leucate-plage) et Argelès-sur-Mer (Le Racou) au sud.

Les suivis de l'ObsCat comptent aujourd'hui 17 secteurs de relevés topo-bathymétriques et 8 cordons dunaires (Illustration 2).

Ce projet est aujourd'hui cofinancé par l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, PMM (incluant Le Barcarès, Torreilles, Ste-Marie-la-Mer et Canet-en-Roussillon), la Ville de Leucate, la Communauté de communes Sud Roussillon (avec Saint-Cyprien) et la Communauté de communes Albères-Côte Vermeille-Illibéris (avec Elne et Argelès-sur-Mer), le FEDER (Région Occitanie) et la subvention pour charge de service public du BRGM. Son animation est assurée par l'AURCA (Agence d'Urbanisme Catalane).

L'ObsCat comporte 4 missions principales :

Volet 1 : l'observation et l'acquisition de données ;

Volet 2 : la bancarisation des données ;

Volet 3 : l'expertise et l'interprétation des données ;

Volet 4 : la communication et la valorisation des données.

L'animation de l'OBSCAT est assurée par l'AURCA, partenaire du BRGM, tout au long de la mise en œuvre de l'observatoire.

Un rapport technique, rattaché aux volets 1 et 3, a été produit jusqu'au cycle 2 inclus (2016-2019) pour chaque « année ObsCat » à cheval sur 2 années calendaires, incluant les interprétations

des campagnes de l'automne de l'année n et du printemps de l'année n+1¹. A compter du cycle 3, 2020 – 2023, les années ObsCat deviennent calendaires incluant les campagnes du printemps et de l'automne de chaque année. Les rapports techniques se calqueront sur cette nouvelle organisation.

Une synthèse intermédiaire est également rédigée au mois de septembre de chaque année (avant ou après la campagne d'acquisition de données d'automne) présentant les acquisitions de données réalisées au printemps, l'avancement de leur traitement et un planning prévisionnel des acquisitions de l'automne et de la rédaction du rapport technique annuel (fin mars de l'année n+1).

Ce premier rapport technique cycle 3 pour l'année 7 intègre les données des campagnes de mesures de terrain de l'automne 2019, du printemps 2020 et de l'automne 2020. Il présente un diagnostic de l'état de la dynamique sédimentaire sur les secteurs identifiés par PMM, la commune de Leucate, la CCSR et la CCACVI comme « sensibles » en matière de gestion de leur trait de côte. 16 secteurs de plage ont été traités (incluant 4 embouchures) et 6 secteurs de dunes. Sur chacun d'entre eux, seront abordées les problématiques de « disponible sédimentaire » des plages, de dynamique du trait de côte et des barres d'avant-côte, des embouchures, des dunes, des aménagements et des usages côtiers.

Le rapport présente dans un premier temps la méthode mise en œuvre pour les suivis et les données acquises. Puis pour chaque cellule sédimentaire, l'évolution récente de chaque site suivi et une synthèse seront proposés.

Ce rapport sert de base à la rédaction de fiches de synthèse par cellule, elles regroupent les informations essentielles en lien avec les observations réalisées sur les secteurs instrumentés mais également des illustrations et analyses sur l'ensemble du périmètre ObsCat. L'ensemble des informations est ensuite mis à disposition sur le site Internet de l'Observatoire : www.obscat.fr

¹ Année 1 : BRGM/RP-63774-FR ; année 2 : BRGM/RP-64945-FR ; année 3 : BRGM/RP-66077-FR ; année 4 : BRGM/RP-67386-FR ; année 5 : BRGM/RP-68515-FR ; année 6 : BRGM/RP-69911-FR

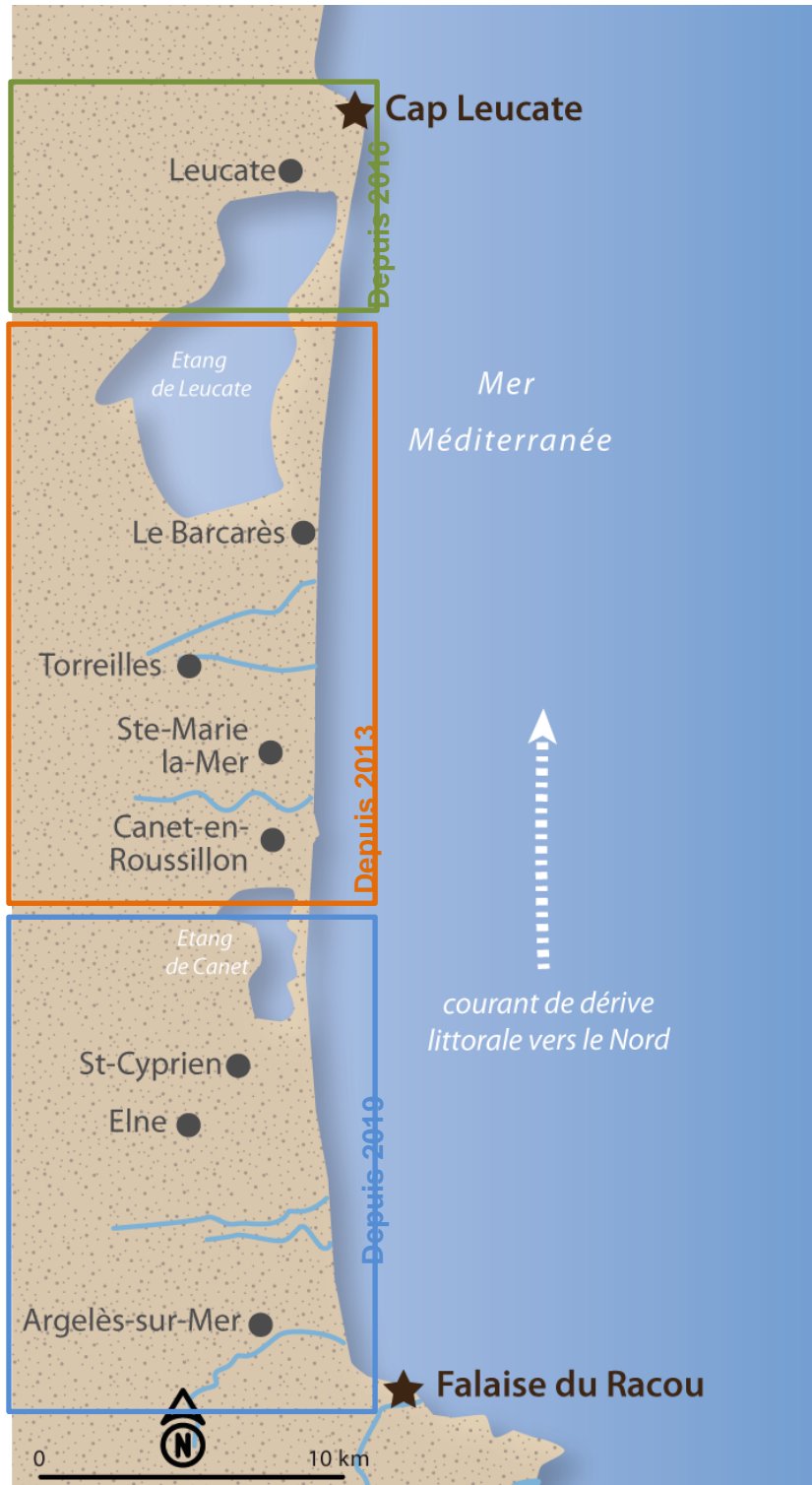


Illustration 1 - Localisation de la zone d'étude.



Illustration 2 – Localisation des secteurs suivis pour le cycle 3 de l’ObsCat.

2. Méthodes d'observation mises en œuvre

Le tableau ci-dessous (Illustration 3) fait la synthèse des différents types d'indicateurs observés dans le cadre de l'année 7 de l'observatoire. Les méthodes d'acquisition de ces indicateurs sont détaillées dans les chapitres suivants.

Indicateur	Méthode d'acquisition	Producteur	Localisation
Trait de côte	Levés topographiques DGPS, photogrammétriques et LiDAR	Traitements et interprétation BRGM Acquisitions : BRGM (DGPS) Sub C Marine et Global Geomatic France	Sites sensibles de plage
	Imagerie vidéo	BRGM	Port Barcarès Nord
	Imagerie vidéo	BRGM	Leucate village naturiste
Morphologie des plages / profils de plage	Levés topographiques DGPS, photogrammétriques et LiDAR	Traitements et interprétation BRGM Acquisitions : BRGM (DGPS) Sub C Marine et Global Geomatic France	Sites sensibles de plage
Bathymétrie/ mouvement des barres	Levés bathymétriques	BRGM	Sites sensibles de plage
Morphologie, évolution altimétrique des cordons dunaires	Levé photogrammétrique et LiDAR	Traitements et interprétation BRGM Acquisitions : Sub C Marine et Global Geomatic France	Cordons dunaires du Lydia, du Mas de l'Isle, de Barcarès Nord, Torreilles plage, Ste-Marie et Canet lido
Morphologie des embouchures	Photo-interprétation	BRGM	Agly, Bourdigou, Têt et Tech
	Levés topo-bathymétriques	Traitements et interprétation : BRGM Acquisitions : Sub C Marine	
	Levé photogrammétrique et LiDAR	Traitements et interprétation : BRGM Acquisitions : Sub C Marine et Global Geomatic France	
Forçages hydro climatiques	Marégraphes, houlographes, stations météo, stations hydrométriques	REFMAR/ CANDHIS/Météociel/SPC	Stations de Leucate, Banyuls, Port La Nouvelle, Port Vendres, Rivesaltes, Perpignan
Différentiels volumétriques saisonniers et annuels	Levés topo-bathymétriques	BRGM	Sites sensibles de plage
Paysage	Suivi photographique	AURCA	Sites sensibles de plage

Illustration 3 - Tableau de synthèse des données collectées au cours de l'année 7 de l'ObsCat.

2.1. LE SUIVI TOPO-BATHYMETRIQUE

Les campagnes de levés topo-bathymétriques sont réalisées deux fois par an : la première campagne a lieu à la fin de la saison estivale (septembre/octobre), et la seconde à la fin de l'hiver (mars/mai). Des levés ponctuels peuvent également avoir lieu après un événement météo-marin de forte intensité afin de réaliser un suivi post-tempête comme cela a été le cas, à titre expérimental, le 6 mars 2018 à la suite de la tempête des 28/02 et 01/03/2018, et en janvier 2020 après la tempête Gloria.

Les levés sont réalisés à chaque campagne sur l'ensemble des 17 secteurs d'intérêt identifiés aujourd'hui dans le cycle 3 de l'ObsCat. Jusqu'en 2020, avant la crise sanitaire COVID19, Les levés topographiques et bathymétriques étaient exécutés en simultané par deux équipes (une à terre, l'autre en mer). Depuis mai 2020, la topographie des plages est acquise par la technologie LiDAR aéroportée. Le levé bathymétrique est toujours assuré par une équipe en mer sur une embarcation semi-rigide. Le levé LiDAR topographique est réalisé au plus proche du levé bathymétrique de sorte à limiter les d'écarts morphologiques terre/mer en cas de coup de mer. Le levé des profils de référence (profils suivis sur lesquels on dispose d'un historique supérieur à 10 ans) est toujours assuré par une équipe à terre.

Le calendrier et les conditions d'acquisition des données sont décrits au chapitre 3.

Levés topographiques

Topographie par LIDAR terrestre aéroporté

Les levés LiDAR aéroportés réalisés par l'ObsCat depuis mai 2020 permettent d'obtenir très rapidement (une demi-journée de vol) une topographie avec une couverture surfacique très largement supérieure à celle des levés DGPS qui étaient réalisés par quad. Ils sont étendus à l'ensemble de la côte sableuse et permettent d'obtenir la topographie de l'ensemble des plages dans leur continuité. Leur coût, n'est pas plus élevé que la réalisation d'un levé restreint à chaque site suivi, et le gain en information sur des secteurs non suivis présente une plus-value appréciable pouvant être potentiellement exploitable au besoin et à la demande.

Le LiDAR (pour *Light ou Laser Detection and Ranging*) est une méthode de télédétection basée sur une mesure d'altimétrie haute-fréquence par laser. Le laser est couplé à un DGPS et à une centrale inertielle (pour les corrections liées au mouvements de l'appareil). Le laser donne la distance au sol depuis le point d'émission du laser et, connaissant la position et l'altitude précise de l'appareil, la position x, y et z de chaque point mesuré au sol peut donc être connue (Illustration 4).

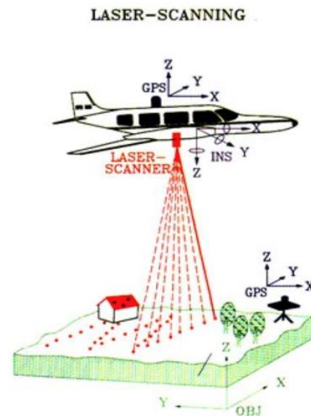


Illustration 4 – Schéma de principe du LiDAR topographique aéroporté.

L'émission laser se fait à partir d'une tête rotative qui va balayer le sol à haute fréquence. On obtient un semis au sol plus ou moins dense selon l'altitude, la vitesse de l'appareil et la fréquence d'émission du laser.

L'acquisition s'effectue en plusieurs passages parallèles le long de la côte, avec un taux de recouvrement suffisant pour obtenir une densité de point optimale. Pour les levés ObsCat, la densité du nuage de points obtenu est supérieure à 40 points par mètre carré. Les modèles numériques de terrain produit à partir de ce semis de points sont ainsi très fidèles à la morphologie des plages. La précision des données est inférieure à 10 cm en planimétrie et sur la verticale.

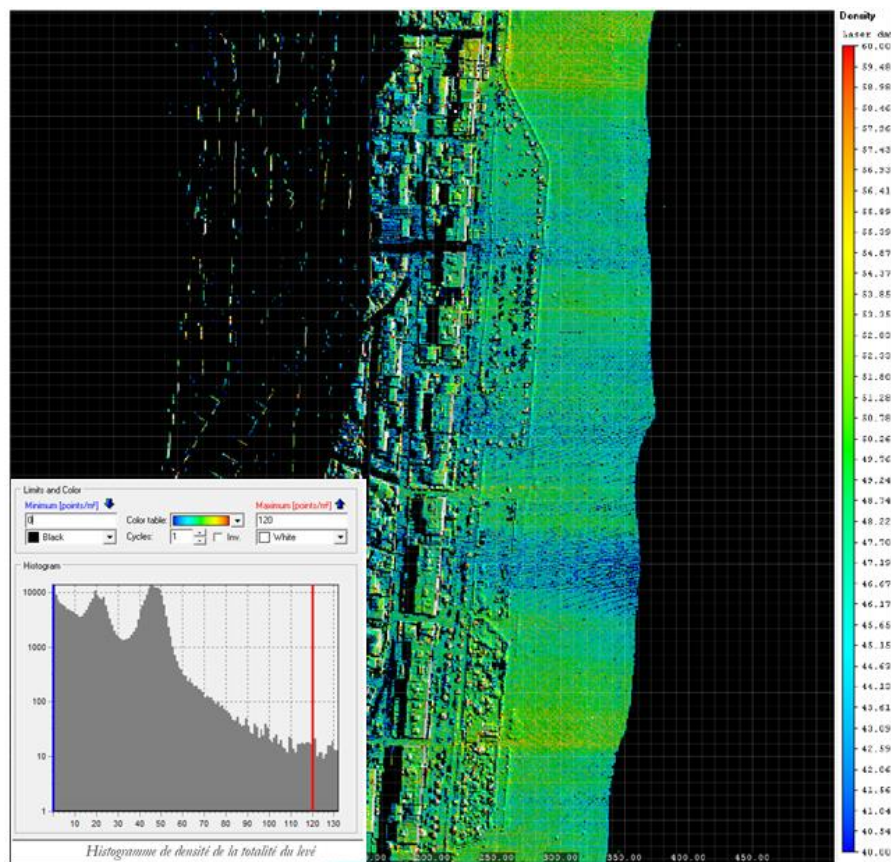


Illustration 5 – Densité de points du levé LiDAR de mars 2021.

Après consultation de trois entreprises, la prestation pour les levés LiDAR ObsCat de mai et septembre 2010 a été confiée à la société Global Geomatic France (GGF, filiale de SubCMarine) associée à SIXENSE Mapping. SIXENSE Mapping a assuré la préparation et la réalisation du vol, l'acquisition et la fourniture des données brutes (nuages de points et images bruts). GGF outre son rôle de coordination, a réalisé en aval le traitement de ces informations et la production et la fourniture des nuages de points traités, MNT² et MNS³ (Modèle numérique de surface) et des orthophotographies.

Matériel mis en œuvre :

- Plate-forme de vol : hélicoptère mono-turbine type AS350 ;
- LIDAR : Riegl VQ-780i (1000 kHz soit 660000 mesures par seconde) ;
- Appareil photo pour les prises de vues verticales : PhaseOne iXU-RS1000 avec optique Rodenstock 50 mm et capteur 100 MPixels ;
- Centrale inertielle : iXblue AIRINS 3 avec enregistrement à 20 Hz ;
- GPS : Novatel FlexPak v7 et antenne Novatel GNSS-303L-A avec enregistrement à 5 Hz.

Outre la fidélité du rendu de la morphologie, la rapidité du levé LiDAR topographique, et son coût, permettent d'obtenir une topographie complète et continue de l'ensemble du littoral sableux depuis Leucate jusqu'au Racou, et les orthophotographies (5 cm de précision) sur cette même zone.

L'exploitation de ces levés LiDAR permet d'obtenir 2 produits principaux :

- Position du trait de côte (par photo-interprétation des orthophotographies). Le marqueur du trait de côte ainsi digitalisé est la limite du jet de rive ;
- Topographie de la plage et des cordons dunaire (modèles numériques de terrain à 1 mètre et 0,5 mètre).

Topographie DGPS au sol

Les profils de référence (Illustration 6) sont toujours acquis sur le terrain à l'aide d'un DGPS fixé sur un canne télescopique en prenant un point à chaque inflexion de la pente de la plage, suivant des axes prédéfinis et invariables sur toutes les campagnes (Illustration 7).

Des levés continus à pied peuvent être privilégiés dans les zones difficiles d'accès, ou pour réaliser des points complémentaires notamment dans les petits fonds des tombolos sur le secteur de Port-Barcarès Nord. L'antenne DGPS est alors fixée sur la partie supérieure du sac à dos Trimble, les points de levé sont enregistrés au fur et à mesure que l'opérateur parcourt la plage pour son levé (Illustration 7).

Ces profils topographiques, précis, permettent également de contrôler la qualité du modèle numérique de terrain issu des données de levé LiDAR.

² Modèle numérique de terrain

³ Modèle numérique de surface (inclus bâtiment, végétation, véhicules, etc.)

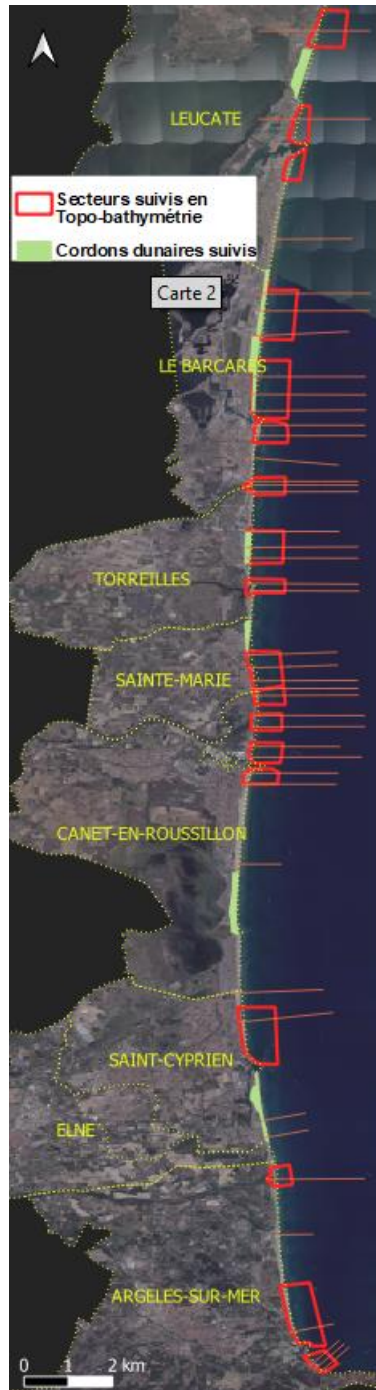


Illustration 6 – Localisation des profils de référence suivis



Illustration 7 - Modes d'acquisition des données topographiques au sol. A gauche, levé DGPS avec perche, pour l'acquisition des profils de référence ; A droite, levé DGPS, avec sac à dos, pour des compléments sur des secteurs difficiles d'accès et de la topo-bathymétrie de petits fonds.

Marges d'erreur estimées

Les marges d'erreur sur les données topographiques acquises sont estimées à :

- Levé LiDAR : inférieur à 10 cm en planimétrie et sur la verticale ;
- Levés à la canne : quelques cm en planimétrie et 5 cm sur l'altitude (enfoncement moyen de la canne dans le sable pris en compte) ;
- Levés au sac à dos : entre 5 et 10 cm en planimétrie et sur l'altitude (mouvements parasites de l'opérateur pendant la marche) ;
- Pour mémoire, levés quad : entre 5 et 10 cm en planimétrie et en vertical (mouvements parasites liés aux irrégularités du sol transmises à la barre de fixation de l'antenne).

Topographie par photogrammétrie

A compter de septembre 2017, le levé photogrammétrique par autogire (type d'ULM à voilure tournante, Illustration 8) a été privilégié aux levés au sol et par drone sur les embouchures et sur les cordons dunaires. Cette technique a été utilisée jusqu'en novembre 2019 pour l'acquisition des données topographique de l'automne, à défaut du financement d'une campagne complète incluant la bathymétrie. Depuis l'utilisation du LiDAR terrestre aéroporté en mai 2020, la photogrammétrie est toujours utilisée mais restreinte à ce stade aux levés post-tempête. La technique LiDAR est en effet moins adaptée en terme de coût et de rapidité de mise en œuvre pour les levés post-tempête.

Les prises de vue sont effectuées par un opérateur embarqué à bord d'un appareil piloté de type ULM. Ce type de plateforme permet de s'affranchir des contraintes logistiques liées à la réglementation en vigueur sur les levés drone (autorisations de vol, segmentation des levés en « quadras ») et permet donc une intervention plus rapide sur le terrain.



Illustration 8 - Plateforme de vol autogire. A gauche : modèle d'autogire (source wikipédia) similaire à celui utilisé pour les levés post-tempête, à droite photographie de l'appareil en action (source équipe terrain Obscat 2017).

L'appareil photographique utilisé est un Canon 6D muni d'un objectif de 50 ou 24 mm. Les prises de vue sont réalisées en mode manuel (par l'opérateur embarqué en plus du pilote) à une altitude de vol d'environ 150 et 260 m, permettant d'obtenir une résolution d'image de 6,5 cm par pixel. Les photos sont prises au nadir avec des taux de recouvrement latéral et longitudinal dans les mêmes gammes que celles des levés qui étaient réalisés pour les cordons dunaires : 80% minimum dans le sens du vol (parallèlement à la côte en général) et de 70% minimum dans la largeur. Ces taux sont supérieurs à ceux utilisés lors de la première année de l'Obscat. Un premier retour d'expérience avait en effet montré qu'il était nécessaire de les augmenter pour améliorer la qualité de la restitution photogrammétrique finale.

Le système de calage au sol est le même que celui mis en œuvre pour les levés sur les cordons dunaires et les embouchures (Illustration 9) : pose de cibles (carré de 40 cm avec damier, ou cible peinte multicolore, et marquages au sol complémentaires) géoréférencées au centimètre près à l'aide d'un DGPS en mode RTK. Ces cibles sont réparties au mieux selon les contraintes des sites, sur la plage et le haut de plage principalement, variable suivant l'accessibilité de certains secteurs. Pour des raisons de coût et de rapidité d'intervention suite aux tempêtes, la densité des points de calage est inférieure à celle des levés qui étaient réalisés sur les embouchures et les cordons dunaires. Mais elle reste suffisante pour travailler sur des objectifs qualitatifs tels que la cartographie des impacts à la côte. Pour des relevés quantitatifs, comme l'estimation des variations de volumes de sable entre levés, la densité actuelle ne permet qu'une estimation très indicative.

Pour le levé topographique de l'automne 2019, la densité de points de calage a été rehaussée au droit des 17 secteurs suivis.



Illustration 9 - Exemple du positionnement des cibles pour les levés photogrammétriques.

La chaîne de traitement des données aboutissant aux modèles numériques de surface et aux orthomosaïques (orthophotos assemblées) est également la même que celle utilisée auparavant basée sur le logiciel « Pix4D image processing software ». Les traitements impliquent les principales étapes suivantes : la vérification des jeux de données (images), la calibration du système de prise de vue, la mise en corrélation des couples d'images, l'implémentation des points de calage (cibles au sol), le contrôle qualité, la sortie des jeux de données (MNS et orthomosaïques) aux formats désirés.

Levés bathymétriques

Les levés bathymétriques combinent l'utilisation du GPS @Trimble R6 et celle du sondeur monofaisceau @Tritech PA500. La synchronisation des deux appareils est assurée par le logiciel @Hypack, embarqué sur un ordinateur de terrain (Illustration 10). @Hypack assure également le suivi de la navigation et l'acquisition des données levées le long de transects, espacés les uns des autres d'environ 100 m (Illustration 10). Dans les zones plus complexes (embouchures internes et secteurs avec ouvrages en mer), des profils supplémentaires sont réalisés pour bien prendre en compte la variabilité morphologique longitudinale.

Les levés bathymétriques en mer sont réalisés sur une embarcation semi-rigide. A l'intérieur des embouchures en raison de faibles profondeurs, un drone bathymétrique est utilisé et mis en œuvre par la société Sub C Marine (Illustration 10).

Les marges d'erreur sur les données bathymétriques acquises sont estimées à :

- Levés en mer sur embarcation semi-rigide : 20 cm en planimétrie, liés aux mouvements parasites de l'antenne selon l'état de la mer. Les levés ne sont pas réalisés dès lors que l'état de la mer est jugé comme pouvant fortement dégrader la précision et la sécurité du levé (houle de hauteur supérieure à 50 cm) ; 10 à 20 cm en altitude, liés aux mouvement parasites de la sonde selon l'état de la mer ; la marge d'erreur en altitude est ensuite améliorée en corrigeant la composante verticale de ces mouvements (pilonnement) par lissage des données (cf. prétraitements détaillés plus bas).
- Levés dans les embouchures par drone : 5 cm en planimétrie, 5 cm également sur la verticale. Le drone bathymétrique permet une densité de profils importante et donc une quantité de données supérieure en raison de son importante manœuvrabilité.



Illustration 10 - Modes d'acquisition des données bathymétriques. Acquisitions bathymétriques en mer, en haut à gauche ; Acquisitions bathymétriques dans les embouchures, en haut à droite ; Transects bathymétriques en bas espacés tous les 100 mètres sur les secteurs d'intérêt.

Traitements des données

Une succession d'étapes est nécessaire pour traiter l'ensemble des données et restituer les différents indicateurs et leurs évolutions. Lors des 4 premières années de l'ObsCat, l'ensemble de ces étapes consistait en une chaîne de traitement assez complexe basée sur l'utilisation de plusieurs outils logiciels (Hypack, Excel, Surfer – ©Golden Software, ArcGis – ©ESRI).

Lors de l'année 5, un travail de simplification de la chaîne de traitement a été réalisé. En 2020, la chaîne a également été optimisée de sorte à ne plus utiliser qu'un seul outil de traitement. Les différents modules de traitement sont à présent rassemblés sous ©Matlab : traitements de la bathymétrie (suppression valeurs aberrantes, lissages des profils par moyenne mobile), assemblage des données topographiques et bathymétriques pour la création des MNT et la mise en forme des profils de référence, les calculs des différentiels topo-bathymétriques et les volumes de sédiments déplacés (Illustration 11). Le calcul des évolutions hivernales du trait de côte est également réalisé sous Matlab.

Le traitement des données topo-bathymétriques a pour but d'aboutir à plusieurs types d'indicateurs afin d'évaluer au mieux l'évolution des dynamiques morphosédimentaires de la

plage émergée et immergée, d'une campagne à l'autre. Quatre indicateurs sont principalement restitués :

- La position du trait de côte ;
- La variation morphologique des profils de plages à partir des profils de référence
- Les variations morphologiques (surfaiques) de la plage émergée et de la plage immergée à partir des cartes et modèles numériques de terrain (MNT) topo-bathymétriques ;
- Les volumes de sédiments déplacés sur une période inter-saisonnière, les cartes différentielles des volumes de sédiments déplacés.

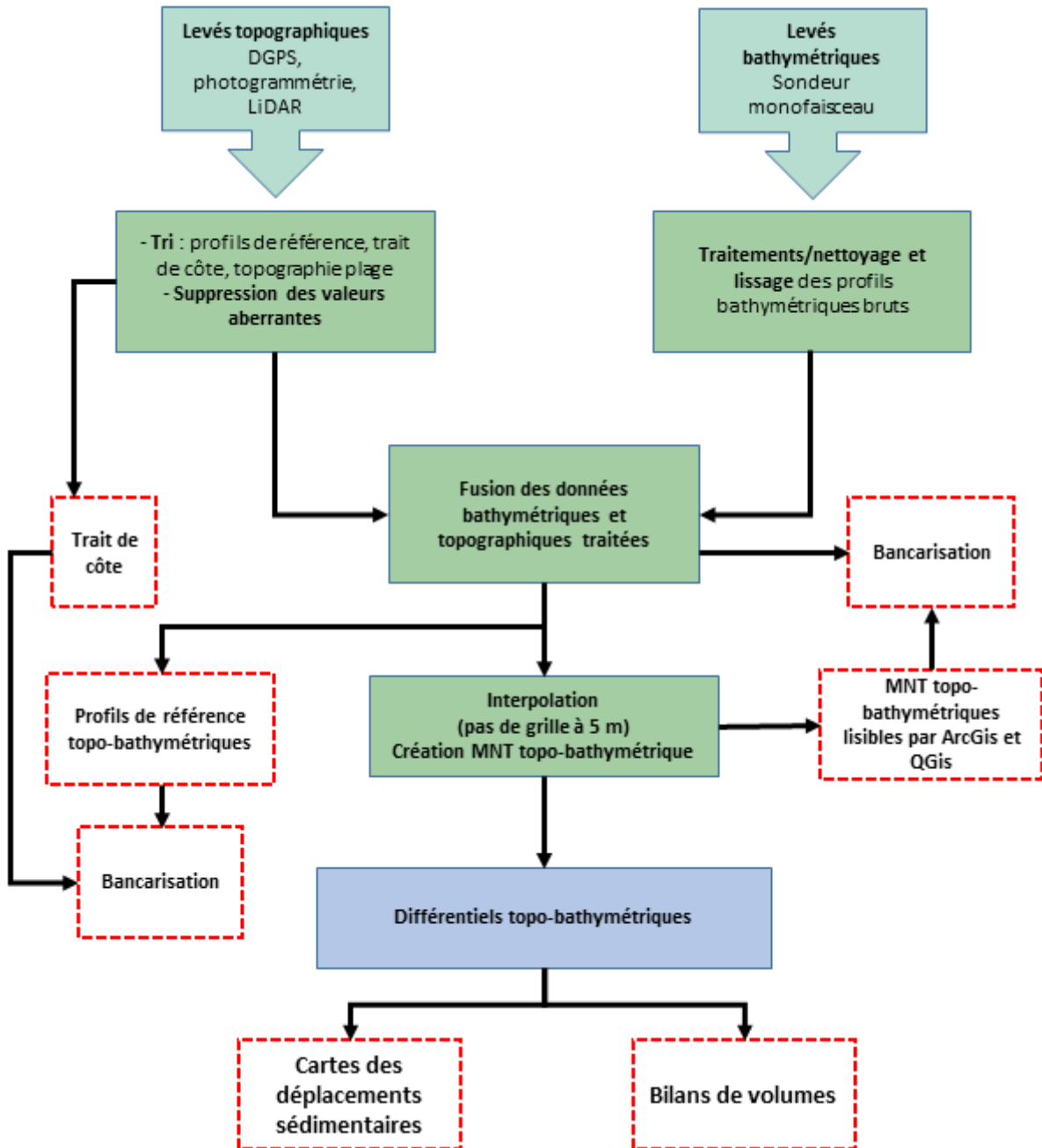


Illustration 11 - Chaîne de traitement des données topo-bathymétriques ObsCat

2.2. LE SUIVI VIDEO

Le suivi vidéo est utilisé pour analyser à haute fréquence l'évolution de la morphologie des plages sous l'angle de la dynamique du trait de côte et/ou des barres sableuses d'avant-côte en fonction des phénomènes météo-marins.

Trois systèmes sont instrumentés et opérationnels dans le cadre de l'ObsCat : Port-Barcarès Nord (depuis octobre 2014), pour évaluer les effets des ouvrages côtiers ; Leucate Village naturistes (depuis novembre 2018), pour analyser les liens dynamiques entre le trait de côte et les barres sableuses d'avant-côte ; Argelès – Le Racou pour l'évolution du trait de côte et l'analyse des phénomènes de submersion lors des tempêtes (depuis juillet 2020).

Les systèmes vidéos sont composés d'une caméra rotative (Illustration 13) couplée à un système d'acquisition et de post-traitement VM4GIS (CASAGEC ®).

Au Barcarès, la caméra est installée sur le toit d'un immeuble à environ 12 m au-dessus du niveau de la mer (Illustration 13). Le système permet des prises de vue toutes les heures, selon 5 angles et cadrages différents. Deux types de données sont enregistrés pour chacune de ces positions : des photographies instantanées (*snapshot*), et des images moyennées sur 3 minutes d'enregistrement vidéo (*Timex* ; Illustration 16).

A Leucate, le système est installé à une dizaine de mètres au-dessus du niveau de la mer, sur le toit d'un bâtiment situé en bordure de plage dans la résidence Oasis (Illustration 14). Le système permet des prises de vue toutes les heures, selon 7 angles et cadrages différents (Illustration 15). Comme pour le système du Barcarès, pour chacune des positions, des photographies instantanées (*snapshot*) et des images moyennées sur 3 minutes sont enregistrées toutes les heures. En accord avec les associations de copropriétaires du village naturistes, les prises de vue sont réalisées uniquement sur la période d'octobre à mars.

A Argelès-sur-Mer, le système est installé sur le pylône TV surplombant la plage du Racou au sud du port d'Argelès-sur-Mer (Illustration 12). Le système permet des prises de vue toutes les heures, selon 4 angles et cadrages différents. Comme pour les deux autres systèmes, pour chacune des positions, des photographies instantanées (*snapshot*) et des images moyennées sur 3 minutes sont enregistrées toutes les heures. Ce système est décrit plus loin dans le chapitre 3.2 consacrés aux travaux réalisés et donnée acquises en 2020.



Illustration 12 – Caméra sur le secteur d'Argelès Racou.

Implantation du système vidéo CASAGEC, Le Barcarès

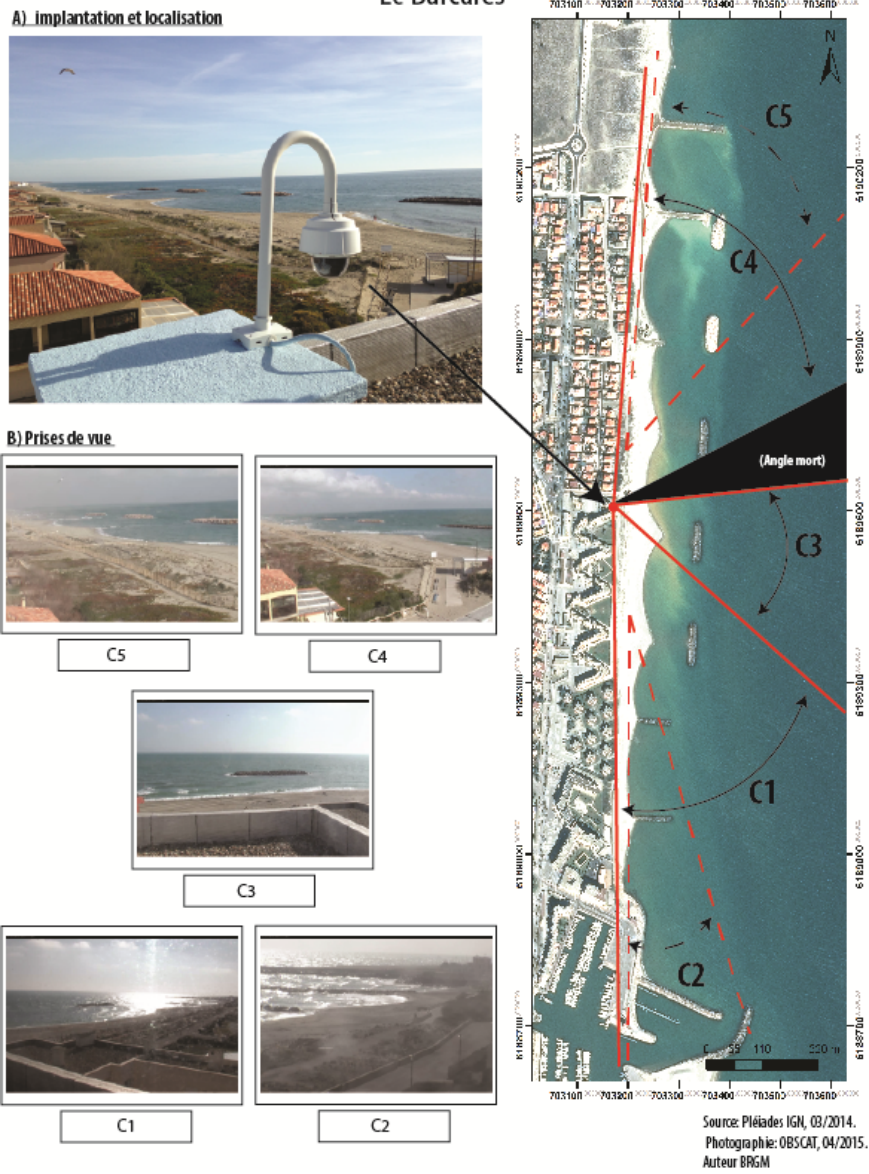


Illustration 13 - Implantation de la webcam du Barcarès et délimitation des 5 prises de vue.



Illustration 14 - Caméra sur le secteur du Village naturistes à Leucate.

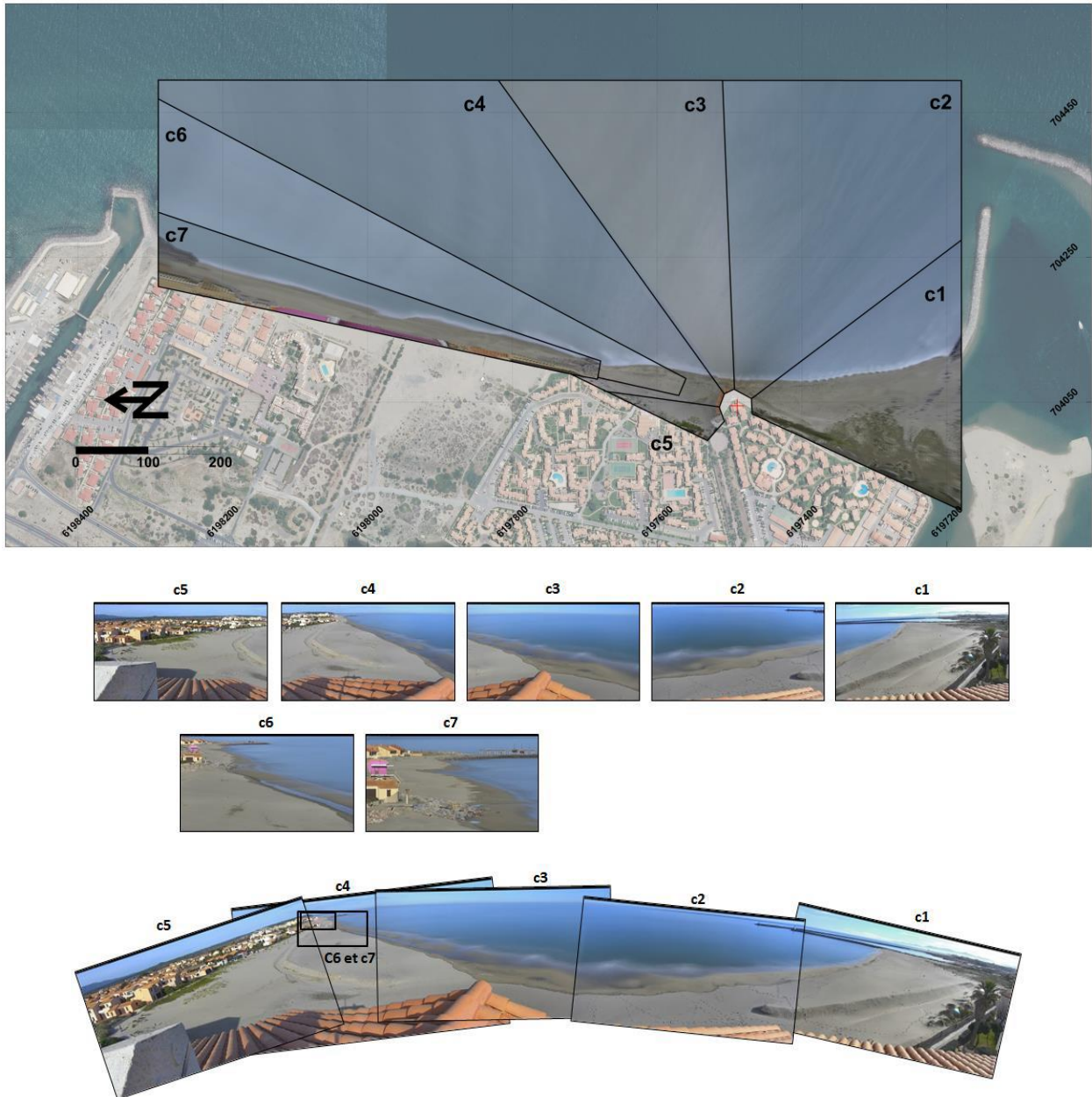


Illustration 15 - Implantation de la caméra au village naturistes de Leucate et délimitation des 7 prises de vue.

Le système du Barcarès transmet les images en temps réel (léger différé de l'ordre de 10-15 min) sur un serveur du BRGM pour analyse et sont diffusées sur le site <http://obs-cat.fr/webcam>. Le système de Leucate stocke en local les informations qui sont récupérées sur place régulièrement dans l'attente de la mise en place d'un système de transmission plus robuste et sécurisé. Compte-tenu de son implantation sur une plage naturiste, les images ne sont pas diffusées sur le site Internet de l'ObsCat. Les images (uniquement d'octobre à mars) sont stockées sur les serveurs sécurisés du BRGM et exploitées dans le cadre des rapports d'expertises.



Illustration 16 - Exemples de prises de vue de la caméra C4. A gauche, image instantanée, à droite image moyennée Timex.

Sur chaque site, après l'installation physique et les raccordements électriques et réseau du matériel, une phase de calibration des images a été réalisée. Elle a consisté à relever la position précise de points de contrôle fixes sur le terrain, avec un DGPS centimétrique, sur l'emprise de chacun des 5 angles de prise de vue.

En établissant une correspondance entre ces coordonnées réelles (x,y,z) et les coordonnées de l'image (u,v), un traitement photogrammétrique permet d'ortho-rectifier les images acquises, afin d'obtenir à partir d'une image oblique brute, une image métrique plane (Illustration 17).

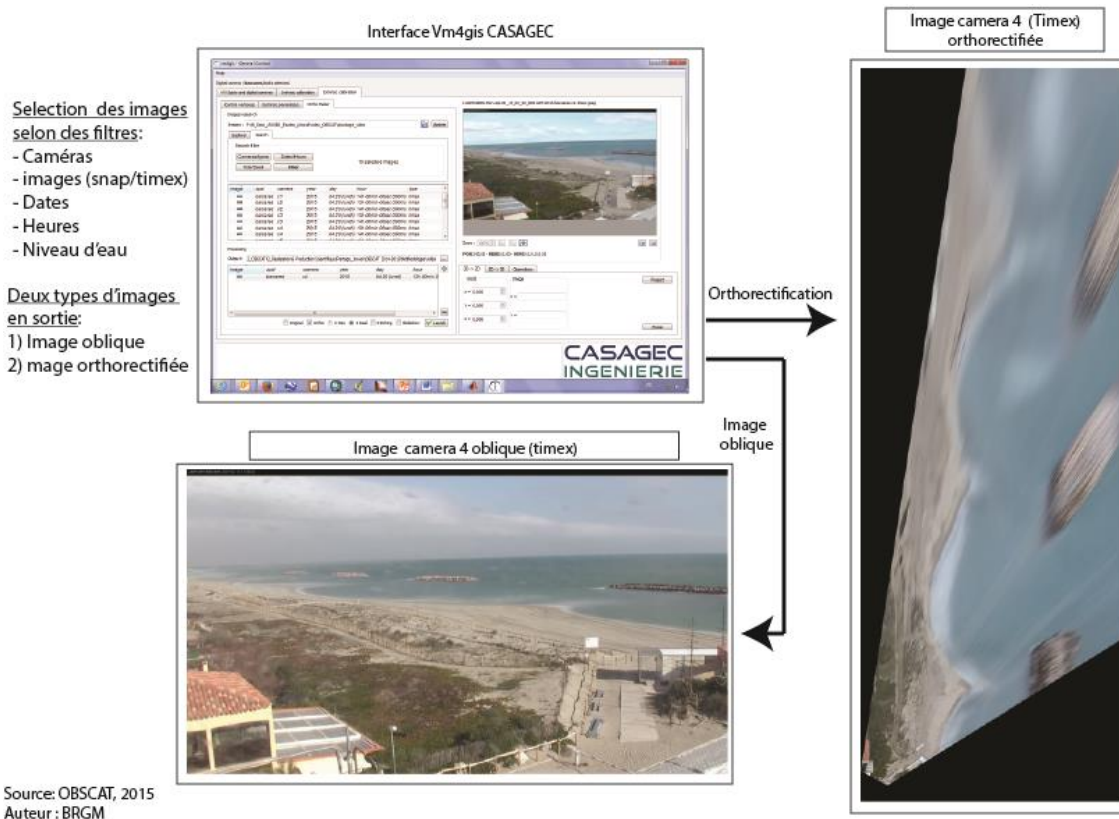


Illustration 17 - Orthorectification des images, exemple de la caméra C4. En haut à gauche, interface de traitement, en bas, image moyennée oblique, à droite : image plane (ortho-rectifiée).

Les images ainsi rectifiées permettent d'évaluer les distances, les objets présents sur la plage ou en mer, et par conséquent de quantifier, à haute fréquence et haute résolution, les évolutions de plusieurs indicateurs tels que le trait de côte, la largeur de plage ou sa surface.

La résolution cross-shore des images planes ortho-rectifiées (perpendiculaire au trait de côte) et longshore (parallèle au trait de côte) est présentée sur l'illustration 18. Sur l'ensemble de la zone suivie, la résolution est métrique, permettant un suivi des indicateurs tels que la position du trait de côte avec une erreur équivalente, voire inférieure, à celle des levés classiques par GPS sur le terrain.

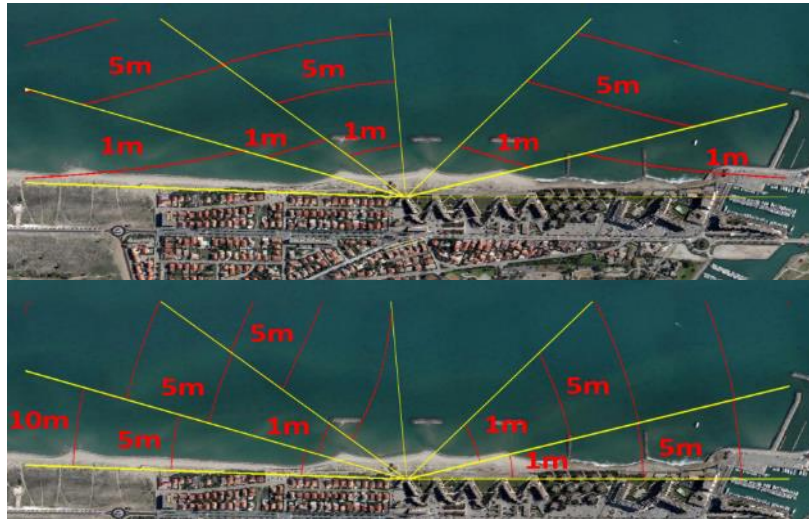
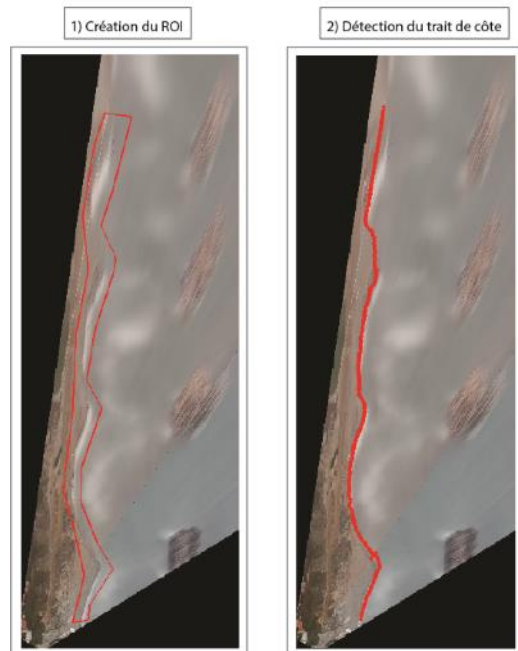


Illustration 18 - Résolution de l'image ortho-rectifiée dans la direction perpendiculaire (cross-shore, en haut) et parallèle (longshore, en bas) au trait de côte.

Des outils développés par le BRGM sont ensuite utilisés pour la détection automatique du trait de côte (Illustration 19).



Source: OBSCAT, 2015
Auteur: BRGM

Illustration 19 - Détection automatique de la position du trait de côte sur une image rectifiée et combinée (composée des prises de vues de plusieurs caméras). A gauche, position de la ROI (Région d'intérêt), à gauche, résultat de la détection du trait de côte sur l'image rectifiée.

Bien que restreint à une zone de suivi limitée (quelques km), l'outil fournit des informations inédites sur les évolutions grâce à sa haute fréquence d'acquisition, mais également par l'obtention de données lors des périodes de tempêtes pendant lesquelles toute mesure in-situ reste difficile et risquée : limite atteinte par le jet de rive lors du déferlement des vagues sur la plage, position et déplacement des barres sableuses avant et après l'événement. La détection des barres sableuses est limitée par l'intensité de l'événement : si l'événement est trop important ou au plus fort de celui-ci, le plan d'eau est très fortement saturé par le déferlement en mer. Le plan d'eau est ainsi quasiment uniformément blanc et il devient alors impossible de repérer la position des barres, l'algorithme se basant sur les contrastes d'intensité de pixels.

Les images calibrées et validées sont disponibles depuis le 21 Octobre 2014 pour la station du Barcarès et depuis le 28 novembre 2018 pour la station de Leucate.

2.3. LE SUIVI DE L'ALTIMETRIE DUNAIRE PAR COMPARAISON DE LEVES PHOTOGRAMMETRIQUES ET TOPOGRAPHIE LIDAR

Acquisition des données

Jusqu'en 2018, les données topographiques acquises pour réaliser les comparaisons altimétriques des cordons dunaires ont été acquises grâce à la photogrammétrie, successivement par drone puis par ULM à compter de 2017 (levé des dunes du Mourets à Leucate). Les premiers comparatifs ont pris comme donnée de référence les modèles numériques de surface (MNS) acquis par la DREAL Occitanie en 2010 et 2014 grâce à la technologie LIDAR. Depuis mai 2020 les nouvelles données acquises sur les cordons proviennent des levés LiDAR aéroportés.

L'altimétrie représentée par un MNS prend en compte le sommet de la végétation. Cela implique une marge d'erreur principalement sur le cordon dunaire végétalisé. A partir de ces informations, des différentiels altimétriques sont calculés entre chaque levé successif, afin d'estimer les pertes et les gains sédimentaires, et visualiser les modifications morphologiques liées à la fréquentation et/ou aux impacts des événements météo-marins.

Les enseignements tirés de l'analyse des données des 3 premières années de l'ObsCat ont montré qu'une analyse annuelle des cordons dunaires n'est pas pertinente compte-tenu des faibles évolutions observées. En conséquence, il a été décidé lors du comité de pilotage de mars 2017, de diminuer la fréquence de ces levés à 2 ans à compter de l'année 4 de l'ObsCat.

Dans ce rapport année 7 seront présentées les analyses des cordons dunaires des secteurs du Lydia, de Barcarès Mas de l'Isle, de Port-Barcarès Nord, de Torreilles, de Ste-Marie et Canet Lido.

2.4. LE SUIVI IN-SITU DE LA VEGETATION DUNAIRE

Préambule :

Le suivi végétation dunaire a vocation à faire apparaître l'évolution des dunes du point de vue botanique afin d'établir le lien avec leur évolution morphologique. Il est réalisé par les gardes du littoral de PMM appuyés de l'AURCA.

Le suivi in-situ de la végétation est donc réalisé en parallèle d'un suivi topographique de la dune concernée.

Période/rythme :

Jusqu'en 2017, les campagnes de relevés floristiques sont réalisées dans la même période que la campagne de mesures BRGM (de septembre à novembre). Le suivi est réalisé une fois par an (Illustration 20). Le constat collectif d'une difficulté à réaliser ces levés en automne est partagé par le groupe de travail dédié (agents PMM, animation). En effet en automne, et *a fortiori* en fin d'automne, la végétation peut avoir été mise à mal lors de la saison estivale (piétinement et sécheresse) et par l'arrivée du froid faisant disparaître les parties aériennes de certaines plantes. Les écosystèmes dunaires étant les plus visibles, et les espèces qui les composent plus facilement identifiables au printemps, il a été décidé de réaliser ce suivi entre le mois d'avril et le mois de juin, de façon concomitante à la campagne topo-bathymétrique de printemps. Ce changement est à prendre en compte si l'on veut comparer des situations avant et après 2018. En revanche sur l'analyse de tendance à plus long terme cela n'a pas ou peu d'influence.

Localisation :

Les campagnes comportent 10 transects historiques (depuis 2013) sur des espaces dunaires très variés : dunes stabilisées sur des zones Natura 2000, dunes reliques sur des zones à forte fréquentation, sur des zones « naturelles » ou sur des zones urbanisées, équipées ou non, de ganivelles.

Depuis 2020, 5 nouveaux transects ont été créés sur des secteurs pouvant faire l'objet de restauration dunaire ou d'entretien régulier de mise en défens, à Leucate, Saint-Cyprien et Argelès-sur-Mer

TRANSECTS	Caractéristiques	Date des levés 2014	Dates des levés 2015	Dates des levés 2016	Dates des levés 2017	Dates des levés 2018	Dates des levés 2019	Dates des levés 2020	Dates des levés 2021
BARCARES Mas de l'Isle Nord	2 transects sur une dune bien établie, protégée de ganivelles depuis 2013, sur zone naturelle (= non urbanisée).	01/10/2014	27/10/2015	03/10/2016	28/11/2017	28/05/2018	06/06/2019	10/06/2020	05/05/2021
BARCARES Mas de l'Isle Sud				04/10/2016					
BARCARES Port Barcares	1 transect situé au sud du mas de l'Isle, petite dune relique, située juste devant les habitations bordant une plage très fréquentée. Dune pouvant assurer un rôle important de protection contre la submersion marine.		26/10/2015	03/10/2016	21/11/2017	28/05/2018	05/06/2019	02/06/2020	05/05/2021
TORREILLES Village des sables	1 transect sur une dune bien établie, protégée de ganivelles, assurant une protection submersion pour le village des sables.	22/09/2014	20/10/2015	28/09/2016	20/11/2017	23/05/2018	05/06/2019	20/06/2020	06/05/2021
TORREILLES Bourdigou	1 transect sur une dune fréquentée, non protégée, sur zone naturelle, avec installation de ganivelles en 2014/2015.	25/09/2014	20/10/2015	28/09/2016	20/11/2017	23/05/2018	05/06/2019	02/06/2020	21/05/2021
SAINTE MARIE Nord (Torreilles Sud)	1 transect sur une dune peu fréquentée, non protégée, sur zone naturelle, avec installation de ganivelles en 2021/2022.	25/09/2014	26/10/2015	27/09/2016	20/11/2017	25/05/2018	27/05/2019	20/05/2020	03/05/2021
SAINTE MARIE Camping	1 transect sur une dune fréquentée, non protégée, sur plage longeant un camping, avec installation, avec installation de ganivelles en 2021/2022.. Rôle important de protection submersion.		15/10/2015	27/09/2016	17/11/2017	21/05/2018	03/06/2019	28/05/2020	03/05/2021
SAINTE MARIE Centre	1 transect sur une dune relique très fréquentée, sur plage de centre-ville, avec installation de ganivelles en 2021/2022. Rôle important de protection submersion.	25/09/2014	15/10/2015	27/09/2016	16/11/2017	21/05/2018	19/06/2019	28/05/2020	03/05/2021
CANET ETANG Nord	2 transects sur une large dune à son climax, équipée de ganivelles depuis 2007, sur zone naturelle.		14/10/2015	26/09/2016	23/11/2017	22/05/2018	03/06/2019	25/05/2020	01/06/2021
CANET ETANG Sud			15/10/2015		23/11/2017	17/05/2018	03/06/2019	26/05/2020	21/05/2021
LEUCATE Mourets	1 transect situé au sud du parking "Biquet". Dune situé dans un espace naturel remarquable en Natura 2000. Présence de Diotis Blanc.							25/06/2020	08/06/2021
PORT LEUCATE	1 transect situé sur le cordon dunaire le long de l'avenue du Roussillon, en limite sud de Leucate. Dune pouvant assurer un rôle important de protection contre la submersion marine.							09/06/2020	21/05/2021
ST CYPRIEN Capellans	1 transect situé au sud du Pont Tournant sur un cordon constitué de ramblais mais caractéristique de ce secteur.							20/06/2020	11/05/2021
ARGELES Marendes									12/05/2021
ARGELES Racou									28/05/2021

Illustration 20 - Dates de levé et caractéristiques des transects de végétation.

Mode opératoire

Une tige est fixée à chaque extrémité du transect à étudier, entre lesquelles un cordeau marqué tous les 5 mètres est déroulé (Illustration 21). En partant de l'arrière-dune jusqu'au pied de dune (ou disparition de la végétation), les levés sont effectués selon une progression par casier de 5 m de long et 2 m de large (1 m de part et d'autre du cordeau).



Illustration 21 – Dispositif mis en place pour les levés le long des transects.

Pour chaque casier, une fiche de relevé terrain est renseignée (Illustration 22 et Annexe 1), comprenant le nom des différentes espèces présentes (et non un simple comptage du nombre d'individu par espèces) et le pourcentage de recouvrement du sol par la végétation (Illustration 23).

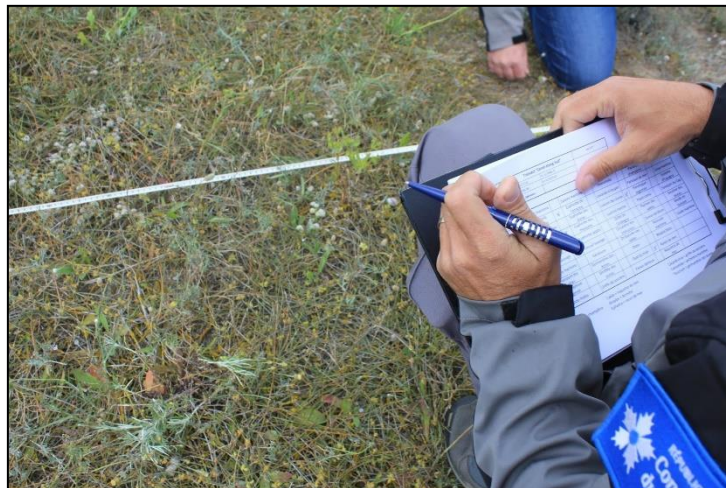


Illustration 22 – Collecte des observations par casier et report sur une fiche de relevé de terrain.

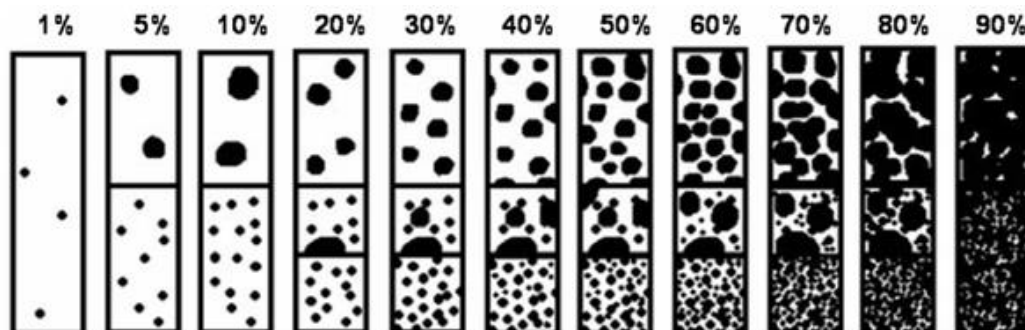


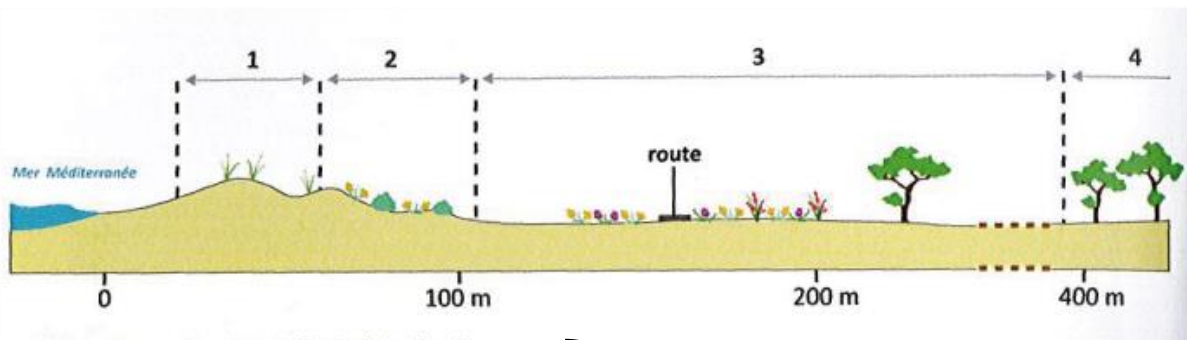
Illustration 23 - Classes d'estimation du recouvrement végétal (EID-Med, 2010b).

Lors des campagnes de terrain, on évalue la marge d'erreur à plus ou moins 10% pour le taux de recouvrement et à plus ou moins 1 espèce par casier.

Exploitation des données, indicateurs développés

Jusqu'en 2017, le **taux de recouvrement** et le **nombre d'espèces** rencontrées étaient restitués. A partir de mai 2018, l'information relative au **nom des espèces présentes** est exploitée, car elle est relevée sur le terrain depuis le début des suivis ObsCat. De plus, un travail de mise en forme des données sous SIG est réalisé et visualisable en ligne, transect par transect, casier par casier, indicateur par indicateur (<https://app.aurca.org/vmap/>). Cette identification permet de faire ressortir l'évolution de la présence d'espèces patrimoniales (Armoise bleutée, Crucianelle, Euphorbe de terracine, Euphorbe péplis, Lis maritime, Liseron des dunes, Panais épineux, Panicaud de mer, Raisin de mer, Souchet des dunes, ...), d'espèces endémiques (Œillet de Catalogne) et d'espèces invasives (Carpobrobos notamment).

D'autres indicateurs sont en cours de développement au sein du groupe de travail notamment pour faire ressortir l'information des limites d'habitats naturels (haut de plage, dune embryonnaire, dune vive, dune semi-fixée et fixée) sur le terrain.



1. Premier cordon, bas et étroit, à faciès d'avant-dune avec Chiendent des sables. NB : dans ce secteur, la dune blanche à Oyat est absente.

2. Dune de transition ou semi-fixée, avec Luzerne marine (*Medicago marina*), Germandrée des dunes, Immortelle, Crucianelle maritime.

3. Plaine d'arrière-dune, sub-horizontale, à sable grossier. Pelouse de dune grise composée d'une mosaïque de divers faciès : zones rudéralisées à Souci des champs (*Calendula arvensis*), dune « noire » à Raisin de mer (*Ephedra distachya*), dune grise à Orcanette des teinturiers (*Alkanna tinctoria*), dune grise à Lavande à toupet (*Lavandula stoechas*) et Immortelle (abondante dans la partie médiane), quelques rares zones basses humides, quelques îlots boisés.

4. Arrière-dune boisée : pinède de Pin parasol (*Pinus pinea*) issue de plantation.

S'apparentent à l'ensemble des habitats « haut de plage », « dune embryonnaire » et « dune vive »

S'apparentent à l'ensemble des habitats « dune semie-fixée », « dune fixée »

Raisonner à l'échelle d'un habitat et de sa conservation trouve son intérêt dans l'analyse de l'évolution des limites de ces écosystèmes et de ses causes de dégradation, et la possibilité de mettre en place des mesures de gestion adaptées et bénéfiques (pied de dune et cheminements, sujets à des dégradations d'origine naturelle ou anthropique). Ces limites d'habitats représentent des points de mobilité potentiels facilement identifiables sur le terrain et interprétables dans le cadre d'un suivi régulier. L'information des espèces présentes par casier pourrait suffire à repérer un cortège végétal caractéristique et en déduire l'habitat. La vérification simultanée sur le terrain permet de croiser la typicité floristique avec la topographie et donc d'obtenir une limite plus fiable et également de renseigner des éléments qualitatifs de conservation du milieu.

En 2019, d'autres indicateurs ont été étudiés pour chaque transect et chaque casier. Ils impliquent de connaître l'habitat concerné pour chaque casier étudié, et devraient permettre à terme de déterminer l'évolution de l'état de conservation de la dune. Ces indicateurs reçoivent une notation de 1 à 5 et sont :

- Le **recouvrement végétal** déjà exploité désormais également exprimé en notation selon la méthode suivante (EID-Med, 2010b) :

RECOUVREMENT	1	2	3	4	5
Dune vive	0 à 15 %	16 à 28 %	29 à 40 %	41 à 55 %	56 à 70 %
Dune fixée	0 à 20 %	21 à 40 %	41 à 60 %	61 à 80 %	81 à 100 %
Haut de plage	<i>Pas d'évaluation</i>				
Dune embryonnaire	<i>Pas d'évaluation</i>				

- La **continuité de peuplement**, déterminée sur le terrain ou sur orthophoto selon la méthode suivante :

Continuité du peuplement : cet indicateur est évalué sur l'unité dunaire complète, et pas seulement sur la surface du transect. Il permet de quantifier la présence de l'habitat le long du linéaire considéré, inversement proportionnelle à sa fragmentation.

Notation : on observe la continuité de l'habitat sur tout le linéaire de l'unité dunaire et on l'estime entre 1 et 5. La note 1 pour une continuité faible, 5 pour une continuité forte, 3 pour une présence de l'habitat sur 50% de l'unité dunaire étudiée (...), selon le schéma suivant :

Illustration 24 - Classes d'estimation de la continuité de peuplement (EID-Med, 2010b).

- **La dynamique de végétation**, déterminée sur le terrain selon la méthode suivante (EID-Med, 2010b) :

Dynamique de la végétation : indique si l'habitat est en expansion ou au contraire en régression. Cette dynamique n'est pas évaluée pour le haut de plage puisque sa végétation est annuelle.

On peut définir une dynamique progressive par :

- Dune embryonnaire : végétation développée en surface et présence d'individus ou d'îlots pionnier de végétation bas et disjoints en avant de la limite de l'habitat, présence de patches d'individus jeunes, même si leur recouvrement est faible.

- Dune vive : oyat très vigoureux et présence de patches de cette espèce en dune embryonnaire ou en avant de l'habitat côté mer.

- Dune fixée : présence de l'association *Crucianella maritima* en revers de dune vive avec les stades précédents (dune vive et/ou dune embryonnaire) développés. Il est parfois possible de trouver de la végétation de dune fixée en première position, au niveau du haut de plage. Cela ne signifie pas une dynamique progressive de la dune fixée mais au contraire un système dunaire fortement érodé et fragilisé.

- Arrière dune boisée : présence de jeunes individus de buissons préforestiers (*Cistus salvifolius*, *Daphne gnidium*) en avant de l'habitat.

Une dynamique régressive est définie par :

- Dune embryonnaire : végétation peu développée, discontinue, recouvrement très faible d'individus adultes, individus de *Echinophora spinosa* et de *Eryngium maritimum* dont une portion du système racinaire est à l'air libre, profil de la façade maritime en falaise.

- Dune vive : perte de vigueur et/ou déchaussement de l'oyat (base des tiges et des rhizomes apparents, chicot dunaire), profil de la façade maritime en falaise.

- Dune fixée : patches d'oyat en arrière de la dune vive, présence de zone de sable nu ou colonisé par une végétation rudérale.

- Arrière dune boisée : saupoudrement sableux important, mort des bourgeons (brûlés par les embruns), mort des individus adultes et pas de renouvellement de la population.

En l'absence de ces critères de progression/régression, on considère que la dynamique est stable.

Notation : la note est attribuée en fonction de la dynamique

Régressive = 0 Stable = 1 Progressive = 2 ou 3 selon le degré de progression

- **La représentativité**, déterminée sur le terrain selon la méthode suivante (EID-Med, 2010b) :

Représentativité : permet de noter le degré de conformité de l'habitat avec un habitat type, le plus naturel possible. Elle prend en compte

- la conformité de l'habitat par rapport à l'habitat type : morphologie, position dans le système largeur cohérente proportionnellement aux autres habitats, topographie (surtout pour la dune vive)
- la naturalité du site (présence de déchets, d'éléments d'origine anthropique, etc.)
- si les limites de l'habitat sont naturelles ou non (intégralité du système dunaire ou système tronqué)

Notation : la note doit prendre en compte les différents éléments qui composent cet indicateur. Préciser dans le cadre « Observations » les détails de la note.

- **La strate bryophytique**, déterminée sur le terrain seulement pour la dune fixée, selon la méthode suivante (EID-Med, 2010b) :

Strate bryophytique : cet indicateur ne sert que pour la dune fixée. Les mousses et lichens qui y poussent jouent un rôle important dans les processus écologiques et sont des bons indicateurs de la santé de cet habitat (ELDRIDGE & ROSENTERER, 1999). On différencie :

- l'absence de strate bryophytique
- la présence ponctuelle, soit la présence de patches de mousses et lichens
- la présence importante, soit la présence de grandes surfaces recouvertes par les mousses et les lichens en dune fixée

Notation :

- Absence d'une strate bryophytique = 0
- Présence ponctuelle = 3
- Présence importante = 5

- **La typicité floristique**, déterminée à partir de l'inventaire des espèces présentes, selon la méthode suivante adaptée de celle de l'EID pour mieux convenir aux dunes du Roussillon :

	haut de plage	dune embryonnaire	dune vive	dune fixée	
Habitats dunaires du Roussillon	haut de plage	dune embryonnaire	dune vive ou <u>avant dune</u>	dune semie-fixée ou de transition	dune fixée ou plaine d'arrière dune
Nombre d'espèces max	4	11	14	27	27
Espèces représentatives de l'habitat	Euphorbe péplis	Chiendent des sables	Anthémis maritime	Alysson	Alysson
	Renouée maritime	Euphorbe des dunes (paralia)	Chiendent des sables	Anthémis maritime	Anthémis maritime
	Roquette de mer	Giroflée des dunes	Diotis maritime	Armoise bleutée	Armoise bleutée
	Soude brûlée	Luzerne marine	Euphorbe des dunes (paralia)	Bugrane	Armoise poisseuse
		Panais épineux	Euphorbe des moissons	Carotte maritime	Centaurée
		Panicaut de mer	Giroflée des dunes	Centaurée	Chou de Tournefort
		Renouée maritime	Lis maritime	Chou de Tournefort	Clématite flammette
		Roquette de mer	Liseron des dunes	Clématite flammette	Corynéphore argenté
		Scléropoa raide	Luzerne marine	Corynéphore argenté	Crucianelle maritime
		Souchet des dunes	Malcolmia	Crucianelle maritime	Euphorbe de Terracine
		Sporobole piquant	Oyat	Euphorbe de Terracine	Immortelle
			Panais épineux	Germandrée des dunes	Impérate cylindrique
			Panicaut de mer	Immortelle	Lavande à toupet
			Renouée maritime	Impérate cylindrique	Malcolmie des côtes
				Jasione	Oeillet de catalogne
				Luzerne marine	Orcanette des teinturiers
				Luzerne littorale	Luzerne littorale
				Malcolmie des côtes	Orobanche des sables
				Orobanche des sables	Oseille de Tanger (Rumex)
				Oseille de Tanger (Rumex)	Paronyque argentée
			Paronyque argentée	Pavot cornu	
			Pavot cornu	Queue de lièvre	
			Queue de lièvre	Radis maritime	
			Radis maritime	Raisin de mer	
			Reseda blanc	Reseda blanc	
			Saladelle	Saladelle	
			Thym commun	Thym commun	
			Vipérine	Vipérine	
Nbre d'espèces requises pour attribuer la note 0/5	0	0	0	0	0
Nbre d'espèces requises pour attribuer la note 1/5	1	2	2	4	4
Nbre d'espèces requises pour attribuer la note 2/5	1	3	4	8	8
Nbre d'espèces requises pour attribuer la note 3/5	2	5	6	12	12
Nbre d'espèces requises pour attribuer la note 4/5	2	7	8	16	16
Nbre d'espèces requises pour attribuer la note 5/5	3	8	11	20	20
Présence d'invasive : -1 points					
Présence de rudérale : -1 point (à modérer)					

Illustration 25 – Méthode de notation de la typicité floristique.

La somme des notes de ces différents indicateurs aboutit à une note globale sur l'état de conservation de l'habitat concerné et à sa qualification selon 6 possibilités : disparu, relique, dégradé, moyen, bon, optimal.

Habitat concerné	Haut de plage
Indicateurs à additionner pour compléter le champs "somme"	Continuité du peuplement
	Typicité floristique
	Représentativité
Classes de valeurs du champs "somme"	Résultat à afficher dans le champs "état de conservation"
0	Disparu
1 à 3	Relique
3 à 7	Dégradé
8 à 11	Moyen
12 à 15	Bon

Habitat concerné	Dune vive
Indicateurs à additionner pour compléter le champs "somme"	Continuité du peuplement
	Recouvrement végétal
	Dynamique de végétation
	Typicité floristique
	Représentativité
Classes de valeurs du champs "somme"	Résultat à afficher dans le champs "état de conservation"
0	Disparu
1 à 3	Relique
4 à 10	Dégradé
11 à 16	Moyen
17 à 23	Bon
supérieur à 23	Optimal

Habitat concerné	Dune embryonnaire
Indicateurs à additionner pour compléter le champs "somme"	Continuité du peuplement
	Dynamique de végétation
	Typicité floristique
	Représentativité
Classes de valeurs du champs "somme"	Résultat à afficher dans le champs "état de conservation"
0	Disparu
1 à 3	Relique
3 à 8	Dégradé
9 à 14	Moyen
15 à 18	Bon
supérieur à 18	Optimal

Habitat concerné	Dune fixée
Indicateurs à additionner pour compléter le champs "somme"	Continuité du peuplement
	Recouvrement végétal
	Dynamique de végétation
	Typicité floristique
	Représentativité
	Strate bryophytique
Classes de valeurs du champs "somme"	Résultat à afficher dans le champs "état de conservation"
0	Disparu
1 à 3	Relique
4 à 10	Dégradé
11 à 20	Moyen
20 à 28	Bon
supérieur à 28	Optimal

Illustration 26 – Méthode de notation de l'état de conservation des habitats.

Bancarisation des données

L'analyse des campagnes 2016, 2017, 2018 et 2019 est présentée dans ce rapport d'année 6. Les données récoltées et leur analyse sont contenues dans une base de données SIG en ligne sur l'interface cartographique de l'ObsCat.

Cette base de données a été formalisée sous SIG en 2018, elle comprend toutes les données récoltées depuis 2014 mais des biais sont à noter. En 2014 seul le nombre d'espèces était relevé, sans préciser les noms d'espèces. En 2017, certaines sous-espèces n'étaient pas précisées (exemple : « Soude »). De plus, le taux de recouvrement des habitats, hors dune fixée, ne peut pas excéder 70%, quelques ajustements ont été réalisés sur les données antérieures pour obtenir la même logique de calcul de la note de l'état de conservation.

2.5. LE SUIVI PHOTOGRAPHIQUE

Dans le cadre des campagnes pré et post-hivernales, ainsi qu'au cours d'expertises ponctuelles ou après une tempête, chaque secteur est photographié sous différents angles afin de pouvoir comparer les évolutions paysagères de manière qualitative.

Ce suivi, simple dans sa mise en œuvre, est utile pour mieux restituer les indicateurs topobathymétriques obtenus ainsi que pour couvrir ponctuellement des sites non investigués quantitativement. Il est réalisé deux fois par an par l'AURCA en parallèle des campagnes topobathymétriques. En fonction de leur pertinence, ces clichés sont présentés dans ce rapport et/ou dans les fiches de synthèse par sous-cellules sédimentaires réalisées à la suite de ce rapport et qui en découlent.

Méthode d'acquisition :

Sur le terrain l'appareil photo à utiliser est préférentiellement un reflex Canon 550D équipé d'un objectif grand angle 18-55 mm (AURCA) ou, à défaut un smartphone.

Les photos doivent être géolocalisées soient de manière automatique en cas de prise de vue par smartphone soit via une application de géoréférencement des photos, comme GéotagPhoto par exemple, à installer et lancer sur un smartphone lors des prises de vue avec un appareil dépourvu de GPS.

Il est indispensable de soigner le cadrage pour pouvoir comparer les photos prises d'une campagne sur l'autre. Il s'agit de prendre des repères fixes en se référant au guide méthodologique réalisé à cet effet que l'on emporte lors des prises de vue. Si l'objectif de l'appareil photo de prise de vue change d'une campagne sur l'autre alors il faut préférer les cadrages plus larges, à une résolution haute, pour pouvoir zoomer et recadrer à notre convenance en post-traitement au bureau.

Un guide méthodologique recensant la localisation exacte des prises de vue et leur accès sert de support de terrain lors des campagnes. Il est diffusable sur demande auprès de l'AURCA.

Leucate Mourets



Se garer au dernier parking des Mourets, au niveau du restaurant de plage les pilotis. Marcher vers le Nord et se positionner sur le point haut de la dune. Le cadrage nord est centré sur l'extrémité de la falaise de Leucate. Le cadrage Sud sur l'extrémité de la digue du grau.



Illustration 27 – Exemple de support de terrain pour la réalisation des campagnes photographiques

Traitement des photos :

Les fichiers doivent être nommés en fonction du nom du profil adjacent quand il existe et en fonction du cadrage, il faut y ajouter la date au format aaaa/mm/jj ; exemple : « Canet_Port_Sud_N_ht_de_plage_cadrage_Sud_20180725.jpg ».

La localisation des points photos est exploitable via SIG et visualisable dans l'interface cartographique. Pour chaque point photos les attributs suivants sont renseignés :

- Id : index ;
- Nom : identifiant unique ;
- Commentaire : à renseigner si besoin ;
- Nord : prise de vue vers le Nord (case à cocher) ;
- Sud : prise de vue vers le Sud (case à cocher) ;
- Nord-Est : prise de vue vers le Nord-Est (case à cocher) ;
- Nord-Ouest : prise de vue vers le Nord-Ouest (case à cocher) ;
- ht-plage : photographie positionné sur le haut de plage/pied de dune (case à cocher) ;
- mi-plage : photographie positionné en milieu de plage (case à cocher) ;
- bas_plage : photographie positionné sur le bas de plage, près du trait de côte (case à cocher) ;
- Dune : photographie positionné sur la dune (case à cocher) ;
- Mur-digue : photographie positionné sur un muret de fond de plage, une digue, ... (case à cocher) ;
- Métadonnées.

Les points photos historiques (en rouge sur l'illustration 28) sont ceux présentés dans les rapports du BRGM depuis 2014 et les points complémentaires (en vert) sont ajoutés, et suivis, au fur et à mesure des besoins depuis 2018 ; notamment dans les zones ne faisant pas l'objet de suivi topobathymétrique.

Les photos référencées, comme toutes les autres, alimentent la photothèque en ligne : <http://www.obscat.fr/phototheque>

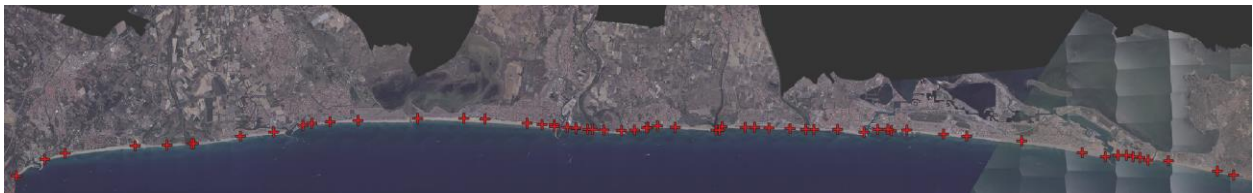


Illustration 28 – Aperçu des 60 points de prise de vues à l'échelle de l'unité sédimentaire du Roussillon.

3. Acquisition des données – Calendrier

3.1. ANNEE 2019

Topographie

A cheval sur les conventions Cycle 2 (2016-2019) et Cycle 3 (2020-2023), la campagne d'acquisition des données topo-bathymétrique de l'automne 2019 a été allégée. En accord avec le comité de pilotage, seule la topographie des plages a été acquise.

Pour ce faire, un levé photogrammétrique de l'ensemble de la côte sableuse a été réalisé les 20 et 21 novembre 2019 (Illustration 29). Outre les topographies de chacun des sites du cycle 3 de l'ObsCat, ce levé a permis d'acquérir une topographie continue de l'ensemble de la côte sableuse de l'unité sédimentaire du Roussillon. Habituellement acquise à pied au DGPS, la topographie des 39 profils de référence du cycle 3 sera pour cette campagne extraite de cette couverture topographique globale.

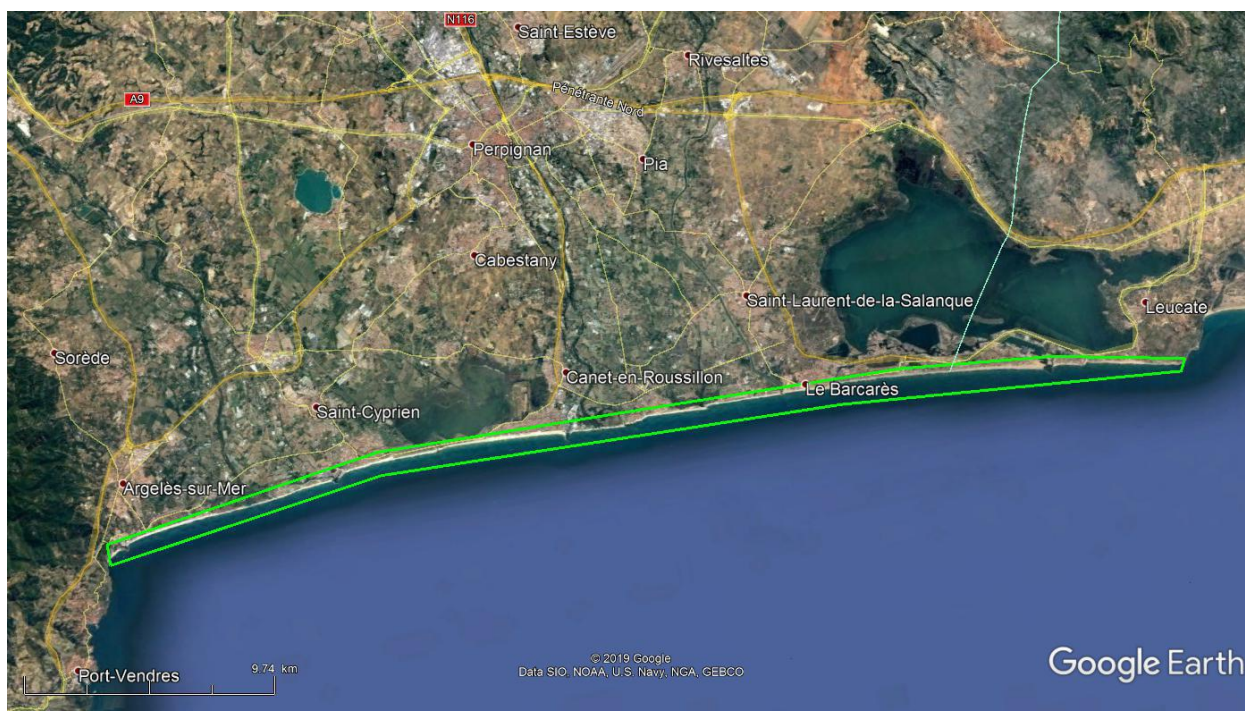


Illustration 29 - Emprise du levé photogrammétrique de la campagne d'acquisition ObsCat des données topographiques de l'automne 2019.

La prestation d'acquisition des données (pose des cibles au sol, survol et prise de vues) ainsi que le post-traitement et la restitution des orthophotographies et de la topographie (MNS – modèle numérique de surface) a été confiée à la société Ecoceanodrone (EOD, devenu Sub C Marine en 2020). Les prises de vues ont été réalisées à l'aide d'un appareil Canon 6D avec objectif de 50 mm à une altitude d'environ 200-240 m. La plateforme de vol utilisée était un ULM du club de Torreilles.

Les orthophotographies et le MNS ont été fournis découpés en 5 parties distinctes pour en faciliter la manipulation lors des traitements ultérieurs, le volume de données global étant important (Illustration 30, Illustration 31 et Illustration 32).

Nom et date du levé	Part5 : Racou-PortCanet Sud (21/11)	Part1 : Port Canet Sud – Nord Torreilles (20/11)	Part2 : Nord Torreilles – Nord PortBarcarès (20/11)	Part3 : Nord Port Barcarès – Port Leucate (20/11)	Part4 : Falaises à Port Leucate (20/11)
Résolution (cm)	3,5	2,9	2,8	3	2,9
Précision relative (cm)	4	2,9	1,8	3,8	3,9

Illustration 30 - Date des survols pour le levé photogrammétrique de la campagne d'automne 2019 de l'ObsCat, découpage du levé et résolution et précision des données restituées par EOD.

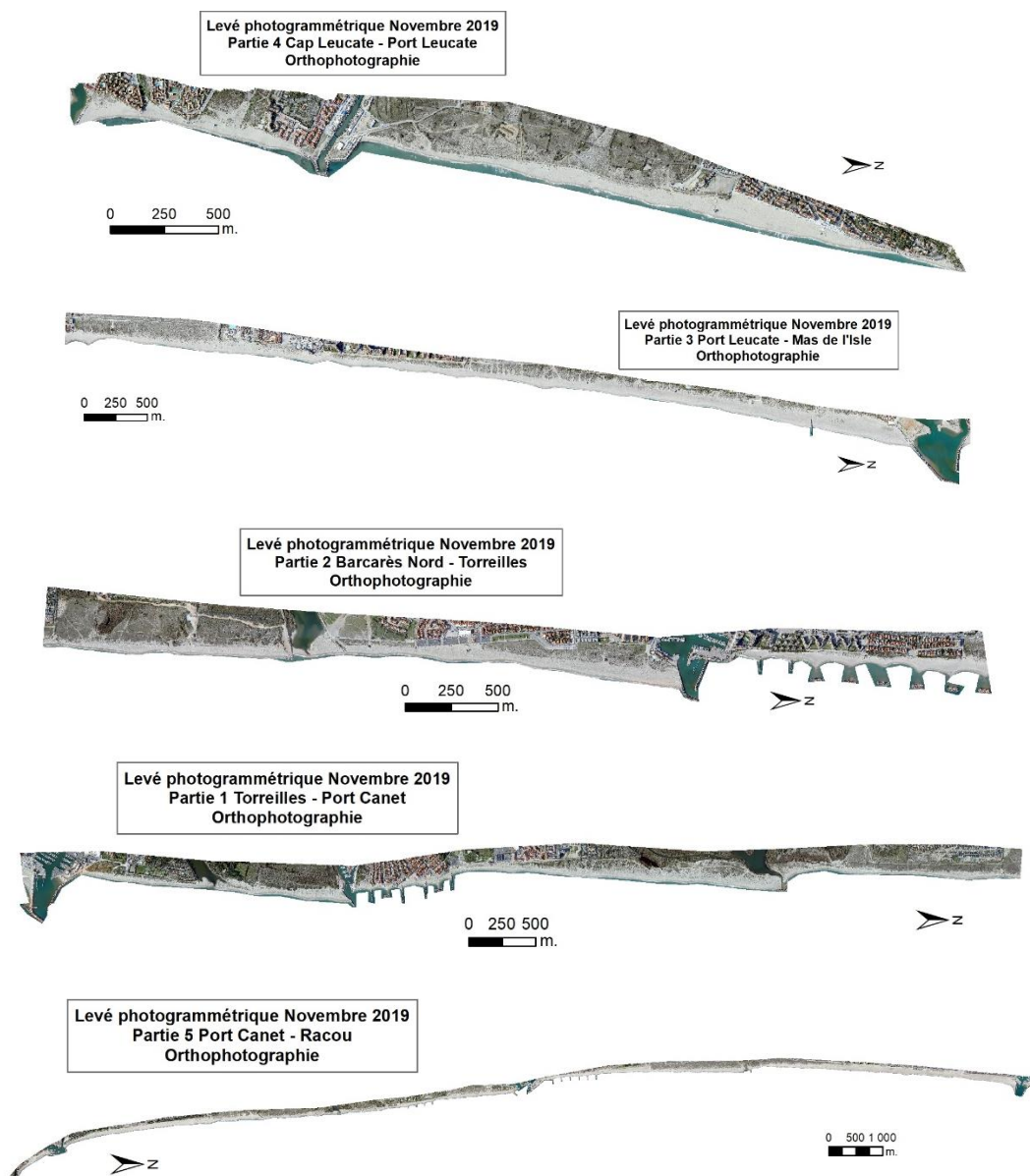


Illustration 31 - Orthophotographie Novembre 2019 – Découpage en 5 parties.

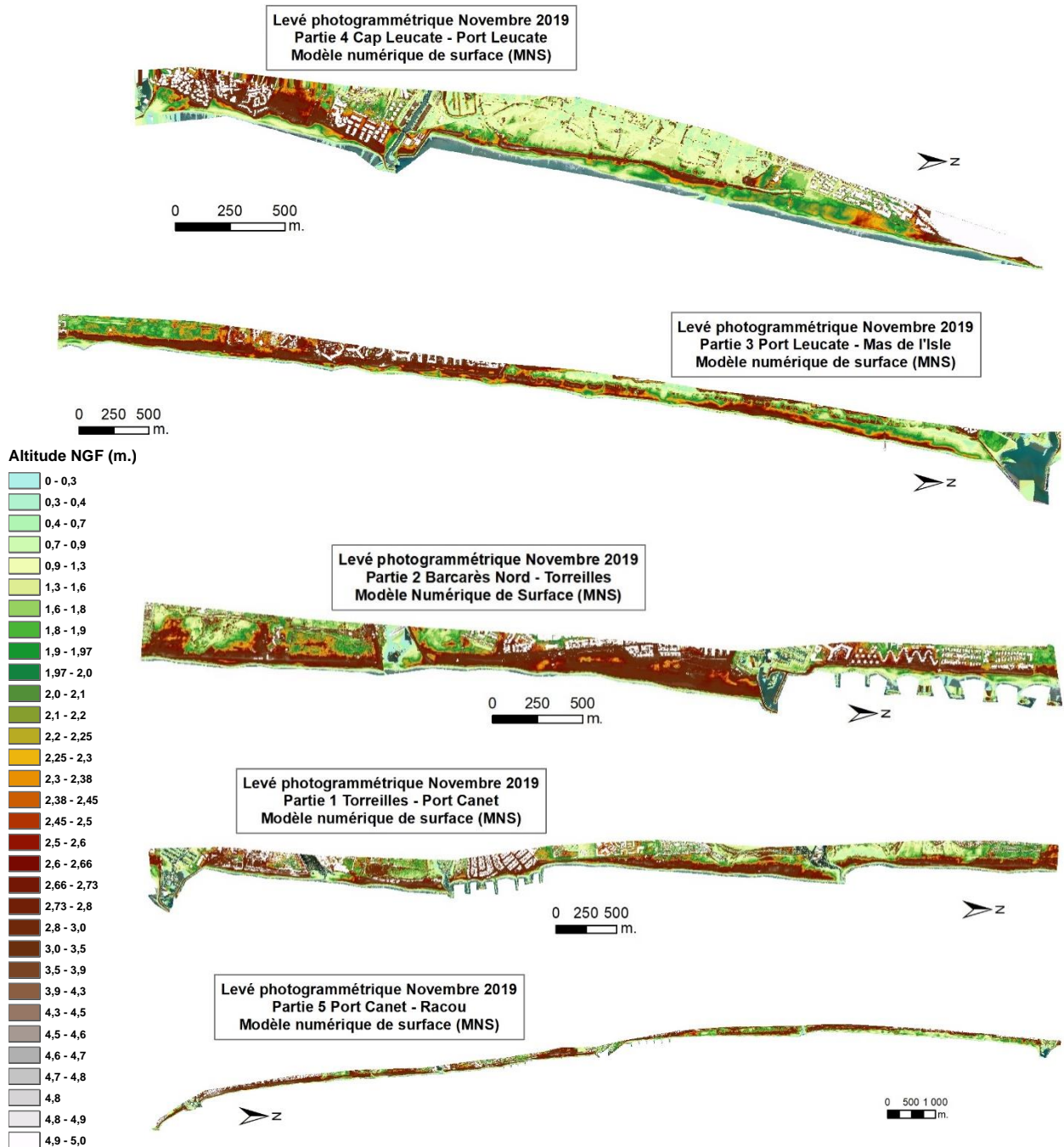


Illustration 32 - Modèle numérique de surface, découpage en 5 parties.

Difficultés rencontrées

Le géo-référencement de la partie 5 (Racou-Port Canet Sud) a posé des difficultés en raison d'un dysfonctionnement de l'appareil photo numérique lors du 4^{ème} passage. L'emprise du vol s'en est retrouvé plus réduite vers les terres et les points de calage à terre en arrière-plage n'étaient pas visibles sur les images. La météo s'étant dégradée dans les jours suivants ce vol, il n'a pas été possible de réaliser un survol complémentaire dans des délais raisonnables pour éviter des modifications morphologiques entre les 2 missions. Les informations collectées lors des levés post-tempête antérieurs ont cependant permis d'améliorer ce géo-référencement et donc la qualité du modèle numérique de surface final. Pour l'interprétation quantitative des évolutions

morphologiques sur cette zone il sera donc nécessaire de prendre en compte la résolution inférieure dans ce secteur et une précision moindre.

Bathymétrie des embouchures

Les bathymétries de l'intérieur des embouchures de l'Agly, du Bourdigou, de la Têt et du Tech ont également été acquises au cours de cette campagne par la société EOD. Le matériel utilisé est une sonde monofaisceau PA500 (Tritech) reliée à un DGPS (Trimble R10) installé sur le drone bathymétrique Rimouski II du prestataire (Illustration 33).



Illustration 33 – Drone bathymétrique Rimouski II en action dans l'embouchure de la Têt.

Les levés ont été réalisés du 29 au 30 novembre 2019 (Illustration 34).

Nom du site	Agly	Bourdigou	Têt	Tech
Date du levé	29/11	29/11	30/11	30/11
Nombre de points après nettoyage	16177	7299	7419	5794

Illustration 34 - Dates des levés bathymétriques réalisés sur les embouchures internes et volumétrie de points acquis.

Difficultés rencontrées

Des vents forts de tramontane ont rendu difficiles les conditions de navigation du drone, avec des vagues rendant le drone très instable. Ainsi, sur le Bourdigou et la Têt les levés ont dû être interrompus et leur emprise réduite, près des berges et dans l'intérieur des terres. Les conditions météo s'étant les jours suivants à nouveau détériorées ces levés n'ont pas été réitérés. Néanmoins, les emprises levées restent suffisantes au regard des enjeux sur ces sites.

Le détail des acquisitions site par site est consigné dans le tableau de l'illustration 35.

Campagne d'acquisition de données Automne 2019

		Date	Méthodes
Leucate Plage	Topographie	20/11/2019	Photogrammétrie ULM
	Bathymétrie	-	Photogrammétrie ULM
	Altimétrie cordon dunaire	20/11/2019	Photogrammétrie ULM
Leucate Village naturiste	Topographie	20/11/2019	Photogrammétrie ULM
	Bathymétrie	-	
Port Leucate (plage sud du port)	Topographie	20/11/2019	Photogrammétrie ULM
	Bathymétrie	-	
Lydia	Topographie	20/11/2019	Photogrammétrie ULM
	Bathymétrie	-	
	Altimétrie cordon dunaire	20/11/2019	Photogrammétrie ULM
Mas de l'Ille	Altimétrie cordon dunaire	20/11/2019	Photogrammétrie ULM
Port Barcarès Nord	Topographie	20/11/2019	Photogrammétrie ULM
	Bathymétrie	-	
	Altimétrie cordon dunaire	20/11/2019	Photogrammétrie ULM
Port Barcarès Sud	Topographie	20/11/2019	Photogrammétrie ULM
	Bathymétrie	-	
Agly	Topographie	20/11/2019	Photogrammétrie ULM
	Bathymétrie	29/11/2019 interne seule	Sondeur monofaisceau (drone bathy)
Torreilles	Topographie	20/11/2019	Photogrammétrie ULM
	Bathymétrie	-	
	Altimétrie cordon dunaire	20/11/2019	Photogrammétrie ULM
Bourdigou	Topographie	20/11/2019	Photogrammétrie ULM
	Bathymétrie	29/11/2019 interne seule	Sondeur monofaisceau (drone bathy)
Ste-Marie	Topographie	20/11/2019	Photogrammétrie ULM
	Bathymétrie	-	
	Altimétrie cordon dunaire	20/11/2019	Photogrammétrie ULM
La Crouste	Topographie	20/11/2019	Photogrammétrie ULM
	Bathymétrie	-	
Têt	Topographie	20/11/2019	Photogrammétrie ULM
	Bathymétrie	30/11/2019 interne seule	Sondeur monofaisceau (drone bathy)
Canet Nord	Topographie	20/11/2019	Photogrammétrie ULM
	Bathymétrie	-	
Canet Sud	Topographie	21/11/2019	Photogrammétrie ULM
	Bathymétrie	-	
	Altimétrie cordon dunaire	21/11/2019	Photogrammétrie ULM
Nord St-Cyprien	Topographie	21/11/2019	Photogrammétrie ULM
	Bathymétrie	-	
Sud St-Cyprien	Topographie	21/11/2019	Photogrammétrie ULM
Tech	Topographie	21/11/2019	Photogrammétrie ULM
	Bathymétrie	30/11/2019 interne seule	Sondeur monofaisceau (drone bathy)
Nord-Argelès	Topographie	21/11/2019	Photogrammétrie ULM
	Bathymétrie	-	
Racou	Topographie	21/11/2019	Photogrammétrie ULM
	Bathymétrie	-	

Illustration 35 - Acquisitions réalisées site par site au cours de la campagne topo-bathymétrique de l'automne 2019.

3.2. ANNEE 2020

Topo-bathymétrie

Cette nouvelle campagne de printemps a été marquée et impactée dans son déroulement et organisation par la crise sanitaire COVID-19. Après un démarrage normal le 11/03/2020, celle-ci a dû être interrompue en raison du confinement du 16/03 au 11/05/2020. Elle a pu reprendre dès la sortie du confinement le 12/05 mais avec une logistique d'acquisition différente compte tenu du retard pris sur son déroulement d'une part et des contraintes de protection sanitaire d'autre part. Il a ainsi été décidé de ne mobiliser qu'une seule équipe terrain de deux personnes restreinte aux acquisitions de la bathymétrie sur les sites restant à mesurer, et de faire appel à un prestataire pour une acquisition de la topographie par LIDAR aéroporté en continu sur l'ensemble des plages de la côte sableuse, depuis Leucate-plage jusqu'au Racou à Argelès-sur-Mer.

Topo-bathymétrie anté-confinement COVID-19 – 11 au 13/03/20 - LEG1

Avant le confinement prenant effet le 16/03 la logistique terrain habituelle avait été mise en place le 11/03 avec :

- Une équipe pour l'acquisition des données topographiques à l'aide d'un DGPS et d'un quad 4x4 ;
- Une équipe pour l'acquisition de la bathymétrie au sondeur monofaisceau + DGPS sur l'embarcation semi-rigide du BRGM ;
- L'intervention du prestataire Sub C Marine (anciennement Ecoceanodrone – EDO) pour l'acquisition de la topographie et des orthophotographies des embouchures et cordons dunaires par photogrammétrie et des bathymétries des embouchures par drone.

Avec l'appui d'une météo favorable, trois jours de travail complets ont pu ainsi être mis à profit avant le confinement avec l'acquisition de la topo-bathymétrie et des profils de référence des sites suivants :

Sites de plage :

- Port Barcarès Sud ;
- Torreilles ;
- Ste-Marie (centre et Crouste) ;
- Canet Nord ;
- Canet Sud.

Sites embouchures (à l'exception des bathymétries internes) :

- Bourdigou ;
- Têt.

La topographie par photogrammétrie du cordon dunaire de Sainte-Marie a également été acquise en mars 2020.

Le levé photogrammétrique initialement prévu pour les embouchures seules a finalement été programmé pour pouvoir obtenir une topographie continue entre le port de Canet et l'embouchure du Bourdigou (incluse), offrant ainsi un gain de temps sur l'acquisition terrain compte tenu du contexte sanitaire et l'incertitude de la poursuite de la campagne.

Le tableau de l'illustration 36 précise les méthodes mises en œuvre sur chaque site et les dates d'acquisition des données.

Campagne d'acquisition de données Printemps 2020

		Date	Méthode	Remarques
Leucate Plage	Topographie	20/05/2020	LIDAR hélicopté	LEG2
	Bathymétrie	26/05/2020	Sondeur monofaisceau	LEG2
	Altimétrie cordon dunaire	20/05/2020	LIDAR hélicopté	LEG2
Leucate Village naturiste	Topographie	20/05/2020	LIDAR hélicopté	LEG2
	Bathymétrie	26/05/2020	Sondeur monofaisceau	LEG2
Port Leucate (plage sud du port)	Topographie	20/05/2020	LIDAR hélicopté	LEG2
	Bathymétrie	26/05/2020	Sondeur monofaisceau	LEG2 Partie nord seulement
Lydia	Topographie	20/05/2020	LIDAR hélicopté	LEG2
	Bathymétrie	15/05/2020	Sondeur monofaisceau	LEG2
	Altimétrie cordon dunaire	20/05/2020	LIDAR hélicopté	LEG2
Mas de l'Ille	Altimétrie cordon dunaire	20/05/2020	LIDAR hélicopté	LEG2
Port Barcarès Nord	Topographie	20/05/2020	LIDAR hélicopté	LEG2
	Bathymétrie	12/05/2020	Sondeur monofaisceau	LEG2
	Altimétrie cordon dunaire	20/05/2020	LIDAR hélicopté	LEG2
Port Barcarès Sud	Topographie	13/03/2020	DGPS	LEG1
	Bathymétrie	13/03/2020	Sondeur monofaisceau	LEG1
Agly	Topographie	20/05/2020	LIDAR hélicopté	LEG2
	Bathymétrie	Externe : 13/03/2020 Interne : 22/05/2020	Sondeur monofaisceau (interne en drone bathy)	LEG1 LEG2
Torreilles	Topographie	13/03/2020	DGPS	LEG1
	Bathymétrie	13/03/2020	Sondeur monofaisceau	LEG1
	Altimétrie cordon dunaire	20/05/2020	LIDAR hélicopté	LEG2
Bourdigou	Topographie	11/03/2020	Photogrammétrie ULM	LEG1
	Bathymétrie	Externe : 12/03/2020 Interne : 21/05/2020	Sondeur monofaisceau (interne en drone bathy)	LEG1 LEG2
Ste-Marie	Topographie	11/03/2020	Photogrammétrie ULM	LEG1
	Bathymétrie	12/03/2020	Sondeur monofaisceau	LEG1
	Altimétrie cordon dunaire	11/03/2020 20/05/2020	Photogrammétrie ULM LIDAR hélicopté	LEG1 LEG2
La Crouste	Topographie	11/03/2020 20/05/2020	Photogrammétrie ULM LIDAR hélicopté	LEG1 LEG2
	Bathymétrie	12/03/2020	Sondeur monofaisceau	LEG1
Têt	Topographie	11/03/2020 20/05/2020	Photogrammétrie ULM LIDAR hélicopté	LEG1 LEG2
	Bathymétrie	Externe : 12/03/2020 Interne : 22/05/2020	Sondeur monofaisceau (interne en drone bathy)	LEG1 LEG2
Canet Nord	Topographie	11/03/2020 20/05/2020	Photogrammétrie ULM LIDAR hélicopté	LEG1 LEG2
	Bathymétrie	12/03/2020	Sondeur monofaisceau	LEG1
Canet Sud	Topographie	11/03/2020 20/05/2020	DGPS LIDAR hélicopté	LEG1 LEG2
	Bathymétrie	12/03/2020	Sondeur monofaisceau	LEG1
	Altimétrie cordon dunaire	20/05/2020	LIDAR hélicopté	LEG2
Nord St-Cyprien	Topographie	20/05/2020	LIDAR hélicopté	LEG2
	Bathymétrie	27/05/2020	Sondeur monofaisceau	LEG2
Sud St-Cyprien	Topographie	20/05/2020	LIDAR hélicopté	LEG2
Tech	Topographie	20/05/2020	LIDAR hélicopté	LEG2
	Bathymétrie	Externe : 28/05/2020 Interne : accès interdit	Sondeur monofaisceau	Accès embouchure interdite (mesure COVID-19)
Nord-Argelès	Topographie	20/05/2020	LIDAR hélicopté	LEG2
	Bathymétrie	28/05/2020	Sondeur monofaisceau	LEG2
Racou	Topographie	20/05/2020	LIDAR hélicopté	LEG2
	Bathymétrie	28/05/2020	Sondeur monofaisceau	LEG2

Illustration 36 - Acquisitions réalisées site par site au cours de la campagne topo-bathymétrique du printemps 2020.

Topo-bathymétrie post-confinement COVID-19 – 12 au 28/05/20 - LEG2

- **Bathymétrie – sondeur monofaisceau**

Ce second LEG de la mission de printemps a démarré le 12/05, le lendemain de la sortie du confinement, avec une seule équipe terrain, pour l'acquisition de la bathymétrie des sites non investigués au cours du premier LEG du mois de mars :

Sites de plage :

- Leucate plage ;
- Leucate village naturistes ;
- Lydia ;
- Port Barcarès Nord ;
- Nord St-Cyprien ;
- Nord-Argelès (Argelès Centre) ;
- Argelès Racou.

Sites embouchures :

- Tech (bathymétrie externe)

- **Topographie LIDAR terrestre aéroporté**

Pour compléter la topographie réalisée avant le confinement lors du LEG1 de mars 2020, un levé LIDAR terrestre hélicopté a été commandé. Sa couverture a été étendue à l'ensemble de la côte sableuse, en continu, le coût n'étant pas plus élevé que la réalisation d'un levé restreint à chaque site suivi, et le gain en information sur des secteurs non suivis présentant une plus-value appréciable pouvant être potentiellement exploitable au besoin et à la demande.

Après consultation de trois entreprises, la prestation pour ce premier levé LIDAR terrestre aéroporté ObsCat a été confiée à la société Global Geomatic France (GGF, filiale de SubCMarine) associée à SIXENSE Mapping. SIXENSE Mapping a assuré la préparation et la réalisation du vol, l'acquisition et la fourniture des données brutes (nuages de points et images bruts). GGF outre son rôle de coordination, a réalisé en aval le traitement de ces informations et la production et la fourniture des nuages de points traités, MNT⁴ et MNS⁵ (Modèle numérique de surface) et des orthophotographies.

L'ensemble des démarches pour s'assurer des autorisations préalables nécessaires pour le survol a été réalisé par SIXENSE Mapping (Préfectures département, Aviation civile, brigade police de l'air et des frontières, organismes militaires, etc.)

Sur le plan de la technologie utilisée et embarquée à bord de l'hélicoptère (mono-turbine type AS350) :

- LIDAR : Riegl VQ-780i (1000 kHz soit 660000 mesures par seconde) ;
- Appareil photo pour les prises de vues verticales : PhaseOne iXU-RS1000 avec optique Rodenstock 50 mm et capteur 100 MPixels ;
- Centrale inertielle : iXblue AIRINS 3 avec enregistrement à 20 Hz ;
- GPS : Novatel FlexPak v7 et antenne Novatel GNSS-303L-A avec enregistrement à 5 Hz.'

⁴ Modèle numérique de terrain

⁵ Modèle numérique de surface (inclus bâtiment, végétation, véhicules, etc.)

Le plan de vol a compris une passe à une hauteur de 600 mètres d'altitude à la vitesse de 90 km/h avec un LIDAR programmé à 1000 kHz à 12% de sa puissance maximale pour rendre les distances de sécurité laser compatibles avec les contraintes de qualité et précision recherchées sur les données : densité de points supérieure à 40 pts/m² et pixel photo d'environ 5 cm.

Le vol et l'acquisition se sont déroulées le 20/05/2020 entre 12h et 14h sans difficultés particulières.

- **Topographie des profils de référence**

Le complément de l'acquisition de la topographie des profils de référence (profils non acquis lors du LEG1) a été confié à la société EOD en même temps que la prestation d'acquisition des bathymétrie internes des embouchures.

- **Topographie et bathymétrie interne des embouchures**

Les bathymétries internes des embouchures des fleuves Agly, Bourdigou et Têt ont été acquises à nouveau en raison de problème d'acquisition survenus lors du premier LEG de mars (Illustration 37). La topographie a également été revolée (photogrammétrie) sur ces secteurs à des fins d'inter comparaison/validation avec les données LIDAR.

Nom du site	Agly	Bourdigou	Têt
Date du levé	22/05	21/05	22/05
Nombre de points après nettoyage	13150	10172	8500

Illustration 37 - Dates des levés bathymétriques réalisés lors du LEG2 sur les embouchures internes et volumétrie de points acquis.

Suivi vidéo haute fréquence - Installation de la caméra vidéo à Argelès-sur-Mer - plage du Racou

Le cycle 3 de l'ObsCat 2020-2023 prévoit l'installation d'un système de suivi haute fréquence de l'évolution du trait de côte de la plage du Racou. Celui-ci a été installé le 16/07/2020 au niveau du poste (local technique) et du pylône TDF surplombant le site du Racou, à proximité de la table d'orientation et du réservoir d'eau (Illustration 38).



Illustration 38 - Système de suivi par caméra vidéo du Racou. En haut : localisation générale ; en bas à gauche : pylône TDF et local technique ; en bas à droite : caméra fixée sur le pylône.

Ce système permettra d'analyser à haute fréquence l'évolution morphologique de la plage et en particulier du trait de côte en fonction des différents événements météo marins. Un test de restitution bathymétrique pourra également être envisagé à partir de séquences vidéo dont l'acquisition devra être spécifiquement programmée.

Le système est composé d'une caméra numérique rotative, installée sur le pylône TV surplombant la plage du Racou au sud du port d'Argelès-sur-Mer, et d'un dispositif gérant l'acquisition, le stockage et la télétransmission des données via un routeur internet 4G (Illustration 39). Ce dispositif a été installé dans le local technique TDF jouxtant le pylône. Le pylône ainsi que le local technique sont gérés par le service Bâtiment et Eclairage Public de la CCACVI. Nous tenons à remercier au passage son responsable pour son appui pour cette mise en œuvre. Une convention d'utilisation du site (pylône et local) entre le BRGM et la CCACVI.

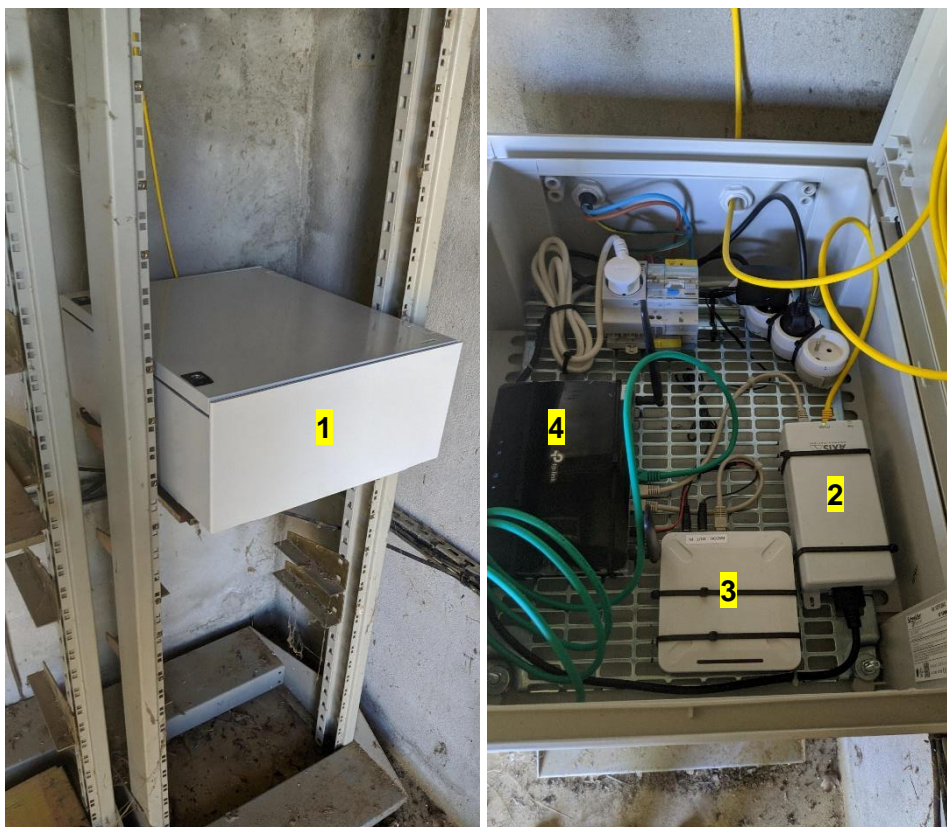


Illustration 39 - Boitier installé dans le local technique (1), relié à la caméra vidéo, contenant le dispositif d'acquisition (2) et de télétransmission (3-boitier raspberry ; 4-routeur 4G) du système vidéo.

Principe et configuration de l'acquisition des images

Les images sont acquises toutes les heures selon 3 vues (Illustration 40) :

c1 : point de vue général permettant d'observer l'intégralité de la zone de suivi et le domaine proche côtier ;

c2 : Zoom sur la partie Nord de la plage du Racou ;

c3 : Zoom sur la plage situé au Nord du port d'Argelès-sur-Mer.

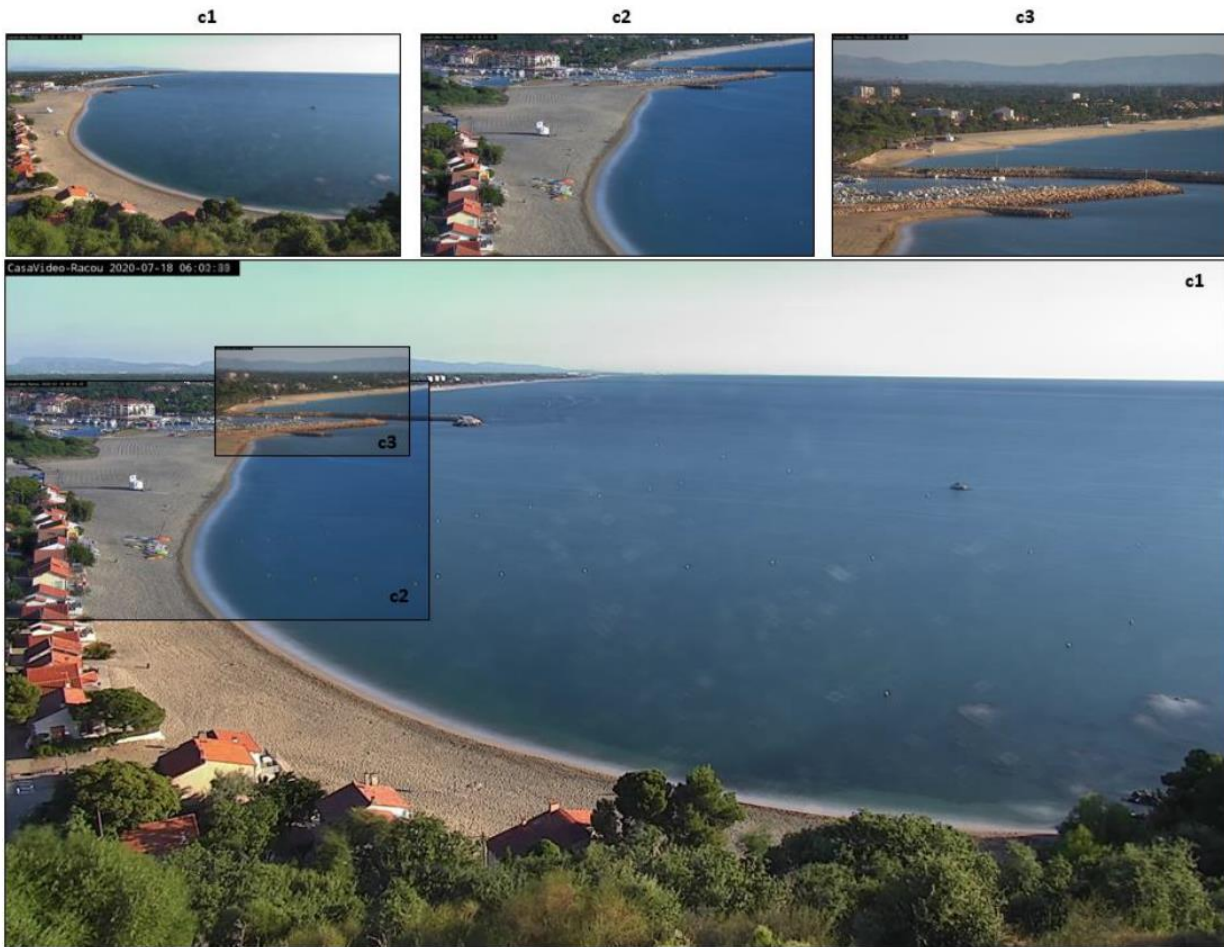


Illustration 40 - Vues originales et vue panoramique des données issues de la caméra vidéo d'Argelès-sur-Mer.

35 points de calage ont été relevés sur le terrain afin de pouvoir obtenir des images ortho rectifiées (Illustration 41) qui permettront notamment l'extraction numérique des traits de côte. Des techniques classiques de photogrammétrie sont utilisées pour mettre en correspondance les points de contrôle GPS et leurs coordonnées sur les images, de manière à résoudre les équations d'ortho-rectification qui sont ensuite appliquées à l'ensemble des pixels de l'image. Les images utilisées pour l'extraction du trait de côte sont des images moyennées sur 3 minutes d'acquisition vidéo. Ce procédé permet notamment de moyenner la position du jet de rive pour une meilleure interprétation de la position instantanée du trait de côte (ce qui explique que ces images paraissent un peu floues)

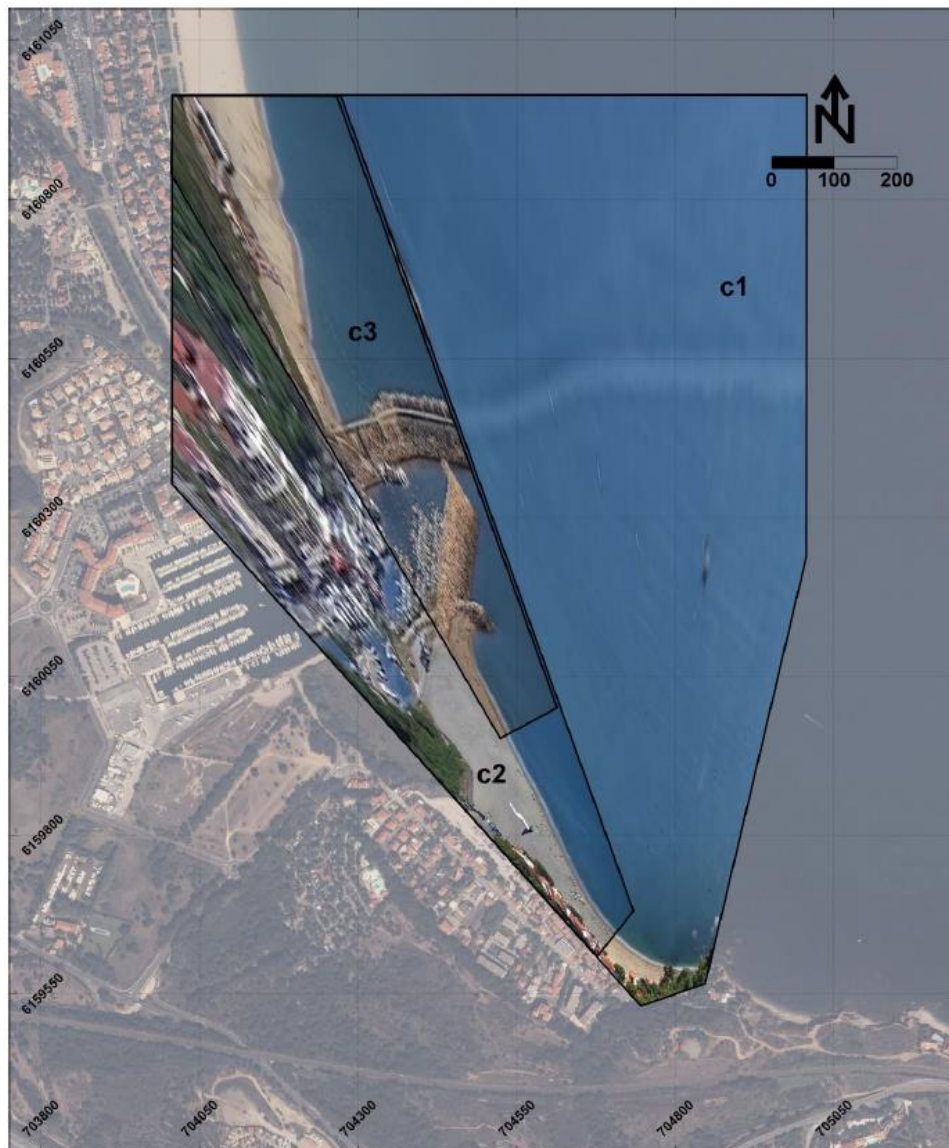


Illustration 41 - Projection orthophotographique des vues de la station d'Argelès-sur-Mer.

La caméra est actuellement configurée pour une acquisition de 3 minutes à 2 Hz pour chacune des vues (C1, C2 et C3) toutes les heures entre 8h et 19h en fonctions des conditions lumineuses.

Ces séquences vidéos sont stockées temporairement sur la carte SD de la caméra puis récupérées (télétransmises) sur le serveur interne de CASAGEC pour traitement. Ce traitement consiste à créer pour chaque vue et chaque heure, une image moyennée sur 3 minutes (timex) et une capture ponctuelle (snap). Les images traitées sont ensuite transférées sur le serveur BRGM où elles sont stockées de manière sécurisée pour leur exploitation pour le suivi du site.

Une interface de contrôle de l'acquisition des images a été créée avec un accès privé et sécurisé non ouvert sur Internet permettant la gestion à distance du système.

L'acquisition des images a démarré le 17/07/2020. Les images sont consultables sur le site internet de l'ObsCat (<http://www.obs-cat.fr/webcam>) (Illustration 42) et sur celui de la société CASAGEC (Illustration 43) installateur du système et qui assure sa maintenance (<http://www.casagec.fr/?q=fr/content/argel%C3%A8s-sur-mer>) ainsi que le traitement amont des images avant transmission et stockage sur le serveur BRGM à Montpellier.

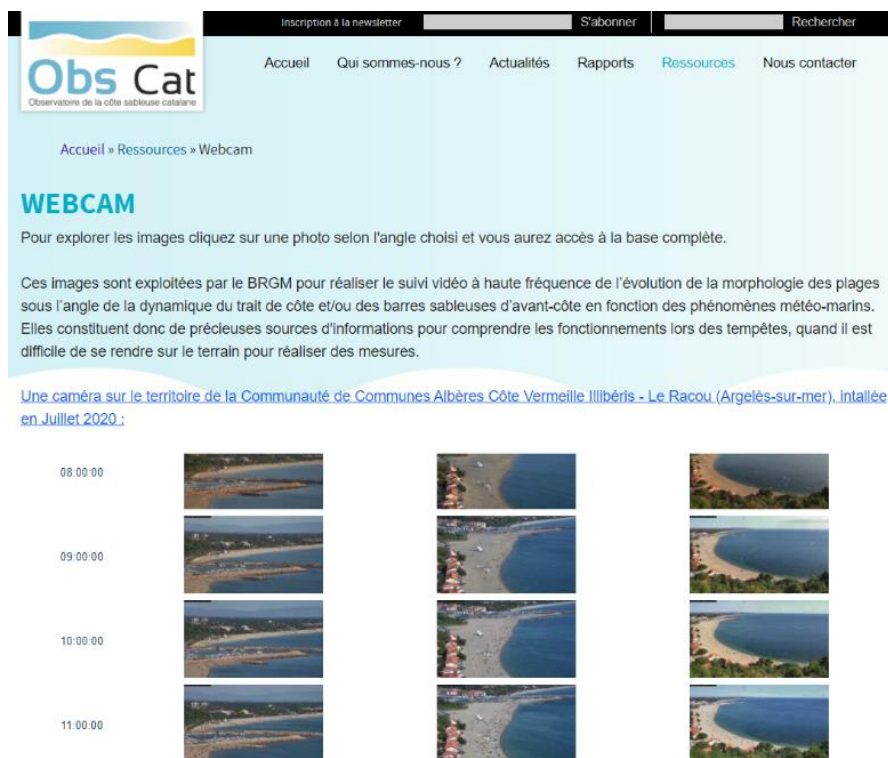


Illustration 42 - Interface ObsCat de consultation des images de la station vidéo du Racou à Argelès-sur-Mer.

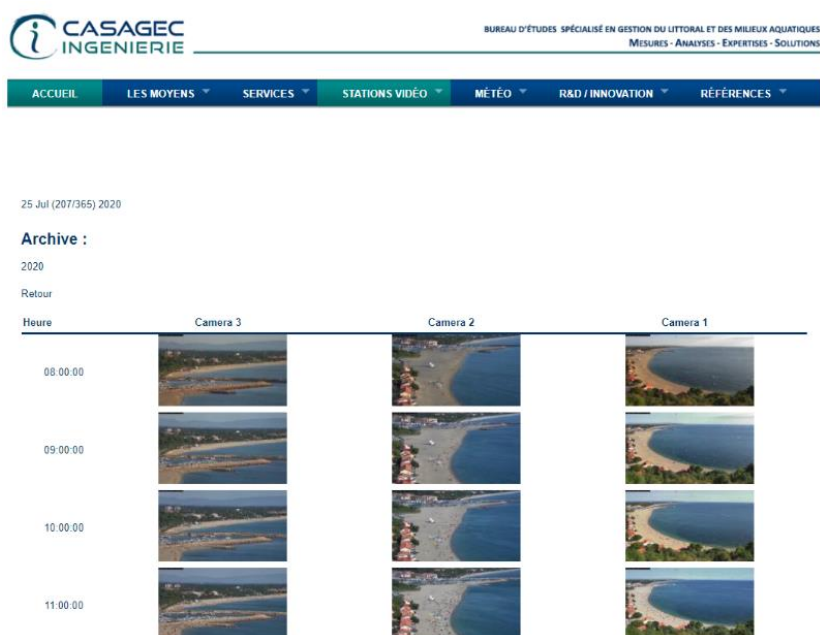


Illustration 43 - Interface CASAGEC de consultation des images de la station vidéo du Racou à Argelès-sur-Mer.

Levé photogrammétrique post-tempête GLORIA – Janvier 2020

L'ObsCat réalise des levés photogrammétriques post-tempêtes dans l'objectif de cartographier les impacts à la côte, de les capitaliser à des fins de mémoire et de comparaison des événements et de leur intensité pour une meilleure appréhension de la gestion des tempêtes à l'échelle locale.

Le déclenchement de ces levés est conditionné par les prévisions et informations fournies sur les tempêtes par le « Réseau tempête Occitanie » (Balouin, 2019). Les levés sont décidés dès lors que les prévisions du réseau tempête indique un niveau d'impact attendus important, soit une tempête de niveau 3, telle que définie dans le protocole du réseau (Illustration 44).

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	●

Illustration 44 – Hiérarchisation des niveaux d'impact des tempêtes sur le littoral d'Occitanie. D'après « Réseau tempête Occitanie 2018-2019 » (Balouin, 2019 – Rapport BRGM/RP-69355-FR).

Le début de l'année 2020 a été marqué par une tempête de forte intensité, entre le 20 et le 22 janvier⁶. Cette tempête d'Est a touché essentiellement le littoral du Roussillon, avec des vagues au large pouvant atteindre de hauteurs maximales de plus de 11 m (6 m en hauteur significative). Le niveau de surcote est cependant resté modéré (inférieur à 0,6 m NGF - Illustration 45 et Illustration 46), inférieur à ce qu'il avait été lors de la tempête de mars 2018 (0,9 m). Mais les précipitations ont été plus intenses sur les bassins de l'Agly et de la Têt, pendant l'épisode Gloria que pendant la tempête de mars 2018.

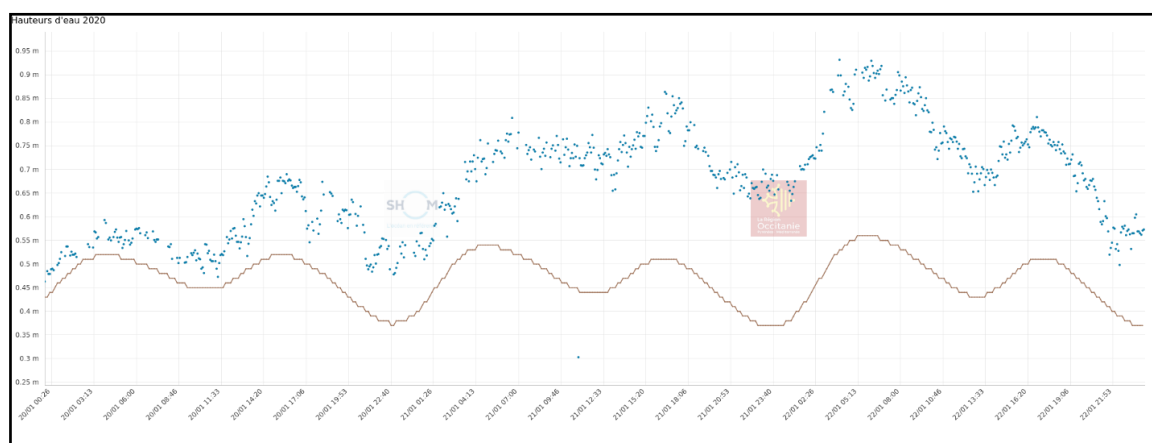


Illustration 45 - Niveau d'eau mesuré au marégraphe de Port-la-Nouvelle pendant la tempête Gloria (points en bleu) par rapport à la courbe de prédiction de marée (courbe marron). Source datashom.fr - Refmar-Shom.

⁶ <http://www.obs-cat.fr/actualites/gloria-le-suivi-de-la-temp%C3%AAtte-par-lobscat>

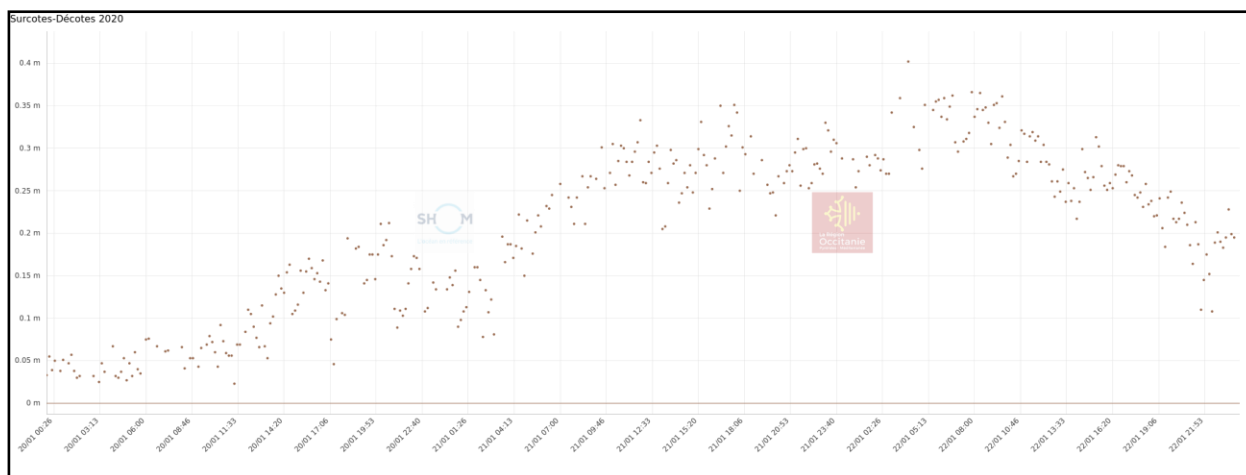


Illustration 46 - Surcote mesurée au marégraphe de Port-la-Nouvelle pendant la tempête Gloria – Source datashom.fr - Refmar-Shom.

Les dégâts associés à la tempête Gloria ont été relativement limités : principalement des submersions temporaires, des destructions d'ouvrages de protection dunaire (ganivelles), ensablement des fronts de mer.

Toutefois, les évolutions morphologiques sur les plages et fronts dunaires ont pu être significatives dans certains secteurs.

Environ une semaine avant la tempête Gloria, les prévisions météorologiques l'annonçaient comme un épisode particulièrement marquant sur le plan des conditions de houle et de précipitation, pouvant potentiellement générer des impacts érosifs importants à la côte. Aussi, le BRGM et la cellule d'animation Aurca de l'ObsCat ont décidé de programmer un levé topographique et orthophotographique par photogrammétrie de l'ensemble de la côte sableuse catalane dans le but d'en relever les conséquences en termes d'érosion, submersion et modifications morphologiques de la côte au sens large, et pouvoir par la suite apprécier la résilience ou non du système à la lumière des données de la campagne de suivi du printemps suivant.

Acquisition des données

Le levé s'est déroulé le 25 janvier quelques jours après le pic de la tempête (autour du 21 janvier). La méthode par photogrammétrie, avec prise de vues par ULM, a été à nouveau mise en œuvre comme précédemment pour le levé post tempête de mars 2018 et la campagne d'automne 2019. La prestation d'acquisition des données (pose des cibles au sol, survol et prise de vues) ainsi que le post-traitement et la restitution des orthophotographies et de la topographie (MNS – modèle numérique de surface) a été confiée à la société Ecoceanodrone (devenue par la suite Sub-C Marine).

L'appareil photo Canon 6D avec objectif 24 mm utilisé et l'altitude de vol, environ 260 m, ont permis d'obtenir une résolution d'environ 6,5 cm/pixel sur l'ensemble du linéaire de Leucate plage au Racou. La plateforme de vol utilisée était un ULM du club de Torreilles.

Difficultés rencontrées

L'acquisition des données a été rendue difficile en raison des vents restés relativement forts pendant toute la semaine suivant le pic de tempête (de l'ordre de 50-60 km/h), forçant l'ULM à

voler à 50 km/h ou 150 km/h (suivant le sens des passages). La cadence des prises de vues a donc sans cesse été adaptée.

Les conditions sur le terrain et le fort recul du cordon à certains endroits avaient également largement effacé certaines cibles « permanentes » nécessaires au calage du modèle photogrammétrique pour la restitution des données. Pour y palier, certaines cibles encore visibles du levé post tempête de mars 2018 et du levé de novembre 2019 ont autant que possible été utilisées.

Les conditions de houles sont restées elles aussi agitées durant les jours suivant la tempête y compris le jour du vol. L'impact sur les résultats est une incertitude pouvant être importante sur la topographie de la zone de jet de rive.

Valorisation des données – cartographie des impacts et quantification des déplacements sédimentaires

Les données orthophotographiques ont été exploitées pour repérer (par photo-interprétation), inventorier les impacts et déterminer les secteurs les plus touchés. La typologie d'impacts utilisée reprend la base de celle employée pour l'analyse du levé post tempête de mars 2018. Elle a été affinée, précisée à cette occasion :

- Recouvrements dunaires : ils se manifestent par des recouvrements partiels, parfois complets, de la végétation dunaire par des sédiments révélant, soit une atteinte par les vagues, par franchissement partiel de la dune par le jet de rive, soit un apport conséquent par transport éolien du sable depuis la plage par les vents marins. Ils ont été repérés grâce à la baisse de densité de végétation sur les cordons dunaires ou par la présence de laisses de mer sur les dunes (Illustration 47) ;
- Percées et franchissements dunaires : zones où la mer a franchi, traversé le cordon dunaire, empruntant le plus souvent les chemins d'accès aux plages, aménagés ou spontanés, qui constituent des zones de faiblesses altimétriques. Il ne s'agit pas à proprement parler de brèches, la mer n'ayant fait qu'emprunter ces zones préexistantes, sans les créer ou les recreuser par l'action du ruissellement. Il en résulte en arrière-dune, la présence de dépôts sableux sous forme d'éventails et/ou de laisses de mer constituées de bois flottés et de déchets, un phénomène de submersion et d'accumulation d'eau marine ;
- Secteurs inondés/submergés en arrière-dune : accumulation d'eau, ou traces d'accumulation, liées aux franchissements dunaires ;
- Dégâts urbains : zones submergées en front de mer, présence de laisses de mers, dépôt de sable, dégâts encore visibles sur les zones urbanisées, routes, places, zones piétonnes ;
- Bois flottés ;
- Erosion dunaire, érosion en haut de plage : impacts se caractérisant par la présence d'une falaise d'érosion au niveau du front dunaire (recul du front dunaire) ou du pied de dune, associés généralement à un abaissement de la topographie du profil de plage ;
- Zones inondées/submergées en haut de plage : liées au franchissement de la berme par le jet de rive, dans les secteurs où la pente du profil de plage est inversée (orientée vers les terres). L'eau s'accumule entre la berme et le front dunaire.

La cartographie des impacts a été réalisée sur l'ensemble du linéaire sableux suivi par l'ObsCat. Un trait de côte complet a également été extrait par photo-interprétation. Des exemples sont ici fournis, sur le secteur de Sainte-Marie (Illustration 47 et Illustration 48) et celui du Racou à Argelès-sur-Mer (Illustration 49).



Illustration 47 - Orthophotographies post tempête Gloria - Exemples d'impacts. A gauche, recouvrements dunaires (en rouge) au niveau des secteurs de Port Barcarès Nord et du Mas de l'Isle. A droite, accumulation de bois flottés dans l'eau et sur la plage au nord de la sortie du port de Sainte-Marie.



Illustration 48 – Cartographie des impacts à la côte de la tempête Gloria. Exemple sur le secteur de Sainte-Marie-la-Mer.

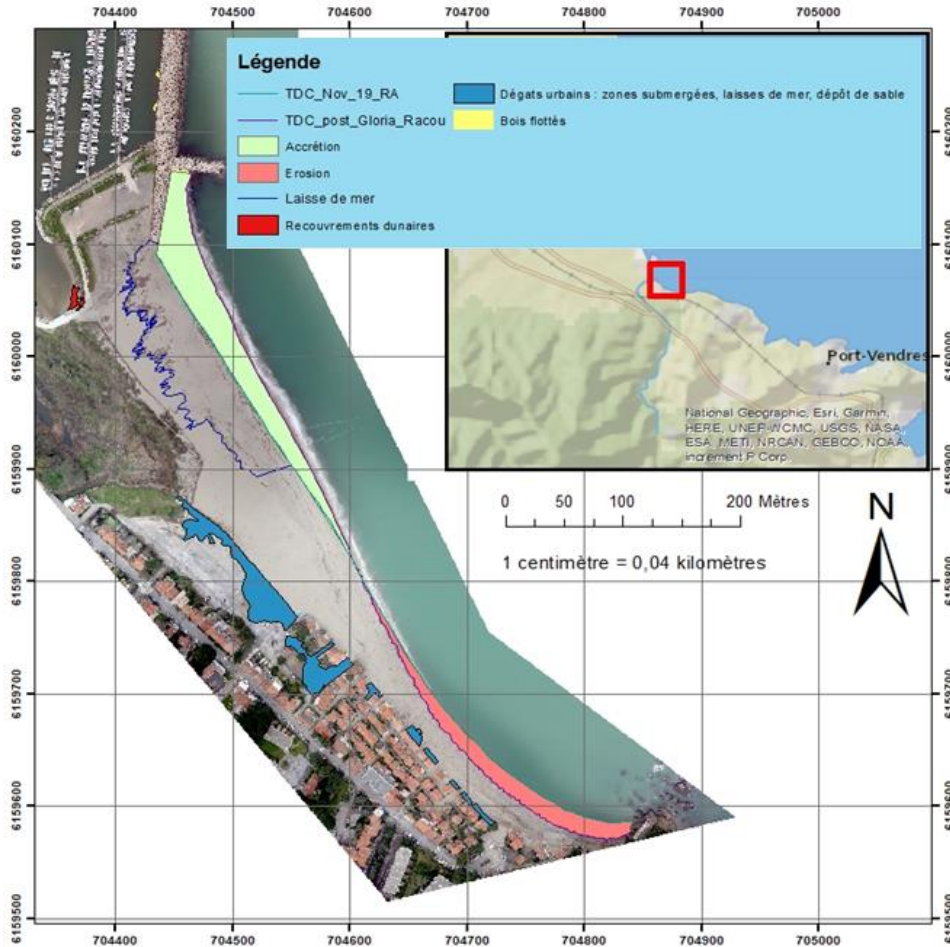


Illustration 49 - Cartographie des impacts à la côte de la tempête Gloria. Exemple sur le secteur du Racou à Argelès-sur-Mer.

La topographie a également été exploitée pour tester son application à la détection des zones érodées et à la quantification des déplacements sédimentaires correspondants. Sur le plan qualitatif, le différentiel permet effectivement de bien décerner les secteurs plus fortement érodés à la suite de la tempête. Mais quantitativement, probablement en raison de l'incertitude engendrée sur le bas de plage au niveau du jet de rive, et de problèmes de calage au sol sur certaines portions, les résultats ne seront pas exploitables partout.

4. Synthèse des évolutions par cellule sédimentaire

4.1. CONDITIONS DE FORÇAGE SUR LA PERIODE D'ETUDE

On présentera les conditions de forçage météo-marin d'octobre 2013 à décembre 2020 afin de les comparer sur les différentes saisons. Les conditions 2019/2020 seront décrites de manière plus détaillée, afin de présenter les forçages météo-marins des campagnes 2019 et 2020 qui se sont déroulées en mars/mai 2019, novembre 2019 et avril/mai 2020.

Données disponibles

Afin de caractériser les conditions météo-marines entre les deux campagnes de levés topobathymétriques, plusieurs jeux de données sont utilisés. Il s'agit :

- Des données issues des houlographes de Leucate et Banyuls, propriétés de la DREAL Occitanie, mises à dispositions via le réseau CANDHIS (Cerema)
- Des données issues des marégraphes de Port-la-Nouvelle et de Port Vendre mises à disposition via le Réseau REFMAR-SHOM ;
- Des données anémométriques de Leucate et de Cap Béar, mises à disposition via le site Meteociel.com ;
- Des données de débits fluviaux de la Têt, de l'Agly et du Tech (nouveau site) issues de la Banque de données Hydro et propriété du Service de Prévision des Crues Méditerranée Ouest.

Conditions météorologiques

Les relevés issus de la station de Leucate indiquent des vents plutôt forts sur toute la période étudiée. Le régime de vent est dominé par la tramontane (nord-ouest) et de façon plus secondaire par les vents de sud-est (Illustration 50) générant les coups de mer et les tempêtes marines. La dernière saison d'observations (Mars 2019 à décembre 2020) présente une distribution des vents moyens très semblable à celle de l'ensemble des observations depuis 2013. Les rafales de vents ont régulièrement atteint 100 km/h entre mars 2019 et décembre 2020 (Illustration 52) avec des pointes dépassant les 120 km/h pour la tramontane (121 km/h le 23/11/2019 et 126 km/h le 25/09/2020) et les 130 km/h pour les vents marins (132 km/h le 20/12/2019) (Illustration 54).

Les relevés de la station de Cap Béar sont également analysés, notamment pour les sites du sud de la côte sableuse catalane, de Saint-Cyprien Nord au Racou (Argelès-sur-Mer), pour lesquels ces mesures sont plus représentatives notamment pour les vents marins. Ces observations sont très similaires et synchrones à celle de la station de Leucate utilisées pour les sites ObsCat depuis Canet Lido à Leucate plage (Illustration 51, Illustration 53 et Illustration 55). Cependant, lors des épisodes de forte tramontane et suivant son orientation, les vitesses maximales peuvent y être nettement supérieures : le 23/11/2019, 148 km/h à Cap Béar contre 121 km/h à Leucate. La station de Cap Béar étant décalée de plusieurs kilomètres vers le sud-est d'Argelès-sur-Mer, celle-ci est probablement moins représentative des conditions réelles de vent de Tramontane pour les sites du sud de la côte sableuse.

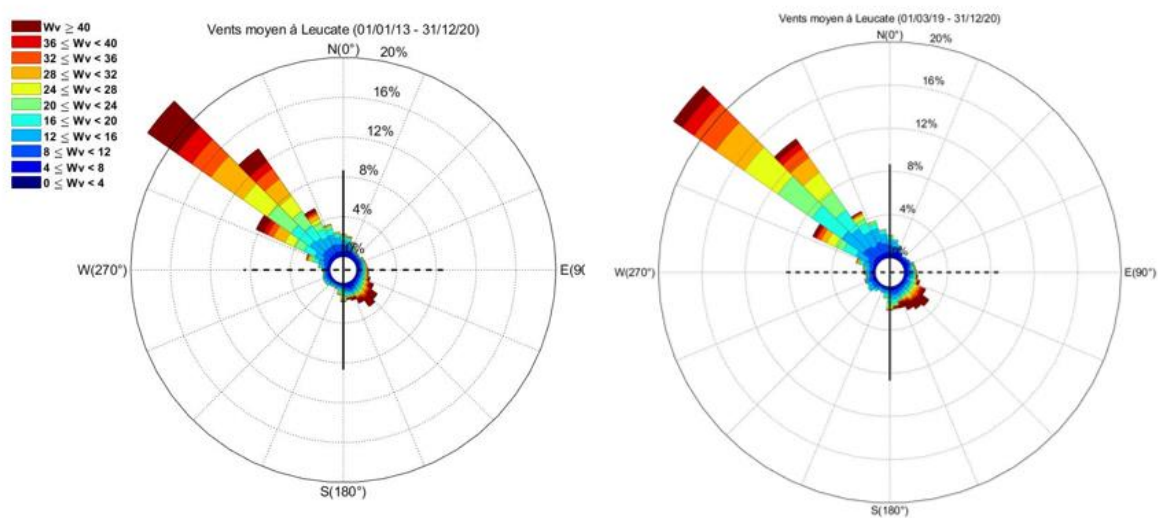


Illustration 50 - Roses vents à la station de Leucate (11) : vents moyens sur les 6 années d’observation de l’ObsCat (à gauche) et vents moyens lors de la dernière saison d’observation (mars 2029 à décembre 2020, à droite). Source des données : Meteociel.com

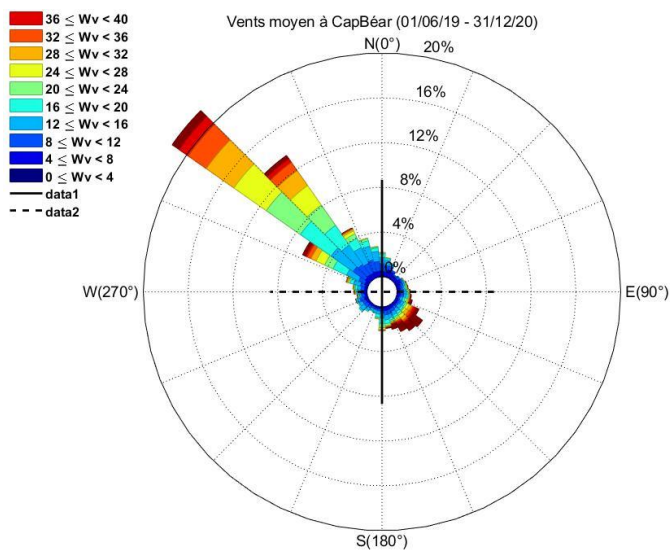


Illustration 51 – Rose des vents à la station de Cap Béar (66) : vent moyens sur a dernière saison d’observation (juin 2019 – Décembre 2020). Source des données : Meteociel.com

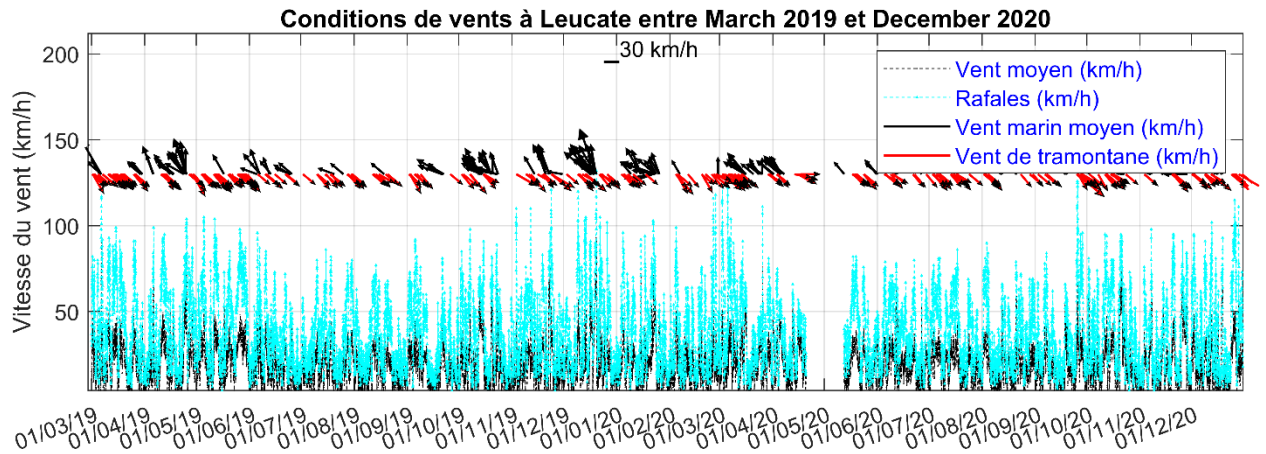


Illustration 52 – Conditions de vent moyen et rafales à Leucate (vitesse et direction) entre mars 2019 et décembre 2020.

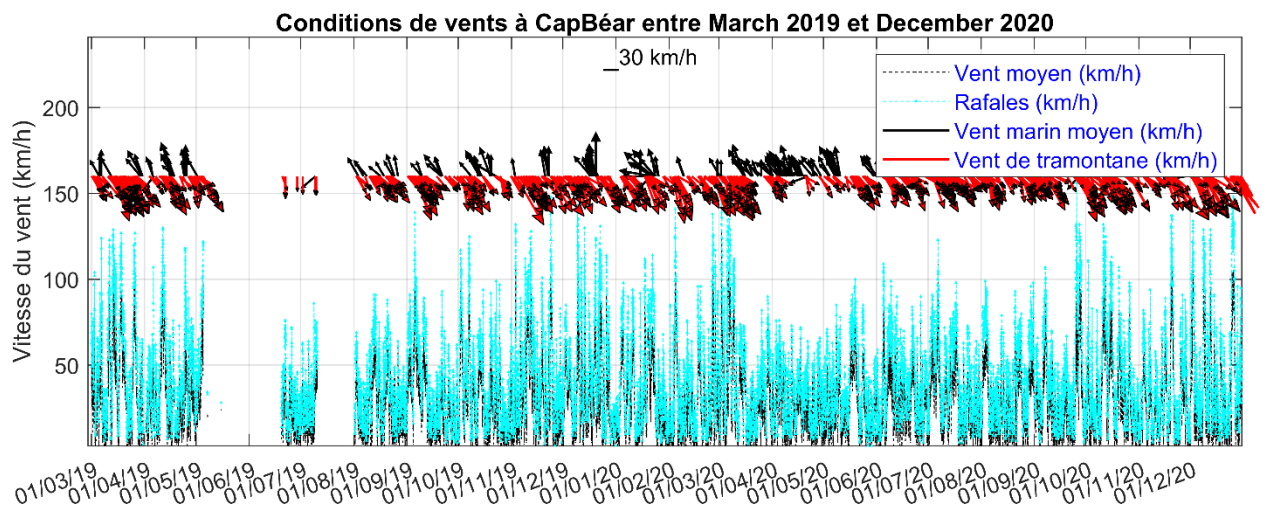


Illustration 53 - Conditions de vent moyen et rafales à la station de Cap Béar (vitesse et direction) entre juin 2019 et 2020

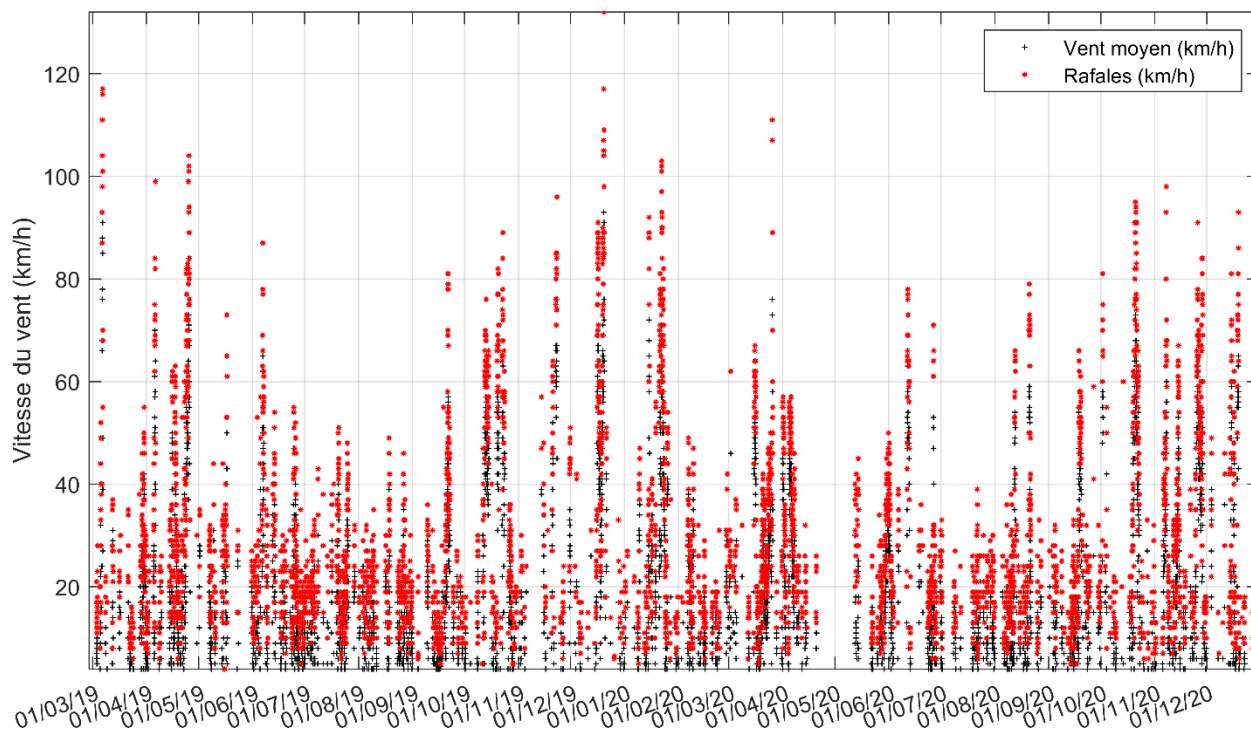


Illustration 54 - Vitesse du vent marin (km/h) à la station de Leucate, de mars 2019 à décembre 2020.
Source des données : Meteociel.com.

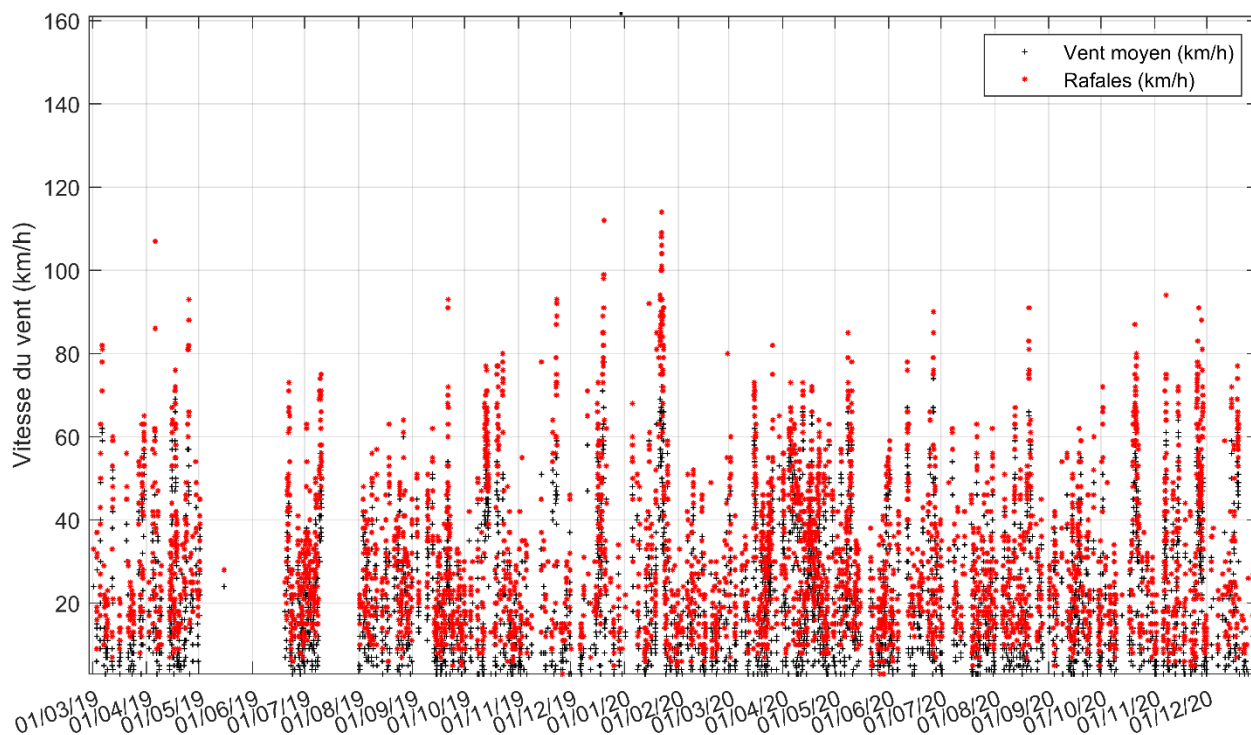


Illustration 55 - Vitesse du vent marin (km/h) à la station de Cap Béar, de juin 2019 à décembre 2020.
Source des données : Meteociel.com.

Conditions de houle

Pour l'analyse et l'interprétation des phénomènes et évolutions observées sur l'ensemble du périmètre de l'ObsCat, les données de houle des bouées houlographiques de Leucate et de Banyuls (réseau CANDHIS⁷) sont utilisées (Illustration 56).

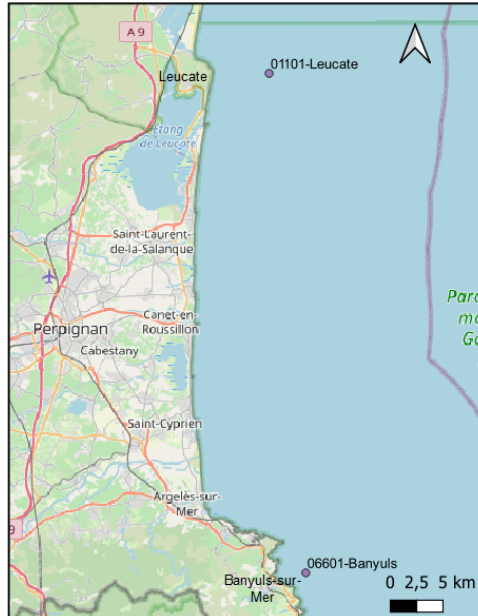


Illustration 56 – Bouées houlographiques du réseau CANDHIS utilisées pour l'analyse des conditions de houles des sites de l'ObsCat.

Les épisodes de tempête et énergétiques sont extraits de l'analyse des données de Leucate principalement, mais leur liste peut être complétée au besoin, pour expliquer des phénomènes plus locaux pour les sites compris entre Saint-Cyprien et le Racou (Argelès-sur-Mer).

Les houles prédominantes enregistrées à la bouée de Leucate en termes de direction et d'énergie restent classiquement du quart sud-est (Illustration 57). Les houles de tramontane (nord-ouest) générées entre la côte et la bouée située à 5 km au large sont fortement représentées mais de faible énergie (hauteurs significatives -Hs- généralement inférieures à 1,5 m).

Lors du dernier hiver, on remarquera cependant que les Hs des houles de tramontane ont été légèrement inférieures à la moyenne des 6 années passées d'observation de l'ObsCat. Les houles de secteur ESE semblent similaires (Hs légèrement supérieures) par rapport à la moyenne observée depuis 2013.

⁷ Centre d'Archivage National de Données de Houle In Situ – Cerema-DREAL Occitanie

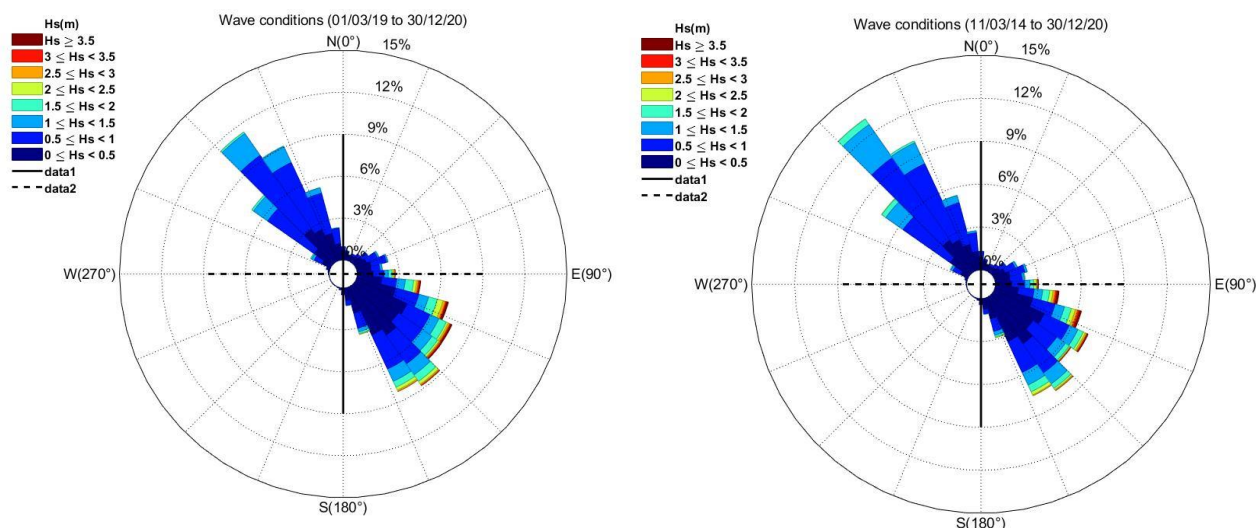


Illustration 57 - Rose des houles à la bouée de Leucate : houles moyennées sur la dernière saison d'observation (à gauche) et durant les 7 années d'observations de l'ObsCat (à droite). Source des données : CANDHIS (Cerema-DREAL Occitanie).

Sur la totalité de la période d'observation correspondant à ce rapport, soit **d'avril 2019 2019 à fin septembre 2020**, 9 événements tempétueux (Moyenne des hauteurs significatives supérieure à 3 m) se sont produits : (Illustration 58) :

- Du **19 au 26 avril 2019**, Hs 3,5 m et Hmax 5,8 m ;
- Du **21 au 22 septembre 2019**, Hs 3,5 m et Hmax 5,6 m ;
- Du **22 au 24 octobre 2019**, hauteur significative (Hs) de 4,5 m, avec une hauteur maximale (Hmax) de 9,6 m ;
- Du **22 au 24 novembre 2019 (CECILIA)**, Hs 3,1 m et Hmax 5,1 ;
- Du **4 au 5 décembre 2019 (FABIEN)**, Hs 3,4 m et Hmax 7 m ;
- Du **16 au 18 décembre 2019**, Hs 3,6 m et Hmax 5,7 m ;
- Du **19 au 20 décembre 2019**, Hs 3,3 m et Hmax 6 m ;
- Du **20 janvier 2020 au 24 janvier 2020 (GLORIA)**, c'est l'événement le plus important en intensité et durée : Hs 5,3 m et Hmax 7,9 m ;
- **1^{er} avril 2020**, Hs 3 m et Hmax 5,3 m.

De septembre 2020 à décembre 2020 2 autres tempêtes se sont produites :

- Du **21-22 octobre 2020**, Hs 3,4 m et Hmax 5,4 m
- Du **27-29 novembre 2020**, Hs 3,6 m et Hmax 6,1

Par ailleurs, il est important de noter que la période printemps-été 2020 (mars à fin août) est marquée, en plus de la tempête du 1^{er} avril, par 6 épisodes énergétiques importants et assez rapprochés, entre 2 et 2,7 m de Hs (Illustration 59) :

- **16 mars 2020** : Hs 2,4 m et Hmax 4,1 m ;
- **25-26 mars 2020** : Hs 2,7 m et Hmax 5,1 m ;
- **21-22 avril 2020** : Hs 2,6 m et Hmax 4,1 m ;
- **10 mai 2020** : Hs 2,3 m et Hmax 3,6 m ;
- **12 juin 2020** : Hs 2,2 m et Hmax 3,5 m ;
- **20 août 2020** : Hs 2,0 m et Hmax 3,1 m.

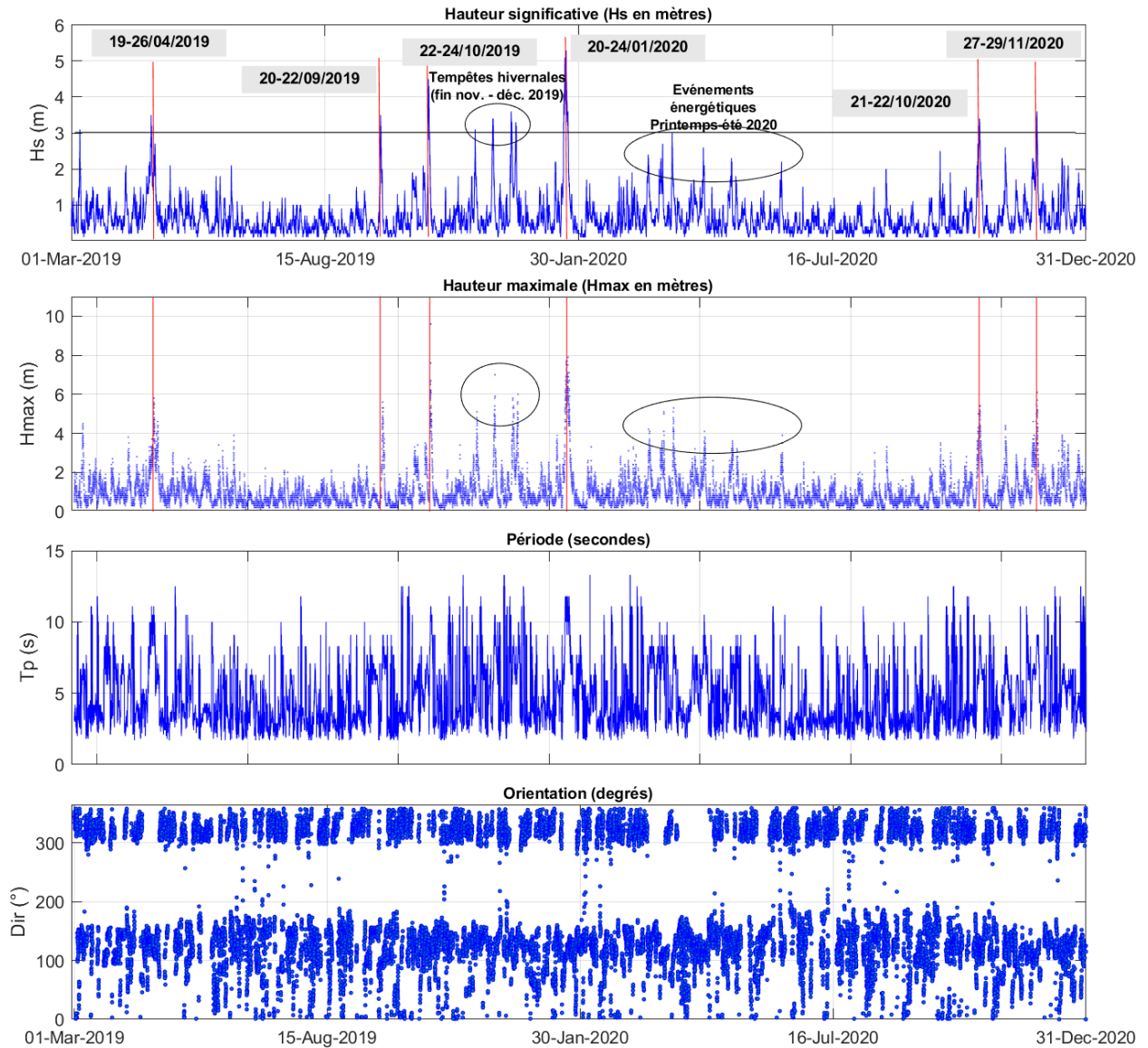


Illustration 58 - Analyse des conditions de houles durant l'année 7 – bouée de Leucate ; hauteur significative (Hs), hauteur maximale enregistrée (Hmax), période et direction. Les traits rouges indiquent les évènements de tempête. Sources des données : CANDHIS (Cerema-DREAL Occitanie).

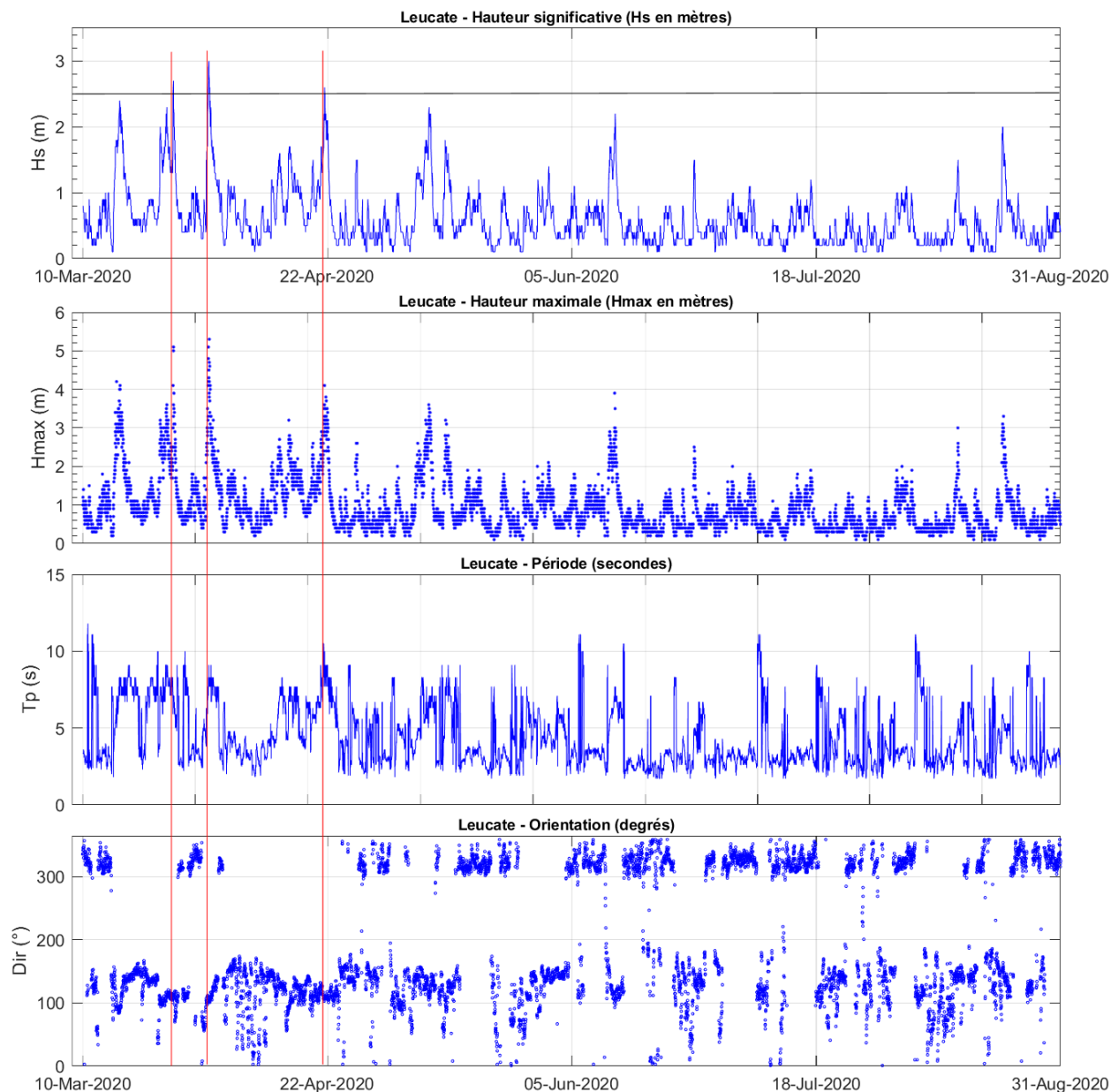


Illustration 59 - Analyse des conditions de houles durant l'année 7, entre le 10/03/2020 et le 31/08/2020. hauteur significative (Hs), hauteur maximale enregistrée (Hmax), période et direction. Les traits rouges indiquent les évènements énergétiques. Sources des données : CANDHIS (Cerema-DREAL Occitanie).

Niveaux d'eau

Pour ce premier rapport de cycle 3 de l'ObsCat, les données de niveau d'eau du marégraphe de Port-Vendres (PV) sont également analysées en plus de celles du marégraphe de Port-La-Nouvelle (PLN), compte-tenu de l'intégration des nouveaux sites d'études situés dans la partie sud de la cellule sédimentaire. Les données de Port-la-Nouvelle présentent une lacune (Illustration 60) entre le 28 janvier et le 6 mai 2020 (panne technique sur le marégraphe côtier numérique du Shom). Les données du marégraphe de Port-Vendres (Illustration 61 et Illustration 62) permettent dans une certaine mesure de la combler, même si les deux instruments sont relativement éloignés l'un de l'autre et situés dans des contextes différents (côte directement exposée pour Port-la-Nouvelle, et baie plus abritée pour Port-Vendres). Les événements marins, suivant leur provenance, peuvent également les influencer de manière différente.

Les niveaux marins enregistrés sont généralement plus importants (de quelques centimètres) à Port-la-Nouvelle qu'à Port-Vendres. La tempête Gloria, fait exception avec un niveau d'eau plus élevé à Port-Vendres.

Les 3 niveaux marins (en m NGF) les plus importants enregistrés par ces deux marégraphes sont liés aux tempêtes hivernales suivantes :

- Du **22 au 24 octobre 2019** : **0,88 m** à Port-la-Nouvelle et 0,81 m à Port-Vendres ;
- Du **22 au 24 novembre 2019**, tempête **Cécilia** : **0,72 m** à PLN et 0,69 m à PV ;
- Du **16 au 18 décembre 2019** : **0,65 m** à PLN et 0,59 m à PV.

Autres évènements tempétueux :

- **21 au 22 septembre 2019** : **0,49 m** PLN et 0,40 m PV ;
- **4 au 5 décembre 2019**, tempête **Fabien** : **0,54 m** PLN et 0,46 m PV ;
- **19 au 20 décembre 2019** : **0,59 m** PLN et 0,49 m PV ;
- **20 au 24 janvier 2020**, tempête **Gloria** : **0,5 m** PLN et 0,55 m PV ;
- **1^{er} Avril 2020** : **0,26 m** PV (lacune de données à PLN) ;
- **21 au 22 octobre 2020** : **0,57 m** PLN et 0,46 m PV ;
- **27 au 29 novembre 2020** : **0,56 m** PLN et 0,53 m PV.

Evènements énergétiques importants :

Les événements ayant généré les niveau d'eau les plus importants sont les suivants :

- **10 mai 2020** : **0,57 m** PLN et 0,47 m PV ;
- **12 juin 2020** : **0,51 m** PLN et 0,45 m PV.

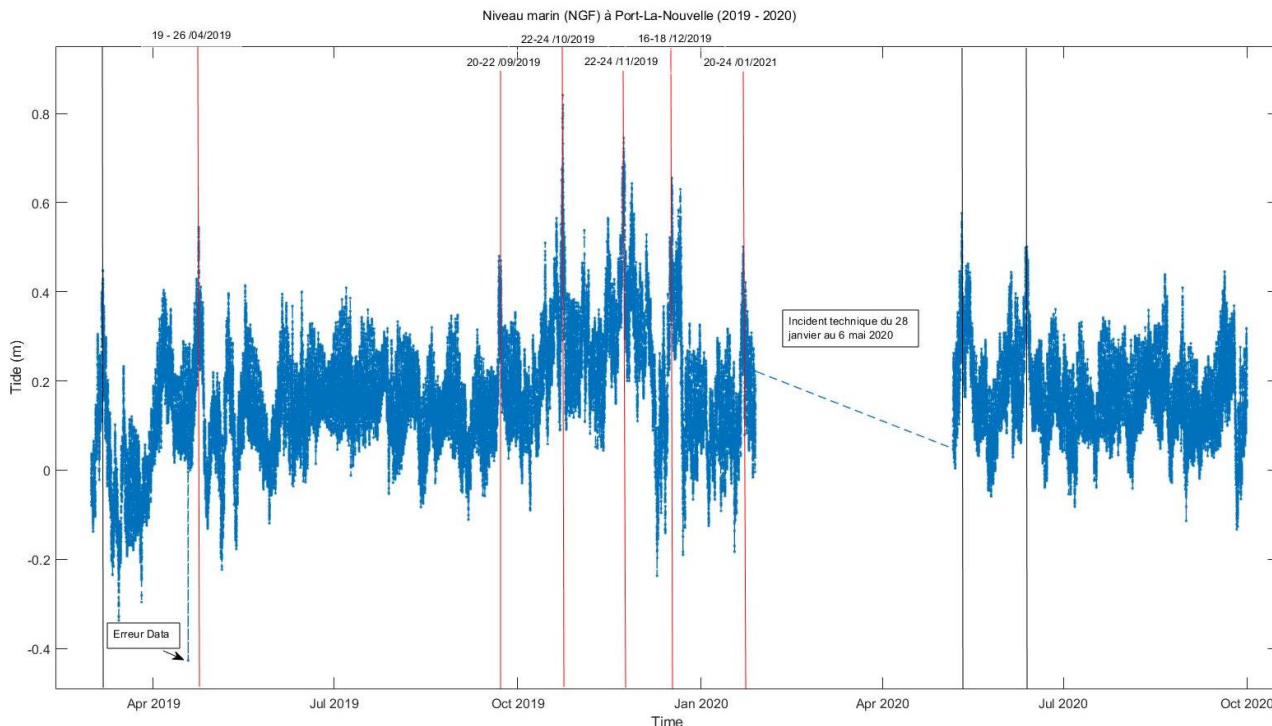


Illustration 60 - Niveaux d'eau enregistrés à Port-la-Nouvelle entre Mars 2019 et Octobre 2020 (source des données REFMAR-SHOM). Les repères rouge correspondent aux événements de tempête, les noirs aux événements énergétique importants.

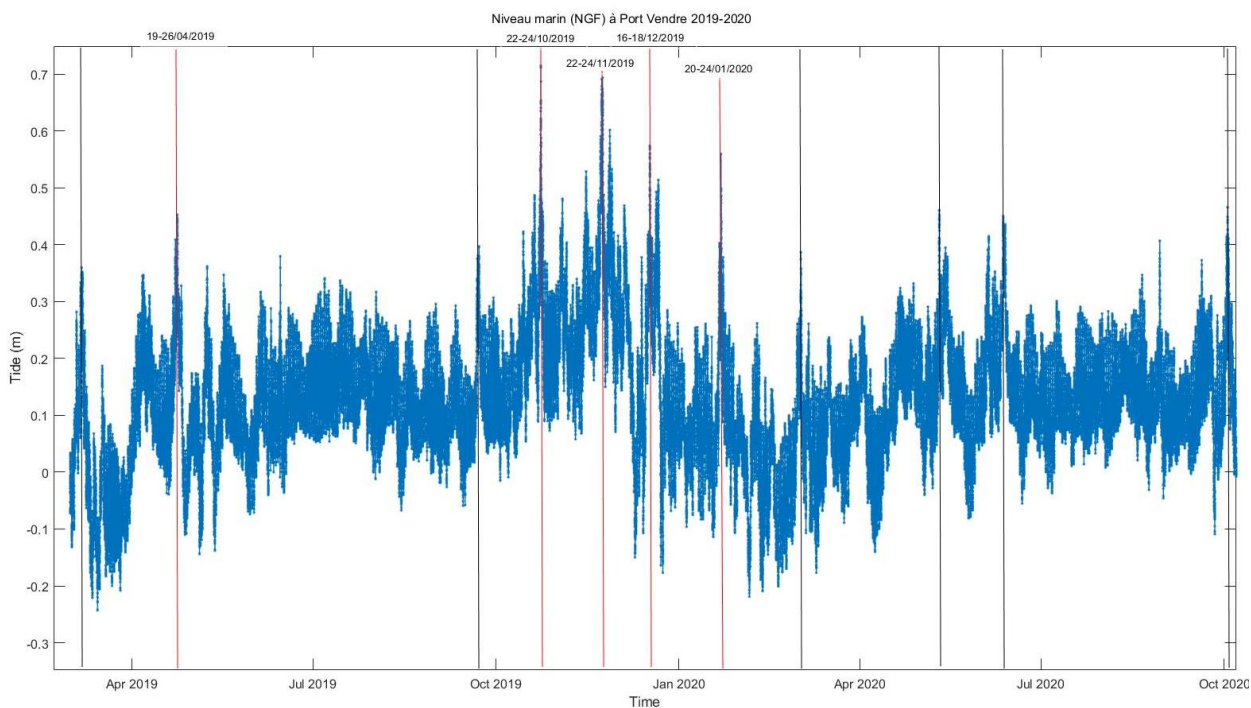


Illustration 61 - Niveaux d'eau enregistrés à Port-Vendres entre mars 2019 et octobre 2020 (source des données REFMAR-SHOM). Les repères rouge correspondent aux événements de tempête, les noirs aux événements énergétique importants.

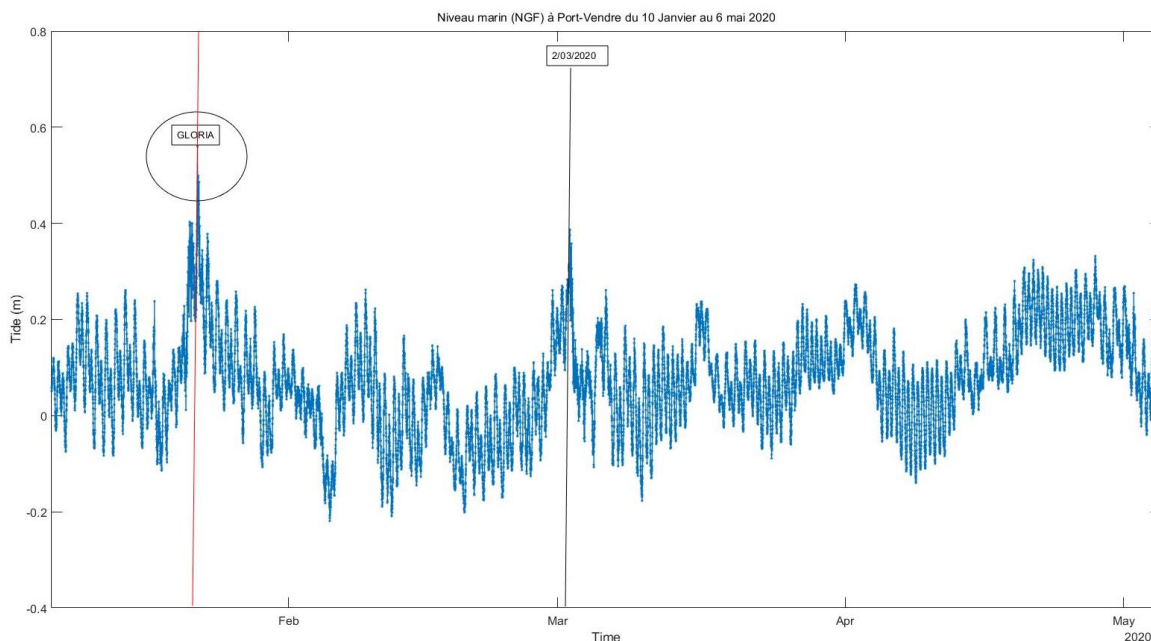


Illustration 62 - Niveaux d'eau enregistrés à Port-Vendres entre le 10 janvier et le 6 mai 2020 pour les données manquantes à Port La Nouvelle (source des données REFMAR-SHOM). Les repères rouge correspondent aux événements de tempête, les noirs aux événements énergétiques importants.

Au total 11 événements de niveau d'eau supérieur à 0,5 m (incluant celui à 0,49 m du 21-22 septembre 2019) ont été enregistrés lors de la période mai 2019 à décembre 2020, dont 7 durant l'hiver 2019-2020, contre 7 l'hiver précédent. Cependant les niveaux d'eaux maximums atteints sont plus élevés que l'année précédente ou le maximum était de 0.64 m pendant la tempête du 17 au 18 novembre 2018.

La tempête Gloria (20 au 24 janvier 2020), d'intensité supérieure aux 3 événements ayant entraîné les plus forts niveaux marins sur la période d'observation (sur le plan des hauteurs de houle) n'a généré qu'un niveau d'eau modéré de 0,50 m.

Débits fluviaux

Les épisodes de crues peuvent être à l'origine d'un apport sédimentaire important au sein du système littoral. Par ailleurs, elles peuvent également provoquer une élévation locale du plan d'eau lorsqu'elles sont combinées à une tempête, la surcote marine ne permettant pas l'évacuation des eaux fluviales et pouvant conduire à des inondations de la plaine littorale.

Les débits maximum pendant l'automne/hiver 2019-2020 ont atteint :

- Pour la Têt : 778 m³/s, soit 67 219 200 m³/jour
- Pour l'Agly : 731 m³/s, soit 63 158 400 m³/jour
- Pour le Tech : 571 m³/s, soit 49 334 400 m³/jour.

Ces débits ont été enregistrés au cours de la crue associée à la tempête GLORIA (crue du 23/01/2020, Illustration 63, Illustration 64 et Illustration 65). Ces débits maximums représentent les débits les plus importants enregistrés depuis le début des campagnes OBSCAT (Illustration 64). Une seconde crue importante s'est produite au mois d'avril 2020, elle aussi marquante à l'échelle de la période d'observation de l'ObsCat.

Le Tech (Illustration 38) possède des variations similaires aux autres cours d'eau de la région mais des débits plus faibles pendant les événements tempétueux et les périodes de fortes précipitations.

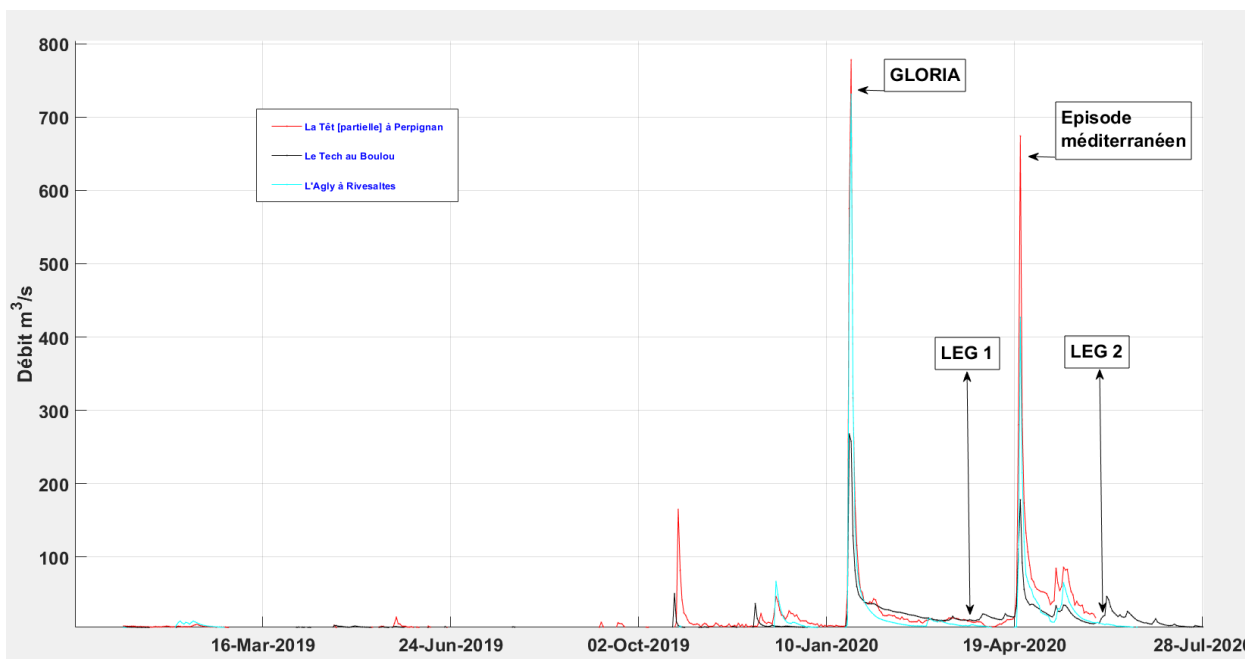


Illustration 63 - Débits (m³/s) des fleuves Têt (station Perpignan), Agly (Station Rivesaltes) et Tech (Station Boulou) entre Janvier 2019 et Juillet 2020. Source des données : SPC Méditerranée Ouest.

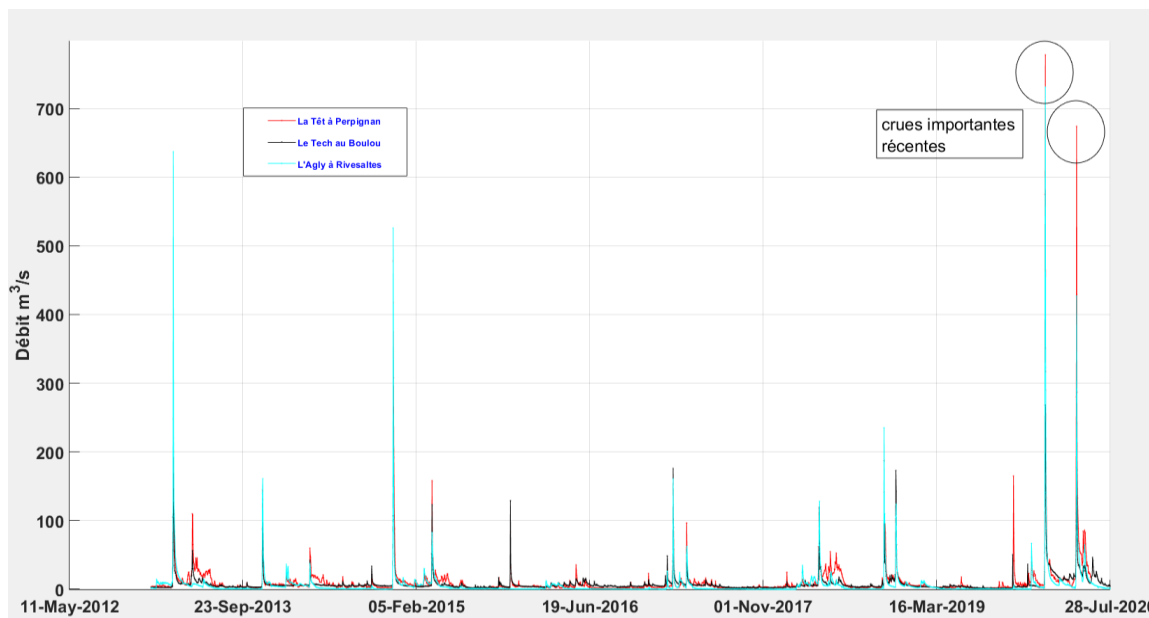


Illustration 64 - Débits (m³/s) des fleuves Têt (station Perpignan) et Agly (Station Rivesaltes) et le Tech (station boulou) entre Janvier 2013 et Juillet 2020. Source des données : SPC Méditerranée Ouest.

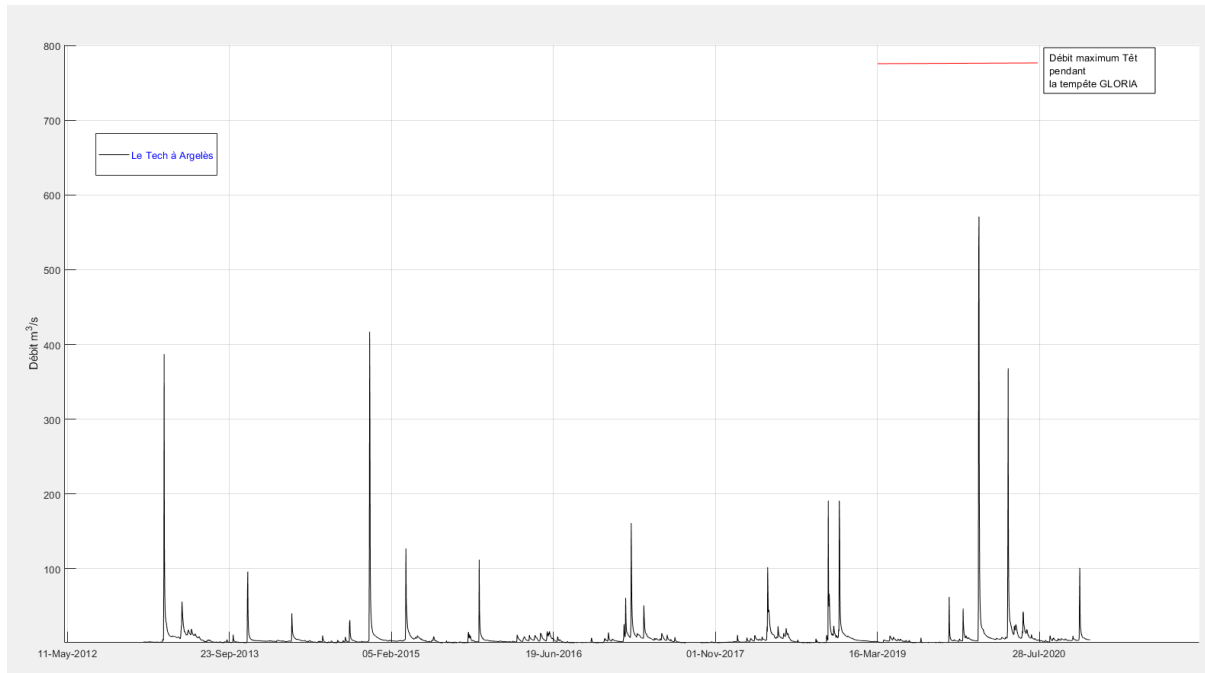


Illustration 65 - Débits (m³/s) du Tech (station Argelès) entre Janvier 2013 et Juillet 2020. Source des données : SPC Méditerranée Ouest.

Conclusions sur les conditions de forçage de l'hiver 2019-2020

Pendant l'hiver 2019-2020, les épisodes de tramontane ont été sensiblement moins intenses que sur la moyenne des 6 années (rose des vents et rose de la houle, Illustration 29 et 31). Les houles ESE générées par les épisodes de tempêtes et de coups de mer ont en revanche été globalement plus intenses que la moyenne des observations.

Avec 7 tempêtes hivernales ($H_s \geq 3$ m), ce dernier hiver a été plus agité que l'hiver 2018-2019, et avec des événements plus intenses en terme de hauteur de houle et de niveau d'eau. 2 autres tempêtes se sont déroulées à l'automne 2020, qui ont été intégrées à l'analyse du trait de côte vidéo haute fréquence du Barcarès et du village naturistes de Leucate.

Le printemps 2020 a été marqué par de fréquents événements énergétiques ($2,5 \leq H_s < 3$ m), 6 au total et par une tempête brève le 1^{er} avril.

En terme de niveau d'eau hivernaux, la fréquence des niveaux $\geq 0,50$ m est la même que pour l'hiver 2018-2019 mais avec des maxima plus importants (0,88 m pour la tempête du 22 au 29 septembre 2019, mesuré à Port-la-Nouvelle).

La tempête Gloria, marquante sur le plan de la hauteur de houle et des crues générées sur les 3 fleuves catalans, n'a pas été associée à un niveau d'eau important (seulement 0,5 m, inférieur à celui d'autres tempêtes de moindre énergie sur la période)

Enfin les 3 fleuves Agly, Têt et Tech ont enregistré 2 épisodes de crues durant la même période et en concomitance avec la tempête Gloria et les fortes précipitations d'Avril 2020. Notons que ces crues remarquables représentent les plus hauts débits mesurés depuis la création de l'ObsCat.

En conclusion, les conditions d'agitation ont été plus importantes que l'année précédente 2018-2019, avec une intensité d'événements plus importante (houle et niveau d'eau), et la concomitance avec les crues importantes des fleuves catalans.

4.2. CELLULE 1 – FALAISE DU RACOU AU PORT D'ARGELES-SUR-MER

Description et évolution passée de la cellule 1

Cette première cellule de la côte sableuse catalane est constituée par la seule plage du Racou, qui s'étend sur 700 m environ entre la côte rocheuse au sud et le port d'Argelès-sur-Mer au nord (Illustration 66). Historiquement, jusqu'en 1974, date de la construction du port d'Argelès, c'est l'embouchure de la Massane qui constituait la limite nord de cette cellule. Ce premier court tronçon de la côte sableuse catalane est de forme arquée, la plage s'orientant progressivement vers le nord en s'approchant vers la falaise du Racou.

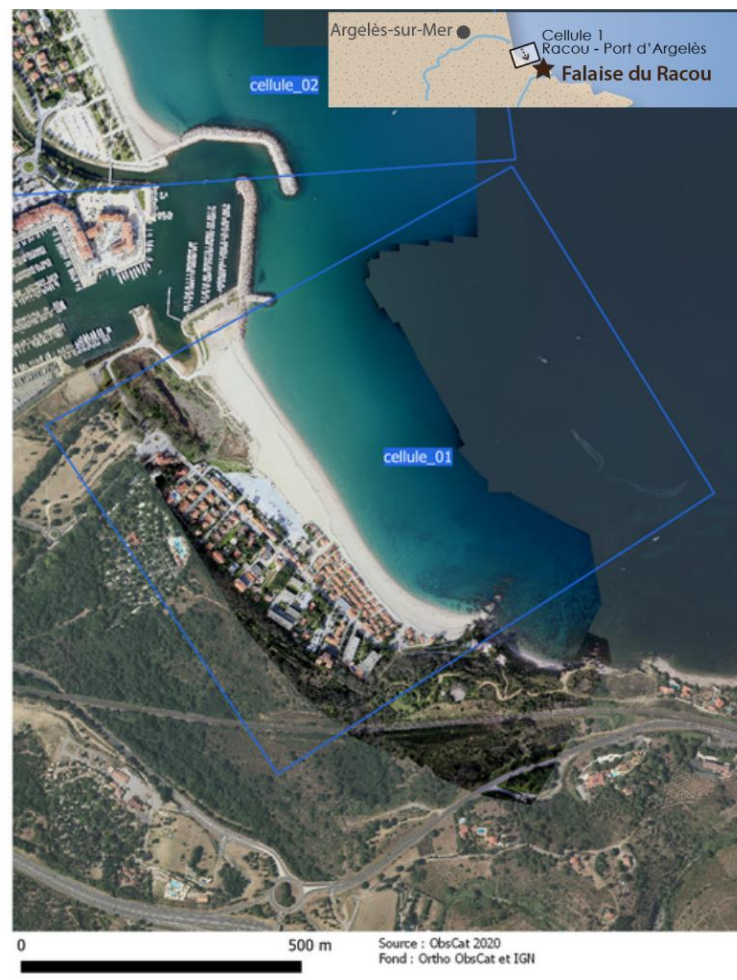


Illustration 66 - Localisation de la cellule hydrosédimentaire 1

Cette cellule et le site du Racou, nouvellement intégrés en 2020 dans le suivi saisonnier de l'ObsCat, présentent une configuration morphologique et un fonctionnement particuliers, comparativement aux autres secteurs suivis par l'ObsCat. Des travaux récents datant de 2020,

menés par le Cefrem (Certain *et al.*, 2020) apportent un éclairage nouveau et précis sur le fonctionnement passé. Il convient donc d'en préciser ci-dessous les grandes lignes.

La plage du Racou, dans sa partie immergée, ne présente pas de barre sableuse, traduisant un comportement réfléchissant vis-à-vis de la houle. La pente de l'avant-côte est ainsi assez forte (2%) et celle de la plage émergée très importante (3% haut de plage, et jusqu'à 17% pour le bas de plage). Sur la plage émergée, les sédiments sont très grossiers avec un diamètre moyen de 2,64 mm (Aleman, 2013). Sur l'avant-côte, ils sont grossiers, avec un diamètre moyen compris entre 1,5 et 2,5 mm (Certain *et al.*, 2020).

Dans cette cellule, mais aussi dans les cellules 2 (Port d'Argelès - Grau de la Ribereta) et 3 (Grau de la Ribereta – Tech), le courant de dérive littorale (résultante moyenne) est orienté vers le sud, à l'inverse du reste de la côte sableuse catalane. Mais la morphologie et la situation de la cellule de la plage du Racou sont très particulières, du fait de sa petite taille, de son orientation et de son insertion entre la côte rocheuse et le port d'Argelès. Ainsi son fonctionnement s'apparente plus aujourd'hui à celui d'une plage de poche comme on peut en trouver le long de la côte Vermeille. On observe en particulier un phénomène fréquent de rotation de la plage autour d'un point situé environ au centre de son linéaire. Ce phénomène se manifeste et s'observe suite à une tempête importante, par un engraissement temporaire de la partie nord et une érosion de la partie sud au droit des habitations du Racou. Ce mouvement sédimentaire s'accompagne d'une avancée du trait de côte au nord et d'un recul au sud. Ces effets sont liés à une inversion de la dérive littorale, vers le nord, pendant les épisodes énergétiques, et vers le sud en période plus calme.

Les travaux de Certain *et al.* (2020) sur des jeux de données anciens, ortho-photographies et topo-bathymétries, permettent de mieux cerner l'évolution morpho-dynamique historique de cette cellule entre 1895 et 2014 et d'en préciser le fonctionnement hydrosédimentaire. Trois points principaux ressortent de ces travaux :

Evolution du trait de côte et de la topographie

Avant la construction du port, le secteur du Racou mais aussi d'Argelès Centre au nord du port, présente des périodes alternées de stabilité, de recul et d'avancée du trait de côte. Ces évolutions très hétérogènes et complexes, sont pilotées par l'actions des tempêtes et des conditions saisonnières et par les apports en sédiments depuis le Tech. Mais la présence de la côte rocheuse et de l'embouchure de la Massane semble avoir plus particulièrement influencé l'évolution du secteur du Racou. Son delta induisait en effet une position très avancée du trait de côte de la plage du Racou. L'implantation en 1964 d'un épi d'arrêt un peu au nord du delta, limitant les apports sédimentaires en provenance du nord, a pu entraîner un recul progressif de la plage. Dès lors que le port d'Argelès a ensuite été construit (1974-1976), la plage du Racou se met à fonctionner comme une plage de poche (ou de crique), insérée entre la falaise du Racou et le port, avec des phénomènes de rotation horaire et antihoraire de son trait de côte en lien avec déplacement sédimentaire sud-nord ou nord-sud autour d'un point central.

Ces basculements du trait de côte s'accompagnent d'un abaissement de la topographie dans la partie où le trait de côte est en recul et d'une augmentation dans la partie où il a avancé. Ces variations d'altitude de la plage peuvent atteindre 2 mètres.

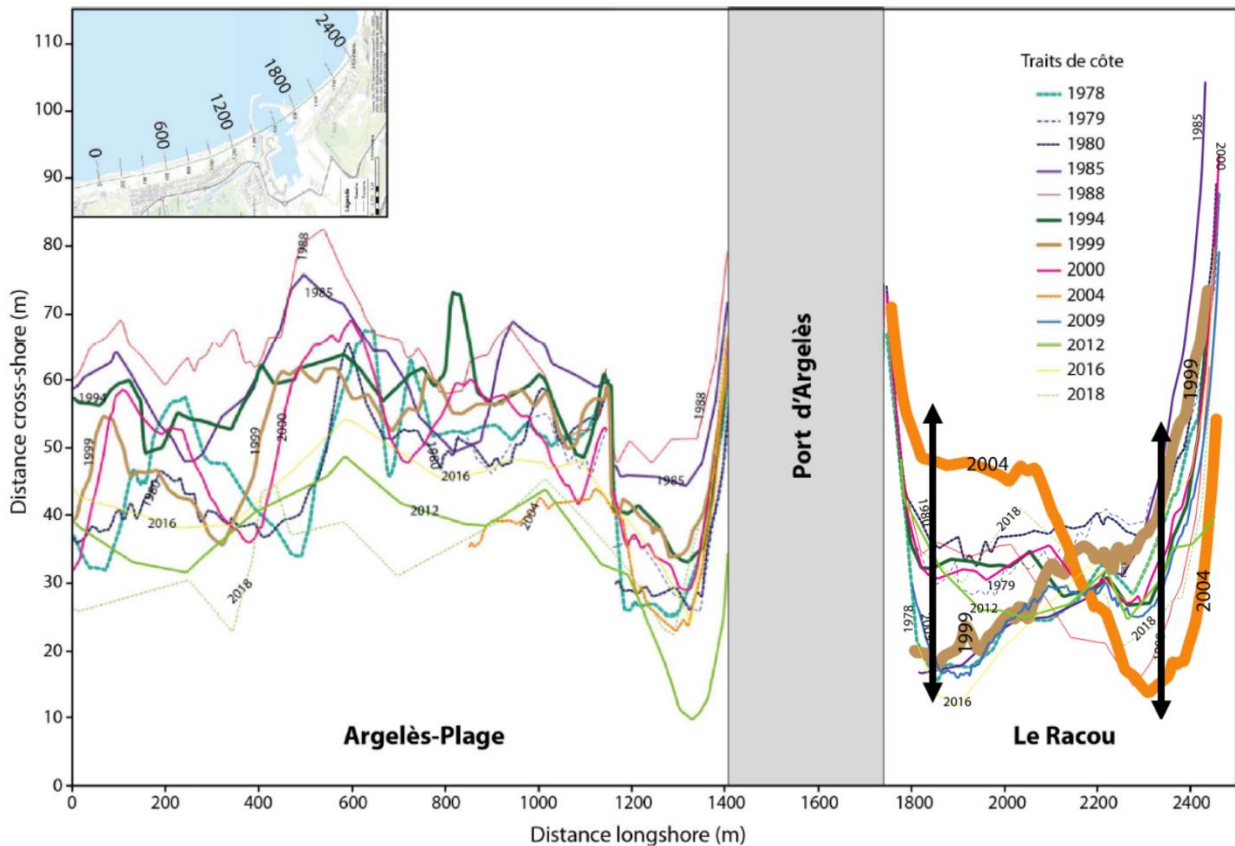


Illustration 67 – Evolution du trait de côte d'Argelès-Plage (Argelès Centre) et du Racou entre 1978 et 2018, d'après Certain et al. (2020). Illustration du phénomène de rotation de plage entre 1999 et 2004 sur le Racou.

Bilan sédimentaire plage émergée

Sur la période 1964 – 2019 (55 ans), la plage du Racou enregistre un léger gain sédimentaire de 6 030 m³. Sur la période 1977-2002, 117 000 m³ de sédiment ont été apportés artificiellement pour recharger la plage. On peut donc penser que ces apports ont permis de compenser (avec un léger gain) une perte sédimentaire sur la cellule.

Bathymétrie

L'analyse bathymétrique long terme met en évidence une dynamique sédimentaire contrainte par un courant de dérive littorale orienté du nord vers le sud. Un bourrelet d'accumulation immergé c'est formé au large du port. Il est très certainement alimenté par l'export vers le large d'une partie du transit sédimentaire qui s'effectue le long des ouvrages portuaires du nord vers le sud (Illustration 68). Le reste de ce transit finit sa course contre la côte rocheuse puis se perd en partie à nouveau vers le large le long d'un couloir et d'arêtes rocheuses au sud de la plage au droit du village du Racou. Lors d'une période de rotation du trait de côte du sud vers le nord, ces pertes favorisent voire accentuent les phénomènes érosifs.

Le fonctionnement de cette cellule est complexe. L'aménagement, l'anthropisation du secteur d'Argelès au sens large a modifié fortement un fonctionnement contraint par une dérive

sédimentaire du nord vers le sud et sous l'influence aujourd'hui disparue de la Massane. Les apports sédimentaires sont aujourd'hui peu importants du fait des pertes au large au droit du port et celles naturelles en butée de la côte rocheuse.



Illustration 68 - Schéma conceptuel du fonctionnement morphosédimentaire de la plage d'Argelès-sur-mer et du Racou, Certain et al. (2020).

Secteur d'Argelès Racou

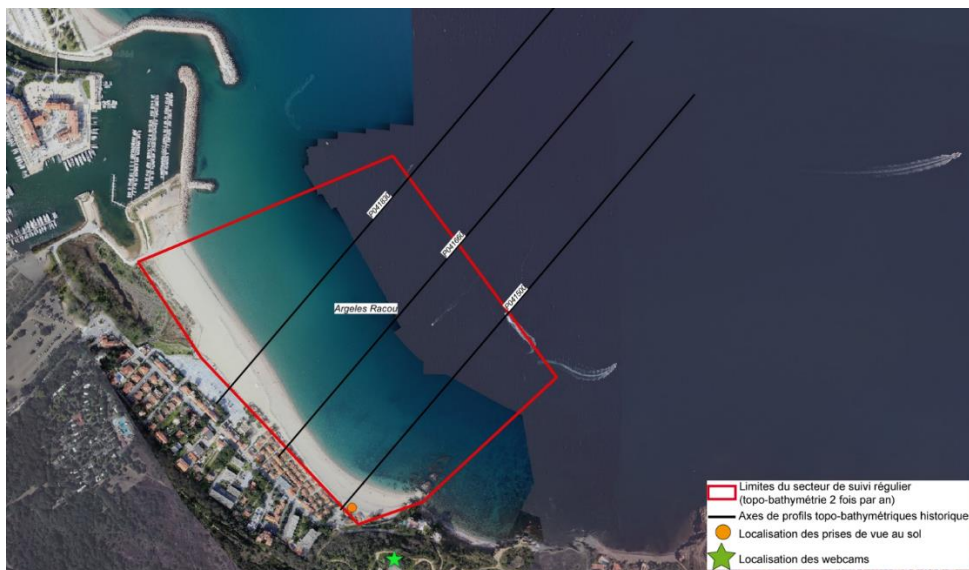


Illustration 69 - Secteur de Argelès Racou, profils de référence, prises de vue et position de la caméra de suivi haute fréquence du trait de côte.

Evolution saisonnière du trait de côte

En terme d'évolution, à l'issue de l'hiver 2019/2020, le trait de côte présente 2 parties distinctes sur ce site, une partie nord en accrétion et une partie Sud en érosion. Il s'agit là des conséquences d'une dérive littorale du sud vers le nord qui s'est installée au cours de la période hivernale sur ce secteur. On note une avancée maximum de 33 mètres au nord, contre un recul maximum de 15 mètres pour la partie Sud.



Source:
campagnes OBSCAT
de Novembre 2019 et Mai 2020
Image: Pléiades, IGN, 03-2015 et
orthophotographie ObsCat Mai 2020
Système de coordonnées :
RGF-93 - Lambert-93

Auteur : BRGM

Trait de côte

- TDC novembre 2019
- TDC mai 2020
- Avancée
- Recul

Illustration 70 - Carte des traits de côte de novembre 2019 et de mai 2020 et évolution hivernale sur le site de la plage du Racou

Déplacements sédimentaires pluriannuels et saisonniers

Sur ce site, comme pour les autres nouvellement intégrés à l'ObsCat pour ce cycle 3, en l'absence de suivi plus anciens, les premières acquisitions de données de suivi saisonnier sont celles du levé photogrammétrique de novembre 2019. Ce premier levé a été comparé aux données du LiDAR Litto3D® d'octobre 2014 (SHOM-IGN, 2014). Cela permet d'avoir une estimation des mouvements sédimentaires passés sur une période de 5 ans. Ce levé d'automne 2019 est aussi comparé au levé topo-bathymétrique ObsCat réalisé en mai 2020 (LiDAR topographique pour la partie terrestre et sondeur monofaisceau pour la bathymétrie) pour estimer les mouvements sédimentaires de l'hiver 2019-2020. Pour ces deux comparatifs, seule la partie terrestre est analysée, le levé de novembre 2019 n'étant que topographique. Un troisième comparatif a été

réalisé entre les levés topo-bathymétriques ObsCat de mai et septembre 2020 afin d'estimer les mouvements sédimentaires à terre et en mer sur la période estivale 2020.

Le comparatif topo-bathymétrique pluriannuel (Illustration 71), octobre 2014 (Litto3D®) / Mai 2020 (levé ObsCat) montre un gain sédimentaire, à la fois sur la partie immergée (+68 028 m³) et sur la partie émergée (+8 632 m³). En mer, l'essentiel des apports semble s'être fait dans le nord du secteur, au large du port et dans la zone au droit de la côte rocheuse au large du village du Racou.

Ce comparatif est donné, pour la partie immergée à titre indicatif car les jeux de données sont de résolutions très différentes : profils acquis tous les 100 mètres perpendiculairement à la côte pour les données ObsCat de mai 2020, et plusieurs points par m² pour les données LiDAR. La précision des données LiDAR en mer, notamment au large, n'est également pas connue.

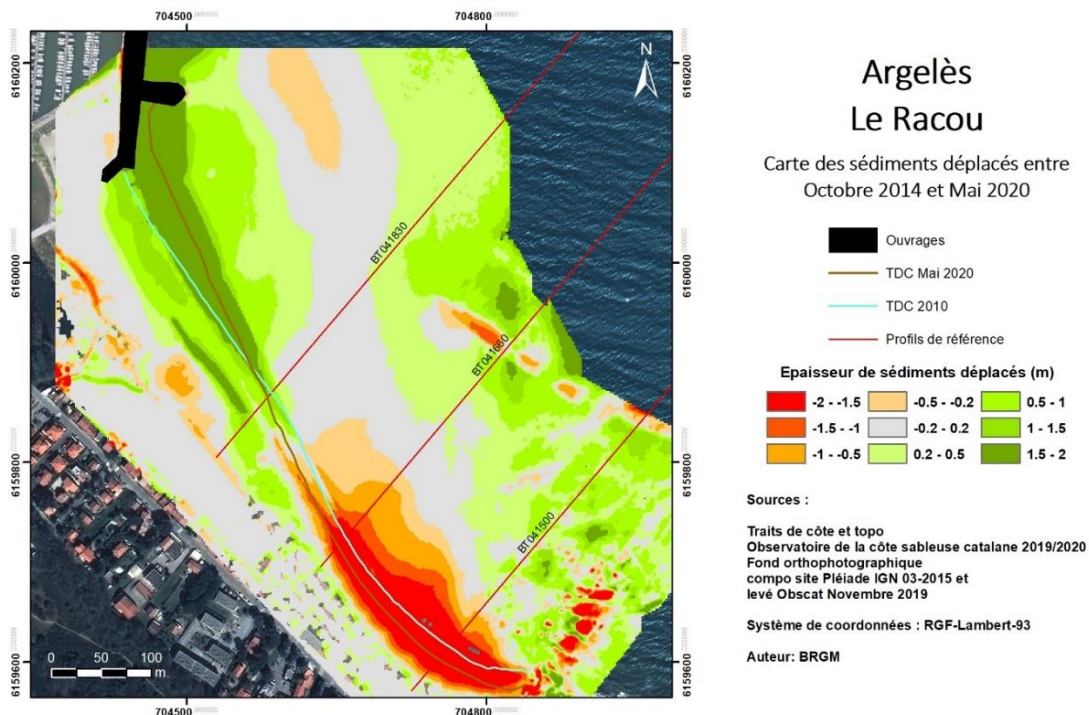


Illustration 71 – Site de la Plage du Racou - Carte des déplacements sédimentaires pour la zone complète (plage émergée et plage immergée) pour la période Octobre 2014 – Mai 2020.

Sur ce même comparatif, en mer, l'éperon rocheux qui ferme la baie au large du village du Racou montre une modification. Il s'agit en fait plus probablement d'un artefact de l'interpolation entre les profils d'acquisition espacés de 100 mètres. Ceci sera à vérifier sur les comparatifs des campagnes des années suivantes. Des profils perpendiculaires pourraient être insérés pour mieux contraindre l'interpolation au niveau de cette structure.

Les comparatifs intermédiaires, octobre 2014/novembre 2019 et novembre 2019/mai 2020 (Illustration 72) mettent en évidence l'effet de la tempête Gloria qui a touché les côtes du Roussillon du 20 au 24 janvier 2020. On notera ainsi la bascule de la plage pendant cet épisode de forte énergie, phénomène qui est un des traits majeurs du fonctionnement morphodynamique de ce secteur, comme décrit précédemment dans sa présentation. Ainsi, à la suite de ce phénomène, la plage présente une assez forte érosion, dans sa moitié sud (avec recul du trait de côte) et en particulier au droit du village du Racou et, au contraire, une accumulation sédimentaire dans sa moitié nord (avec avancée du trait de côte), en appui sur la digue portuaire. Sur les

photographies prises au sol dans le secteur Sud, on observe nettement les conséquences de la tempête Gloria avec une plage étroite et pentue au droit du village.

Au cours de la période hivernale, novembre 2019/mai 2020 (Illustration 72), la plage émergée enregistre une perte d'environ -7 800 m³, que l'on peut attribuer à la tempête Gloria, dernier épisode de tempête important au cours de la période hivernale.

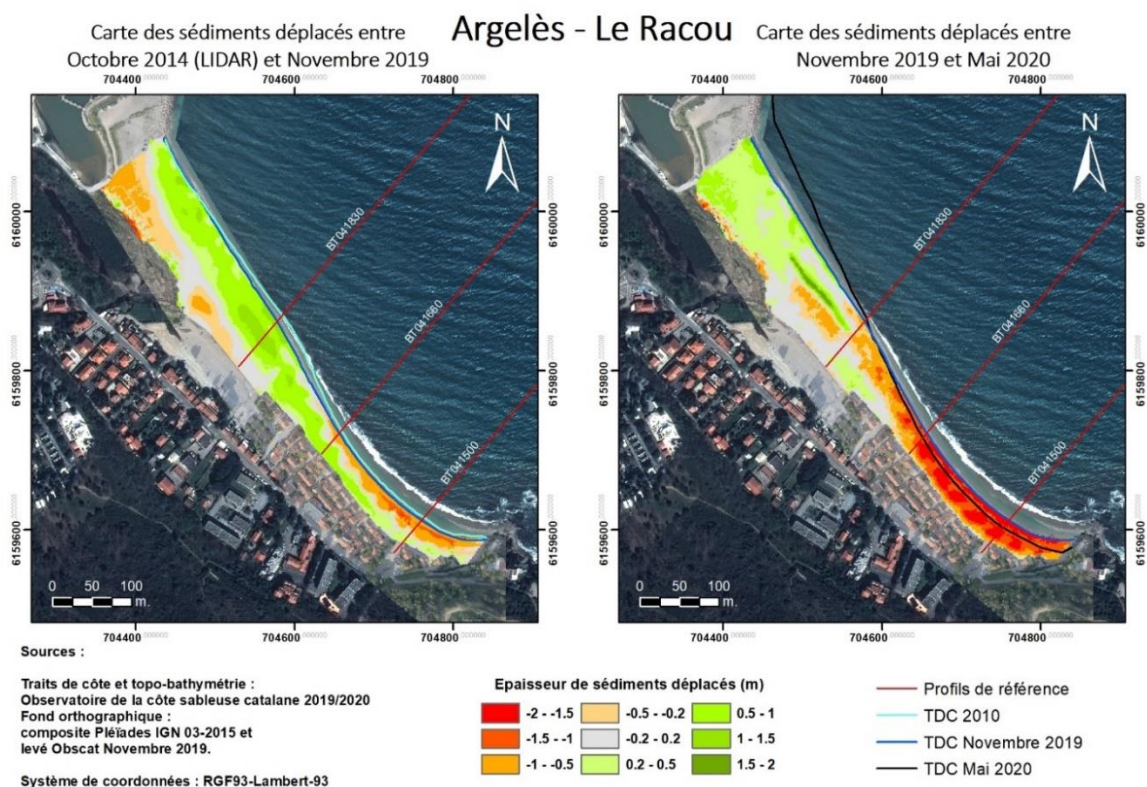


Illustration 72 – Site de la Plage du Racou - Cartes des déplacements sédimentaires pour la période Octobre 2014 – Novembre 2019, à gauche, et pour la période hivernale Novembre 2019 – Mai 2020, à droite.

	03/10/2019	24/01/2020	07/09/2020
Vers le Sud			
Vers le Nord			

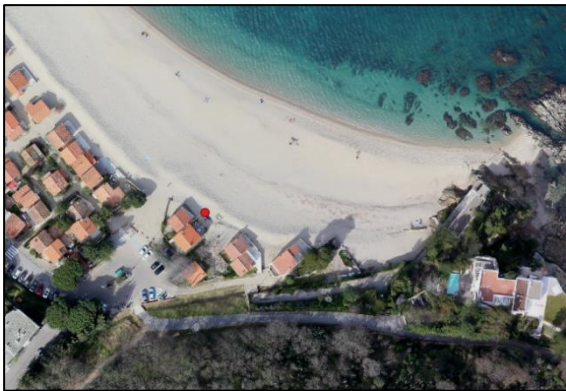


Illustration 73 – Localisation du point photo et résultat des prises de vue en 2019 et 2020

L'été 2020 (Illustration 74) est marqué sur la plage émergée par une nouvelle perte de -8 950 m³, attribuable aux coups de mer répétés du printemps et de l'été. La partie immergée enregistre également une légère perte de sédiments de -8 160 m³. Au global la plage est donc en perte sédimentaire sur cette période estivale 2020 (-17 108 m³).

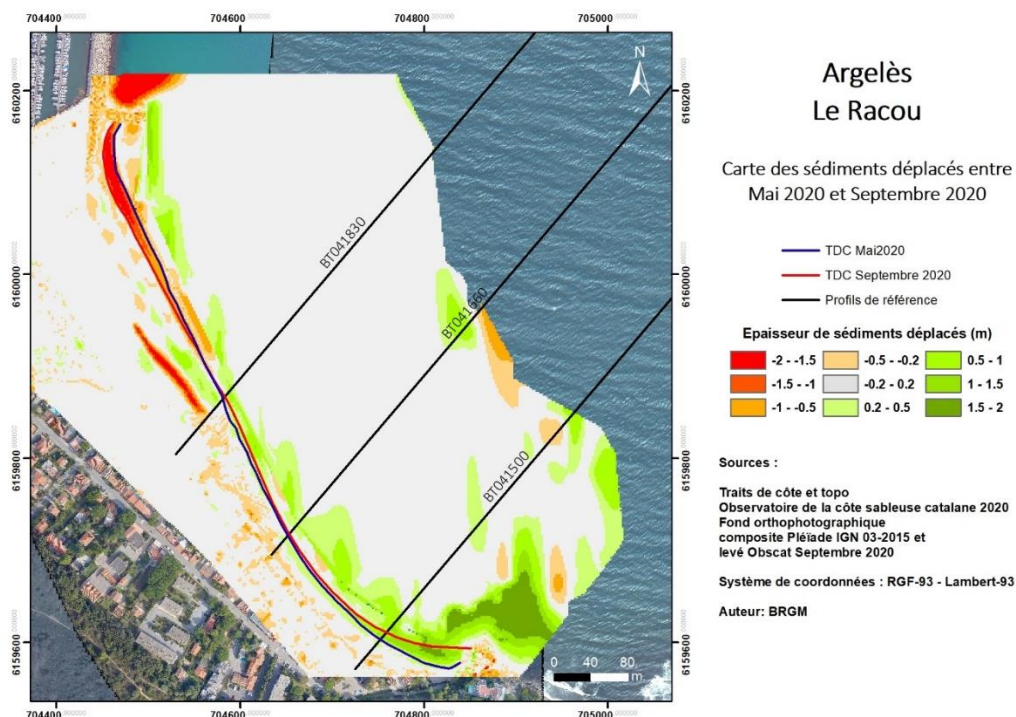


Illustration 74 - Site de la Plage du Racou - Carte des déplacements sédimentaires pour la zone complète (plage émergée et plage immergée) pour la période mai 2020 – septembre 2020.

Sur le comparatif novembre 2019/mai 2020, on note une accumulation de sable rectiligne, parallèle à la côte en haut de plage au niveau du parking du Racou. Cette accumulation correspond à la dune artificielle créée par la commune chaque année avant l'hiver, pour limiter les phénomènes de submersion durant les tempêtes. Avant l'été, cette dune est ensuite détruite et le sable réparti sur la zone. On en voit la trace (en érosion symbolisé en rouge) sur le comparatif mai/septembre 2020.

Argelès Racou - Octobre 2014 à novembre 2019			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone émergée	+16 443	89 052	+18,5
Argelès Racou - Octobre 2014 à mai 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone complète	+76 660		
Zone émergée	+8 632	89 052	+9,7
Zone immergée	+68 028	205 924	+33
Argelès Racou - Hiver - Novembre 2019 à mai 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone émergée	-7 811	89 052	-8,8
Argelès Racou – Eté - Mai à septembre 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone complète	-17 108		
Zone émergée	-8 949	89 052	-10
Zone immergée	-8 160	205 924	-4

Illustration 75 – Tableau récapitulatif des volumes de sédiments déplacés pour la période d'octobre 2014 à septembre 2020.

Impacts de la tempête Gloria, 20 -22 janvier 2010

Le phénomène le plus marquant (mais classique pendant les tempêtes sur ce secteur) est la rotation de la plage : recul du trait de côte au sud et avancée au nord (Illustration 76). Au sud, le recul se traduit par une érosion nette de la plage avec un abaissement important de la topographie de 1,5 m à 2 m (Illustration 76, profil 4), avec pour conséquence la formation d'une falaise d'érosion en haut de plage et la mise à nu des fondations des terrasses de certaines habitations du front de mer du village. Au nord, l'avancée du trait de côte s'accompagne par une accrétion du bas de plage (Illustration 76, profil 1).

Au centre de la plage, sous l'action des vagues (jet de rive), la berme de haut de plage a reculé de 10 à 20 m, avec un apport conséquent de sable transporté jusque sur le parking et dans les ruelles du village (Illustration 76, profils 2 et 3).

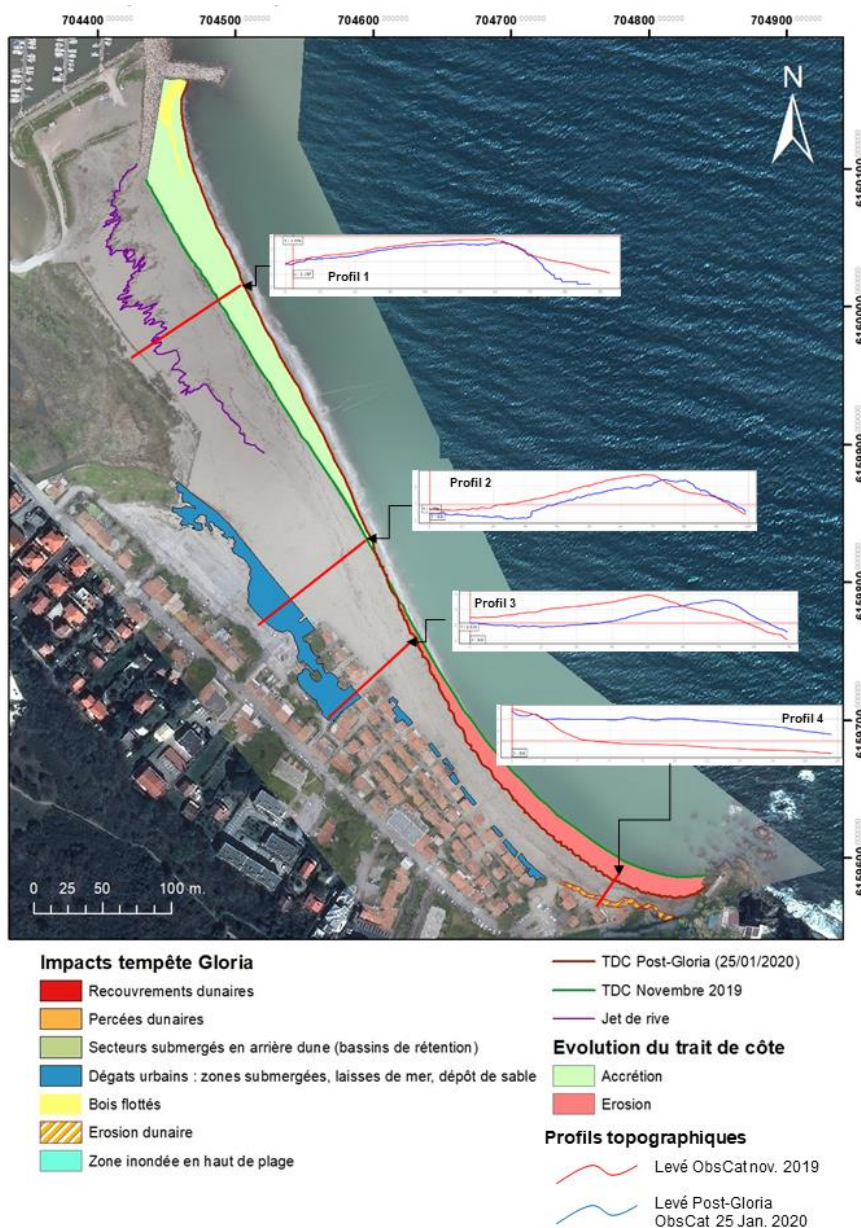
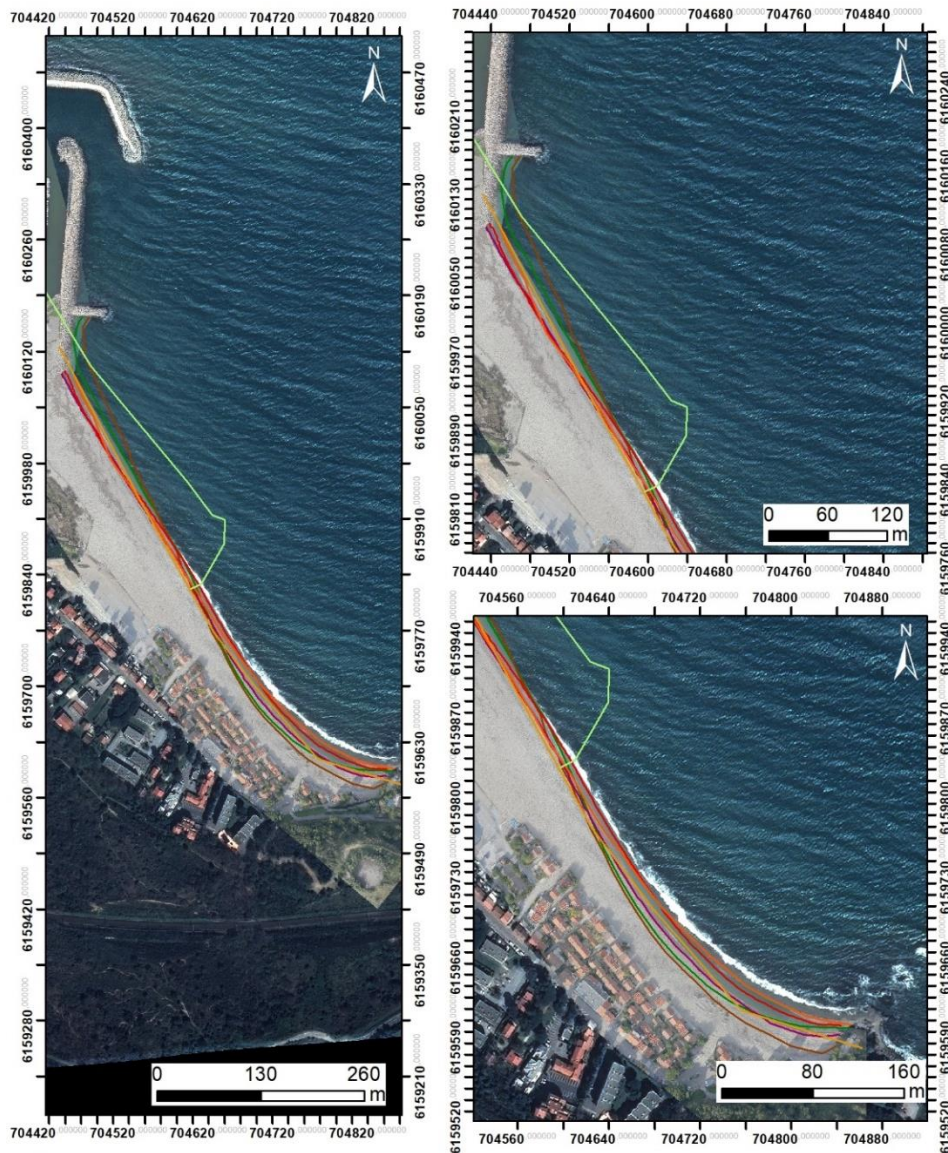


Illustration 76 – Impacts à la côte de la tempête Gloria : photointerprétation et comparaison des orthophotographies et topographies des levés photogrammétriques ObsCat post-tempête du 25/01/2020 et de la campagne de novembre 2019.

Bilan interannuel trait de côte

Les positions successives du trait de côte de 1950 à septembre 2020 (Illustration 77), et en particulier les plus récentes, reflètent principalement le phénomène de rotation décrit en introduction de la cellule 1. Ainsi on retrouve, en position inversée, entre le sud de la plage et le nord, les traits de côte avant la tempête Gloria et post-tempête Gloria. On notera par ailleurs, que la position la plus avancée devant le village du Racou au sud est celle de l'année 2000. Elle est située 27 m en avant de celle de mai 2020 la plus reculée des données ici disponibles.



Source:
campagnes OBSCAT
de Novembre 2019 à Mars 2020
Trait de côte DREAL de 1950 à 2008
Image: Pléiades, IGN, 03-2015 et
orthophotographie ObsCat
Novembre 2019
Système de coordonnées:
RGF-93 - Lambert-93

Auteur BRGM

- TDC 1950
- TDC 1992
- TDC 2000
- TDC 2008
- TDC Nov. 2019
- TDC Mai 2020
- TDC Sept. 2020

Illustration 77 – Secteur de la plage du Racou - Cartes des traits de côte entre 1950 et 2008 (données DREAL) complétés par ceux des campagnes ObsCat de novembre 2019, mai et septembre 2020

Etat des lieux de la végétation dunaire



D'un point de vue biologique, il a paru intéressant de réaliser un suivi de végétation sur le cordon dunaire du Racou situé au nord du secteur, là où la plage est la plus large et où l'équilibre biologique paraît être le plus respecté. Ces résultats pourront être comparés à ceux du transect de la Marende, plus au nord, secteur très peu artificialisé et représentatif des habitats naturels littoraux du Roussillon.

Illustration 78 – Localisation du transect de végétation crée en 2021 au Racou

Le transect est composé de 7 casiers, soit 35 mètres de long transversalement à la plage.



Illustration 79 – Aspect général de l'environnement dunaire sur le transect du Racou

Le premier levé a eu lieu au printemps 2021, il servira d'état zéro. Il n'est donc pas encore possible de réaliser des courbes d'évolution quant aux espèces présentes ou à la qualité du milieu.

Cependant il est possible de réaliser les observations suivantes :

- Une succession d'habitats naturels littoraux : haut de plage, dune embryonnaire, dune fixée, zone humide, contenus dans un espace mis en défens et respecté ;
- Une absence de dune vive, expliquée par la granulométrie importante ;
- Une diversité (relative) d'espèces végétales patrimoniales (Réséda blanc), rudérales (Fenouil) et invasives (Figuier de Barbarie) ;
- Une dégradation anthropique de la végétation de dune embryonnaire et de haut de plage essayant de se développer en avant de la ligne de mise en défens à cause du piétinement (sentier du littoral).

4.3. CELLULE 2 – DU PORT D'ARGELES-SUR-MER AU GRAU DE LA RIBERETA

Description et évolution passée de la cellule 2

La cellule s'étend sur environ 3,5 km depuis le port d'Argelès-sur-Mer jusqu'au grau de la Ribereta au nord. Cette cellule est caractéristique des plages du Roussillon en général avec une plage sableuse basse bordée en arrière par un baladoir pour la partie Sud (secteur de la plage des Pins, Argelès centre) et un cordon dunaire pour la partie Nord (secteur de la Marende).

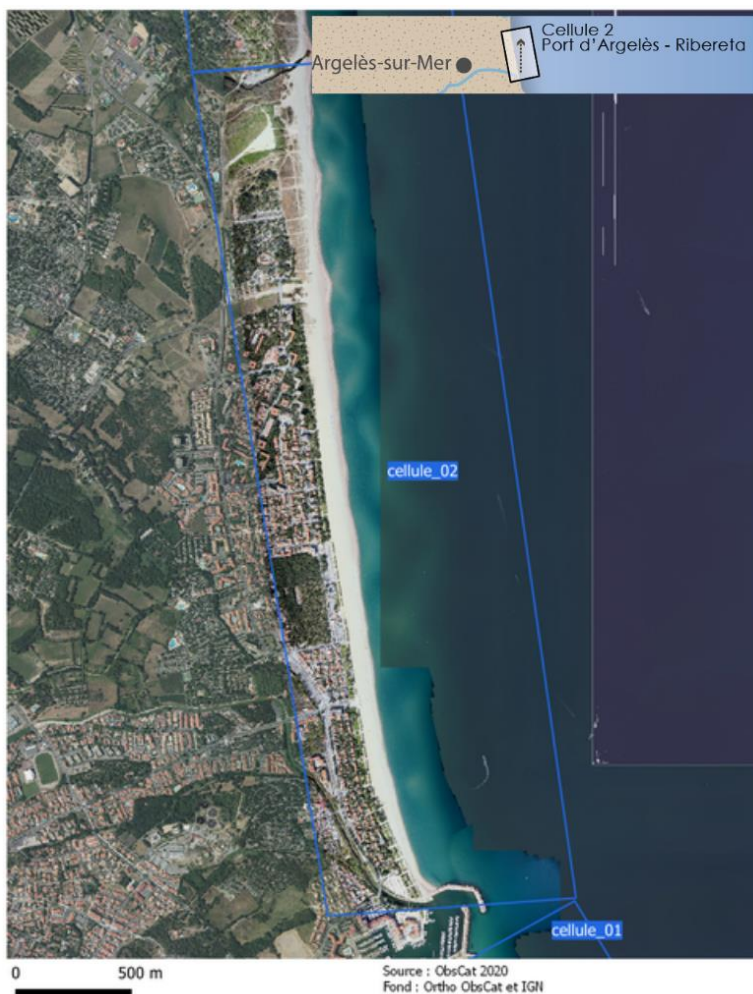


Illustration 80 – Localisation de la cellule hydrosédimentaire 2

4.3.2 Argelès Centre (plage des Pins)



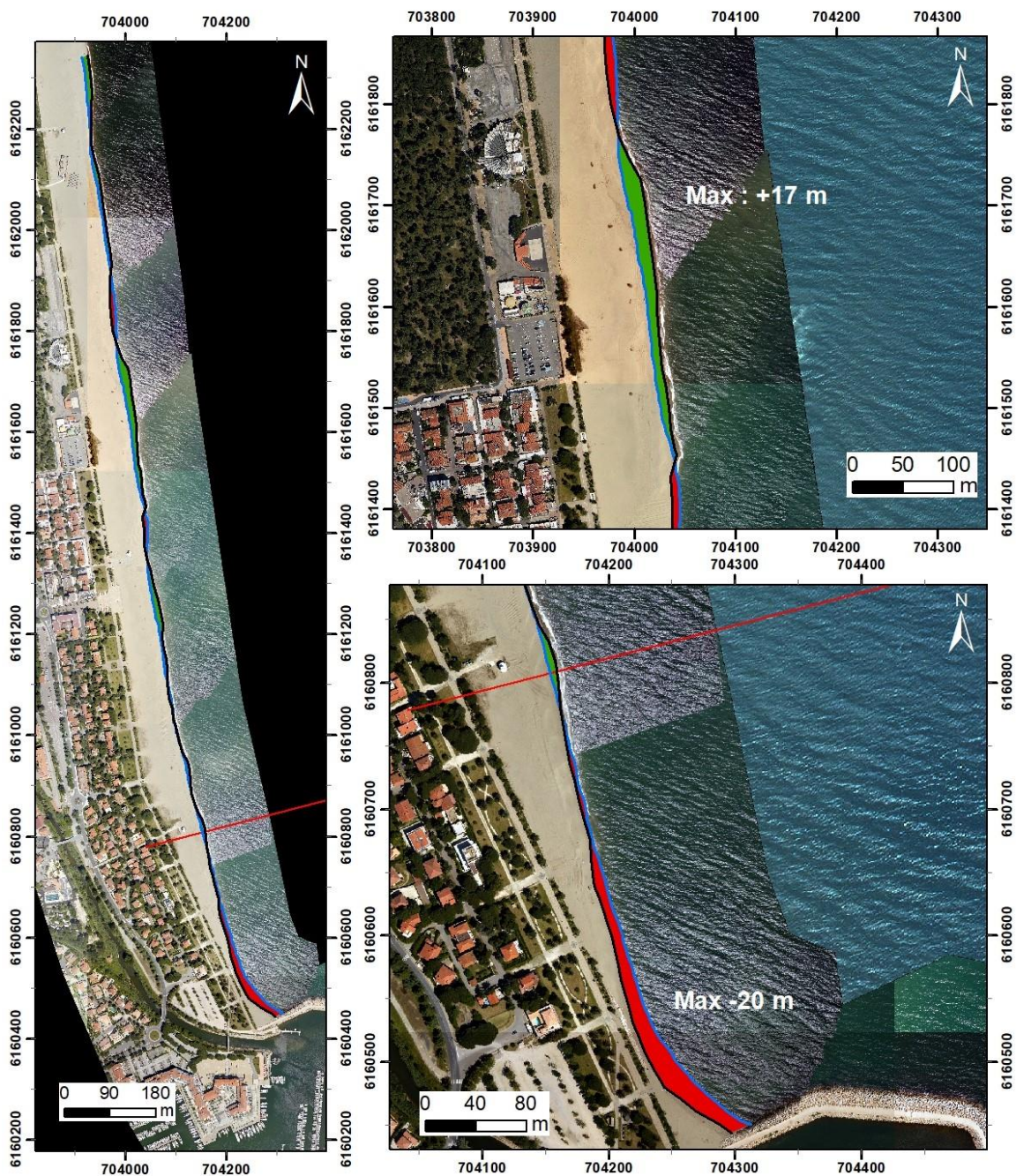
Illustration 81 - Secteur de Argelès Centre, profils de référence et prises de vue.

Evolution saisonnière du trait de côte

A l'issue de l'hiver 2019/2020, l'évolution du trait de côte paraît assez contrastée sur ce secteur (Illustration 83) : un recul de -20 mètres au niveau de l'ouvrage portuaire, avancée plus au nord de 17 mètres au maximum. Le recul au sud, a entraîné une mise à nu partielle de la digue de haut de plage protégeant la promenade de la mer (Illustration 82) suite à la tempête du 27-28 nov 2020.



Illustration 82 – Recul du trait de côte et érosion de la plage après la tempête du 28 nov 2020 au droit de la digue de haut de plage au sud de la promenade de la mer, plage des pins (source DDTM 66 – 30/11/2020)



Source:
campagnes OBSCAT
de novembre 2019 et mai 2020
Image: Pléiades, IGN, 03-2015 et
orthophotographie ObsCat Mai 2020
Système de coordonnées:
RGF-93 - Lambert-93

Auteur: BRGM

Trait de côte

- TDC mai 2020
- TDC novembre 2019
- Profils de référence
- Recul
- Avancée

Illustration 83 - Carte des traits de côtes de novembre 2019 et de mai 2020, et évolution hivernale sur le site d'Argelès Centre

Cet amincissement de la largeur de plage au Sud est également mis en exergue par les photos prises sur le terrain (Illustration 84 et Illustration 85).

	13/04/2020	17/06/2020	07/09/2020
Vers le Sud			
Vers le Nord			

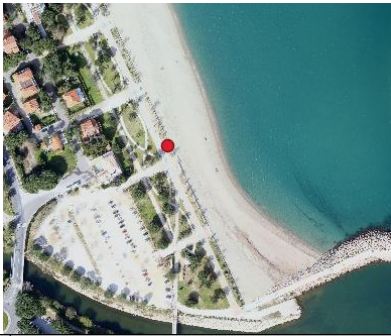








Illustration 84 - Localisation du point photo et résultat des prises de vue en 2020.

	13/05/2019	03/10/2019	13/05/2020
Vers le Sud			
Vers le Nord			

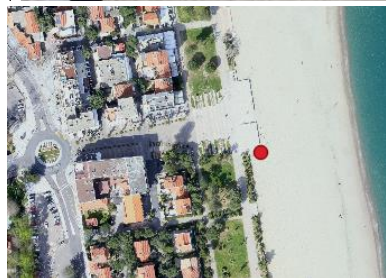


Illustration 85 - Localisation du point photo et résultat des prises de vue en 2019-2020

Déplacements sédimentaires pluriannuels et saisonniers

En préambule, il est important de préciser que des problèmes de qualité du levé topographique de novembre 2019 (photogrammétrie) ont été relevés, notamment dans la partie centrale de ce secteur. Aussi, il faut prendre les comparatifs avec un certain recul et en particulier les valeurs de volumes pour la période hivernale et pluriannuelle.

L'évolution topo-bathymétrique pluri annuelle du secteur (6 ans) est appréciée en comparant le levé LiDAR d'octobre 2014 avec le premier levé topo-bathymétrique ObsCat réalisé en mai 2020 (Illustration 86). La plage émergée présente peu d'évolution au global, qui se traduit par des alternances en bas de plage, le long du trait de côte, de zone en érosion et de zones en accrétion très modérées. En mer, les mouvements sédimentaires sur la barre interne et sur la barre externe sont d'ampleur assez importante. Le bilan sédimentaire global pour ces 6 années est assez nettement en accrétion avec $+171\,836\text{ m}^3$, dont $-2\,585\text{ m}^3$ pour la partie émergée et $+174\,421\text{ m}^3$ pour la partie immergée.

La carte des déplacements sédimentaires pour l'hiver 2019/2020 montre une érosion notable du sud du secteur à l'approche de la digue portuaire (Illustration 87). Cette érosion est corrélée avec le recul important du trait de côte relevé sur cette période. Cependant, la zone érodée remonte plus au nord au-delà de la zone de recul du trait de côte. Cette érosion s'est traduite par un abaissement de la topographie de la plage, mettant à jour le regard en béton armé qui constitue le point de départ de l'émissaire en mer de la station d'épuration d'Argelès-sur-Mer.

Cette zone d'érosion est consécutive à la tempête Gloria de janvier 2020. Le 16 juin 2020, la CCACVI nous a signalé un nouveau recul du trait de côte et un abaissement de la topographie au niveau de ce regard béton. Cette érosion était apparue lors du coup de mer du 12 juin 2020 (Illustration 88).

Malgré un bilan local négatif sur cette portion sud, le bilan de volume est légèrement positif sur la totalité du secteur, $+8\,620\text{ m}^3$, au cours de l'hiver 2019/2020.

A l'issue de l'été 2020 (Illustration 89), on notera, sur la plage émergée, une succession de nombreuses petites zones d'érosion au niveau du bas de plage (autour de la ligne de rivage). Celles-ci ont entraîné une perte de volume assez importante à l'échelle du secteur de $-18\,070\text{ m}^3$. On notera une accrétion, avec une avancée du trait de côte tout au sud de la zone, compensant en partie le déficit de cette zone après l'hiver. En mer le bilan est au contraire positif avec $+45\,286\text{ m}^3$. Il est important de préciser que les marges d'erreur sur ces valeurs sont importantes : $\pm 8\,300\text{ m}^3$ sur la partie émergée et $\pm 18\,300\text{ m}^3$ sur la partie immergée.

Le bilan négatif à terre est très vraisemblablement lié à une saison estivale assez agitée avec deux coups de mer importants, le 12 juin et le 20 août, avec des hauteurs de houle dépassant les 2 m (Hs).

Le comparatif pluriannuel, octobre 2014/novembre 2019 (Illustration 87), tendait à montrer que cette même portion Sud est en accrétion sur une période de 5 années, avant l'épisode Gloria. Il faut donc voir dans les observations récentes, l'effet des tempêtes et des coups de mer répétés, depuis Gloria et jusqu'à août 2020. Cette zone restera sensible du fait de sa position en arrière de la digue portuaire, faisant écran à dérive littorale, et donc à surveiller compte tenu de la proximité des enjeux (promenade de la mer en premier lieu).

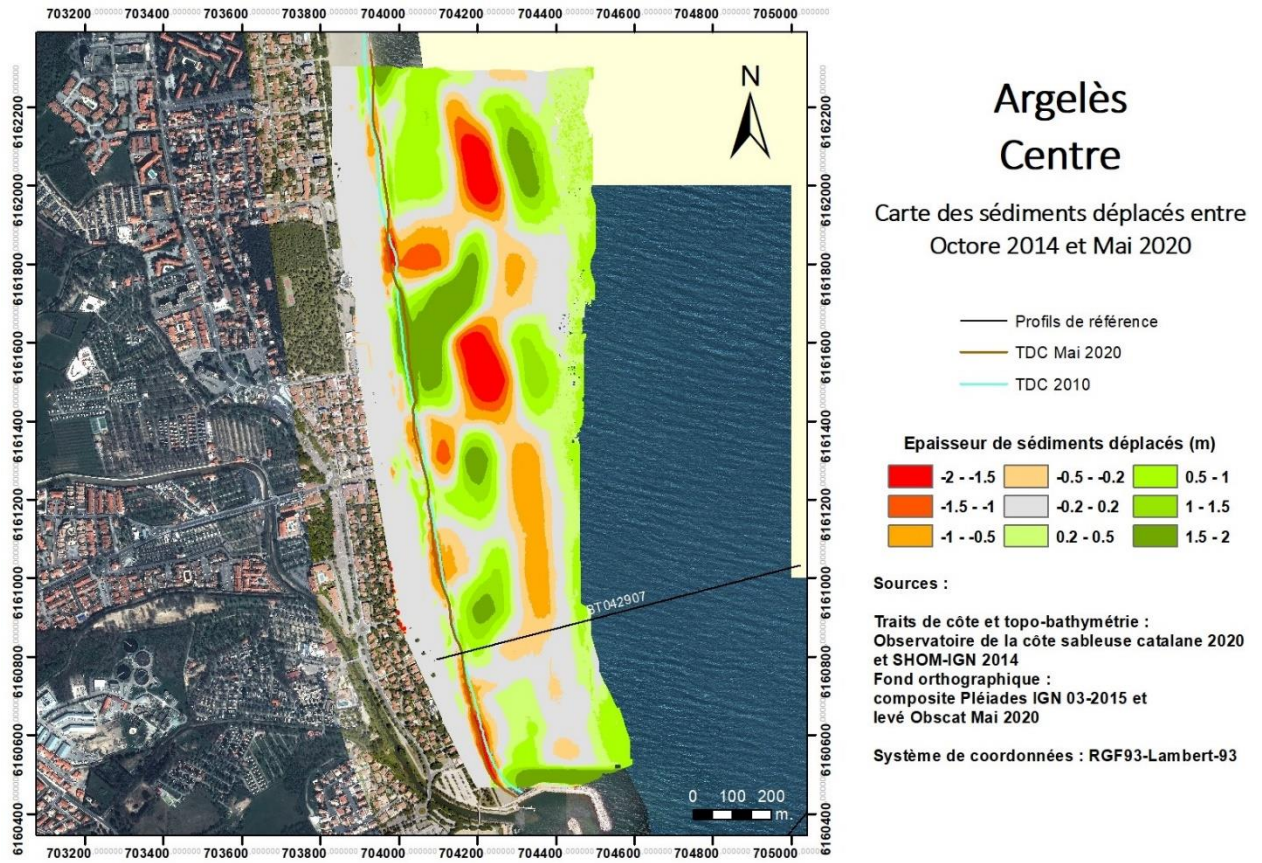


Illustration 86 – Secteur d’Argelès Centre - Cartes des déplacements sédimentaires pluri-annuels pour la période Octobre 2014 – Mai 2020.

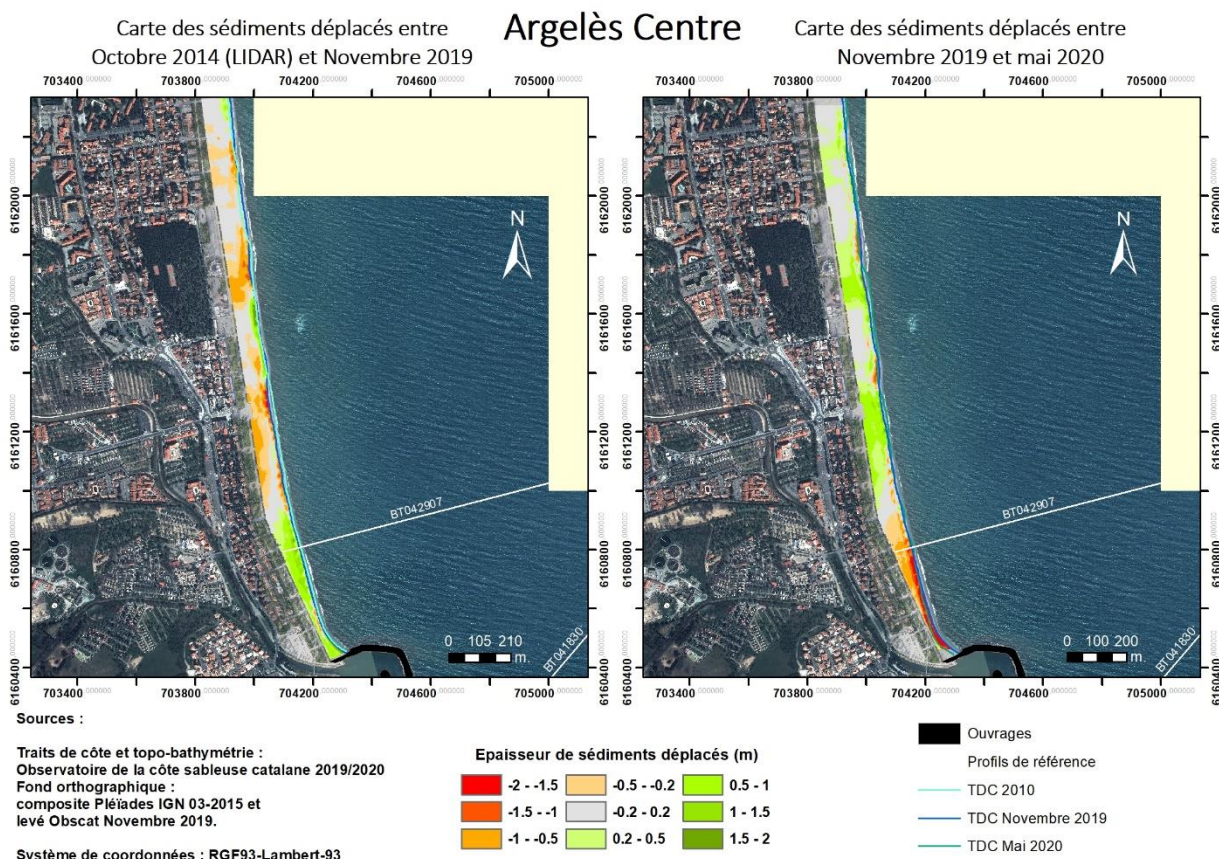


Illustration 87 - Secteur d'Argelès Centre - Cartes des déplacements sédimentaires pour la période Octobre 2014 – Novembre 2019, à gauche, et pour la période hivernale Novembre 2019 – Mai 2020, à droite.



Illustration 88 – Recul du trait de côte et érosion au niveau du regard béton de l'émissaire de la station d'épuration d'Argelès-sur-Mer (source DDTM 66 30/11/2020)

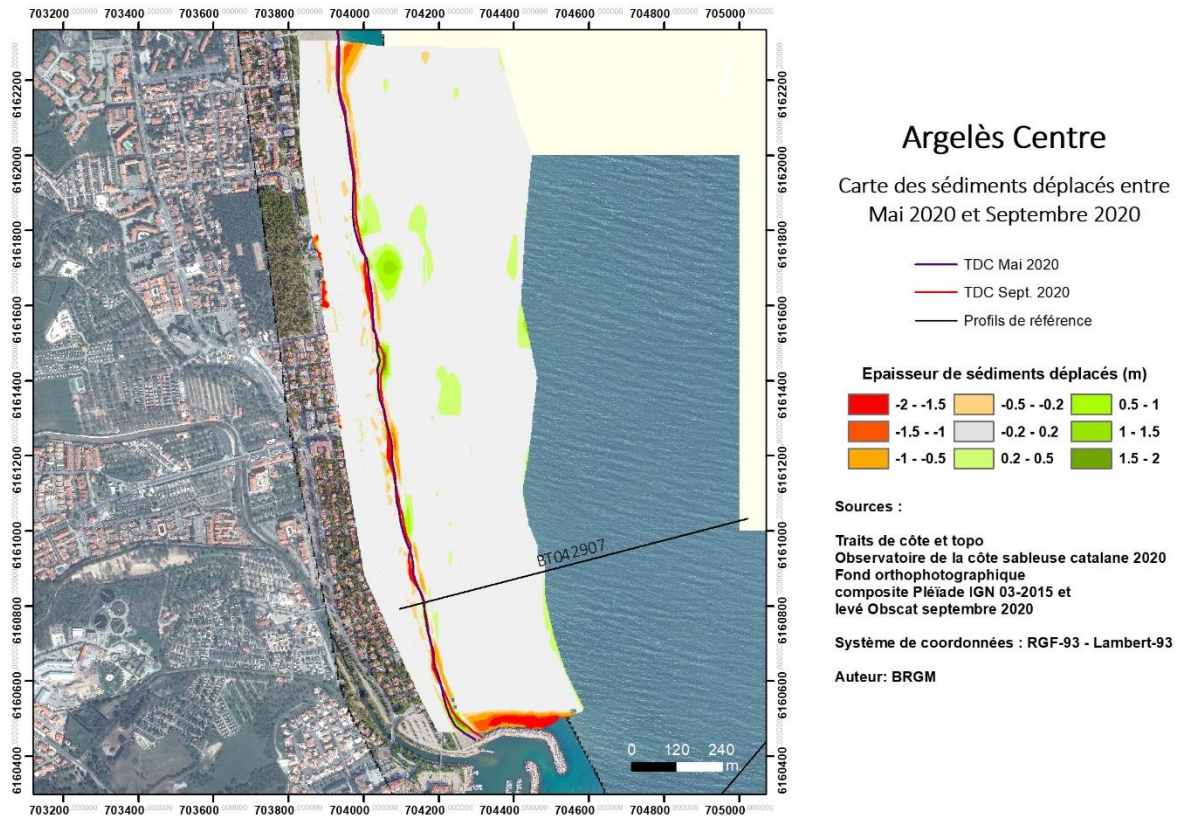


Illustration 89 – Secteur Argelès Centre - Carte des déplacements sédimentaires pour la zone complète (plage émergée et plage immergée) pour la période Mai 2020-Septembre 2020.

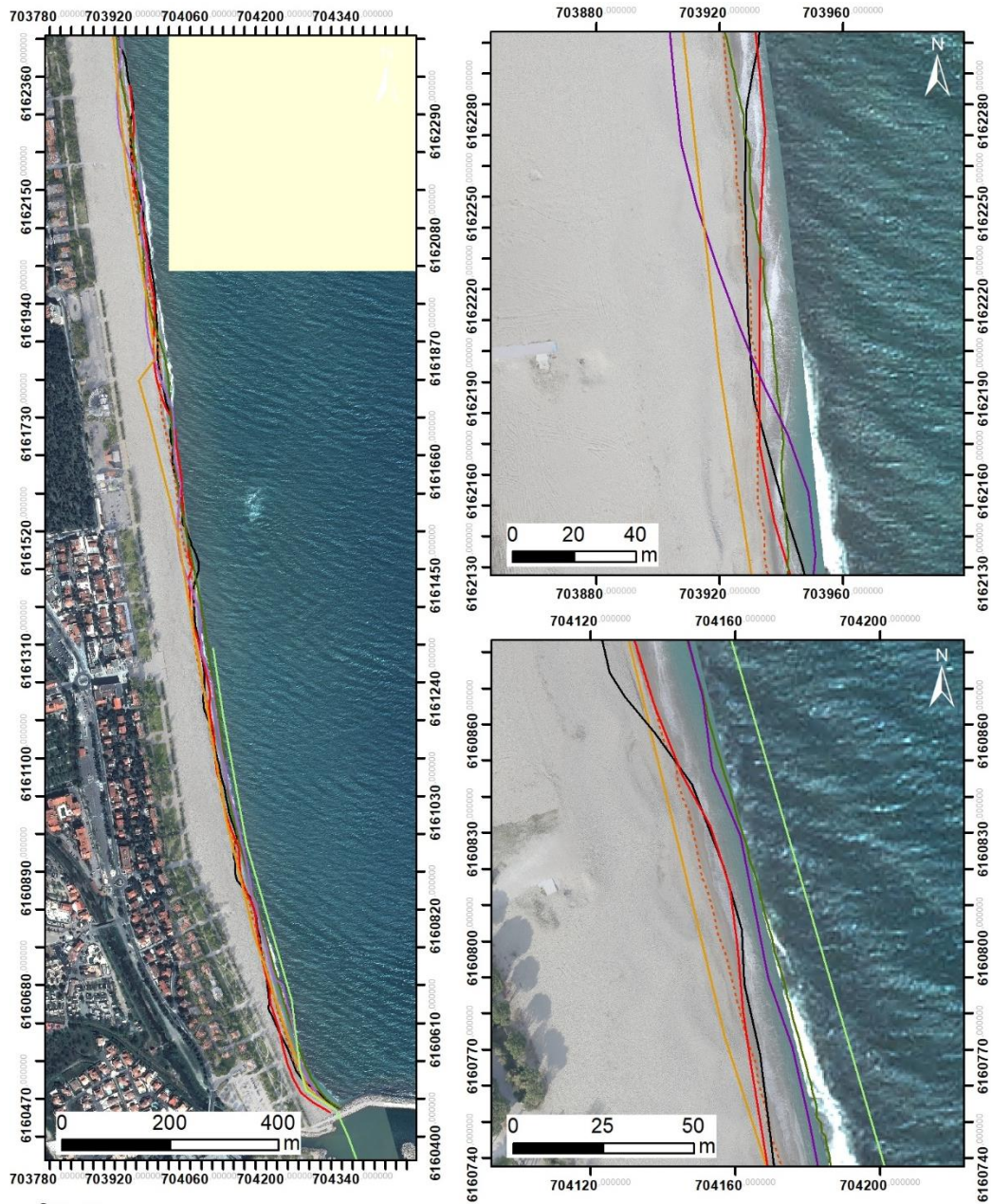
Argelès Centre - Octobre 2014 à novembre 2019			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone émergée	-11 205	223 116	-5
Argelès Centre - Octobre 2014 à mai 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone complète	+171 836		
Zone émergée	-2 585	205 618	-1,2
Zone immergée	+174 421	790 801	+22
Argelès Centre - Hiver - Novembre 2019 à mai 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone émergée	+8 620	223 116	+3,9
Argelès Centre – Été - Mai à septembre 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone complète	+27 216		
Zone émergée	-18 070	223 116	-8
Zone immergée	+45 286	705 780	+6

Illustration 90 - Tableau récapitulatif des volumes de sédiments déplacés pour la période d'octobre 2014 à septembre 2020.

Bilan interannuel trait de côte.

L'illustration 91 présente la position des trait de côte depuis 1950 jusqu'à septembre 2020. Les données anciennes, 1950, 1992, 2000 et 2008 sont issues de la base de données de la DREAL Occitanie. Les données les plus récentes, de novembre 2019 à septembre 2020 sont issues des levés de l'ObsCat.

La position globalement la plus reculée sur l'ensemble du secteur est celle de 1992. La plus avancée est celle de 1950, du moins là où la donnée est disponible. Sur la moitié sud, les traits de côte ObsCat récents sont les plus reculés, très proche de la situation de 1992. Ce qui tend à confirmer une tendance au recul de cette portion depuis 1950 puis 2000-2008 (20 à 30 m depuis 1950). Sur la moitié nord en revanche, il n'y a pas de tendance nette, les traits de côte les plus récents étant soit plus avancés, soit plus reculés selon les zones.



Source:
campagnes OBSCAT
de Novembre 2019 à Septembre 2020
Trait de côte DREAL de 1950 à 2008
Image: Pléiades, IGN, 03-2015 et
orthophotographie ObsCat
Novembre 2019
Système de coordonnées:
RGF-93 - Lambert-93

Auteur: BRGM

- TDC 1950 - - - TDC Novembre 2019
- TDC 1992 — TDC Mai 2020
- TDC 2000 — TDC Septembre 2020
- TDC 2008

Illustration 91 – Secteur Argelès-Centre - Cartes des traits de côte entre 1950 et 2008 (données DREAL) complétés par ceux des campagnes ObsCat de novembre 2019, mai et septembre 2020.

4.3.3 Argelès Marende



Illustration 92 – Secteur Argelès-Marende, vue aérienne oblique

La plage de la Marende fait la transition entre la plage urbaine d'Argelès-sur-Mer au sud et la réserve du Mas Larrieu au nord. Elle est typique des milieux littoraux roussillonnais : plage et dune grise (fixée) larges et trait de côte festonné.

Elle fait l'objet d'un suivi photographique au sol et d'un suivi de végétation.

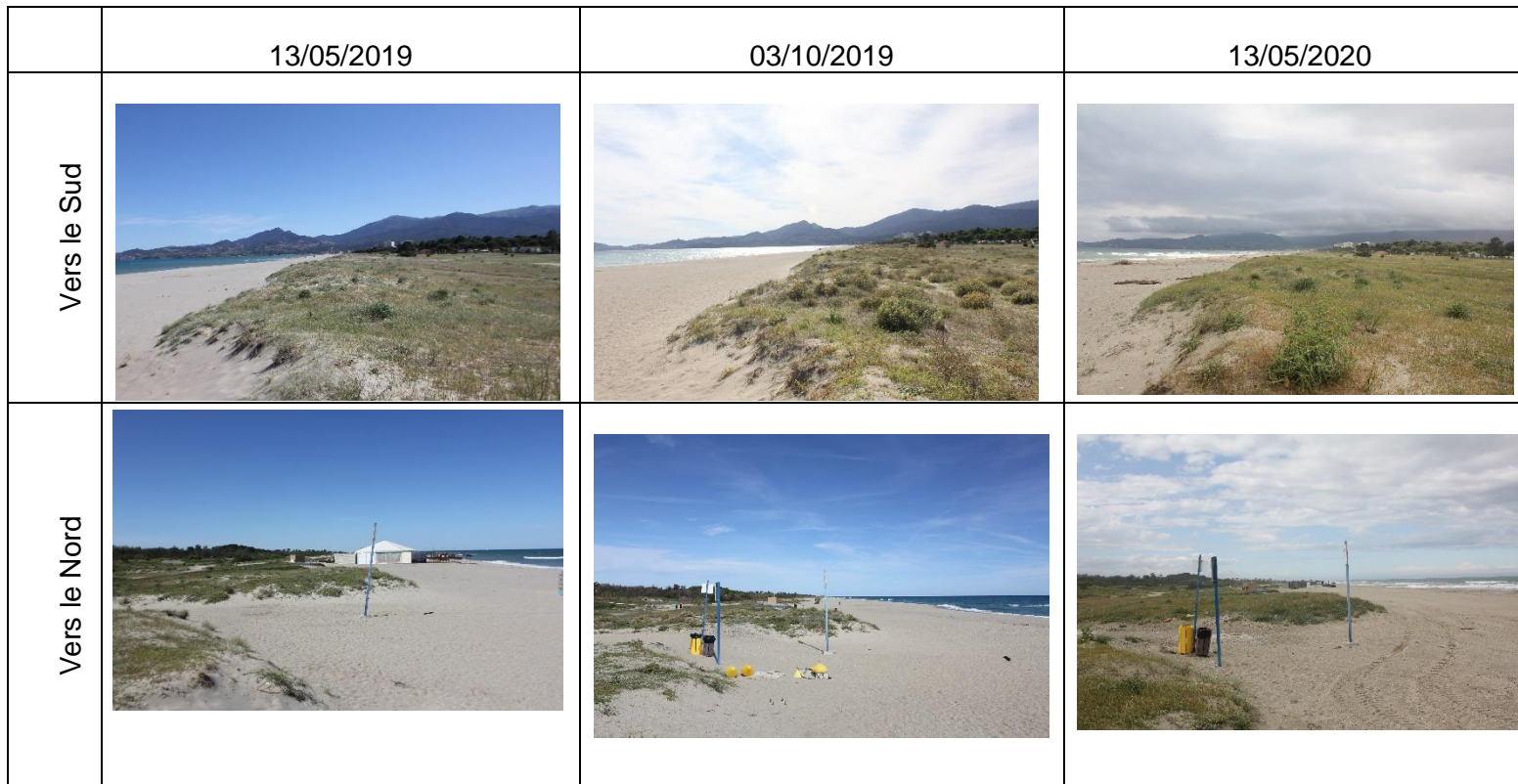


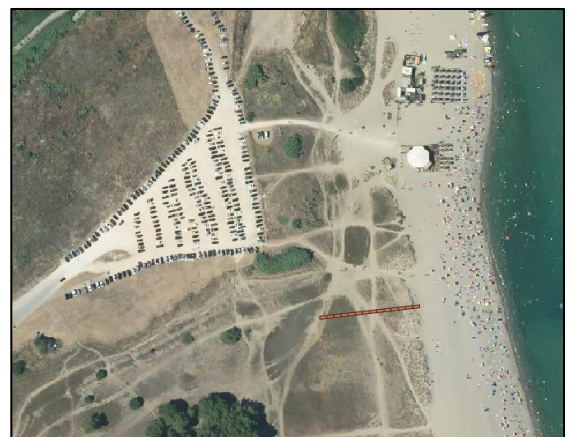
Illustration 93 – Suivi photographique de la plage de la Marende entre 2019 et 2020

L'impact de ces aménagements récents sur le cordon dunaire seront mieux appréciés d'ici à 2023, après 2 saisons estivales, par comparaison de photos aériennes et directement sur le terrain.

D'un point de vue biologique un transect de végétation a été créé sur le cordon dunaire au moment des travaux de mise en défens.

L'objectif est d'en mesurer l'effet car ce secteur présente un fort potentiel justifié par un système littoral très peu artificialisé. Néanmoins, le cordon dunaire y était jusque-là fréquenté de manière anarchique.

Illustration 94 – Localisation du transect de végétation d'Argelès Marende



Ces résultats pourront être comparés à ceux du transect du Racou, zone artificialisée.

Le transect est composé de 14 casiers, soit 70 mètres de long transversalement à la plage.

Le premier levé a eu lieu au printemps 2021, il servira d'état zéro. Il n'est donc pas encore possible de réaliser des courbes d'évolution quant aux espèces présentes ou à la qualité du milieu.

Cependant il est possible de réaliser les observations suivantes :

- Une succession d'habitats naturels littoraux : haut de plage, dune embryonnaire, dune fixée ;
- Une dune vive très peu présente et une dune fixée large, typique des cordons dunaires roussillonnais ;
- La présence d'espèces végétales patrimoniales (Anthémis maritime, Luzerne marine), quelques rudérales et pas d'invasives ;
- Une couverture végétale importante en dune fixée mais quasi inexistante sur les sentiers qui la traversent.

4.4. CELLULE 3 – DU GRAU DE LA RIBERETA AU TECH

Description et évolution passée de la cellule 3

Cette cellule constitue une courte portion du linéaire côtier (environ 2 km), située sur la commune d'Argelès-sur-Mer, comprise entre la commune l'embouchure du court fleuve côtier de la Ribereta et la flèche nord de l'embouchure du fleuve Tech (Illustration 95).

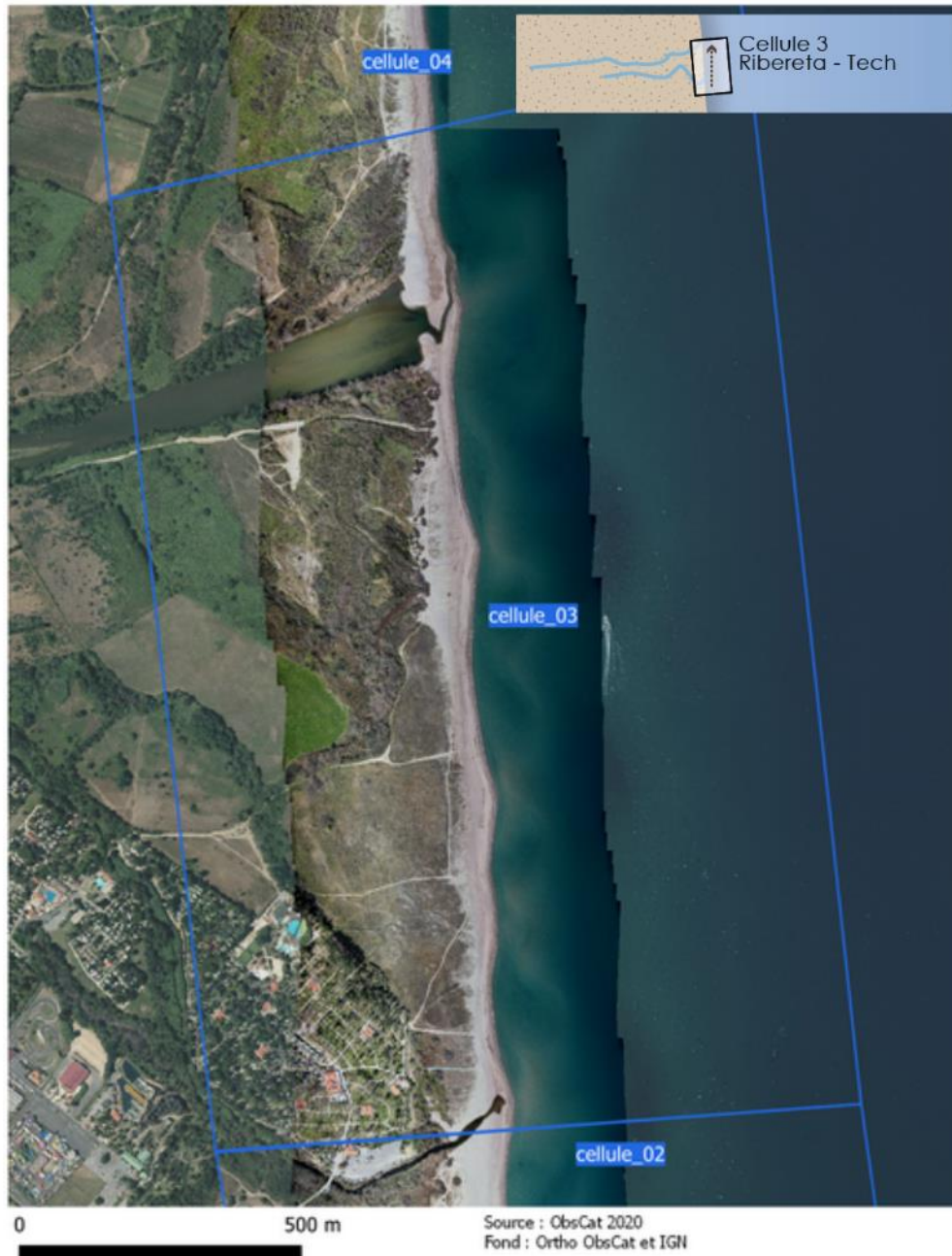


Illustration 95 - Localisation de la cellule hydrosédimentaire 3.

A l'extrémité nord de cette cellule est localisé le secteur de suivi ObsCat de l'embouchure du Tech.

Le Tech

L'embouchure du Tech est un nouveau site de suivi régulier de l'ObsCat, intégré à compter de ce cycle 3. Cette embouchure est un site naturel protégé, faisant partie de la Réserve naturelle du Mas Larriu. Comme pour les 2 autres embouchures fluviales de la côte sableuse catalane et le Bourdigou, il fait l'objet d'un suivi topo-bathymétrique incluant la partie interne de l'embouchure. 2 points de suivi paysager photographique sont également implantés (Illustration 96).

Le Tech fait partie des 3 fleuves côtiers qui alimente la côte Roussillonnaise en sable. Ces fleuves méditerranéens sont caractérisés par des fluctuations importantes de leur débit, on parle notamment de forte saisonnalité (débit faible en été, mais très forte augmentation possible pendant les périodes de crues). Son débit moyen est de 9,6 m³/s, son débit solide peut varier entre 1 000 et 18 000 m³/an (Certain, 2002) dont 14 000 m³ seraient redistribués vers le nord via la dérive littorale (Clique *et al.*, 1984). De manière générale c'est donc la cellule 4 qui va en premier lieu bénéficier de ses apports sédimentaires. L'embouchure du Tech, à l'instar de celle de la Têt, présente, une forte variabilité morphologique spatiale et temporelle. Elle n'est endiguée, ni canalisée ce qui favorise d'autant ses capacités de déplacements et modifications morphologiques. Au voisinage des embouchures, la morphologie de la plage et les apports sédimentaires déposés résultent souvent d'événements brutaux et exceptionnels, l'embouchure actuelle est placée à ce niveau depuis la crue dévastatrice de 1940 (Illustration 97) (Certain *et al*, 2002).



Illustration 96 - Secteur du Tech, localisation et point des prises de vue.



Illustration 97 - Migration embouchure du Tech post-crue 1940 (image remonterletemps.ign.fr et image google earth modifiée).

Evolution saisonnière du trait de côte

Depuis l'intégration de ce secteur au suivi de l'ObsCat, 3 positions du trait de côte ont pu être extraites des campagnes de mesures de novembre 2019 (orthophotos campagne photogrammétrique), mai 2020 (orthophotos campagne LiDAR) et septembre 2020 (orthophotos campagne LiDAR).

Même à cette échelle de temps courte, la carte des évolutions du trait côte illustre bien la grande mobilité des bancs sableux de l'embouchure (Illustration 98). Entre novembre 2019 et mai 2020, est intervenu l'épisode de tempête Gloria associée à une très forte crue des 3 fleuves catalans dont le Tech. On notera l'importante modification de l'embouchure avec la destruction de la flèche sableuse nord et l'important décalage vers la mer de celle du sud, offrant une ouverture large du fleuve vers la mer.

Au cours de l'été 2020, l'embouchure s'est progressivement refermée, avec une accrétion et un allongement de la flèche sud vers le nord sous l'effet de la dérive littorale. La flèche nord s'est aussi en partie reconstituée.

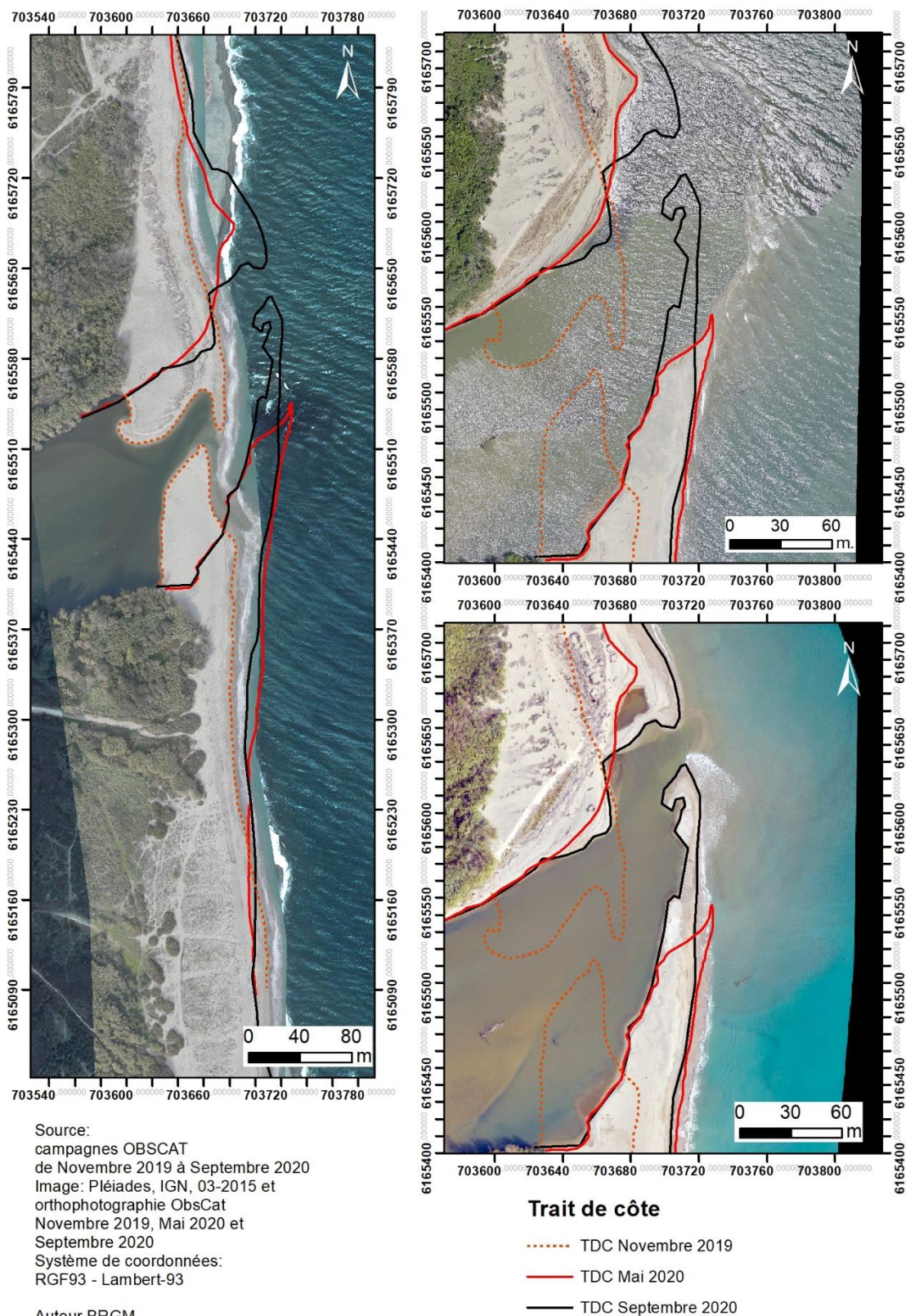


Illustration 98 - Carte des traits de côte de Novembre 2019 à Mai 2020 pour le secteur du Tech.

Déplacements sédimentaires pluriannuels et saisonniers

Sur ce secteur, le début des acquisitions de données de suivi saisonnier de l'ObsCat remonte à novembre 2019 (levé photogrammétrique). Ce premier levé topographique a été comparé au levé LiDAR topographique acquis en mai 2020 (LEG 2) pour visualiser les évolutions hivernales à terre. Les données du LiDAR Litto3D® topo-bathymétrique d'octobre 2014 (SHOM-IGN, 2014) sont comparées à celle du mois de mai 2020 (LEG 2) afin de visualiser, notamment, à terre et en mer, les modifications morphologiques liées à la tempête Gloria et la crue associée. Enfin, un troisième comparatif a été réalisé entre les levés topo-bathymétriques ObsCat de mai et de septembre 2020 afin d'estimer les mouvements sédimentaires à terre et en mer sur la période estivale.

Les déplacements sédimentaires sur la période octobre 2014/mai 2020, montrent l'influence de l'apport du Tech sur les volumes immergés (Illustration 99). On observe en effet une accumulation importante de sédiments en mer, sous forme d'un cône, au droit de l'embouchure. Cette accumulation est en fait le résultat de 2 crues successives importantes : celle associée à la tempête Gloria en janvier 2020, et celle d'avril 2020 (Illustration 100), crues qui ont dû apporter une quantité importante de sédiments à la mer. Sur la partie émergée on notera une accrétion importante sur le haut de plage du nord de l'embouchure. Celle-ci, vue sa position, ne semble pas être liée à la tempête Gloria. Elle résulte probablement du comblement d'un ancien chenal, à l'issue d'une période de migration de l'embouchure vers le nord. Ce phénomène est connu et récurrent sur le Tech tout comme sur la Têt qui présente un fonctionnement similaire. Les érosions « apparentes » à terre en arrière de la plage sont liées au fait que le levé LiDAR 2014 n'est très probablement pas correctement corrigé de la végétation. On observe donc un écart important entre ce levé et celui de mai 2020 corrigé de la végétation. Au terme de ces 6 années, le bilan sédimentaire global est nettement positif avec $+115\,850\text{ m}^3$. La zone émergée est négative avec $-71\,329\text{ m}^3$, mais il convient néanmoins de nuancer ce résultat du fait de la mauvaise correction du LiDAR 2014 pour la végétation. Le bilan émergé réel doit ainsi être nettement moins érosif que celui calculé ici. La plage immergée enregistre au contraire une accrétion importante de $+187\,179\text{ m}^3$. Celle-ci s'explique par un apport en mer d'une partie des sédiments liés à la destruction des flèches sableuses lors des crues du Tech en janvier et avril 2020, et probablement par un apport complémentaire issu du lit du fleuve en amont lors de ces mêmes épisodes.

Le comparatif hivernal, novembre 2019/mai 2020, montre l'érosion des berges de l'embouchure, suite aux épisodes de crues de Gloria et d'avril 2020. Cette visualisation est incomplète car le levé de la bathymétrie interne n'a pas pu être réalisé en raison de l'inaccessibilité du secteur après ces deux crues.

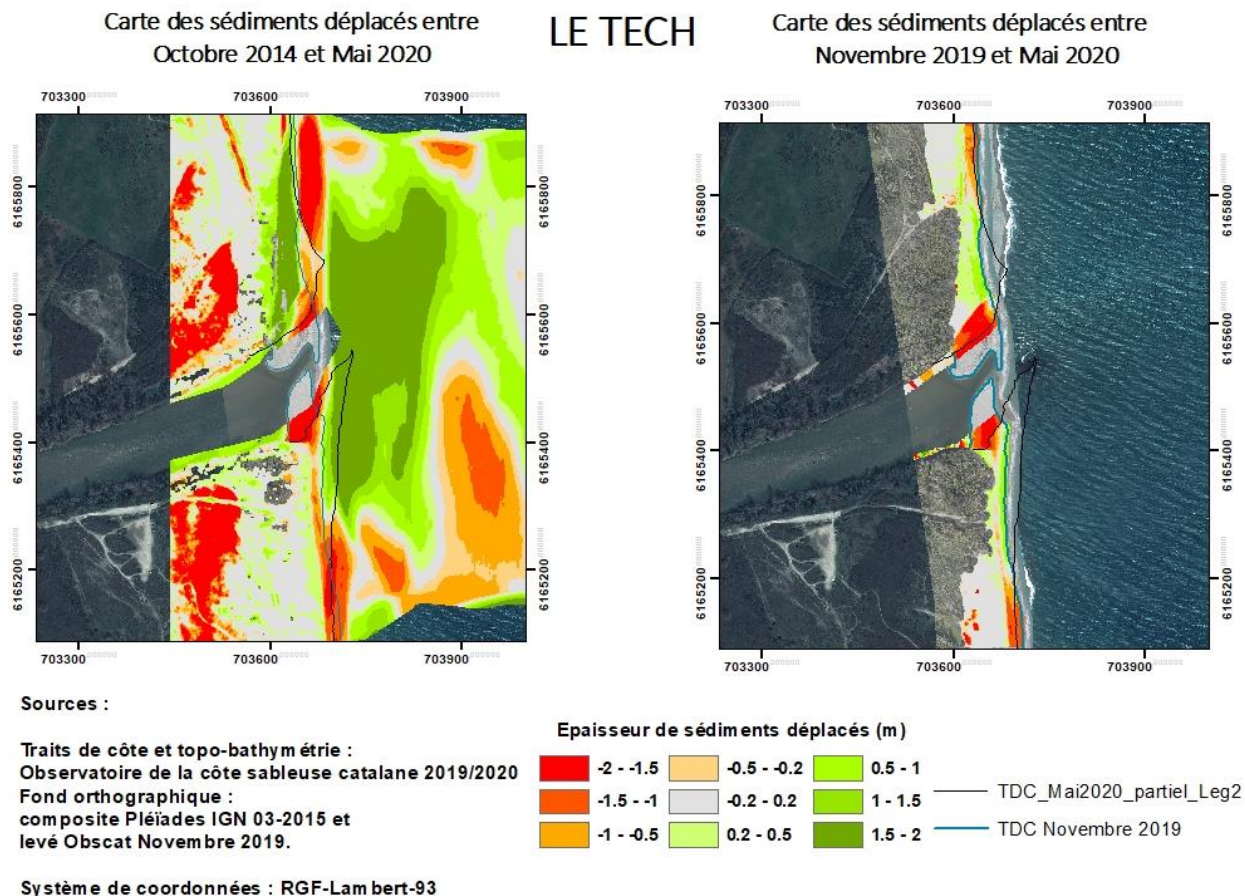


Illustration 99 - Site de l'embouchure du Tech - Cartes des déplacements sédimentaires pour la période Octobre 2014 – Mai 2020, à gauche, et pour la période hivernale Novembre 2019 – Mai 2020, à droite.

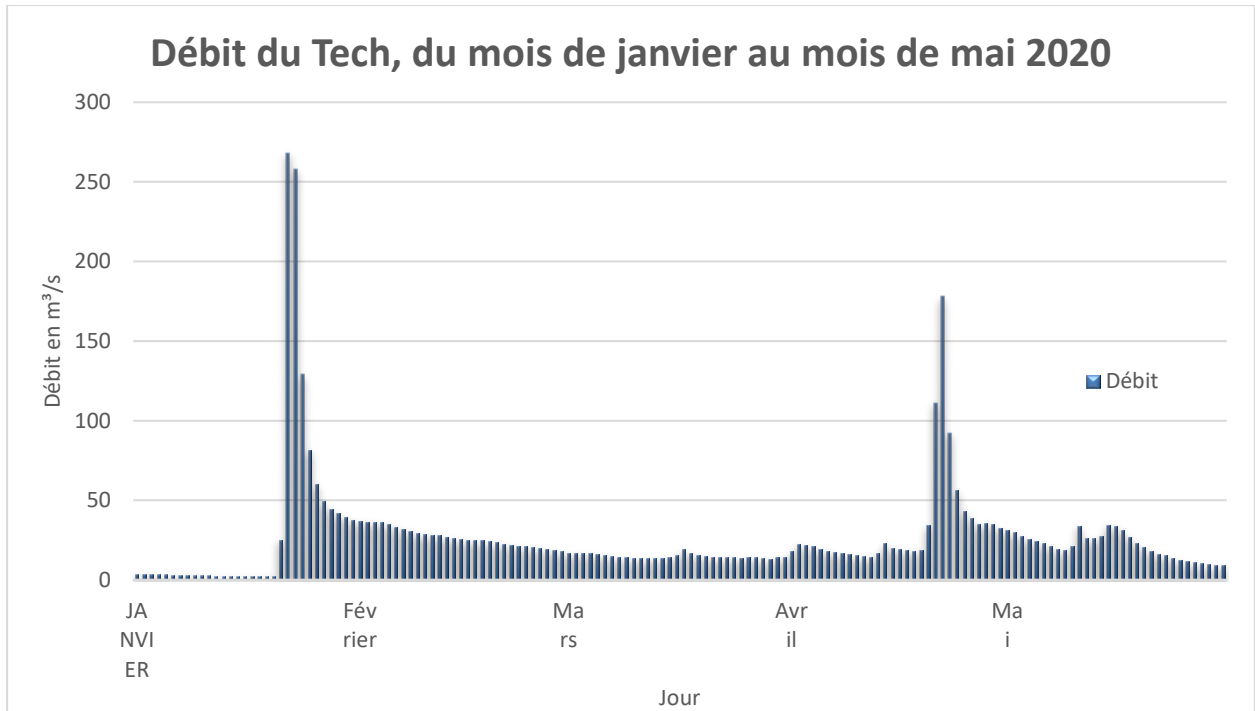


Illustration 100 - Débit du Tech pour la période de janvier 2020 à mai 2020 (banque hydro, hydro.eaufrance.fr).

Les déplacements sédimentaires pour la période estivale 2020 (Illustration 101) font état d'une situation globalement en érosion avec un bilan de $-52\,594\text{ m}^3$. La partie émergée est en érosion ($-19\,884\text{ m}^3$) et la partie immergée également ($-32\,710\text{ m}^3$). On notera des déplacements sédimentaires importants en mer, le long du proche rivage (érosion), signe qu'une partie des sédiments accumulés suite au crues hivernales, s'est répartie sur l'ensemble de la zone immergée.

Les zones en érosion, en bordure nord et sud de la carte, sont des artefacts d'interpolation qui ne sont pas pris en compte dans le bilan de volumes.

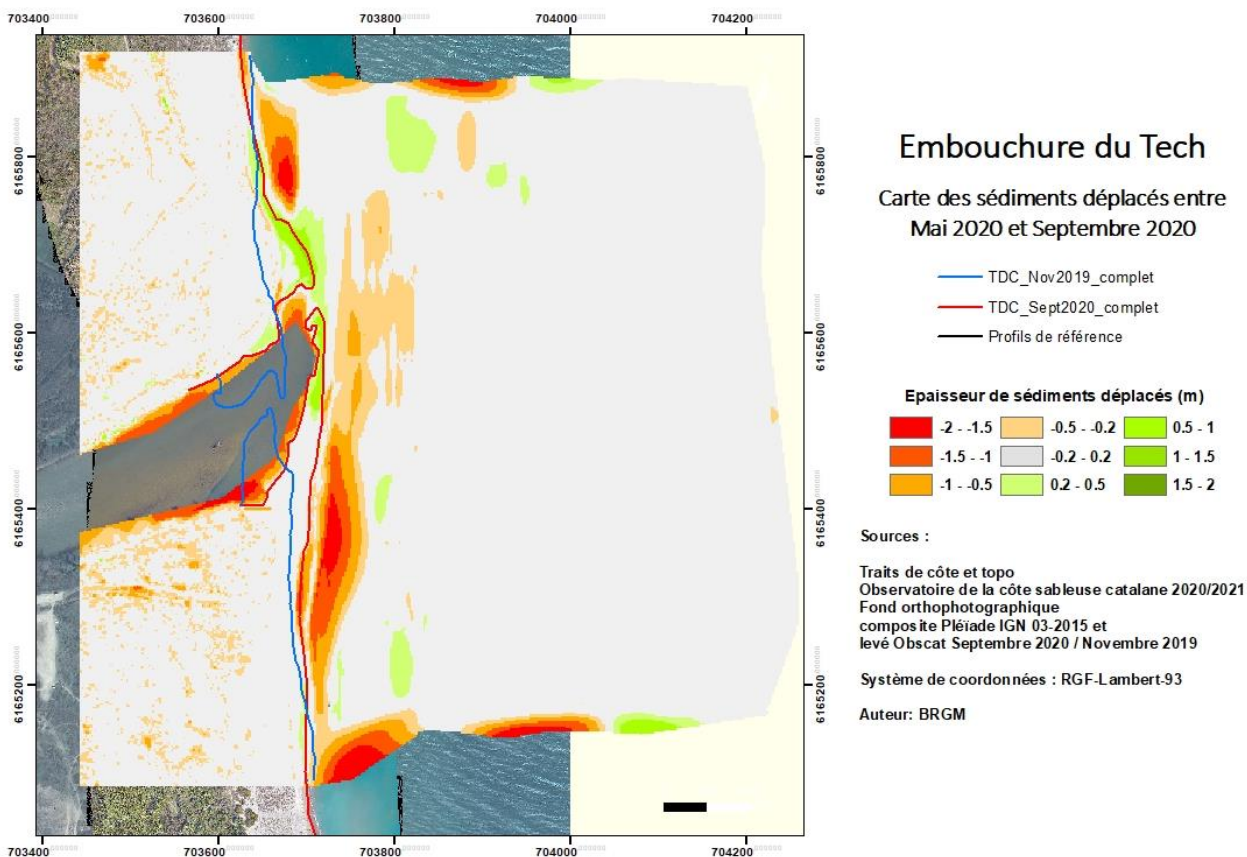


Illustration 101 - Site de l'embouchure du Tech - Cartes des déplacements sédimentaires pour la zone complète (plage immergée et plage émergée) pour la période mai 2020 à septembre 2020.

Le Tech - Octobre 2014 à novembre 2019			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone émergée	-64 041	174 928	-37
Le Tech - Octobre 2014 à mai 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone complète	+115 850		
Zone émergée	-71 329	174 928	-41
Zone immergée	+187 179	408 732	+46
Le Tech - Hiver - Novembre 2019 à mai 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone émergée	-7 287	174 928	-4
Le Tech – Eté - Mai à septembre 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone complète	-52 594		
Zone émergée	-19 884	174 928	-11
Zone immergée	-32 170	408 732	-8

Illustration 102 - Tableau récapitulatif des volumes de sédiments déplacés pour la période d'octobre 2014 à septembre 2020.

Impacts de la tempête Gloria, 20 -22 janvier 2010

Depuis le Tech, rive sud et nord, jusqu'au sud du secteur des épis au nord (commune de Elne), le phénomène prédominant a été le franchissement dunaire, et/ou de la berme de haute plage, avec pour conséquence une pénétration de la mer dans l'arrière-dune mais somme toute très limitée (Illustration 103). La submersion de l'arrière-dune a été plus importante au sud de l'embouchure où l'on remarque encore sur l'image une accumulation d'eau. On notera également, l'effacement des flèches d'embouchure par la crue du Tech.



Illustration 103 - Impacts à la côte de la tempête Gloria : photointerprétation et comparaison des orthophotographies et topographies des levés photogrammétriques ObsCat post-tempête du 25/01/2020 et de la campagne de novembre 2019.

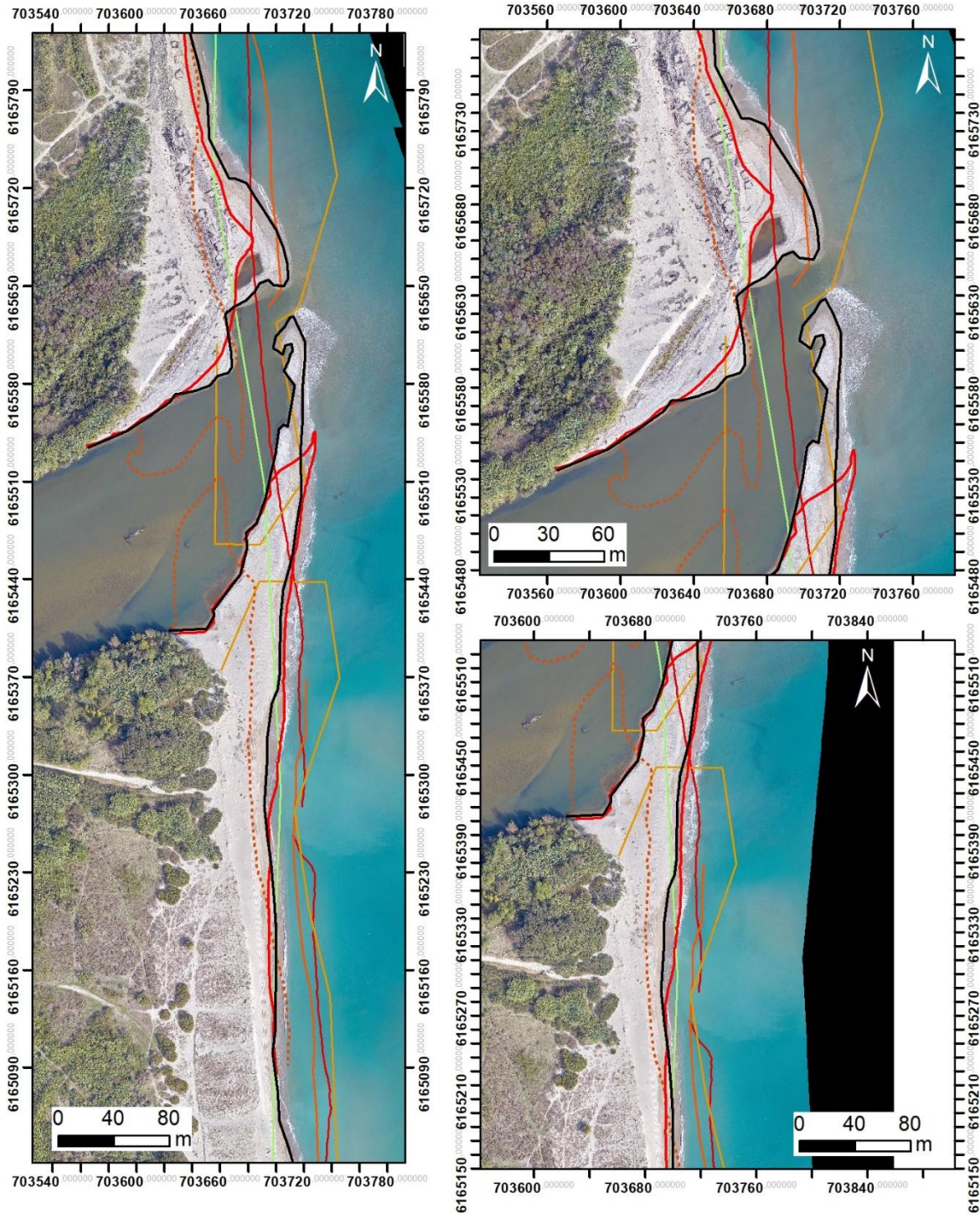
Bilan interannuel trait de côte.

L'illustration 104 présente la position des traits de côte disponibles sur le secteur depuis 1950 (données DREAL jusqu'en 2008) jusqu'à septembre 2020 (donnée récentes ObsCat).

Le trait de côte le plus reculé est celui de novembre 2019. Le plus avancé est celui de 1992, au moins sur les deux flèches nord et sud. La position en 1950 est assez proche des plus récentes mesurées par l'ObsCat. Il y a donc eu entre 1950 et 1992 une progression très nette du trait de côte vers la mer dans ce secteur, +100m au nord et environ +50 m au sud.

Depuis 1992, une tendance au recul assez rapide semble s'être mise en place, les traits de côte récents, sont plus 100 m en arrière de la position de 1992 au niveau de la flèche nord, et entre 30 et 50 au niveau de la flèche sud.

Actuellement, on a plutôt une situation stable, mais les relevés sont récents, et reflètent évidemment les variations saisonnières de l'embouchure.









Source:
 campagnes OBSCAT
 de Novembre 2019 à Septembre 2020
 DREAL Occitanie 1950 à 2008
 Image: orthophotographie ObsCat
 septembre 2020
 Système de coordonnées:
 RGF-93 - Lambert-93

Auteur BRGM

- TDC 1950 - - - - - TDC Novembre 2019
- TDC 1992 — TDC Mai 2020
- TDC 2000 — TDC Septembre 2020
- TDC 2008

Illustration 104 – Secteur du Tech - Cartes des traits de côte entre 1950 et 2008 (données DREAL) complétés par ceux des campagnes ObsCat de novembre 2019, mai et septembre 2020

Le point photographique au sol permet également d’apprécier les variations du trait de côte au niveau de l’embouchure (Illustration 105).

	13/05/2019	03/10/2019	08/09/2020
Vers le Sud			
Vers le Nord			

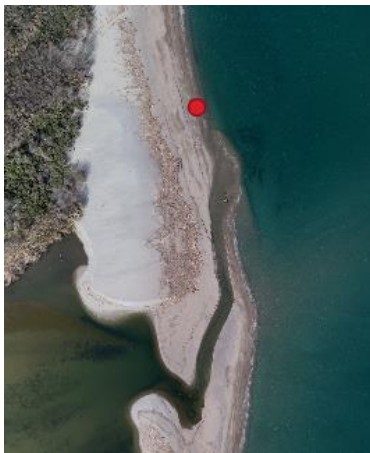


Illustration 105 – Localisation du point photo et résultat des prises de vue en 2019 et 2020

4.5. CELLULE 4 – DU TECH AU PORT DE SAINT-CYPRIEN

Description et évolution passée de la cellule 4

Cette cellule présente une ligne de côte classiquement festonnée dont la rythmicité est contrainte dans sa partie centrale par la présence de 4 épis en enrochements au niveau desquels on observe classiquement une accumulation sédimentaire en amont dérive sédimentaire, ici orientée vers le Nord, et un trait de côte en retrait en aval dérive immédiat (Illustration 106). La moitié sud de la cellule présente une largeur de plage assez réduite, puis elle s'élargit en allant vers le nord, notamment au droit du cordon dunaire. Cette partie constitue une zone d'accumulation sédimentaire du fait de la présence de la digue portuaire du port de Saint-Cyprien, qui retient une partie du transit sédimentaire.



Illustration 106 - Localisation de la cellule hydrosédimentaire 4.

Dans cette cellule, les données de suivi régulier ObsCat concernent la flèche sableuse, fermant la marina du port, sur laquelle se développe un environnement dunaire, et la plage émergée (altimétrie dunaire et topographie de la plage, une année sur deux). Ce site de suivi est dénommé Saint-Cyprien Sud (Illustration 107). Une première analyse est cependant proposée sur l'évolution historique du trait de côte, entre 1850 et 2008, complétée par les levés ObsCat réalisés en novembre 2019 (topographie par photogrammétrie), mai et septembre 2020 (Topographie LiDAR ObsCat). L'évolution topographique du cordon dunaire et de la plage sont aussi

appréciées à partir des comparatifs topographiques entre octobre 2014 (levé LiDAR Litto3d SHOM-IGN) et novembre 2019, et entre novembre 2019 et Mai 2020 (hiver 2019-2020).



Illustration 107 - Secteur de Saint-Cyprien Sud, dunes et plage, profils de référence et prises de vue.

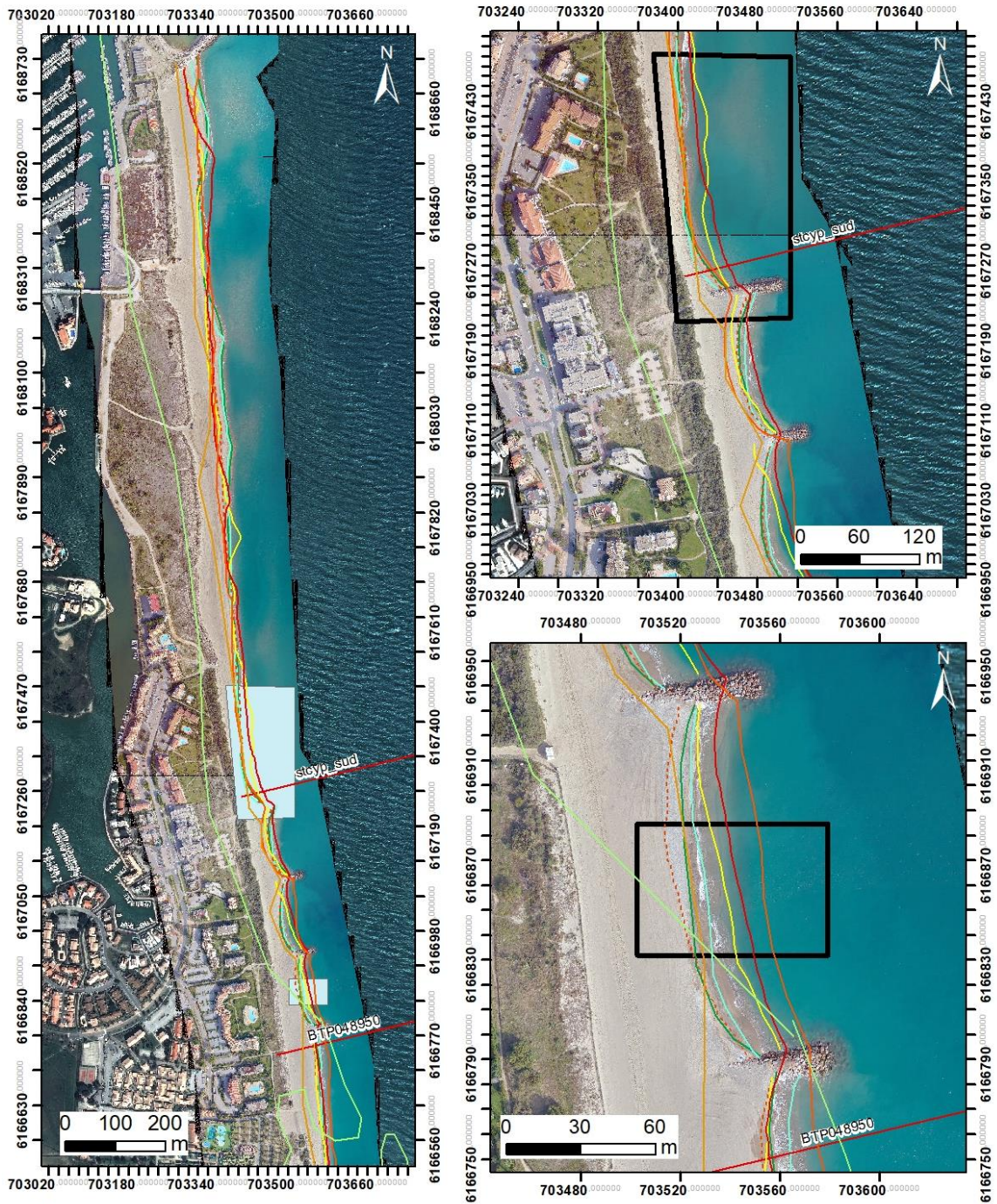
Saint-Cyprien Sud

L'analyse de l'évolution du trait de côte dans cette cellule, montre plutôt une stabilité globale entre 1850 et septembre 2020 (Illustration 108). La dynamique du trait de côte est marquée dans la moitié nord, le long de la flèche sableuse, par des alternances pluriannuelles d'avancée et de recul, typique d'une dynamique en festons comme on l'observe sur l'ensemble du littoral sableux catalan (de manière plus ou moins marquée selon les sites et contextes), en lien avec la mobilité des barres sableuses d'avant côte.

Dans la zone des épis, le trait de côte de 2000, jusqu'au 3^{ème} épi (en partant du sud) est le plus avancé sur la mer. Au-delà, il est en net recul et c'est le trait de côte de 2008 qui est le plus avancé. Probablement en raison de la construction tardive du dernier épi. Au centre de la zone des épis, on note une phase de recul modérée depuis 2000 (position la plus avancée, -20 à -30

m), avec une position en novembre 2019, proche de la position la plus reculée de 1992 (hormis 1850, avant construction du port et aménagement du secteur).

Sur les 200 premiers mètres vers le nord du dernier épi, la construction de ce dernier, entre 2000 et 2008 semble avoir ralenti temporairement le recul du trait de côte. Mais les traits de côte ObsCat les plus récents sont les plus reculés, indiquant que l'érosion est encore active en aval dérive (au nord) de ce secteur aménagé, la batterie d'épis retenant en effet une partie du sable en amont dérive.



Source:
 campagnes OBSCAT
 de Novembre 2019, de Mai et septembre 2020
 Trait de côte DREAL de 1850 à 2010
 Image: Pléiades, IGN, 03-2015 et
 orthophotographie ObsCat Septembre 2020
 Système de coordonnées:
 RGF93-Lambert-93
 Auteur BRGM

- TDC 1850
- TDC 1992
- TDC 2000
- TDC 2008
- TDC 2010
- TDC Novembre 2019
- TDC Mai 2020
- TDC Sept. 2020
- Profils de référence

Illustration 108 – Secteur de Saint-Cyprien Sud - Cartes des traits de côte entre 1850 et 2010 (données DREAL) complétés par ceux des campagnes ObsCat de novembre 2019, mai et septembre 2020.

La variabilité de la position du trait de côte en aval dérive littorale, soit au Nord immédiat de l'épi le plus au nord, est également observable par le suivi photographique au sol (Illustration 109).

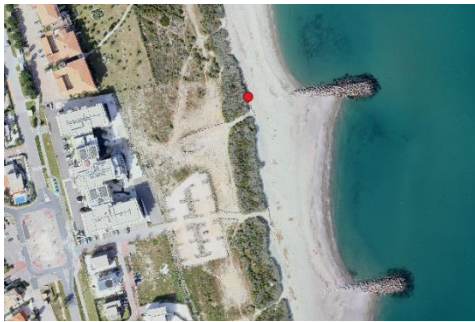
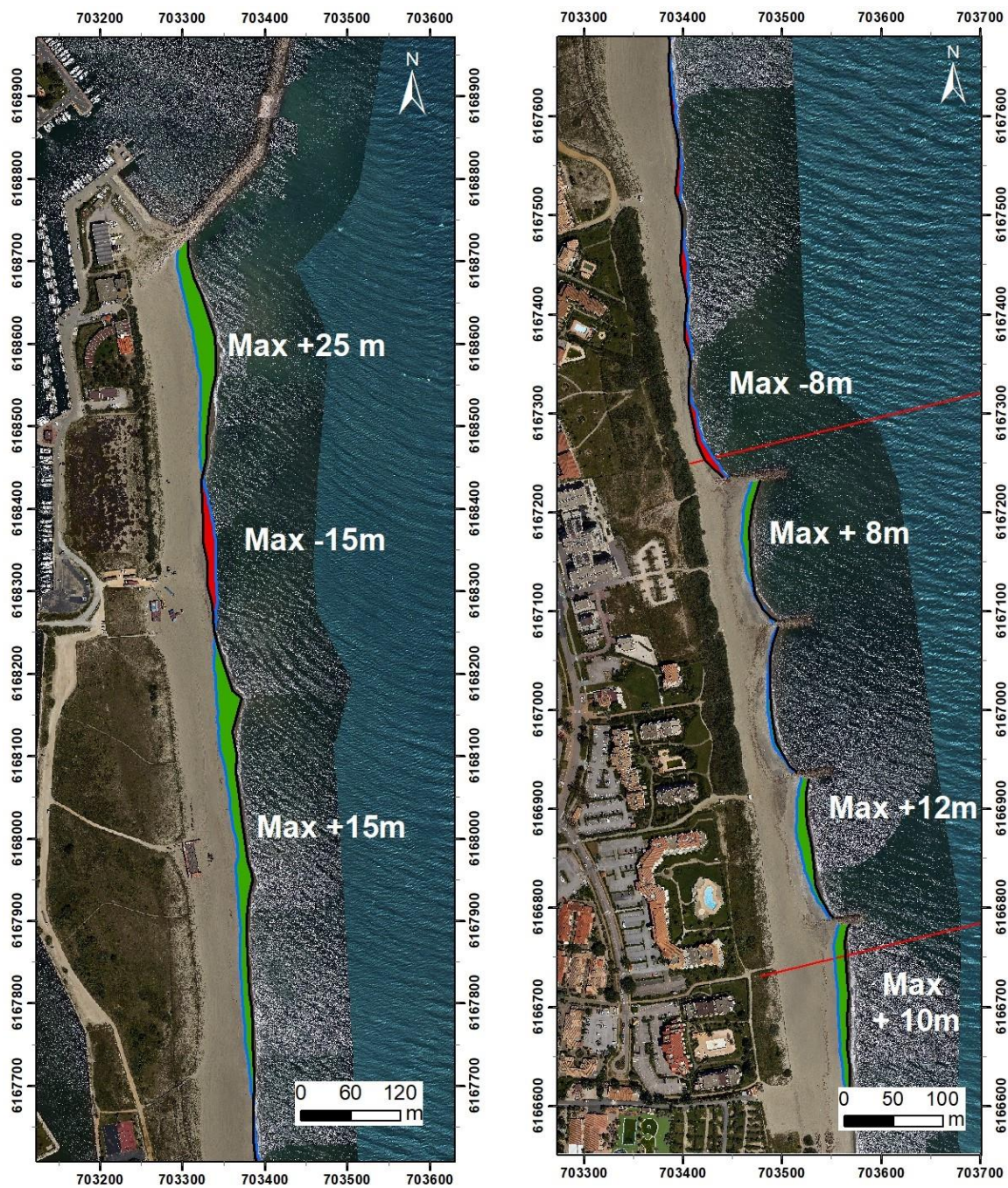


Illustration 109 - Localisation du point photo et résultat des prises de vue en 2019 et 2020

Evolution saisonnière du trait de côte

Grâce aux levés topographiques (photogrammétrie novembre 2019 et LiDAR mai 2020) réalisés depuis l'intégration de la CCSR à l'ObsCat, on peut analyser l'évolution hivernale 2019-2020 du trait de côte de ce site (Illustration 110). A l'issue de cet hiver, on constate une alternance de zones en avancée et en recul au nord des ouvrages de défense, avec une amplitude allant de + 25 m à -15 m. Au niveau des épis et au sud on note une progression modérée, +8 m à +12 m. Sur ce site, le trait de côte est plutôt en avancée modérée à la sortie de l'hiver 2019-2020. Cependant on trouve une zone plus sensible, avec un recul de -8 m juste au nord des ouvrages. La plage est, à cet endroit, la plus étroite de tout le linéaire du secteur suivi (inf. à 30 m).



Source:
 campagnes OBSCAT
 novembre 2019 et mai 2020
 Image: Pléiades, IGN, 03-2015 et
 orthophotographie ObsCat mai 2020
 Système de coordonnées:
 RGF93-Lambert-93
 Auteur BRGM

Trait de côte

- TDC Mai 2020
- TDC Novembre 2019
- Profils de référence
- Avancée
- Recul

Illustration 110 - Carte des traits de côtes novembre 2019 et mai 2020 et évolution hivernale sur le site de Saint Cyprien sud.

Déplacements sédimentaires pluriannuels et saisonniers

L'évolution topographique du site est analysée sur 2 périodes. Une première, moyen terme, entre octobre 2014 (topographie LiDAR Litto3D 2014 SHOM-IGN) et novembre 2019 (photogrammétrie ObsCat novembre 2019) ; une seconde, montrant l'évolution de l'hiver 2019-2020 (photogrammétrie ObsCat nov. 2019, LiDAR ObsCat mai 2020) (Illustration 111). Ces cartographies permettent d'apprécier les déplacements sédimentaires sur la plage et l'évolution altimétrique du cordon dunaire.

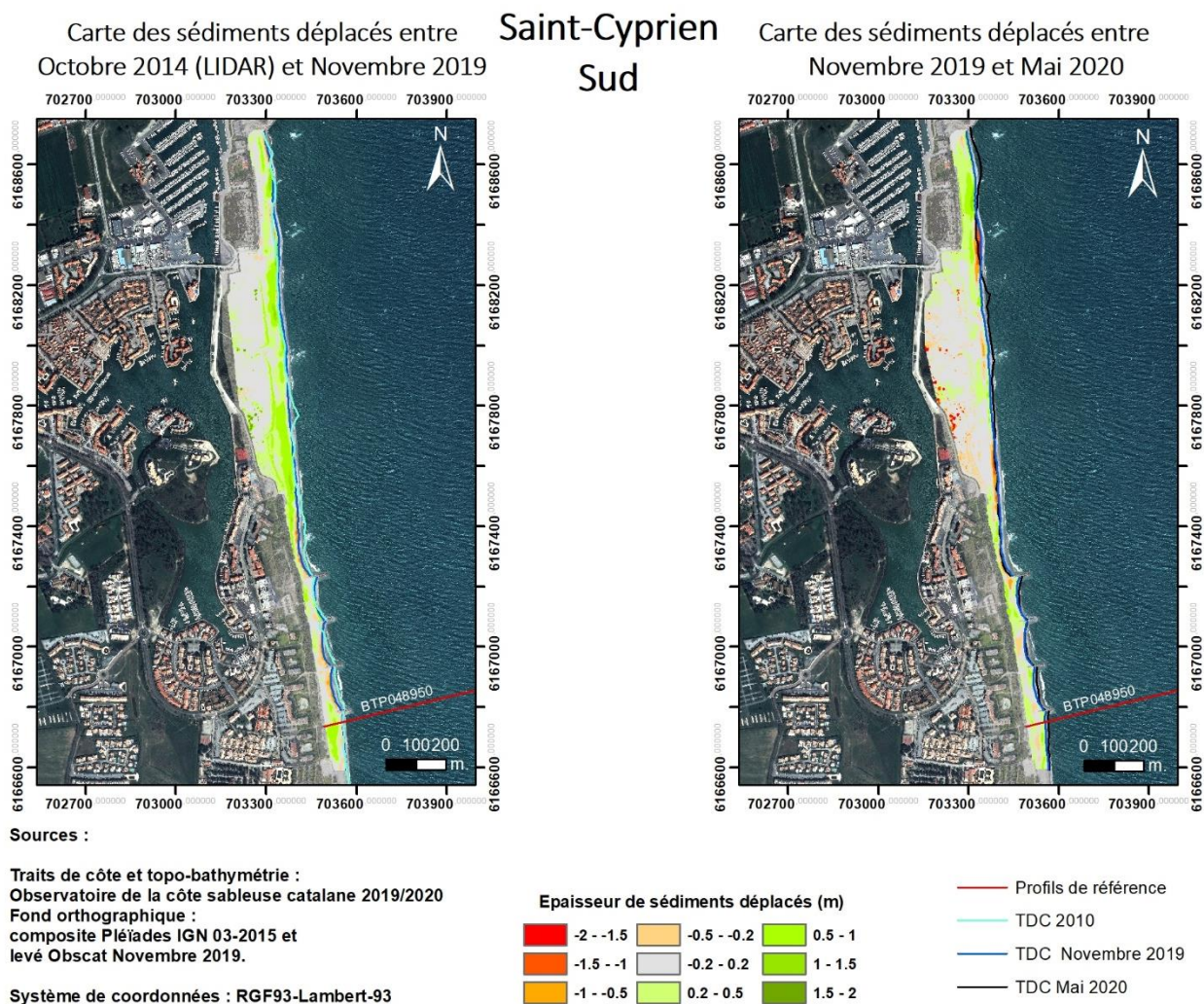


Illustration 111 - Site de Saint Cyprien Sud - Cartes des déplacements sédimentaires pour la période Octobre 2014 – Novembre 2019, à gauche, et pour la période hivernale Novembre 2019 – Mai 2020, à droite.

Le comparatif octobre 2014 - novembre 2019 montre une stabilité du cordon dunaire sur 5 ans. Les petits écarts visibles ponctuellement, sont liés à la progression de la végétation et/ou au fait que sont comparés, un MNT (LiDAR 2014) et un MNS (novembre 2019). Sur cette même période la plage, au droit des dunes, montre un engraissement notable, jusqu'à +1 mètre d'épaisseur de sable au droit de la partie sud du cordon dunaire. Une érosion modérée, -0,8 m, est visible en aval dérive de la batterie d'épis, là où la plage est aussi la moins large. Au niveau du secteur des épis, la plage est stable. Au sud, on relève un engraissement modéré de la plage (+0,8 m). Le bilan en volume n'a pas été calculé en raison d'écarts de précision difficile à apprécier entre le levé LiDAR et le levé photogrammétrique.

A la sortie de l'hiver 2019-2020, le bilan des déplacements sédimentaires émergés pour l'ensemble du site est globalement positif, avec un gain de volume faible de +8 158 m³. La dune est stable dans son ensemble. L'expérience des analyses menées par l'ObsCat depuis 2013 sur les différents cordons dunaires suivis, montre que l'altimétrie des cordons varie très peu de manière saisonnière, à part des évolutions du pied de dune, ou au niveau du front dunaire, sous l'effet du jet rive des vagues de tempêtes.

Dans son extrémité nord, le cordon dunaire est en bon état morphologique, la série de photos prises sur le terrain montre effectivement une stabilité du milieu protégé par des ganivelles (Illustration 112).

Vers le Sud	14/05/2019		03/10/2019	
	13/05/2020		08/09/2020	
	14/05/2019		03/10/2019	
	13/05/2020		08/09/2020	

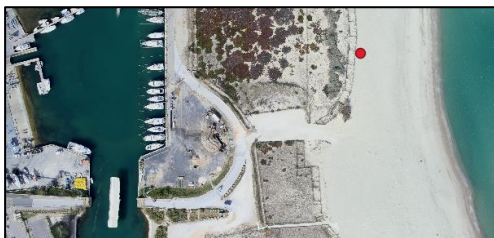


Illustration 112 - Localisation du point photo et résultat des prises de vue en 2019 et 2020

Impacts de la tempête Gloria, 20 -22 janvier 2010

Au droit de la zone des épis et jusqu'à une centaine de mètres au nord, on note des franchissements très limités (mais bien présents) du cordon reconstitué, au niveau des accès à la plage (Illustration 113). La proximité avec l'embouchure du Tech, se traduit par la présence d'importantes accumulations de bois flottés contre le premier épi au sud, et entre les deux derniers au nord.



Illustration 113 - Impacts à la côte de la tempête Gloria : photointerprétation et comparaison des orthophotographies et topographies des levés photogrammétriques ObsCat post-tempête du 25/01/2020 et de la campagne de novembre 2019.

Environnement dunaire de Saint-Cyprien Sud

Etat biologique

En complément, pour évaluer l'état biologique du secteur, un transect de végétation a été créé. On l'a déjà évoqué, il s'agit d'un secteur large et très fixé en raison notamment des remblais qui ont été déposés par le passé. Ce transect « Saint-Cyprien Sud » comporte 23 casiers, soit 115 mètres d'inventaire (Illustration 114).



Illustration 114 – Localisation du transect de végétation Saint-Cyprien Sud

On y note la présence de nombreux pieds de Figuiers de Barbarie (Illustration 115) qui occupent la dune fixée. Toutefois on y observe une diversité relativement importante d'espèces, notamment sur la dune semi-fixée ; jusqu'à 9 espèces, la plupart patrimoniales du littoral sableux telles que le Chiendent des sables, l'Euphorbe des dunes (Illustration 115), le Panais épineux ou la Luzerne maritime.



Illustration 115 – Figuiers de Barbarie (à gauche) et Euphorbe des dunes (à droite) sur le transect Saint-Cyprien Sud

L'état général de ce cordon en 2020 et en 2021 est qualifié de moyen à bon selon les casiers, c'est notamment dû à un bon taux de recouvrement, notamment en raison de la forte présence de la Paronyque argentée qui tapisse la dune (Illustration 116).



Illustration 116 – Paronyque argentée sur le transect Saint-Cyprien Sud

Entre 2020 et 2021, la moyenne de la part de recouvrement est passé de 74% à 72%, on considère que cette différence rentre dans la marge d'erreur et que le taux de recouvrement de ce cordon dunaire est stable

4.6. CELLULE 5 – DU PORT DE ST.-CYPRIEN AU GRAU DE L'ETANG DE CANET

Cette cellule présente un rivage très nettement festonné (Illustration 117). Sa rythmicité est modifiée dans sa partie sud par la présence de 6 épis en enrochements au niveau desquels on observe classiquement une accumulation sédimentaire en amont dérive sédimentaire, ici orientée vers le Nord, et un trait de côte en retrait en aval dérive immédiat. La rythmicité de la morphologie festonnée naturelle est ici remplacée par celle des microcellules délimitées par ces épis. La présence des digues portuaires, en forte emprise sur la mer, modifie aussi fortement la dynamique des barres sableuses d'avant côte et donc leur forme et leur répartition. Dans cette même partie, la plage présente une largeur moindre qu'au nord, et des rechargements et reprofilages réguliers de la plage sont effectués par la CCSR pour palier à la réduction pendant l'hiver de cette largeur de plage.

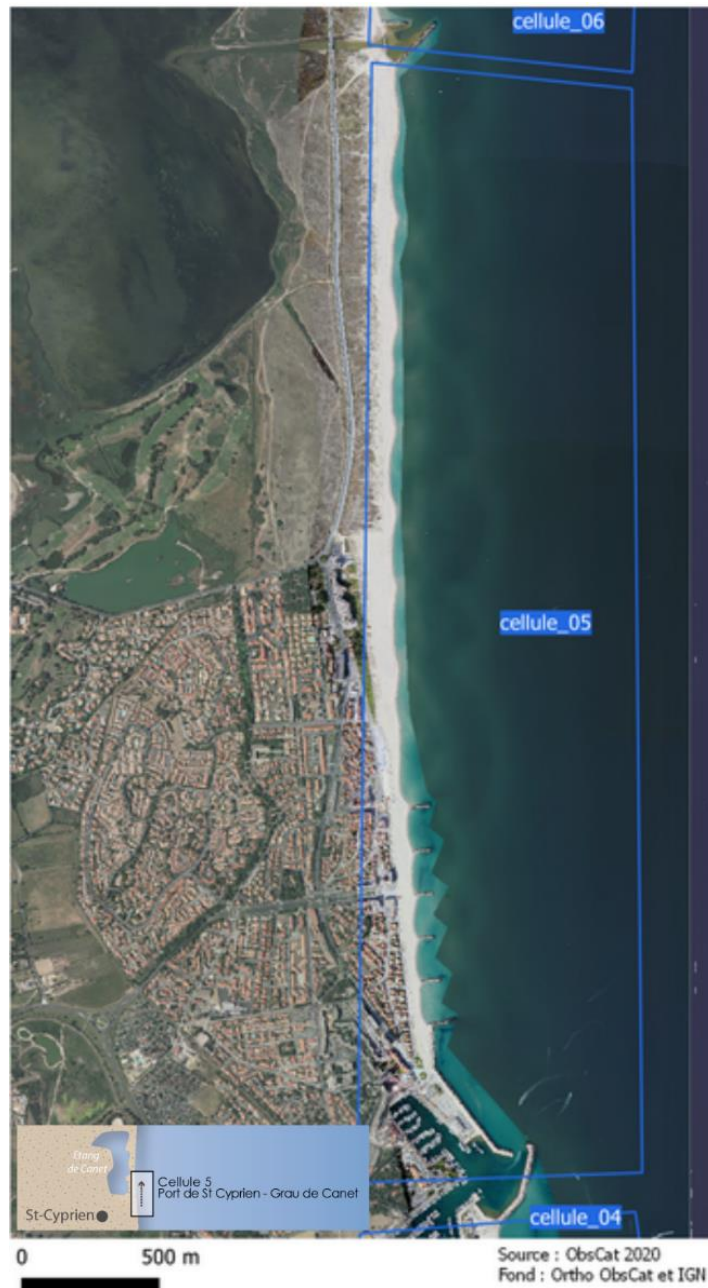


Illustration 117 - Localisation de la cellule hydrosédimentaire 5

Dans cette cellule, les données de suivi régulier ObsCat concernent la partie urbaine de la plage, depuis le port de Saint-Cyprien au sud, jusqu'au Mémorial du camp d'internement français 1939-1940 au nord (Illustration 118). Le suivi topo-bathymétrique est mis en place sur ce secteur délimité. Un profil de référence topo-bathymétrique historique est également positionné quelques dizaines de mètres au nord du dernier épi du secteur aménagé.

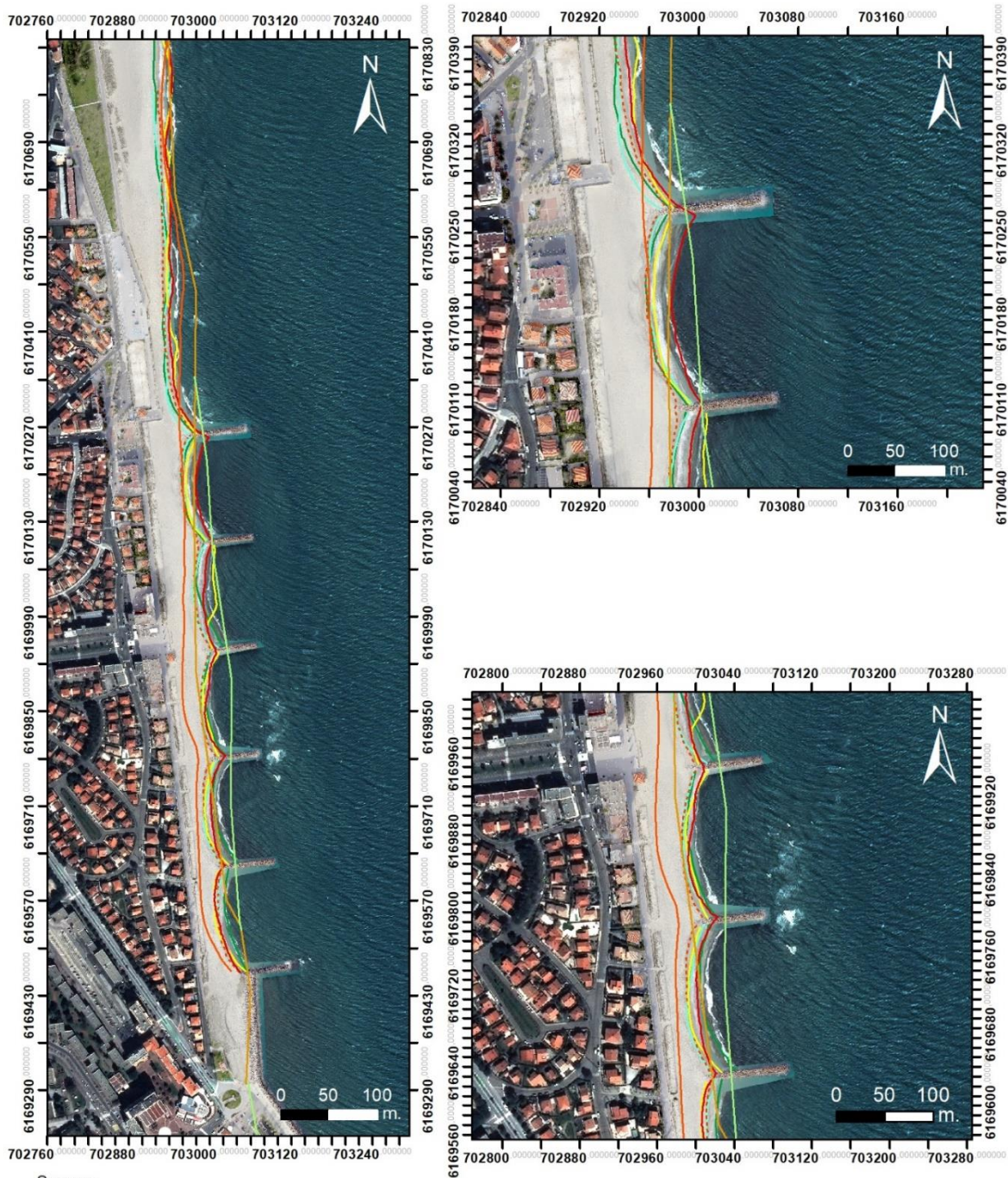


Illustration 118 - Secteur de Saint-Cyprien Nord, profils de référence et prises de vue.

Saint-Cyprien Nord

L'analyse de l'évolution du trait de côte dans cette cellule, montre un recul modéré entre 1850 et septembre 2020 (Illustration 119). La dynamique du trait de côte est marquée dans la moitié nord, le long de la flèche sableuse, par des alternances pluriannuelles d'avancée et de recul, typique d'une dynamique en festons comme on l'observe sur l'ensemble du littoral sableux catalan (de manière plus ou moins marquée selon les sites et contextes), en lien avec la mobilité des barres sableuses d'avant côte. Au centre, au niveau des épis, on note une phase de recul modérée depuis 2000, avec une position en novembre 2019, proche de la position la plus reculée de 1992 (hormis 1850, avant construction du port et aménagement du secteur). Sur les 200 premiers

mètres vers le nord du dernier épi, en aval dérive sédimentaire, le recul est plus net. La batterie d'épis retient en effet une partie du sable en amont dérive.



Source:
 campagnes OBSCAT
 de Novembre 2019, Mai et Septembre 2020
 Trait de côte DREAL de 1850 à 2010
 Image: Pléiades, IGN, 03-2015 et
 orthophotographie ObsCat Novembre 2019
 Système de coordonnées:
 RGF93-Lambert-93
 Auteur BRGM

- TDC 1850
- TDC 1992
- TDC 2000
- TDC 2008
- TDC 2010
- TDC Novembre 2019
- TDC Mai 2020
- TDC Septembre 2020

Illustration 119 - Secteur de Saint-Cyprien Nord - Cartes des traits de côte entre 1850 et 2010 (données DREAL) complétés par ceux des campagnes ObsCat de novembre 2019, mai et septembre 2020

Evolution saisonnière du trait de côte

A l'issue de l'hiver 2019-2020, le trait de côte présente une alternance de zones en érosion et de zone en accrétion (Illustration 120). On remarque toutefois, comme dans le cas du secteur sud de Saint-Cyprien, que les épis permettent un maintien du sédiment, on observe même de légères accrétions au niveau de ces ouvrages. La zone se trouvant au nord semble plutôt érosive, on trouve toutefois une accrétion au niveau du parking au nord du boulo-drome.

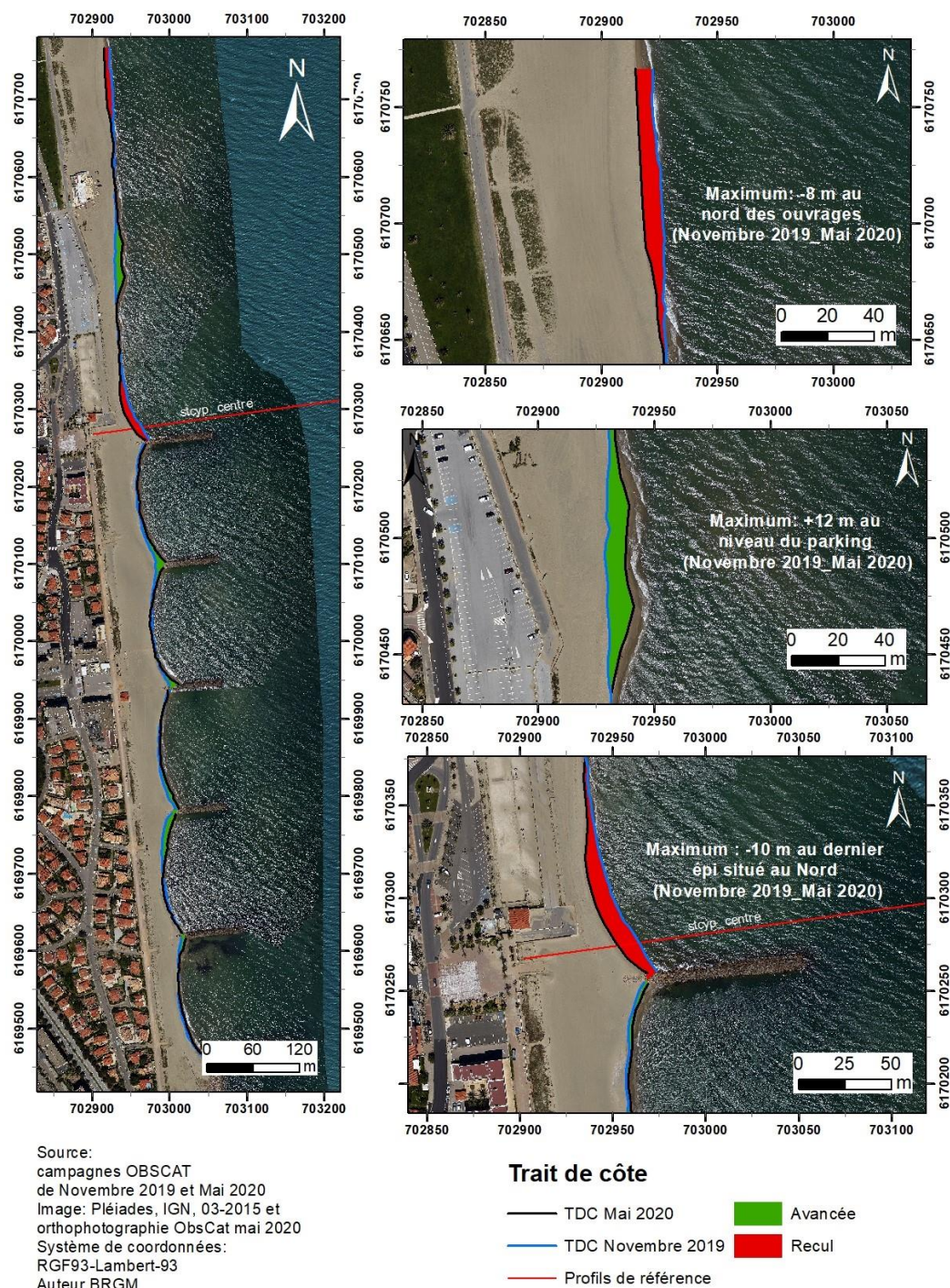


Illustration 120 - Carte des traits de côte novembre 2019 et mai 2020 et évolution hivernale sur le site de Saint-Cyprien Nord

Déplacements sédimentaires pluriannuels et saisonniers

Les comparatifs des topographies LIDAR Octobre 2014 – Novembre 2019 et Novembre 2019 – Mai 2020 semble montrer un engraissement très modéré de la plage au niveau des ouvrages (Illustration 121). Cet engraissement est estimé à +7 750m³ pour le comparatif hivernale 2019 – 2020.

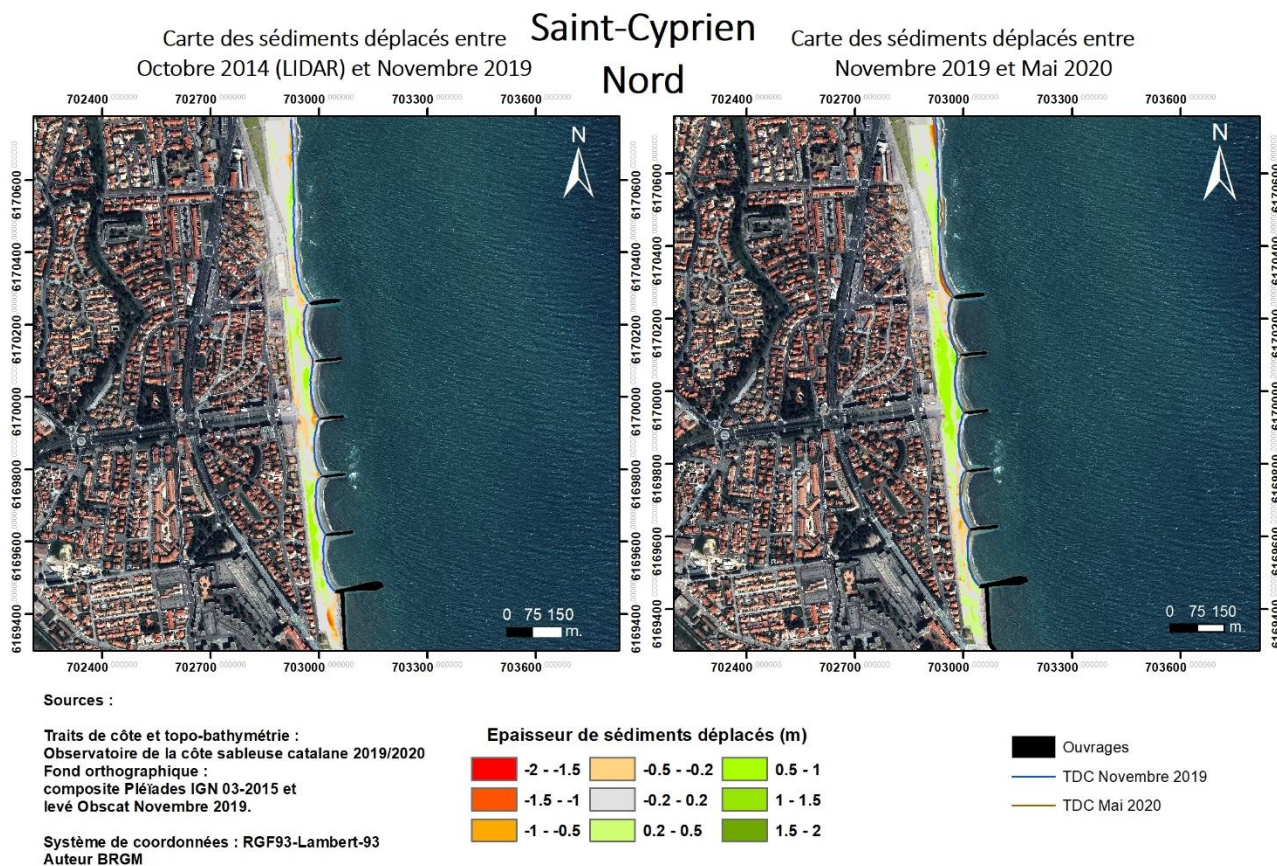


Illustration 121 - Site de Saint Cyprien Nord - Cartes des déplacements sédimentaires pour la période Octobre 2014 – Novembre 2019, à gauche, et pour la période hivernale Novembre 2019 – Mai 2020, à droite.

L'évolution topo-bathymétrique pluri annuelle du secteur (6 ans) est appréciée en comparant le levé LiDAR d'octobre 2014 avec le premier levé topo-bathymétrique ObsCat réalisé en mai 2020 (Illustration 122). La plage émergée présente peu d'évolution au global, léger engraissement partie centrale. Malgré cela le bilan de volume est assez fortement négatif (-46 486 m³) car il intègre les fortes érosions en pied de plage, entre les épis. Les petits fonds ont assez fortement évolué, notamment entre les ouvrages de défense et au nord de la batterie d'épi. La partie immergée présente en revanche un bilan en gain sédimentaire pour cette même période de 6 ans soit +170 610 m³. On notera des érosions en bordure terrestre du modèle, le long de la promenade de la mer. Ces érosions proviennent, comme pour le site du Tech, d'un mauvais filtrage du LiDAR 2014 (SHOM/IGN) qui intègre une partie des aménagements urbains. Sur le LiDAR Obscat 2020 ces éléments sont filtrés ce qui explique cette différence. Le bilan de la plage émergée est donc en réalité moins négatif de quelques milliers de mètres cubes.

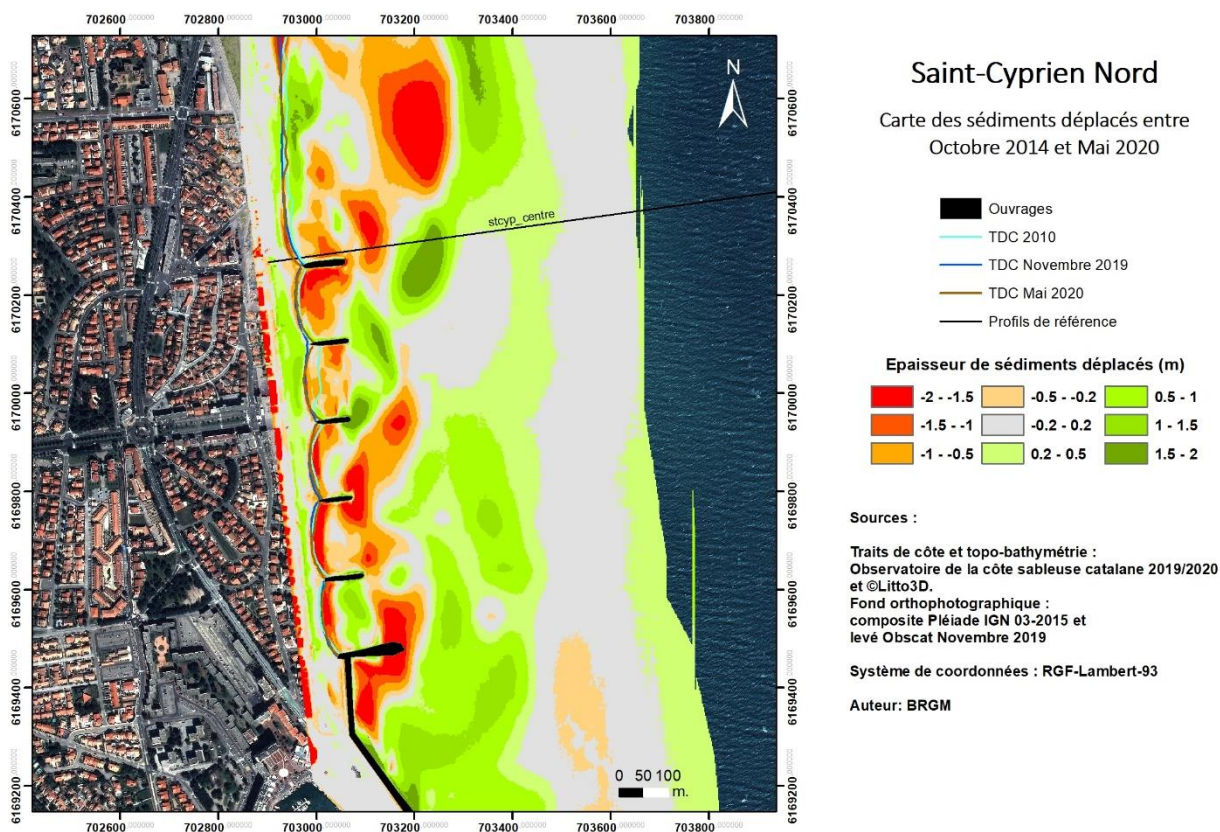


Illustration 122 - Site de Saint Cyprien Nord - Cartes des déplacements sédimentaires pluri-annuels pour la période Octobre 2014 – Mai 2020.

La situation en fin d'été 2020 (Illustration 123) présente une évolution très légèrement érosive sur la partie émergée ($-5\,589\text{ m}^3 \pm 2\,700\text{ m}^3$), très probablement liée à des érosions du bas de plage lors des coups de mer de juin et août 2020. En mer, le bilan est nettement positif ($+86\,098\text{ m}^3 \pm 49\,000\text{ m}^3$), lié semble-t-il en partie à des accrétions entre les ouvrages dans les petits fonds (transfert cross-shore des sédiments érodés sur la plage émergée). Au global, le secteur est donc en gain sédimentaire avec $+80\,509\text{ m}^3$. Mais les incertitudes sur ces volumes sont cependant importantes, environ 50%. Il faut donc prendre ces résultats avec un recul et modérer leur interprétation.

On notera, au droit de la sortie du port de St-Cyprien, une érosion des fonds, qui correspond au dragage réalisé en mai 2020, après le levé Obscat.

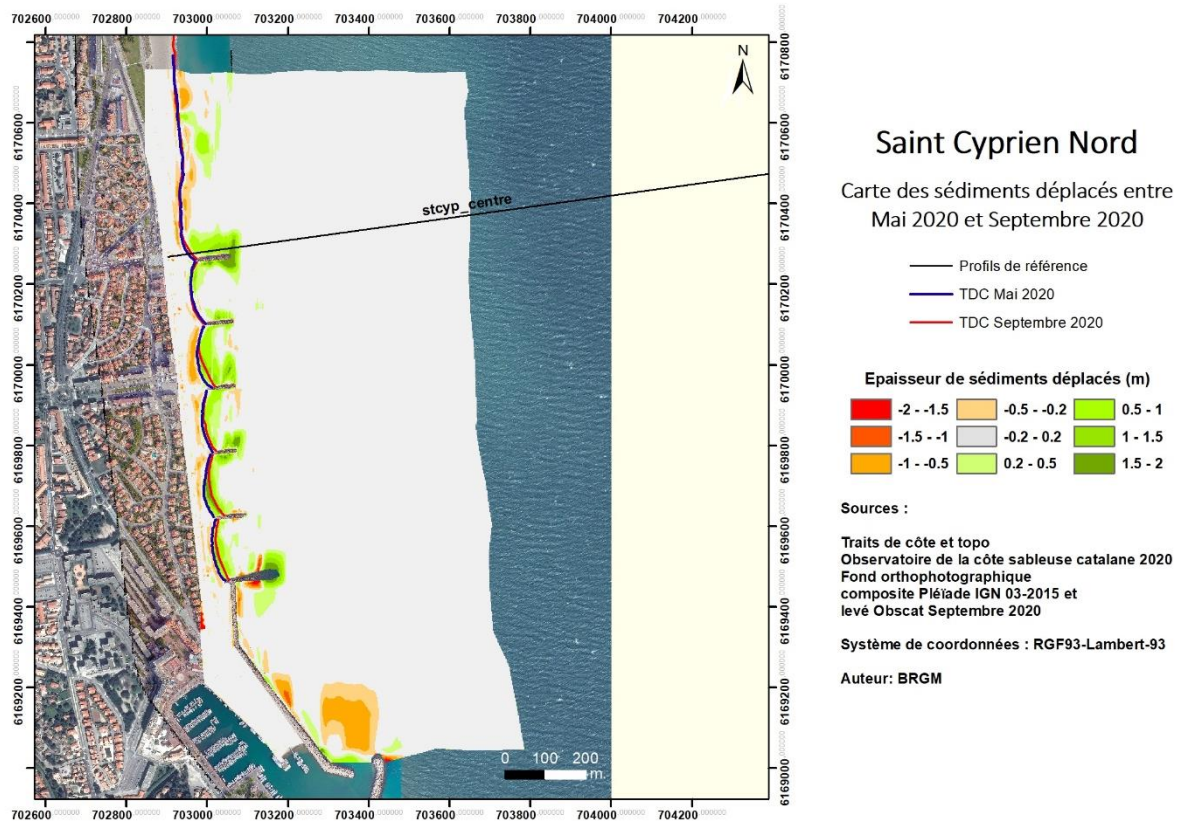


Illustration 123 - Site de Saint Cyprien Nord - Carte des déplacements sédimentaires pour la zone complète (plage immergée et plage émergée) pour la période mai 2020 à septembre 2020.

St-Cyprien Nord - Octobre 2014 à novembre 2019			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone émergée	-54 236	130 674	-42
St-Cyprien Nord - Octobre 2014 à mai 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone complète	+124 124		
Zone émergée	-46 486	130 674	-36
Zone immergée	+170 610	1 116 770	+15
St-Cyprien Nord - Novembre 2019 à mai 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone émergée	+7 750	130 674	+6
St-Cyprien Nord – Été - Mai à septembre 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone complète	+80 509		
Zone émergée	-5 589	130 674	-4
Zone immergée	+86 098	1 116 770	+7.7

Illustration 124 - Tableau récapitulatif des volumes de sédiments déplacés pour la période d'octobre 2014 à septembre 2020.

Les points photographiques suivis deux fois par an (cf. résultats page suivante Illustration 125) permettent également de comparer l'évolution de la plage émergée et des ouvrages de gestion (digues amovibles et épis notamment). Entre les épis les mouvements de sédiments ne sont pas perceptibles. Sur la plage des Fakirs, mise à mal par la tempête Gloria, on observe une colonisation de la végétation littorale. Au nord la plage est très large et paraît stable mais elle est également très basse et quasi dépourvue de cordon dunaire.

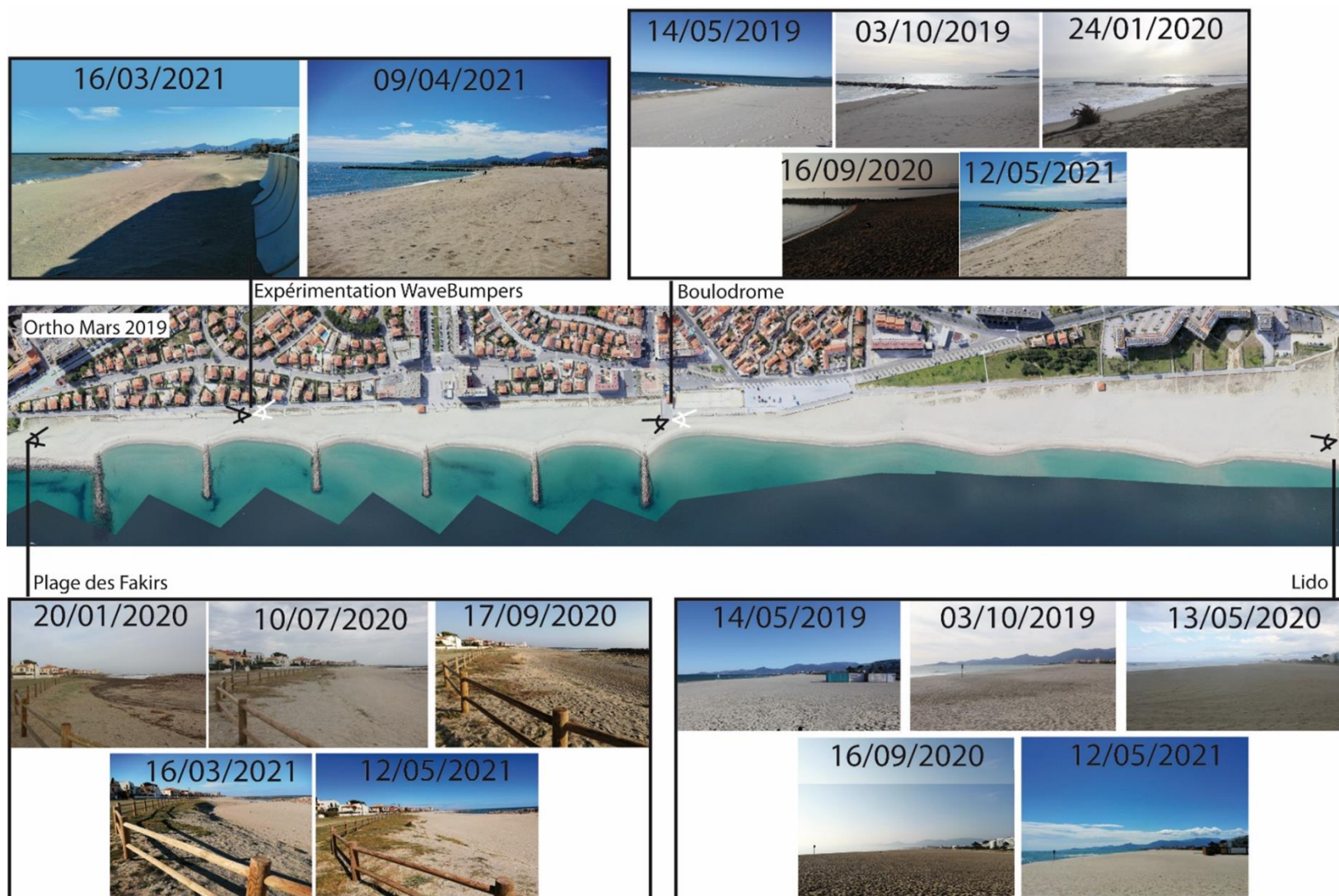


Illustration 125 - Localisation des points photo et résultat des prises de vue en 2019 et 2020

4.7. CELLULE 6 – DU GRAU DE L'ÉTANG DE CANET AU PORT DE CANET

La cellule 6 est délimitée au sud par le grau de l'étang de Canet-Saint-Nazaire (Illustration 126) et au Nord par la jetée sud du port de Canet. Cette cellule est caractérisée par une zone très urbanisée au nord, correspondant au front de mer de la commune de Canet-en-Roussillon, qui fait place, au sud, à un lido constitué d'un cordon dunaire végétalisé. Ce cordon dunaire fait l'objet d'une réhabilitation par des ganivelles depuis 2009. Le lido, ainsi qu'une partie de l'étang sont la propriété du Conservatoire du Littoral, sur une surface de 894 ha (Barneoud, 2009).

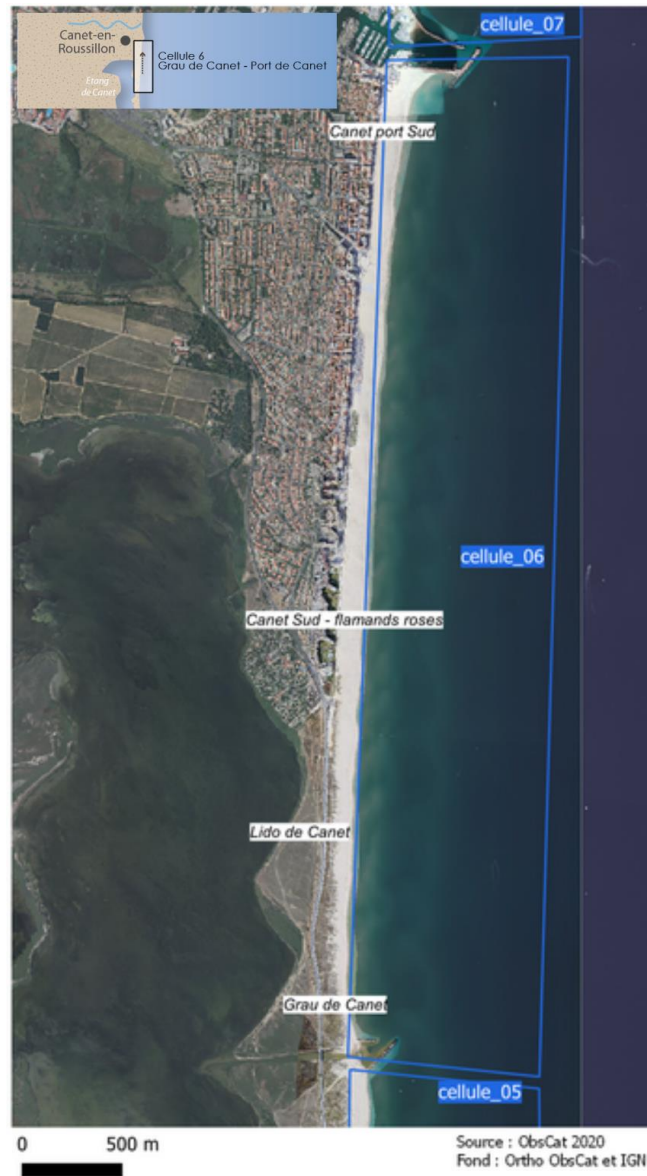


Illustration 126 - Localisation de la cellule hydro-sédimentaire 6.

La plage est constituée de sables grossiers de diamètre moyen supérieur à 0,8 mm. Les principaux apports sédimentaires de la cellule sont issus du Tech (entre Argelès-sur-Mer et Saint-Cyprien, Illustration 1) et de l'étang de Canet-Saint-Nazaire, où débouche le Réart (Illustration 126).

Le nord de la cellule se distingue par la zone d'accumulation engendrée par la jetée portuaire du port de Canet-en-Roussillon (Illustration 126). La plage émergée est homogène et large de plus de 100 m et présente un profil relativement plan. L'avant-côte est constituée de deux barres. La barre externe située à environ 450 m de la côte forme de larges croissants relativement réguliers, de 300 m de longueur d'onde au sud, qui deviennent moins marqués et plus irréguliers au nord de la cellule. De la même manière, la barre interne est plus marquée et régulière au sud de la cellule.

Le sable y étant largement excédentaire du fait du blocage opéré par la digue du port de Canet, cette cellule ne fait pas l'objet d'un suivi ancien (Raynal et Certain, 2011).

Environnement dunaire du lido de Canet-en-Roussillon

Evolution morphologique

Le massif dunaire situé au sud du port de la zone urbaine de Canet-en-Roussillon en face de l'étang de Canet-St-Nazaire, a bénéficié précédemment de quatre campagnes de photogrammétrie drone en automne 2014, 2015, 2016, 2018 et 2020. Dans le rapport technique ObsCat année 3 (Lothe *et al.*, 2016), la topographie de 2015 (modèle numérique de surface) avait été comparée avec celle du Lidar de 2010. Sur ces 5 années ce cordon présentait globalement une tendance d'évolution positive avec un rehaussement altimétrique en arrière dune, en lien avec une densification de la végétation permise par les aménagements limitant la fréquentation et les effets de piétinement. Le front dunaire était majoritairement stable avec une avancée du pied de dune de l'ordre de 5 à 10 m au nord. Au final, le cordon présentait un bon maintien global avec localement et principalement dans la partie centrale, la disparition de certaines morphologies.

Devant le constat d'une évolution peu importante des cordons dunaires de la côte catalane, les levés topographiques par photogrammétrie sont depuis 2016 passés à une fréquence d'un levé tous les 2 ans.



Illustration 127 – Emprise du levé photogrammétrique (en vert) et localisation des transects de végétation sur le lido de Canet (en orange).

Le comparatif topographique 2016-2018 (Palvadeau et Fabre, 2020 – rapport BRGM/RP-69911-FR) avait montré une avancée du front dunaire et du pied de dune ainsi qu'une augmentation de l'altitude de la crête dunaire sur la quasi-totalité du linéaire du cordon, et ce de manière plus marquée au nord du cordon (de l'ordre d'une dizaine de mètres pour le pied de dune et +20 cm pour la crête). La partie centrale montrait le même phénomène mais dans une moindre mesure. La dune grise est globalement stable sur tout le lido suivi, avec une progression sensible de la végétation cependant au niveau des 150 derniers mètres au sud.

Le comparatif réalisé pour ce rapport année 7 porte sur les levés topographiques de l'automne 2018 et de l'automne 2020 (Illustration 128).

Ce comparatif, montre une très faible évolution morphologique du cordon dans son ensemble depuis 2018. Ce qui tend à montrer que la progression constatée en 2018 du pied de dune et de la crête dunaire se soit stabilisée depuis. Les évolutions, abaissements importants de la topographie, sont liés à des écarts de végétation entre les 2 levés analysés.

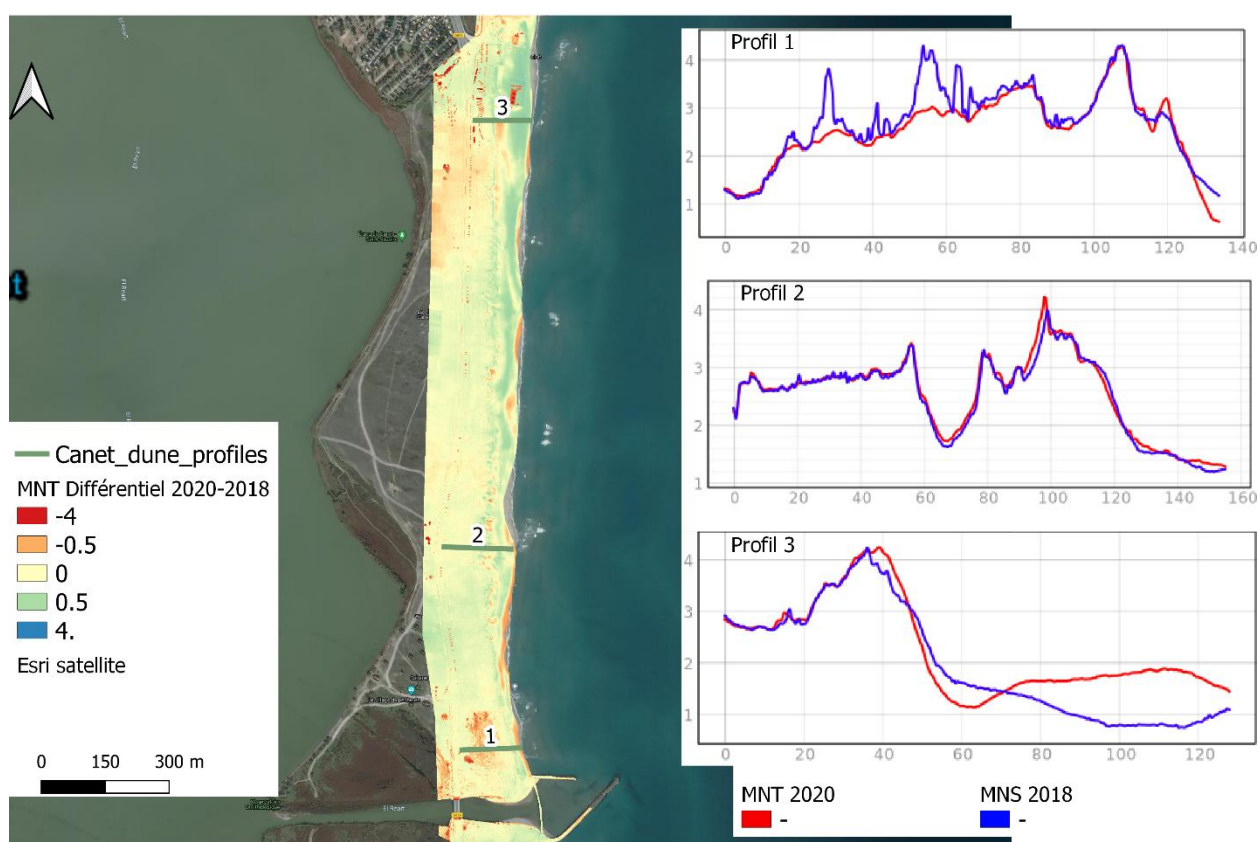


Illustration 128 – Comparaison des altimétries 2018 et 2020 et évolutions morphologiques du cordon dunaire de Canet Sud. .

Etat biologique

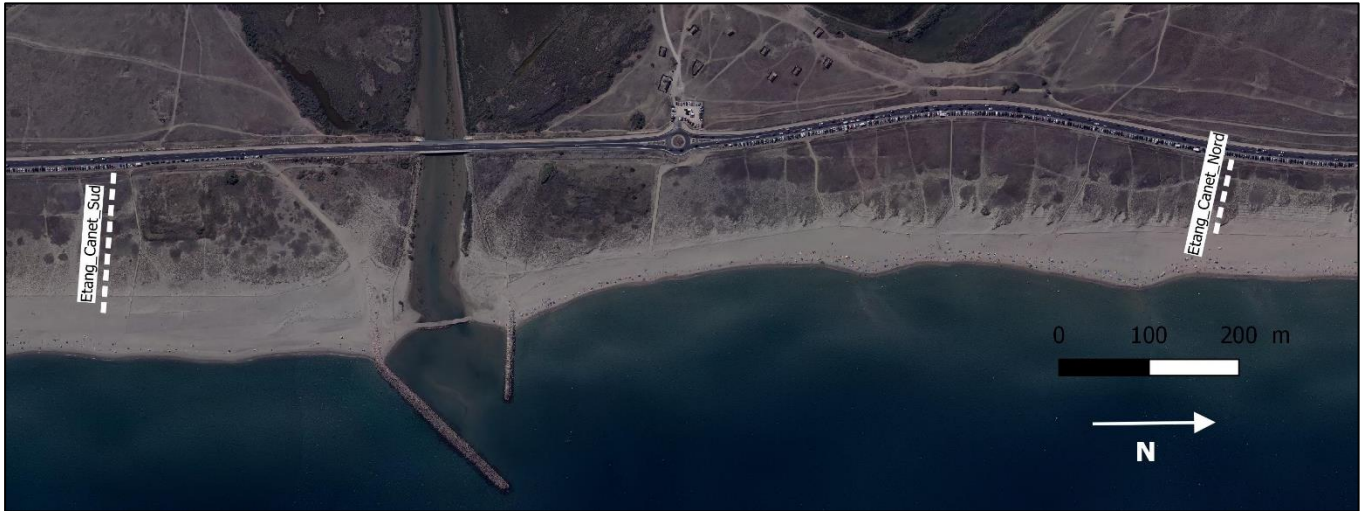


Illustration 129 – Localisation des transects de végétation sur le lido de l'étang de Canet

Deux transects de végétation situés de part et d'autre du grau sont levés annuellement depuis 2013, ils sont relativement stables. Leurs taux de recouvrement oscillent entre 60 % et 80 % en moyenne entre 2015 et 2021 ; avec un taux moyen de 67% pour le transect Sud et 78% pour le transect nord. Sur le cordon dunaire du lido de Canet, ces taux sont les plus élevés tous les transects confondus. Cela est notamment dû à la présence de raisin de mer, espèce particulièrement couvrante et fixatrice de la dune grise ().

On observe sur ce cordon dunaire un grand nombre d'espèces typiques, une espèce endémique et peu d'espèces invasives. Ces transects font également partie des rares secteurs du Roussillon accueillant de l'Oyat (espèce typique des dunes vives par sa capacité fixatrice) et de l'Œillet de catalogne (espèce endémique), on y trouve également de l'Euphorbe Péplis (espèce protégée) en dune embryonnaire.



Illustration 130 – Cordon dunaire du lido de Canet – A gauche illustration du taux de recouvrement en lien avec la présence du raisin de mer. A droite, matérialisation du transect d'observation sur la large dune grise.



Illustration 131 – Oyat (Ammophila arenaria) et Euphorbia Péplis observable sur le lido de l'étang de Canet.

Il faut toutefois noter que le cordon dunaire du lido de Canet comporte encore ponctuellement des stigmates des dégradations passées comme les cheminements anarchiques qui se manifestent encore par des zones d'instabilité sur la dune fixée. On note aussi la présence de dépressions dunaires (Illustration 132) venant perturber la continuité de l'habitat. De plus, l'ancien accès piéton spontanément créé par les usagers est encore quotidiennement emprunté malgré les travaux de mise en défens et l'entretien régulier depuis 2007 (Illustration 133).

Enfin, le transect nord a perdu 2 casiers de dune depuis le début du suivi en raison des intrusions marines qui ont transformé l'habitat de haut de plage/dune embryonnaire en un espace nu considéré comme de la plage.

Ces points de faiblesses ont un impact sur la végétation et l'état de conservation des habitats dans ce secteur.



Illustration 132 – Dépression dunaire visible en dune fixée sur le transect Canet Etang Sud.

Illustration 133 – Exemples de faiblesses dans la continuité des habitats dunaires sur le secteur de l'étang de Canet.

Toutefois la somme globale des indicateurs de l'état de conservation de ce transect est stable depuis 2019 (cf graphique ci-dessous - Illustration 134).

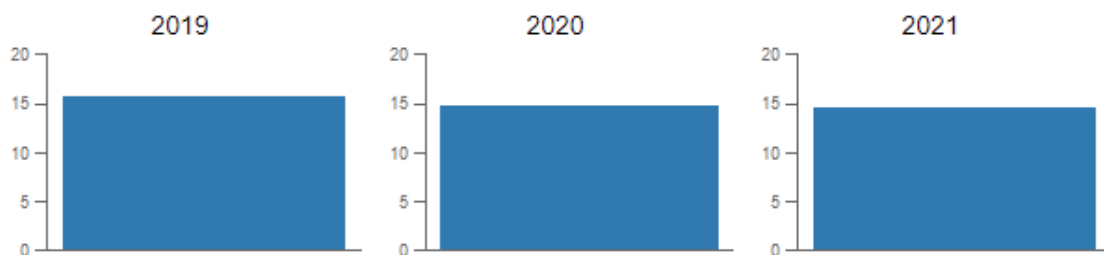


Illustration 134 – Somme globale des 6 indicateurs de l'état de conservation de 2019 à 2021 (Taux de recouvrement, continuité de peuplement, dynamique de végétation, représentativité, strate bryophytique et typicité floristique)

Sud du port de Canet-en-Roussillon

Le secteur du sud du Port de Canet-en-Roussillon, dont la partie émergée couvre 500 m de longueur à partir de la jetée portuaire, est particulièrement aménagé, notamment par un front urbain qui s'étend sur toute l'arrière plage (Illustration 135).

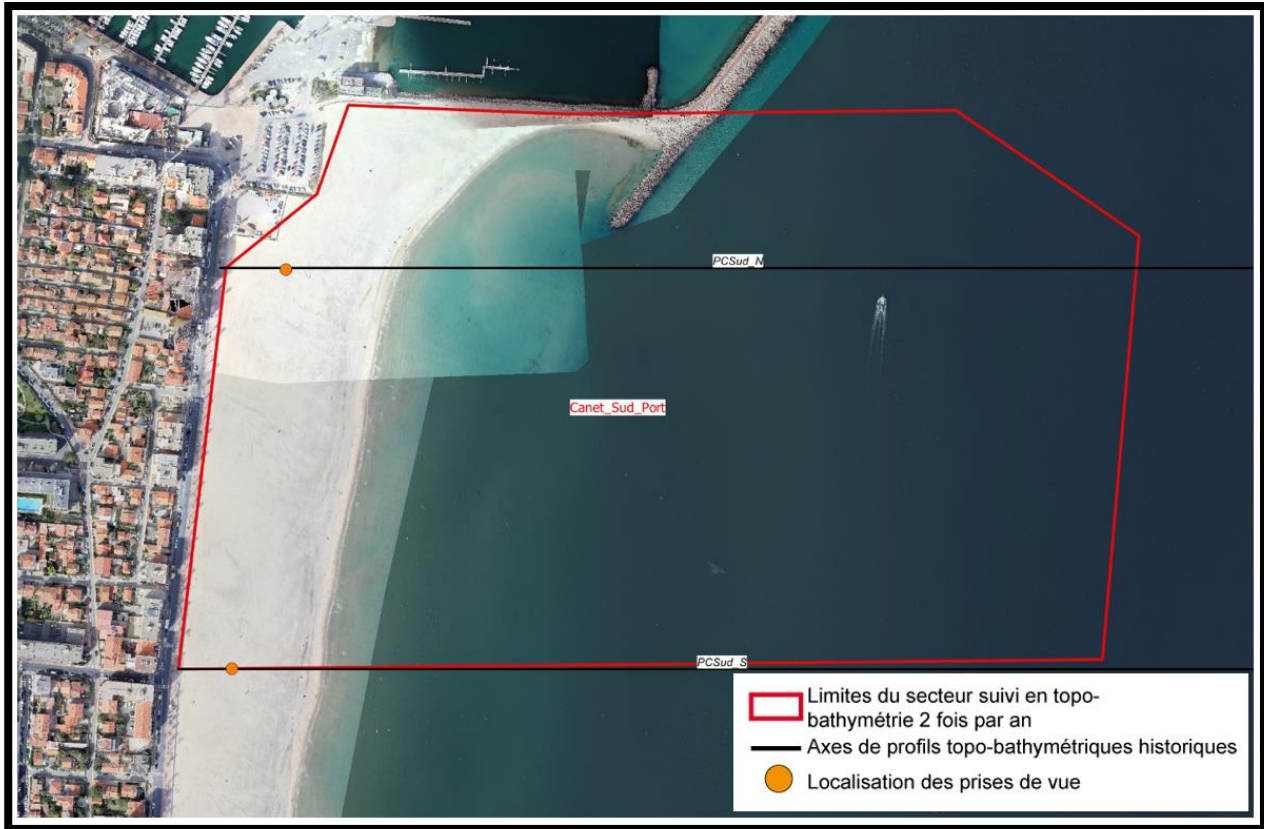
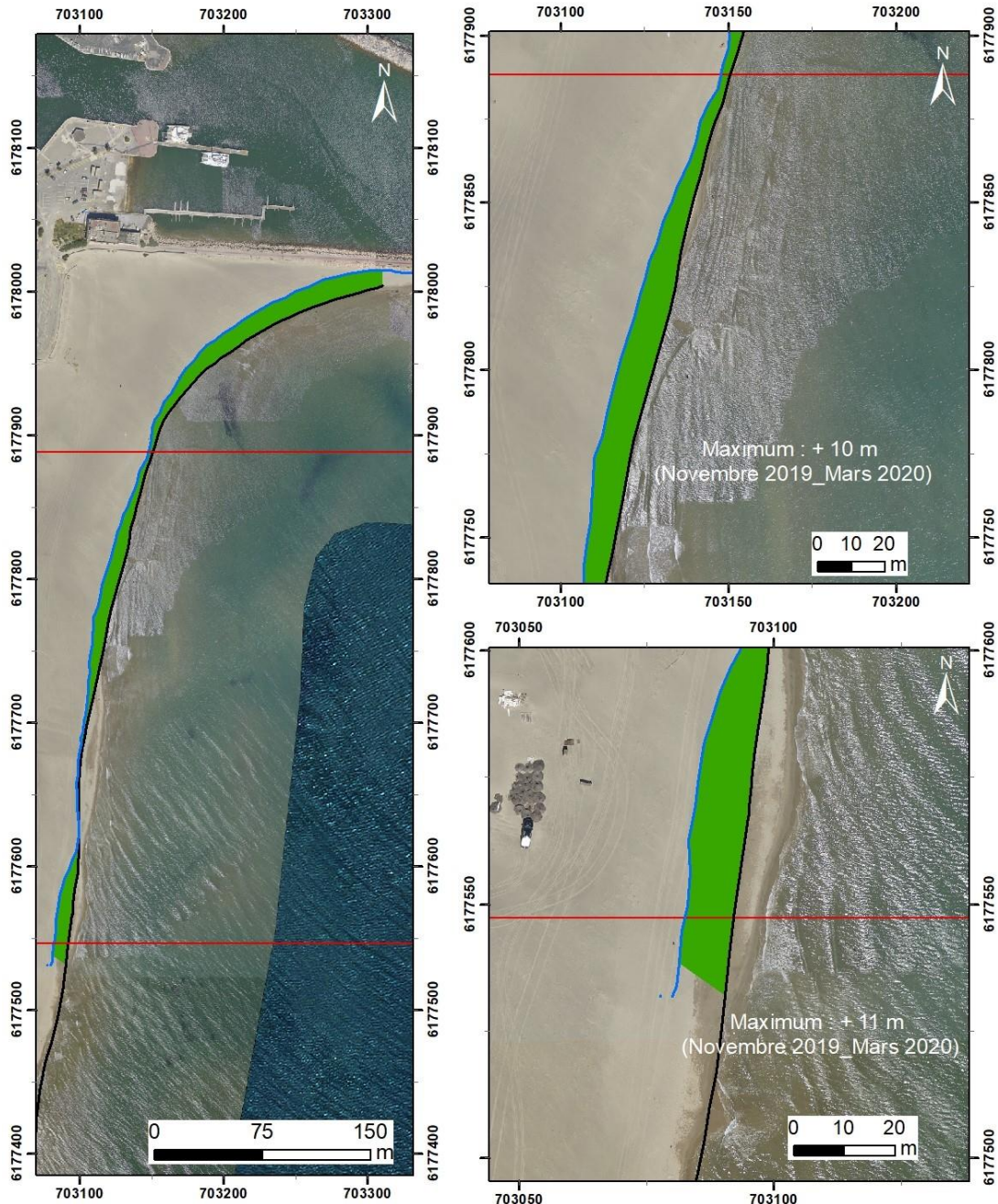


Illustration 135 - Secteur de Canet Sud, profils de référence et prises de vue.

La largeur de la plage décroît, du nord vers le sud, du fait de la présence de la jetée sud du port qui bloque la dérive littorale (140 m au nord et 120 m au sud, au niveau respectivement du profil de référence nord et sud en avril 2017), induisant une accumulation de sédiments à son abord immédiat. Le haut de plage est caractérisé par une pente douce et la berme est moins marquée que sur le site de Canet Nord.

Evolution saisonnière du trait de côte

A l'issue de l'hiver 2019-2020, le trait de côte présente une avancée modérée allant jusqu'à la dizaine de mètres sur la totalité du secteur, même au niveau de la digue portuaire où une tendance érosive était relevée ces derniers hivers.



Source:
campagnes OBSCAT
Novembre 2019 et Mars 2020
Image: Pléiades, IGN, 03-2015 et
orthophotographie ObsCat mai 2020
Système de coordonnées:
RGF93-Lambert-93
Auteur : BRGM

Trait de côte

- TDC Novembre 2019
- TDC Mars 2020
- Profils de référence
- Avancée
- Recul

Illustration 136 - Carte des traits de côte de novembre 2019 et de mars 2020 et évolution hivernale sur le secteur de Canet Sud.

Déplacements sédimentaires saisonniers

Sur ce secteur ainsi que sur celui de Canet Nord, il a été décelé un problème de qualité sur la donnée topographique issue du levé photogrammétrique de novembre 2009. Ce problème semble être lié, sur les images, à une surface d'aspect lisse extrêmement homogène de la plage et à une couleur très claire et peu contrastée. Dans ces conditions, la plage étant également très peu pentue, la restitution photogrammétrique ne s'effectue pas correctement malgré la présence de points de calage au sol. Aussi, pour les deux secteurs de Canet, sera également présenté un différentiel annuel, avril 2019-mars 2020.

Les déplacements sédimentaires pour la période hivernale (secteur émergé seulement) montrent une carence sédimentaire (notamment sur la partie sud de la plage) (Illustration 137). Cette carence est assez importante sur la partie émergée notamment avec $-12\,909\text{ m}^3$. Mais comme expliqué précédemment, ces résultats sont à prendre avec beaucoup de prudence et de recul.

Sur le différentiel topo-bathymétrique annuel (Illustration 138), on observe d'importants mouvements sédimentaires en mer, au niveau de la barre externe comme de la barre interne. A noter également une accumulation dans l'anse constituée entre l'éperon de la digue portuaire externe et la digue portuaire proprement dite. Au global, ces mouvements en mer se traduisent par une perte sédimentaire de $-16\,191\text{ m}^3$, dont $+8\,129\text{ m}^3$ sur la plage émergée et $-24\,320\text{ m}^3$ sur plage immergée.

L'été 2020 est caractérisé par un gain modéré volume de sédiment sur la partie immergée, $+45\,409\text{ m}^3$. La partie émergée enregistre parallèlement un léger gain de $+2\,186\text{ m}^3$.

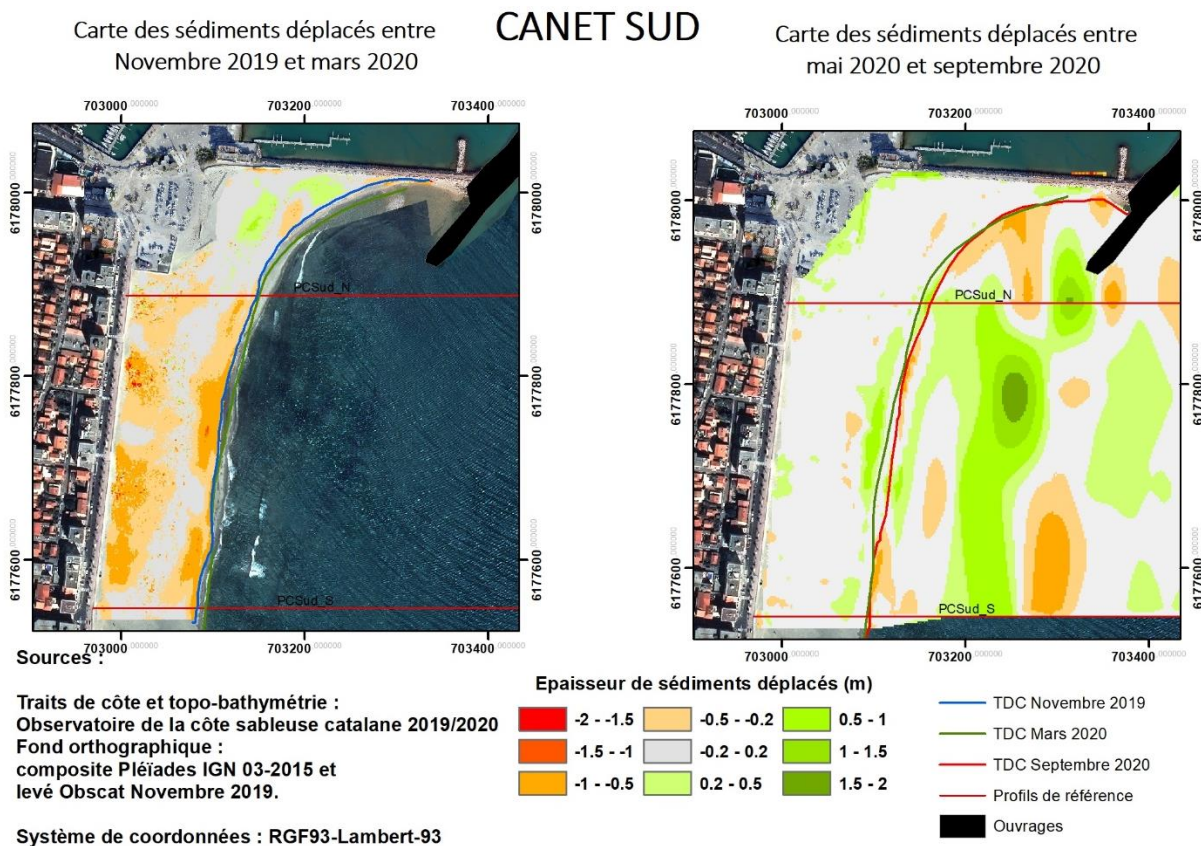


Illustration 137 - Cartes des déplacements sédimentaires du secteur de Canet Sud, hiver 2019-2020 à gauche (novembre-mars) et été 2020 à droite (mai-septembre).

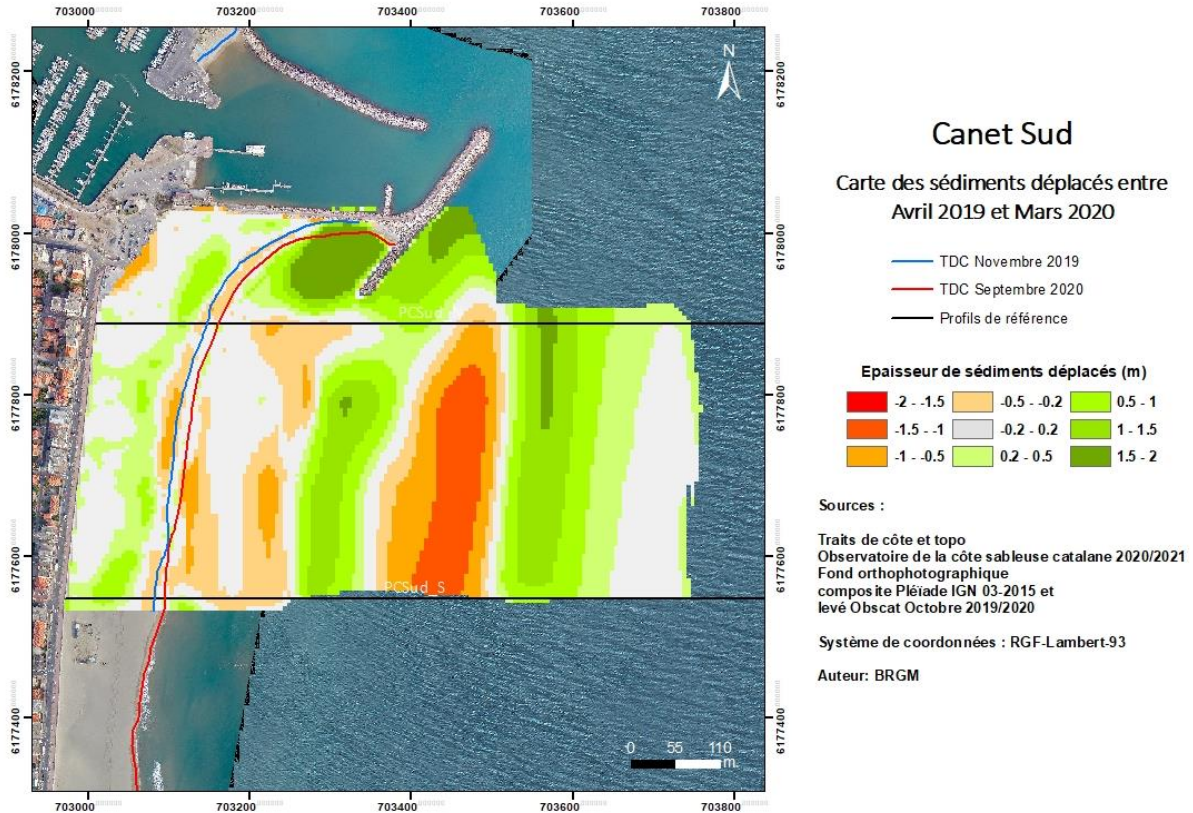


Illustration 138 - Carte annuelle des sédiments déplacés entre avril 2019 et mars 2020 pour le secteur de Port Canet Sud.

Canet Sud – Été 2019 – Avril à novembre 2019			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone émergée	+21 038	69 515	+30,3
Canet Sud - Hiver - Novembre 2019 à mars 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone émergée	-12 909	73 437	-17,6
Canet Sud – Annuel - Avril 2019 à mars 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone complète	-16 191		
Zone immergée	-24 320	249 488	-9,7
Zone émergée	+8 129	73 437	+11
Canet Sud – Été 2020 - Mai à septembre 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone complète	+47 594		
Zone immergée	+45 409	243 544	+18,6
Zone émergée	+2 186	70 856	+3,1

Illustration 139 - Tableau récapitulatif des volumes de sédiments déplacés pour la période d'octobre 2014 à septembre 2020.

Bilan interannuel : bilan sédimentaire et trait de côte

Depuis le début des suivis de l'ObsCat sur Canet Sud (septembre 2014), le secteur (zone complète) présente une accrétion constante jusqu'en mars 2017. L'année de suivi 5 (2017-2018) a mis cependant en évidence une réduction importante du bilan sédimentaire de -77 385 m³. La zone émergée suivait également la même tendance à l'accrétion mais de manière plus irrégulière et une chute du bilan sédimentaire sur l'année 5 était également observée.

Depuis avril 2019, les comparatifs réalisés montrent une augmentation modérée du bilan sédimentaire global, concernant principalement la partie marine. La plage émergée étant relativement stable en mettant de côté les résultats des comparatifs avec le levé de novembre 2019 compte tenu du problème sur la restitution photogrammétrique.

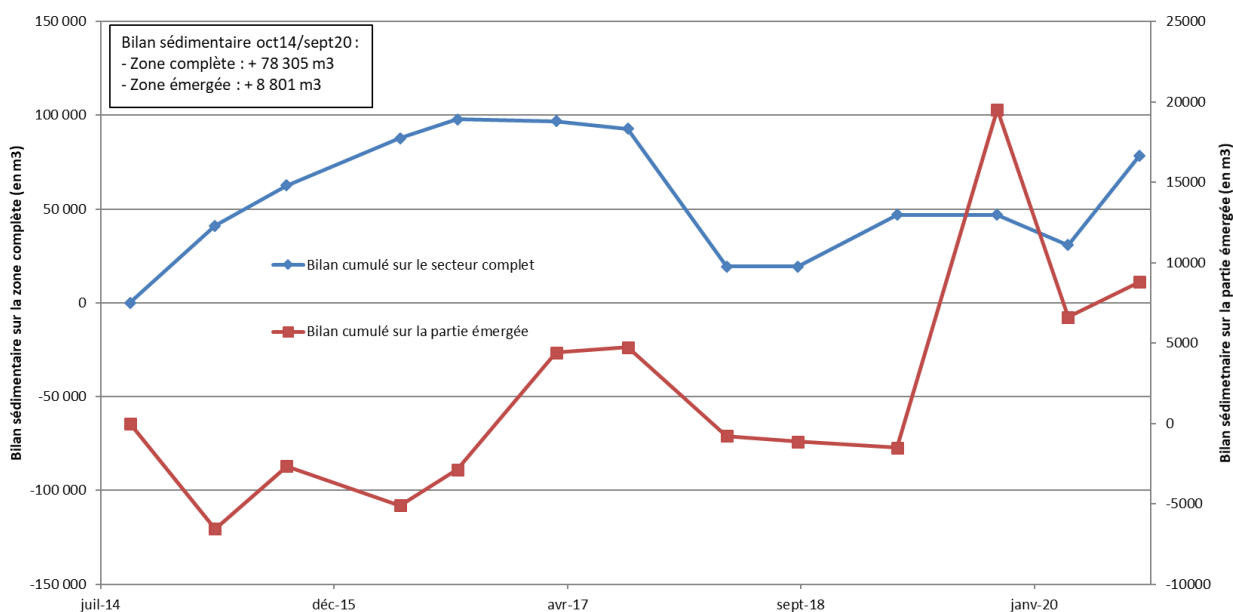


Illustration 140 - Bilans sédimentaires cumulés zone complète et zone émergée entre octobre 2014 et septembre 2020 pour le secteur de Canet Sud port.

Les traits de côte issus des derniers relevés ObsCat (novembre 2019, mars et septembre 2020) ne montre pas d'évolution marquante comparativement aux positions des années précédentes du suivi (Illustration 141). Au nord, ils situent entre les deux positions extrêmes d'octobre 2018 (la plus reculée) et septembre 2016 (la plus avancée). Au sud, la position de septembre 2020 est la plus avancée de quelques mètres par rapport à la position de mars 2020 et d'avril 2019.

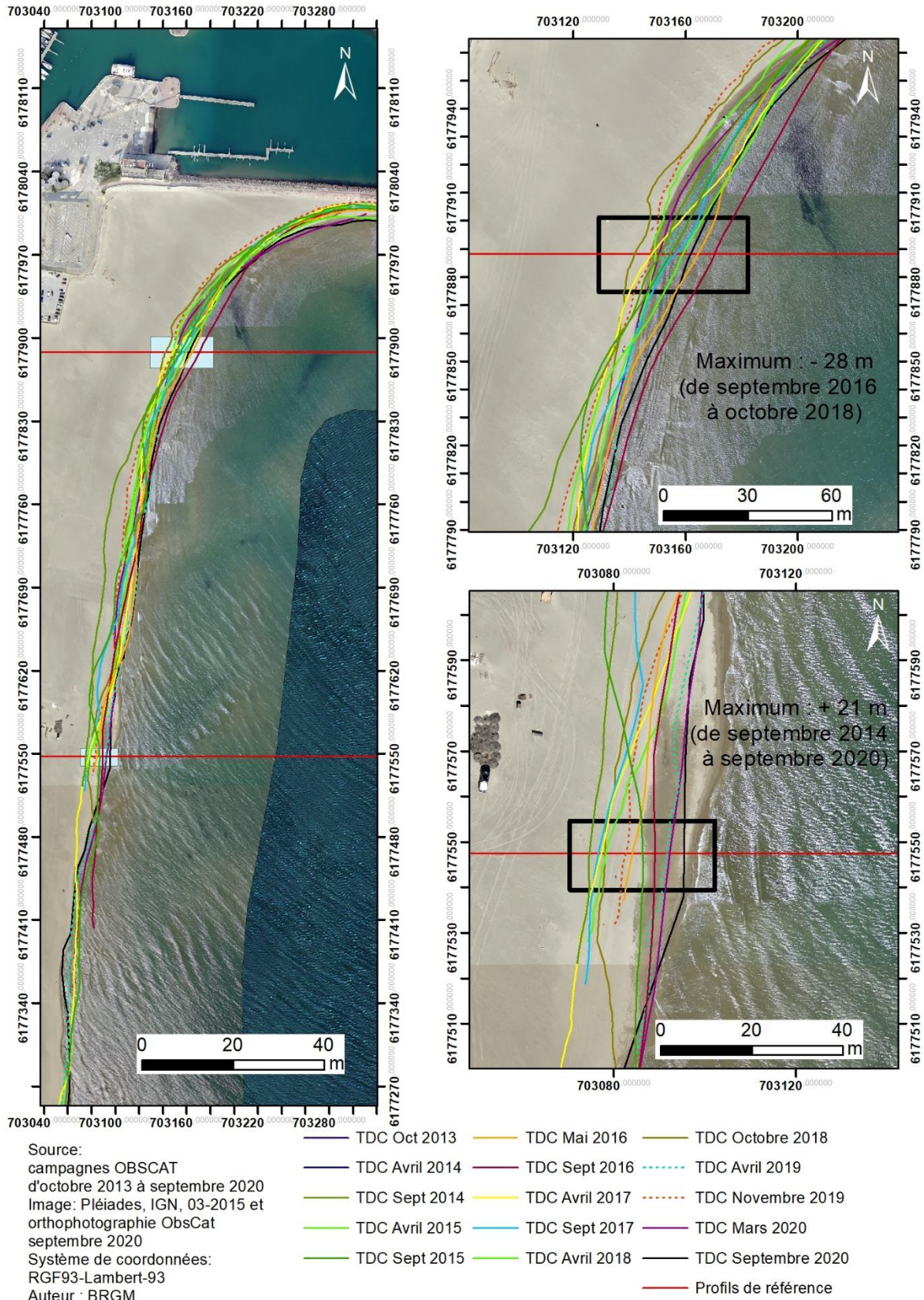


Illustration 141 - Carte des traits de côte entre octobre 2013 et septembre 2020 pour le secteur de Canet Sud du port.

4.8. CELLULE 7 - DU PORT DE CANET-EN-ROUSSILLON AU BOURDIGOU

Cette cellule comprend le secteur situé au nord du Port de Canet-en-Roussillon (plage du Sardinal), l'embouchure de la Têt avec la plage de la Crouste et le littoral de la commune de Sainte-Marie-la-Mer dans sa totalité. (Illustration 142).

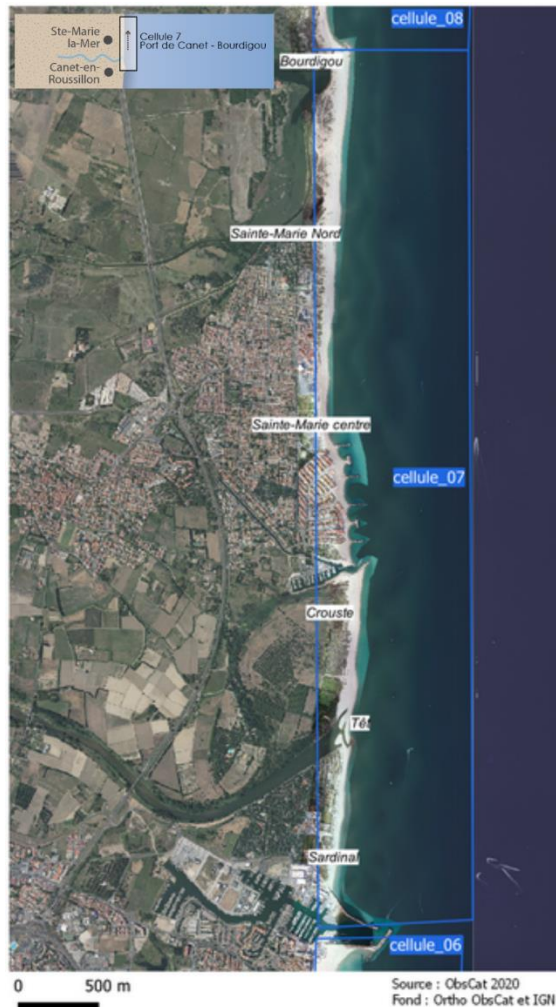


Illustration 142 - Localisation de la cellule hydro-sédimentaire 7.

Le littoral de cette cellule est caractérisé par des sables grossiers (diamètre moyen supérieur à 0,8 mm) et des plages de faible largeur qui s'élargissent à l'approche de l'embouchure du Bourdigou (AERMC et Université de Perpignan, 2000). L'avant-côte de la cellule 7 présente deux à trois barres et des pentes faibles.

La cellule sédimentaire présente plusieurs niveaux d'anthropisation. Le nord du port de Canet est faiblement artificialisé, des reprofilages, des rechargements en sable (27 800 m³ en 2018, PMM) et des opérations de restauration dunaire y ont été réalisés et sont en développement. L'embouchure proprement dite de la Têt n'est pas endiguée (les berges en amont le sont) contrairement à celles du Bourdigou et de l'Agly. De même, le secteur de La Crouste se présente comme une zone relativement préservée. La zone située au nord du port de Sainte-Marie-La-Mer, concentre la majorité des ouvrages de défense de la cellule. Au nord, sur la commune de Torreilles s'étend une zone moins urbanisée et peu artificialisée jusqu'à la zone humide de l'Aguille de l'Auque et ensuite l'embouchure du Bourdigou.

Les jetées portuaires de Canet-en-Roussillon, et de Sainte-Marie perturbent le transit sédimentaire du sud vers le nord, en le bloquant au sud des jetées. Ainsi, le nord du port de Canet, la plage du Sardinal, présente un déficit chronique en sable, de la même manière que Sainte-Marie plage. A l'inverse, les zones situées au sud de ces ouvrages sont des zones d'accumulation sédimentaire. Les avant-ports et le sud du port de Sainte-Marie (la Crouste, à Canet) constituent des secteurs potentiels de prélèvements en sable pour les opérations de rechargements.

Nord du port de Canet-en-Roussillon ou Canet Nord

La jetée portuaire de Canet-en-Roussillon (Illustration 143) diminue les apports issus du transit sédimentaire longitudinal qui s'opère naturellement du sud vers le nord.

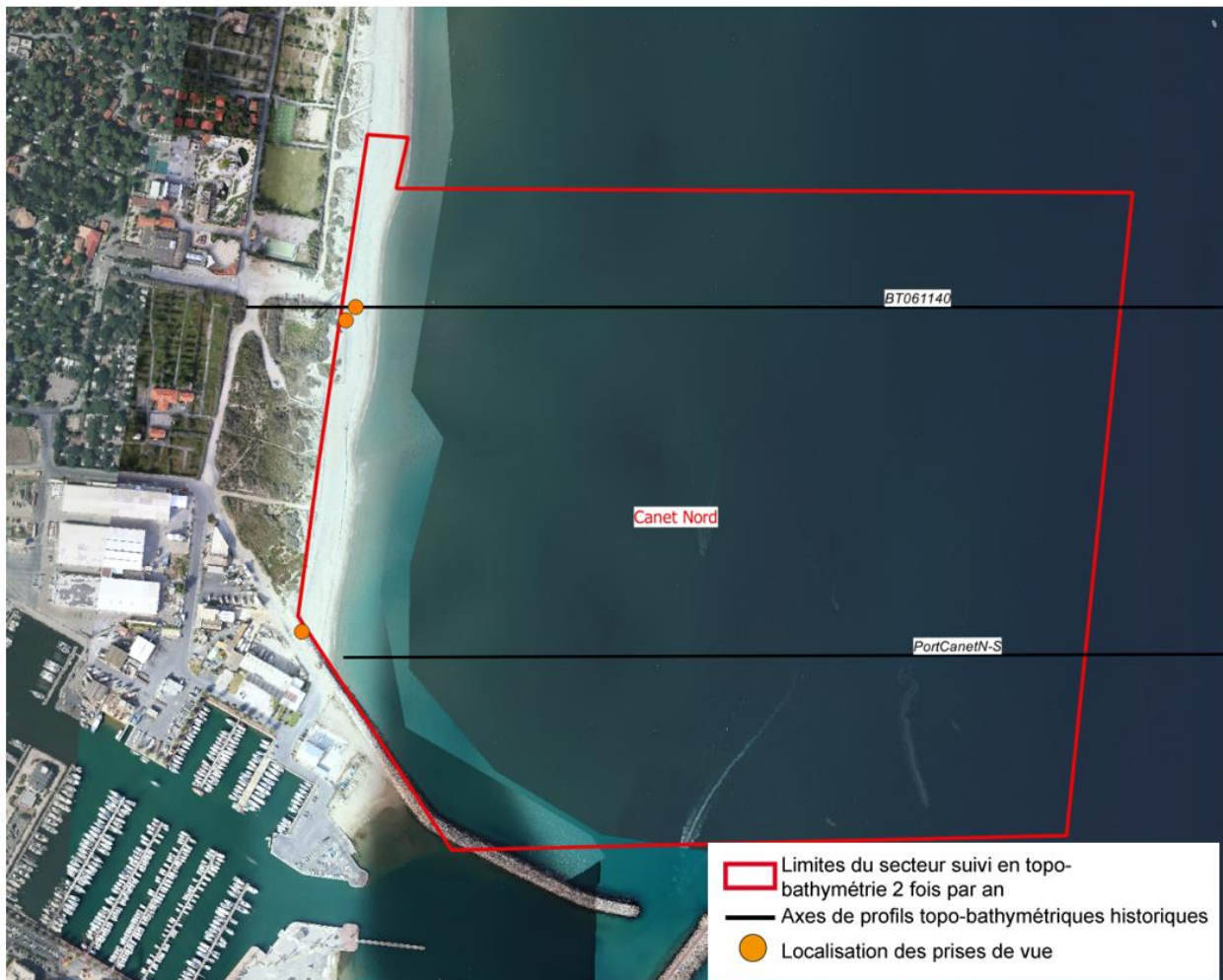


Illustration 143 - Secteur Nord du Port de Canet, profils de référence et prises de vue.

Ce secteur situé en aval-dérive du port est considéré comme étant en érosion (De la Torre *et al.*, 2014). Des reprofilages de plage ont lieu régulièrement sur ce site afin de compenser cette perte occasionnée par la présence de la jetée et de maintenir l'activité du restaurant de plage sur la partie sud.

L'avant-côte du secteur est caractérisée par une barre externe située entre 500 et 550 m de la côte à environ -7 m NGF. Le système de barres internes est plus complexe. On retrouve ainsi 1 à 3 barres internes selon les portions de littoral.

La plage est étroite et relativement pentue selon les périodes et les zones, des falaises d'érosion sont souvent constatées au sortir des périodes hivernales. Les reprofilages réalisés régulièrement peinent à maintenir une largeur de plage suffisante dans la partie sud du secteur nécessaire à l'installation du restaurant le Swim Club. Il en est de même un peu plus au nord au niveau du phare où le pied de dune est régulièrement érodé au cours de l'hiver. Ces constatations sont les signes d'un déficit chronique en sable de la plage émergée en lien avec la perturbation sédimentaire créée par les digues du port de Canet.

Afin d'atténuer les effets des pertes en sédiments de la plage émergée ces dernières années, un rechargement en sable a été réalisé en mai-juin 2018, concentré sur cette partie sud de la plage entre le phare et la jetée nord du port.

Le suivi photographique réalisé entre 2018 et 2020 dans cette partie sud de la plage permet d'apprécier l'évolution de la morphologie suite à ce rechargement (Illustration 144). La dune artificiellement reconstituée a subi de fortes dégradations lors des coups de mer et de la tempête Gloria en Janvier 2020.

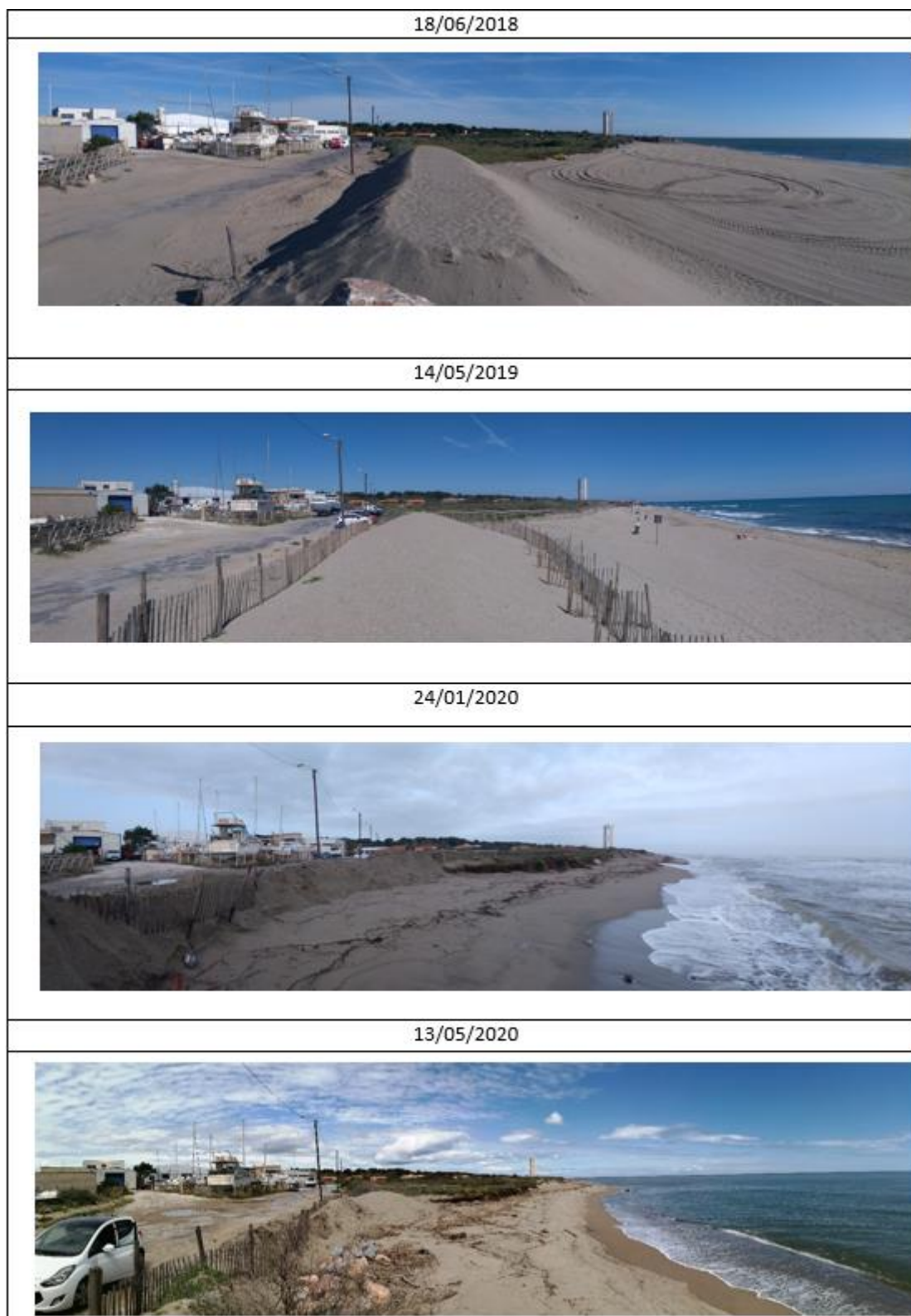


Illustration 144 – Suivi photographique de Canet Nord digue portuaire. Prises de vue vers le Nord-Ouest entre 2018 et 2020.

Evolution saisonnière du trait de côte

La carte de l'évolution saisonnière du trait de côte (Illustration 144), présente les évolutions hivernales, novembre 2019/mars 2020. Pendant cet hiver, le trait de côte du secteur a globalement progressé vers la mer (entre +5 et +8 m). Un recul de -10 m est cependant enregistré au sud dans l'angle formé avec la digue portuaire du port de Canet.

Le fond de carte correspond à l'ortho-photographie acquise en mai 2020 (Leg2). Cela permet ainsi d'apprécier, la mobilité du trait de côte entre mars et mai 2020. On peut ainsi constater que des zones on assez fortement évolué en 2 mois, notamment la partie nord qui était en accrétion pendant l'hiver, et qui a subi un recul marqué durant cette courte période (-15 m environ). Trois coups de mer sont effectivement intervenus pendant ce laps de temps : 16 mars, 25-26 mars et 21-22 avril, avec une hauteur significative de la houle comprise entre 2,4 et 2,7 m.

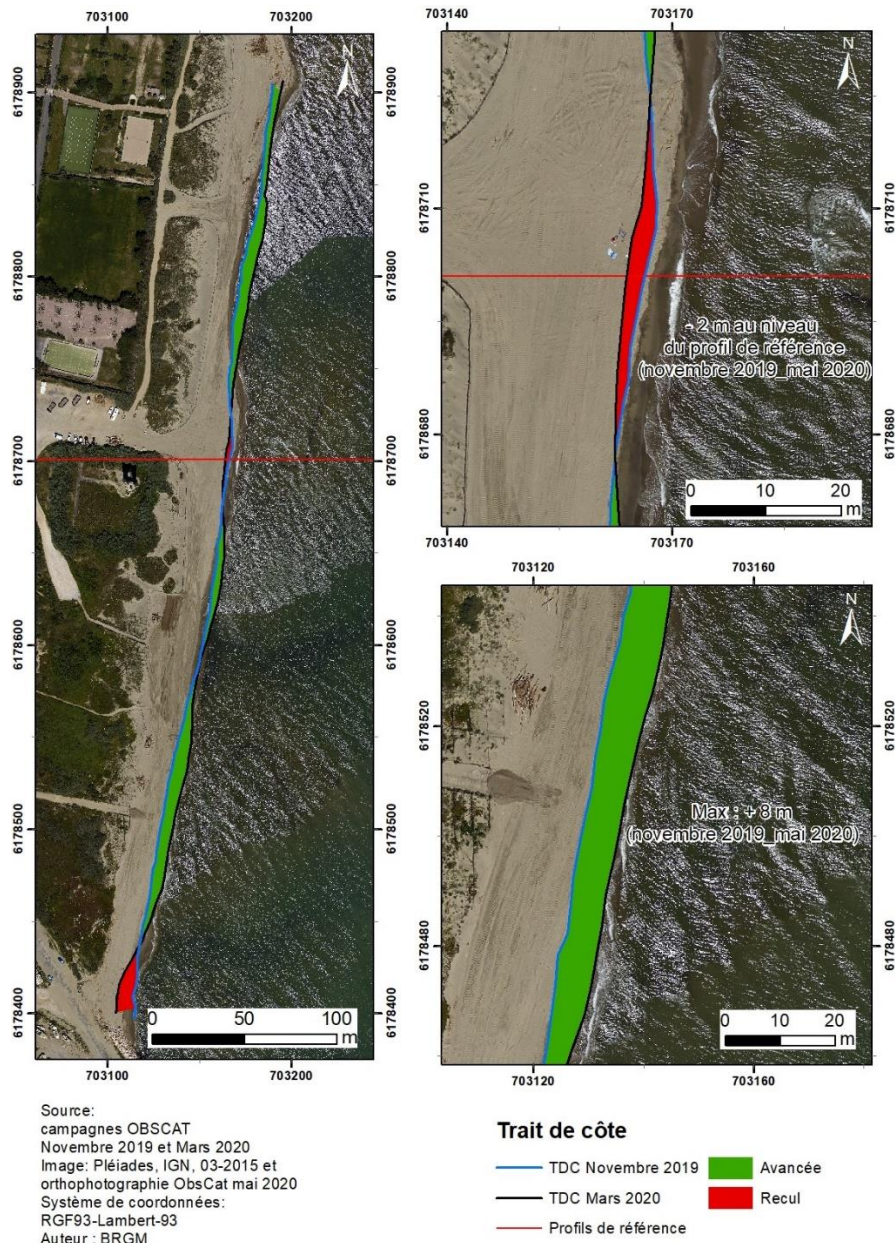


Illustration 145 - Carte des traits de côte de novembre 2019 et de mars 2020 et évolution hivernale sur le secteur de Canet Nord

Déplacements sédimentaires saisonniers

Tout comme le secteur de Canet Sud, le différentiel annuel (Illustration 90) a été utilisé pour compléter l'analyse de ce secteur compte tenu d'un manque de fiabilité des données de novembre 2019 sur ces deux secteurs.

Le comparatif des topographies de novembre 2019 et de mars 2020 apparaît érosif (Illustration 146 à gauche), avec 2 zones principalement, au niveau de l'emplacement du restaurant de plage et dans l'angle au sud avec la digue portuaire. Cette érosion est estimée à environ $-2\,727\text{ m}^3$ ce qui est peu significatif compte tenu de la surface étudiée. Mais rappelons que ce résultat est soumis à des réserves quant à la qualité du levé de novembre 2019.

Le bilan sur un an (Illustration 148), avant l'été 2020, malgré les nombreux coups de mer et tempêtes, montre un bilan global positif de $+36\,143\text{ m}^3$, dont $-2\,694\text{ m}^3$ pour la plage émergée et $+38\,837\text{ m}^3$ pour la plage immergée. Malgré une plage immergée en gain sédimentaire, les volumes perdus sur la plage émergée, même limités, suffisent à déstabiliser l'équilibre à terre du secteur, et les apports par la mer ne suffisent pas à compenser les impacts sur la plage.

Le différentiel topo-bathymétrique de la période estivale 2020 (Illustration 146 à droite) montre une érosion importante du bas de plage et des petits fonds le long du trait de côte. Ceci se traduit par un bilan négatif sur la plage émergée de $-7\,725\text{ m}^3$, mais avec un bilan global toujours en gain sédimentaire, la plage immergée tant en progression de $+50\,022\text{ m}^3$.

Ces phénomènes d'érosion de la plage émergée pendant l'été 2020 sont liés aux coups de mer estivaux des 16 mars, 25-26 mars, 21-22 avril, 10 mai, 12 juin et 20 août. Pendant ces coups de mer, la hauteur de houle (Hs) a pu dépasser les 2,5 m avec une hauteur maximum de 5,1 m (bouée de Leucate). Il s'agit de coups de mer importants et surtout leur répétition a dû jouer un rôle significatif sur l'érosion de la plage (peu de temps de récupération entre les événements).

Le dernier rechargement du secteur date de 2018. Ces effets positifs ont été mis à mal par une saison hivernale 2019/2020 très énergique (dont l'épisode Gloria) et un été très agité.

Sur le terrain, cette érosion se traduit, au droit du camping, par un fort abaissement du profil de la plage et une érosion du front dunaire (Illustration 147).

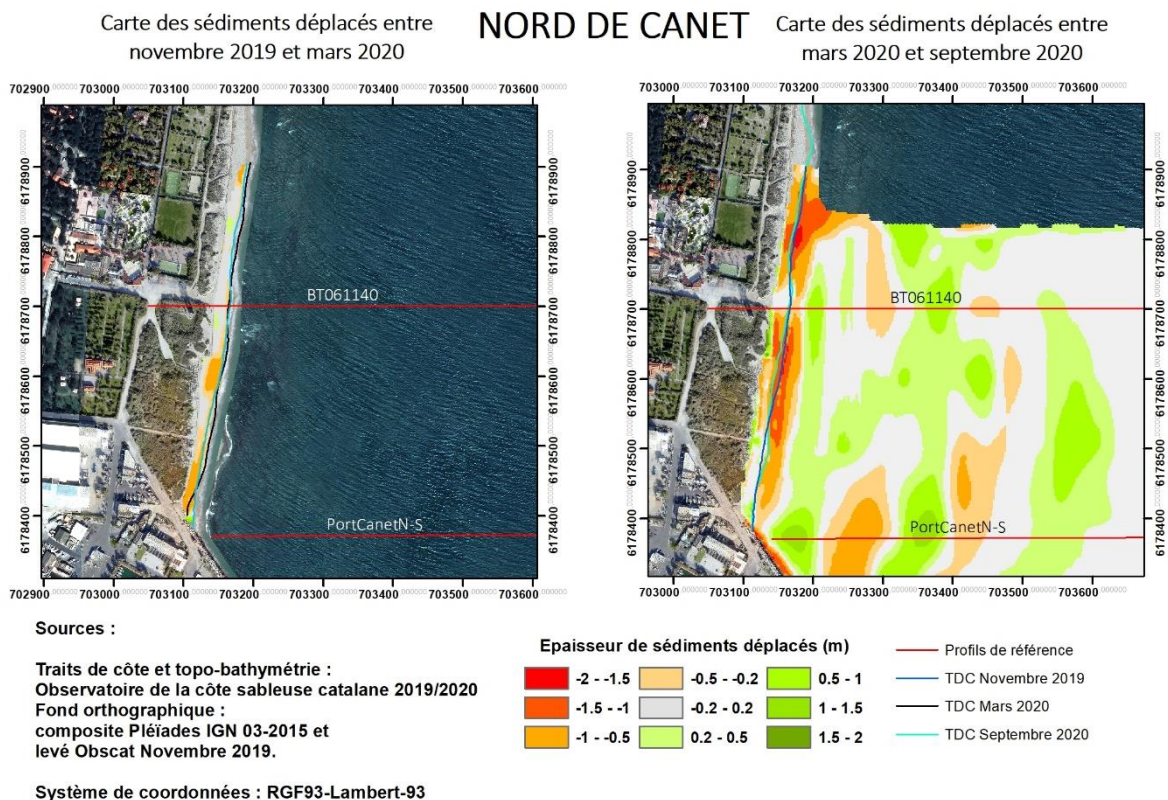


Illustration 146 - Cartes saisonnières des déplacements sédimentaires du secteur de Canet Nord, hiver 2019-2020 à gauche (novembre - mars) et été 2020 à droite (mars – septembre).



Illustration 147 - Photographie prise le 18 septembre 2020, site de Canet Nord

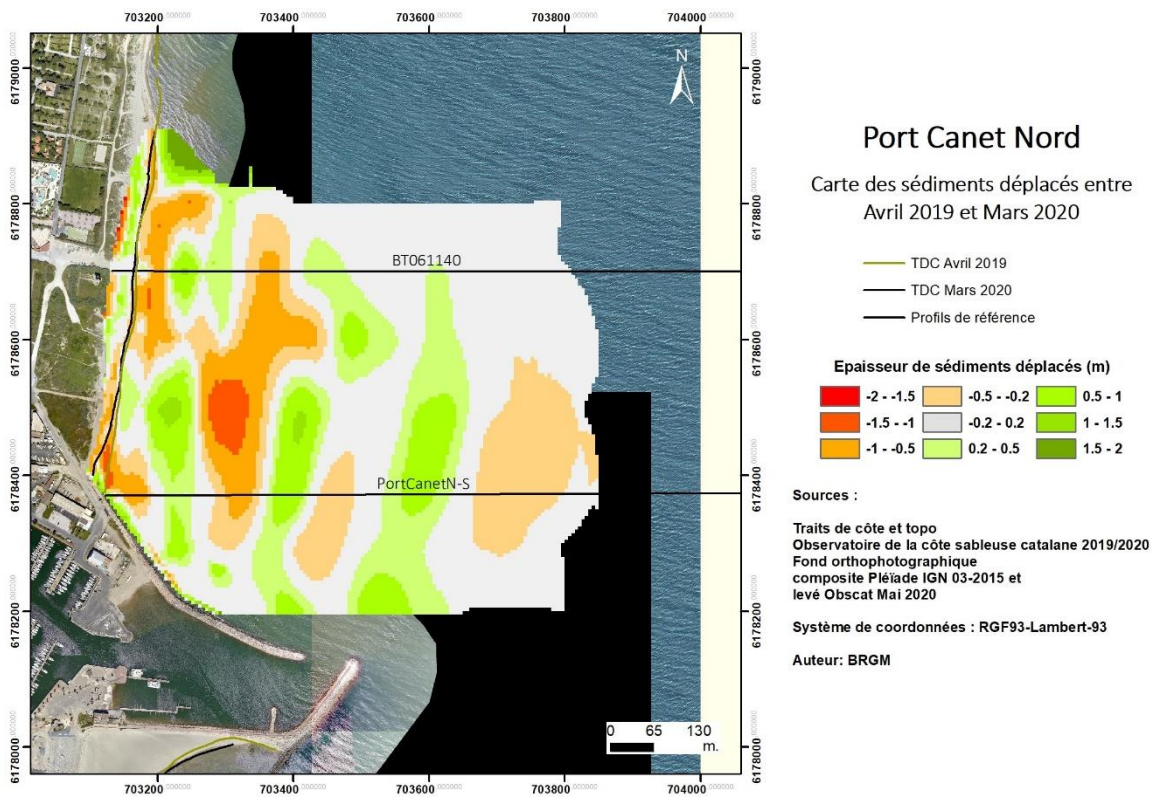


Illustration 148 – Carte des sédiments déplacés entre avril 2019 et mars 2020 pour le secteur de Canet Nord.

Canet Nord – Eté 2019 – Avril à novembre 2019			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone émergée	+33	27 355	0
Canet Nord - Hiver - Novembre 2019 à mars 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone émergée	-2 727	22 931	-12
Canet Nord – Annuel - Avril 2019 à mars 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone complète	+36 143		
Zone immergée	+38 837	406 979	+9,5
Zone émergée	-2 694	22 931	-12
Canet Nord – Eté 2020 - Mai à septembre 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone complète	+42 297		
Zone immergée	+50 022	387 698	+13
Zone émergée	-7 725	21 280	-36

Illustration 149 - Tableau récapitulatif des volumes de sédiments déplacés pour la période de l'été 2019 à septembre 2020.

Impacts de la tempête Gloria, 20 -22 janvier 2010

Les impacts principaux sont érosifs et se sont concentrés sur l'extrême sud et au nord au niveau du blockhaus (Illustration 150). On y relève une falaise d'érosion dunaire (recul du front dunaire de 5 m au sud) et un abaissement de la topographie du profil de plage de plus de 1 mètre.

On notera également l'effacement complet des flèches d'embouchure de la Têt suite à l'événement de crue concomitant à la tempête.

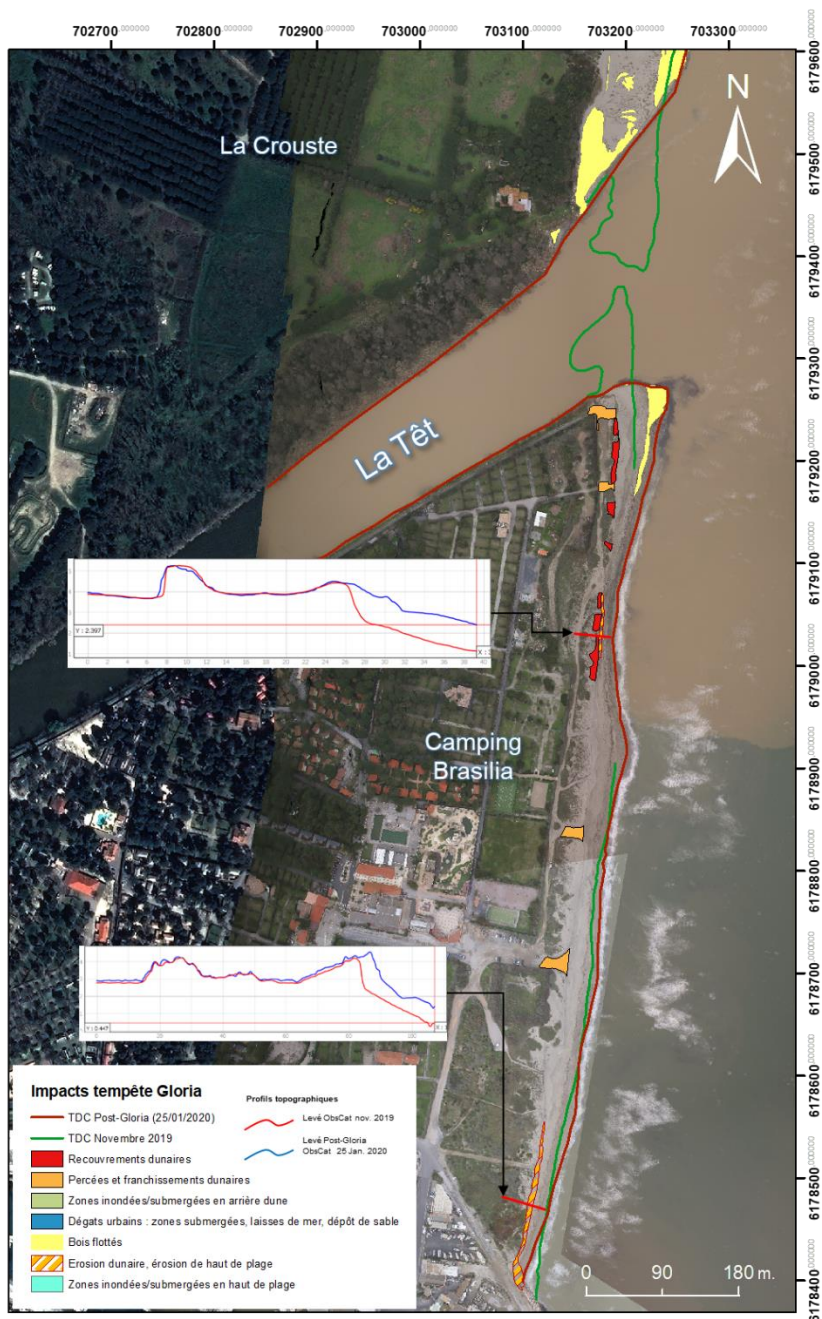


Illustration 150 - Impacts à la côte de la tempête Gloria : photointerprétation et comparaison des orthophotographies et topographies des levés photogrammétriques ObsCat post-tempête du 25/01/2020 et de la campagne de novembre 2019.

Bilan interannuel : bilan sédimentaire et trait de côte

L'évolution sédimentaire sur la zone complète depuis le début des relevés de l'ObsCat sur le secteur était globalement en forte accrétion jusqu'à l'automne 2015 (+149 717 m³) puis stable jusqu'à l'automne 2016 (Illustration 151). Mais, à partir d'avril 2017, le secteur enregistre une baisse de son bilan sédimentaire malgré une période estivale 2017 en forte hausse. En fin de période hivernale 2017/2018 le bilan cumulé au printemps 2018 est de +93 614 m³, soit une baisse de 56 103 m³ depuis septembre 2016. Au printemps 2019, ce bilan repart à la hausse consécutivement au transfert et à l'étalement sur la proche avant-côte d'une partie des volumes de sable rechargés en mai/juin 2018 sur la plage émergée

Depuis avril 2019, le secteur enregistre une baisse assez nette de son bilan sédimentaire sur la plage émergée (Illustration 151). Sur l'ensemble de la période d'observation de l'ObsCat, soit depuis octobre 2013, la plage émergée a perdu -3 783 m³ de sable. Ce volume paraît faible, mais à l'échelle de cette plage étroite et basse, des variations de cet ordre peuvent générer des déséquilibres difficiles à compenser, compte tenu du peu d'échanges avec la plage immergée pourtant en gain assez important. Au global, le secteur a en effet un bilan nettement supérieur à celui d'octobre 2013. Ce qui tend à montrer que les phénomènes d'érosion à l'œuvre sur ce site concernent essentiellement la plage et les petits fonds.

Le rechargement réalisé en mai/juin 2018 a permis une hausse importante du bilan. Même si une partie du volume rechargé a été perdu au cours de l'hiver 2018-2019. Aujourd'hui, après l'hiver 2020 riche en tempête et un été très énergique, les bénéfices de ce rechargement ne sont plus visibles. La plage restant toujours très étroite dans la moitié sud du secteur, et étant située dans une zone de perturbation du transit sédimentaire, elle reste intrinsèquement très vulnérable.

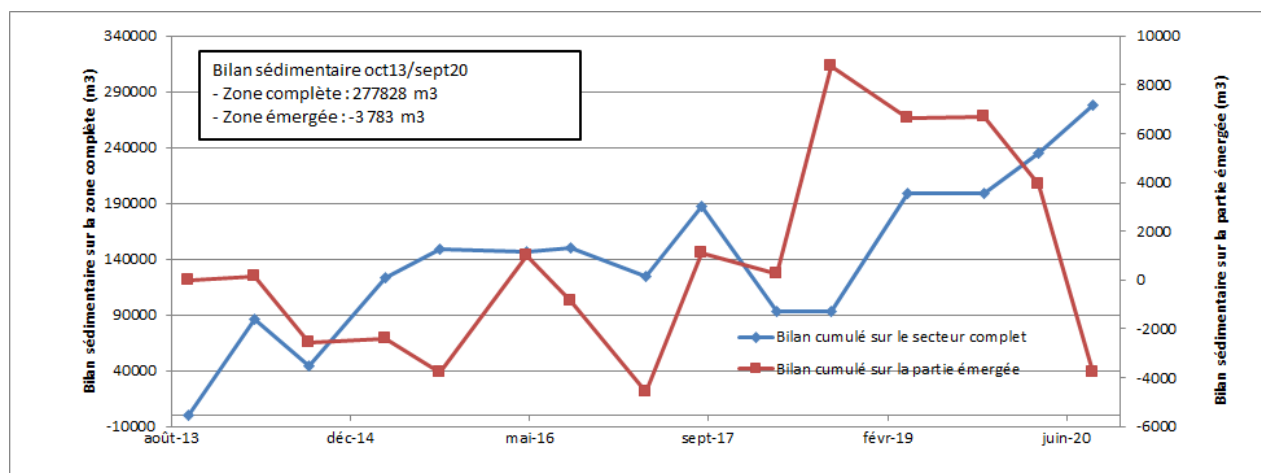
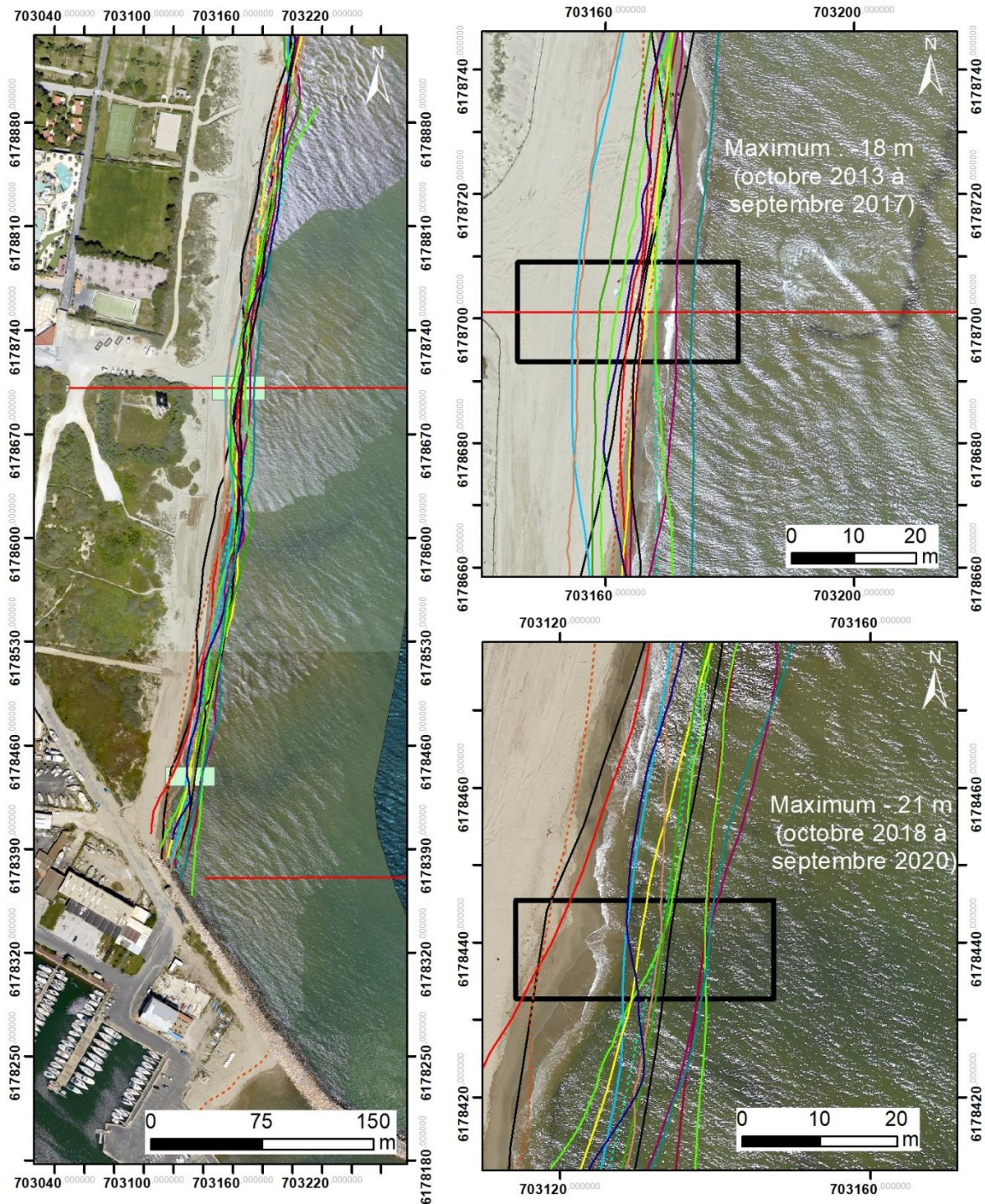


Illustration 151 - Bilans sédimentaires cumulés zone complète et zone émergée entre octobre 2013 et septembre 2020 pour le secteur de Canet Nord Sardinal.

Les traits de côte issus des derniers relevés ObsCat (novembre 2019, mars et septembre 2020, Illustration 152) sont les plus reculés depuis le début du suivi (octobre 2013), quasiment sur l'ensemble du linéaire du secteur, et principalement dans la moitié sud (au droit de l'emplacement du restaurant de plage) et au nord devant le camping Brasilia. Au centre au niveau du profil de référence, c'est la position de septembre 2017 qui reste la plus reculée.



Source:
campagnes OBSCAT
d'oct. 2013 à Sept. 2020
Image: Pléiades, IGN, 03-2015 et
orthophotographie ObsCat
Mai 2020
Système de coordonnées:
RGF93-Lambert-93
Auteur : BRGM

- | | | |
|----------------------|------------------|-------------------------|
| — TDC Octobre 2013 | — TDC Mai 2016 | — TDC Octobre 2018 |
| — TDC Avril 2014 | — TDC Sept 2016 | - - - TDC Avril 2019 |
| — TDC Septembre 2014 | — TDC Avril 2017 | - - - TDC Novembre 2019 |
| — TDC Avril 2015 | — TDC Sept 2017 | — TDC Mars 2020 (Leg 1) |
| — TDC Sept 2015 | — TDC Avril 2018 | — TDC Septembre 2020 |
| | | — Profils de référence |

Illustration 152 - Carte des traits de côte entre octobre 2013 et septembre 2020 pour le secteur de Canet Nord Sardinial.

Embouchure de la Têt

L'embouchure de la Têt (Illustration 153) est caractérisée par une forte variabilité morphologique spatiale et temporelle, contrôlée à la fois par des dynamiques alluviales et marines. Cette embouchure, contrairement à l'Agly et au Bourdigou, n'est ni canalisée ni endiguée, ce qui entraîne d'importants déplacements annuels et saisonniers. Entre septembre 2017 et avril 2018, l'embouchure s'est déplacée de 60 m vers le sud, et entre septembre 2014 et avril 2015, d'environ 200 m vers le sud à nouveau.

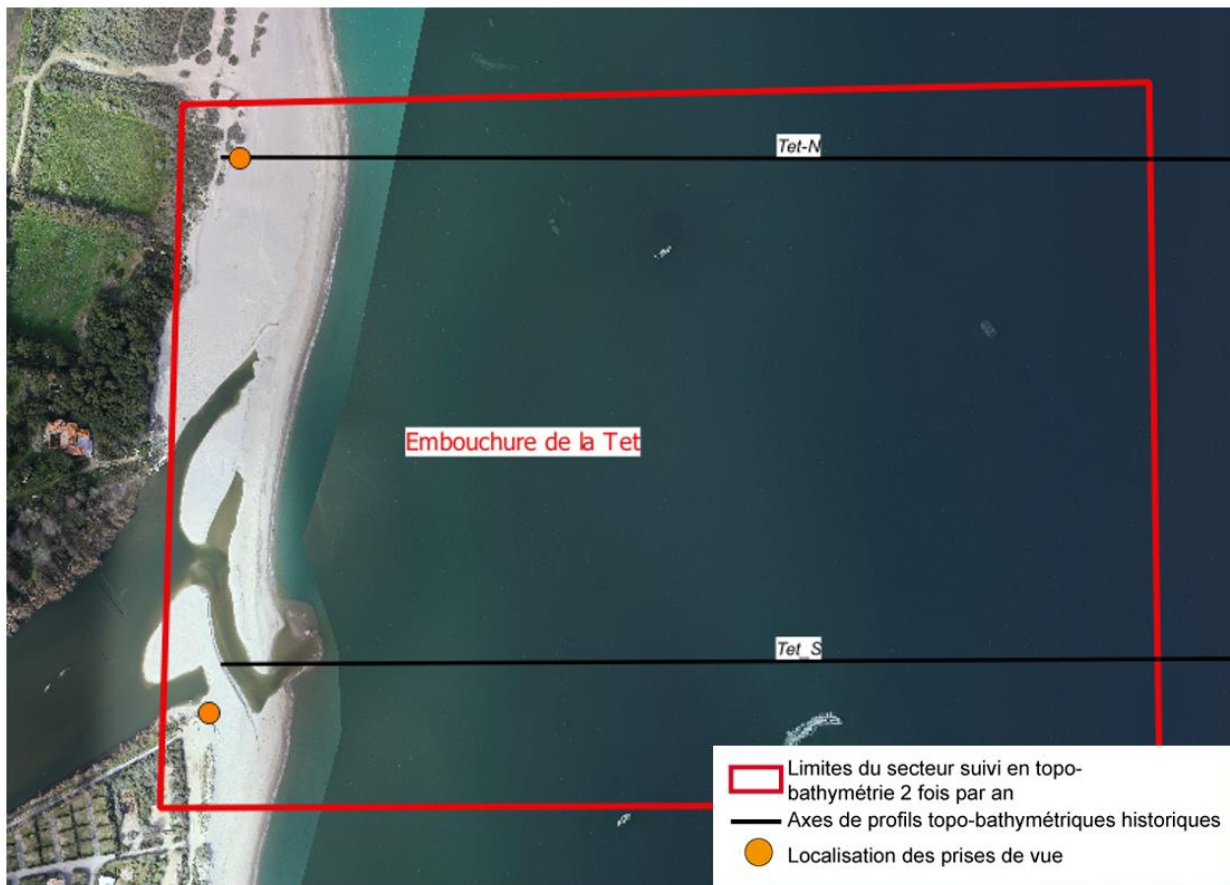


Illustration 153 - Secteur de l'embouchure de la Têt, profils de référence et prises de vues.

D'un point de vue morphologique, cette embouchure se distingue par une rive nord large et homogène et assez stable, et une rive sud à morphologie beaucoup plus variable.

Evolution saisonnière du trait de côte

Durant l’hiver 2020, des modifications importantes se sont déroulées au niveau de la morphologie de l’embouchure (Illustration 156). En novembre 2019, les flèches sableuses, issues des rives, se situaient dans le prolongement du trait de côte, laissant une ouverture étroite dans l’axe du fleuve. Au mois de mars 2020, on distingue une ouverture élargie, ainsi que deux grandes flèches sableuses (une au nord et une au sud) en arc de cercle. Cette morphologie est le résultat de la crue associée à l’épisode de tempête Gloria de janvier 2020. La crue de la Têt (Illustration 154) a permis un apport sédimentaire conséquent à la côte, réparti dans un premier temps sur les fonds marins proche de l’embouchure. Puis les houles ont progressivement ramené du sable à la côte et engendré ces nouvelles flèches. Les conditions qui ont prévalu après la tempête sur le secteur, entraînant très probablement une dérive littorale alternée vers le sud et vers le nord, les deux flèches se rabattant vers l’embouchure.

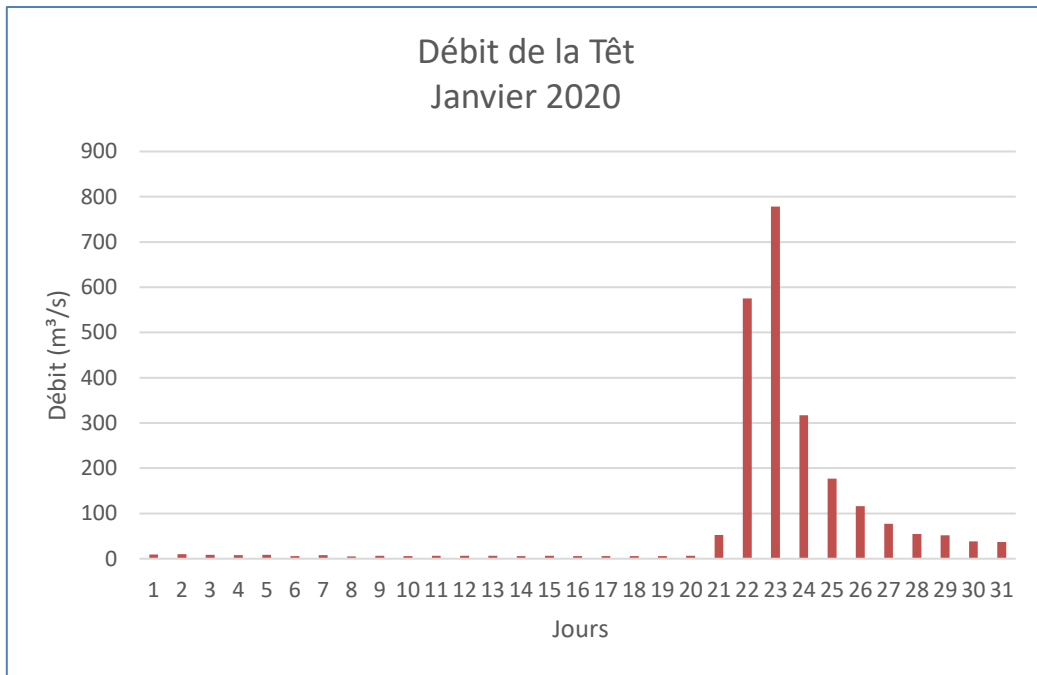
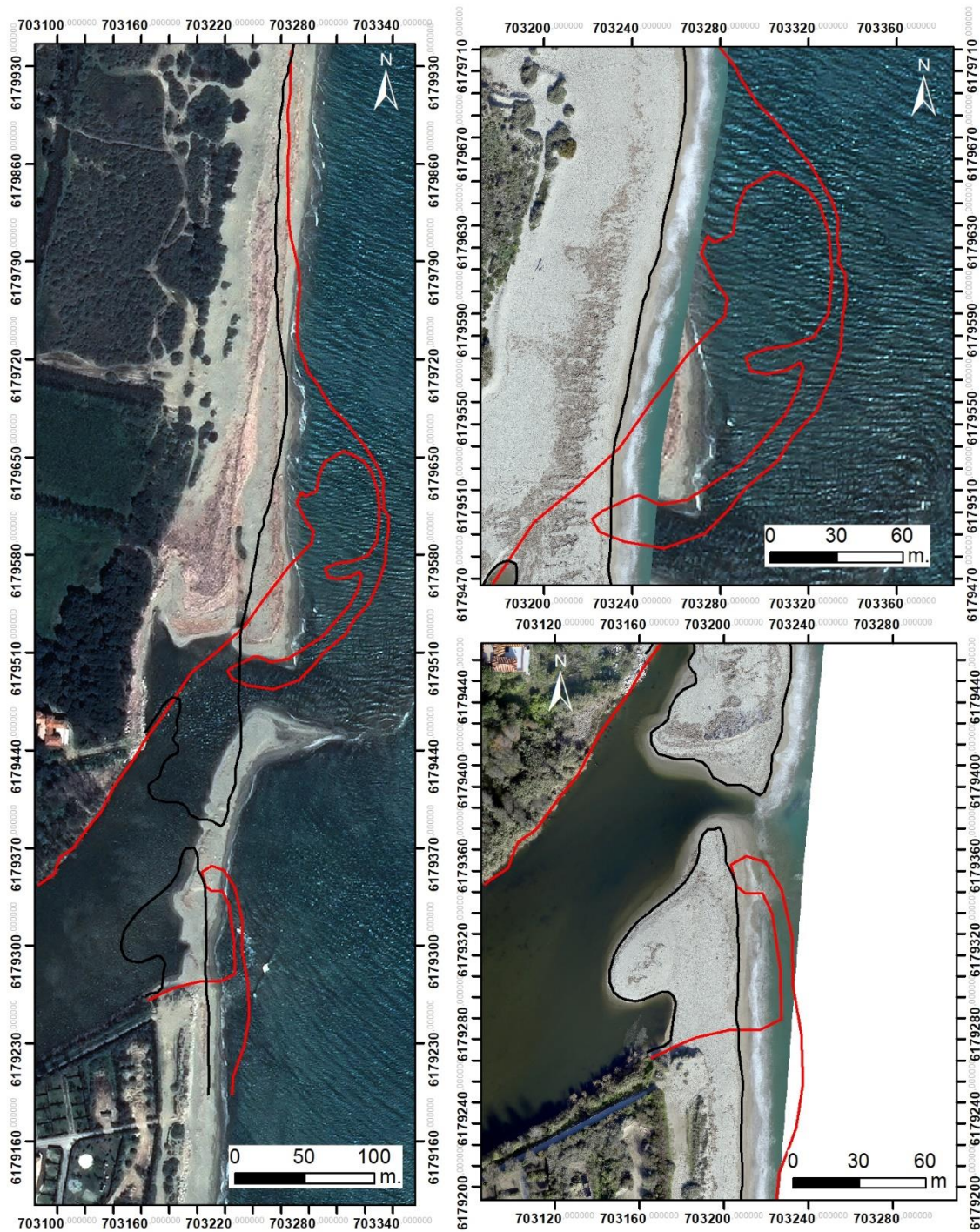


Illustration 154 - Débit de la Têt du mois de janvier 2020, station de perpignan, banque hydro.eaufrance.fr

Ces changements de position des flèches sont visibles sur le terrain entre 2019 et 2020.



Illustration 155 - Suivi photographique de le Têt. Prises de vue vers le Nord entre 2019 et 2020.



Source:
 campagnes OBSCAT
 de novembre 2019 et mars 2020
 Image: Pléiades, IGN, 03-2015 et
 orthophotographie ObsCat
 Novembre 2019
 Système de coordonnées:
 RGF93-Lambert-93
 Auteur : BRGM

— TDC Novembre 2019
 — TDC Mars 2020 (LEG 1)

Illustration 156 - Carte des traits de côte de Novembre 2019 et Mars 2020 pour le secteur de la Têt.

Déplacements sédimentaires saisonniers

En l'absence de données bathymétrique en novembre 2019, il était impossible de visualiser les effets de la tempête Gloria et de la crue associée, à terre et en mer. Il est donc présenté ici un comparatif Avril 2019/mars 2020, avant et post-Gloria (Illustration 157 à gauche). La topobathymétrie de mars est réalisée à partir des données topographiques de mars 2020 (MNS photogrammétrique Leg1), des données bathymétriques en mer de mars 2020 (Leg1) et dans l'embouchure de mai 2020 (Leg2).

Le différentiel annuel montre clairement les déplacements sédimentaires engendrés par la tempête et la crue Gloria, décrits précédemment à partir de l'analyse du trait de côte :

- érosion des sédiments dans l'embouchure (flèches et fonds) ;
- dépôt dans le proche côtier, d'une quantité importante de sédiments, créant un haut-fond très marqué au nord, sur lequel se forme la nouvelle flèche sableuse.

Le second différentiel, de l'été 2020, montre comment se sont réparties les quantités de sable apportées à la mer lors de la crue Gloria de la Têt. Le sable du haut fond créé au nord s'est réparti pour une grande part en mer vers le sud, créant une barre sableuse importante (nouveau haut-fond), au large de la flèche sud de la Têt. Une autre partie, est venue alimenter le trait de côte et former une nouvelle flèche sableuse qui a progressivement fermé à nouveau l'embouchure. Ces mouvements sédimentaires ont été engendrés sous l'effet d'une dérive littorale nord-sud générée par des épisodes de houle de tramontane.

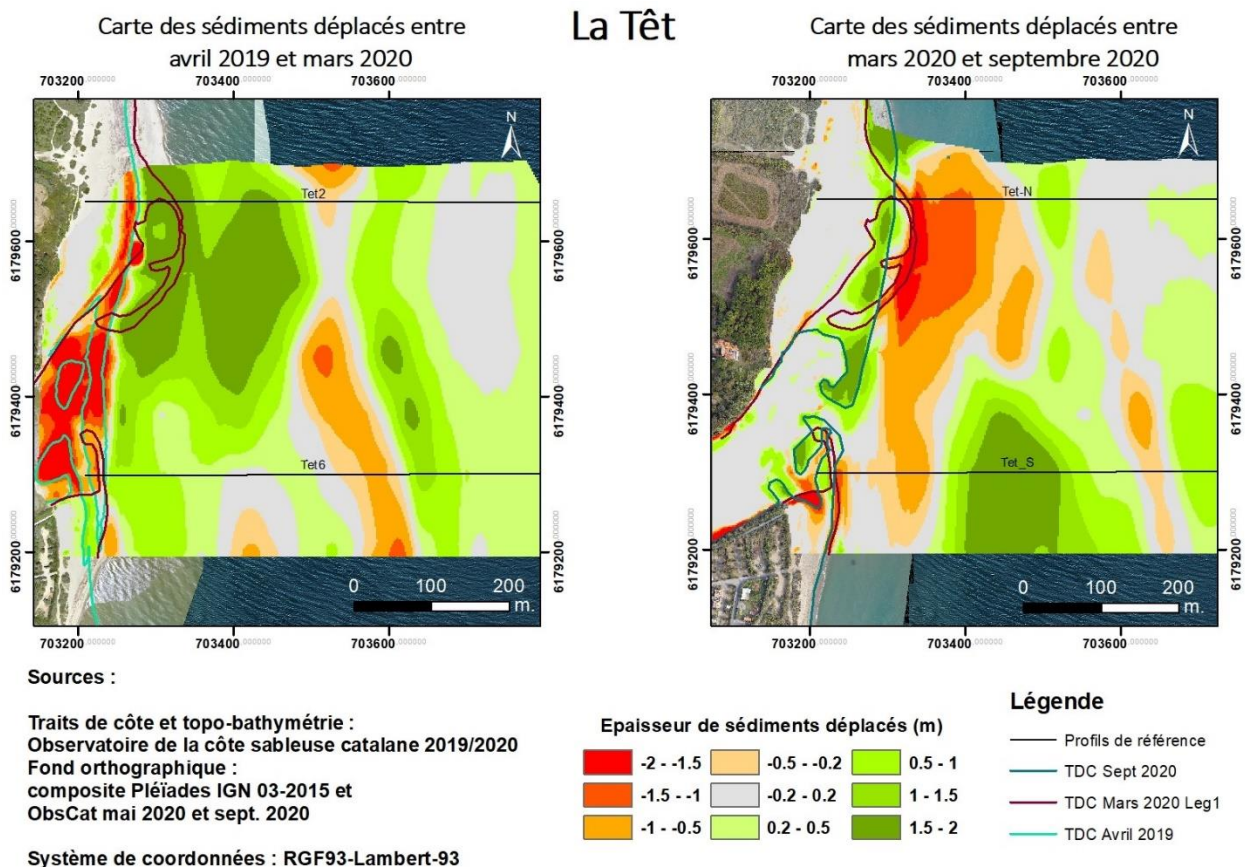


Illustration 157 - Carte annuelle et carte saisonnière des déplacements sédimentaires du secteur de la Têt. Avril 2019 – Mars 2020 à gauche et été 2020 à droite (mars 2020 – septembre 2020).

Du point de vue bilan sédimentaire, sur l'année avril 2019/mars 2020, le bilan global est très nettement positif avec +131 920 m³, avec -13 112 m³ pour la plage émergée et +145 032 m³ pour la partie immergée (incluant l'embouchure interne). Ceci tend à indiquer que la tempête Gloria a très fortement contribué à engraisser le secteur dans sa partie marine.

Pendant l'été 2020, le déficit du bilan sédimentaire global du secteur c'est à nouveau accru avec un gain de +66 065 m³. Ce bilan positif a permis une bonne reconstitution de la flèche d'embouchure nord.

Têt – Eté 2019 – Avril à novembre 2019			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone émergée	+6 461	42 801	15
Têt - Hiver - Novembre 2019 à mars 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone émergée	-19 573	37 058	-53
Têt – Annuel - Avril 2019 à mars 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone complète	+131 920		
Zone immergée	+145 032	294 966	+49
Zone émergée	-13 112	37 058	-35
Têt – Eté 2020 - Mai à septembre 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone complète	+66 065		
Zone immergée	+59 936	351 472	+17,1
Zone émergée	+6 129	54 472	+11,3

Illustration 158 - Tableau récapitulatif des volumes de sédiments déplacés pour la période d'octobre 2014 à septembre 2020.

Bilan interannuel : bilan sédimentaire et trait de côte

Depuis septembre 2014 jusqu'en novembre 2019, la zone complète a vu son budget sédimentaire baisser modérément de -30 000 m³.(Illustration 159). Cette perte de sédiments s'était réalisée essentiellement pendant les périodes hivernales. Une première chute importante s'est produite durant l'hiver 2015-2016. Puis le budget sédimentaire a augmenté de manière importante entre avril et septembre 2017. Au cours de l'hiver 2017/2018, le budget sédimentaire chute à nouveau très fortement jusqu'à atteindre son niveau le plus bas depuis le début des suivis de l'ObsCat, soit -75 328 m³. A la fin de l'été 2018 (octobre) une crue a contribué à une hausse du bilan sédimentaire, ramenant celui-ci au niveau de septembre 2014.

Entre novembre 2019 et septembre 2020 un fort gain sédimentaire de +197 985 m³ est enregistré. Cette forte accrétion est à mettre en relation avec l'épisode de crue Gloria de janvier 2020 et celui d'avril 2020 qui ont contribué à un apport sédimentaire important à la côte.

La partie émergée (courbe rouge) quant à elle, a vu son stock sédimentaire s'accroître avec le temps jusqu'en novembre 2019. Au contraire de la partie immergée (et du secteur global) les

crues de janvier et avril 2020 ont érodé la partie émergée, avec en particulier l’effacement des flèches d’embouchure. La perte sédimentaire pour ces phénomènes est chiffrée à $-19\,573\text{ m}^3$.

On voit que la perte en plage émergée ne suffit pas à expliquer le gain très fortement supérieur en mer. Il est ainsi très probable que des apports en sable du bassin versant soient venus alimenter les petits fonds lors de ces 2 crues.

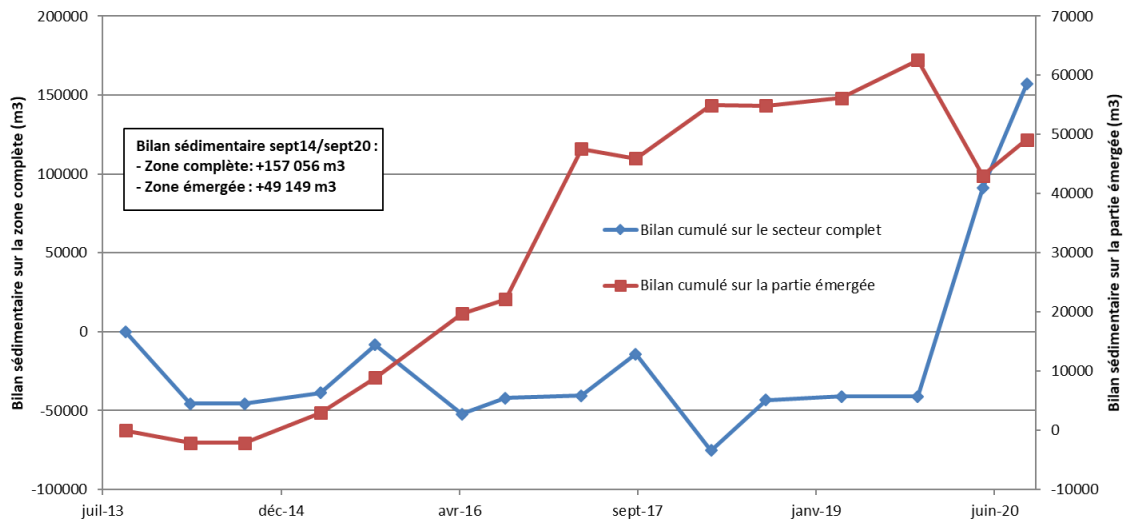


Illustration 159 - Bilans sédimentaires cumulés des zones complètes et émergées entre septembre 2014 et septembre 2020 pour le secteur de la Têt.

Les variations du trait de côte sont parmi les plus importantes de tout le linéaire de l’ObsCat en raison du caractère encore naturel du site (Illustration 160). Les migrations de l’embouchure de la Têt contrôlent fortement les mouvements du trait de côte. En effet, entre septembre 2014 et septembre 2017, la migration vers le sud de l’embouchure a fait reculer de 34 m la position du trait de côte le long du profil de référence nord et, inversement, a engendré une avancée du même ordre de grandeur sur le profil de référence sud (Illustration 160). Au cours de la période octobre 2018 – avril 2019 la migration de l’embouchure vers le sud, jusqu’au niveau du nord de la plage du Brasilia est une première depuis le début des suivis de l’ObsCat en septembre 2014.

L’épisode de tempête et de forte crue Gloria en janvier 2020 a totalement transformé la morphologie de l’embouchure pendant plusieurs mois : destruction des flèches d’embouchures, formation de nouvelles flèches de part et d’autre de l’embouchure, dont celle au nord très avancées sur la mer et de grande taille. Puis depuis mars 2020, cette flèche nord c’est dans un premier temps accolé à la côte, s’est engraisée et à migrer vers le sud pour se repositionner devant l’embouchure, redonnant progressivement à celle sa morphologie habituelle.

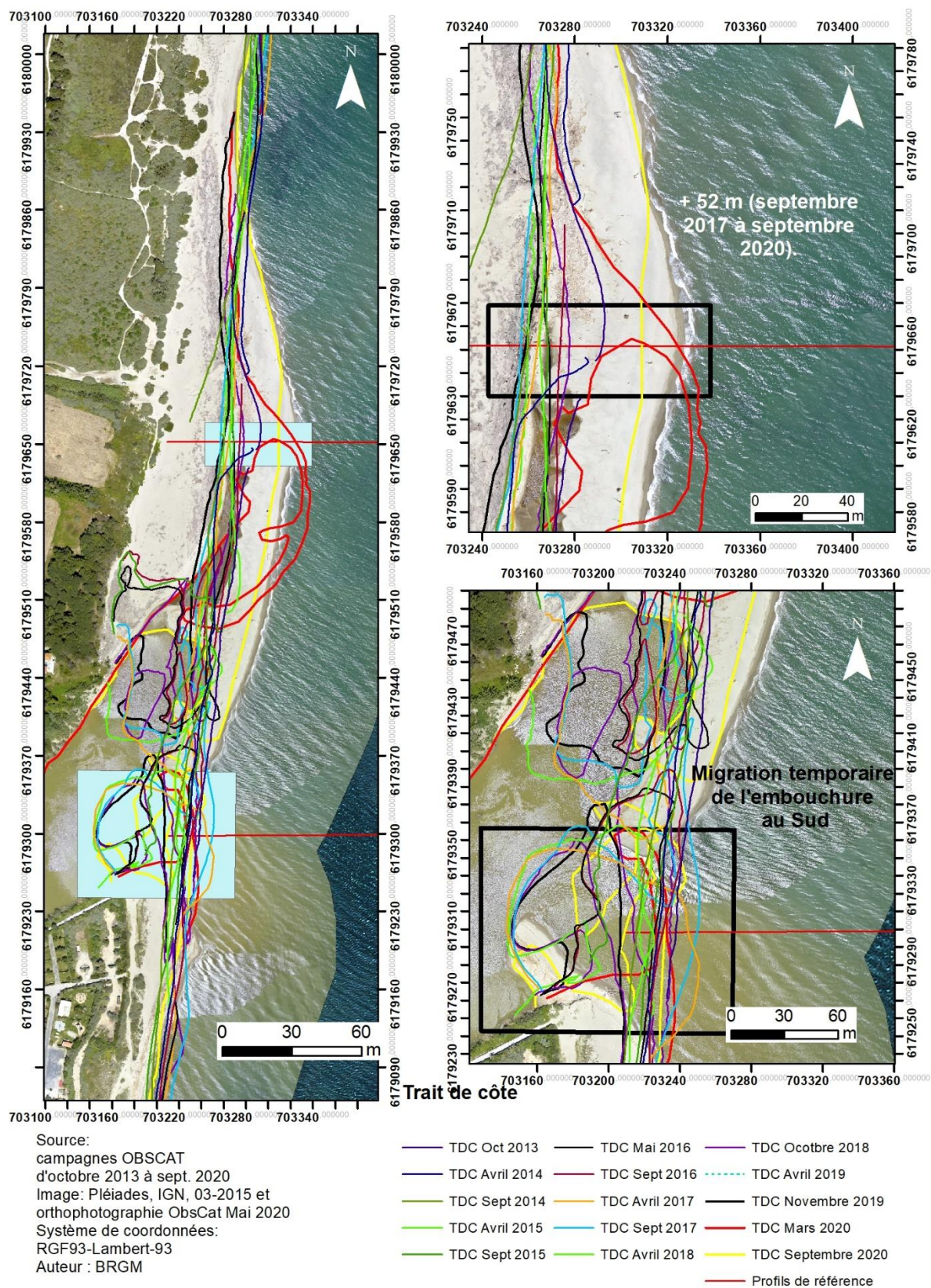


Illustration 160 - Carte des traits de côtes entre octobre 2013 et septembre 2020 pour le secteur de la Têt.

Plage de Sainte-Marie centre

Dans un but de protection des enjeux urbains situés en arrière de la plage, des ouvrages (4 épis et 2 brise-lames) y ont été construits, artificialisant fortement cette portion de littoral (Illustration 161). Le nord du secteur est moins urbanisé. L'érosion est toujours présente sur ce territoire malgré la présence d'un système de défense « dur ». La jetée du port bloque le transit sédimentaire en amont-dérive, et les ouvrages amplifient le phénomène d'érosion en aval-dérive et le relaient plus au nord à Sainte-Marie plage, avec pour conséquence la formation d'une encoche d'érosion bien marquée au nord immédiat du dernier épi.

Sur la commune de Sainte-Marie, la topo-bathymétrie de la zone centrale est acquise deux fois par an dans le cadre du suivi quantitatif régulier. Toutefois, un suivi photo est mené sur la plage plus au Nord au droit du parking, il permet d'amener des éléments qualitatifs complémentaires au suivi photogrammétrique du cordon dunaire et aux relevés de végétation.



Illustration 161 - Secteur de Sainte-Marie, profils de référence et prises de vue.

La géomorphologie des plages et de l'avant-côte de ce secteur est fortement compartimentée. Le sud du port, Sainte-Marie Centre-Crouste, est caractérisé par une barre interne proche de la côte, et une barre externe à environ 400 m de la côte. La pente est plus forte sur le bas de plage que sur le haut de plage où la pente s'inverse. Le suivi photographique de cette zone montre qu'elle est assez peu évolutive (Illustration 162).



Illustration 162 – Suivi photographique de la Crouste entre 2018 et 2021.

Au nord du port, sur la portion où sont installés les ouvrages de défense, l'arrière-plage est urbanisée. La plage est fortement compartimentée par la présence des ouvrages : des baies se forment entre les ouvrages où la pente est plutôt forte, tandis que des tombolos se forment au droit des brise-lames (Illustration 163 et Illustration 164). Au large la barre interne se situe à 200 m au large par rapport à la côte, et la barre externe est plus éloignée (600 m de la côte) par rapport au secteur au sud du port, elle est également globalement moins marquée. Un suivi photographique est en place au centre de cette zone. Il s'agit de la portion de la zone urbanisée la plus exposée aux vagues lors des tempêtes : la plage y est la plus étroite et a même disparu ces dernières années au droit du groupe de maisons le plus avancé sur la mer, protégé par des enrochements aux pieds des parcelles construites (Illustration 163).



Illustration 163 – Suivi photographique de Sainte-Marie profil SteMarieC (centre) entre 2019 et 2021.



Illustration 164 – Suivi photographique de Sainte-Marie profil BT064040, haut de plage entre 2019 et 2021.

Au nord des ouvrages, la pente du haut de plage est relativement faible, et s'intensifie sur le bas de plage (Illustration 165 et Illustration 166) excepté au niveau des premiers 100 mètres vers le nord depuis le dernier épi où se trouve une zone d'érosion récurrente. Au niveau de celle-ci la plage présente une forte pente (diminuant en s'éloignant de l'ouvrage vers le nord) et une falaise d'érosion se forme lors des coups de mer. Ce secteur très localisé fait l'objet chaque année d'un rechargement de plage par PMM (+6 000 à +10 000 m³). Le suivi photographique montre très bien cette morphologie et son évolution au gré des épisodes météo-marins et des rechargements qui y sont réalisés (Illustration 165) : falaise d'érosion en période post-hivernale ou hivernale, plage rechargée au printemps avec pente plus douce, épaisseur de plage plus importante.

	14/05/2019	24/01/2020	23/04/2021
Vers le Sud			
Vers le Nord			

Illustration 165 – Suivi photographique de Sainte-Marie épi4 (école de voile) entre 2019 et 2021

	14/05/2019	28/05/2020	23/04/2021
Vers le Sud			
Vers le Nord			

Illustration 166 – Suivi photographique de Sainte-Marie profil BT063940, haut de plage entre 2019 et 2021.

Encore plus au nord, en dehors du secteur urbanisé, au niveau du camping municipal de la Plage, la plage est assez stable avec une largeur assez importante de 30 à 40 m. Le cordon dunaire est fréquenté, sans mise en défens mais reste pour autant assez stable lui aussi.

Evolution saisonnière du trait de côte

La situation en fin d'hiver 2019-2020 montre une avancée générale sur l'ensemble du secteur (Illustration 167), depuis le nord de La Crouste jusqu'à la plage nord, y compris sur les 100 premiers mètres au nord du dernier épi du système de défense. Cette avancée est comprise entre +6 et +10 m au maximum. Cette situation est totalement l'inverse de celle de la sortie d'hiver 2018/2019.

Lors de l'épisode Gloria en janvier 2020, une quantité importante de bois flotté s'est accumulée sur les plages de ce secteur. Il est probable qu'un reprofilage général de la plage a été effectué par les services communaux à la suite du déblayage et de l'évacuation du bois flotté, ce qui expliquerait cette avancée générale du trait de côte.

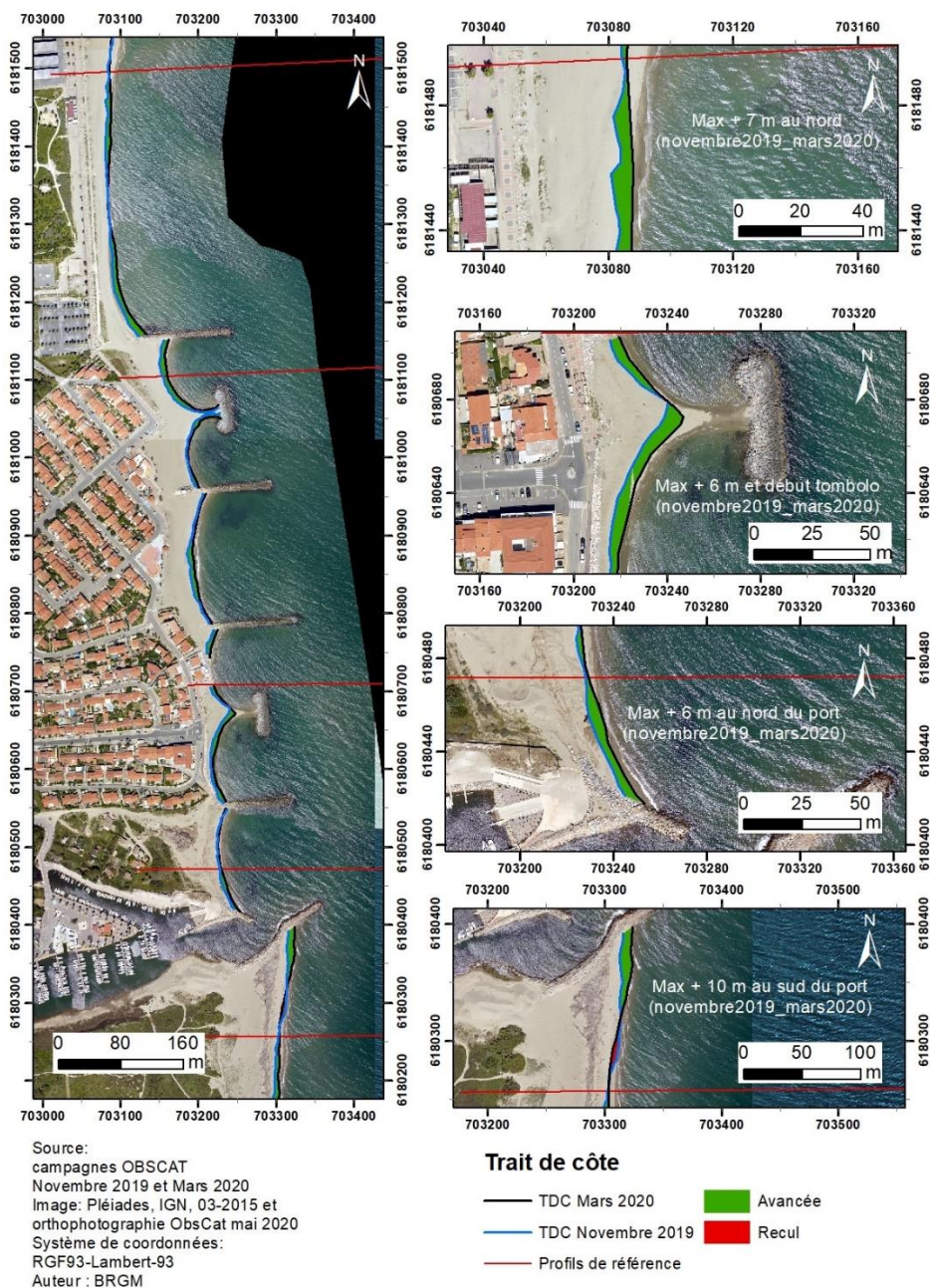


Illustration 167 - Carte des traits de côte de Novembre 2019 et de Mars 2020 et évolution hivernale pour le secteur de la plage de Sainte-Marie.

Déplacements sédimentaires saisonniers

Le premier comparatif présenté est celui de l'été 2019, issue du différentiel entre la topographie de novembre et d'avril 2019. Il n'y a pas de comparatif sur la partie immergée puisque le levé de novembre 2019 n'est que topographique. Les déplacements sédimentaires montrent majoritairement des phénomènes érosifs dans la moitié nord du secteur et d'accrétion dans la moitié sud (dernière baie avant le port et nord de la Crouste). Le bilan en volume est positif, +21 966 m³, très fortement tiré vers le haut par les importantes surfaces en accrétion dans la moitié sud. L'érosion dans la moitié nord et particulier au nord du dernier épi est bien marquée. Elle est à mettre en relation avec les 2 tempêtes de fin d'été – début d'automne 2019 :

- Du 21 au 22 septembre 2019 (Hs 3,5 m et Hmax 5,6 m) ;
- Du 22 au 24 octobre 2019 (Hs 4,5 m et Hmax 9,6 m)

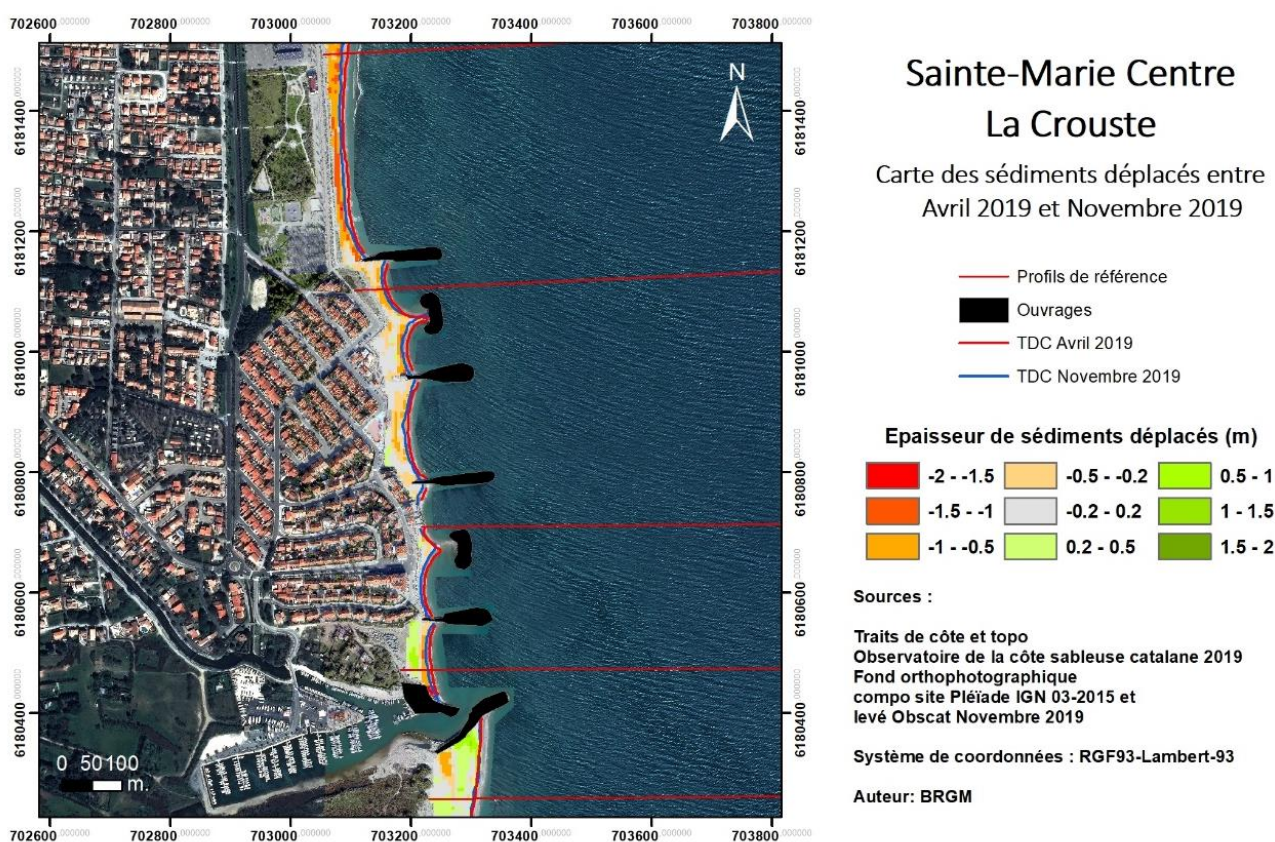


Illustration 168 - Carte saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre Avril 2019 et Novembre 2019 pour le site de Sainte-Marie-la-Mer.

Les déplacements sédimentaires de l'hiver 2019/2020 font état d'un bilan sédimentaire en faible diminution, -13 734 m³ sur la partie émergée de la plage, probablement lié à des pertes en sédiments dans la moitié sud du secteur aménagé (Illustration 169, à gauche). Malgré un hiver riche en tempêtes (dont l'épisode Gloria), l'impact sur le bilan sédimentaire reste assez limité.

Le comparatif de l'été 2020 (Illustration 169 à droite) montre des déplacements importants sur la partie marine et sur le bas de plage. Au nord du dernier épi du système de défense, on note une accrétion du bas de plage probablement lié au rechargement opéré chaque année sur ce petit secteur. Le bilan sédimentaire de la partie émergée est légèrement en érosion avec - 4 336 m³. Le bilan de la zone immergée est en revanche nettement positif avec un gain de sédiment de

+160 703 m³. Ce bilan estival positif est possiblement lié à un apport de sable par le sud depuis la Crouste qui a pu être alimentée par les sédiments déposés par la Têt lors des épisodes de crue de janvier (Gloria) et avril 2020.

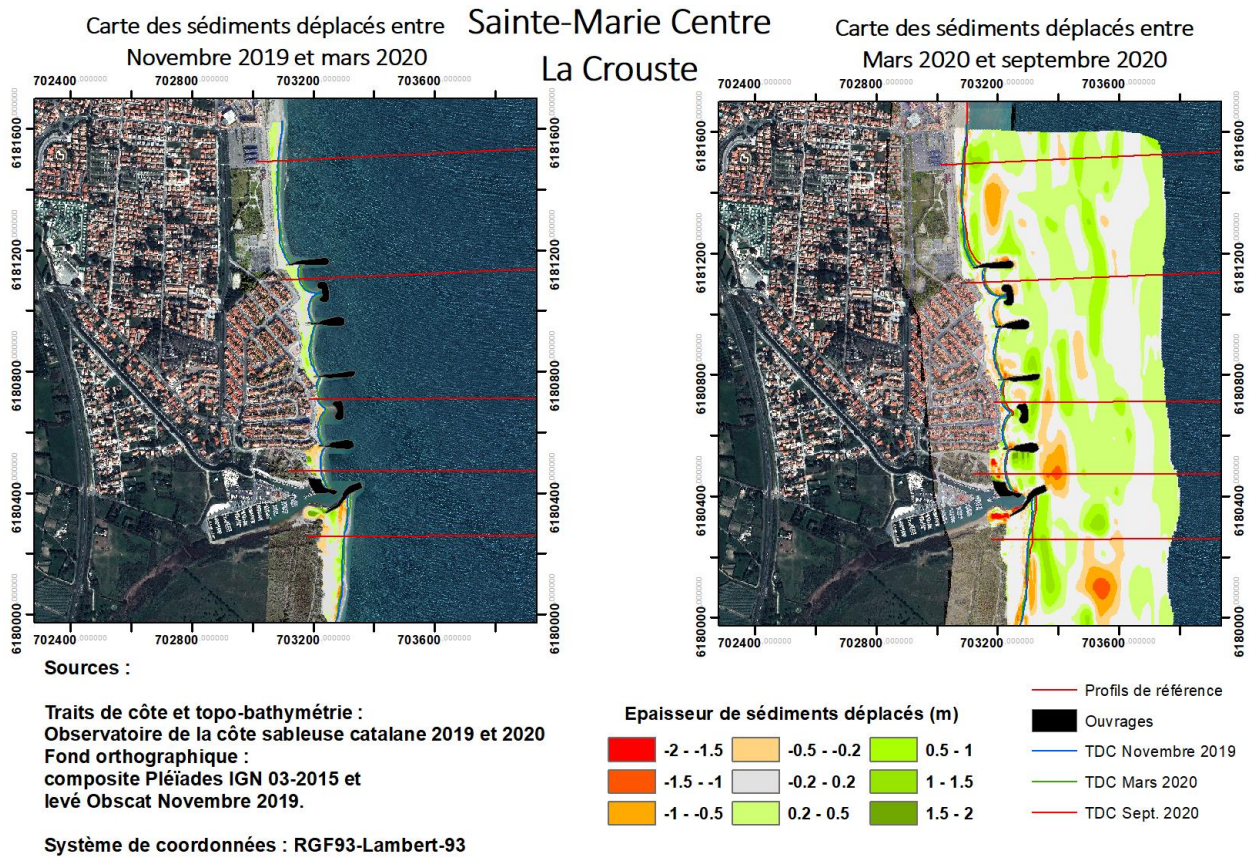


Illustration 169 - Cartes saisonnières des déplacements sédimentaires du secteur de Sainte-Marie, hiver 2019-2020 à gauche (novembre - mars) et été 2020 à droite (mars 2020 – septembre 2020).

Ste-Marie Centre-La Crouste – Été 2019 – Avril à novembre 2019			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone émergée	+21 966	75 875	+29
Ste-Marie Centre-La Crouste - Novembre 2019 à mars 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone émergée	-13 734	79 475	-17,3
Ste-Marie Centre-La Crouste – Annuel - Avril 2019 à mars 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone complète	1 935		
Zone immergée	-6 297	931 979	-0,7
Zone émergée	+8 232	79 475	+10,3
Ste-Marie Centre-La Crouste – Été 2020 - Mai à septembre 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone complète	+156 367		
Zone immergée	+160 703	895 974	+17,9
Zone émergée	-4 336	82 214	-5,3

Illustration 170 - Tableau récapitulatif des volumes de sédiments déplacés pour la période d'été 2019 à septembre 2020.

Impacts de la tempête Gloria, 20 -22 janvier 2010

Les phénomènes à noter au niveau du secteur de Sainte-Marie Centre sont l'accumulation importante de bois flottés (ainsi que dans le port) et la submersion des rues du front de mer (assez limitée) avec des dépôts de sable associés (Illustration 171). Cette submersion se produit par franchissement par le jet de rive des vagues, des enrochements de haut de plage ou de la berme, ou du cordon dunaire relique selon les zones. Au nord, le cordon dunaire non restauré et sans mise en défens, a été franchi en plusieurs endroits, de manière limitée, au niveau des accès piétons.



Illustration 171 - Impacts à la côte de la tempête Gloria : photointerprétation et comparaison des orthophotographies et topographies des levés photogrammétriques ObsCat post-tempête du 25/01/2020 et de la campagne de novembre 2019.

Bilan interannuel : bilan sédimentaire et trait de côte

Le secteur de Sainte-Marie est en accrétion depuis 2013, secteur complet, jusqu'en septembre 2020 (Illustration 172).

Le bilan sédimentaire de la partie émergée est en gain depuis 2013. Il subit cependant plus de fluctuations en raison des opérations de rechargement réalisées à des intervalles de temps plus ou moins réguliers, sur le bas de plage comme en 2017 en début d'été, et au niveau de l'encoche d'érosion chaque printemps. Le rechargement du bas de plage de la saison estivale 2017 a permis de retrouver le volume de sédiments d'avril 2014. L'hiver 2017-2018 a fait perdre près de 20% du volume accumulé lors de l'été 2017. Entre avril 2018 à avril 2019 interviennent 2 saisons d'accumulation localisée sur le bas de plage liée semble-t-il au transfert de sédiments depuis les petits fonds sur la plage émergée et, plus localement, au rechargement du printemps 2018 au niveau de l'encoche d'érosion. L'été et le début de l'automne 2019 est globalement positif mais fortement dépendant des accrétions au sud du secteur et au niveau de la Crouste. Alors que la moitié nord montre clairement un état érosif, apparu suite au 2 tempêtes précoces de septembre et octobre.

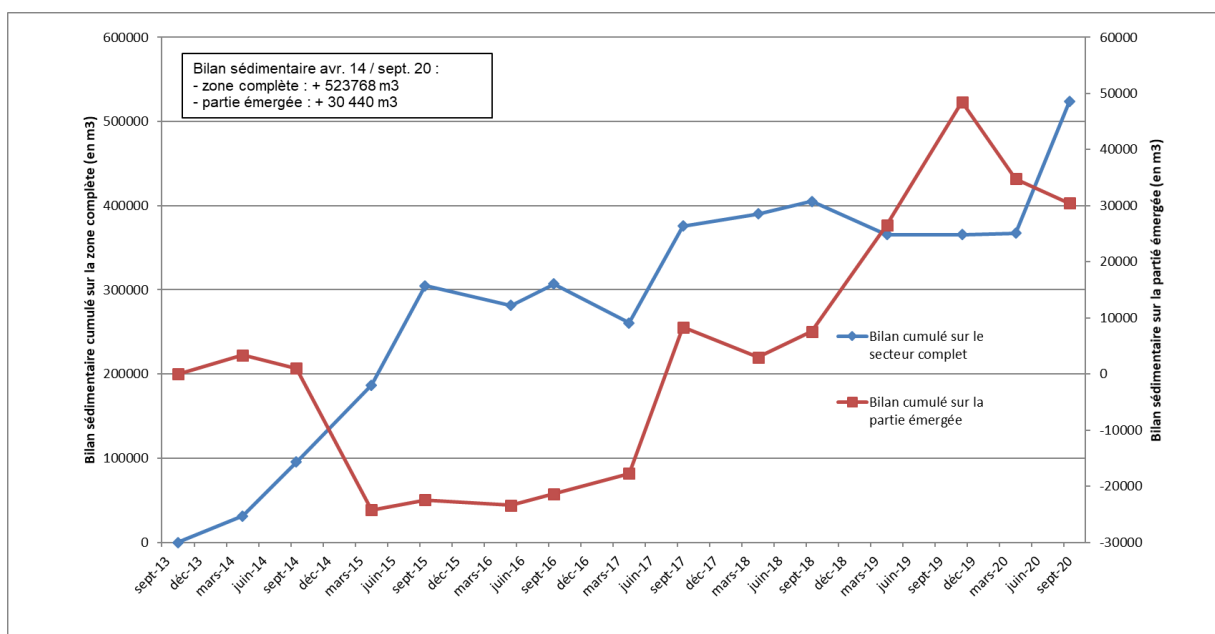


Illustration 172 - Bilans sédimentaires cumulés zone complète et zone émergée entre avril 2014 et septembre 2020 pour le secteur de Sainte-Marie.

- **Analyse des bilans sur la zone au nord du système de défense de Sainte-Marie Centre**

Les bilans calculés sur la totalité du secteur ne permettent pas d'apprécier les évolutions sur des secteurs sensibles comme celui de la plage située au nord du système de défense. Ce secteur, et notamment les 200 premiers mètres au nord du dernier épi, sont soumis à des perturbations hydrodynamiques et du transit sédimentaire, du fait de la présence des ouvrages en amont dérive. Il subit en conséquence, chaque hiver, un recul du trait de côte d'une dizaine de mètres, et une érosion associée abaissant fortement le profil de plage et augmentant sa pente. Des rechargements d'appoint sont réalisés chaque printemps sur cette encoche d'érosion, pour stabiliser le phénomène et permettre également l'installation de l'école de voile pour la saison estivale.

Il est donc intéressant de regarder plus précisément comment se comporte le bilan sédimentaire sur ce petit secteur. Ce bilan a été calculé depuis le début des suivis ObsCat (octobre 2013), sur une emprise large correspondant approximativement au linéaire soumis à l'érosion (décroissance du sud vers le nord) et sur une emprise plus restreinte, focalisée sur la portion où le recul du trait de côte et l'érosion sont les plus forts et incluant seulement les petits fonds (Illustration 173).

Il est important de préciser qu'à cette échelle d'analyse, les données ObsCat en mer, basées sur un profil bathymétrique acquis tous les 100 m, atteignent ici leur limite de précision, surtout au niveau de l'emprise restreinte.



Illustration 173 – Localisation des zones de calcul pour le bilan sédimentaire de la plage au nord du système de défense de Sainte-Marie.

A l'échelle de l'emprise large (Illustration 174), on constate que le bilan sur la plage émergée à nettement bénéficié du rechargement important réalisé au sud en 2017. En revanche les rechargements successifs suivants n'ont pas permis, à cette échelle, de maintenir un bilan stable, le bilan allant décroissant avec le temps. Le bilan immergé est en revanche stable depuis plusieurs années, preuve que les échanges plage émergée/plage immergée sont trop peu actifs dans ce secteur pour permettre une alimentation de la plage par les sédiments des petits fonds, sans doute en relation avec une perturbation hydrodynamique de l'épis nord.

Cette diminution du bilan plage émergée sur la zone étendue, tend à indiquer une progression de l'érosion vers le nord, phénomène qui sera à surveiller dans les années à venir.

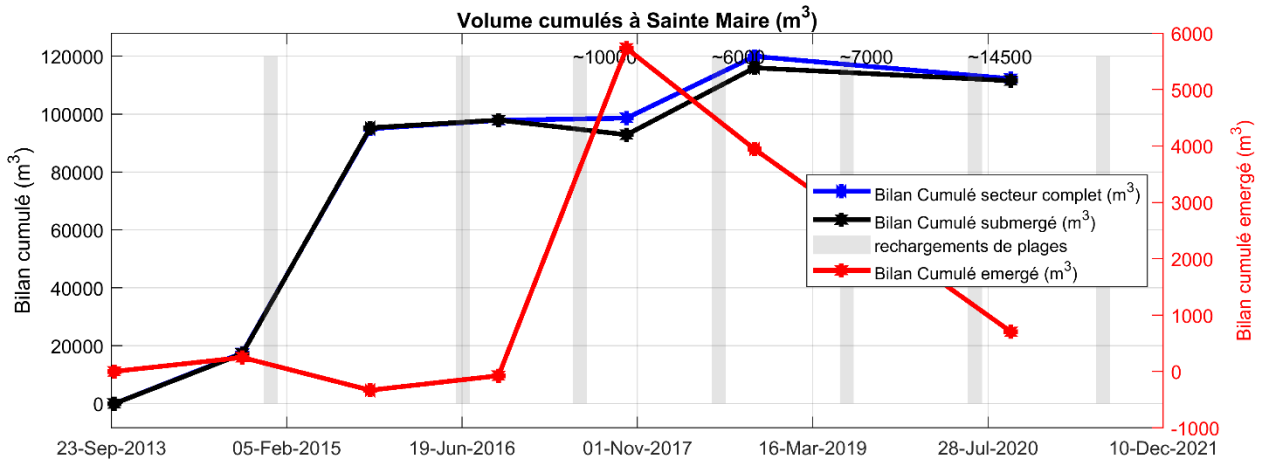


Illustration 174 – Bilans sédimentaires cumulés sur la plage au nord du dernier épi du système de défense de Sainte-Marie Centre – Emprise large. Les barres verticales indiquent les rechargements réalisés sur l'ensemble du secteur Saint-Marie Centre (et leur volume en m³), incluant également ce site.

A l'échelle de la zone restreinte à l'encoche d'érosion (Illustration 175), on voit au contraire une stabilisation du bilan de la plage émergée à compter du rechargement de 2017. Ceci indique que les rechargements ont bien une efficacité au niveau de l'encoche d'érosion. Mais, on l'a mentionné précédemment, cette efficacité est très limitée spatialement, la plage plus au nord n'en n'ayant bénéficié que ponctuellement dans le temps. En mer, les petits fonds à cette échelle bénéficient également de ces rechargements. Mais le bilan est moins stable, probablement en raison du transit longshore qui entraîne les sédiments vers le nord.

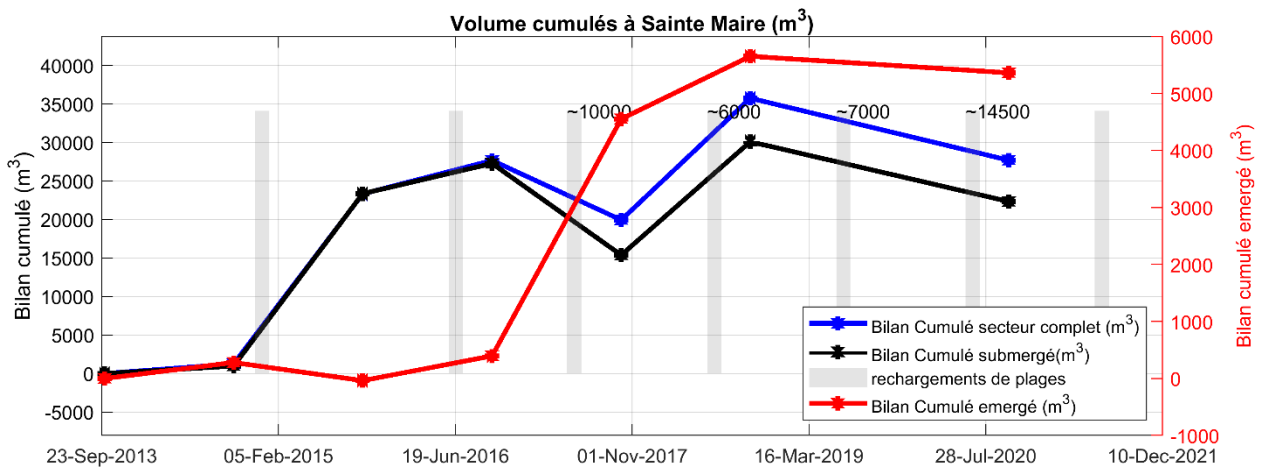


Illustration 175 - Bilans sédimentaires cumulés sur la plage au nord du dernier épi du système de défense de Sainte-Marie Centre – Emprise restreinte. Les barres verticales indiquent les rechargements réalisés sur l'ensemble du secteur Saint-Marie Centre (et leur volume en m³), incluant également ce site.

- **Bilan interannuel trait de côte**

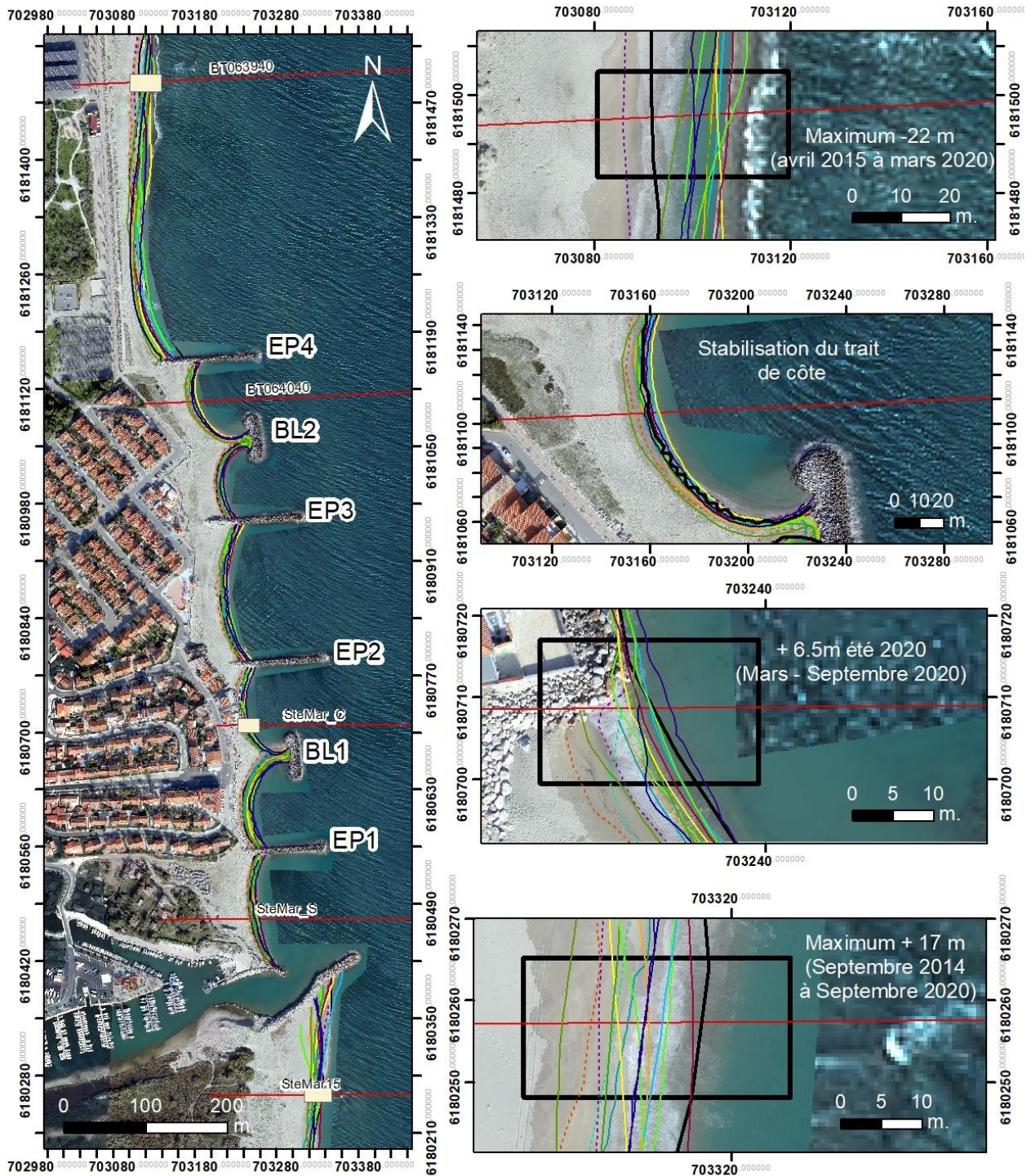
Les variations du trait de côte les plus importantes se situent au nord au niveau de l'encoche d'érosion à la sortie du système de défense (Illustration 176). Elles sont principalement liées à son évolution saisonnière et aux rechargements effectués chaque année sur celle-ci.

Au sud du port, on peut considérer le trait de côte comme stable, le trait de côte oscillant entre la position la plus reculée de septembre 2014 et la plus avancée de septembre 2020.

Dans les baies entre les ouvrages, au niveau de la zone urbanisée, la position du trait de côte est assez stable à l'exception de la baie située entre le BL1 et l'EP2, portion où la largeur de plage s'est progressivement réduite depuis. La plage émergée au droit des 2 habitations les plus avancées a disparu depuis 2014. Au sud de ce groupe de maisons protégées par un enrochement longitudinal, et par effet de contournement, le recul s'est encore accentué à l'automne 2019 suite aux épisodes de tempête de septembre et d'octobre. Depuis, et malgré l'épisode Gloria, le trait de côte a repris une position plus avancée d'une dizaine de mètres, sans pour autant progresser en avant de l'enrochement longitudinal. Les deux baies suivantes, EP2-EP3 et EP3-BL2 sont plutôt stables. La baie suivante (BL2-EP4) présentait une tendance modérée au recul depuis 2015. Le trait de côte y est actuellement stable.

Au nord de l'EP4, au niveau de l'encoche d'érosion, la situation est maintenue artificiellement stable par les rechargements d'appoint effectués chaque printemps. En fin d'hiver 2018-2019, le trait de côte y occupait une position médiane entre la situation de septembre 2014 la plus reculée et celle de septembre 2018 la plus avancée. Actuellement, le trait de côte de septembre 2020 y occupe la position la plus avancée connue depuis le début des suivis de l'ObsCat. Sans les rechargements réguliers le phénomène de recul du trait de côte serait plus intense dans ce secteur.

Au niveau du profil de référence nord (BT063940), la position du trait de côte en mars 2020 et septembre 2020 est la plus reculée connue depuis le début des suivis de l'ObsCat sur ce secteur. Ceci peut être interprété par une progression de l'érosion actuellement vers cette portion de la plage, comme semblait l'indiquer l'analyse localisée des bilans sédimentaires.



Source:
campagnes OBSCAT
d'octobre 2013 à Sept.2020
Image: Pléiades, IGN, 03-2015 et
orthophotographie ObsCat
Novembre 2019
Système de coordonnées:
RGF93-Lambert-93
Auteur : BRGM

- | | | |
|------------------|------------------|------------------------|
| — TDC Oct 2013 | — TDC Mai 2016 | — TDC Octobre 2018 |
| — TDC Avril 2014 | — TDC Sept 2016 | — TDC Avril 2019 |
| — TDC Sept 2014 | — TDC Avril 2017 | — TDC Novembre 2019 |
| — TDC Avril 2015 | — TDC Sept 2017 | — TDC Mars 2020 |
| — TDC Sept 2015 | — TDC Avril 2018 | — TDC Septembre 2020 |
| | | — Profils de référence |

Illustration 176 - Carte des traits de côte entre octobre 2013 et septembre 2020 pour le secteur de Sainte-Marie Centre.

Environnement dunaire de Sainte-Marie-la-Mer

Evolution morphologique

Le secteur dunaire de Sainte-Marie long de 830 m a fait l'objet de trois levés photogrammétriques dédiés : le premier en avril 2016, le deuxième en avril 2018 et le troisième en mars 2020. Sa largeur augmente du sud vers le nord (40 m au sud, plus de 100 m au nord). Il comporte le plus souvent une dune grise assez bien développée mais très morcelée dans la moitié nord du secteur. La dune vive est assez discontinue sur l'ensemble du linéaire.

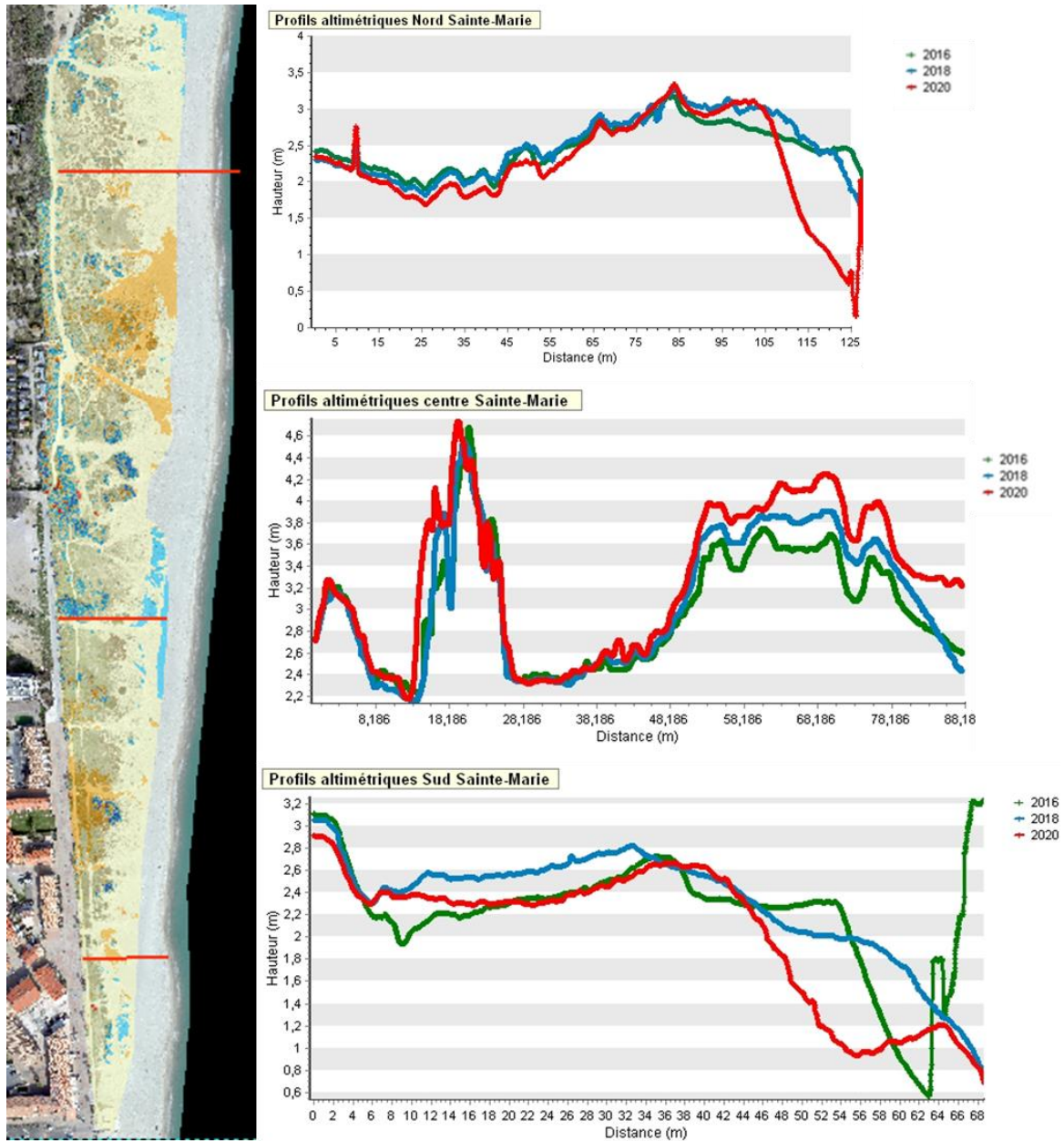
L'analyse du différentiel altimétrique entre avril 2016 et avril 2018 montrait un cordon dunaire relativement stable sur la dune grise (Illustration 177). Le front dunaire s'était globalement avancé sur l'ensemble du secteur, souvent de plusieurs mètres. La crête dunaire s'était engraisée et avec une progression de son altitude sur la quasi-totalité du linéaire suivi (30 cm en moyenne), sans progression vers la mer du pied de dune.

La situation en mars 2020 (Illustration 177), montre une dune grise plutôt stable sur l'ensemble du linéaire, sans évolution majeure significative. On notera cependant, au niveau du profil sud, une diminution de l'altitude d'environ 20 cm, ramenant son niveau à celui de 2016. Lors de la tempête majeure de mars 2018, des franchissements dunaires avaient eu lieu sur de nombreux secteurs dont celui de Sainte-Marie, apportant des quantités de sable importantes localement sur les cordons dunaires comme cela avait été le cas sur la partie sud du cordon de Sainte-Marie. Cette abaissement de la topographie est vraisemblablement lié à un tassement et/ou étalement du sable par piétinement sur ce secteur de plage urbaine.

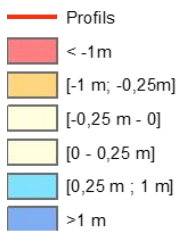
On note également localement une accrétion de la crête dunaire, notamment dans la partie centrale (profil central).

Au nord et au sud, le pied de dune a fortement reculé : -10 m au sud, -20 m au nord. Ponctuellement, comme au centre, parallèlement à l'accrétion de la crête dunaire, le haut de plage a été assez engraisé de l'ordre de 60 cm en épaisseur. Le recul du pied de dune et l'abaissement du profil de plage au nord et au sud, sont très vraisemblablement liés aux impacts de la tempête Gloria sur le secteur en janvier 2020.

Au global, malgré les nombreux épisodes de tempêtes durant l'automne et hiver 2019/2020, le cordon dunaire de Sainte-Marie est assez stable.



Différence altimétrique entre 2018 et 2020



Source : Campagnes OBSCAT 2016, 2018 et 2020
 Système de coordonnées : RGF93-Lambert 93
 Auteur : BRGM

Illustration 177 – Comparaison des altimétries 2016, 2018 et 2020 et évolutions morphologiques du cordon dunaire de Sainte-Marie.

Etat biologique



Illustration 178 – Localisation des transects de végétation à Sainte-Marie.

Le transect de Sainte-Marie centre est situé sur un cordon dunaire dégradé car très fréquenté et confiné entre une plage étroite et un front de mer bétonné.

Son taux de recouvrement moyen avoisine les 30% en 2021, ce transect compte parmi ceux présentant le plus faible recouvrement végétal, il faut toutefois noter une augmentation assez significative du recouvrement entre 2014 et 2019 et les travaux de restauration dunaire en cours devraient pouvoir l'améliorer encore.



Illustration 179 – Aspect général du transect Sainte-Marie centre et présence de Chiendent des Sables

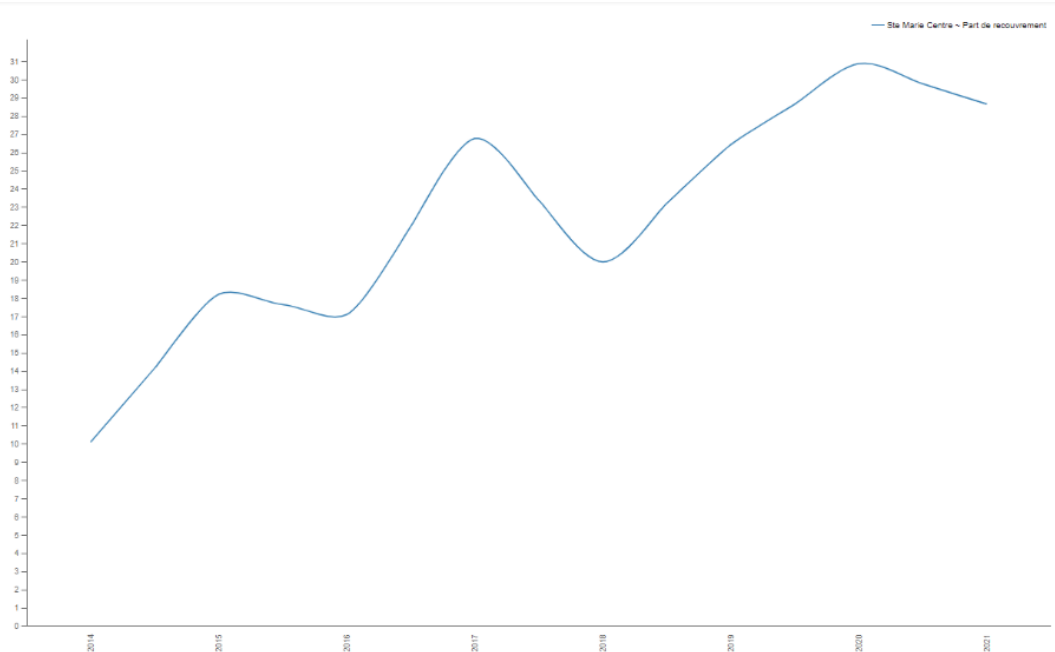


Illustration 180 – Evolution du taux de recouvrement depuis 2014 sur le transect de Sainte-Marie centre

Le nombre d'espèce par casier est stable et on note la présence de Chiendent des sables autant sur le pied de dune que près du baladoir. Malgré la proximité de l'urbanisation, il n'y a pas d'espèce invasive, cela s'explique par l'absence de jardins privés dans ce secteur.



Illustration 181 – Aspect général du transect de Sainte-Marie camping.

Au droit du camping, le transect étudié est mieux conservé mais son taux de recouvrement a été variable selon les années depuis 2015. On note une prédominance de l'Arroche maritime côté camping et la présence d'invasives.

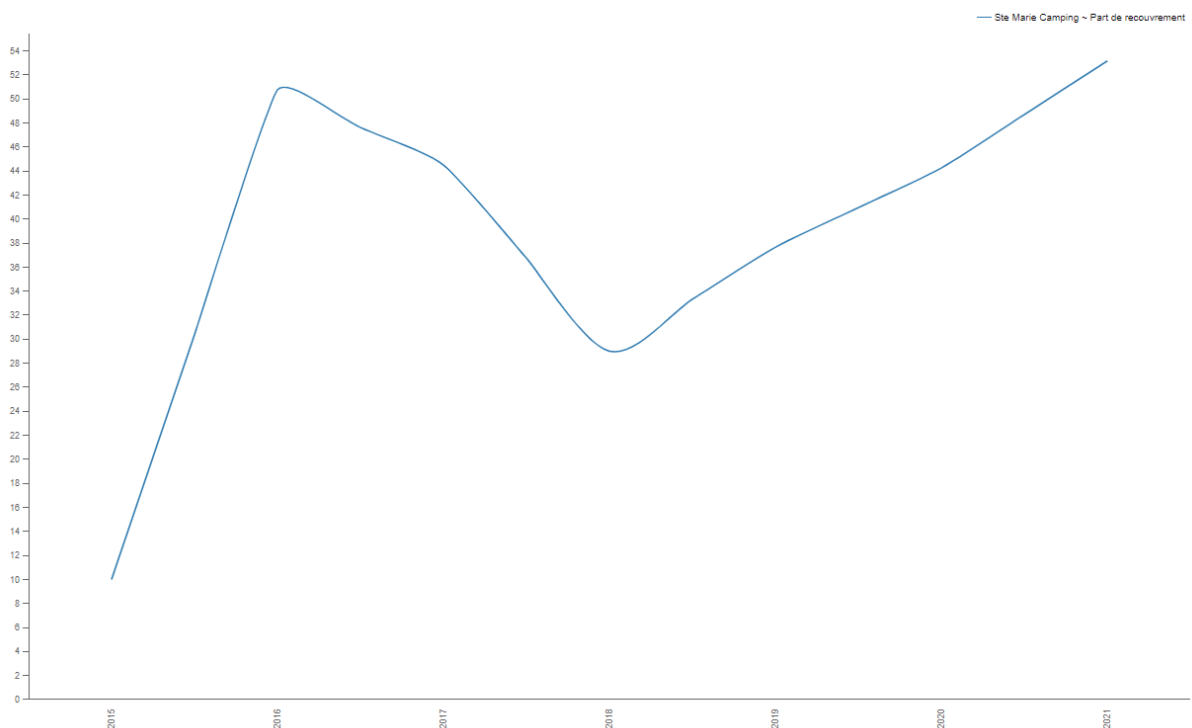


Illustration 182 – Evolution du taux de recouvrement sur le transect de Sainte-Marie camping entre 2015 et 2021

Sur ce transect, malgré une plage large, les casiers les plus proches du pied de dune souffrent de piétinement ce qui explique une diminution de leur recouvrement végétal. On note effectivement une diminution généralisée du recouvrement végétal sur les 6 casiers les plus proches du pied de dune, c'est-à-dire côté plage, sur les 30 derniers mètres du transect, la végétation est mise à mal.

4.9. CELLULE 8 – DU BOURDIGOU A L’AGLY

Cette cellule comprend les secteurs de l’embouchure du Bourdigou, de Torreilles centre et le littoral au sud de l’Agly sur lequel est implanté un suivi photographique (Illustration 183).

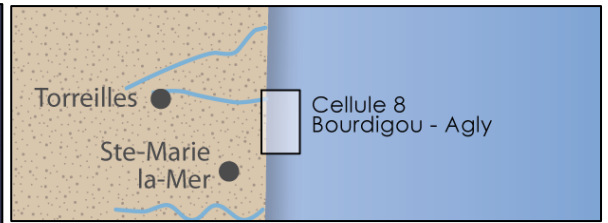
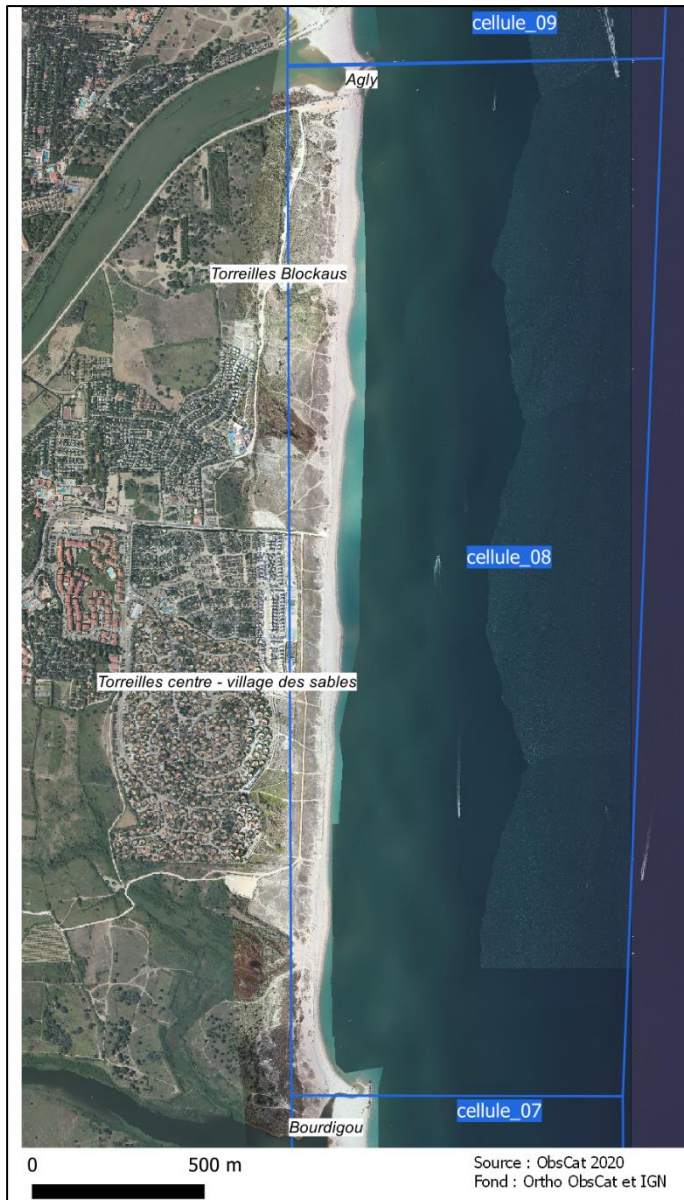


Illustration 183 - Localisation de la cellule hydrosédimentaire 8.

Les plages de la cellule sont caractérisées par des sables grossiers d’un diamètre moyen supérieur à 0,8 mm. La pente moyenne de l’avant-côte est faible et deux à trois barres sont généralement observables entre 120 m et 300 m de la ligne de rivage pour les deux premières et à environ 500 m pour la barre externe (AERMC et Université de Perpignan, 2000). D’après SOGREA (2007), le recul du trait de côte dans ce secteur est continu et présente des valeurs de l’ordre de -0,7 m/an (sur la période 1980 à 2004). Depuis 2009, le trait de côte présente un recul important, de l’ordre de -2 m/an. Mais les levés réguliers réalisés dans le cadre de l’ObsCat mettent en évidence une avancée depuis 2013.

L'avant-côte est assez dynamique, présentant une alternance de profils à une ou deux barres, dont les positions sont très variables. Le secteur est passé d'un système à deux barres en 2009 à un système à une barre interne très proche de la côte, et une barre externe discontinue à plus de 500 m du trait de côte.

Cette cellule peu urbanisée correspond à une « coupure » au sens de la Mission Racine⁸. Seuls sont présents au niveau de Torreilles le « Village des sables » (résidence pavillonnaire) et des campings situés à plus de cent mètres en arrière de la plage. Aucune information sur des rechargements n'a été recensée. Les digues calibrant le Bourdigou et l'Agly sont les seuls ouvrages durs présents, PMM ayant privilégié l'installation de ganivelles sur la commune de Torreilles pour conserver l'aspect naturel du site.

Cette cellule abrite un massif dunaire protégé par des ganivelles depuis 1998, dont la zone de protection s'est étoffée en 2009. Les plages de Torreilles sont soumises à des opérations de nettoyage mécanique deux à trois fois par semaine et tous les jours du 15 avril au 15 septembre. Ce nettoyage n'est cependant pas réalisé sur le trait de côte, ni sur le pied de dune, ni sur les secteurs trop étroits.

Embouchure du Bourdigou

Les digues installées depuis 1976 ont stabilisé l'embouchure du Bourdigou tout en perturbant le transit sédimentaire (Illustration 184 et Illustration 186). On constate pourtant, depuis 2013, des alternances de périodes d'érosion et d'accrétion au sud et au nord de l'embouchure.

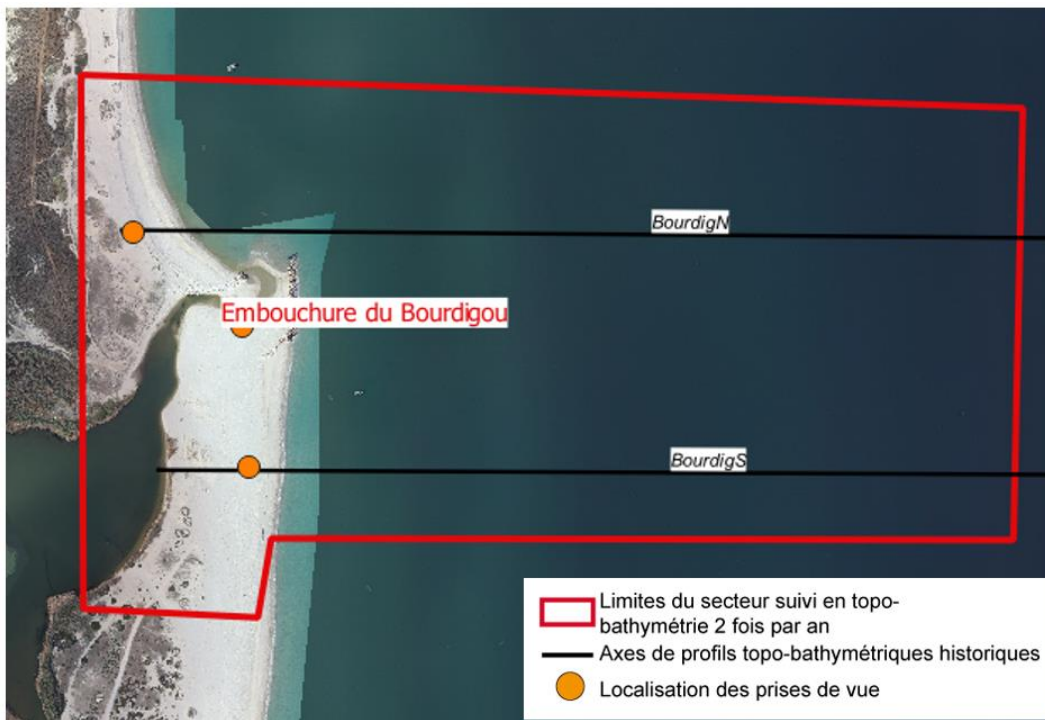


Illustration 184 - Secteur de l'embouchure du Bourdigou, profils de référence et prises de vues.

⁸ De 1963 à 1982, la Mission interministérielle pour l'aménagement touristique du Languedoc-Roussillon (Mission Racine du nom de son responsable) a planifié l'aménagement du littoral, bâti les grands équipements structurants d'aujourd'hui et a transformé la physionomie du littoral et l'économie régionale.

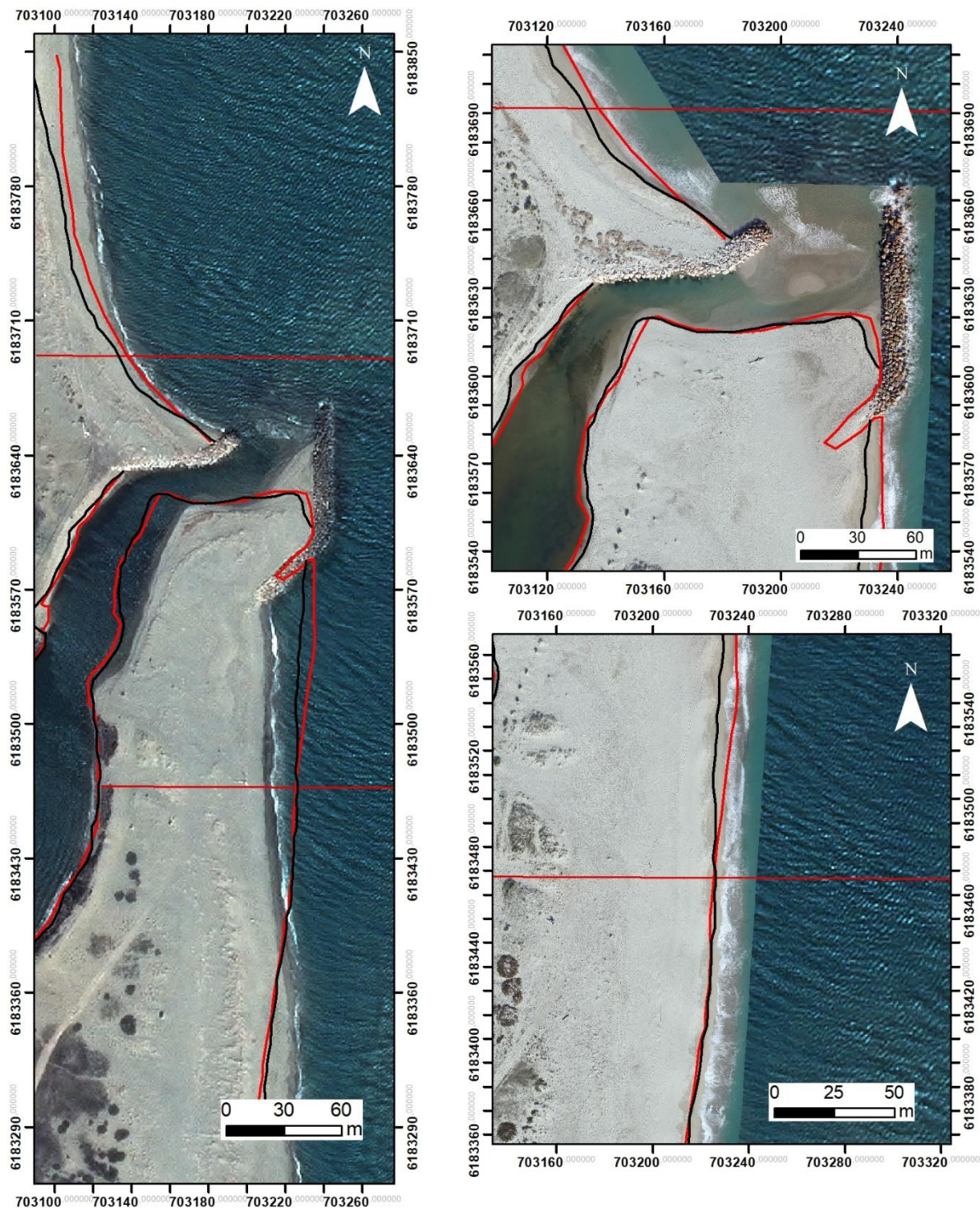
Le système de barre interne est complexe et irrégulier, tandis que la barre externe, bien formée au sud du secteur, s'estompe vers le nord. La berme de bas de plage est bien marquée et pentue. Le haut de plage possède une pente douce, qui s'inverse sur la plage sud. La plage nord est nettement plus étroite avec une pente de haut de plage assez prononcée (Illustration 185). Elle subit d'assez importantes modifications au gré des tempêtes et des coups de mer : formation d'une falaise d'érosion du pied de dune. La position du trait de côte fluctue assez fortement, recule suite à des coups de mer - avance lors des périodes prolongées de forte tramontane -, dont les houles inversent la dérive sédimentaire. Pendant ces périodes, les sédiments viennent ainsi s'accumuler contre la digue nord du Bourdigou. A l'extrémité de la flèche sud, proche de l'embouchure proprement dite, la plage est large et globalement stable. Elle est fréquemment submergée et balayée par le jet de rive des vagues pendant les tempêtes, qui entraîne des sédiments vers l'arrière et vient les déposer jusque dans le chenal d'embouchure. Du fait de ce phénomène, la végétation peine à se fixer sur cette partie de la flèche sableuse.



Illustration 185 – Suivi photographique du Bourdigou Nord, bas de plage entre 2018 et 2021.

Evolution saisonnière du trait de côte.

Comme au cours de l'hiver 2018-2019, les berges de l'embouchure interne du Bourdigou sont restées assez stables au cours de l'hiver 2019-2020 (Illustration 186). L'embouchure est restée ouverte sur la mer entre les deux digues. Les mouvements du trait de côte des deux flèches sont très peu importants et non significatifs. On peut considérer l'ensemble du secteur comme stable sur le plan du trait de côte et malgré une succession importante de tempêtes hivernales dont la forte tempête Gloria.



Source:
campagnes OBSCAT
de novembre 2019 et mars 2020
Image: Pléiades, IGN, 03-2015 et
orthophotographie ObsCat
Novembre 2019
Système de coordonnées:
RGF93-Lambert-93
Auteur : BRGM

- TDC Novembre 2019
- TDC Mars 2020 (LEG 1)
- Profils de référence

Illustration 186 - Carte des traits de côte de novembre 2019 à mars 2020 pour le secteur du Bourdigou.

Déplacements sédimentaires saisonniers

Les comparatifs topo-bathymétriques présentés pour le Bourdigou sont, comme pour la Têt, le comparatif annuel avril 2019/mars 2020 et le comparatif été 2020 mars 2020/septembre 2020. La topo-bathymétrie de mars est réalisée à partir des données topographiques de mars 2020 (MNS photogrammétrique Leg1), des données bathymétriques en mer de mars 2020 (Leg1) et dans l'embouchure de mai 2020 (Leg2).

Le comparatif annuel avril 2019/mars 2020 (Illustration 187 à gauche) montre d'importants déplacements sédimentaires, tant en mer que dans l'embouchure interne. Ils sont probablement liés, dans l'embouchure interne, à la crue Gloria, bien que le Bourdigou soit normalement peu soumis aux fortes crues, compte tenu de son bassin versant très court. Au niveau de l'anse formée par le sud de la plage de Torrelles et la digue nord, on note une érosion du bas de plage et une accumulation sédimentaire dans les petits fonds. Sur la flèche au sud, au contact avec la digue d'embouchure, une accumulation s'est également formée, sur le bas et le haut de plage, sur près de 150 m de linéaire. Elle résulte probablement du transit vers le nord des sédiments érodés plus au sud en bas de plage et dans les petits fonds.

Ces importants déplacements sédimentaires se traduisent par un bilan global en accrétion de +46 008 m³, dont +49 037 m³ pour la partie immergée, et -3 029 m³ pour la partie émergée. La perte sur la partie émergée est très limitée spatialement, essentiellement au niveau du trait de côte.

Le comparatif estival (Illustration 187 à droite) montre des déplacements de plus faible ampleur que pour la période précédente, sur la partie immergée comme sur la partie émergée. On notera une érosion qui s'est accentuée dans l'anse au nord et qui touche également les petits fonds qui s'étaient accrétés entre avril 2019 et mars 2020. De même, le sud de la flèche sableuse a subi une nouvelle phase érosive le long du rivage, sur le bas de plage et les petits fonds. Ces érosions sont à mettre à l'actif d'un été riche en coups de mer, 6 au total entre mars et septembre.

Le bilan sédimentaire global pour l'été 2020 est à nouveau positif, +28 319 m³, dont +32 596 m³ pour la partie immergée et -4 276 m³ pour la partie émergée.

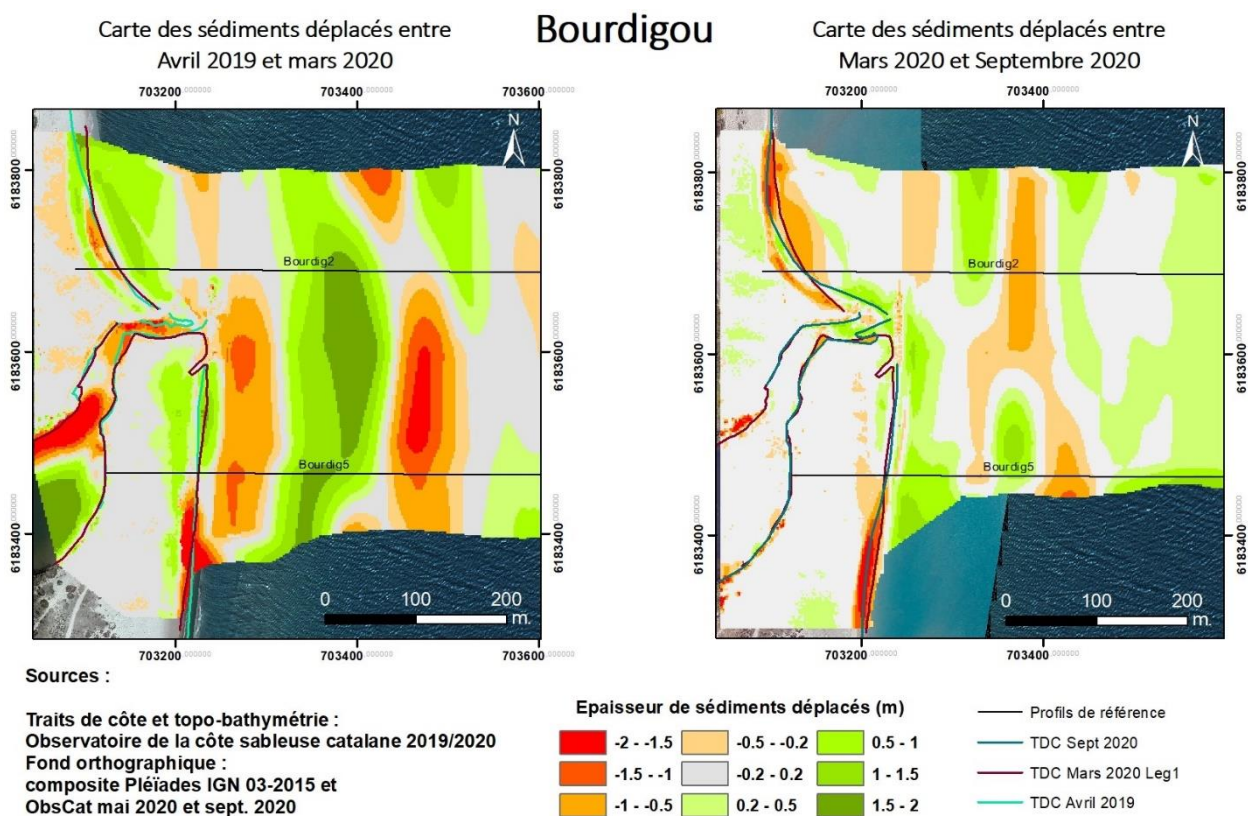


Illustration 187 – Carte annuelle et carte saisonnière des déplacements sédimentaires du secteur du Bourdigou. Avril 2019 – Mars 2020 à gauche et été 2020 à droite (mars 2020 – septembre 2020).

Bourdigou – Été 2019 – Avril à novembre 2019			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone émergée	+9 345	65 420	+14
Bourdigou - Novembre 2019 à mars 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone émergée	-12 374	64 358	-19
Bourdigou – Annuel - Avril 2019 à mars 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone complète	+46 008		
Zone immergée	+49 037	261 934	+19
Zone émergée	-3 029	64 358	-5
Bourdigou – Été 2020 - Mai à septembre 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone complète	+28 319		
Zone immergée	+32 596	304 108	+11
Zone émergée	-4 276	67 126	-6

Illustration 188 - Tableau récapitulatif des volumes de sédiments déplacés pour la période de l'été 2019 à septembre 2020.

Bilan interannuel : bilan sédimentaire et trait de côte

L'évolution pluriannuelle du bilan sédimentaire zone complète du secteur du Bourdigou présente des alternances de périodes d'accumulation et d'érosion (Illustration 189). Le bilan sur les 4 années analysées est positif jusqu'en avril 2019 (+72 180 m³). Le bilan de la zone émergée présentait une croissance depuis mars 2015 jusqu'en mars 2017. Depuis, une décroissance modérée est observée. Elle se poursuit et s'accélère même, jusqu'en septembre 2020, après une brève augmentation en novembre 2019. Cette décroissance est très certainement en relation avec l'érosion de la partie nord depuis quelques années. Le bilan global suit une évolution inverse sur la période 2019-2020.

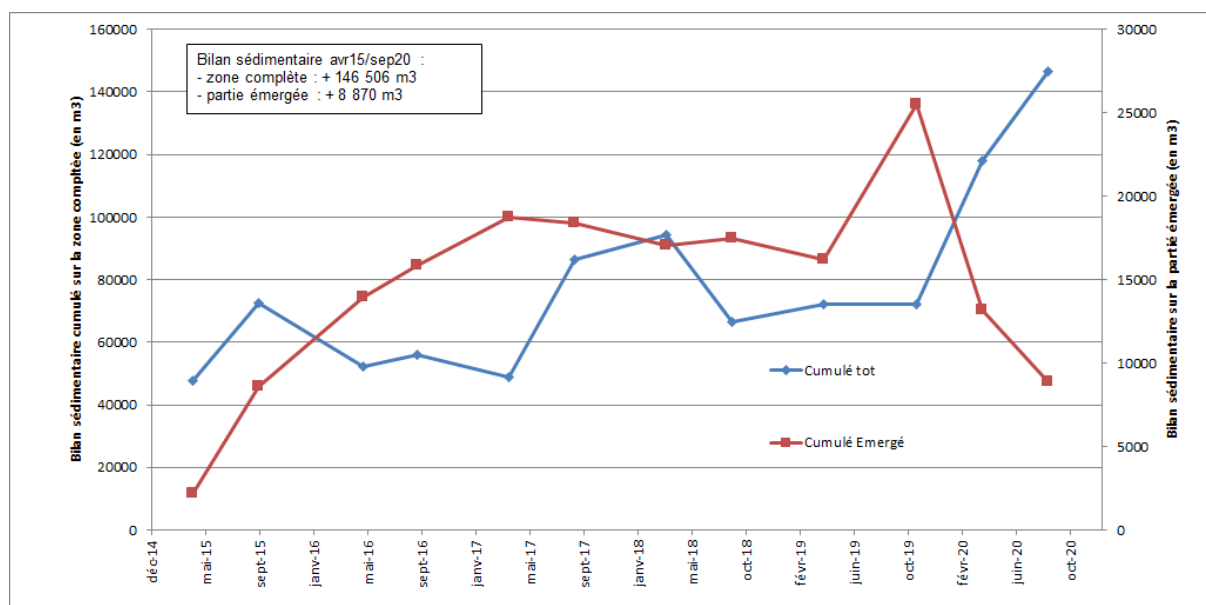


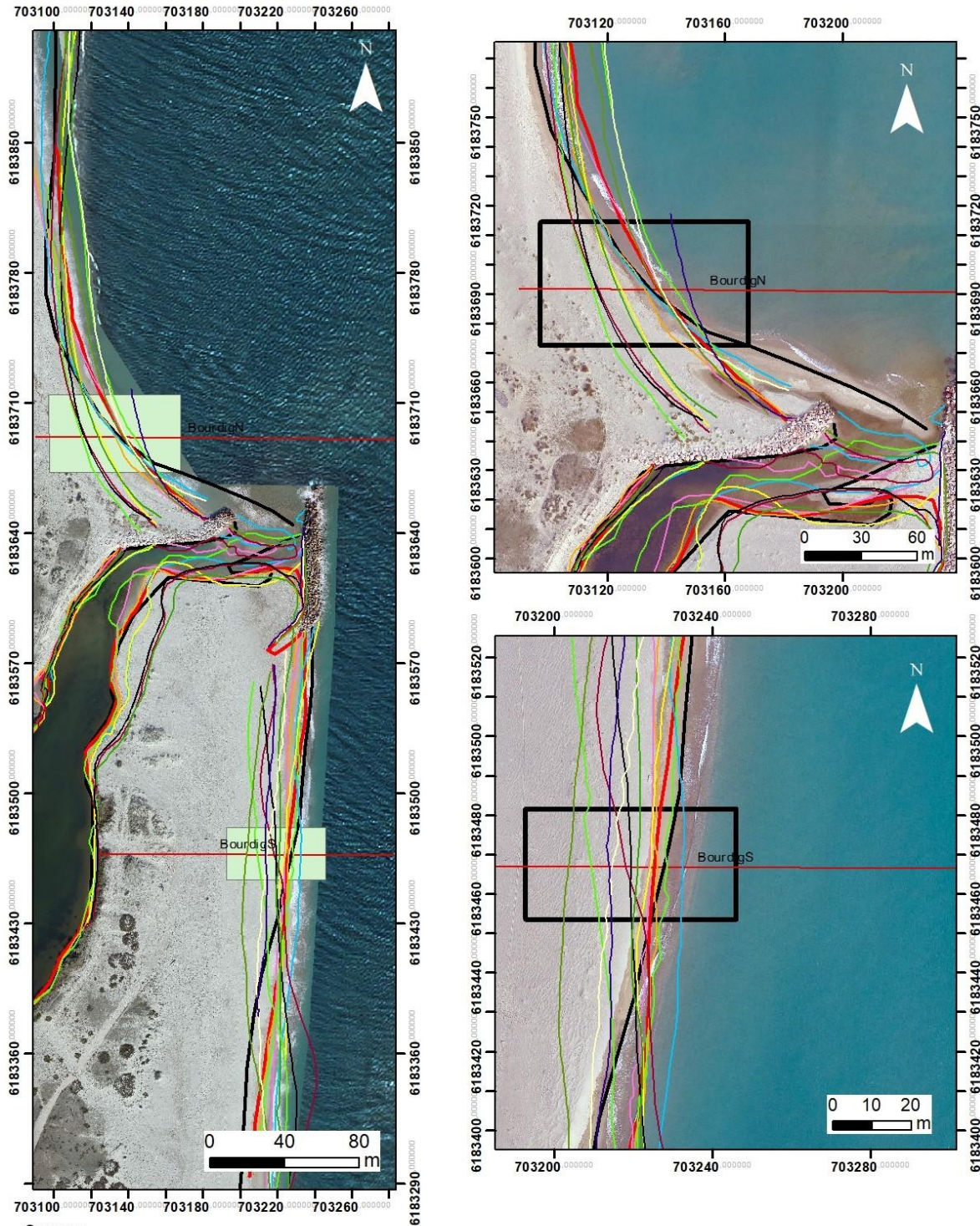
Illustration 189 – Bilans sédimentaires cumulés des zones complètes et émergées entre avril 2015 et septembre 2020 pour le secteur du Bourdigou.

Au nord du secteur, l'évolution interannuelle se caractérise par des oscillations importantes de la position du trait de côte (Illustration 190). Depuis 2013, la partie nord tend à reculer avec un maximum de recul atteint en avril et septembre 2018, avec près de -33 m perdus. Mais en avril 2019, le trait de côte s'est avancé de nouveau de près de 20 m. En septembre 2020, la position du trait de côte se maintient dans cette même position. Les reculs du trait de côte se déroulent généralement lors des périodes hivernales.

L'influence de l'ouvrage de maintien de l'ouverture de l'embouchure est importante sur la partie nord, car elle en prive pour partie des apports en sédiments par la dérive littorale sud-nord, expliquant ainsi sa tendance à l'érosion. Les épisodes de tramontane, tendent à ralentir cette érosion : les houles générées (NE) inversent la dérive littorale et apportent du sédiment dans cette encoche.

Le sud du secteur montre une tendance à l'avancée du trait de côte avec une linéarisation de celui-ci le long de la digue sud de l'embouchure : +29 m entre septembre 2014 et septembre 2017. On notera cependant un recul d'une dizaine de mètres depuis septembre 2017. En septembre 2020, le trait de côte au niveau du profil de référence se maintient dans cette position. Plus au sud en revanche, suite aux deux dernières années riches en tempêtes hivernales et coup

de mer estivaux, il constitue la position la plus reculée connue depuis le début du suivi ObsCat sur ce secteur (recul de -15 m environ).



Source:
campagnes OBSCAT
d'oct. 2013 à Mars 2020
Image: Pléiades, IGN, 03-2015 et
orthophotographie ObsCat
septembre 2020
Système de coordonnées:
RGF93-Lambert-93
Auteur : BRGM

- TDC Oct 2013
- TDC Mai 2016
- TDC Octobre 2018
- TDC Avril 2014
- TDC Sept 2016
- TDC Avril 2019
- TDC Sept 2014
- TDC Avril 2017
- TDC Novembre 2019
- TDC Avril 2015
- TDC Sept 2017
- TDC_Mars2020_partiel_Leg 1
- TDC Sept 2015
- TDC Avril 2018
- TDC Septembre 2020
- Profils de référence 2020

Illustration 190 – Carte des traits de côte entre octobre 2013 et septembre 2020 sur le secteur du Bourdigou.

Biologie

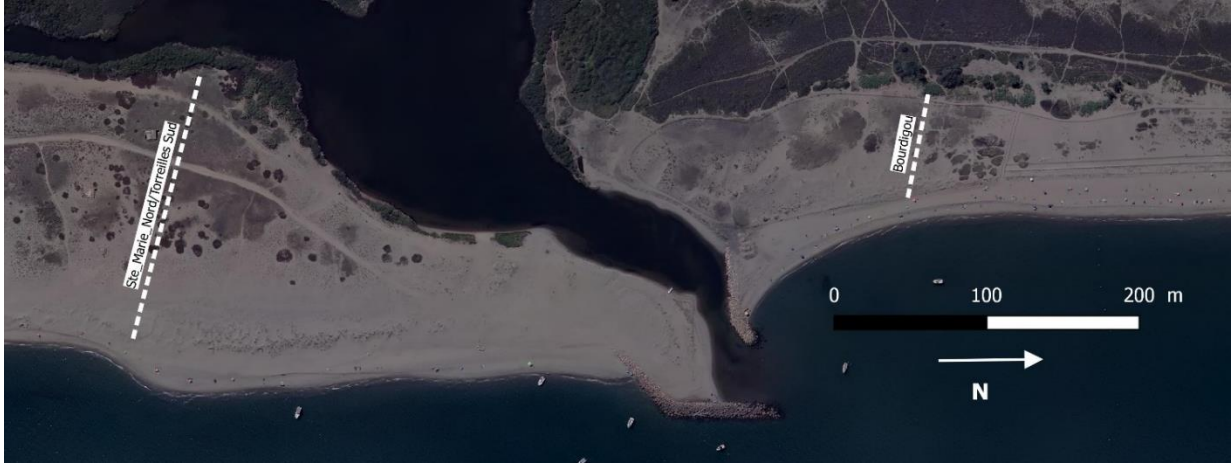


Illustration 191 – Localisation des transects de végétation au Bourdigou

Au Sud, la plage est large et le taux de recouvrement moyen par casier se maintient aux alentours de 50% depuis 2014 avec un taux à 45% en 2021. Toutefois on notera l'appauvrissement de certains casiers de dune fixée en raison de piétinement par les chevaux ; le casier 6 est passé de 90% à 20% de recouvrement végétale entre 2020 et 2021.

Au nord de l'embouchure du Bourdigou, la situation est très différente car le phénomène de rétrécissement de la plage émergée impacte également le cordon dunaire depuis plusieurs années. La végétation n'a pas le temps de s'adapter et seul l'habitat de dune fixée se maintient, le taux de recouvrement moyen est de 21% en 2021.



Illustration 192 – Evolution de l'environnement dunaire au Nord de l'embouchure du Bourdigou entre 2014 et 2018 (photo-aériennes ObsCat)

L'augmentation du nombre d'espèce présentes qui avait tendance à augmenter s'est largement réduit entre 2020 et 2021.

Toutefois, même si la végétation disparaît, ce cordon dunaire naturel constitue un habitat privilégié pour les laro-limicoles comme le Gravelot à collier interrompu qui niche à même le sable.



Illustration 193 –

d'invasive sur le cordon dunaire de Ste-Marie nord / Torrelles Sud.

Présence



Illustration 194 – Nid de Gravelots à collier interrompu au Nord de l'embouchure du Bourdigou en Juin 2020.

Torreilles centre

La plage de Torreilles centre (Illustration 195) est un secteur où les conditions d'évolution de la morphologie des barres sont relativement « naturelles » avec une variabilité saisonnière et interannuelle importante. Le haut de plage est marqué par une dune réhabilitée plutôt large (environ 100 m). Des travaux de restauration dunaire ont en effet été mis en œuvre par PMM en 2014. Ils ont consisté en l'implantation d'un dispositif de piégeage du sable et de gestion de la fréquentation (ganivelles et lisses). Aujourd'hui, ces ouvrages sont régulièrement dégradés par l'assaut des houles de tempête mais un entretien régulier permet de pérenniser leur efficacité.

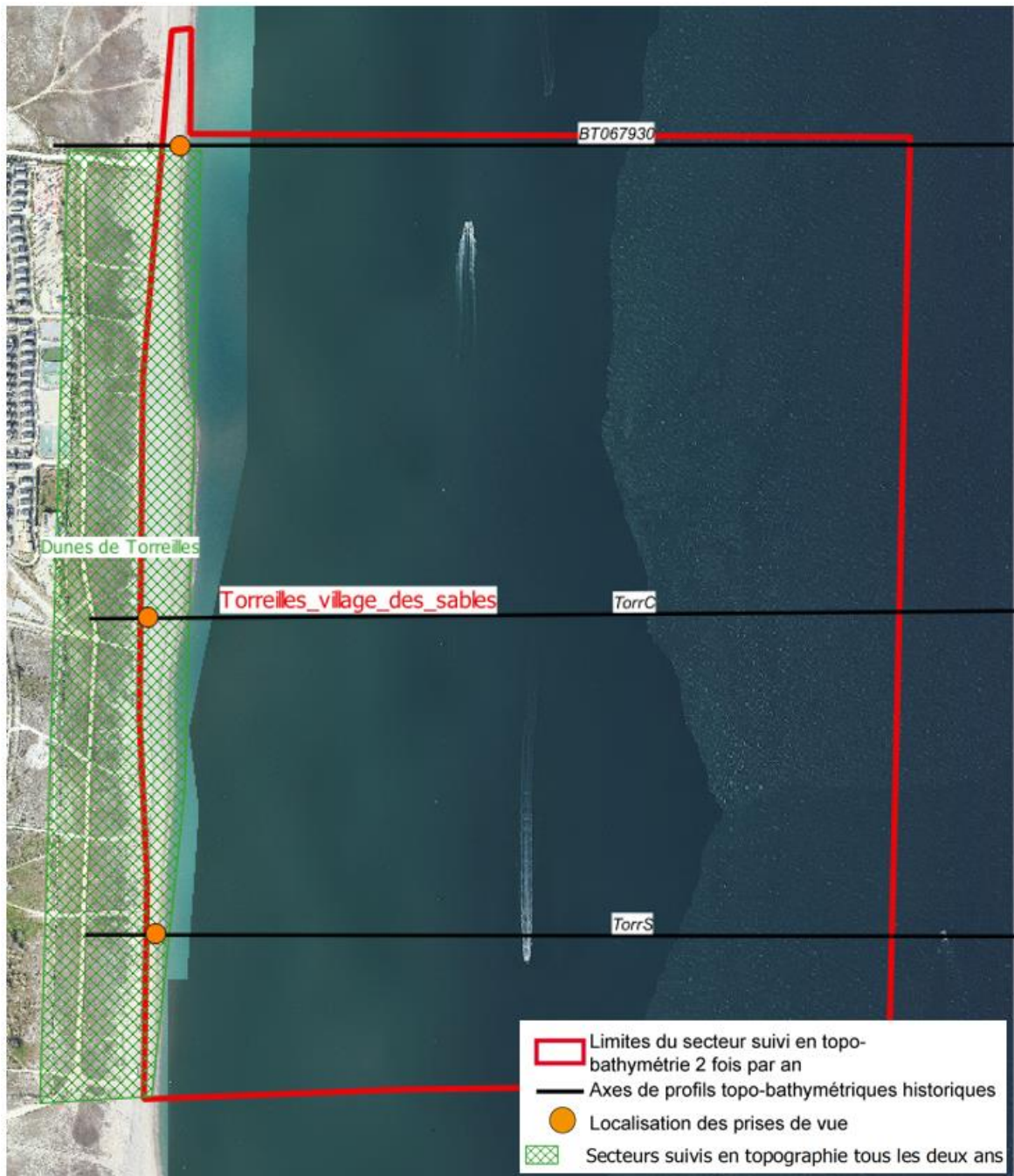


Illustration 195 - Secteur de Torreilles, profils de références et prises de vue.

En règle générale, la plage est plutôt étroite au centre du secteur tandis qu'elle s'élargit au nord et au sud. Mais depuis le printemps 2017, la situation est différente, en particulier pour la partie sud et centrale du secteur, mais aussi pour la partie nord dans une moindre mesure. Ces plages sont caractérisées par une pente plutôt forte notamment sur le bas de plage par endroits (Illustration 196).

Au large, le système de barres internes est assez complexe et fractionné avec, selon les saisons, 2 à 3 barres. Le système de barres suit un mouvement longitudinal vers le nord qui induit un déplacement de crêtes et de baies sur le trait de côte. La barre externe, située à 400 m du trait de côte et à une profondeur de -5,5 m environ, est assez bien marquée au sud du secteur, avant de quasiment disparaître vers le centre, et enfin de réapparaître sur la partie nord.

Ce secteur constitue un enjeu touristique avec la présence de campings et du village des sables en arrière des dunes qui sont entrecoupées de voies de passage pour les piétons, ainsi que par l'installation de restaurants sur la plage. Le littoral de Torreilles est un secteur fluctuant et sensible aux franchissements du cordon dunaire par les vagues lors des tempêtes.

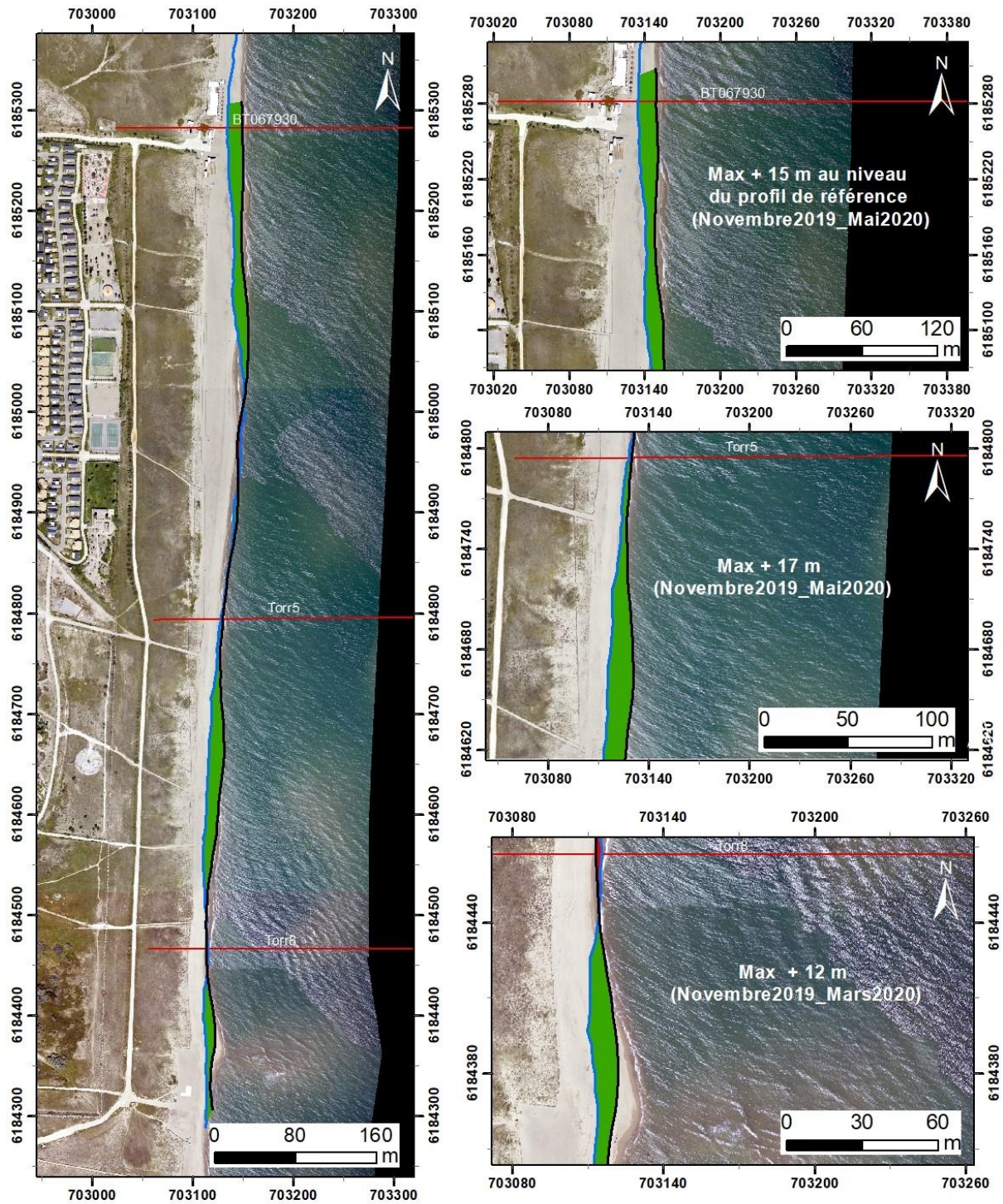


Illustration 196 – Suivi photographique de Torreilles, profil centre entre 2017 et 2019.

Evolution saisonnière du trait de côte.

A l'issue de l'hiver 2019-2020, le trait de côte du secteur de Torreilles présente une avancée sur tout le secteur (Illustration 197). Jusqu'à +17 mètres sur la partie sud et jusqu'à +15 mètres pour la partie nord. Au centre, le trait de côte varie peu, il y a une stabilisation de la variation de ce trait de côte durant la période hivernale 2019-2020.

L'évolution du trait de côte hivernale de l'année précédente était totalement à l'inverse de celle-ci, on trouvait une érosion marquée sur toute la partie Sud et une légère érosion au nord, ainsi qu'une accrétion sur la zone centrale qui est stable pour l'année 2019-2020.



Source:
campagnes OBSCAT
Novembre 2019 et Mars 2020
Image: Pléiades, IGN, 03-2015 et
orthophotographie ObsCat mai 2020
Système de coordonnées:
RGF93-Lambert-93
Auteur : BRGM

Trait de côte

- TDC Mars 2020
- TDC Novembre 2019
- Profils de référence
- Avancée
- Recul

Illustration 197 – Carte des traits de côte de Novembre 2019 et de Mars 2020 et évolution hivernale pour le secteur de la plage de Torreilles.

Déplacements sédimentaires saisonniers

En l'absence d'acquisitions bathymétriques en novembre 2019, les déplacements sédimentaires saisonniers ne peuvent être appréciés seulement sur la plage émergée. Un comparatif topobathymétrique annuel, avril 2019-mars 2020, est présenté pour permettre de visualiser la dynamique sédimentaire en mer et la résultante à terre à l'échelle des 2 saisons passées.

La carte des déplacements sédimentaires de l'été-début automne 2019 (Illustration 198) montrent l'apparition d'une très importante érosion de la plage émergée dans sa partie centrale, et d'une accrétion plus modérée au nord de celle-ci. Ce phénomène est à relier avec les deux tempêtes qui ont touché coup sur coup la côte catalane, en septembre (Hs 3,5 m) et octobre (Hs 4,5 m). Leur impact a été particulièrement marqué sur Torreilles, sur une plage déjà peu large en avril 2019. La perte en volume de sédiment pour cette période est estimée à $-19\,639\text{ m}^3$.

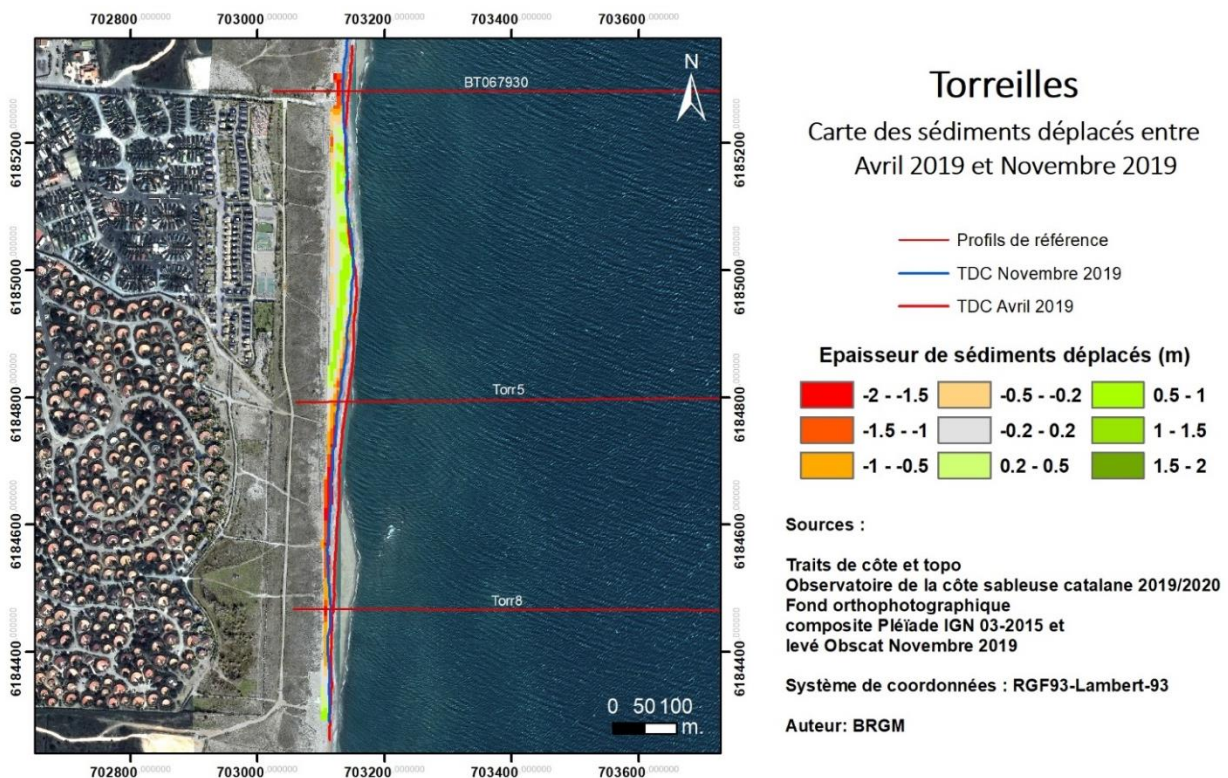


Illustration 198 - Carte saisonnière des déplacements sédimentaires du secteur de Torreilles entre Avril 2019 et Novembre 2019.

Durant l'hiver 2019/2020 les déplacements sédimentaires sur la zone émergée sont assez hétérogènes (Illustration 199 à gauche). On trouve une alternance du sud au nord de portions en accrétion et en érosion, en lien avec la dynamique des barres d'avant-côte. On remarque que la zone très fortement érodée à l'automne 2019 est cette fois en légère accrétion. Mais ce phénomène est très loin de pouvoir compenser la perte subie la saison précédente. L'érosion progresse modérément vers le nord de cette portion. Cette évolution hivernale se traduit par un bilan légèrement positif sur la plage émergée de $+2018\text{ m}^3$.

Le comparatif annuel sur le secteur, avril 2019 à mars 2019 (Illustration 200) image clairement, au niveau de la zone fortement érodée à l'automne 2019, que l'accrétion hivernale modérée n'a pas suffi à compenser le déficit créé (Illustration 200). On visualise très bien la focalisation de l'érosion sur cette partie centrale de la plage et dans les petits fonds qui lui sont connectés.

Sur la carte des déplacements sédimentaires de l'été 2020 (mars-septembre 2020), on observe une érosion marquée du bas de plage, sur presque la totalité du linéaire (Illustration 199 à droite) à nouveau sur le même secteur érodé depuis l'automne 2019. Elle correspond à une nouvelle perte de $-9\,123\text{ m}^3$. Cette érosion se retrouve également dans les petits fonds connectés au droit de cette zone. Le bilan de la plage immergée est en revanche positif avec un gain de $+47\,515\text{ m}^3$. Cette nouvelle phase d'érosion à terre est à mettre à l'actif, très vraisemblablement des six coups de mer de l'été 2020.

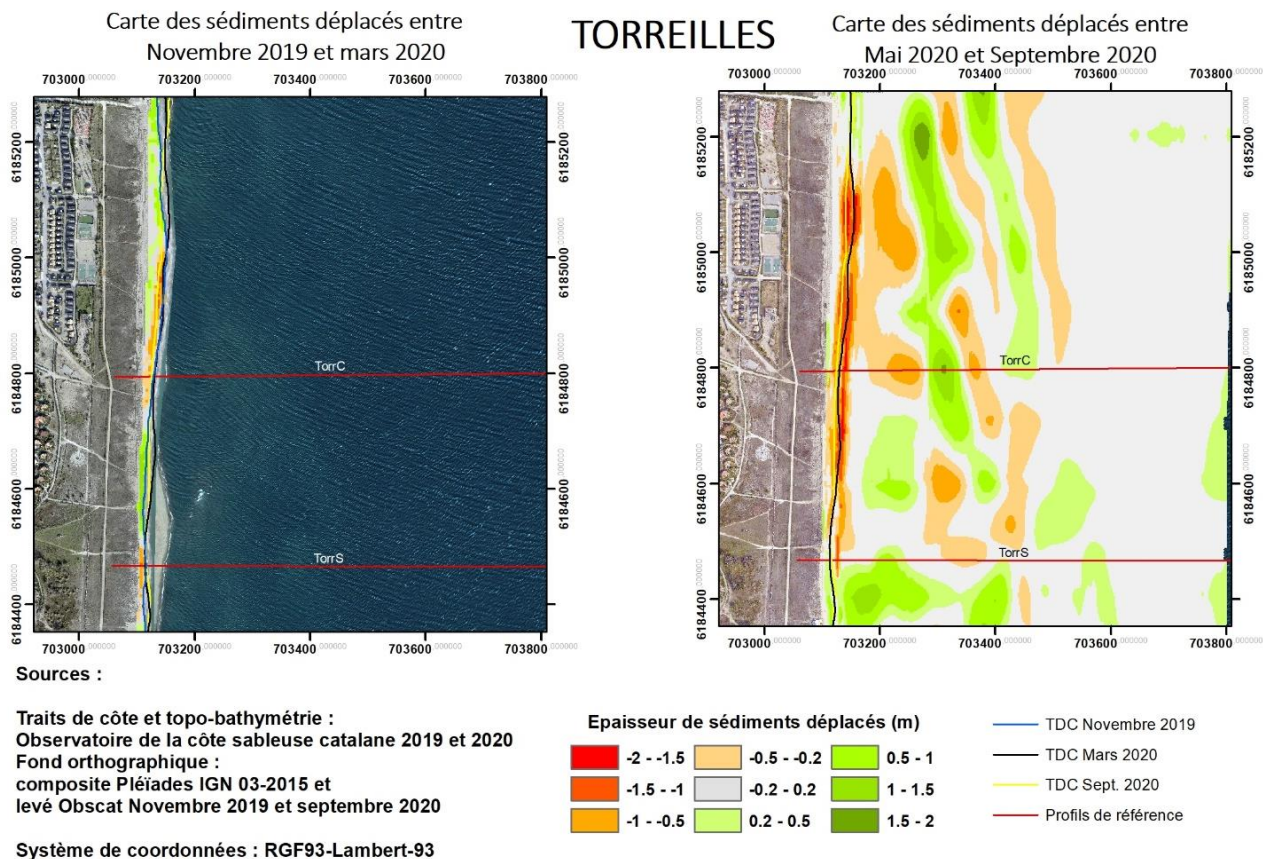


Illustration 199 - Cartes saisonnières des déplacements sédimentaires du secteur de Torrelles, hiver 2019-2020 à gauche (novembre - mars) et été 2020 à droite (mai 2020 – septembre 2020).

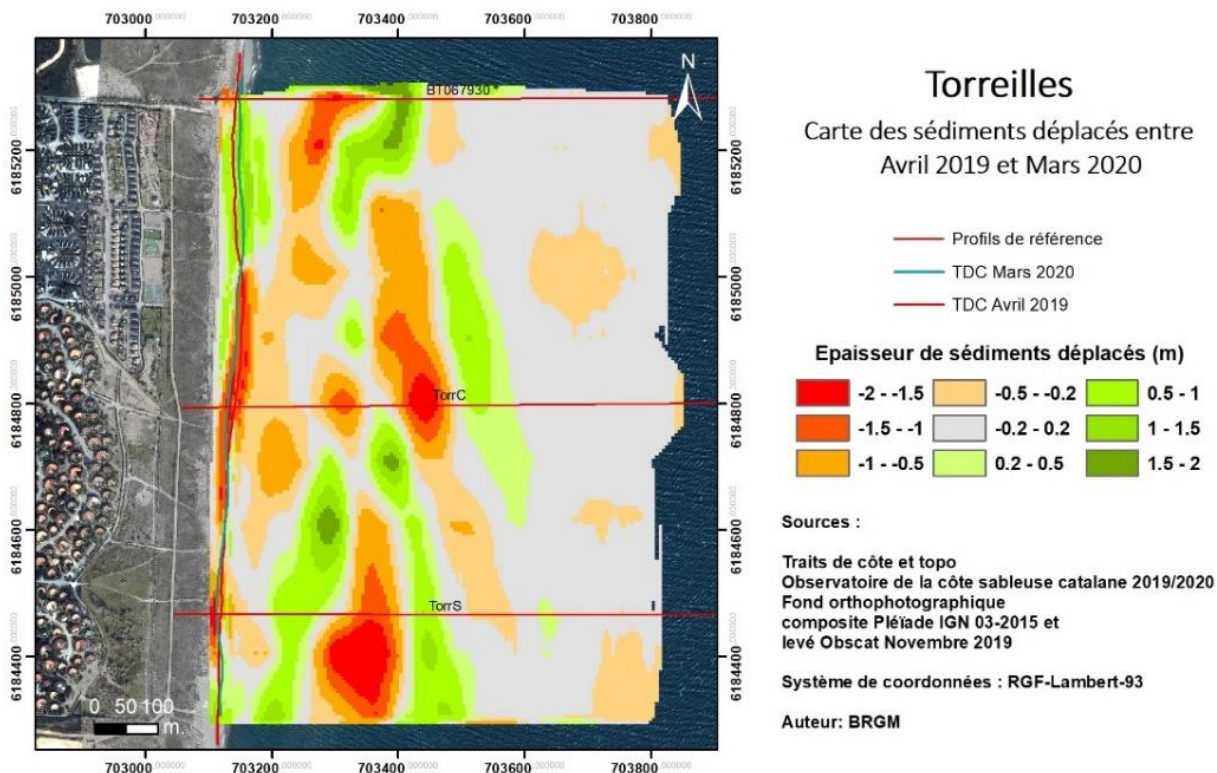


Illustration 200 - Carte des déplacements sédimentaires pour la période annuelle Avril 2019-Mars 2020, exemple du site de Torreilles.

Torreilles – Été 2019 – Avril à novembre 2019			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone émergée	-19 639	26 225	-75
Torreilles - Novembre 2019 à mars 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone émergée	+2 018	29 425	+7
Torreilles – Annuel - Avril 2019 à mars 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone complète	+206 159		
Zone immergée	+223 780	699 265	+35,9
Zone émergée	-17 621	29 425	-60
Torreilles – Été 2020 - Mai à septembre 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone complète	+38 391		
Zone immergée	+47 515	659 794	+7,2
Zone émergée	-9 123	28 418	-32

Illustration 201 - Tableau récapitulatif des volumes de sédiments déplacés pour la période d'octobre 2014 à septembre 2020.

Impacts de la tempête Gloria, 20 -22 janvier 2010

Les impacts les plus importants sont les 3 zones d'érosion apparues lors de l'événement (Illustration 202), au centre et au sud du secteur, avec formation de falaises d'érosion dunaire, associée à un recul jusqu'à 5 mètres du front dunaire et un abaissement de la topographie du profil de plage supérieur à 1 mètre. Au niveau de ces zones, du fait du recul du front dunaire, la crête dunaire est à présent plus basse (Illustration 202, profil central et profil sud).

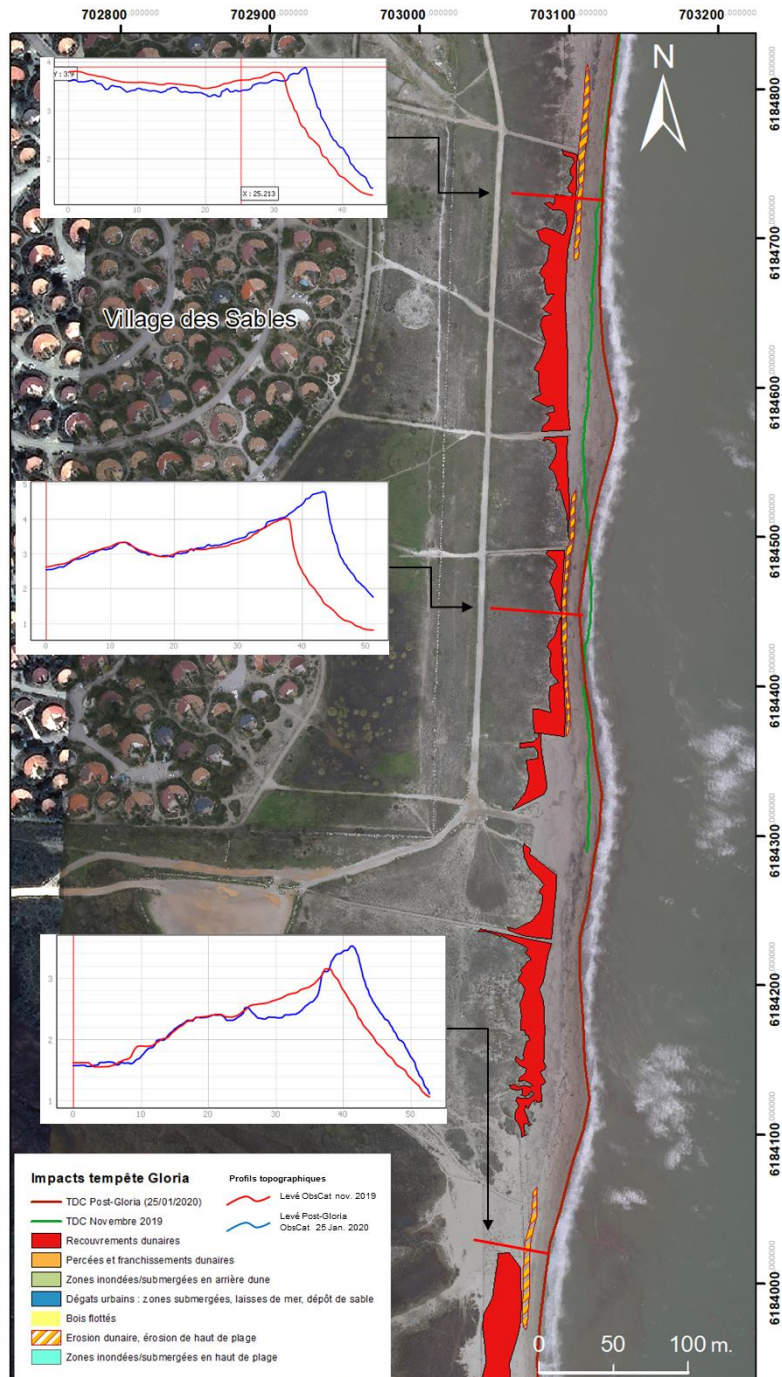


Illustration 202 - Impacts à la côte de la tempête Gloria : photointerprétation et comparaison des orthophotographies et topographies des levés photogrammétriques ObsCat post-tempête du 25/01/2020 et de la campagne de novembre 2019.

Bilan interannuel : bilan sédimentaire et trait de côte.

Entre 2014 et avril 2018, le secteur de Torrelles a gagné près de 121 829 m³ de sédiments et semble se stabiliser depuis la forte accumulation de l'hiver 2014-2015 (Illustration 203). La plage émergée a vu son volume de sédiment croître de +9 046 m³ avec un pic lors de l'hiver 2016-2017 lié à l'accolement de la barre interne sur le trait de côte. La tempête du 1^{er} mars 2018 avait eu pour effet un démaigrissement notable de la plage émergée qui avait été compensé lors de l'hiver 2018/2019.

Au global, les bilans sédimentaires tendaient à montrer une certaine stabilité depuis 2015 (oscillations bornées à +/- 50 000 m³) pour la zone complète, et une tendance à un déficit modéré sur la zone émergée depuis mars 2017.

Mais depuis avril 2019, la partie centrale de la plage de Torrelles a été particulièrement touchée par les phénomènes d'érosion, démarrés par les 2 épisodes de tempêtes consécutives en septembre et octobre 2019. La plage émergée sur cette période a enregistré une perte de -26 744 m³ de sable.

La plage immergée, après une période de stabilité de près de 4 année, est à nouveau en accrétion nette sur la période 2019-2020.

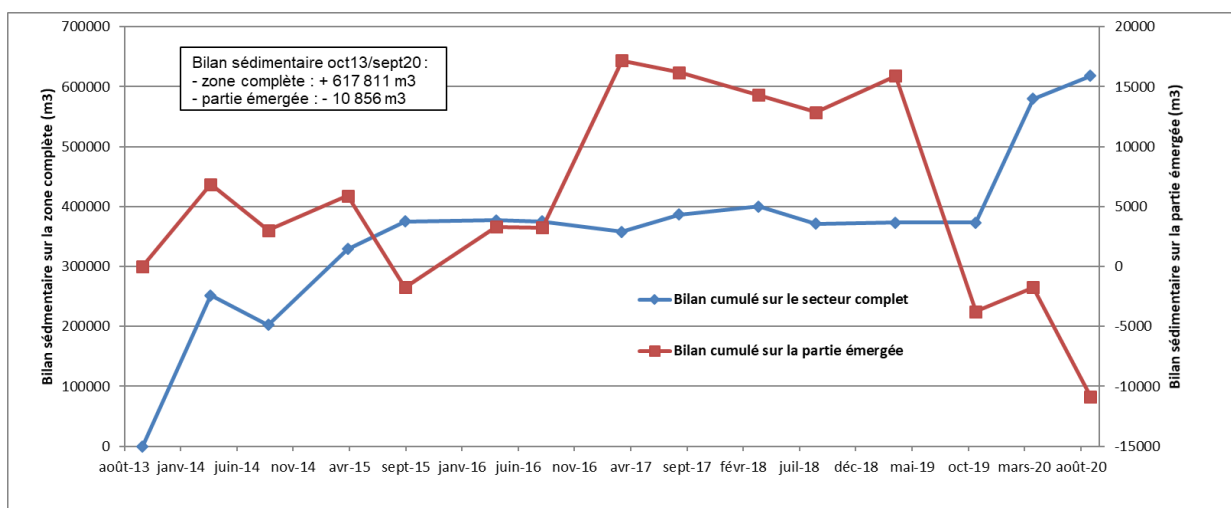


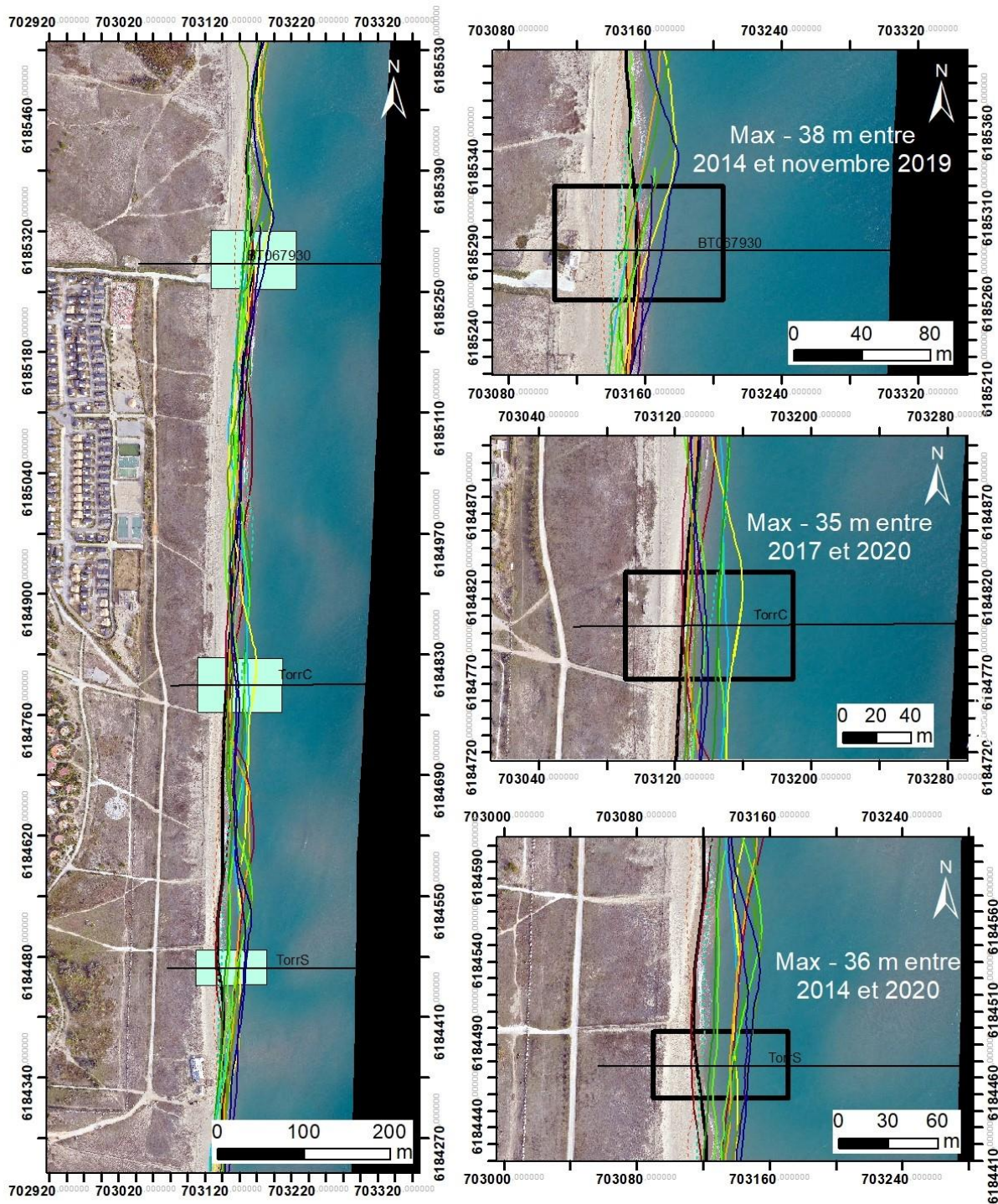
Illustration 203 - Bilans sédimentaires cumulés zone complète et zone émergée entre octobre 2013 et septembre 2020 pour le secteur de Torrelles.

Après une phase d'avancée du trait de côte au centre du secteur et de recul au nord et au sud jusqu'en 2017, la tendance sur la partie centrale, plus précisément entre les deux profils de référence TorrC et TorrS, est au recul prononcé suite aux événements tempétueux successifs qui ont fortement touché le secteur depuis avril 2019 (-35 m environ). Dans ce secteur c'est en effet le trait de côte de novembre 2019 qui est le plus reculé, et celui de septembre 2020 reste très proche de cette position extrême. Au nord du secteur, au niveau du profil de référence BT067930, le trait de côte de novembre 2019 représente comme au centre-sud la position la plus reculée, en retrait de -38 m par rapport à avril 2014 (position la plus avancée). Mais dans cette portion, le trait de côte en septembre 2020 est de nouveau dans une position intermédiaire.

Globalement, le fonctionnement morphosédimentaire du secteur de Torrelles est fortement dépendant du mouvement des barres sous-marines. Elles forcent les migrations longitudinales des sinuosités de plages et expliquent ces disparités d'évolutions du trait de côte le long de la plage, avec parfois des inversions de tendances. On observe ainsi le déplacement progressif des

points d'érosion et d'accrétion vers le nord sous l'action des houles dominantes de sud-est. Ainsi l'évolution du trait de côte est variable selon les secteurs, et dans le temps, avec parfois des oscillations assez importantes. Reste à savoir si la tendance récente de recul récente de la partie centrale du secteur est un phénomène transitoire issue de ce fonctionnement du site ou bien si une tendance au recul s'est installée durablement.

La plage de Torreilles, avec des pentes fortes et des profondeurs importantes rapidement atteintes (-2,50 m à 20 m du rivage) est particulièrement vulnérable aux aléas érosion et submersion. Cette morphologie accentue la puissance du déferlement sur la plage, du fait d'une faible dissipation de l'énergie des vagues sur l'avant-côte. Ce déferlement pouvant être important lors des tempêtes, le trait de côte ainsi que le cordon dunaire peuvent être en conséquence plus lourdement impactés.



Source:
campagnes OBSCAT
d'oct. 2013 à avril 2019
Image: Pléiades, IGN, 03-2015 et
orthophotographie ObsCat
septembre 2020
Système de coordonnées:
RGF93-Lambert-93
Auteur : BRGM

- | | | |
|------------------|------------------|-------------------------|
| — TDC Sept 2018 | — TDC Mai 2016 | - - - TDC Avril 2019 |
| — TDC Oct 2013 | — TDC Sept 2016 | - - - TDC Novembre 2019 |
| — TDC Avril 2014 | — TDC Avril 2017 | — TDC Mars 2020 |
| — TDC Sept 2014 | — TDC Sept 2017 | — TDC Septembre 2020 |
| — TDC Avril 2015 | — TDC Avril 2018 | — Profils de référence |
| — TDC Sept 2015 | — TDC Sept 2018 | |

Illustration 204 - Carte des traits de côte entre octobre 2013 et septembre 2020 pour le secteur de Torreilles.

Environnement dunaire de Torrelles

Evolution morphologique

L'évolution morphologique du cordon dunaire de Torrelles est appréciée à partir de la comparaison des altimétries (modèles numériques de surface) fournies par les levés photogrammétriques de 2018 et LiDAR 2020 (Illustration 205). Le modèle numérique de surface utilisé pour ces comparaisons intègre une incertitude liée à la hauteur de la végétation pouvant avoir varié d'un levé à l'autre et d'un site à l'autre. Les variations inférieures ou égales à 25 cm sont ainsi peu significatives.

Le profil nord de ce comparatif (Illustration 205) montre un assez fort décalage constant sur l'ensemble de son tracé sur la dune grise (réputée stable), y compris semble-t-il sur la crête de dune. Ceci peut être dû à un écart lié à la végétation ou, plus probablement, à une incertitude plus importante sur la donnée photogrammétrique de 2018 en bordure du modèle.

Sur ce nouveau comparatif, la dune grise reste stable, comme en 2016/2018, sur l'ensemble du secteur (Illustration 205). Aucun transfert n'est en effet constaté entre la plage et la dune grise, Les mouvements sédimentaires se sont fait essentiellement sur la plage et les premiers mètres de dune.

Au nord, entre 2016 et 2018 le front dunaire avait reculé d'une dizaine de mètres sur un linéaire d'environ 200 mètres vers le sud. En 2020, le front dunaire s'y est stabilisé et le haut de plage s'est engraisé. Au centre, on note une augmentation à peine significative de la hauteur de la crête dunaire, mais surtout un fort recul du pied de dune (supérieur à 10 m) et un très fort abaissement de la topographie de la plage (supérieur à 2 m). En 2016, on observait au contraire une accrétion de la crête dunaire (30 à 40 cm) et en engraissement de la plage. Plus au sud l'abaissement reste fort (environ 2 m) mais on note en plus un recul important du front dunaire d'environ 10 m. En 2016 (Illustration 206), cette partie présentait déjà un recul du front dunaire, qui s'est donc accentué depuis en 2 ans. Ces évolutions soulignent et confirment le fort impact engendré par les épisodes de tempête successifs depuis 2018 et principalement ceux de septembre et octobre 2019 sur la partie centrale du secteur de Torrelles. On voit également que le front dunaire du cordon de Torrelles subit de manière pluriannuelle des phases de recul puis de stabilisation (voire de légère avancée), alternée le long du linéaire concerné.

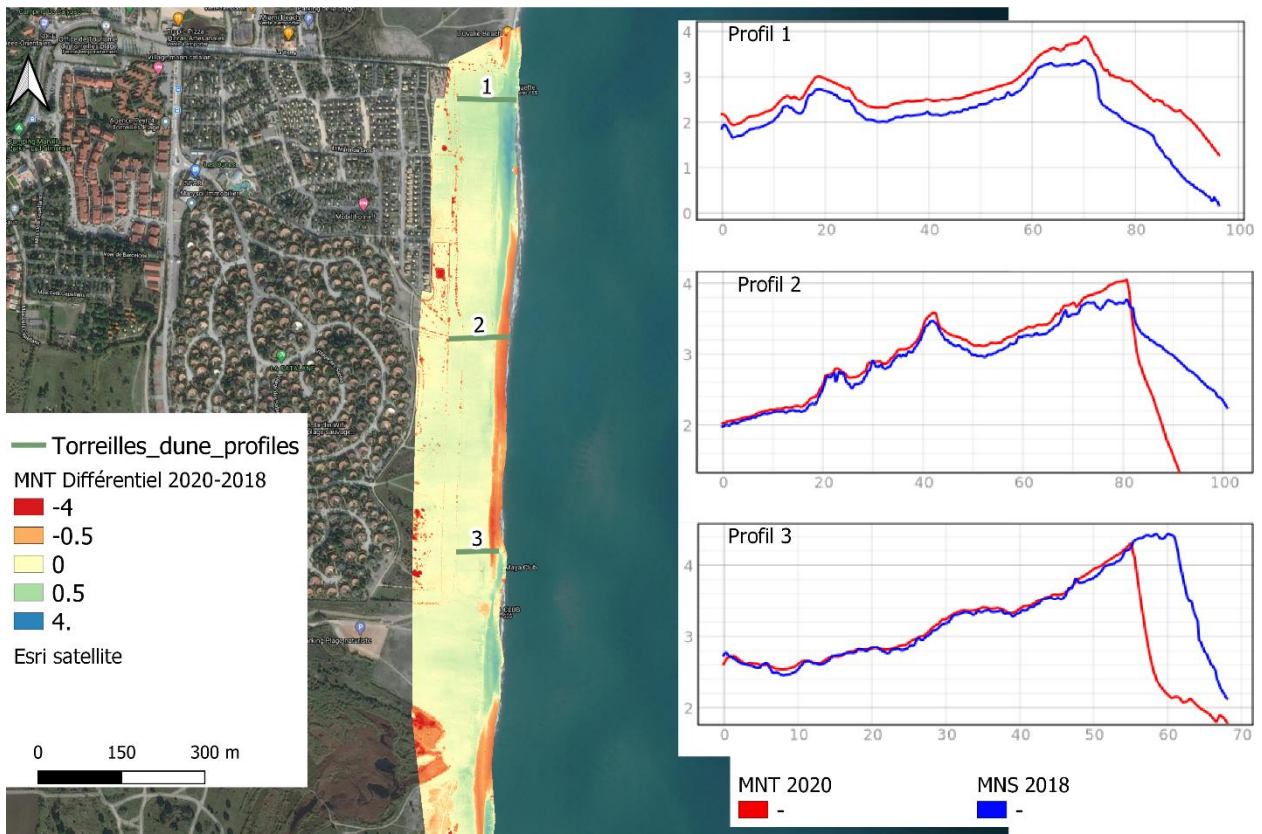


Illustration 205 – Evolution morphologique de l'environnement dunaire de Torreilles entre 2018 et 2020.

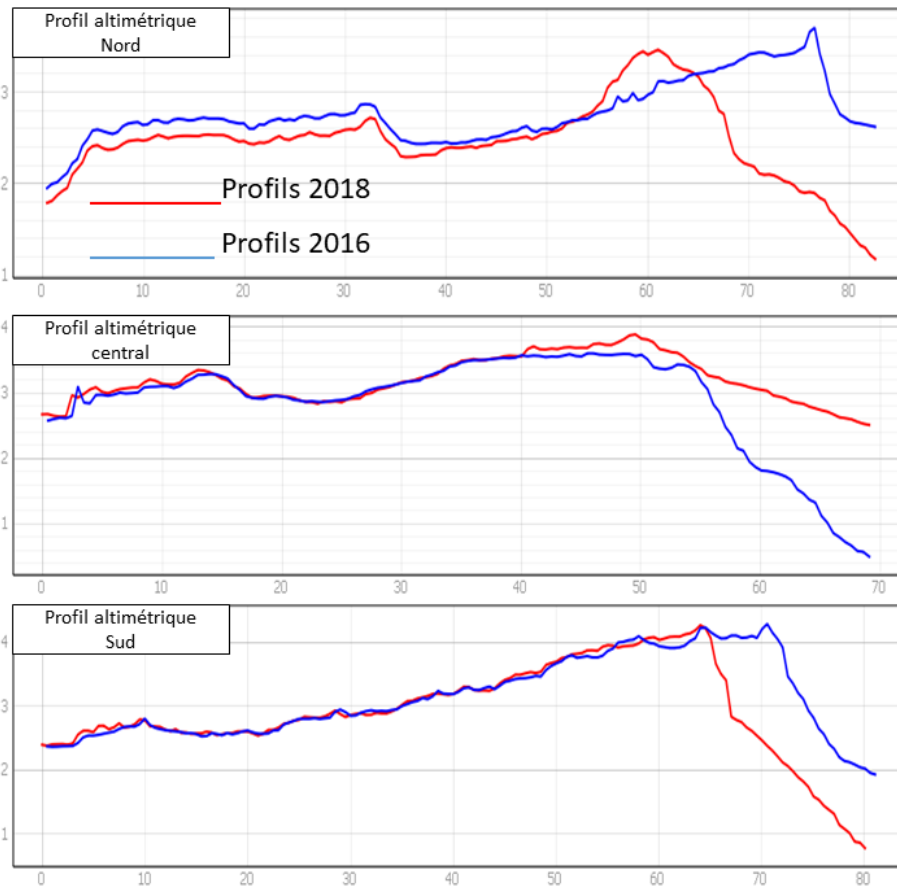


Illustration 206 - Evolution des profils topographiques de l'environnement dunaire de Torrelles entre 2016 et 2018.

Etat biologique

D'un point de vue biologique le secteur du village des sables est suivi une fois par an par le biais d'un transect représentatif (Illustration 207 et Illustration 208).



Illustration 207 – Localisation du transect de végétation au village des sables.



Illustration 208 – Aspect général du transect du Village des Sables à Torreilles.

Ce transect présente des indicateurs très satisfaisants. Son taux de recouvrement moyen reste relativement stable et représente 68% en 2020 et 2021.

Cependant son taux global de conservation n'est pas aussi bon qu'à Canet ou au mas de l'Isle en raison d'une faible typicité et représentativité des espèces sur la dune fixée. En effet malgré la présence d'une espèce endémique stable (œillet de Catalogne ci-dessous à droite) sur plusieurs casiers en dune fixée, cet habitat reste largement occupé par une espèce prédominante : le Raisin de mer (ci-dessous à gauche). Elle est couvrante mais ne permet pas la diversité.



Illustration 209 – Raisin de mer (Ephedra) à gauche et Œillet de Catalogne à droite.

L'embouchure du Bourdigou et Torrelles « centre » sont les deux sites instrumentés deux fois par an dans le cadre du suivi quantitatif régulier. Toutefois, un suivi photo est mené sur la plage plus au Nord, au droit du blockhaus.

Ce secteur paraît stable et le cordon dunaire mise en défens ne subit pas de dégradation (Illustration 210).



Illustration 210 – Suivi photographique de Torrelles blockhaus, haut de plage entre 2019 et 2021

4.10. CELLULE 9 - DE L'AGLY A PORT BARCARES

La cellule n°9 s'étend de l'embouchure de l'Agly jusqu'à Port-Barcarès, englobant 2 sites instrumentés 2 fois par an (Illustration 211).

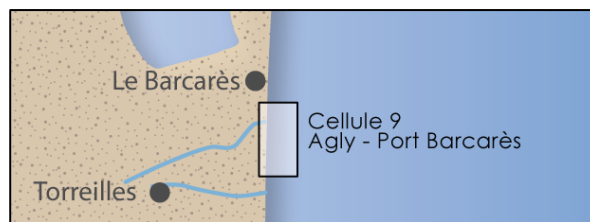
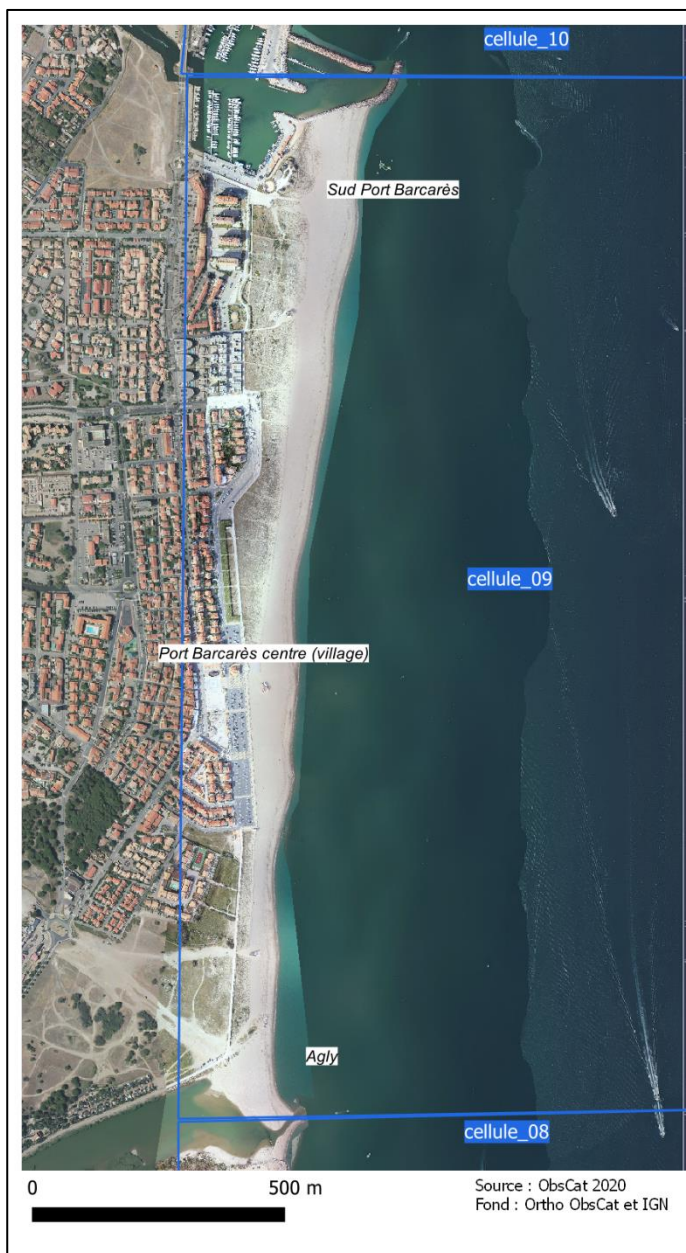


Illustration 211 - Localisation de la cellule 9.

Cette cellule est fortement anthropisée. Au sud, l'embouchure de l'Agly est endiguée par deux cordons d'enrochements situés de part et d'autre des berges afin d'en limiter la mobilité. Le nord de la cellule est délimité par la jetée portuaire du port de Barcarès. Cet ouvrage participe au blocage du transit sédimentaire, favorisant une zone d'accumulation au droit de la jetée sud. Cette zone a été, par le passé, utilisée comme source d'extraction en sédiments pour alimenter les rechargements en sable des plages au nord du port.

L'arrière-plage de l'ensemble du secteur abrite des formations dunaires résiduelles, mises en défens depuis 2014. Ce massif dunaire en reconquête, est bordé à l'ouest par le centre-ville de

la commune du Barcarès, comprenant du sud au nord, un important parking, suivi d'une succession de commerces et de résidences, le tout longé par une promenade.

D'un point de vue morphologique, la cellule 9 est caractérisée par des plages de sables grossiers, mélangés à des graviers et des petits galets (diamètre inférieur à 5 cm). Les pentes sont raides à proximité du rivage, puis diminuent dans la partie centrale, jusqu'à parfois s'inverser à l'arrière (AERMC et Université de Perpignan, 2000). L'avant-côte présente des pentes faibles s'amplifiant à l'approche du rivage et deux barres sableuses y sont présentes, à environ 250 m et 500 m.

Embouchure de l'Agly

L'embouchure de l'Agly est endiguée de part et d'autre par des épis en enrochements qui contraignent sa position, mais qui entraînent également une accumulation en amont-dérive des ouvrages et une érosion en aval dérive (Illustration 212).

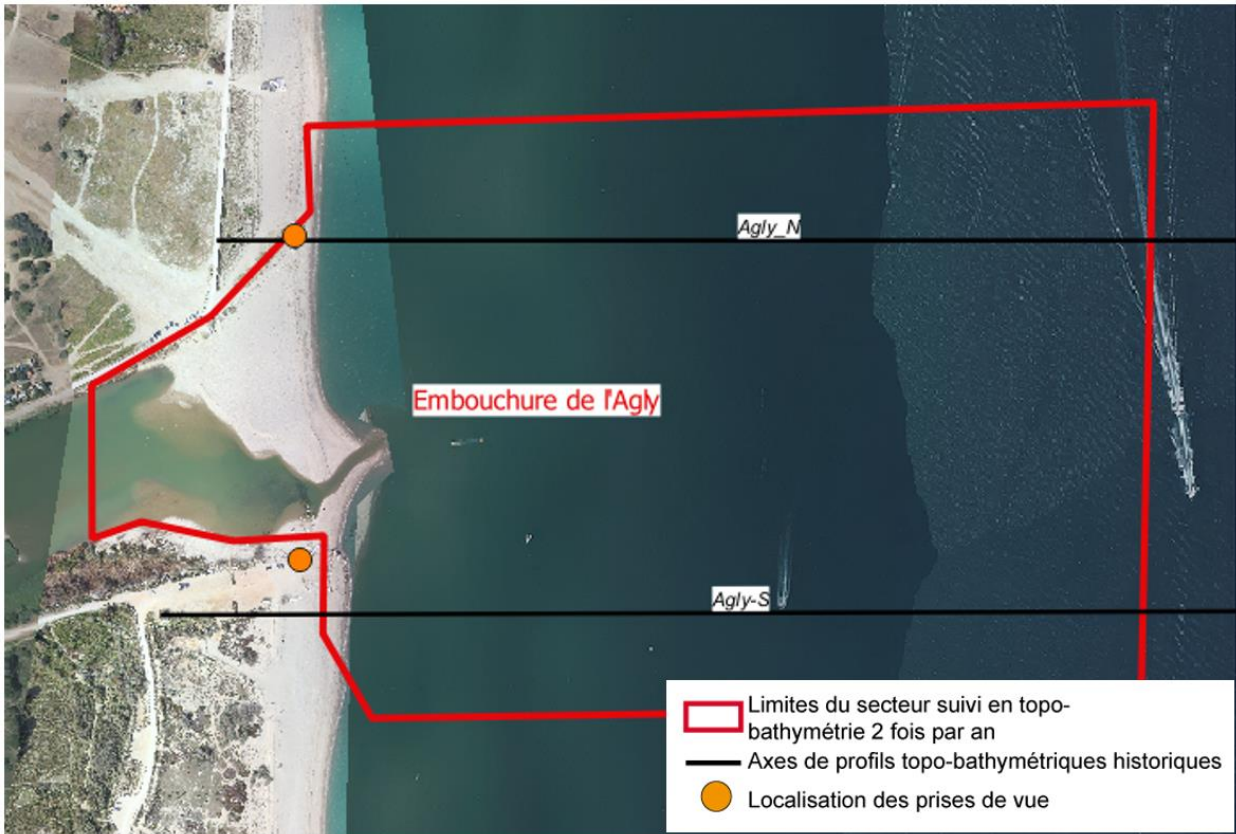
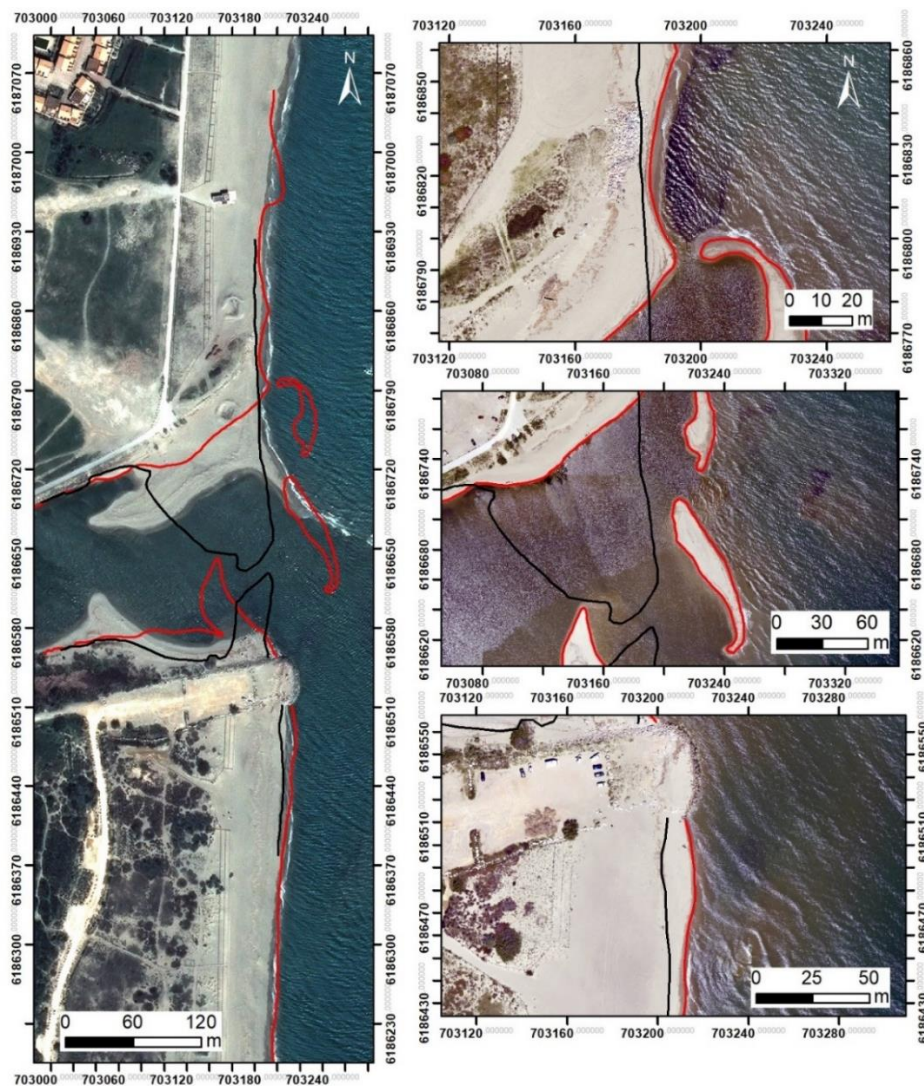


Illustration 212 - Secteur de l'embouchure de l'Agly, profils de référence et prises de vue.

L'avant-côte est caractérisée par une barre externe au droit de l'embouchure ainsi que par une barre interne qui est à une profondeur relativement faible (-1 m). Les crues et les tempêtes hivernales ouvrent régulièrement l'embouchure, d'une manière plus ou moins large suivant l'intensité des événements.

Evolution saisonnière du trait de côte

En avril 2019, en sortie d'hiver, l'embouchure de l'Agly ne présentait que peu de modifications et était fermée. Au cours du dernier hiver 2019/2020 elle subit au contraire des transformations radicales (Illustration 213). D'une situation quasiment fermée en novembre 2019, avec une flèche nord très développée et large, on passe à une embouchure large avec un démantèlement complet de la flèche nord. La flèche semble s'être partiellement reconstruite mais de manière morcelée. Au nord et au sud, le trait de côte a progressé modérément vers la mer, par suite peut-être d'un engraissement par les sables apportés par la destruction de la flèche nord. Ces importantes modifications sont bien évidemment liées à l'épisode de crue importante concomitant à la tempête Gloria en janvier 2020. On note qu'en Octobre 2020, la flèche a de nouveau progressé, fermant quasiment la totalité du chenal de l'Agly (Illustration 213 et Illustration 214).



Source:
campagnes OBSCAT
de novembre 2019 et mai 2020
Image : Pléiades, IGN, 03-2015 et
orthophotographie ObsCat
et mai 2020
Système de coordonnées:
RGF93-Lambert-93
Auteur : BRGM

— TDC Novembre 2019
— TDC Mai 2020 (leg 2)

Illustration 213 – Carte des traits de côte entre novembre 2019 et mai 2020 pour le secteur de l'Agly.

Le suivi des points photographiques rive gauche de l’embouchure permet également d’évaluer cette mobilité saisonnière du trait de côte (Illustration 214 et Illustration 215).



Illustration 214 – Suivi photographique de Torrelles Agly entre 2019 et 2020.



Illustration 215 – Suivi photographique de Barcarès Agly entre 2019 et 2020.

Déplacements sédimentaires saisonniers

Suite à un problème technique lors de l'acquisition des données en mer en mai 2020 au niveau de l'Agly (Leg2), la bathymétrie n'a pu être acquise. Seuls les déplacements sédimentaires de la partie terrestre (topographie LiDAR mai 2020) et de l'embouchure interne (bathymétrie acquise en mai 2020) peuvent donc être analysés.

L'hiver 2019/2020 est caractérisée par une importante érosion des flèches d'embouchure, tout particulièrement celle du nord et d'une partie des fonds de la partie interne (Illustration 216 à gauche). Ces modifications se traduisent dans l'embouchure par une perte de volume de -16 558 m³. L'évolution sur la partie immergée est approchée grâce au comparatif annuel avril 2019-Mars 2020. On note une perte de sédiments de l'ordre de -26 000 m³ au bénéfice très vraisemblablement des fonds au large immédiat de l'embouchure. Cette dynamique sédimentaire est à relier principalement à l'impact de la tempête Gloria et de la forte crue associée, qui a balayé les flèches d'embouchure au profit très vraisemblablement d'une accrétion des fonds au droit de l'embouchure.

Les déplacements sédimentaires opérés pendant la période de l'été 2020 ((Illustration 216 à droite) ont permis la reconstitution rapide des flèches sableuses d'embouchure à partir des matériaux déposés après la crue Gloria dans les fonds juste devant l'embouchure. Pour la partie émergée cette évolution se fait approximativement à volume constant. La partie immergée en revanche s'est accrétée modérément avec +6 868 m³.

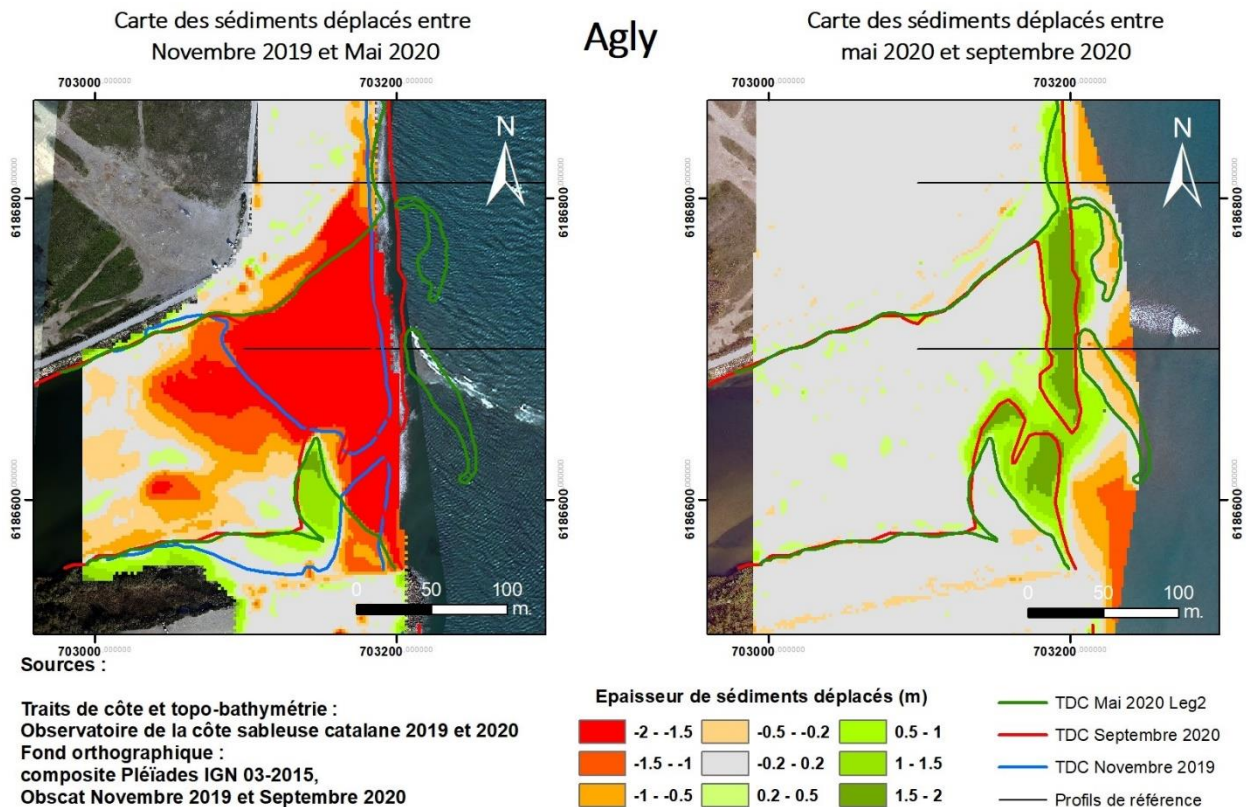


Illustration 216 - Cartes saisonnières des déplacements sédimentaires du secteur de l'embouchure de l'Agly, hiver 2019-2020 à gauche (novembre - mai) et été 2020 à droite (mai 2020 – septembre 2020).

Agly – Été 2019 – Avril à novembre 2019			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone émergée	+3 575	88 224	+4
Agly - Novembre 2019 à mars 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone émergée	-16 558	77 372	-21,4
Agly – Annuel - Avril 2019 à mars 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone complète	-39 194		
Zone immergée	-26 211	39 436	-68
Zone émergée	-12 983	77 372	-17
Agly – Été 2020 - Mai à septembre 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone complète	+6 563		
Zone immergée	+6 898	39 436	+17,4
Zone émergée	-304	89 260	-0,3

Illustration 217 - Tableau récapitulatif des volumes de sédiments déplacés pour la période de l'été 2019 à septembre 2020.

Bilan interannuel : bilan sédimentaire et trait de côte

Le bilan sédimentaire de l'Agly est globalement en diminution modérée depuis avril 2015 mais avec des oscillations saisonnières ou annuelles parfois très fortes. Le bilan global est fortement dépendant de la partie immergée, la courbe du bilan émergé ne suivant généralement pas les mêmes variations. Le bilan de la partie émergée est aussi en diminution. Elle est assez prononcée surtout lors de l'hiver 2019/2020 en raison de la crue Gloria. Le transfert du sédiment érodé de la partie émergée à la partie immergée lors de cet événement n'est pas caractérisé en l'absence de levé bathymétrique.

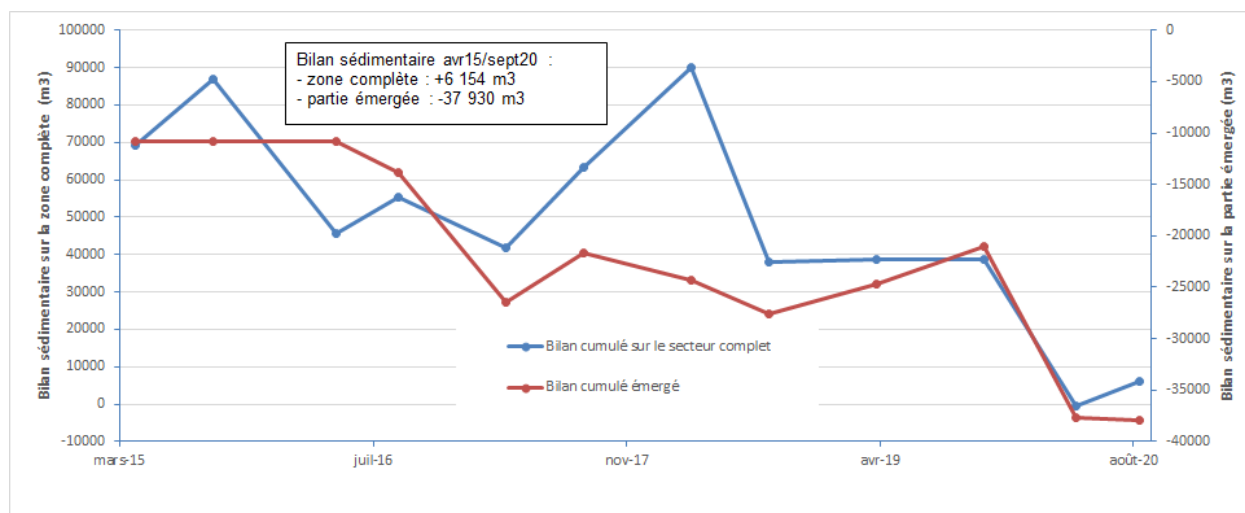
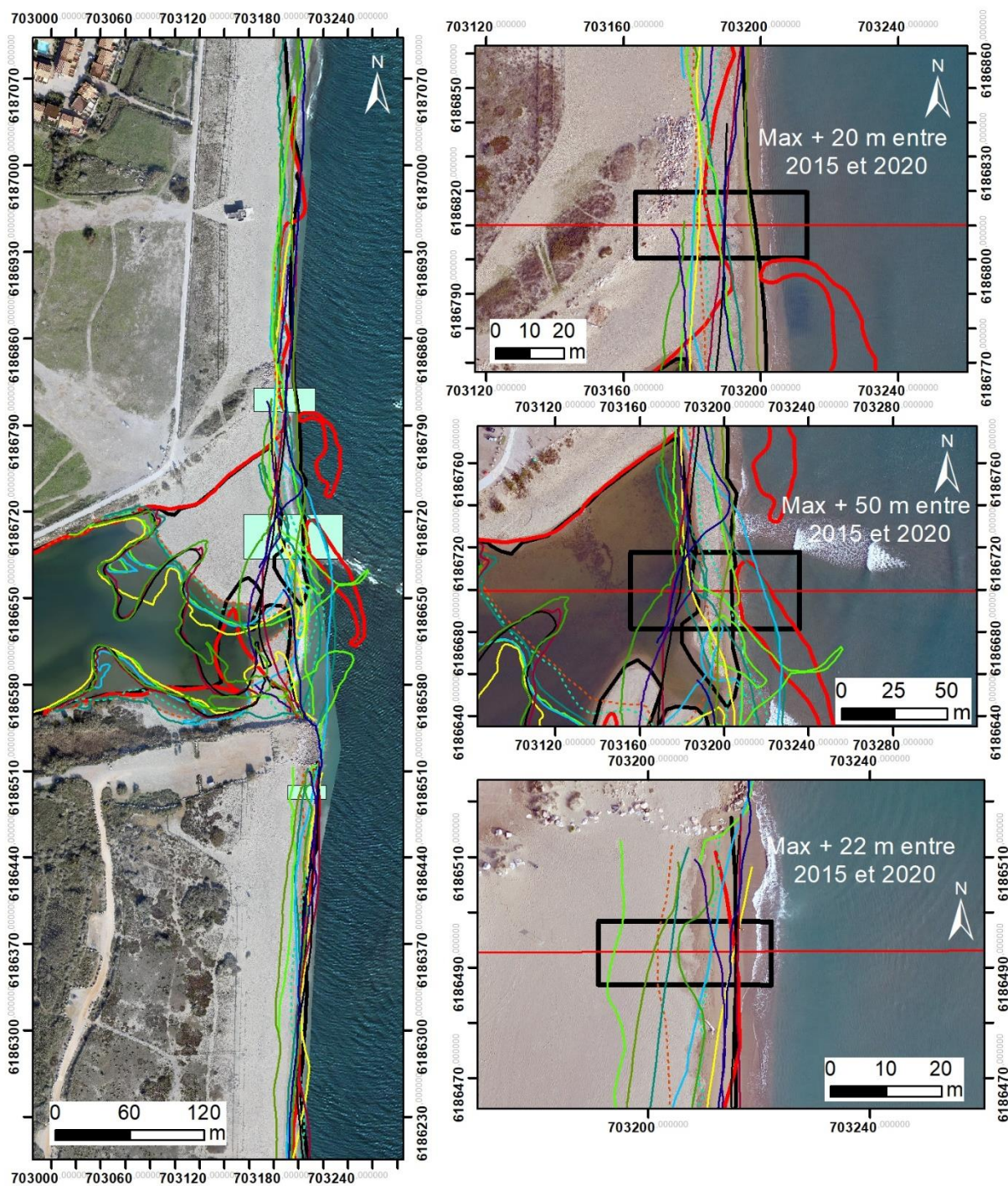


Illustration 218 - Bilans sédimentaires cumulés zone complète et zone émergée entre avril 2015 et septembre 2020 pour le secteur de l'Agly.

L'amplitude des oscillations du trait de côte varie toujours autour de la vingtaine de mètres au nord et au sud du secteur (Illustration 219). A ces deux niveaux, le trait de septembre 2020 occupe la position la plus avancée depuis le début des suivis ObsCat. L'embouchure est globalement stable depuis octobre 2013, malgré des oscillations importantes d'une saison à l'autre (+/- 20 m en 6 mois) et de manière pluriannuelle (+/- 50 m). Ceci très probablement en raison de la présence des 2 digues latérales limitant la migration des flèches vers le nord ou vers le sud (contrairement à la Têt). Les mouvements du trait de côte au cœur de l'embouchure dépendent essentiellement de l'ouverture ou non de cette dernière. Les épisodes d'ouverture ont tendance à délinéariser le trait de côte « maritime » et font avancer la position du trait de côte de part et d'autre à travers les flèches sableuses. En revanche, ces flèches ou langues sableuses ont tendance à créer une zone d'érosion en aval dérive. Mais lorsque l'embouchure est complètement fermée, formant une plage en avant des digues, le système se comporte alors comme une plage ouverte classique, avec une dérive littorale continue.



Source:
campagnes OBSCAT
d'oct. 2013 à septembre 2020
Image: Pléiades, IGN, 03-2015 et
orthophotographie ObsCat
novembre 2019 et septembre 2020
Système de coordonnées:
RGF93-Lambert-93
Auteur : BRGM

- TDC Oct 2013
- TDC Avril 2014
- TDC Sept 2014
- TDC Avril 2015
- TDC Sept 2015
- TDC Mai 2016
- TDC Sept 2016
- TDC Avril 2017
- TDC Sept 2017
- TDC Avril 2018
- TDC Octobre 18
- TDC Avril 2019
- TDC Novembre 2019
- TDC Mai 2020 Leg2
- TDC Septembre 2020

Illustration 219 - Cartes des traits de côte entre octobre 2013 et avril 2020 pour le secteur de l'Agly.

Port-Barcarès Sud

Ce site de l'ObsCat est sous l'influence de la jetée portuaire et des travaux de prélèvement de sédiments (Illustration 220). La jetée bloque les sédiments apportés du sud par la dérive littorale (Illustration 220) faisant de ce secteur une zone d'accumulation sédimentaire. Il n'est donc *a priori* pas ou peu sensible à l'érosion côtière. Des prélèvements par drague ont été effectués sur ce secteur, jusqu'en 2017, dans le cadre des opérations de rechargements en sable de la plage nord du Barcarès (site de Port-Barcarès Nord) réalisés par *by-pass* non automatisé, pour compenser les perturbations liées aux ouvrages portuaires sur la dynamique sédimentaire.

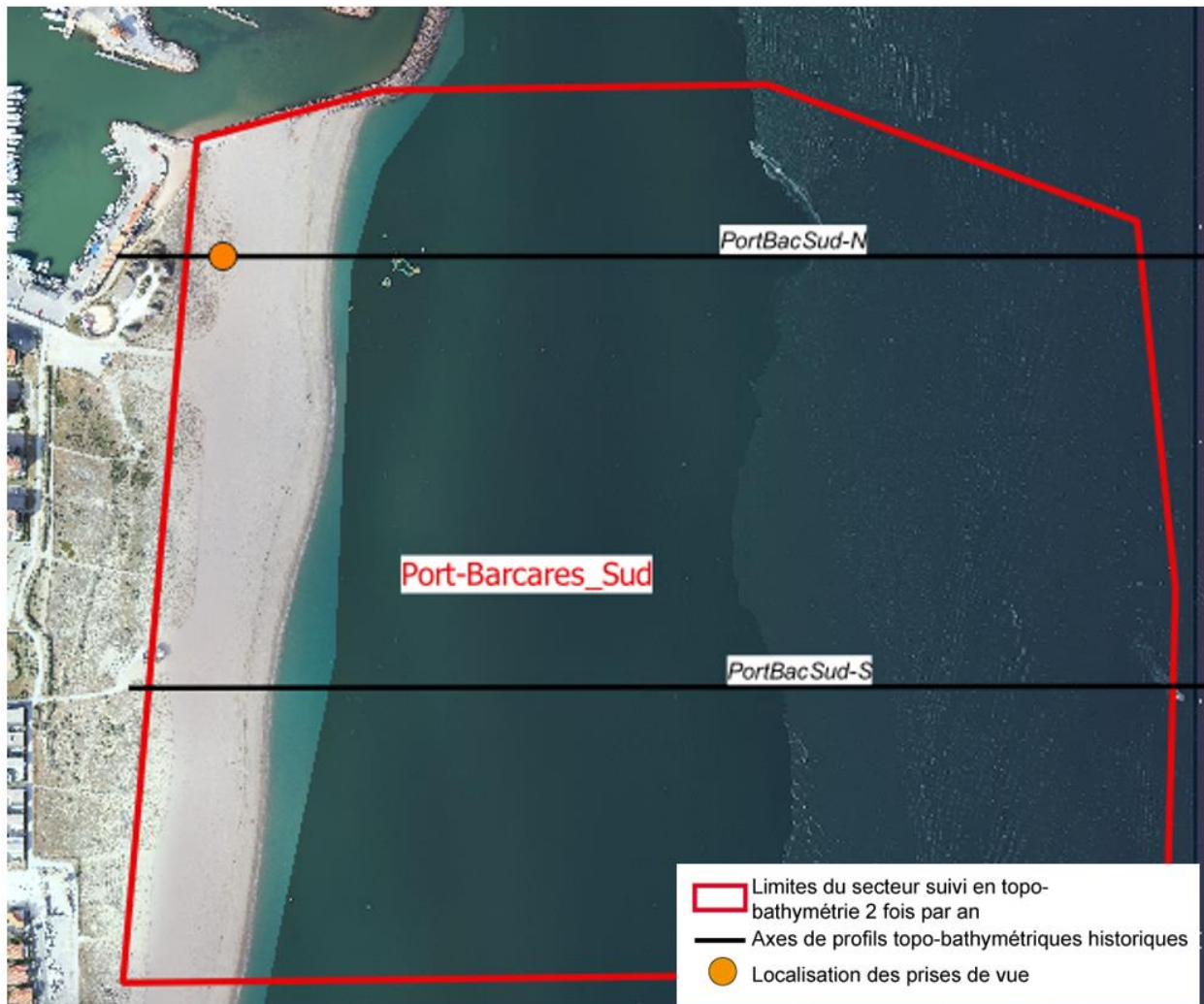


Illustration 220 - Secteur de Port Barcarès Sud, profils de référence et prises de vue.

Le secteur de Port-Barcarès Sud est un secteur relativement stable. C'est notamment ce qui ressort du suivi photographique (Illustration 221 et Illustration 222).



Illustration 221 – Suivi photographique de Barcarès Sud – haut de plage entre 2019 et 2020

Au droit de la place République un suivi photo est réalisé depuis 2018. Il révèle une plage stable dont le cordon dunaire bénéficie d'une mise en défens (limitation de la fréquentation et du piétinement) efficace.



Illustration 222 – Suivi photographique de Barcarès village entre 2019 et 2020.

Evolution saisonnière du trait de côte

A l'issue de l'hiver 2019-2020, le trait de côte (mars 2020) présente une avancée générale de 10 à 13 mètres sur l'ensemble du secteur (Illustration 223). Il est dans une position plutôt avancée comparativement à l'ensemble des traits de côte relevés depuis le début des suivis ObsCat (Illustration 229).

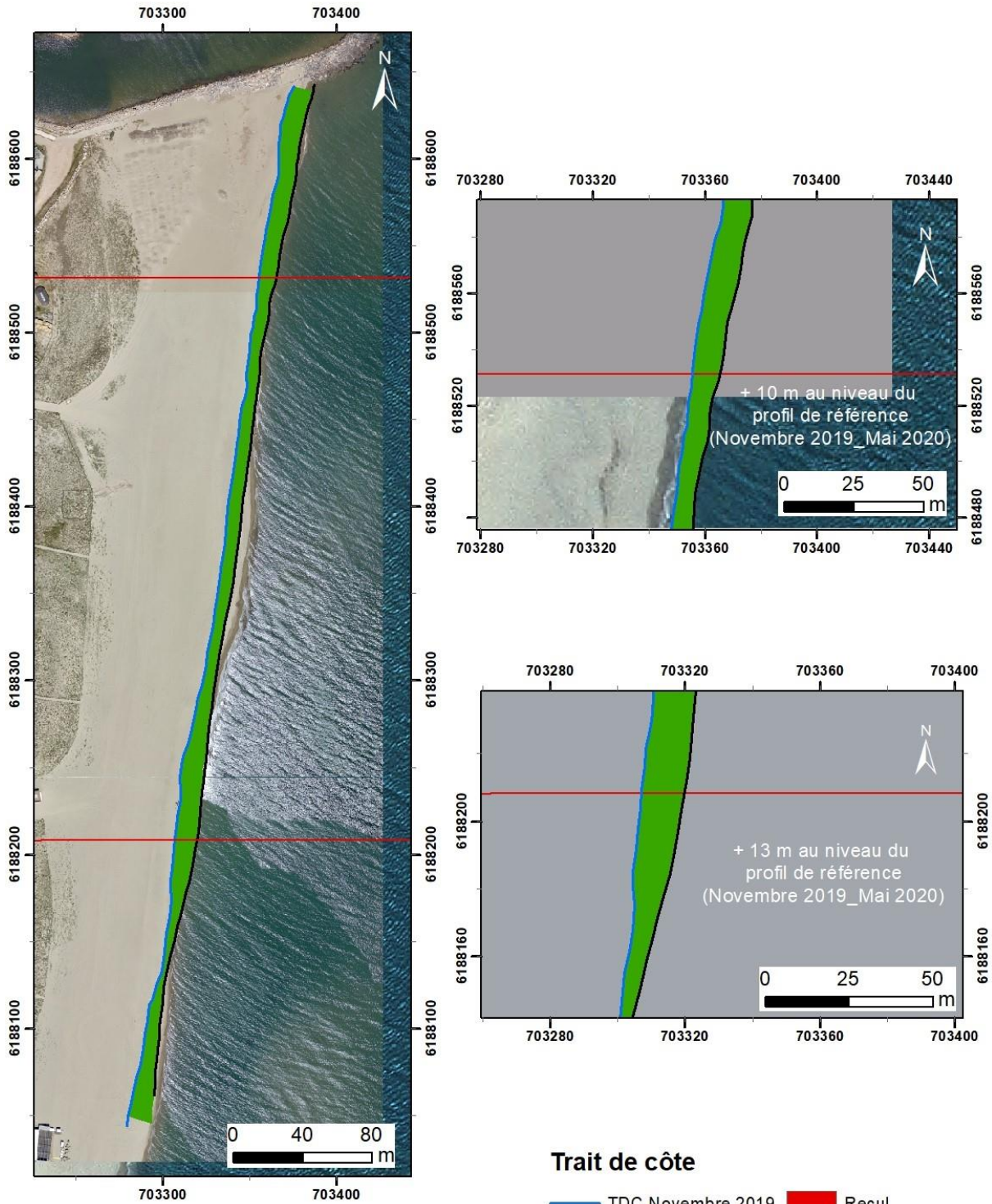


Illustration 223 - Carte des traits de côte de Novembre 2019 et de Mars 2020 et évolution hivernale sur le secteur de Port-Barcarès Sud.

Déplacements sédimentaires saisonniers

Au printemps 2020, des tas de sable d'une hauteur de 1 m à 1,5m étaient présents sur le haut de plage dans l'angle formé par la dune et la digue du port (Illustration 224 à droite). Ce sable provient du dragage à la pelleuse de l'entrée du port par la commune suite à son obstruction par une quantité importante de sable, apportée par les houles lors de la tempête Gloria (par surverse de la digue sud). Ces tas sont bien visibles sur le MNT LiDAR de mai 2020 et constituaient un artéfact anthropique important (Illustration 224 à gauche). Aussi, il a été choisi d'utiliser le MNT réalisé à partir du levé DGPS (Quad) le 13 mars 2020 (Leg1) qui n'avait pas intégré ces tas.

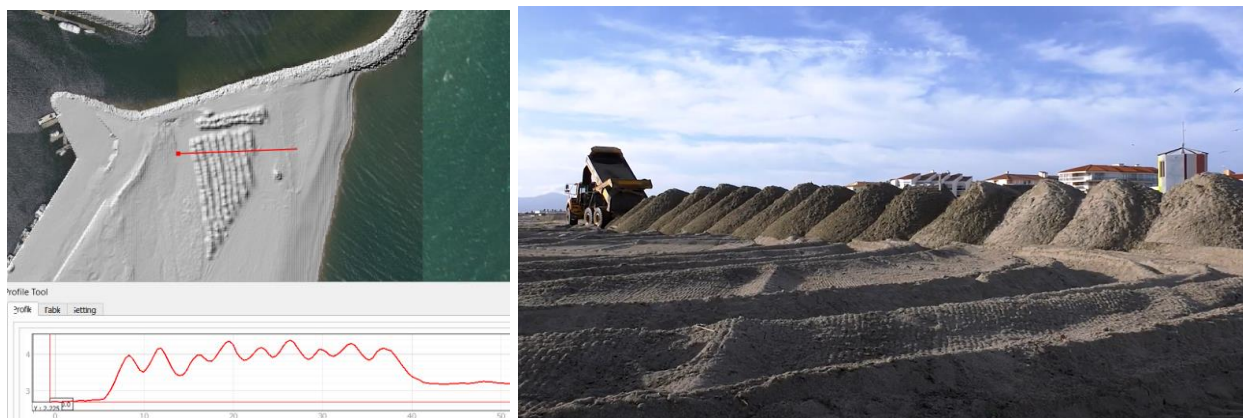


Illustration 224 – Visualisation dans le MNT LiDAR de mai 2020, de la signature topographique des tas de sable déposés sur la plage lors du dragage du port réalisé en janvier 2020 après la tempête Gloria (photo source youtube – Port-Barcarès TV).

Les déplacements sédimentaires de l'été 2019 (avril à novembre 2019) montrent une accrétion du haut de plage sur les deux tiers sud de la plage, qui met en jeu plus de 15 000 m³ (Illustration 225). Au cours de l'hiver 2019/2020, c'est à l'inverse une érosion importante qui caractérise ce secteur sur la même portion du haut de plage : -7 973 m³ (Illustration 226 à gauche).

Les volumes en accrétion mis en jeu sur ce haut de plage pour la période estivale sont peu vraisemblables compte tenu de la dynamique sédimentaire du secteur. Aussi ce résultat est soumis à caution. Comme évoqué précédemment dans ce rapport le MNS du levé photogrammétrique de novembre 2019 présente sur certains secteurs des erreurs importantes susceptibles d'entraîner des incertitudes fortes sur les comparatifs topographiques et l'estimation des volumes de l'été 2019 et de l'hiver 2019/2020. C'est en grande partie le cas sur ce secteur. Aussi les volumes calculés pour ces deux périodes sont peu interprétables et les cartes ne sont fournies qu'à titre indicatif.

On notera sur la période annuelle avril 2019-mars 2020 une diminution assez nette du bilan immergé et global (-26 468 m³), très vraisemblablement liée aux effets des houles de la tempête Gloria. Une partie des volumes érodés en mer a été transportée sur la plage émergée et, par saut de la digue portuaire, dans l'avant-port du Barcarès.

Les déplacements sédimentaires pour l'été 2020 (mars – septembre 2020) montrent en bas de plage, le long de la ligne de rivage, une succession alternée de zones en accrétion et de zones en érosion très modérée (Illustration 226 à droite). Cette dynamique est typique d'une côte festonnée. On trouve également, en haut de plage, dans l'angle avec la digue portuaire et la dune, une accrétion assez atypique dans sa position en haut de plage, et sur une zone correspondant à la dune en mars 2020. Cette accumulation n'est pas naturelle. Elle résulte très probablement de l'étalement d'une partie très limitée des volumes dragués dans l'entrée du port

en janvier après la tempête Gloria et qui ont été stockés temporairement sur cette zone de haut de plage. Ces volumes ont contribué à un bilan positif de la plage émergée, +5 523 m³. La plage immergée quant à elle est en accrétion modérée de +50 488 m³. Au global le bilan sédimentaire de l'été 2020 est en accrétion avec +56 011 m³. Il est vraisemblable que, au cours de cet été 2020, le secteur global a été réalimenté en sable, très probablement par transit vers le nord d'une partie des sédiments érodés de l'Agly.

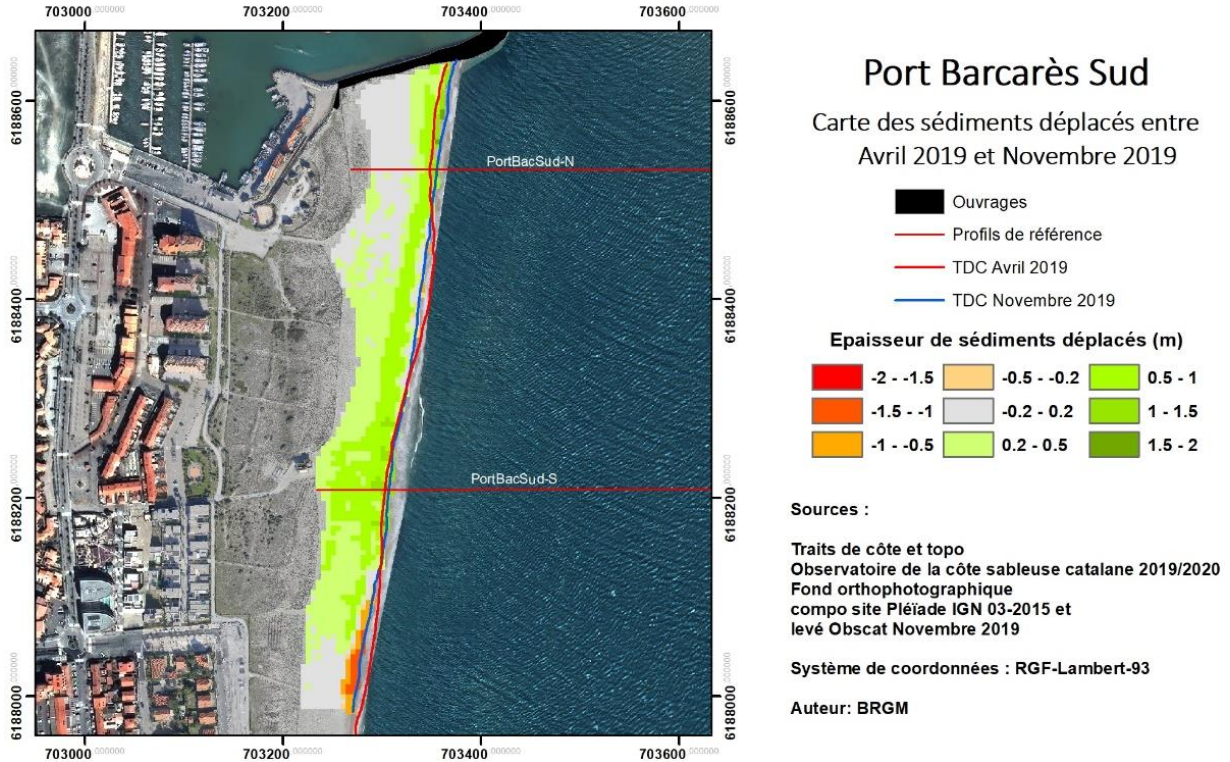


Illustration 225 - Carte saisonnière des déplacements sédimentaires entre Avril 2019 et Novembre 2019, été (et automne) 2019 pour le site de Port Barcarès-Sud.

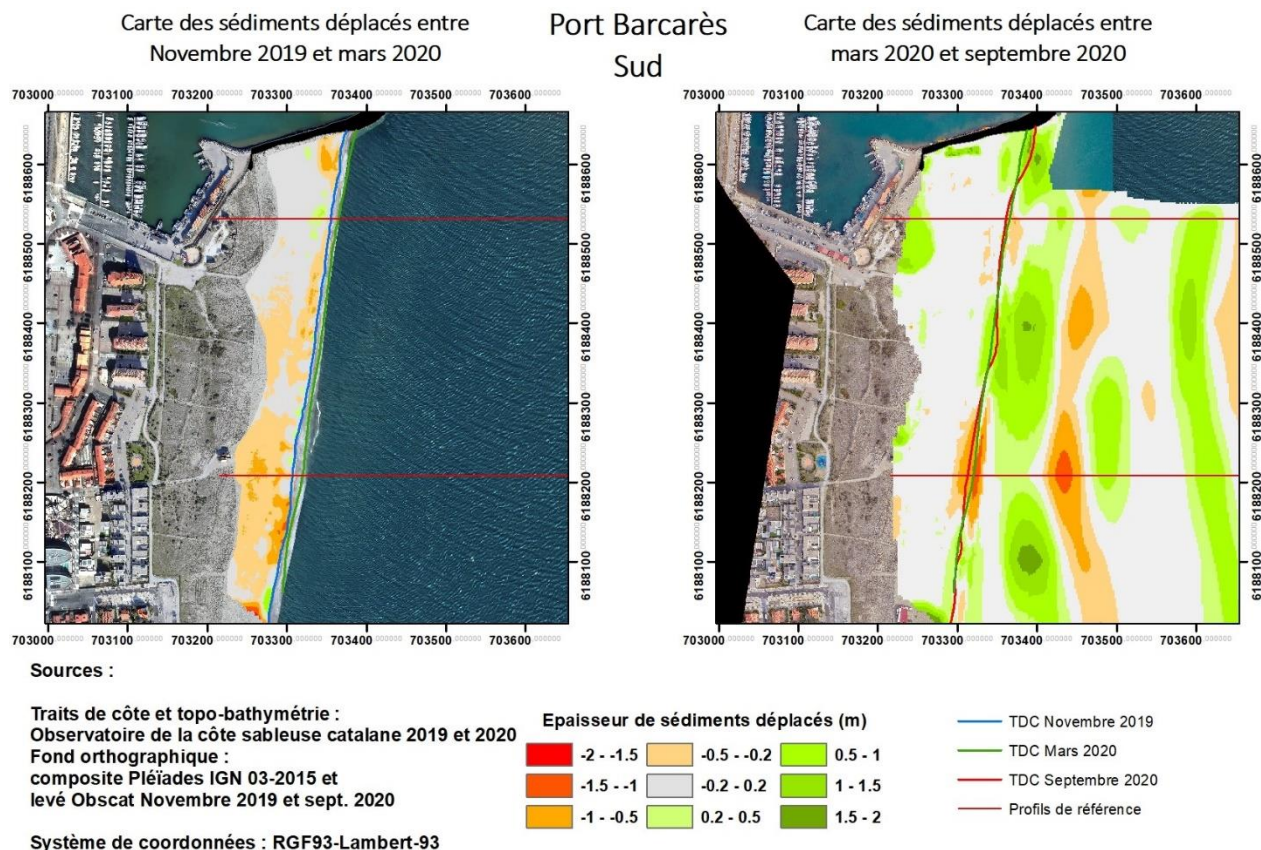


Illustration 226 - Cartes saisonnières des déplacements sédimentaires du secteur de Port-Barcarès Sud, hiver 2019-2020 à gauche (novembre - mars) et été 2020 à droite (mai 2020 - septembre 2020).

Port Barcarès Sud – Été 2019 – Avril à novembre 2019			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone émergée	+15 524	59 650	+26
Port Barcarès Sud - Novembre 2019 à mars 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone émergée	-7 973	65 050	-12,26
Port Barcarès Sud – Annuel - Avril 2019 à mars 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone complète	-26 468		
Zone immergée	-34 019	349 225	-9,8
Zone émergée	+7 551	65 050	+9,7
Port Barcarès Sud – Été 2020 - Mai à septembre 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone complète	+56 011		
Zone immergée	+50 488	323 360	+5,6
Zone émergée	+5 523	64 364	+8,6

Illustration 227 - Tableau récapitulatif des volumes de sédiments déplacés pour la période de l'été 2019 à septembre 2020.

Bilan interannuel : bilan sédimentaire et trait de côte

La zone émergée, après une chute brutale (environ $-30\,000\text{ m}^3$) de son bilan durant l'hiver 2014/2015, montre un bilan en progression au global jusqu'en septembre 2020 (Illustration 228). Celle-ci est assez régulière, si l'on excepte les bilans de l'été 2019 et de l'hiver 2019/2020 dont la donnée centrale est celle du levé de novembre 2019 soumis à caution sur ce secteur. Le bilan de la zone émergée atteint actuellement $+17\,943\text{ m}^3$.

Le cumul des prélèvements sur ce secteur, à l'époque (environ $30\,000\text{ m}^3$) importants sur cette zone pour recharger la plage nord du Barcarès, pouvaient expliquer en partie ce bilan négatif de la partie émergée des 2 premières années de l'ObsCat (De la Torre *et al.*, 2015). Depuis, les prélèvements sont moins importants ce qui a permis au secteur de se reconstruire progressivement.

Jusqu'au printemps 2017, la zone complète du secteur de Port-Barcarès sud était dans une dynamique d'accrétion depuis avril 2014 (Illustration 228). L'année 5 (avril 2017-avril 2018) du suivi de l'ObsCat avait montré une diminution assez nette de ce bilan sédimentaire. Cette diminution ne s'est pas poursuivie au cours de l'année 6 (avril 2018-avril 2019). Au final, depuis l'automne 2017, on peut considérer le bilan de ce secteur comme stable, même s'il subit des oscillations assez régulières depuis 2018. La tempête Gloria semble avoir eu un effet positif sur le bilan estival 2020.

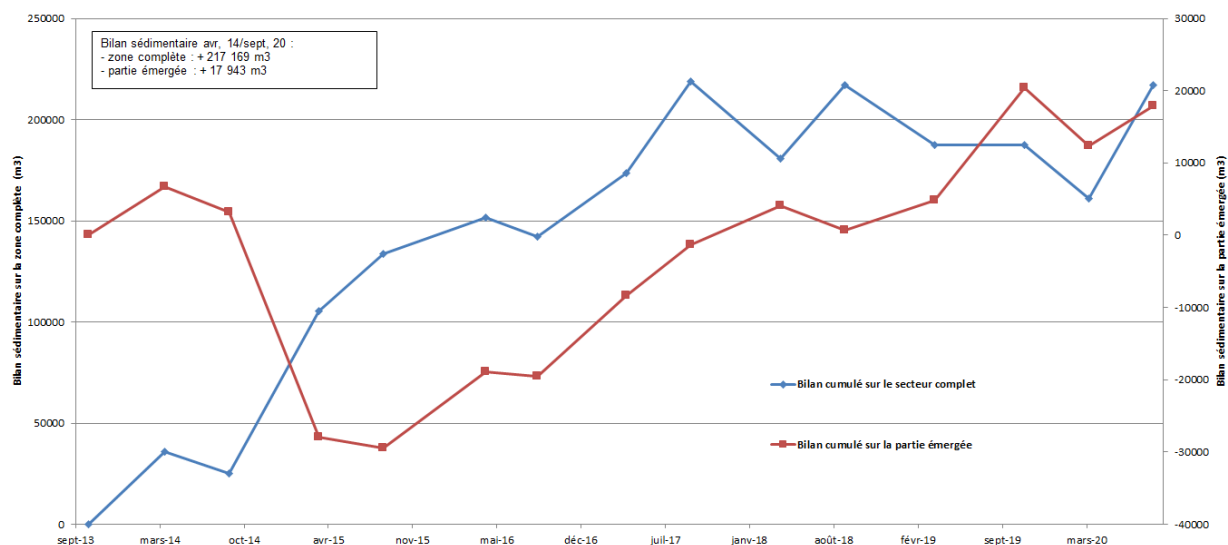


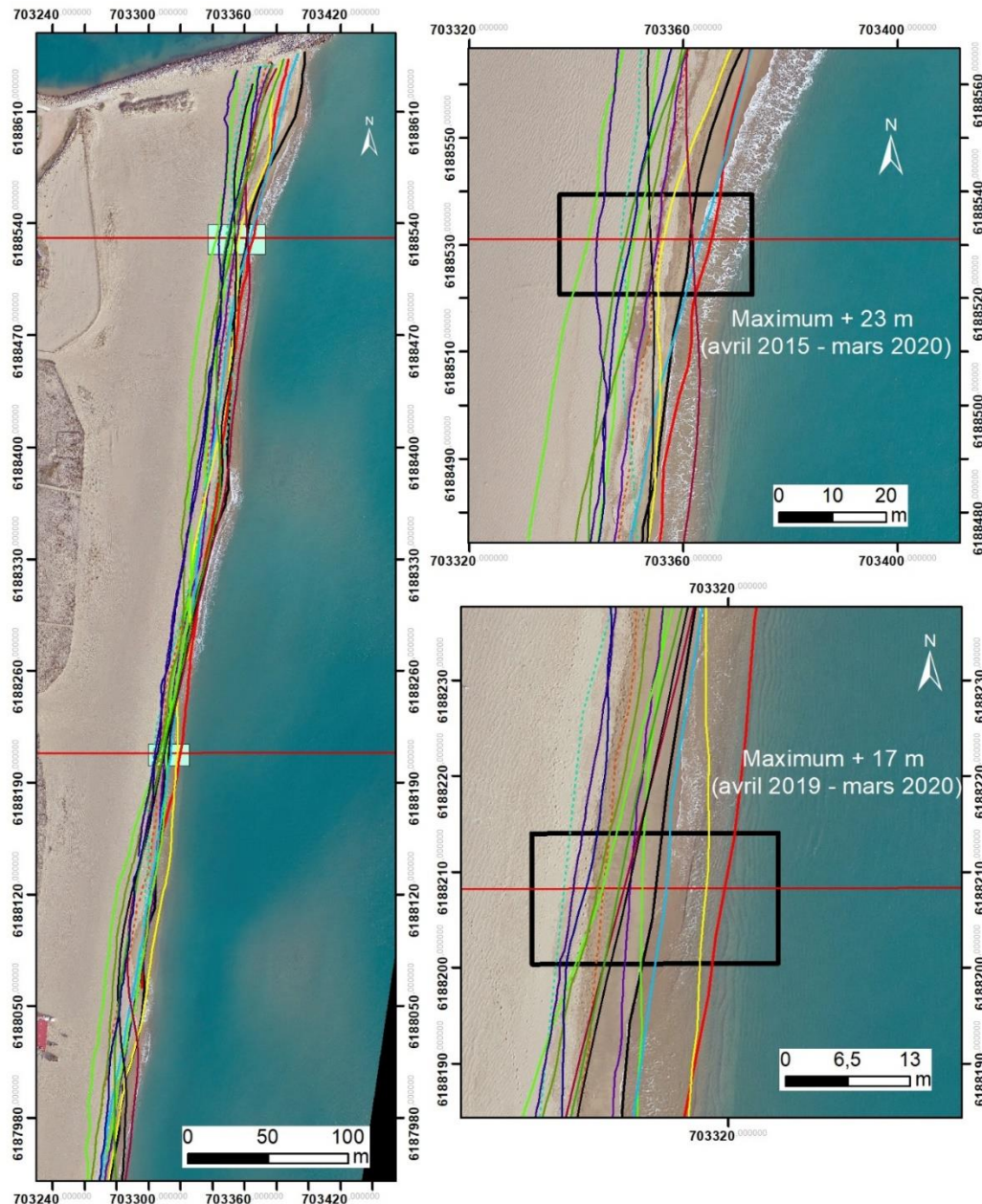
Illustration 228 - Bilans sédimentaires cumulés zone complète et zone émergée entre octobre 2013 et septembre 2020 pour le secteur de Port-Barcarès sud.

Les mouvements du trait de côte sur ce secteur ne sont pas les plus importants de la côte sableuse catalane malgré les prélèvements sableux effectués régulièrement il y a encore quelques années.

Les variations de la position du trait de côte sont historiquement plus importantes au nord du secteur (Illustration 229). Après 2 périodes d'avancée du trait de côte sur cette partie nord (avril 2017 puis septembre 2017), le trait de côte présentait un recul assez net à la sortie de l'hiver 2017/2018. La situation en avril 2019, montre un léger recul complémentaire. Mais la situation en mars 2020 montre une avancée de plus de 10 m, et constitue la position la plus avancée sur pratiquement les deux tiers nord du secteur.

Dans le dernier tiers sud en revanche, le recul était plus marqué : -15 m depuis avril 2017, avec en avril 2019 la position la plus reculée depuis octobre 2013. Les positions les plus récentes de mars 2020 et septembre 2010 sont intermédiaires entre la plus reculée et la plus avancée de la période.

On retiendra donc pour ce secteur qu'il est difficile de déceler une véritable tendance d'évolution. La tendance observée depuis la tempête de début mars 2018, n'a plus lieu, du moins à l'échelle des dernières positions du trait côte mesurées.



Source:
campagnes OBSCAT
d'oct. 2013 à Septembre 2020
Image: Pléiades, IGN, 03-2015 et
orthophotographie ObsCat
septembre 2020
Système de coordonnées:
RGF93-Lambert-93
Auteur : BRGM

- TDC Oct 2013
- TDC Avril 2014
- TDC Sept 2014
- TDC Avril 2015
- TDC Sept 2015
- TDC Mai 2016
- TDC Sept 2016
- TDC Avril 2017
- TDC Sept 2017
- TDC Avril 2018
- TDC Octobre 2018
- TDC Avril 2019
- TDC Novembre 2019
- TDC Mars 2020 (Leg 1)
- TDC Septembre 2020
- Profils de référence

Illustration 229 - Carte des traits de côte entre octobre 2013 et septembre 2020 pour le secteur de Port-Barcarès Sud.

4.11. CELLULE 10 - DE PORT-BARCARÈS A PORT LEUCATE

Cette cellule comprend le littoral situé entre les ports du Barcarès et de Leucate, soit une grande partie du littoral de ces deux communes.

La majeure partie du littoral de cette cellule est urbanisée (Illustration 230), à l'exception des 47 ha du Mas de l'Isle (entre Port Barcarès et le Lydia) appartenant au Conservatoire du littoral. Ce secteur dunaire fait l'objet de mesures de protection depuis 2010. Les secteurs du Lydia et de Port Barcarès représentent à eux deux un important enjeu urbain et touristique.

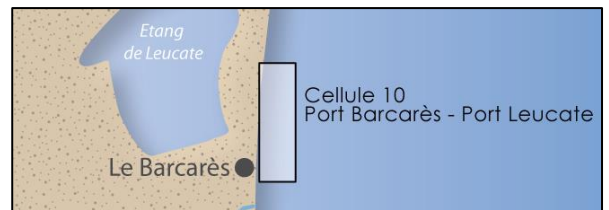
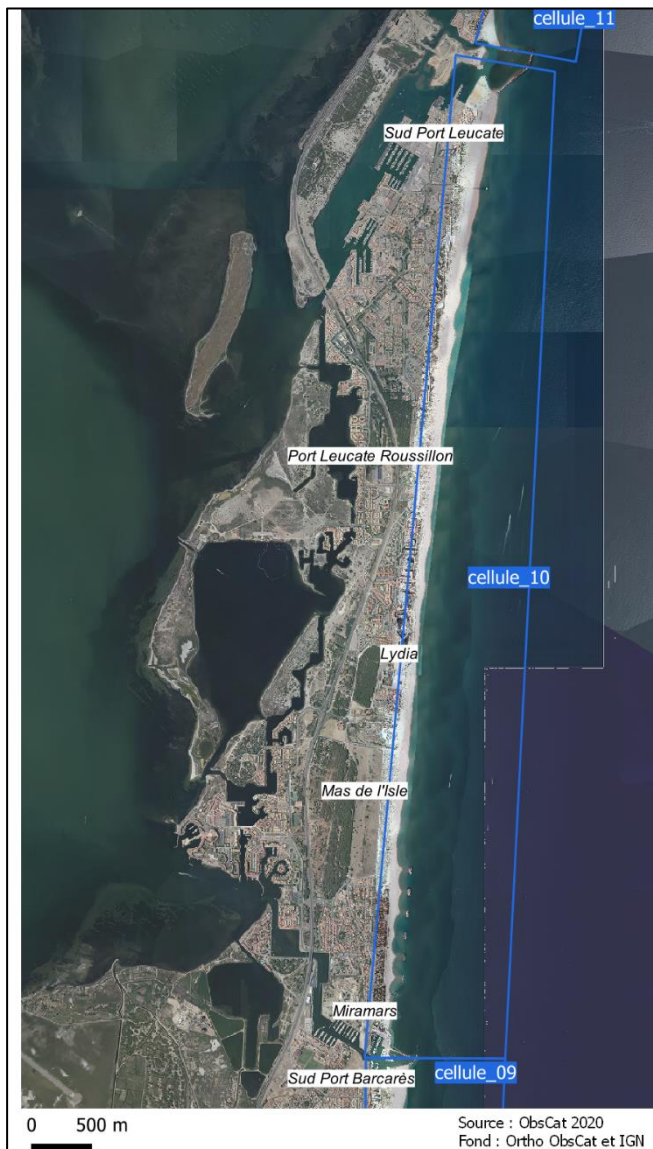


Illustration 230 - Localisation de la cellule hydro-sédimentaire 10.

Les plages de la cellule 10 sont constituées de sables grossiers (0,4 à 0,8 mm de diamètre), de graviers et de petits galets mélangés (AERMC et Université de Perpignan, 2000). Les plages présentent une pente fortement inclinée au plus près du rivage, mais qui diminue vers le haut de plage, jusqu'à parfois s'inverser en arrière plage. Deux barres sont observables au niveau de

l'avant-côte et les pentes sont faibles (Aleman, 2013). L'unité sableuse supérieure présente des épaisseurs comprises entre 2 et 6 m au niveau de Leucate (Raynal *et al.*, 2015).

Le cordon littoral de Port-Barcarès est caractérisé par une succession d'épis (2) de plage et de brise-lames (6 au total, 3 brise-lames construits en 1994, puis 3 de plus en 2014) comme mode de gestion de l'érosion de la zone urbanisée au nord du port. En parallèle de ces aménagements, PMM met en œuvre des rechargements sur la cellule depuis 2004 ainsi que des opérations de restauration dunaire (Port-Barcarès Nord et Lydia). Le nettoyage mécanique des plages est effectué jusqu'à trois fois par jour de mi-juin à septembre (EID-Med, 2010). Le déficit sédimentaire de cette zone est induit en grande partie par la jetée portuaire de Port Barcarès, qui bloque le transit au sud de la jetée.

Port Barcarès Nord

La partie étudiée du secteur de Port Barcarès Nord s'étend de la jetée portuaire au sud jusqu'au début du Mas de l'Isle au nord sur 1,3 km (Illustration 231). Le secteur est fortement contraint par les ouvrages de défense présents sur ce littoral qui induisent un partitionnement de la cellule sédimentaire. Ces méthodes de défense « dures » sont complétées par des rechargements sédimentaires réguliers et une restauration du cordon dunaire (piégeages sableux et mise en défens par PMM).

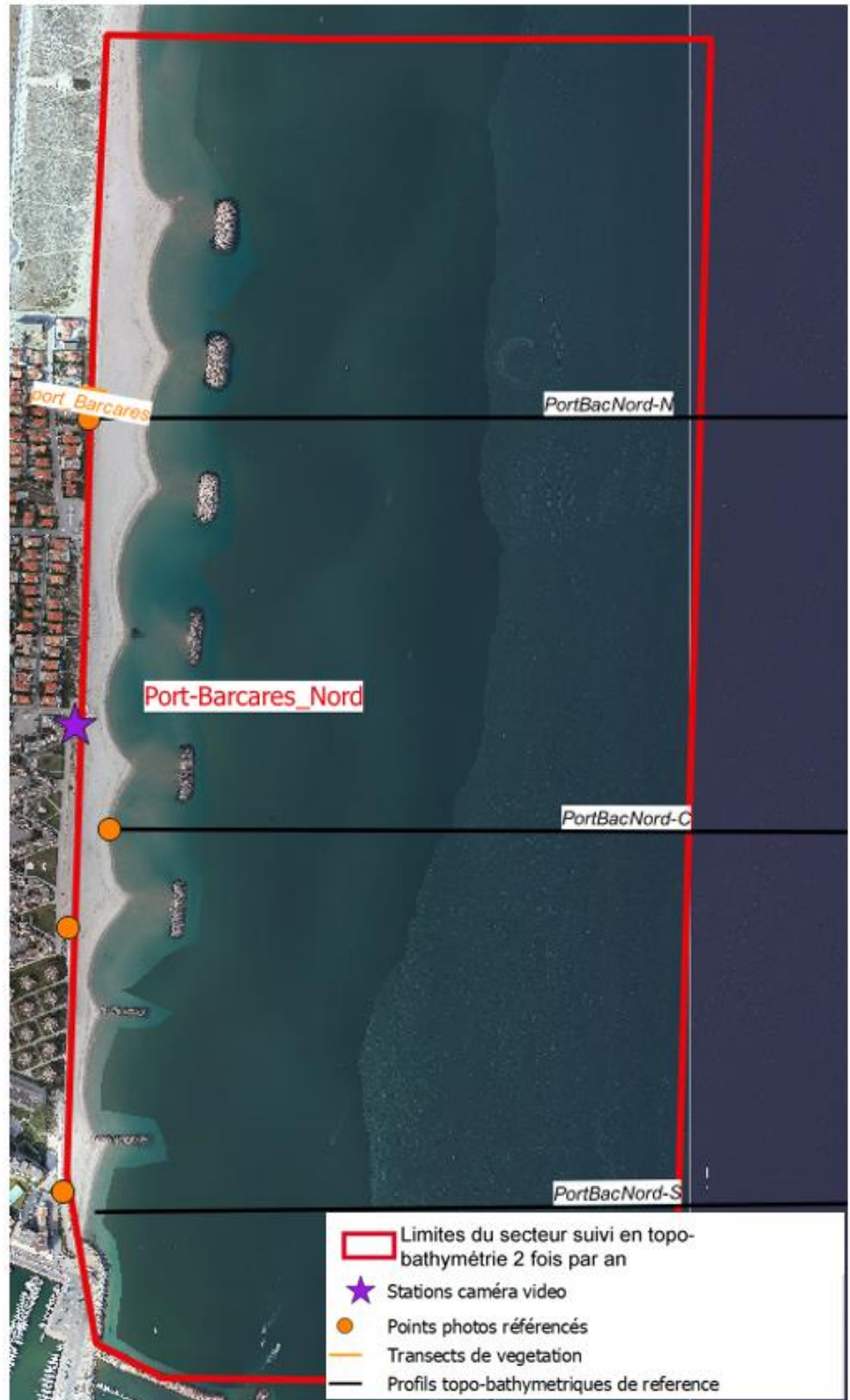


Illustration 231 - Secteur de Port Barcarès Nord, profils de référence et prises de vue.

La plage a tendance à se creuser entre les brise-lames tandis que des tombolos se forment au droit de ces ouvrages. Les deux épis construits entre la jetée portuaire et les brise-lames induisent une accrétion de la plage en amont-dérive, et une érosion en aval-dérive. Pourtant, la plage a un comportement similaire à celui observé derrière les brises lames (avancée en pointe générant progressivement un tombolo).

Dans la moitié sud du secteur, l'arrière-plage est longée par une promenade et des résidences de bord de mer (Illustration 232 et Illustration 233). Cette promenade est régulièrement endommagée lors des tempêtes importantes, et consolidée à leur suite, La dernière rénovation importante date de 2018. Lors de ce réaménagement, les enrochements de hauts de plage ont été renforcés le long des Miramars et un rechargement local a également été réalisé entre la digue portuaire et le premier épi. A la suite de l'hiver 2018-2019, un nouvel apport ponctuel de sable a été opéré sur ce court secteur. Il en a été de même suite à la tempête Gloria de janvier 2020.



Illustration 232 – Suivi photographique de Barcarès épis. Prises de vue entre 2019 et 2021.



Illustration 233 – Suivi photographique de Barcarès Miramars, prises de vue entre 2019 et 2021.



Illustration 234 - Morphologie de la plage, entre les 2 premiers brises-lames entre 2019 et 2020

Au-delà des Miramars vers le nord et jusqu’au niveau du poste de secours central, une dune relique est également présente mais son état de conservation est très dégradé et sa largeur se réduit du nord vers le sud (Illustration 235).



Illustration 235 - Baladoir et dune relique le long des résidences Miramars.

Dans la moitié nord du secteur, on trouve directement en avant des habitations particulières une dune réhabilitée par l'implantation de casiers de ganivelles. Ceux-ci sont déjà saturés depuis au moins 2 ans, ce qui montre l'efficacité du procédé mis en place (Illustration 236).



Illustration 236 - Suivi photographique de Barcarès ganivelles entre 2019 et 2021.

Sur l'ensemble du secteur, la pente du profil de plage est douce avec une berme bien marquée au sud et sur les flancs de tombolos.

Sur l'avant-côte, la barre externe est relativement irrégulière, avec une forme en feston parfois particulièrement prononcée. Elle est située entre 150 m et 300 m de la côte avec une amplitude irrégulière. On observe que peu ou pas de barre interne sur ce secteur.

Evolution saisonnière du trait de côte

A l'issue de l'hiver 2019-2020 (Illustration 237), on observe une avancée généralisée dans la moitié sud du secteur : tombolo du brise-lames 1 (BL1) jusqu'à +33 m et du BL3 environ 20 m. Le trait de côte a également progressé au niveau de l'épi 2 (EP2) d'une dizaine de mètres. Le trait de côte des baies entre ouvrages, depuis EP1 jusqu'à BL3 progresse vers la mer également, entre +10 et +20 m. L'avancée est plus réduite au sud entre BL3 et BL6, et on note un léger retrait du tombolo du BL5 et du BL6 (-10 m). Les tombolos BL2 et BL4 sont plutôt stables.

Après un hiver 2017-2018 avec un recul généralisé (baies et tombolos, de -13 à -26 m), puis un hiver 2018-2019 avec à nouveau un recul dans la moitié nord (entre -10 et -16 m) on observe cette fois une avancée quasi généralisée du trait de côte (à l'exception des tombolo BL5 et BL6), et plus particulièrement dans la moitié sud.

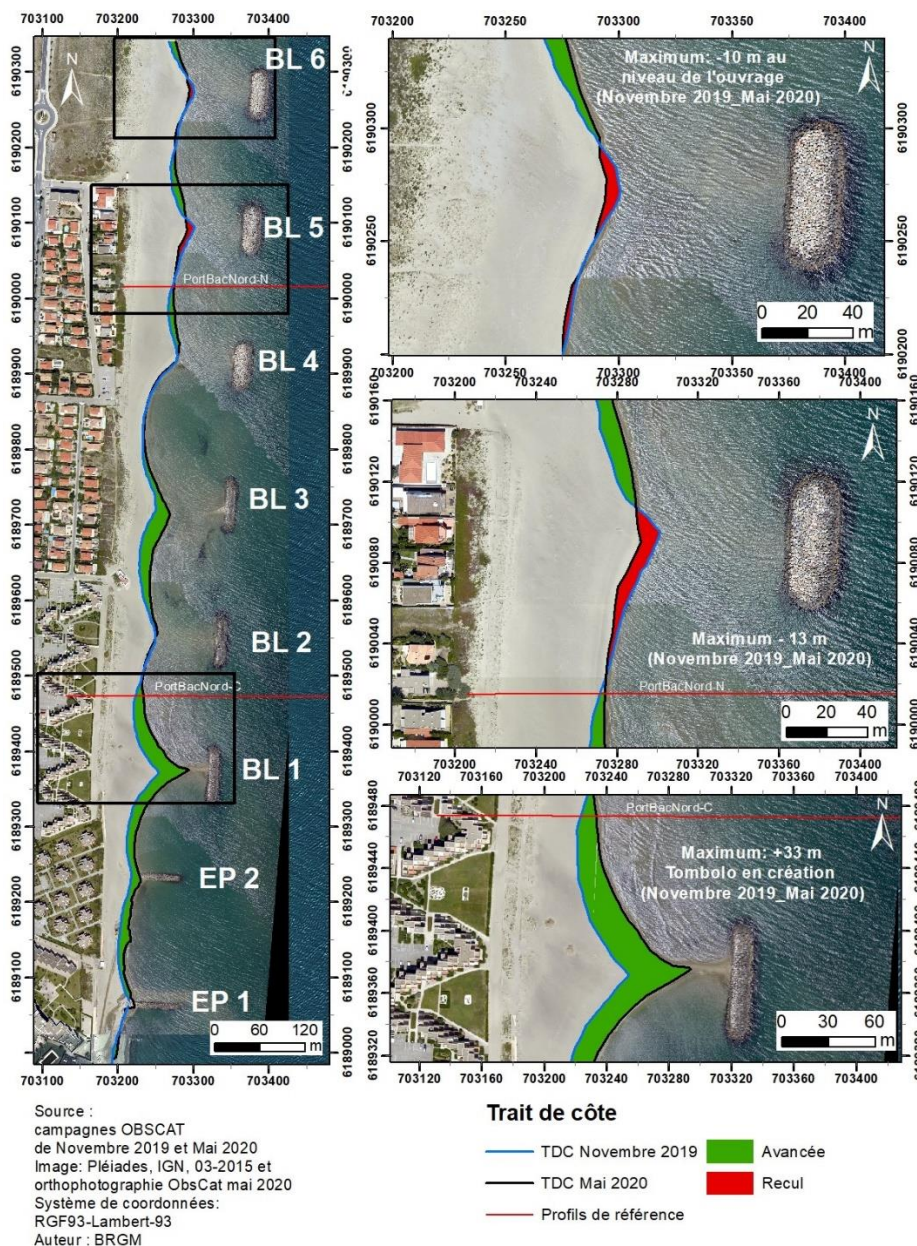


Illustration 237 - Carte des traits de côte de novembre 2019 et de mai 2020 et évolution hivernale sur le secteur de Port Barcarès Nord.

Déplacements sédimentaires saisonniers

En l'absence de données bathymétriques à l'automne 2019, les déplacements sédimentaires de l'été 2019 et de l'hiver 2019/2020 sont appréciés uniquement sur la partie émergée.

La carte des déplacements sédimentaires de l'été et automne 2019, montre des accrétions sur le bas de plage, le long du trait de côte (Illustration 238). Les plus importantes concernent les baies et tombolos de depuis BL4 jusqu'à BL6, le BL1 et la baie entre BL1 et le BL2. On remarque également une accrétion au niveau de la baie entre EP1 et la digue portuaire jusqu'à la digue de haut de plage. En terme de bilan sédimentaire, ces accrétions représentent un volume de +12 272 m³. On peut évoquer 2 explications à ces accrétions. Les tempêtes de l'automne 2019 (septembre et octobre) ont pu dans une certaine mesure entraîner, par phénomène d'overwash une accrétion de la berme de bas de plage. Dans le même temps, on notera un recul du trait de côte jusqu'à -15 m dans la moitié nord, en réponse à ces 2 tempêtes. L'accrétion au sud entre EP1 et la digue portuaire, est plus vraisemblablement lié à un reprofilage de la plage avant l'été, pour redonner de la largeur et de l'épaisseur à ce tronçon souvent très démaigri en fin d'hiver.

Les déplacements sédimentaires de l'hiver 2019/2020 (Illustration 239 à gauche), montre une plage en légère accrétion avec un gain de volume de +3 027 m³. On notera une érosion du bas de plage entre BL1 et BL2 et BL3 et BL4. L'accrétion la plus forte se situe au sud entre BL1 et la digue portuaire. Mais cette accrétion est en grande partie liée au rechargement de ce secteur réalisé en mars 2020, à partir des sédiments dragués fin janvier dans l'entrée du port du Barcarès, comme évoqué précédemment (secteur Port-Barcarès Sud). Le bilan pour l'hiver 2019/2020 ne reflète donc pas totalement les évolutions naturelles du secteur en particulier pour la moitié sud. Ce rechargement, au final, à très certainement permis d'équilibrer le bilan sédimentaire global de cet hiver.

Si l'on analyse les déplacements sédimentaires annuels (entre avril 2019 et mai 2020), qui permettent d'apprécier un bilan complet terre-mer, on constate qu'ils été importants : à terre, érosion importante des petits fonds dans les baies et au niveau des tombolos entre BL3 et BL6, accrétion au sud exceptée la dernière baie entre l'EP1 et la digue portuaire. En mer, on note un déplacement vers le large de la barre externe d'environ 150 m. Ceci se traduit par les bilans sédimentaires suivants : plage émergée +15 299 m³ ; plage immergée +107 381 m³ ; bilan global de +122 680 m³.

L'été suivant, 2020 (Illustration 239 à droite), montre sur l'ensemble du linéaire du secteur, une érosion modérée du bas de plage et des petits fonds, certainement consécutive aux coups de mer de juin et août 2020. Le bilan sédimentaire global est légèrement négatif avec -13 534 m³, dont - 9 338 m³ pour la plage émergée et -4 197 m³ pour la plage immergée.

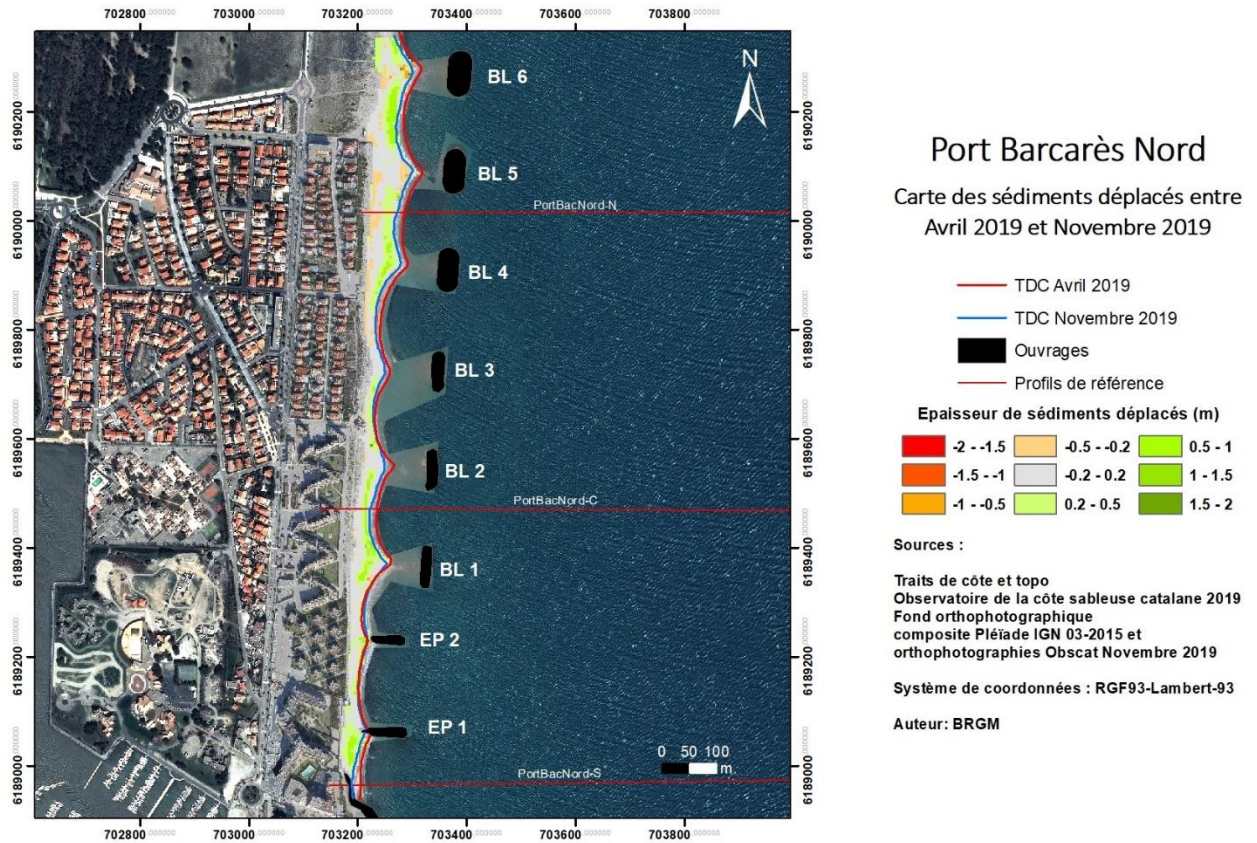


Illustration 238 - Carte saisonnière des déplacements sédimentaires entre Avril 2019 et Novembre 2019 (été et automne 2019) pour le site de Port Barcarès Nord.

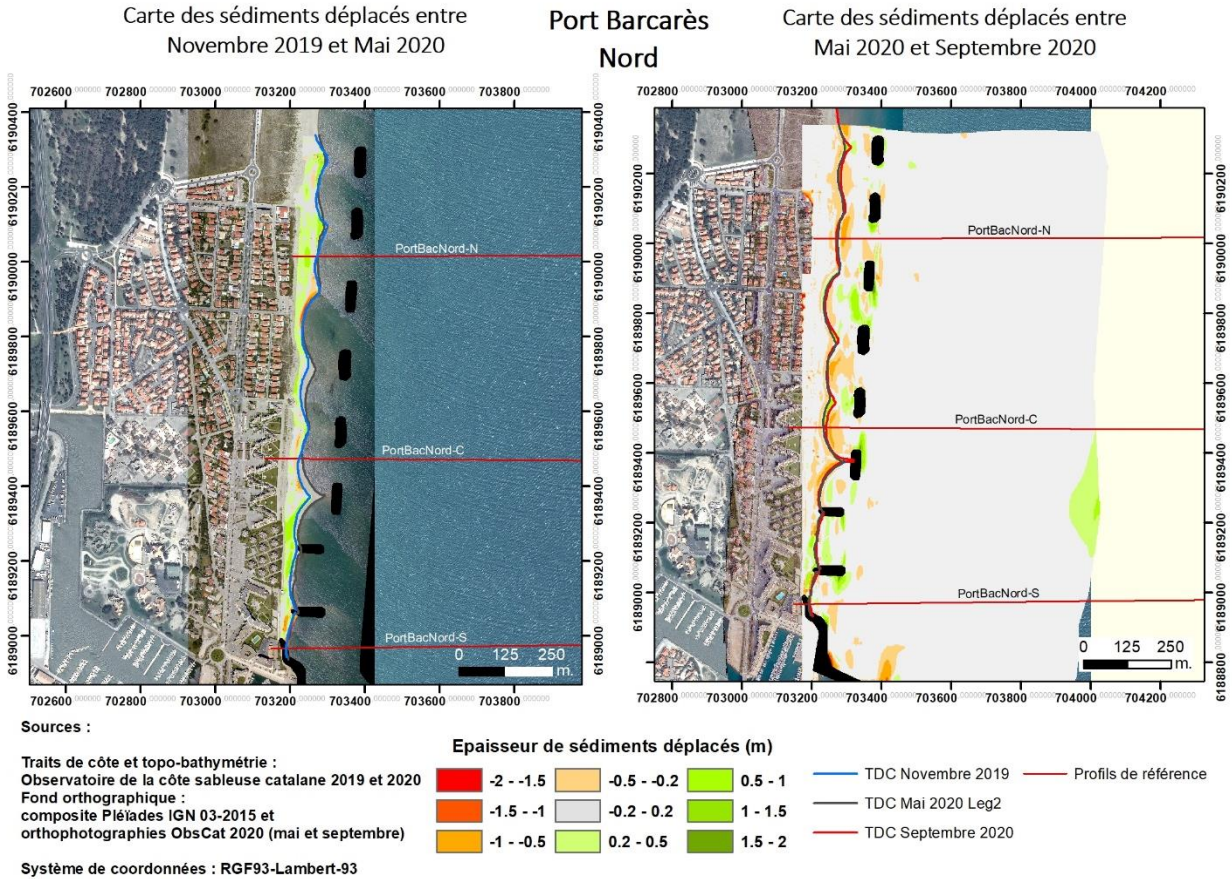


Illustration 239 - Cartes saisonnières des déplacements sédimentaires du secteur de Port Barcarès Nord, hiver 2019-2020 à gauche (novembre 2019 – mai 2020) et été 2020 à droite (mai - septembre).

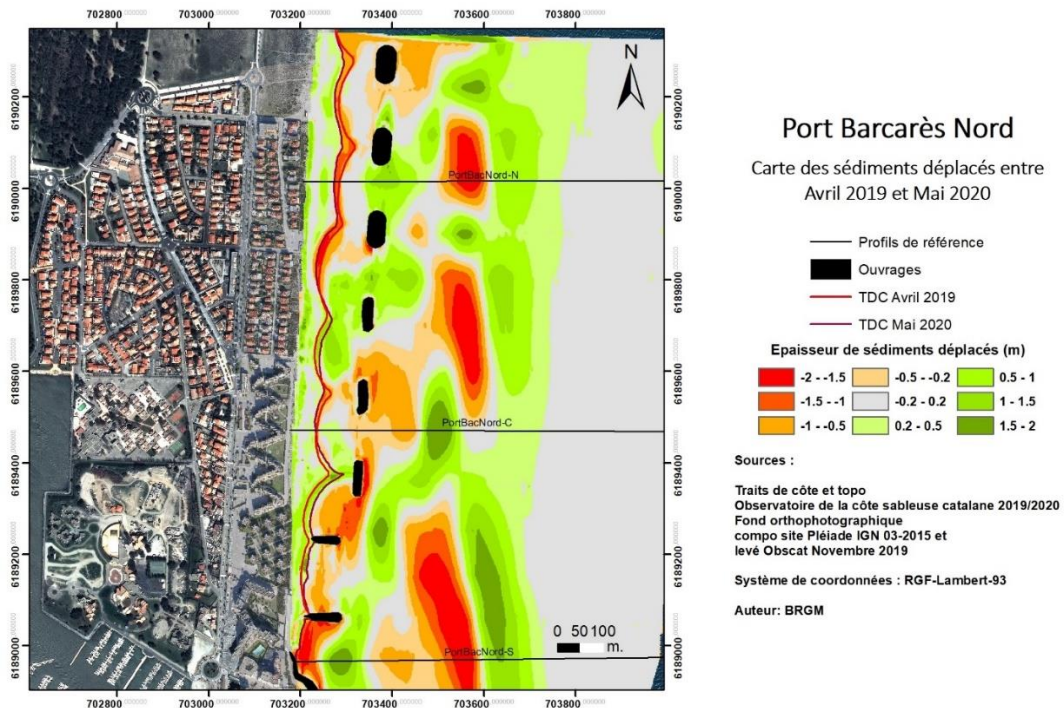


Illustration 240 - Cartes des déplacements sédimentaires annuels du secteur de Port Barcarès Nord, avril 2019/mai 2020.

Port Barcarès Nord – Été 2019 – Avril à novembre 2019			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone émergée	+12 272	80 072	+15,3
Port Barcarès Nord - Novembre 2019 à mars 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone émergée	+3 027	73 012	+4,1
Port Barcarès Nord – Annuel - Avril 2019 à mars 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone complète	+122 680		
Zone immergée	+107 381	1 257 941	+8,5
Zone émergée	+15 299	73 012	+21
Port Barcarès Nord – Été 2020 - Mai à septembre 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone complète	-13 534		
Zone immergée	-4 197	1 218 498	-0,3
Zone émergée	-9 338	118 146	-8

Illustration 241 - Tableau récapitulatif des volumes de sédiments déplacés pour la période de l'été 2019 à septembre 2020.

Suivi à haute fréquence par vidéo de la plage nord du Barcarès

Le système de suivi par imagerie vidéo installé au niveau de la plage nord du Barcarès, permet de restituer la position du trait de côte sur la période d'Octobre 2014 à décembre 2020. Au cours de cette période, les conditions météo-marines ont été variables avec des alternances de coups de mer, de périodes de forte tramontane et des tempêtes marines. Les paragraphes suivants présentent les évolutions du trait de côte observées en réponse à ces forçages en se focalisant sur la période juin 2019-décembre 2020. Les périodes 2014-2016, 2016-2017 et 2017-2018 ayant déjà été décrites respectivement par Lothe *et al.* (2016) (rapport ObsCat année 3), Christmann *et al.* (2017) (rapport ObsCat année 4), Bossennec et Palvadeau (2018) (rapport ObsCat année 5) et Palvadeau et Fabre (2020) (rapport ObsCat année 6).

- **Evolution du trait de côte du 20/10/2014 au 31/12/2020**

Traits de côte sélectionnés

Afin de bien comprendre les évolutions du trait de côte en relation avec les conditions météo-marines, les dates d'observation ont été choisies pour refléter l'évolution à moyen terme de la plage, mais également les évolutions relatives aux tempêtes et aux fortes tramontanes. L'illustration 242 indique les 300 dates utilisées depuis l'installation du système vidéo pour visualiser et analyser les évolutions du trait de côte de ce secteur. Les cellules surlignées en saumon représentent les dates retenues pour la période juin 2019 – décembre 2020, année 7 de l'ObsCat ; en caractère gras, les dates des tempêtes et événements énergétiques.

20/10/2014	24/02/2015	15/06/2015	26/02/2016	19/12/2016	21/09/2017	29/03/2018	30/09/2018	06/05/2019	19/10/2019	24/03/2020	16/09/2020
31/10/2014	26/02/2015	16/06/2015	16/03/2016	02/01/2017	01/10/2017	05/04/2018	30/10/2018	13/05/2019	01/11/2019	29/03/2020	20/09/2020
13/11/2014	01/03/2015	20/06/2015	01/04/2016	15/01/2017	10/10/2017	10/04/2018	02/11/2018	20/05/2019	07/11/2019	05/04/2020	25/09/2020
19/11/2014	04/03/2015	30/06/2015	19/04/2016	25/01/2017	22/10/2017	11/04/2018	10/11/2018	27/05/2019	13/11/2019	10/04/2020	30/09/2020
27/11/2014	07/03/2015	14/07/2015	29/04/2016	30/01/2017	31/10/2017	13/04/2018	16/11/2018	30/05/2019	19/11/2019	01/05/2020	01/10/2020
01/12/2014	15/03/2015	01/08/2015	06/05/2016	11/02/2017	08/11/2017	21/04/2018	30/11/2018	01/06/2019	25/11/2019	06/05/2020	06/10/2020
02/12/2014	20/03/2015	17/08/2015	12/05/2016	15/02/2017	20/11/2017	01/05/2018	02/12/2018	13/06/2019	01/12/2019	11/05/2020	11/10/2020
03/12/2014	22/03/2015	01/09/2015	16/05/2016	27/02/2017	01/12/2017	14/05/2018	10/12/2018	19/06/2019	07/12/2019	16/05/2020	16/10/2020
13/12/2014	23/03/2015	17/09/2015	29/05/2016	13/03/2017	10/12/2017	30/05/2018	16/12/2018	01/07/2019	13/12/2019	20/05/2020	20/10/2020
16/12/2014	24/03/2015	27/09/2015	14/06/2016	24/03/2017	18/12/2017	13/06/2018	23/12/2018	07/07/2019	19/12/2019	25/05/2020	25/10/2020
18/12/2014	27/03/2015	28/09/2015	20/06/2016	27/03/2017	31/12/2017	27/06/2018	30/12/2018	13/07/2019	01/01/2020	30/05/2020	30/10/2020
20/12/2014	30/03/2015	02/10/2015	02/07/2016	05/04/2017	04/01/2018	03/07/2018	02/01/2019	19/07/2019	07/01/2020	01/06/2020	01/11/2020
25/12/2014	02/04/2015	03/10/2015	09/07/2016	17/04/2017	07/01/2018	09/07/2018	10/01/2019	25/07/2019	13/01/2020	06/06/2020	06/11/2020
29/12/2014	07/04/2015	15/10/2015	31/07/2016	28/04/2017	08/01/2018	15/07/2018	16/01/2019	01/08/2019	19/01/2020	11/06/2020	09/11/2020
02/01/2015	13/04/2015	31/10/2015	06/08/2016	08/05/2017	11/01/2018	22/07/2018	23/01/2019	07/08/2019	20/01/2020	16/06/2020	11/11/2020
14/01/2015	15/04/2015	05/11/2015	30/08/2016	05/06/2017	22/01/2018	29/07/2018	30/01/2019	13/08/2019	25/01/2020	20/06/2020	16/11/2020
22/01/2015	19/04/2015	14/11/2015	10/09/2016	16/06/2017	31/01/2018	30/08/2018	04/02/2019	19/08/2019	26/01/2020	25/06/2020	20/11/2020
25/01/2015	30/04/2015	29/11/2015	26/09/2016	30/06/2017	04/02/2018	10/08/2018	11/02/2019	25/08/2019	01/02/2020	30/06/2020	25/11/2020
29/01/2015	01/05/2015	13/12/2015	10/10/2016	02/07/2017	07/02/2018	16/08/2018	15/02/2019	01/09/2019	07/02/2020	01/07/2020	26/11/2020
01/02/2015	15/05/2015	24/12/2015	14/10/2016	15/07/2017	18/02/2018	23/08/2018	05/03/2019	07/09/2019	13/02/2020	06/07/2020	29/11/2020
03/02/2015	17/05/2015	04/01/2016	26/10/2016	01/08/2017	25/02/2018	30/08/2018	11/03/2019	13/09/2019	20/02/2020	11/07/2020	30/11/2020
06/02/2015	30/05/2015	15/01/2016	07/11/2016	10/08/2017	02/03/2018	04/09/2018	26/03/2019	19/09/2019	01/03/2020	16/07/2020	01/12/2020
09/02/2015	04/06/2015	05/02/2016	20/11/2016	21/08/2017	06/03/2018	09/09/2018	30/03/2019	25/09/2019	05/03/2020	20/08/2020	06/12/2020
15/02/2015	05/06/2015	13/02/2016	25/11/2016	31/08/2017	12/03/2018	16/09/2018	03/04/2019	01/10/2019	10/03/2020	06/09/2020	11/12/2020
23/02/2015	10/06/2015	17/02/2016	06/12/2016	11/09/2017	23/03/2018	23/09/2018	30/04/2019	07/10/2019	20/03/2020	11/09/2020	16/12/2020

Illustration 242 - Dates des traits de côte retenus pour l'analyse des évolutions d'octobre 2014 à décembre 2020 du secteur de Port Barcarès Nord. Les dates surlignées en saumon sont celles ajoutées pour l'année 7 de l'ObsCat. En gras, les dates des images disponibles et retenues pour les tempêtes.

Description des évolutions du trait de côte

L'illustration 243 présente la position de l'ensemble des traits de côte relevés sur les images de la caméra entre juin 2019 et décembre 2020, ainsi que les amplitudes des oscillations (avancée maximale – recul maximal) de cette position secteur par secteur.

Le premier constat est que, globalement, que ce soit au niveau des tombolos ou au niveau des baies entre ouvrages, les évolutions ont été plus fortes durant cette dernière période qu'au cours de la saison précédente (juillet 2018 à juin 2019). Les plus fortes variations sont enregistrées au niveau des tombolos au droit des brise-lames 1, 2, 4 et 6 avec un maximum pour le BL2 (82 m). Ce dernier reste le plus évolutif.

Au niveau des épis, les oscillations du trait de côte sont également importantes : 40m pour EP1 et 60 m pour EP2.

Le trait de côte des baies, entre les différents ouvrages, est également très fluctuant. Dans la partie sud, de BL2 à la digue portuaire, les oscillations sont plus fortes que lors de la période juillet 2018 – juin 2019 : entre 40 et 55 m. Au nord, la baie entre BL5 et BL6 reste celle qui fluctue le plus au cours du temps (40 m). La baie entre le BL3 et le BL4, est celle qui a enregistré le recul le plus fort ces dernières années. Le trait de côte de la baie au nord du poste de secours central (BL3-BL4) est proche à quelques mètres près, en novembre 2019 et mai 2020, de sa position la plus reculée avant les travaux d'aménagement en 2013.

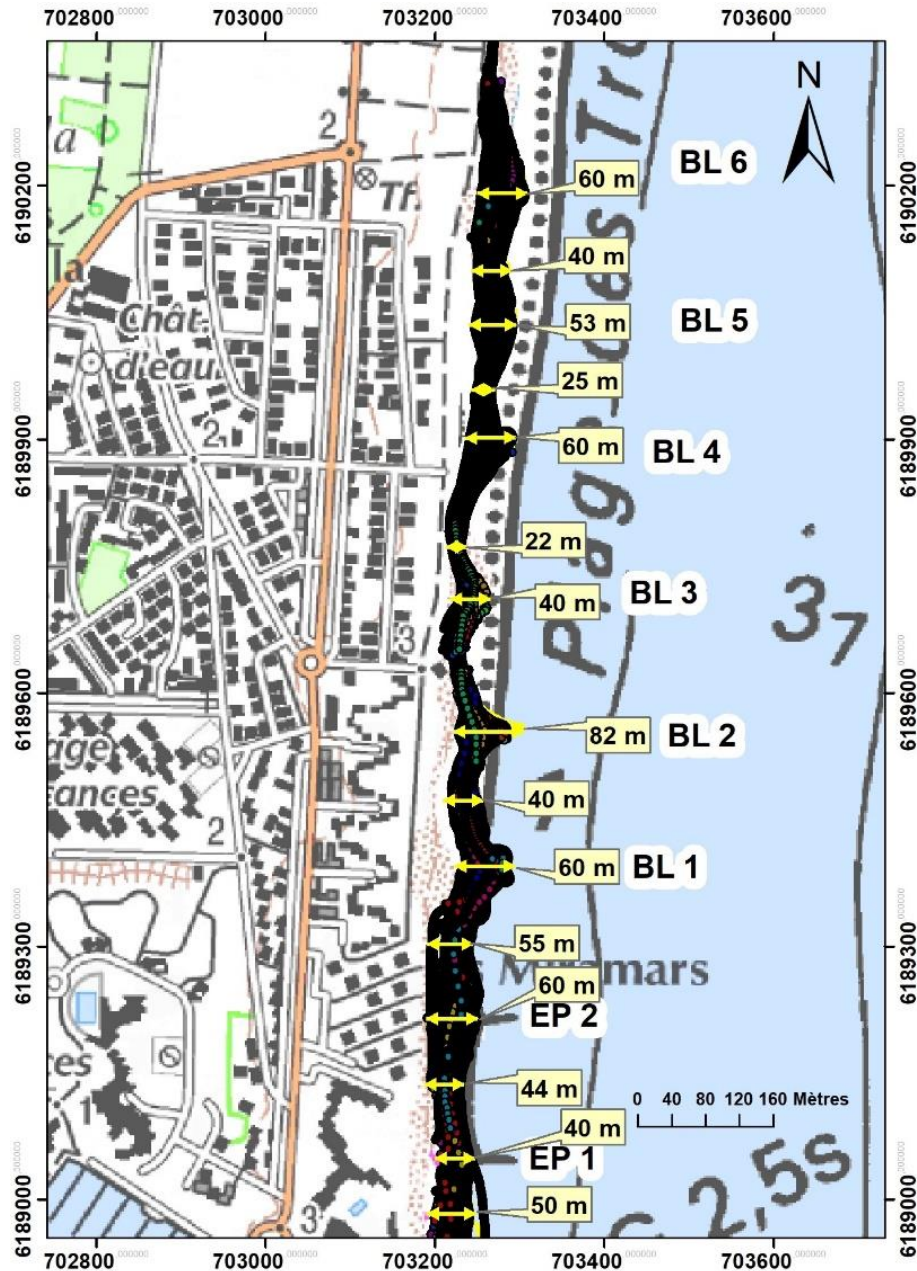


Illustration 243 - Evolution du trait de côte sur le littoral du secteur de Port Barcarès Nord par suivi vidéo haute fréquence. Les flèches jaune et valeurs indiquent l'amplitude des mouvements de juin 2019 à décembre 2020.

L'analyse temporelle de la position du trait de côte (Illustration 244) permet de visualiser les différents comportements du secteur et en particulier la mise en place, la stabilité/instabilité des tombolos derrière les brise-lames et les effets des opérations de rechargement et des tempêtes importantes.

Partie nord - entre BL3 et BL6 :

Le fait le plus marquant sur ce tronçon, est la déstabilisation des tombolos (effacement) et le creusement des baies, consécutivement à la succession de nombreuses tempêtes depuis le printemps 2019 jusqu'à décembre 2020. Les tombolos peinent à se reformer lors de l'été 2020 et les tempêtes de l'automne 2020 les ont quasi totalement fait disparaître. Sans soutien du budget

sédimentaire (arrêt des rechargements depuis l'été 2017), la résilience de ce tronçon semble avoir diminuer assez fortement, en tout cas lors de périodes hydrodynamiquement agitées.

Partie sud - entre BL3 et BL1 :

Ce secteur à moins été impacté par la succession des tempêtes depuis le printemps 2019 jusqu'à décembre 2020, et en particulier au niveau de BL1 où le trait de côte s'est maintenu et même renforcé au cours de cette période. Les tombolos du BL2 et du BL3 bien que déstabilisés se sont reformés mais plus lentement suite à cette période. Cette évolution plus favorable, avec une résilience plus forte que dans la partie nord est certainement en grande partie liée au soutien du budget sédimentaire par les rechargements réalisés en janvier et avril 2020 sur ce tronçon, principalement dans le but de combler un déficit récurrent entre la digue portuaire et le BL1. On voit que la plage en bénéficie donc également au droit de BL1 (sous l'effet de la dérive littorale) et de manière beaucoup plus limitée au niveau de BL2 et BL3. On notera un creusement de la baie entre BL3 et BL4 qui est, pour la même raison que précédemment, très peu alimentée par le sud.

Au final, on retiendra une résilience dans la partie nord plus réduite comparativement aux années passées, qu'il faudra surveiller, si les rechargements ne sont pas de nouveau réalisés, et si de nouvelles successions de tempêtes venaient à se produire.

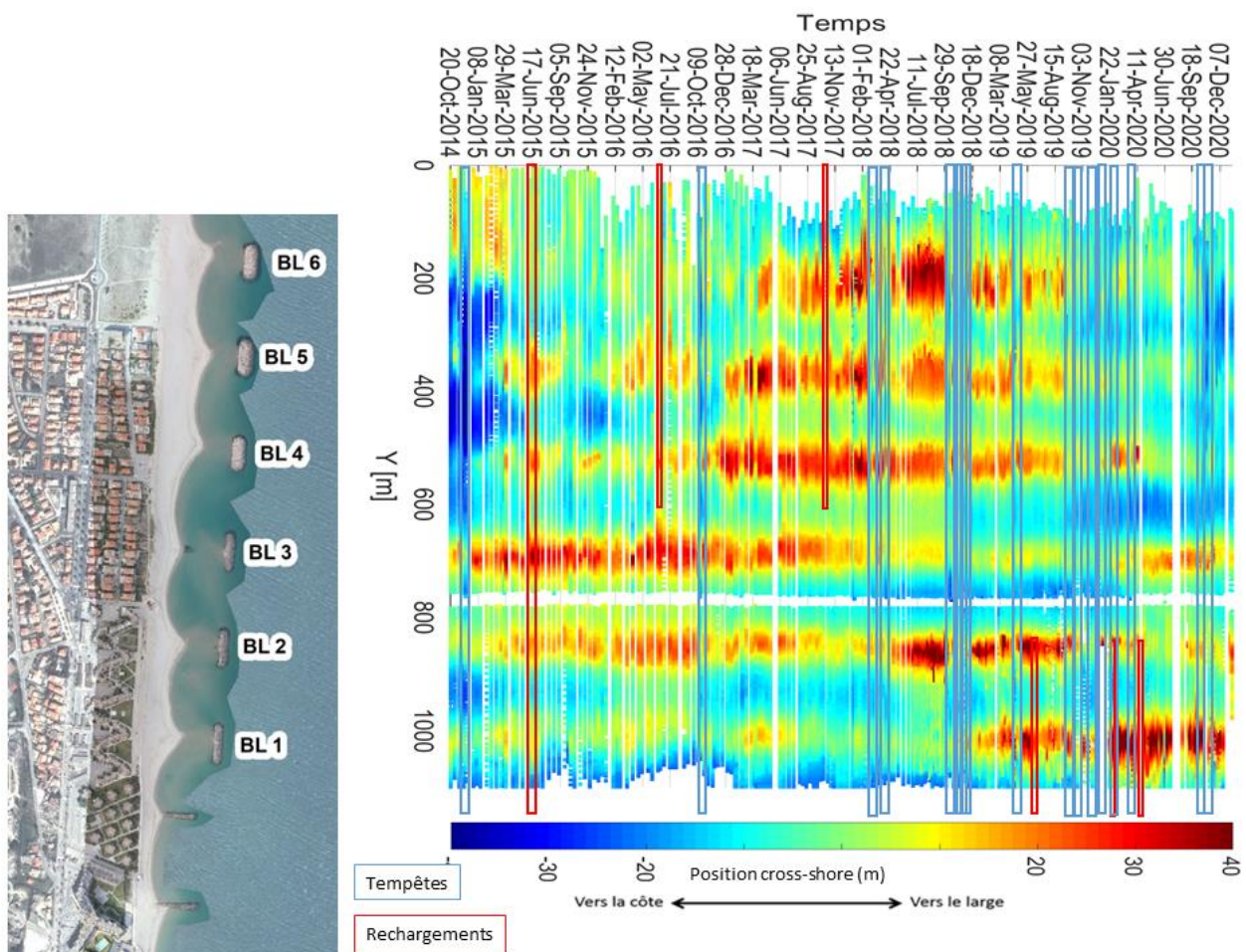


Illustration 244 - Analyse temporelle de la position du trait de côte par suivi vidéo haute fréquence du secteur de Port Barcarès Nord.

Bilan interannuel : bilan sédimentaire et trait de côte

En mai 2020, à l'issue d'une année riche en événements de tempête (8 dont Gloria en janvier 2020) et de coups de mer (4 entre mars et mai 2020) le secteur a globalement peu souffert en terme de bilan sédimentaire. Le bilan global a même ralenti la décroissance entamée depuis septembre 2017 (Illustration 245) grâce à une augmentation assez nette du bilan de la zone immergée. Le bilan de la zone émergée, après une forte augmentation depuis 2013, semble se stabiliser malgré une augmentation modérée entre avril 2019 et mai 2020. A noter que le secteur a peu bénéficié du rechargement réalisé dans la moitié sud du secteur au début du printemps 2020 (sédiments dragués dans l'avant-port suite à la tempête Gloria), l'été 2020 ayant été érosif.

Les ouvrages implantés sur le secteur perturbent les échanges entre plage émergée et plage immergée, ainsi des volumes sableux non négligeables restent stockés l'été au droit des brise-lames.

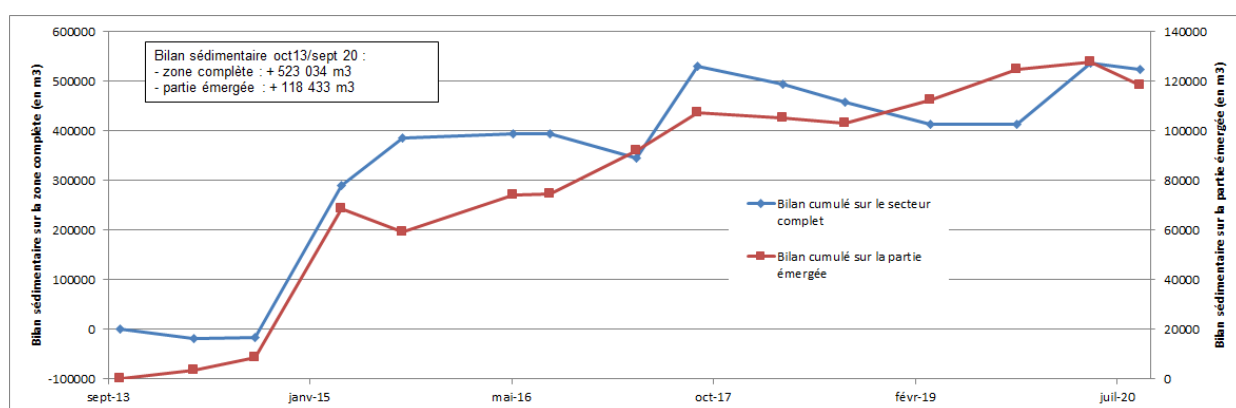
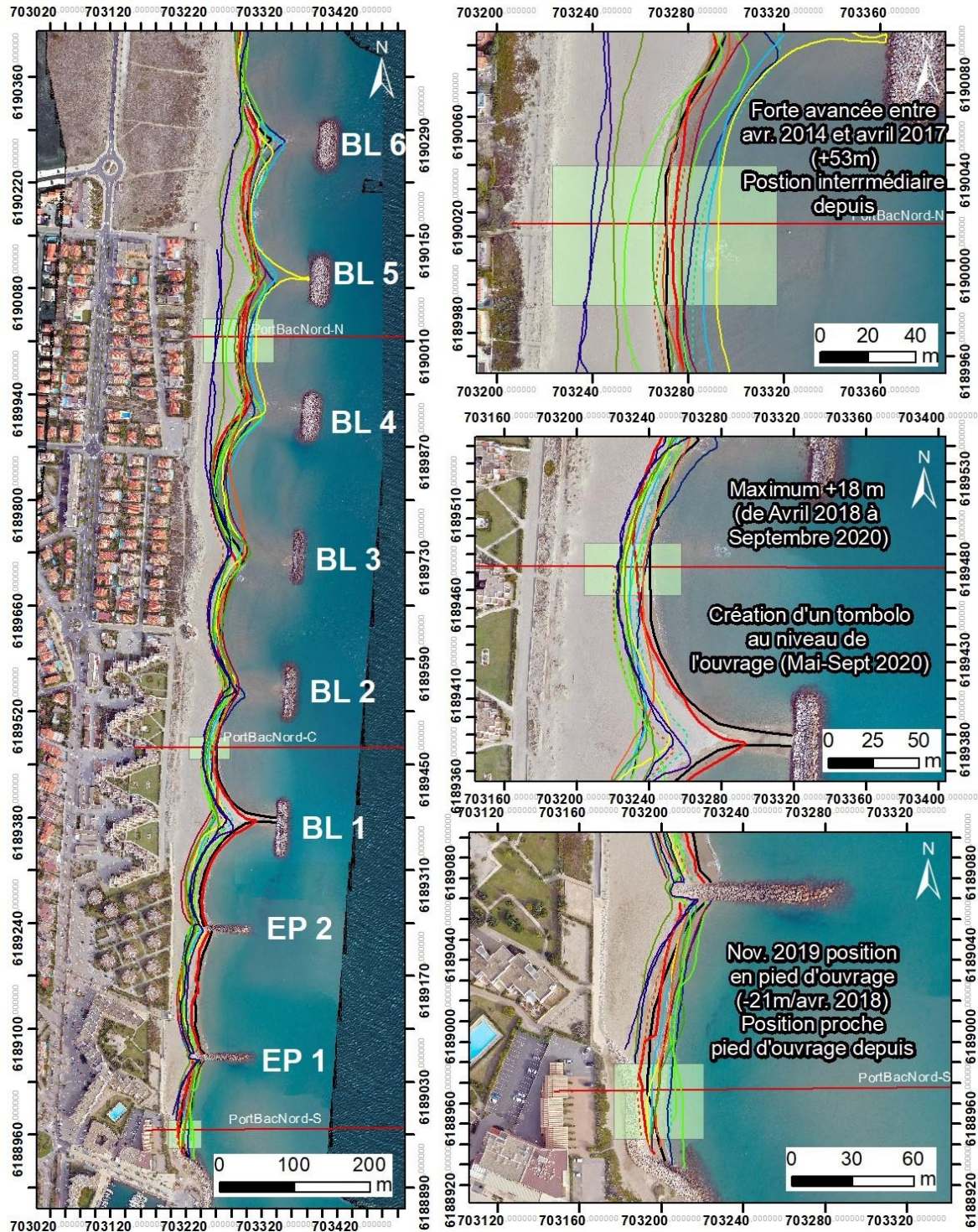


Illustration 245 - Bilans sédimentaires cumulés zone complète et zone émergée entre octobre 2013 et septembre 2020 pour le secteur de Port Barcarès Nord.

Concernant l'évolution interannuelle du trait de côte (Illustration 246), son analyse se rapproche évidemment de celle réalisée à partir du suivi vidéo (Illustration 244). Elle présente une grande variabilité saisonnière qui est fortement dépendante de la présence des ouvrages de défense et des rechargements réalisés sur le secteur.

Dans la partie sud, depuis EP1 jusqu'à la baie (incluse) entre BL1 et BL2, les positions de mai et septembre 2020 sont les plus avancées connues depuis le début des suivis de l'ObsCat. Au-delà, vers le nord, la position est soit médiane soit plutôt reculée. Ces observations sont en cohérence avec les analyses précédentes.



Source :
campagnes OBSCAT
d'Oct. 2013 à Sept. 2020
Images: Pléiades, IGN, 03-2015 et
orthophotographie ObsCat
Septembre 2020
Système de coordonnées:
RGF93-Lambert-93
Auteur : BRGM

- TDC Oct 2013
- TDC Avril 2014
- TDC Sept 2014
- TDC Avril 2015
- TDC Sept 2015
- TDC Mai 2016
- TDC Sept 2016
- TDC Avril 2017
- TDC Sept 2017
- TDC Avril 2018
- TDC Octobre 2018
- TDC Novembre 2019
- TDC Mai 2020 Leg2
- TDC Septembre 2020
- Profils de référence

Illustration 246 - Carte des traits de côte entre octobre 2013 et septembre 2020 pour le secteur de Port-Barcarès Nord.

Environnement dunaire de la plage de Port-Barcarès Nord

Le cordon dunaire de la plage nord de Port Barcarès est un cordon relique qui a été réhabilité, dans sa partie nord (au nord du poste de secours central) par PMM au moment de la construction des 3 brise-lames nord en 2014. Il constitue la partie « douce » du système de défense global en place.

Evolution morphologique

Une première comparaison altimétrique avait été réalisée entre les situations de 2015 et 2018 (Illustration 248). Elle a mis en évidence que ce cordon étroit tendait à s'élargir et à s'épaissir. La comparaison avec la topographie LiDAR de mai 2020 tend à confirmer cette évolution favorable et l'efficacité de la mise en défens (Illustration 247). Globalement en effet, ce système dunaire est toujours en accroissement modéré. On le voit bien au nord (profil 1) où la largeur de la crête dunaire a augmenté significativement, ainsi que son altitude, par rapport à 2018 déjà en progression à l'époque. Entre le profil 1 et le profil 2, on voit très nettement la progression du front dunaire vers la mer, associé à cet élargissement. Le profil central montre également cet accroissement d'ensemble.

Le profil 3, au sud, se situe dans la partie non réhabilitée du cordon dunaire. Pour autant, il montre que le cordon dans ce secteur continue une progression favorable, en épaisseur et en largeur. On voit cependant sur la carte, que l'avancée du front dunaire est moins sensible que dans la partie réhabilitée et mise en défens au nord.

Comme la tempête de février-mars 2018, la tempête Gloria qui a touché le secteur en janvier 2020, a joué un rôle important dans cette accretion dunaire, du fait de nombreux recouvrements sédimentaires occasionnés par des franchissements de la dune en mars 2018 et par le sable poussé par le vent lors de la tempête Gloria.

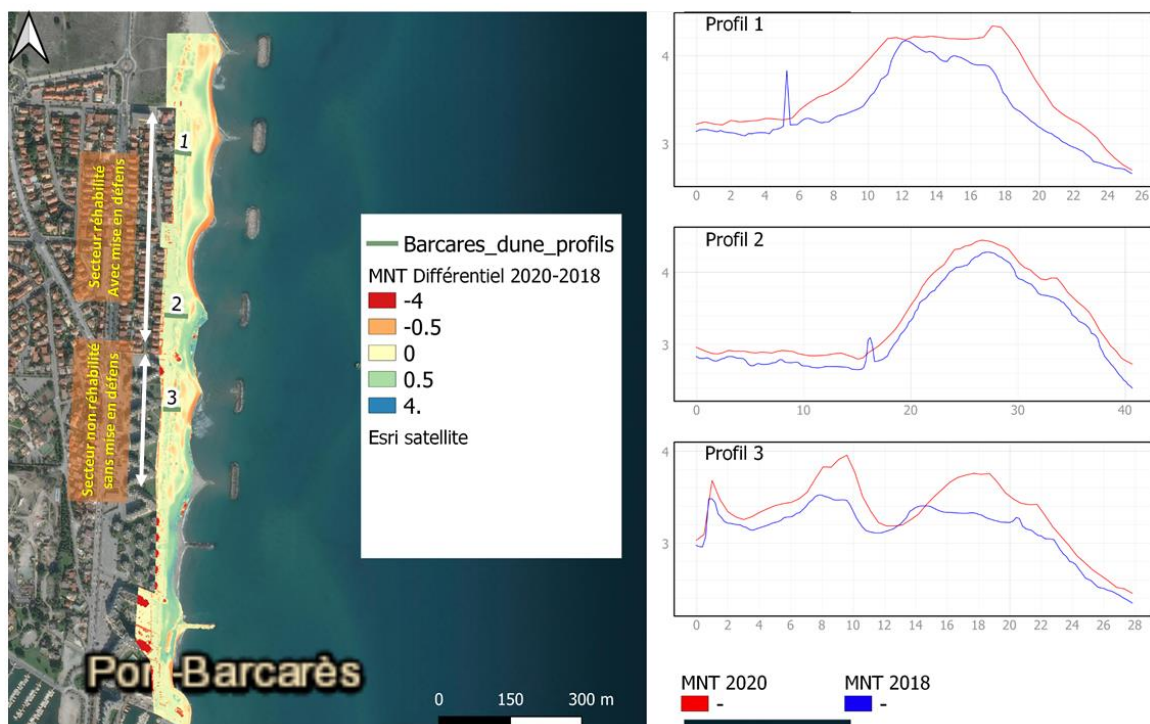


Illustration 247 - Comparaison des altimétries 2018 et 2020 et évolutions morphologiques du cordon dunaire de Port-Barcarès nord.

Evolution altimétrique de l'environnement dunaire de Port Barcarès Nord

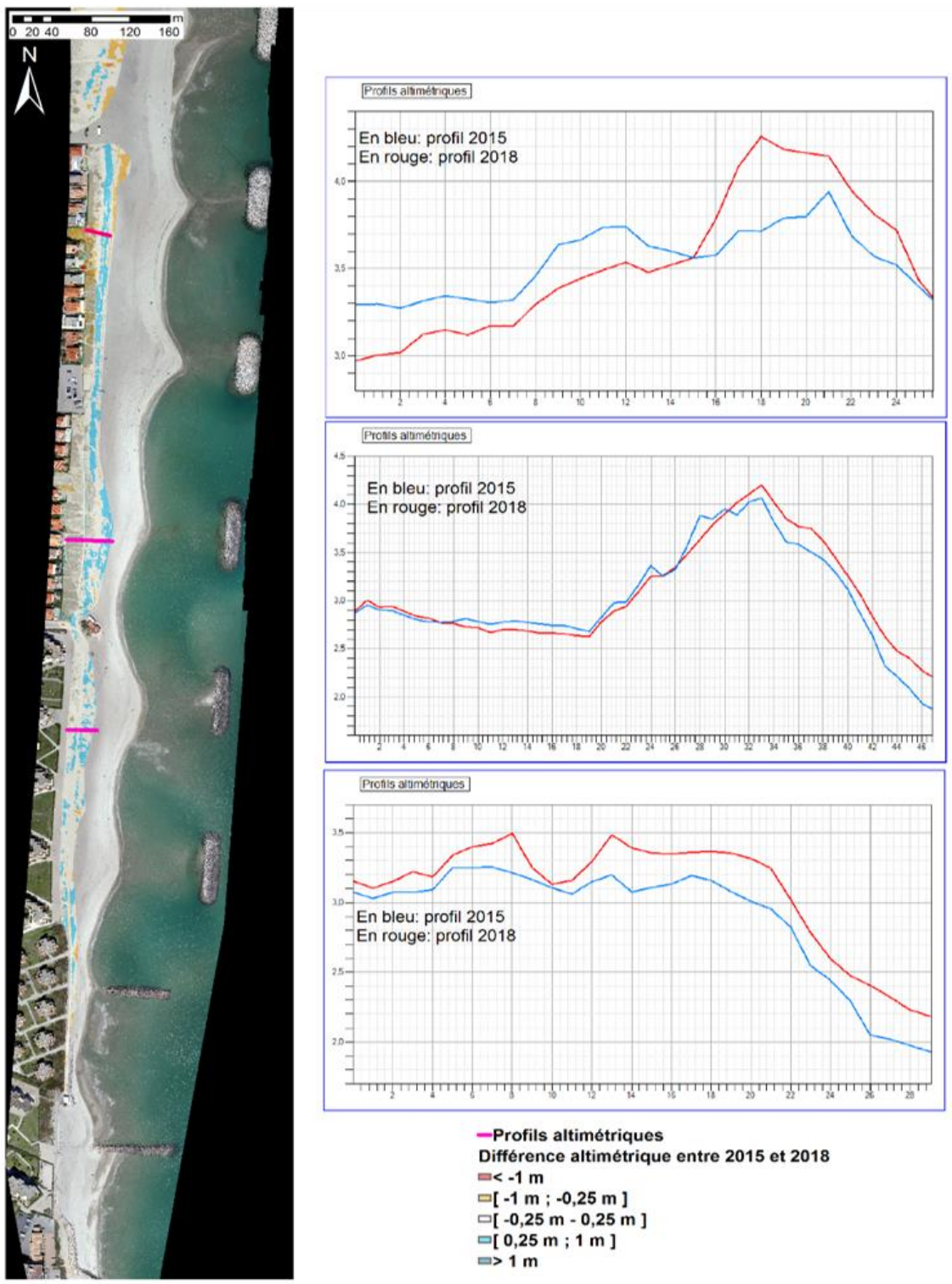


Illustration 248 - Comparaison des altimétries 2015 et 2018 et évolutions morphologiques du cordon dunaire de Port-Barcarès nord.

Etat biologique

D'un point de vu biologique, ce cordon dunaire restauré fait l'objet d'un transect de suivi (Illustration 249).

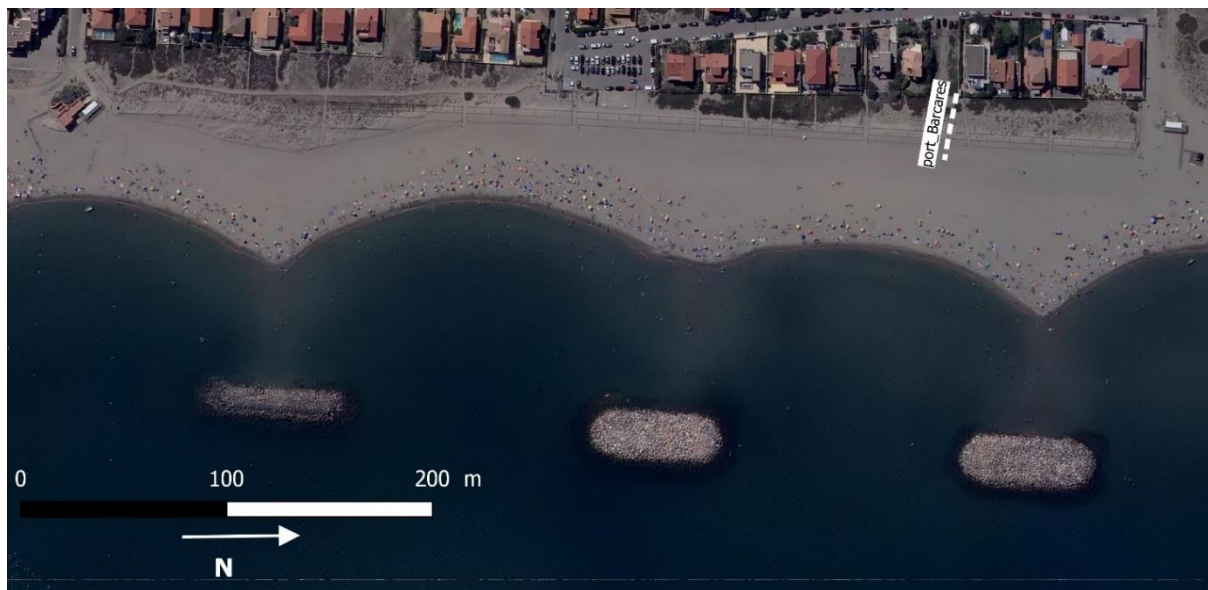


Illustration 249 – Localisation du transect de végétation à Port Barcarès Nord.

Ce transect est le plus court de tous les transects suivis, il comporte seulement 6 casiers, et il correspond à une largeur de cordon de 30 mètres.

L'indicateur le plus significatif, c'est-à-dire la part de recouvrement, est variable depuis 2015, il atteint 27% en moyenne en 2021.

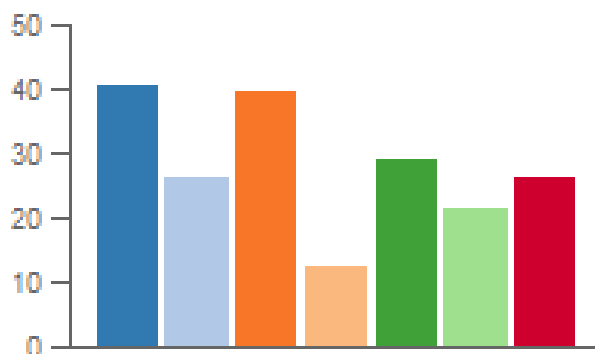


Illustration 250 – Evolution de la part de recouvrement végétal (en %) sur le cordon dunaire de Port barcarès nord entre 2015 et 2021.

Sur ce transect, les casiers les plus proches de la plage sont fortement soumis à l'accumulation de sable, l'ouvrage de restauration est efficace et favorise le piégeage sableux. On note d'ailleurs la présence de chiendent sur tous les casiers. Toutefois, cette dune vive est peu végétalisée. De plus, elle est largement occupée par des espèces invasives, cela concerne 3 casiers sur 6. Il s'agit des casiers les plus en arrière, sont occupés par de la Griffes de sorcière en raison de la proximité immédiate de jardins privés.

La forte présence d'espèces invasives sur ce transect qualifie son état de conservation biologique de dégradé.



Illustration 251 – Forte présence d'espèces invasives sur le cordon dunaire de Barcarès Nord.

Environnement dunaire du Mas de l'Isle

Le cordon dunaire du Mas de l'Isle est une zone restée quasi naturelle entre les deux zones urbanisées de la commune de le Barcarès, Port-Barcarès et le quartier du Lydia (Illustration 252). Comme tous les autres cordons suivis par l'ObsCat, il fait l'objet son évolution est analysée tous les deux ans par photogrammétrie (jusqu'en 2018) et LiDAR (depuis 2020). Le comparatif ici présenté est celui de l'année 2018 et 2020.

Illustration 252 – Emprise du levé photogrammétrique et localisation des transects de végétation au Mas de l'Isle



Evolution morphologique

Le précédent comparatif altimétrique, 3/10/2016 - 28/09/2018 montrait un cordon stable sur son ensemble pour ce qui est de la dune grise (Illustration 253). Le fait le plus marquant était le recul du pied de dune et du front dunaire dans les 300 derniers mètres avant le dernier brise-lames du système de défense de la plage nord de Port Barcarès. Le pied de dune dans ce secteur avait en effet enregistré un recul de plus de 15 mètres en 2 ans associé à un abaissement de la plage d'environ 1 m. Ce recul est récent, il n'apparaissait pas sur les comparaisons des levés LiDAR de 2010 et 2014.

Le comparatif 28/09/2018-29/09/2020, confirme la stabilité de la dune grise aux écarts près liés à la végétation (Illustration 254). L'érosion active depuis 2016 en aval dérive du dernier brise-lames, s'est atténuée dans sa partie sud, avec la formation d'une berme, mais s'est accentuée en allant vers le nord, le front dunaire ayant encore reculé par rapport à 2018. Plus au nord, entre les profils 1 et 2, une zone de recul du pied de dune et du front dunaire est apparue depuis 2018. On note comme au sud, recul et formation d'une berme et recul accentué et diminution de la topographie de la plage devant la dune en allant vers le nord. Au niveau du profil 1 et du profil 2 on voit, au contraire, une légère progression du front et/ou du pied de dune vers la mer.

Au final, ces évolutions sont la marque de la dynamique des sinuosités de plage telle qu'on la connaît notamment plus au nord au niveau du secteur du Lydia. Au droit du lido du Mas de l'Isle, la dynamique reprend un caractère naturel, absent sur le secteur défendu par les brise-lames plus au sud. Mais la plage étant étroite, et le transit sédimentaire perturbé en aval dérive du dernier ouvrage, la dynamique des sinuosités à tendance à entamer le pied de dune et à faire évoluer défavorablement le front dunaire. Ces évolutions sont à surveiller, bien que le cordon soit très large.

Cette érosion récente du cordon dunaire dans ce secteur est très vraisemblablement consécutive à un déficit sédimentaire en lien avec la position de ce tronçon en aval dérive du système de défense de la plage nord de Port Barcarès. Il a pu pendant un certain temps, après les travaux de construction en 2014 des brise-lames nord, bénéficier des rechargements en sable réalisés durant cette opération puis régulièrement depuis, en 2015, 2016 et 2017. Aujourd'hui, les apports

ne sont plus suffisants pour combler le blocage du transit par les aménagements de protection. Cette érosion en soi n'est pas problématique à court terme compte tenu de la largeur du cordon dunaire et de l'absence d'enjeu, hormis la route située 200 m en arrière, mais elle est à surveiller à long terme car une progression de l'érosion pourrait créer un point faiblesse par lequel des submersions pourraient se propager lors des fortes tempêtes.

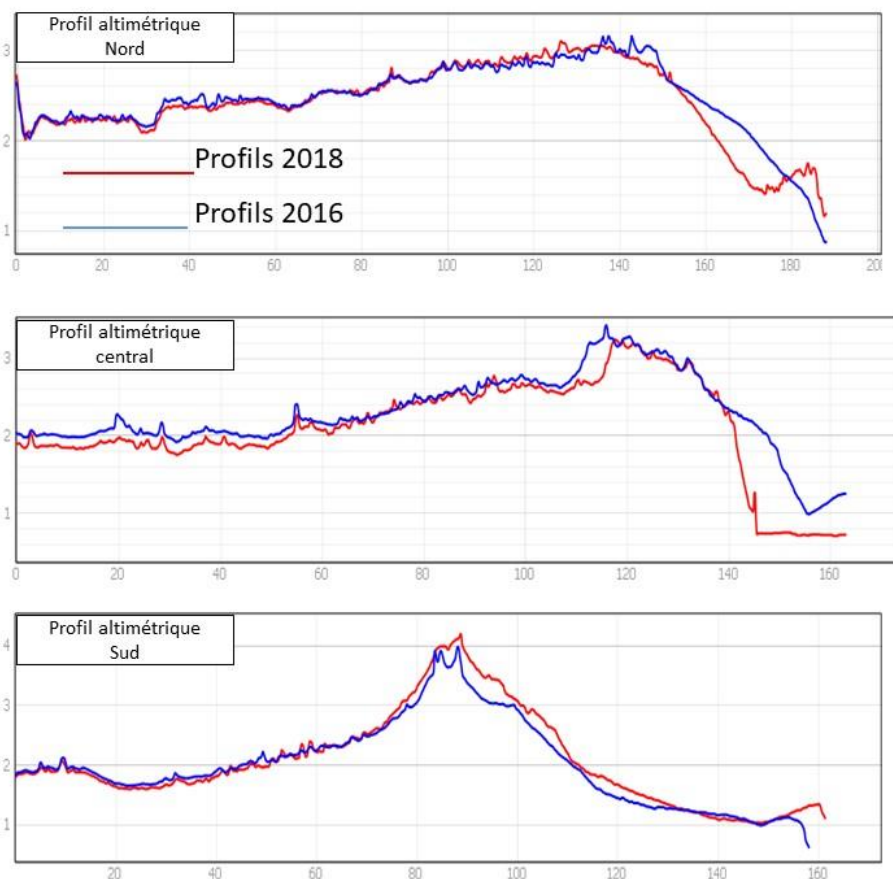


Illustration 253 – Evolution des profils topographiques de l'environnement dunaire du Mas de l'Isle au Barcarès entre 2016 et 2018.

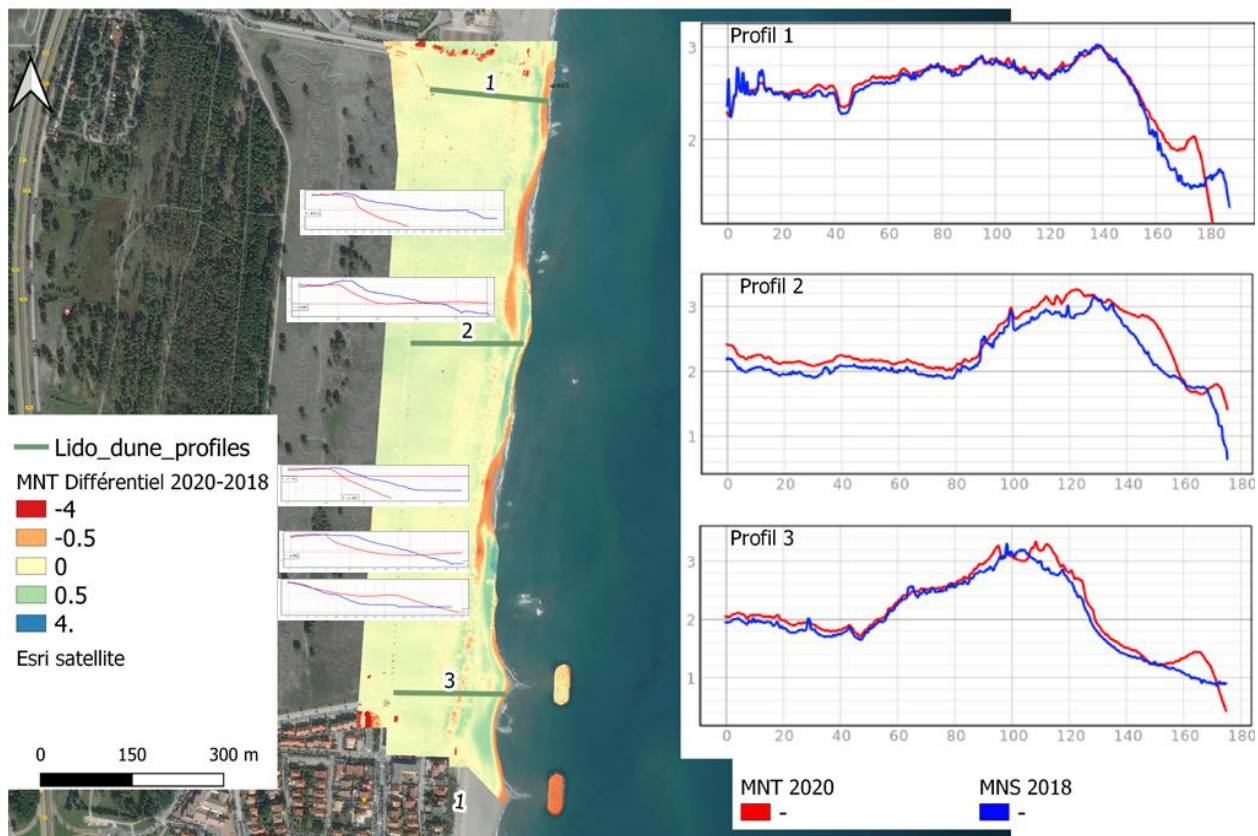


Illustration 254 – Comparaison des altimétries 2018 et 2020 et évolutions morphologiques du cordon dunaire du Mas de l'Isle entre septembre 2018 et septembre 2020.

Etat biologique

Le secteur du Mas de l'Isle fait l'objet de deux transects de suivi de la végétation dunaire (Illustration 255).



Illustration 255 – Localisation des transects de végétation au Mas de l'Isle.

Ce secteur est l'un des moins artificialisé du périmètre ObsCat ; il fait office de coupure verte et les résultats du suivi montrent un état de conservation relativement bon.



Illustration 256 – Aspect général de l’environnement dunaire sur les transects du Mas de l’Isle

Le taux moyen de recouvrement se situe entre 40 et 65 % ; on observe une diminution du recouvrement végétal sur le transect Sud alors qu’il reste stable sur le transect Nord avec 50% en 2021.

Ce sont les intrusions sableuses liées aux tempêtes sur les casiers les plus proches de la plage qui contribuent à réduire ce taux. Au regard de la largeur globale du cordon (150 mètres environ) ce phénomène ne remet pas en cause son équilibre morphologique et biologique mais cela reste à surveiller.

Le nombre d’espèces présentes est important sur ces transects. Toutefois, ces espèces ne sont pas endémiques et ont le plus souvent une faible valeur patrimoniale. On note aussi la présence de quelques espèces invasives, elles sont d’ailleurs apparues sur le transect Sud à parti de 2018 (Griffes de sorcière).

On peut qualifier ce cordon dunaire du Mas de l’Isle comme stable, il fait partie des zones les mieux conservées sur littoral sableux du Roussillon, le milieu naturel s’est notamment reconstitué grâce aux travaux de mise en défens. Ce secteur revêt également un intérêt paysager avec une dune fixée très colorée au printemps grâce à l’Immortelle, la Lavande à Toupet et l’Orcanette des teinturiers notamment.



Illustration 257 – Aspect général de l’environnement dunaire lors de la floraison au Mas de l’Isle

Le Lydia

Le secteur du Lydia s'étend des Portes du Roussillon au sud, jusqu'à la résidence les Marines au nord, soit 1,5 km de linéaire étudié (Illustration 258). Sa partie nord, longée par une promenade est fortement urbanisée. Il subsiste cependant des dunes reliques en voie de réhabilitation grâce à des travaux de restauration dunaire (piégeage sableux et mise en défens par PMM en 2014).

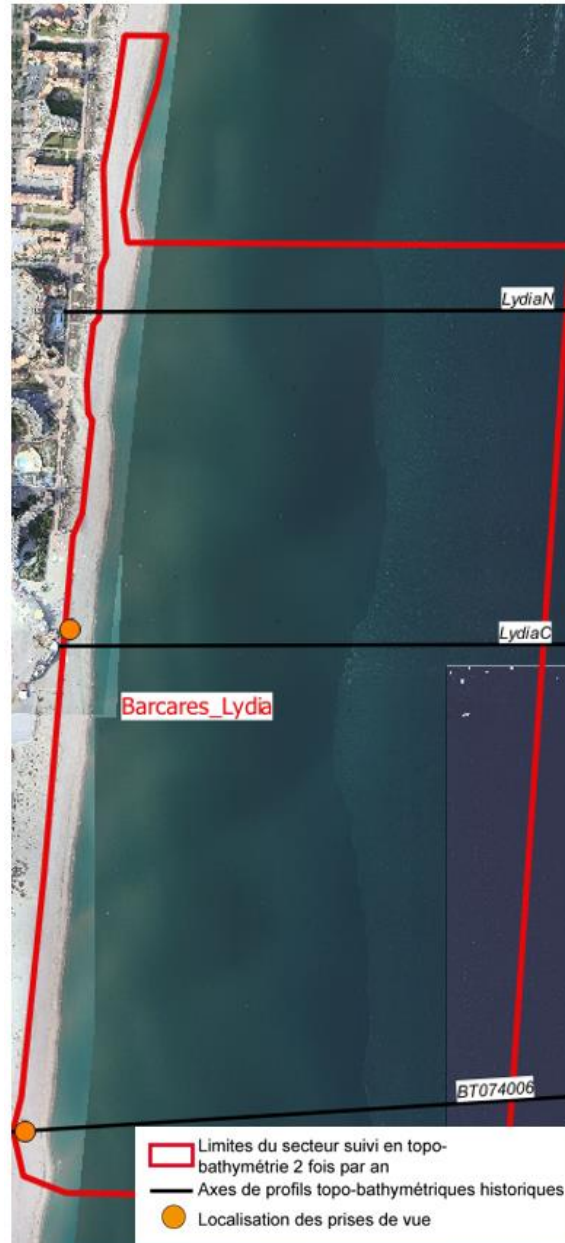


Illustration 258 - Secteur Lydia, profils de référence et prises de vues.

La plage émergée présente une forte pente même si cette caractéristique est moins visible dans le sud du secteur avec une largeur comprise entre 10 m et 50 m.

L'avant-côte est constituée d'un système à deux barres. La barre externe, bien marquée, est située à environ 400 m du trait de côte et à -4 m de profondeur au niveau des crêtes. Les festons de la barre externe ont une amplitude d'environ 450 m au nord et au centre du secteur, et de 200 m au sud du secteur.

Evolution saisonnière du trait de côte

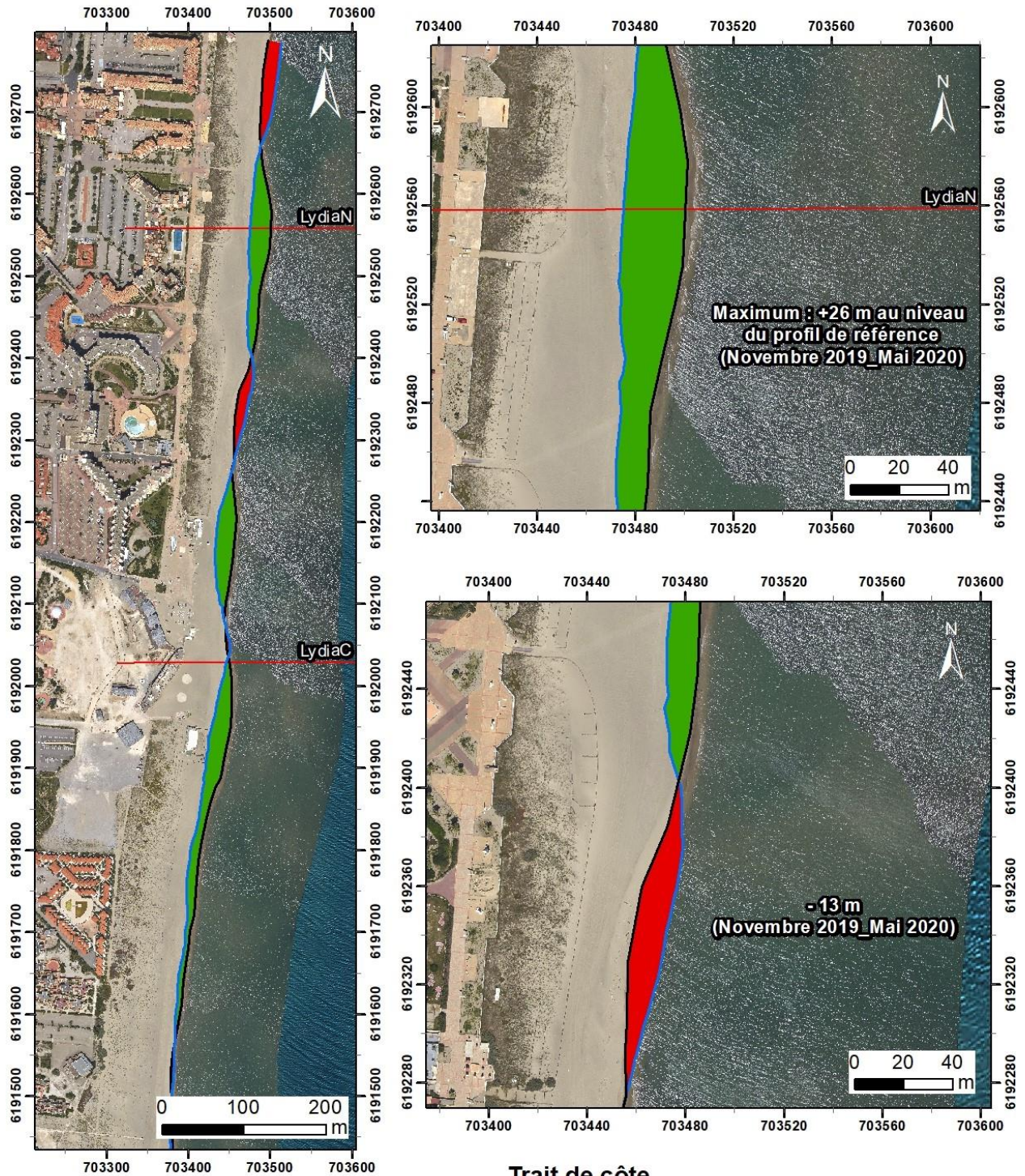
Globalement, sur ce secteur, en un lieu donné, la position du trait de côte alterne entre phase de recul et de progression autour d'une position d'équilibre (De la Torre *et al.*, 2014). La géométrie du trait de côté y est très fortement festonnée. L'analyse des données fournies par les suivis de l'ObsCat, a montré que cette morphologie (alternance de crêtes et de baies) est en lien avec la position de la barre sableuse externe. Le suivi photographique met bien en évidence cette morphologie et sa dynamique parfois rapide au cours du temps au gré des événements météo marins (Illustration 259).



Illustration 259 - Suivi photographique de Barcarès Lydia entre 2019 et 2020.

L'analyse de l'évolution du trait de côte lors de l'hiver 2019-2020 confirme à nouveau cette morphologie et ce comportement (Illustration 260). Contrairement à l'hiver précédent, les surfaces en avancée sont globalement supérieures à celle en recul et elles concernent aussi un linéaire plus étendu. Ces alternances forment des sinuosités qui varient entre -13 et +26 m, dans le même ordre de grandeur que pour l'hiver 2018/2019.

La portion au niveau de la résidence Soleil Levant II est le secteur où la plage est la plus étroite. Après l'hiver 2017/2018, le trait de côte occupait sa position la plus reculée depuis le début des suivis ObsCat en 2013. Le trait de côte y avait progressé l'hiver suivant, 2018/2019 d'environ +20 m. Le trait de côte a de nouveau reculé d'environ -15 m le dernier hiver, mais aussi progressé plus au sud d'une vingtaine de mètres. On peut penser que la sinuosité en avancée se propagera à nouveau vers le nord devant ce secteur, rendant, pour un temps moins vulnérable cette portion du trait de côte.



Source :
campagnes OBSCAT
de novembre 2019 et mai 2020
Image: Pléiades, IGN, 03-2015 et
orthophotographie ObsCat mai 2020
Système de coordonnées:
RGF93-Lambert-93
Auteur : BRGM

Trait de côte

- TDC novembre 2019
- TDC mai 2020
- Profils de référence
- Avancée
- Recul

Illustration 260 - Carte des traits de côte de novembre 2019 et de mai 2020 et évolution hivernale sur le secteur du Lydia.

Déplacements sédimentaires saisonniers et annuels

L'analyse des données des années précédentes, a montré que les dynamiques sédimentaires annuelle et saisonnière sont très importantes et complexes en lien avec la mobilité des barres d'avant-côte. La barre externe, d'une longueur d'onde d'environ 400 m forme des croissants dont la position peut varier avec le temps. La barre interne est bien plus dynamique, elle constitue généralement la principale source des déplacements sédimentaires sur les secteurs mais elle est également source de variations de stock sédimentaire en raison de ses échanges avec la plage émergée ou immergée.

Durant l'été 2019 (Illustration 261), les déplacements sédimentaires sont de faible ampleur. Ils concernent majoritairement le bas de plage, et constituent des alternances d'accrétion et d'érosion très modérées en phase avec la succession de sinuosités du trait de côte (avancée → accrétion ; recul → érosion. Au global, l'évolution est très légèrement érosive avec $-1\,794\text{ m}^3$.

Au cours de l'hiver 2019/2020 (Illustration 262, à gauche) les déplacements sédimentaires sont de plus fortes ampleur. On retrouve une alternance de zones en érosion et en accrétion, le long de la ligne de rivage, en phase avec les reculs et les avancées des sinuosités du trait de côte au cours de l'hiver. Au global, le bilan est érosif avec une perte de sédiment modérée, à l'échelle du secteur, de $-4\,618\text{ m}^3$

En l'absence de bathymétrie sur ce site pour l'automne 2019, on appréciera les évolutions morphosédimentaires en mer sur l'année complète avril 2019-mai 2020 (Illustration 263). Les déplacements sédimentaires sont de forte ampleur sur la partie immergée de la plage sur cette période annuelle, tant au niveau des barres internes que de la barre externe. Comme sur le secteur du Barcarès nord, on observe un déplacement de 80 à 100 m vers le large de la barre externe. Dans le même temps, les crêtes de barres semblent avoir migré vers le nord d'une centaine de mètre, principalement dans la moitié sud du secteur. Ceci indique une dynamique sédimentaire longshore du secteur, déjà évoquée pour le déplacement des sinuosités de plage. Sur ce comparatif, on visualise nettement l'érosion concentrée actuellement au droit de la résidence Soleil Levant II, secteur où la plage est vulnérable du fait de sa faible largeur. Ces déplacements sont le reflet des effets morphodynamiques des nombreuses tempêtes ayant touché la côte catalane entre avril 2019 et mai 2020 (9 en incluant le tempête du 19 au 24 avril 2019). Le bilan sédimentaire annuel correspondant est au global en gain modéré avec $+31\,432\text{ m}^3$, dont $-6\,412\text{ m}^3$ pour la partie émergée, et $-37\,844\text{ m}^3$ pour la partie immergée.

Durant l'été 2020 (Illustration 262, à droite), le bilan global est assez nettement négatif avec $+72\,144\text{ m}^3$, dont $-8\,261\text{ m}^3$ pour la partie émergée et $+80\,404\text{ m}^3$ pour la partie immergée. Les déplacements sont de faible amplitude mais concernent de larges surfaces en mer. Aussi, de ce fait, les marges d'incertitudes sont importantes : $\pm 40\%$ pour la partie émergée et $\pm 25\%$ pour la partie immergée.

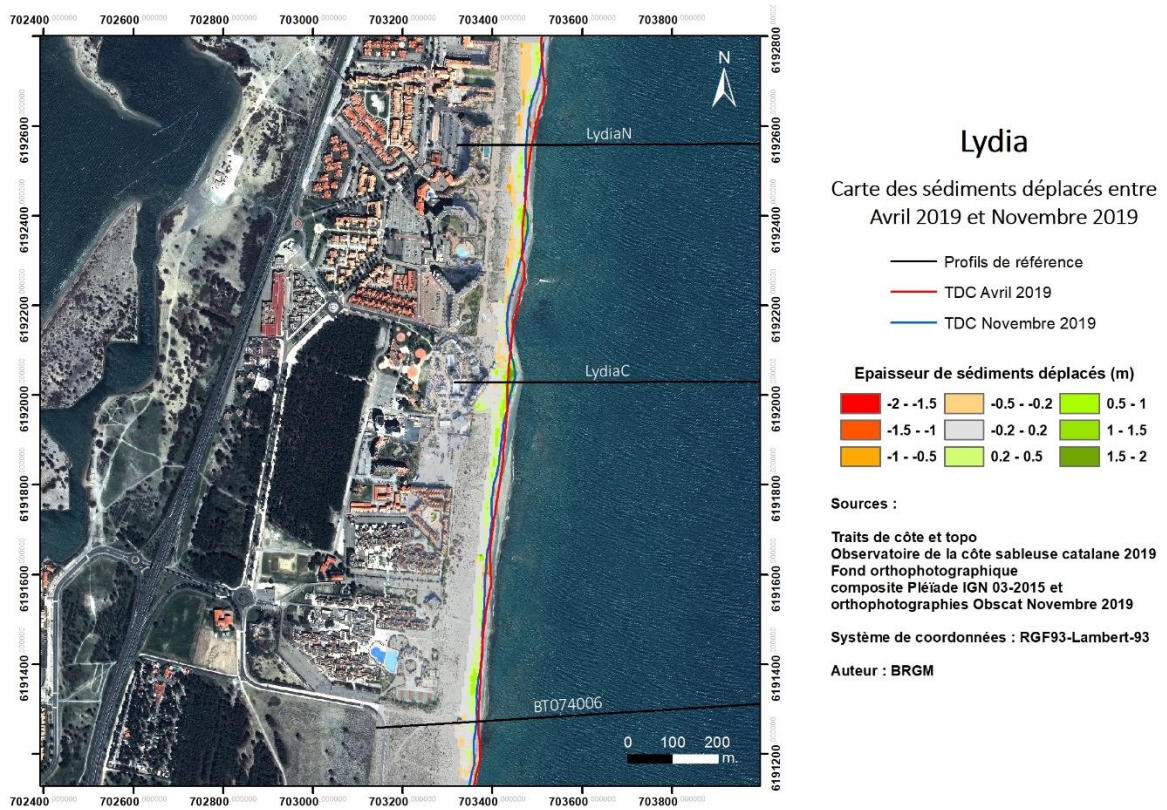


Illustration 261 - Carte saisonnière des déplacements sédimentaires du secteur du Lydia, été et automne 2019 (avril à novembre).

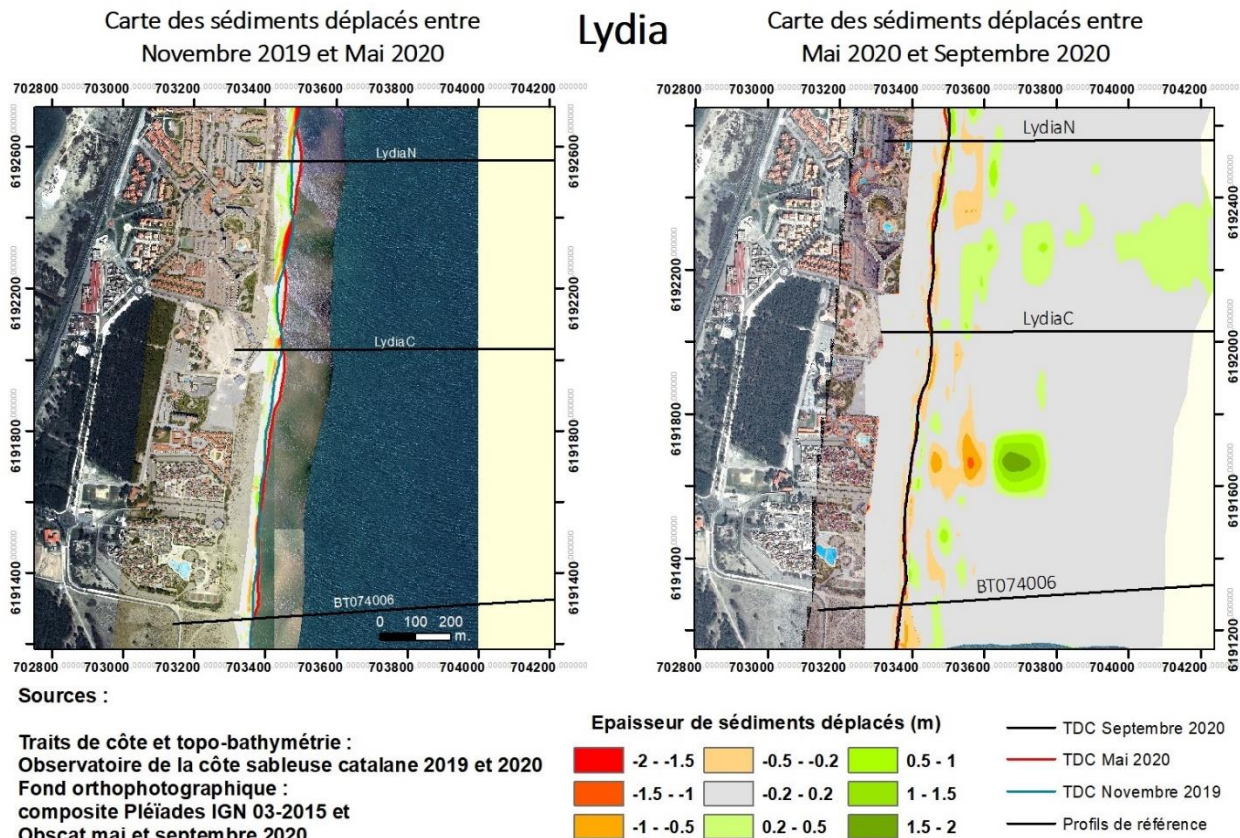


Illustration 262 - Cartes saisonnières des déplacements sédimentaires du secteur du Lydia, hiver 2019-2020 à gauche (novembre 2019 - mai 2020) et été 2020 à droite (mai - septembre).

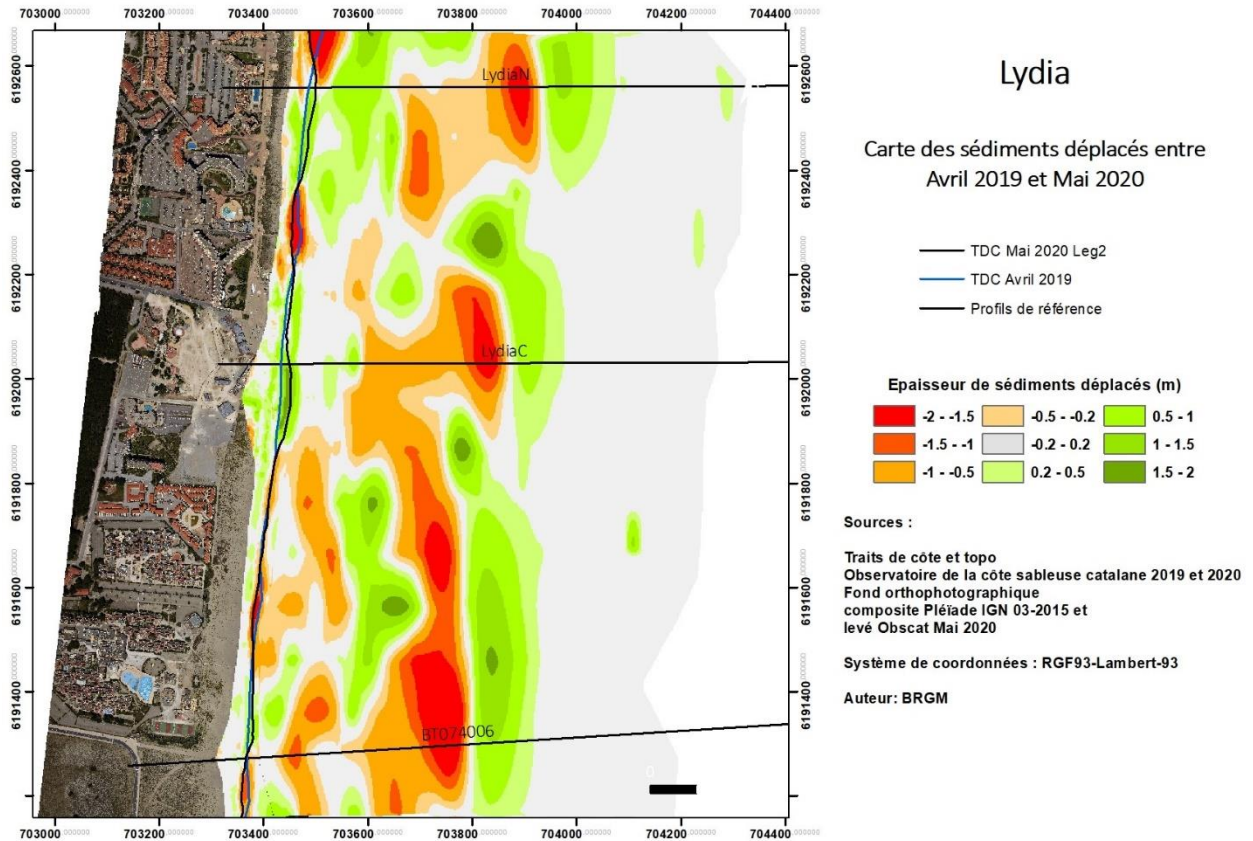


Illustration 263 - Cartes des déplacements sédimentaires du secteur du Lydia, pour la période annuelle Avril 2019/Mai 2020.

Lydia – Été 2019 – Avril à novembre 2019			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone émergée	-1 794	83 320	-2,2
Lydia - Novembre 2019 à mars 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone émergée	-4 618	73 504	-6,3
Lydia – Annuel - Avril 2019 à mars 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone complète	+31 432		
Zone immergée	+37 844	1 242 732	+3
Zone émergée	-6 412	73 504	-8,7
Lydia – Été 2020 - Mai à septembre 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone complète	+72 144		
Zone immergée	+80 404	1 104 434	+7
Zone émergée	-8 261	185 514	-4,5

Illustration 264 - Tableau récapitulatif des volumes de sédiments déplacés pour la période de l'été 2019 à septembre 2020.

Bilan interannuel : bilan sédimentaire et trait de côte

Après une année de diminution entre septembre 2017 et septembre 2018, le bilan de la partie émergée de la plage a rapidement augmenté lors de l'hiver 2018/2019. Il subit aujourd'hui, depuis 2019, une nouvelle phase de diminution (Illustration 265).

Le bilan zone complète s'était stabilisé depuis l'automne 2016, avec cependant un pic à l'automne 2017, rapidement repris à la baisse depuis. Le bilan global, à l'inverse de la partie émergée subit une hausse modérée entre novembre 2019 et le dernier suivi de septembre 2020.

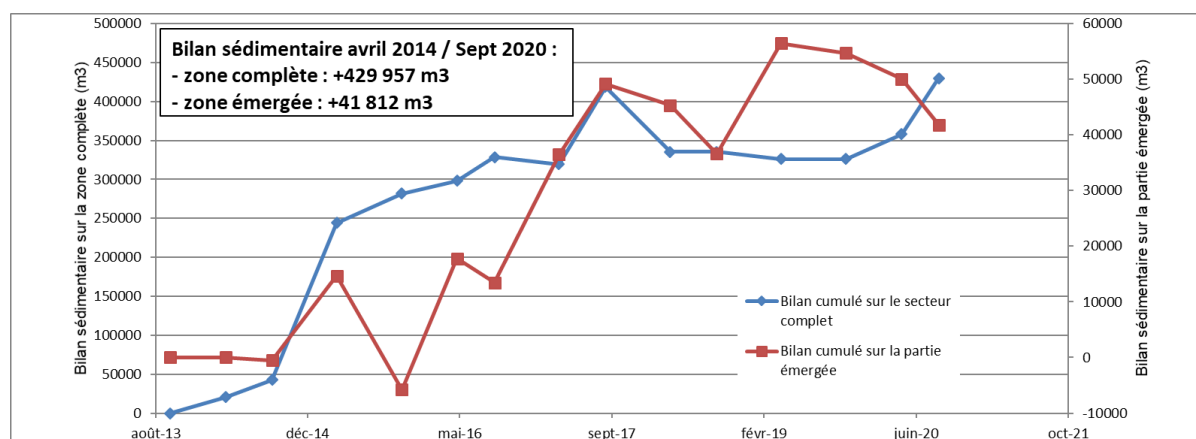


Illustration 265 - Bilans sédimentaires cumulés zone complète et zone émergée entre octobre 2013 et septembre 2020 pour le secteur du Lydia.

La position du trait de côte en novembre 2019 est à présent en plusieurs endroits sur le secteur, la plus reculée connue depuis octobre 2013 (Illustration 266). C'est le cas au nord et au sud du bateau le Lydia. D'une manière générale, elle est à peu près partout parmi les positions les plus reculées du secteur. Les positions de mai 2020 et novembre 2020, oscillent généralement autour d'une position médiane aux extrêmes connues.

Le secteur nord a subi deux phases de recul, en 2014 et 2015. La situation en avril 2018 dans ce même secteur est la plus avancée depuis 2014, soit une progression de +37 m. La position de novembre 2019 est la plus reculée dans ce secteur.

Au centre du secteur, le trait de côte oscille entre les positions extrêmes de septembre 2014 (la plus reculée) et septembre 2020 (précédemment septembre 2017), soit une zone de battement de 32 mètres.

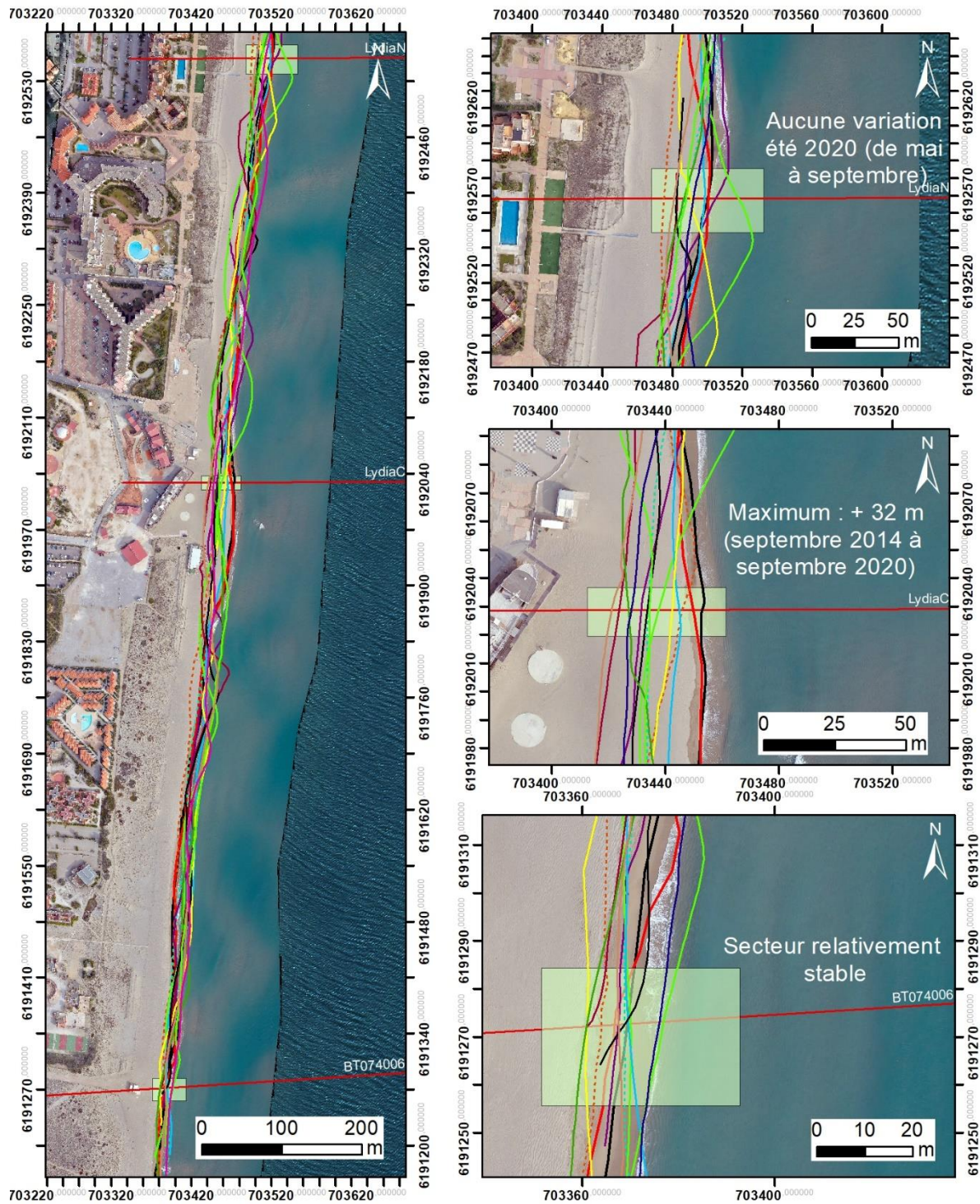
Au sud les oscillations sont de moindre ampleur, les écarts se resserrent entre les différentes positions saisonnières.

On le voit, la dynamique naturelle opérant sur le secteur du Lydia entraîne de fortes variations dans la position du trait de côte. S'il est difficile à l'échelle de temps des suivis encore récents de l'ObsCat, d'en tirer des tendances, leur analyse renseigne cependant sur le mode de fonctionnement morphodynamique du secteur. Ces oscillations sont principalement influencées sur le long terme par la position des cornes de barres externes, qui créent des avancées dans la position du trait de côte. Leur migration vers le nord, caractéristique sur ce site (mise en évidence lors des années de suivis précédentes), entraîne des variations de l'ordre d'une dizaine de mètres, voire plus comme au nord et au centre du secteur. A plus court terme, c'est la position

des barres internes, et leurs échanges ou non avec la plage, qui influencent la dynamique du trait de côte.

Les évolutions, lors de chaque hiver, semblent assez dépendantes de la morphologie des petits fonds à l'issue de la saison estivale. En effet, en fin d'été, les barres internes sont généralement dans de faibles profondeurs ce qui tend à favoriser un accolement de celles-ci à la côte. Les houles n'affectent semble-t-il pas, ou peu, la position du trait de côte dont les avancées correspondent généralement à la position des cornes de la barre externe.

Sur le plan du bilan sédimentaire l'augmentation du bilan global depuis 2014 jusqu'en avril 2018 peut être lié au bénéfice tiré, via le transport vers le nord par la dérive littorale, d'une partie des volumes de sables des rechargements réalisés entre 2014 et 2017 sur le secteur de Port Barcarès nord. La stabilisation, puis la diminution actuelle du bilan, peut ainsi résulter de l'arrêt des rechargements sur Port-Barcarès Nord depuis 2017.



Source :
campagnes OBSCAT
d'Oct. 2013 à Sept. 2020
Images: Pléiades, IGN, 03-2015 et
orthophotographie ObsCat
Septembre 2020
Système de coordonnées:
RGF93-Lambert-93
Auteur : BRGM

- | | | |
|----------------------|------------------|-------------------------|
| — TDC Octobre 2013 | — TDC Mai 2016 | — TDC Octobre 2018 |
| — TDC Avril 2014 | — TDC Sept 2016 | - - - TDC Avril 2019 |
| — TDC Septembre 2014 | — TDC Avril 2017 | - - - TDC novembre 2019 |
| — TDC Avril 2015 | — TDC Sept 2017 | — TDC Mai 2020 Leg2 |
| — TDC Sept 2015 | — TDC Avril 2018 | — TDC Septembre 2020 |
| | | — Profils de référence |

Illustration 266 - Carte des traits de côte entre octobre 2013 et septembre 2020 pour le secteur du Lydia.

Environnement dunaire du Lydia

Le cordon dunaire du Lydia est un cordon urbain naturel mais qui a été réhabilité et mis en défens il y a quelques années. Deux campagnes spécifiques de levés topographiques par photogrammétrie y ont été réalisés, en avril 2016 et avril 2018. Son évolution est appréciée ici grâce au levé topographique LiDAR de mai 2020.

Evolution morphologique

Le précédent comparatif des levés réguliers d'avril 2016 et 2018 avait mis en évidence un secteur dunaire globalement en accrétion, notamment dans la moitié nord, avec une avancée du pied de dune et une augmentation de l'altitude de la crête dunaire. La situation en mai 2020 (Illustration 267), montre qu'au regard des écarts de végétation qui peuvent exister entre les deux levés on peut dire que la dune grise et la crête dunaire sont restées globalement stables dans cette portion. Au nord, le front dunaire et le pied de dune sont assez peu touchés par l'évolution des sinuosités du trait de côte, la plage étant large. En allant vers le sud, vers la partie centrale, la largeur de plage décroît et l'influence des oscillations du trait de côte peut affecter le pied de dune et le front dunaire (Illustration 267, cf. profils complémentaire sur la figure). La dune est également plus sujette aux impacts directs des vagues pendant les tempêtes dans cette portion.

Au sud du navire le Lydia, la plage s'élargi à nouveau, la pente diminue et l'influence des oscillations du trait de côte deviens moins importante. Le cordon est globalement stable. Mais la végétation y est très parcellaire. Au-delà vers le sud, au droit de la résidence « Les portes du Roussillon », le cordon est très parcellaire. La végétation peine à s'y maintenir et la topographie est très peu marquée (Illustration 267, profil 3). On notera une accrétion du profil à ce niveau en 2020.

Au global, la dune grise et la crête dunaire de ce cordon sont plutôt stables. La partie centrale, étroite et pentue, est nettement vulnérable aux oscillations du trait de côte et aux assauts des vagues de tempête, pouvant entraîner des reculs du pied de dune et du front dunaire. Les travaux de mise en défens du cordon notamment sur la partie nord et au sud du bateau le Lydia semblent bien fonctionner. Les conditions morphologiques y sont plus favorables, avec une largeur de plage plus importante et une pente plus douce que dans la partie centrale du cordon.

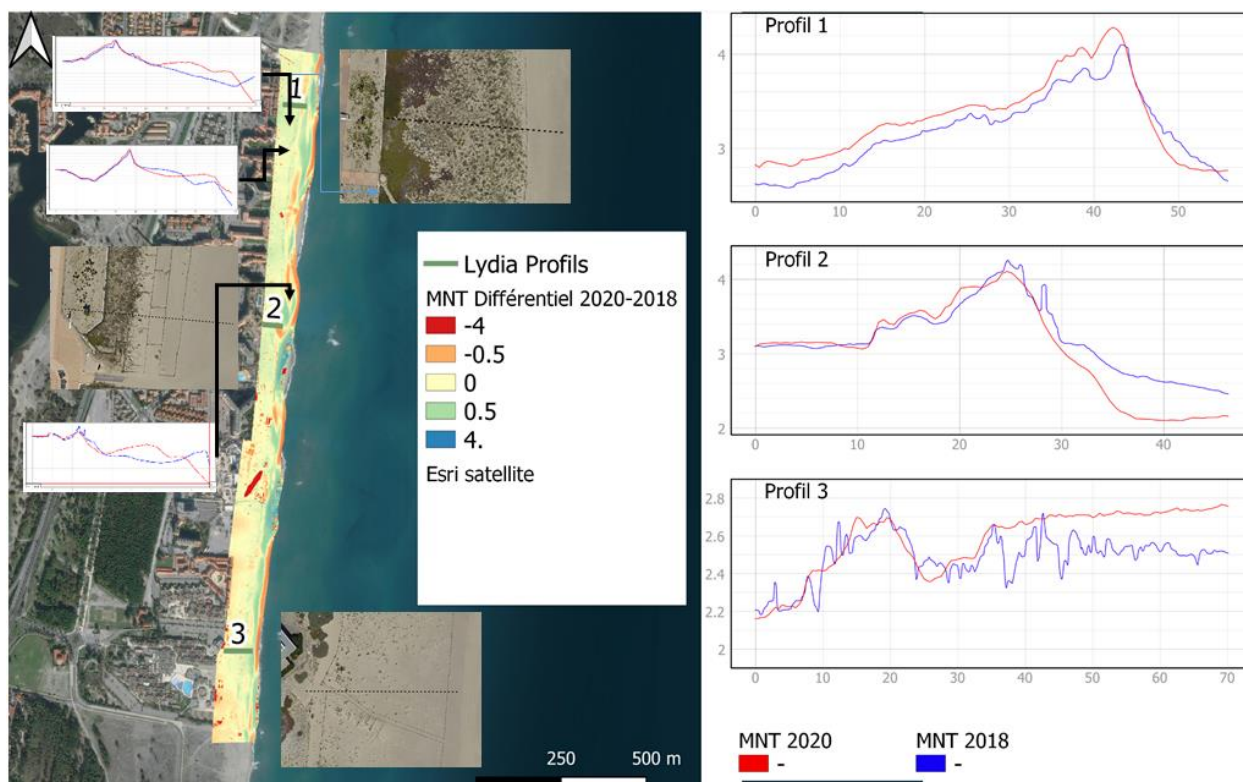


Illustration 267 - Comparaison des altimétries avril 2018 et mai 2020 et évolutions morphologiques du cordon dunaire du Lydia. Captures orthophotographie levé LiDAR mai 2020.

Sud Port-Leucate

Au nord du Lydia, sur la commune de Leucate, un nouveau site a été ajouté pour le cycle 3 de l'ObsCat, le secteur Sud Port-Leucate (Illustration 276). Cet ajout est motivé par : l'intérêt de compléter la vision amont/aval dérive du secteur portuaire de Port-Leucate, à l'image des dispositifs ObsCat en place sur les autres sites portuaires de la cellule sédimentaire du Roussillon ; par le contexte en accumulation sédimentaire de cette zone qui, potentiellement à l'avenir, pourrait contribuer à fournir une ressource en sable pour le rechargement des plages de Leucate.

Le secteur est compris entre le ponton de Port-Leucate et la digue sud du port. Depuis la limite communale avec le Barcarès au sud, la plage s'élargit fortement, jusqu'à atteindre une largeur de plus de 160 mètres sur ce secteur. La pente de la plage est inversée, orienté vers les terres, entre la berme et la dune. Le système dunaire est assez bien développé mais souffre du piétinement en l'absence de mise en défens et la présence de nombreux accès transdunaires.

Le dispositif de suivi consiste en un levé topo-bathymétrique réalisé tous les 2 ans. Le premier levé a été réalisé en mai 2019. Le prochain est planifié pour le printemps 2021. Les résultats de l'analyse morphosédimentaire de ces données seront intégrés au rapport année 8 en 2022. Il est cependant inséré dans ce rapport pour y décrire les impacts relevés à la suite de la tempête Gloria de janvier 2020.



Illustration 268 - Secteur Sud Port Leucate, profils de référence et prises de vues.

Impacts de la tempête Gloria, 20 -22 janvier 2010

Sur une zone d'environ 1 500 m vers le nord depuis la frontière avec la commune de Le Barcarès, le cordon dunaire présente de nombreux franchissements avec submersion associée de l'arrière-dune (Illustration 269, à gauche). Ces franchissements se sont faits par pénétration de la mer via les accès piétons ici très nombreux. Ceux-ci constituent autant de points de faiblesse qui rendent plus vulnérable la zone urbaine au phénomène de submersion marine. Le contraste est très net avec la commune du Barcarès, où le cordon dunaire, mis en défens avec gestion des accès, n'a pas ou peu été franchi.

Plus au nord, vers le port, la plage s'élargit très fortement et sa pente s'inverse vers la dune, en arrière de la berme (Illustration 269, à droite). On relève à nouveau des franchissements. Dans cette zone, la progression du jet de rive des vagues, au-delà de la berme, est favorisée par une pente inversée et très prononcée du profil de plage vers la dune. Une accumulation d'eau marine importante se produit également en haut de plage. Quelques érosions du front dunaire, très limitées, sont également relevées, probablement liées à l'agitation de ce plan d'eau temporaire par les vents marins.

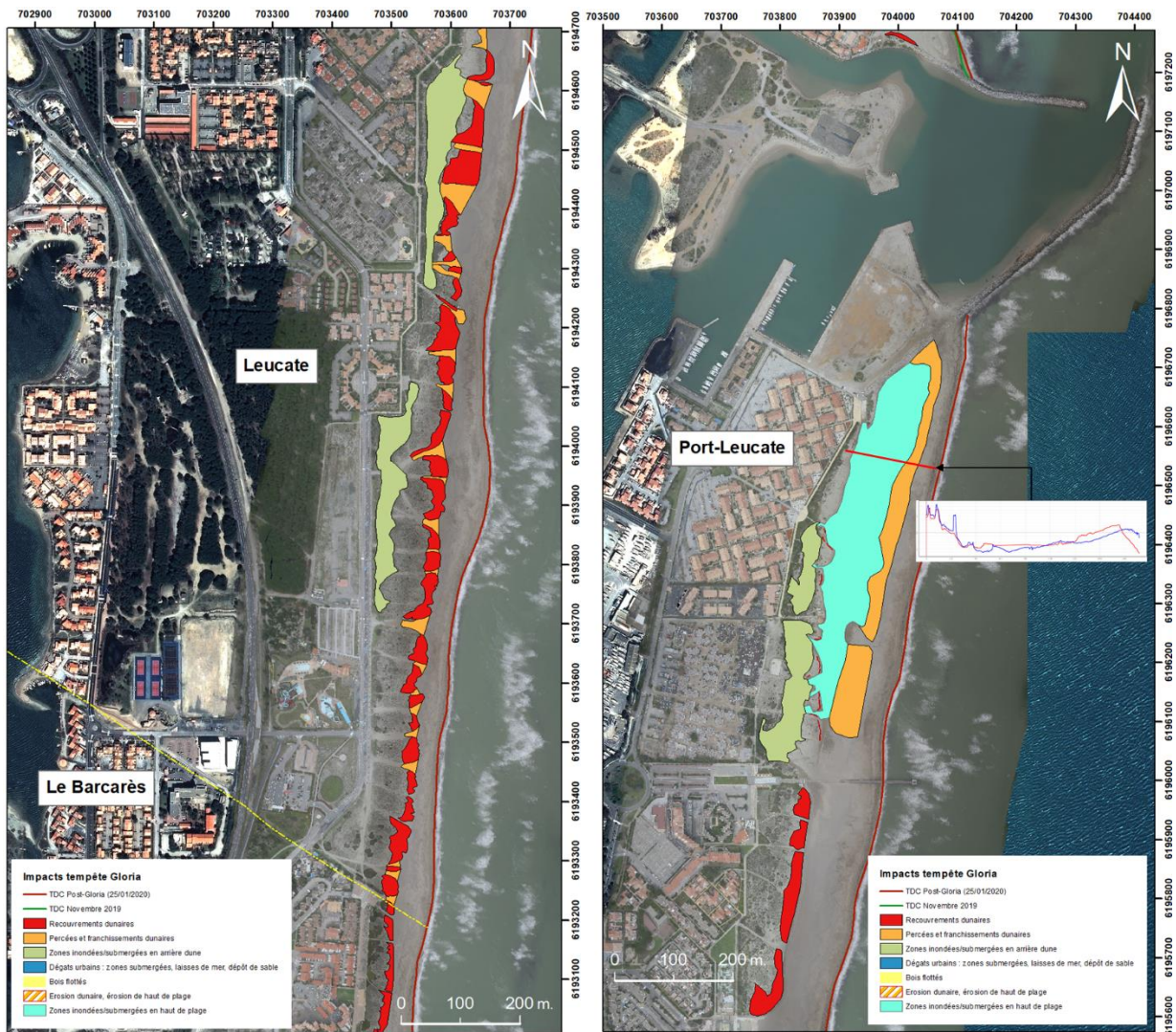


Illustration 269 - Impacts à la côte de la tempête Gloria : photointerprétation et comparaison des orthophotographies et topographies des levés photogrammétriques ObsCat post-tempête du 25/01/2020 et de la campagne de novembre 2019.

Environnement dunaire de Sud Port-Leucate

Etat biologique

Pour suivre l'évolution biologique de ce cordon dunaire, le long de l'avenue du Roussillon, un transect de végétation est suivi depuis le printemps 2020. Cet axe comprend 29 casiers d'étude, soit un linéaire transversal de 145 mètres depuis la route jusqu'à la plage (Illustration 270).



Illustration 270 – Aspect général de l'environnement dunaire de Port Barcarès

On comptait une moyenne de 5 espèces par casier en 2020 sur ce transect avec une diversité intéressante : *Anthemis maritime*, *Panicaut maritime* par exemple (Illustration 271).



Illustration 271 – Anthemis maritime (à gauche) et Panicaut maritime (à droite)

On y retrouve également ponctuellement de l'Euphorbe Péplis, espèce protégée. Malheureusement on retrouve ici comme ailleurs des plants de Griffes de Sorcière qui ont tendance à envahir la dune fixée.

Le recouvrement végétal représente en moyenne 30% en 2020 et 2021 pour l'ensemble des habitats et environ 40% pour la dune fixée. Ce taux pourrait être supérieur si le milieu n'était pas piétiné.

4.12. CELLULE 11 - DU GRAU DE LEUCATE A PORT-LEUCATE

Cette cellule est délimitée par le port de Leucate au sud et par le grau de Leucate au nord qui est également endigué (Illustration 272). Sa fréquentation importante et son urbanisation prononcée en font un secteur particulièrement artificialisé.

La cellule 11 est constituée de sables grossiers (AERMC et Université de Perpignan, 2000). La granulométrie est de 0,26 mm en moyenne avec une augmentation au niveau du grau de Leucate (0,31 mm) et aux abords du port de Leucate (0,39 mm ; Aleman, 2013). Après une période d'accrétion au début du XX^{ème} siècle, cette cellule est dominée par l'érosion à partir de la construction du port de Leucate (1968), avec pour effet de bloquer la dérive littorale vers ce secteur (Aleman, 2013). On remarque malgré tout une stabilité de l'avant-côte à partir de -5 m de profondeur. Les enrochements, de part et d'autre du grau, entraînent une accumulation de sédiment en amont-dérive au sud, et un recul en aval-dérive au nord au niveau du cordon dunaire de Mouret (partie sud).

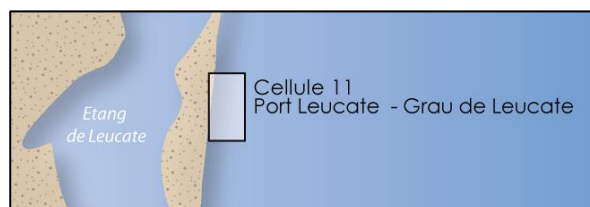
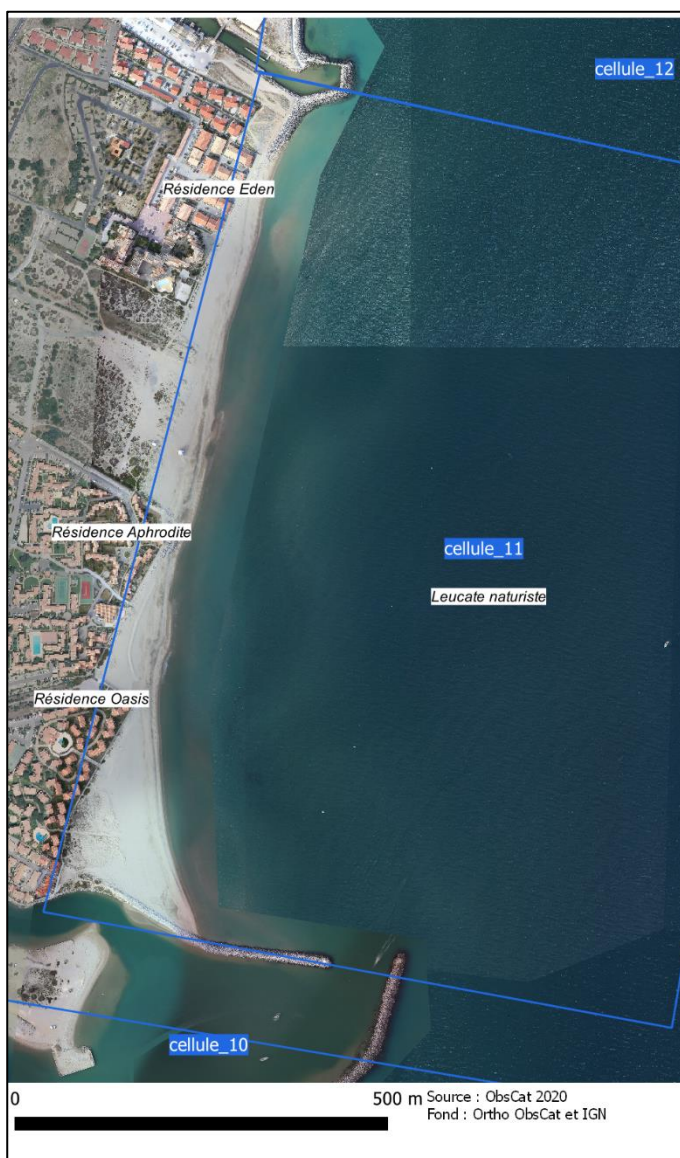


Illustration 272 - Localisation de la cellule 11.

L'avant-côte est composée d'une barre de bas de plage, d'une barre interne et d'une barre externe (Aleman, 2013). Le port perturbe fortement ce système. La barre externe parvient cependant à franchir l'ouvrage.

Plage du Village naturistes de Leucate

Le secteur suivi de la plage du Village naturistes de Leucate constitue à lui seul la cellule 11 (Illustration 273)

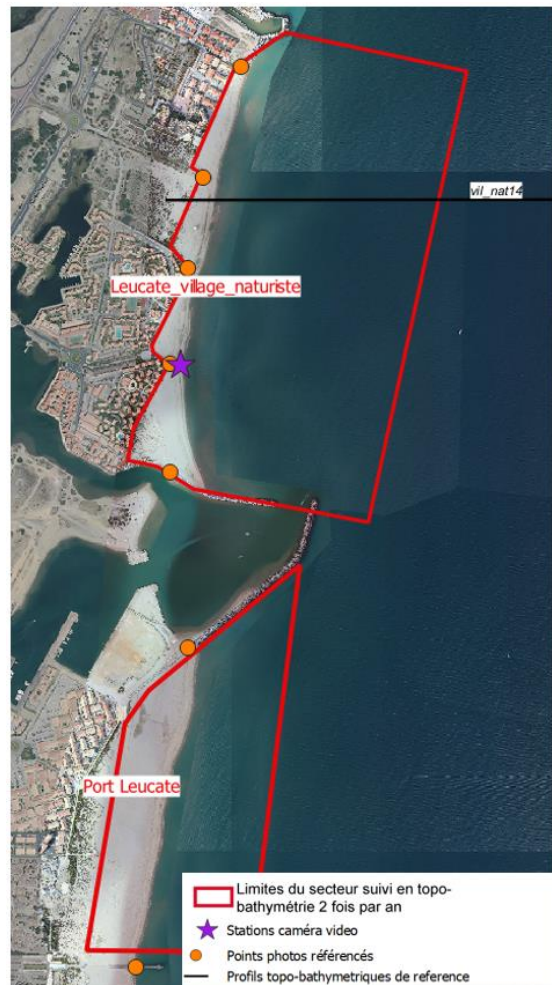


Illustration 273 – Secteur de Leucate Village naturistes, profils de référence et prises de vue.

Pour identifier les changements paysagers, deux points photos sont suivis depuis 2018 sur ce secteur (Illustration 274), d'autres ont été ajoutés par la suite en lien avec les travaux de rechargement en sable réalisés en mai 2019.

Au printemps 2019, au droit de la jetée au nord (grau ostréicole), la plage émergée a pratiquement disparue. Elle était encore présente mais étroite à l'automne 2018, elle s'est reformée en septembre 2020. Les changements les plus significatifs concernant également le trait de côte au droit de l'enrochement de la résidence Aphrodite.

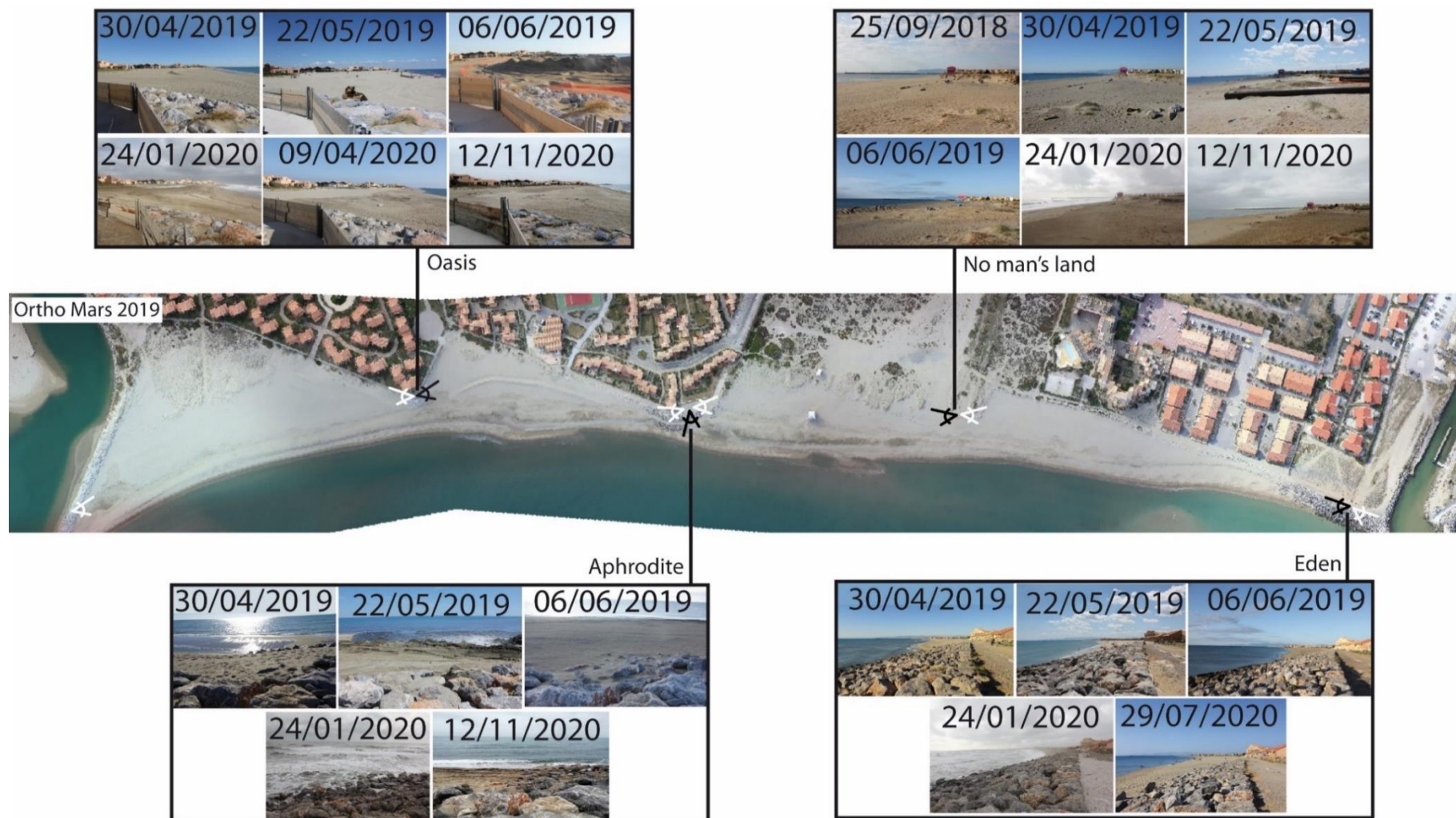
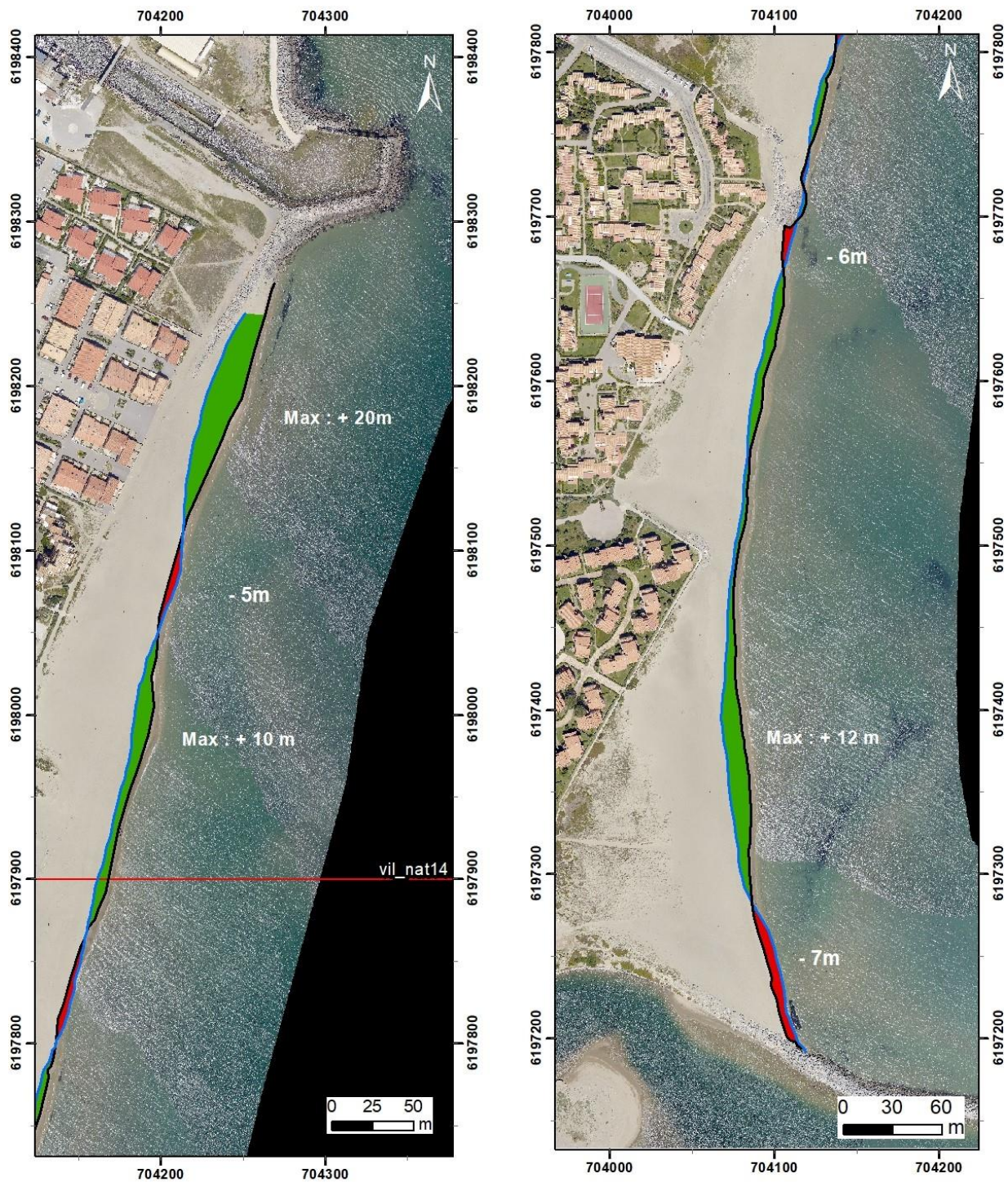


Illustration 274 – Secteur de Leucate Village naturistes, prises de vue entre 2019 et 2020.

Evolution saisonnière du trait de côte

A l'issue de l'hiver 2019/2020, le trait de côte présente une suite d'alternance de longues portions en avancée et de courtes sections en recul (Illustration 275). Les avancées peuvent atteindre +20 au nord du secteur, et +12 m au sud. On remarquera que, à l'exception des extrémités au contact de l'ouvrage portuaire au sud et de l'enrochement Aphrodite au nord en léger recul, l'ensemble de la section du trait de côte entre les résidence Oasis et Aphrodite est en progression modérée sur la mer (+12 m au maximum). L'hiver précédent c'est la partie centrale qui présentait une avancée de +15 m, entre Aphrodite (incluse) et la fin de la zone naturelle au droit du poste de secours.

Au global, malgré un hiver riche en tempêtes (6), la plage présente un bon maintien de la position de son trait de côte. Reste un point sensible, celui de l'enrochement de haut de plage à l'angle de la résidence Aphrodite. La position du trait de côte n'évolue pas ou très peu, elle est quasi fixée, la plage disparaissant régulièrement à ce niveau. On note également des effets latéraux érosifs sur les 25 premiers mètres vers le sud. L'analyse des données vidéo haute fréquence, met également en évidence ce phénomène lors des tempêtes.



Source :
 campagnes OBSCAT
 de novembre 2019 et mai 2020
 Image: Pléiades, IGN, 03-2015 et
 orthophotographie ObsCat mai 2020
 Système de coordonnées:
 RGF93-Lambert-93
 Auteur : BRGM

Trait de côte

- TDC novembre 2019
- TDC Mai 2020 Leg2
- Profils de référence
- Avancée
- Recul

Illustration 275 - Carte des traits de côte de novembre 2019 et de mai 2020 et évolution hivernale sur le secteur du Village naturistes.

Déplacements sédimentaires saisonniers et annuels

La période été-automne 2019, entre avril et novembre, est marquée par un engraissement de la très modéré du bas de plage le long de la ligne de rivage, et d'une érosion également modérée de la berme de bas de plage (Illustration 276). On notera également, au sud, dans le triangle de plage entre la résidence Oasis et la digue portuaire, une érosion modérée depuis le trait de côte jusqu'à la dune et un peu plus au nord une accrétion qui semble compenser l'érosion plus au sud. Cette érosion de la berme est probablement liée à l'impact des 2 tempêtes de l'automne (septembre et octobre) ayant précédé le levé topographique. Le bilan sédimentaire global de cet été 2019 est très légèrement positif avec +734 m³ de sable.

Un rechargement de la plage avait été réalisé en mai 2019, à partir des sédiments dragués dans l'avant-port de Port-Leucate. Le volume extrait a été estimé à 13 000 m³. Mais une partie seulement a pu être finalement utilisée pour recharger la plage en raison d'une proportion importante de fractions fines. Le volume restant, finalement resté disponible pour la plage est estimé à 10 000 m³ d'après la commune. Malgré ce volume conséquent, à l'issue de l'été, dès novembre 2019, le bénéfice pour la plage est très modeste (+734 m³). Une proportion probablement importante de ce rechargement a donc été érodée, très vraisemblablement lors des 2 tempêtes de l'automne, en septembre et octobre 2019. Lors du rechargement de mai, les volumes ont été principalement utilisés pour élargir la plage et relativement peu pour gagner en épaisseur. Ceci a pu jouer défavorablement sur la vulnérabilité de la plage face aux premières tempêtes automnales qui ont, de plus, été assez énergétiques.

La période hivernale (Illustration 277 à gauche) est marquée par une tendance plus nette à l'accrétion du bas de plage, celle-ci bénéficiant également à la berme et en particulier entre les résidences Aphrodite et Oasis. Cette accrétion est corrélée avec les secteurs où le trait de côte s'est avancé. Le bilan sédimentaire pour cet hiver est assez nettement positif avec +3 925 m³ de sable.

En l'absence de données bathymétriques à l'automne 2019, il est intéressant de comparer les situations topo-bathymétriques d'avril 2019 et mai 2020, pour apprécier les déplacements sédimentaires sur une année complète et sur l'ensemble de la zone (Illustration 278). A cette échelle de temps annuelle, qui intègre des événements météo marins nombreux (9 tempêtes et 4 coups de mer), les déplacements sédimentaires sont importants, avec des modifications très marquée de la barre interne notamment. La barre externe est quant à elle plus stable. A terre, la plage émergée enregistre en plusieurs endroits des accrétions modérées de la berme et en particulier au droit des résidences Aphrodite et Oasis. Le bilan sédimentaire global du secteur est positif avec +31 254 m³, dont +4 659 m³ pour la plage émergée et +26 596 m³ pour la plage immergée.

L'été 2020 (Illustration 277 à droite), est caractérisé par une érosion quasi générale du bas de plage. Le bilan global est nettement positif (mais avec une marge d'erreur importante) pour cette période estivale, probablement sous l'effet des 2 coups de mer (12 juin et 20 août) qui ont dû mobiliser une surface importante sur le secteur immergé : +71 679 m³ dont -3 027 m³ +/- 2 731 m³ (±90%) pour la partie émergée, et +74 676 m³ +/- 12 785 m³ (±17%) pour la partie immergée.

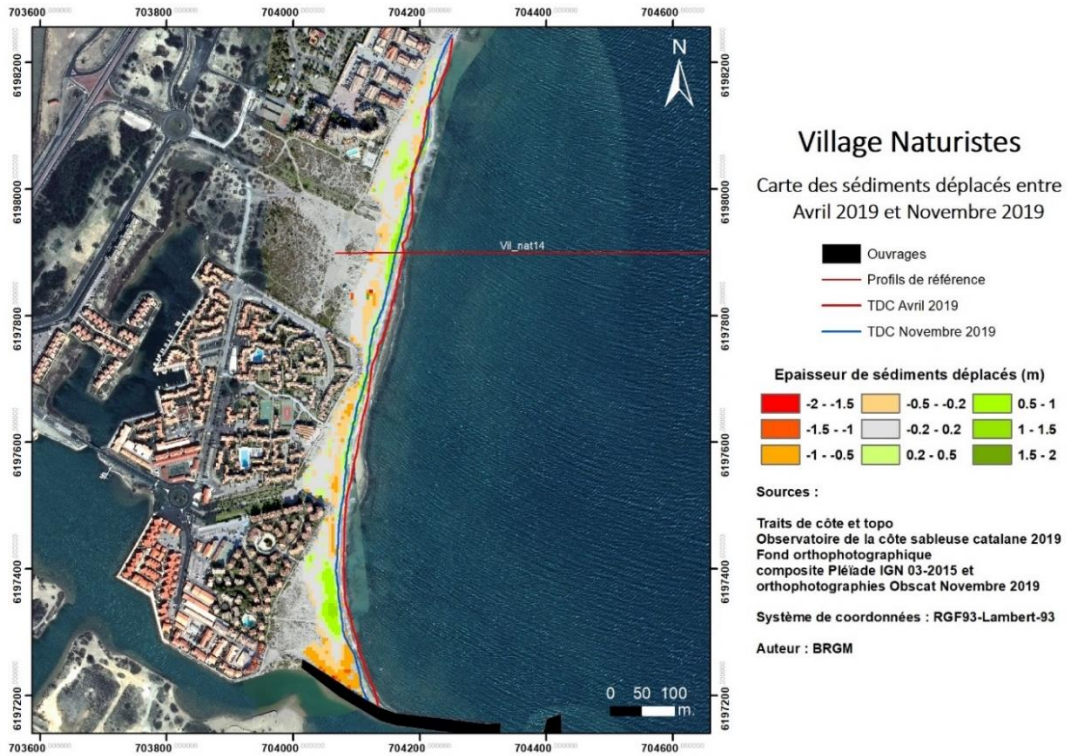


Illustration 276 – Carte saisonnière des déplacements sédimentaires du secteur du Village naturistes, été et automne 2019 (avril à novembre).

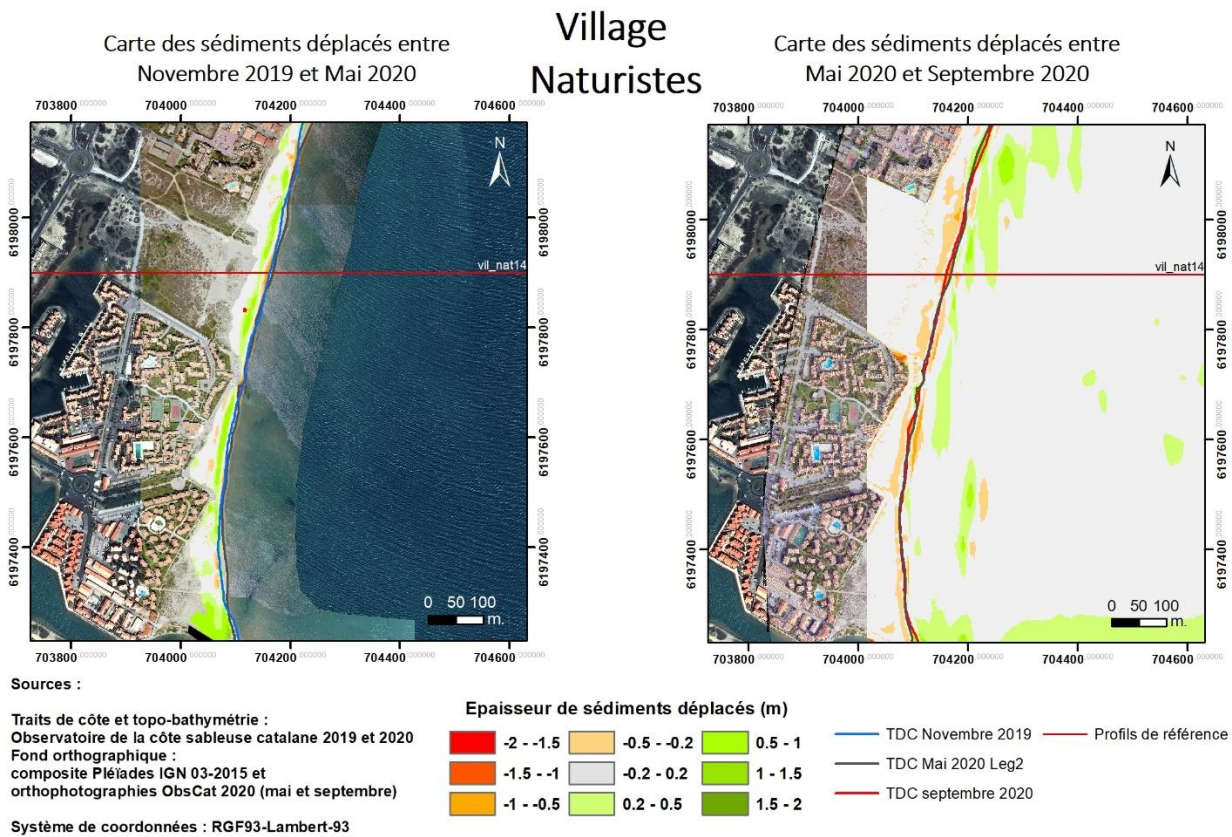


Illustration 277 - Cartes saisonnières des déplacements sédimentaires du secteur du Village naturistes, hiver 2019-2020 à gauche (novembre 2019 – mai 2020) et été 2020 à droite (mai – septembre).

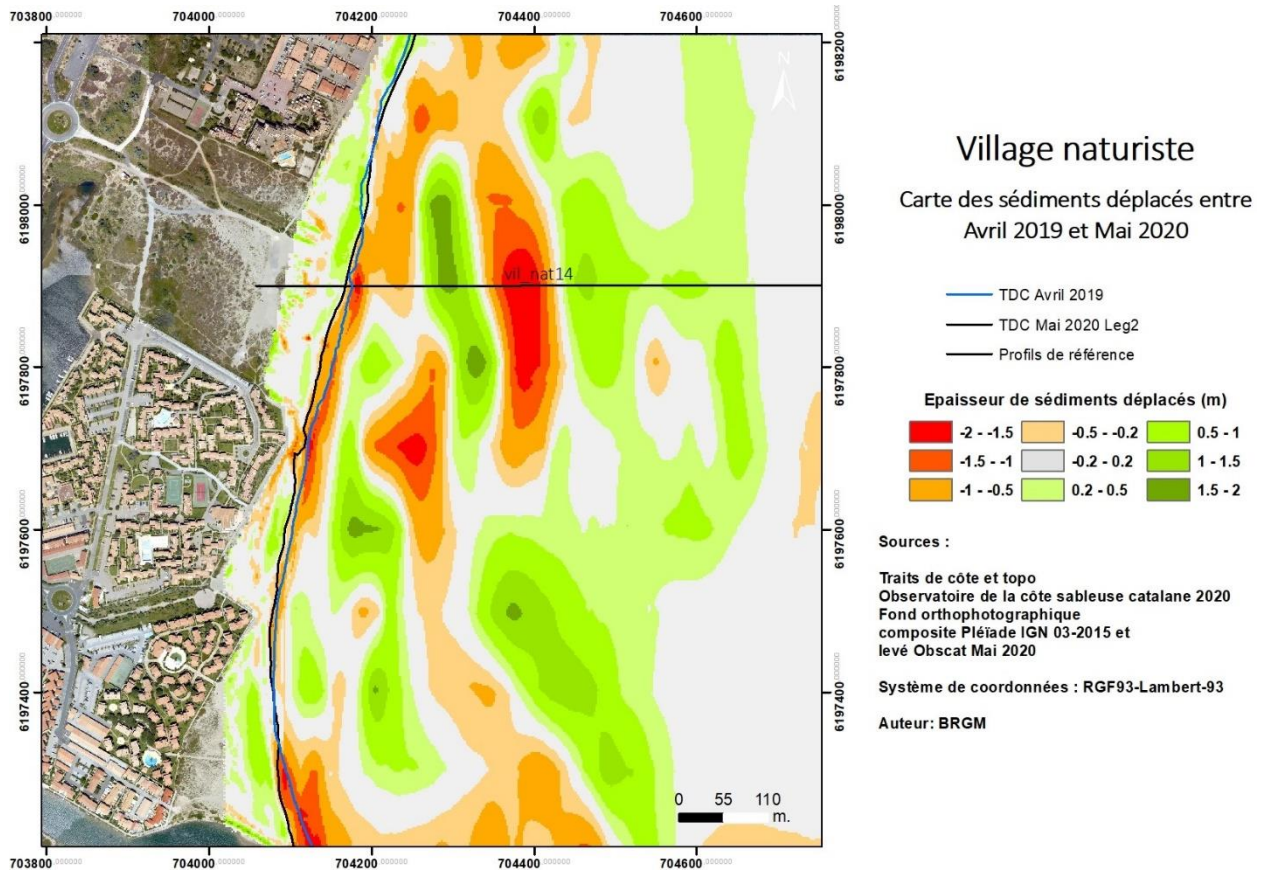


Illustration 278 - Carte des déplacements sédimentaires du secteur du village naturistes, pour la période annuelle Avril 2019/Mai 2020.

Leucate – Village naturistes – Été 2019 – Avril à novembre 2019			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone émergée	+734	66 026	+1,1
Leucate – Village naturistes - Novembre 2019 à mars 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone émergée	+3 925	61 672	+6,4
Leucate – Village naturistes – Annuel - Avril 2019 à mars 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone complète	+31 254		
Zone immergée	+26 596	633 521	+4,2
Zone émergée	+4 659	61 672	+7,5
Leucate – Village naturistes – Été 2020 - Mai à septembre 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone complète	+71 649		
Zone immergée	+74 676	627 402	+12
Zone émergée	-3 027	87 518	-3,5

Illustration 279 - Tableau récapitulatif des volumes de sédiments déplacés pour la période de l'été 2019 à septembre 2020.

Suivi à haute fréquence par vidéo de la plage du village naturiste

La station vidéo a été mise en service le 28 novembre 2018. Pour rappel, les images sont acquises du 1^{er} octobre au 30 mars. En dehors de cette période, la caméra et le système d'acquisition sont mis à l'arrêt (débranchement électrique).

Les analyses réalisées sur les images de ce système, comme pour celui du Barcarès, permet de mettre en évidence les oscillations du trait de côte au fil des saisons et de voir notamment qu'elles sont ses évolutions sous l'effet des tempêtes et coup de mer et la capacité de résilience de la plage.

Le système permet de restituer la position du trait de côte sur la période décembre 2018 à décembre 2020. Au cours de cette période, les conditions météo-marines ont été variables avec des alternances de coups de mer, de périodes de forte tramontane et des tempêtes marines. Les paragraphes suivants présentent les évolutions du trait de côte observées en réponse à ces forçages.

- **Evolution du trait de côte du 28/11/2018 au 31/12/2020**

Traits de côte sélectionnés

Afin de bien comprendre les évolutions du trait de côte en relation avec les conditions météo-marines, les dates d'observation ont été choisies pour refléter l'évolution à moyen terme de la plage, mais également les évolutions relatives aux tempêtes et aux fortes tramontanes. Du fait de l'arrêt du système pendant le printemps et le début de l'automne, des lacunes d'observations peuvent évidemment exister pour des événements se produisant durant cette période. L'illustration 280 indique les 54 dates utilisées depuis l'installation du système vidéo pour visualiser et analyser les évolutions du trait de côte de ce secteur, entre décembre 2018 et décembre 2020 ; en caractère gras, les dates des tempêtes et événements énergétiques.

01/12/2018	19/03/2019	13/12/2019	07/02/2020	25/11/2020
13/12/2018	25/03/2019	19/12/2019	14/02/2020	30/11/2020
19/12/2018	01/04/2019	21/12/2019	06/10/2020	01/12/2020
25/12/2018	19/05/2019	25/12/2019	11/10/2020	06/12/2020
01/02/2019	25/05/2019	01/01/2020	16/10/2020	11/12/2020
07/02/2019	01/06/2019	07/01/2020	20/10/2020	16/12/2020
13/02/2019	07/06/2019	14/01/2020	25/10/2020	
19/02/2019	25/11/2019	19/01/2020	30/10/2020	
25/02/2019	01/12/2019	20/01/2020	01/11/2020	
01/03/2019	04/12/2019	24/01/2020	06/11/2020	
07/03/2019	05/12/2019	25/01/2020	16/11/2020	
13/03/2019	07/12/2019	01/02/2020	20/11/2020	

Illustration 280 - Dates des traits de côte retenus pour l'analyse des évolutions de décembre 2018 à décembre 2020 du secteur du village naturiste. Les dates surlignées en saumon sont celles ajoutées pour l'année 7 de l'ObsCat. En gras, les dates des images disponibles et retenues pour les tempêtes.

L'illustration 281 présente la superposition de l'ensemble des traits de côte extrait des images acquises sur le secteur au cours de la période étudiée. La partie encadrée sur la figure est un secteur où les incertitudes sont importantes (zone la plus éloignée de la caméra) et l'interprétation des évolutions y est, en conséquence, plus délicate. On note en particulier qu'une bonne partie des traits de côte sont situés sur le chemin en bordure des résidences, ce qui n'est évidemment pas réaliste. Ailleurs, sur le secteur, les oscillations relevées sont comprises entre 27 et 45 m environ. Les plus importantes concernent la partie centrale (centrée autour du poste de secours, 45 m), la partie nord du secteur (38 m) et la résidence Aphrodite (48 m). L'extrême sud du secteur

à l'approche et au contact de la digue portuaire, enregistre également des oscillations importantes probablement liées à des accumulations sableuses pendant les épisodes de tramontane (houle de nord-est, inversion de la dérive littorale) Les variations les plus faibles sont relevées au niveau des 2 enrochements protégeant l'angle côtier de la résidence Aphrodite (30 m) et de la résidence Oasis (27 m). Ces enrochements préviennent d'une évolution problématique du trait de côte au droit de ces secteurs les plus proches de la ligne de rivage et donc les plus exposés aux vagues et à l'érosion marine.

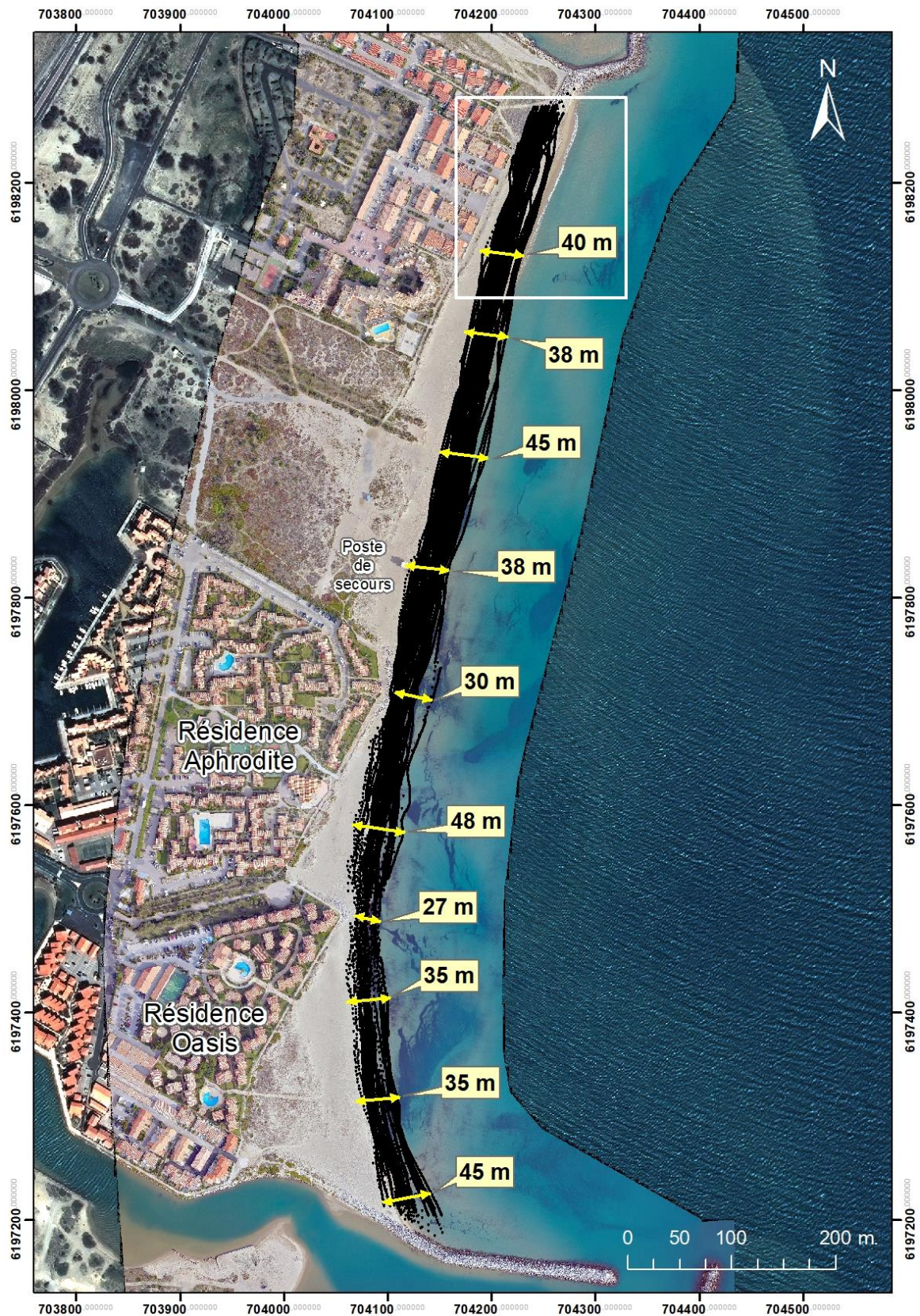


Illustration 281 – Evolution du trait de côte sur le littoral du secteur du village naturistes de Leucate par suivi vidéo haute fréquence. Les flèches jaune et valeurs indiquent l'amplitude des mouvements sur la période de décembre 2018 à décembre 2020.

L'illustration 282, présente les positions extrêmes (les plus reculées et les plus avancées) du trait côte autour desquelles les oscillations s'opèrent au cours de la période étudiée.

Les positions les plus reculées correspondent aux événements de tempête suivants (hauteur de houle à la bouée de Leucate et niveau d'eau au marégraphe de Port-la-Nouvelle) :

- 04 décembre 2019 : tempête Fabien ; Hs 3,4 m et Hmax 7 m ; hauteur d'eau : 0,54 m ;
- 21 décembre 2019 : Hs 3,3 m et Hmax 6 m ; hauteur d'eau : 0,59 m ;
- 20 octobre 2020 : Hs 3,4 m et Hmax 5,4 m ; hauteur d'eau : 0,41 m
- 24 janvier 2020 (9h et 14h) : tempête Gloria ; Hs 5,3 m et Hmax 7,9 m ; hauteur d'eau : 0,5 m.

Les positions les plus avancées correspondent à celles avant et après la tempête Gloria (7/01/2020 et 01/02/2020). Le recul du trait de côte pendant cette tempête est estimé entre -13 et -40 selon les portions du secteur. Le recul maximal (-40 m) est enregistré un peu au sud de l'enrochement de la résidence Aphrodite. Au niveau du poste de secours, plus au nord, le trait de côte a reculé de -30 m, et plus au sud, entre les 2 résidences, de -24 m. Au nord et au sud du secteur, les reculs ont été modérés (-13 et -16 m). La partie la plus impactée correspond à la partie centrale du secteur, autour de l'avancée de la résidence Aphrodite sur la mer et au niveau de la partie de plage située entre les 2 résidences.

Si l'on regarde la situation un peu moins d'un mois après la tempête (01/02/2020), on constate que le trait côte a repris sa position d'avant tempête sur la quasi-totalité de la plage à l'exception sauf au niveau de l'enrochement de la résidence Aphrodite et sur une centaine de mètres vers le sud de celui-ci.

Au global, la plage semble être encore assez résiliente à ce type d'évènement assez important sur le plan de la hauteur de houle. Cependant, Il est probable que des effets latéraux (turbulence) à l'enrochement Aphrodite, soient à l'origine du recul plus important et plus persistant de cette portion.

Il est important de noter que même pour les épisodes de plus faible intensité (Fabien, 21/12/2019, et 20/10/2020), la position pendant l'évènement est très proche de quelques mètres de celle pendant la tempête Gloria, voir même plus reculée au niveau et au nord du poste de secours. Pour ces épisodes (excepté celui d'octobre 2020), le niveau d'eau maximal enregistré au marégraphe de Port-la-Nouvelle, est supérieur à celui enregistré pour la tempête Gloria. Ce phénomène a pu contribuer à un impact important malgré des hauteurs de houles inférieures.

L'épisode de tempête le plus marquant après Gloria (en terme d'énergie), du 22 au 24 octobre 2019 (Hs 4,5 m et Hmax 9,6 m), n'a malheureusement pas été enregistré en raison d'une panne du système vidéo à cette période. Il aurait été intéressant de le comparer aux autres événements, car très nettement supérieur en niveau d'eau : 0,83 m.

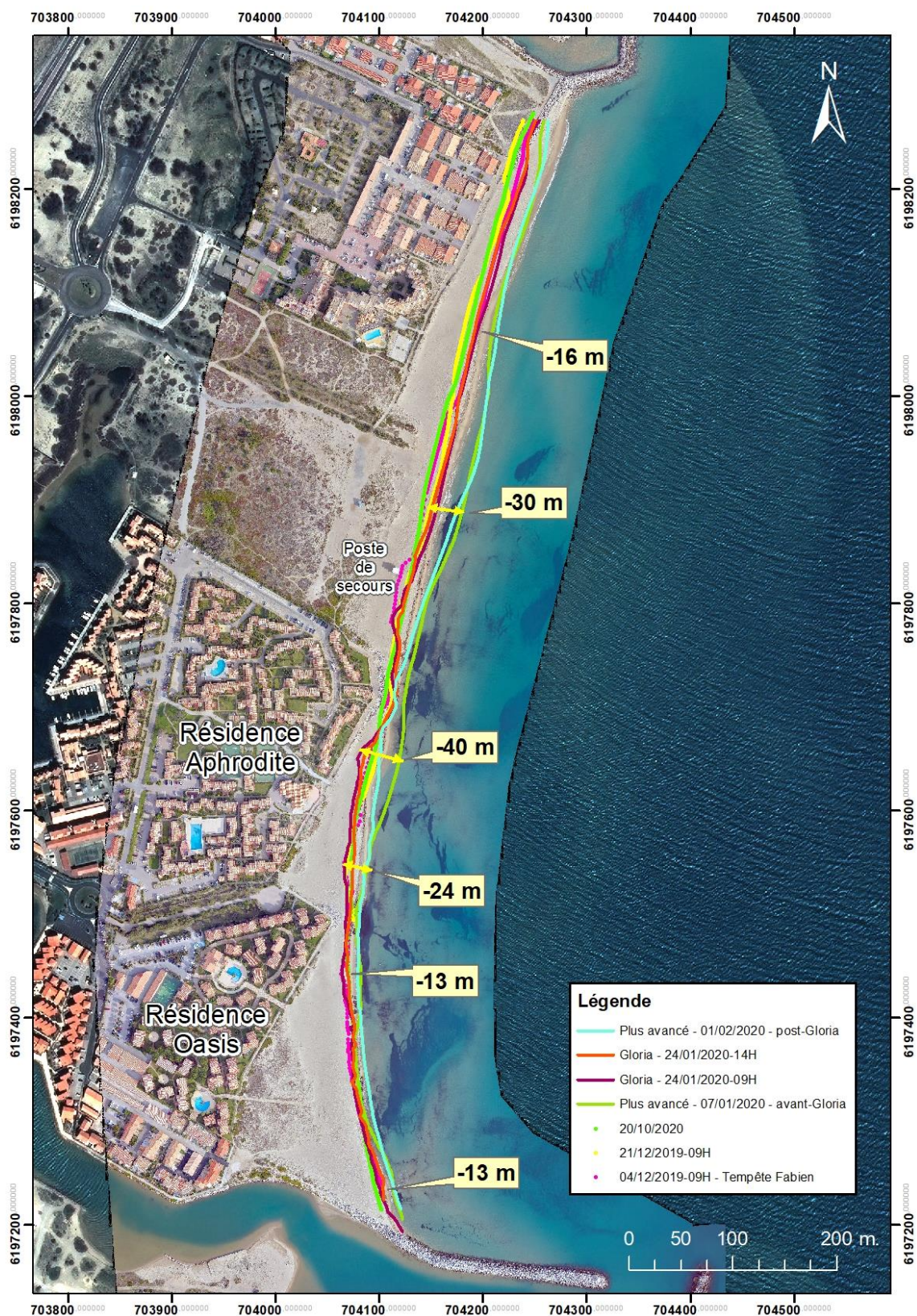


Illustration 282 – Positions extrêmes (plus reculées, plus avancées) du trait de côte au cours de la période décembre 2018 – Décembre 2020, et reculs maximum enregistrés lors de la tempête Gloria de janvier 2020.

- **Evolution des barres sableuses d'avant-côte**

Des tests ont été effectués pour évaluer l'utilisation des images pour repérer les barres sableuses sous-marines et leur mouvement pendant et après les tempêtes et coups de mer. Avant son installation, des réserves avaient été émises sur la capacité du système à répondre à cet usage, en raison de l'emplacement de la caméra qui avait pu être retenu : peu de recul par rapport au trait de côte et altitude trop faible pour embrasser l'ensemble de la plage en un nombre réduit de vues. Le résultat de ces tests a confirmé cette difficulté : la segmentation en plusieurs vues entraîne des écarts de contraste et luminosité, et le manque de recul ne permet pas de caler correctement les images sur la mer. La géométrie des images est donc trop difficile à contraindre pour pouvoir les exploiter pour l'analyse du déplacement des barres d'avant-côte.

Impacts de la tempête Gloria, 20 -22 janvier 2010

Les recouvrements dunaires sont assez réduits et majoritairement d'origine éolienne. L'enrochement au pied de la résidence Aphrodite a été mis à nu et il a été contourné par le nord avec un franchissement très localisé et réduit.

Au nord, au droit de la résidence Eden, le cordon dunaire relique a été franchi par les vagues, entraînant une submersion des trois rues principales.

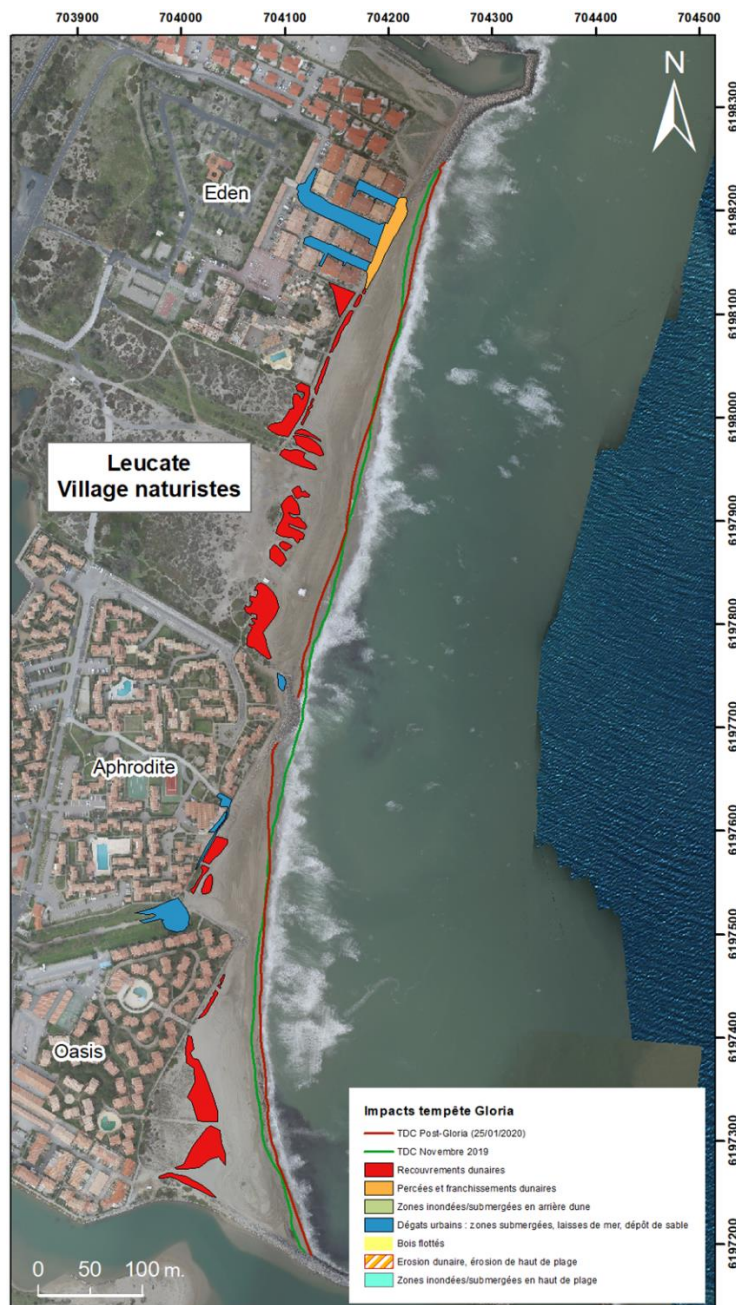


Illustration 283 - Impacts à la côte de la tempête Gloria : photointerprétation et comparaison des orthophotographies et topographies des levés photogrammétriques ObsCat post-tempête du 25/01/2020 et de la campagne de novembre 2019.

Bilan interannuel : bilan sédimentaire et trait de côte

Après une période de ralentissement de la diminution du bilan sédimentaire de la plage émergée du secteur, entre le printemps 2018 et l'automne 2019 (Illustration 284), celui-ci enregistre une faible augmentation sur la période 2019-2020. Mais depuis 2015, la plage émergée reste sur une tendance à l'érosion modérée. Après une période de stabilité de 2 ans le secteur complet s'est engraisé malgré une période riche en événements météo marins.

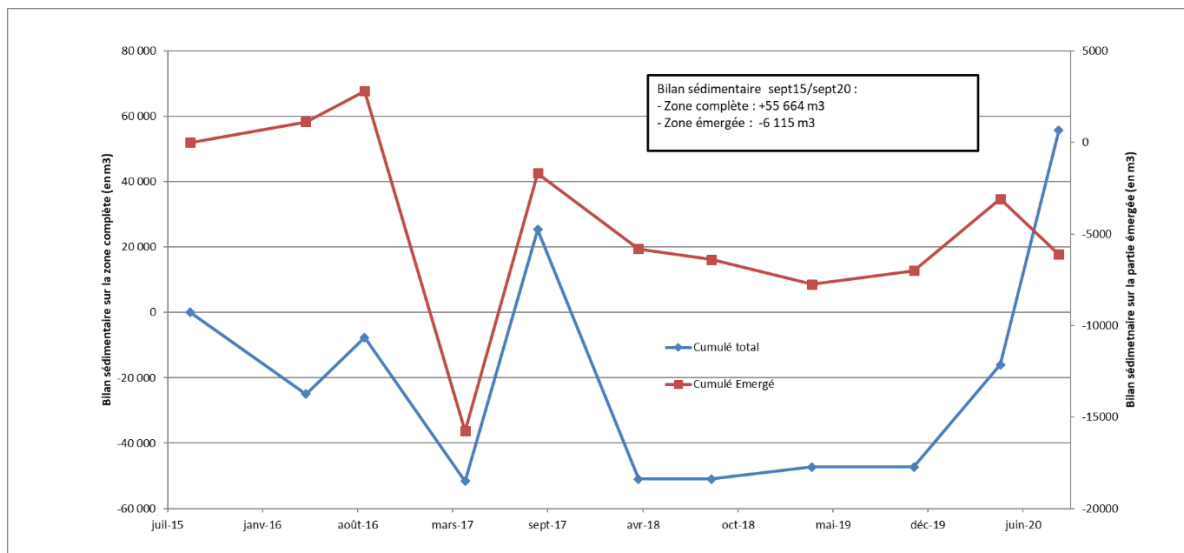


Illustration 284 - Bilans sédimentaires cumulés (zone complète et zone émergée) entre septembre 2015 et septembre 2020 pour le secteur du Village naturistes de Leucate.

Sur le plan de l'évolution interannuelle du trait de côte, on remarque que les fluctuations sont assez importantes sur l'ensemble du secteur (Illustration 285). C'est dans le nord et le sud du secteur, que leurs amplitudes sont les plus fortes. Elles sont très limitées au niveau de l'angle saillant sur la plage de la résidence Aphrodite, le trait de côte étant fixé par un enrochement en pied de la promenade de la mer. Ce point reste très sensible car le trait de côte n'avance pratiquement plus à cet endroit, et une partie du pied de l'enrochement a été mis à nu régulièrement ces dernières années lors des tempêtes et coups de mer. La position la plus reculée est partagée entre celle de l'automne 2019 (à l'issue des 2 tempêtes de fin septembre et de fin octobre 2019), au nord du secteur et au sud, et celles de mai et septembre 2020, au centre et à l'extrême sud. On voit ainsi très nettement l'impact de la succession des tempêtes et coups de mer, lors de l'année et demi passée de suivi.

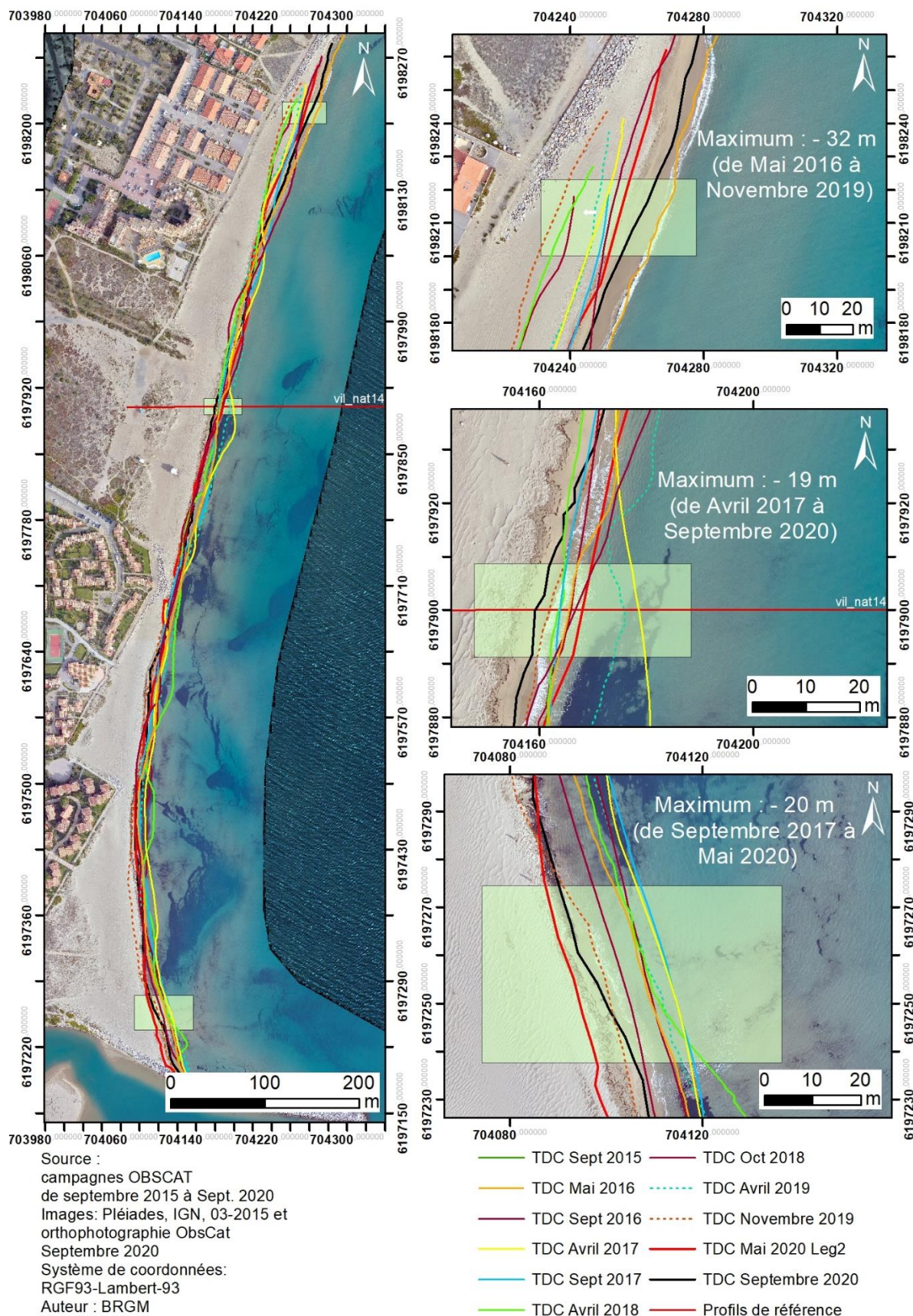


Illustration 285 - Carte des traits de côte entre septembre 2015 et septembre 2020 pour le secteur du Village naturistes de Leucate.

4.13. CELLULE 12 - DU GRAU DE LEUCATE A LEUCATE-PLAGE

La cellule 12 (Illustration 286) est comprise entre le grau de Leucate au sud et le cap rocheux de Leucate au nord. Cette cellule est relativement peu urbanisée hormis au nord. La partie émergée est assez large avec des dunes plutôt basses en haut de plage. L'avant-côte est un système à deux barres festonnées (Aleman, 2013).

Les sédiments sont constitués de sables grossiers, de graviers et de petits galets (AERMC et Université de Perpignan, 2000). Le haut de plage est marqué par une pente relativement faible, devenant plus forte sur le bas de plage, avant de s'adoucir à nouveau sur l'avant-côte (moins de 1%).

Cette cellule est la dernière de l'unité sédimentaire du Roussillon. Elle est délimitée au nord par le Cap Leucate contre lequel la dérive littorale qui longe la côte du sud vers le nord vient buter. Même si les ouvrages présents en amont-dérive bloquent en partie les flux sédimentaires, cette cellule est dans une situation propice à l'accrétion.

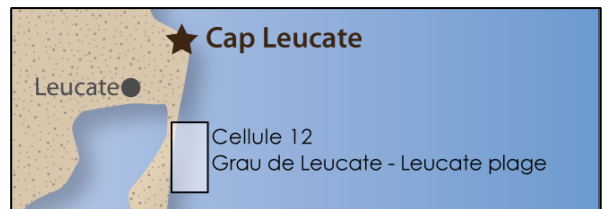
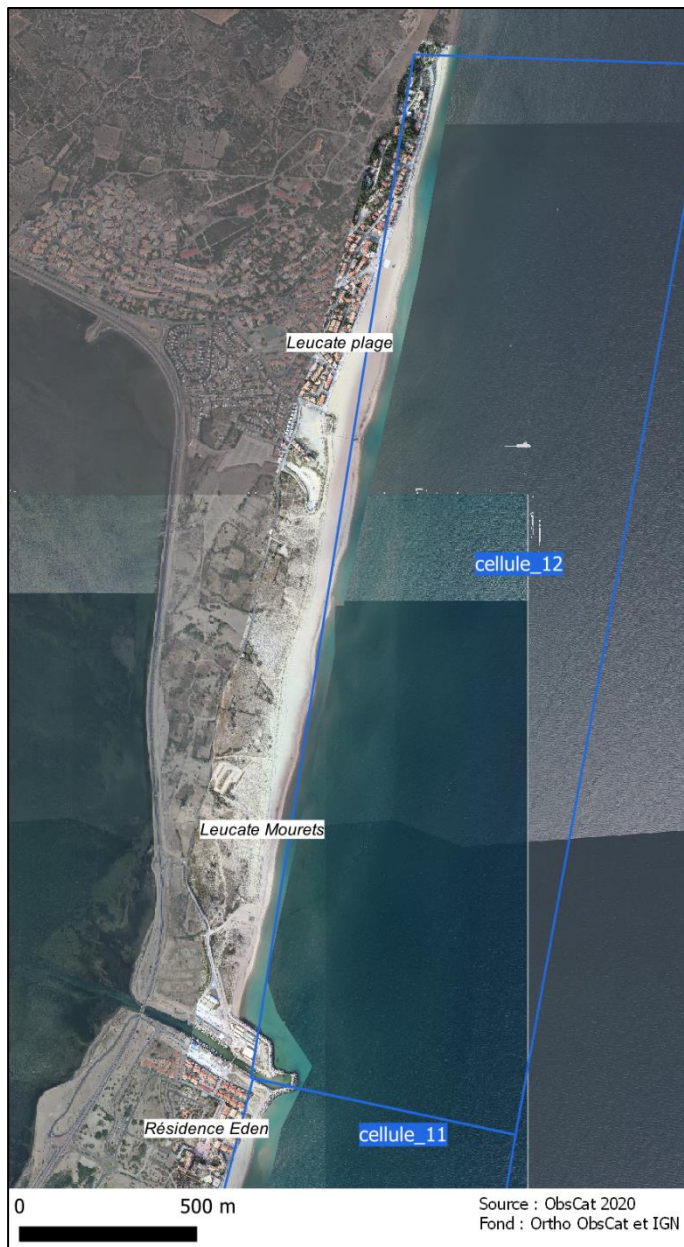


Illustration 286 – Localisation de la cellule hydro-sédimentaire 12.

Environnement dunaire de Leucate Mourets

Etat biologique

D'un point de vue biologique ce secteur fait l'objet d'un relevé par an le long d'un transect depuis 2020. Ce transect est long de 170 mètres, soit 34 casiers comprenant la dune fixée et semi-fixée, la dune vive, la dune embryonnaire et le haut de plage. On y note un taux de recouvrement moyen de 43% sur les deux années de suivi ; il s'élève à 45% pour la dune fixée en 2021.



Illustration 287 – Aperçu général du transect de Leucate Mourets

On y comptait une moyenne de 4,5 espèces par casier en 2020. On observe sur ce transect des *Limonium* (Illustration 288) sur de grandes étendues de dune fixée ; c'est une espèce à forte valeur patrimoniale. Il faut noter la présence du *Diotis Blanc* sur la dune semi-fixée, c'e qui est inédit sur la côte sableuse catalane. Elle est relativement rare en Occitanie et plutôt habituellement inféodée aux habitats de dune vive. Sa vulnérabilité et sa rareté lui confèrent une valeur patrimoniale certaine (ONF, 2016).



Illustration 288 – Limonium (à gauche) et Diotis blanc (à droite) sur le transect de Leucate Mourets

Malheureusement ce secteur est également concerné par des espèces invasives comme la Griffes de Sorcière ou le Yucca. Mais également une espèce invasive inédite sur la côte sableuse catalane : la Cuscute (Illustration 289). Il s'agit d'une plante parasite qui étouffe son hôte (des Anthémis ici).



Illustration 289 – Cuscute (source : jardinsdefrance.org)

Malgré son classement en zone Natura 2000, ce cordon dunaire a subi, et subit encore aujourd'hui, des perturbations d'origine anthropique qui le fragilisent d'un point de vue biologique et morphologique : piétinement des usagers et chevaux, nettoyage mécanique de plage intense, substrat artificiel, enfouissement de réseau (Illustration 290).



Illustration 290 – Exemples de perturbations d'origine anthropique sur l'environnement dunaire de Leucate Mourets : nettoyage mécanique (à gauche), piétinement (au centre et à droite)

Leucate-Plage

Le secteur de Leucate-Plage correspond à la partie la plus urbanisée de la cellule 12 (Illustration 291). Le site s'étend sur 1 km de longueur. La plage est caractérisée par un haut de plage large et plat et une basse plage plus pentue. Le trait de côte, sur cette plage, enregistre chaque hiver des alternances de secteurs en avancée et de secteurs en recul. La largeur de la plage est décroissante du sud vers le nord : 150 m au sud, et inférieure à 20 m au nord le long de la digue de haut de plage notamment. La partie nord est donc plus exposée aux reculs hivernaux.

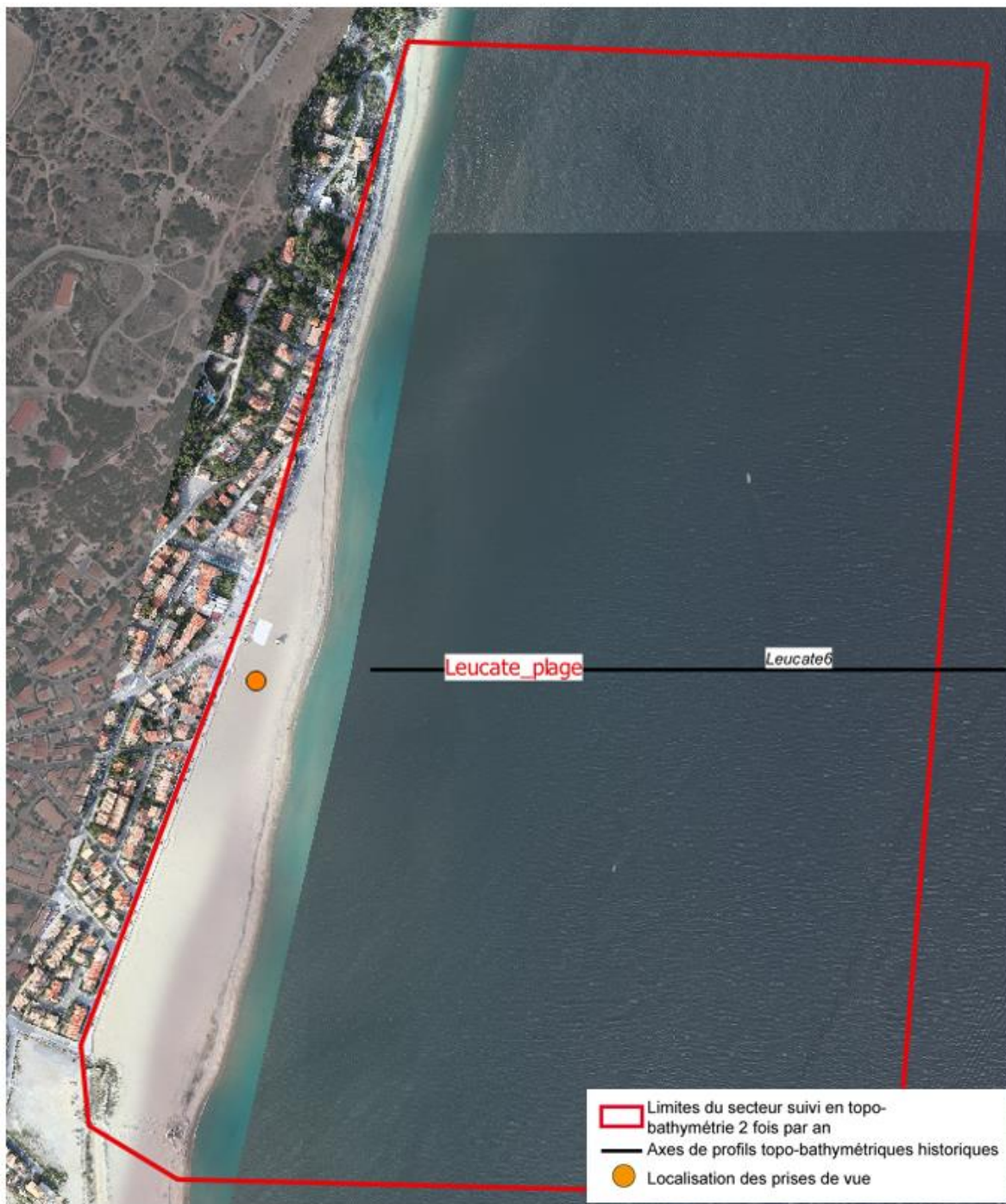


Illustration 291 – Secteur de Leucate plage, profils de référence et prises de vue.

Des travaux de reprofilage sont effectués par les services techniques de la commune au printemps. Ils consistent à araser la berme de bas plage pour améliorer la visibilité de la surveillance de plage et du même coup élargir légèrement la plage en poussant le sable dans les tous premiers mètres en mer.

Le suivi photographique réalisé au niveau du profil de référence Leucate6 montre peu d'évolution (Illustration 292). La plage reste large encore dans ce secteur (environ 100 m).

Sur l'avant-côte, on retrouve 2 barres avec une barre externe de grande longueur d'onde (environ 700 m) formant des grands croissants avec l'une des cornes positionnées au centre du secteur, avec une hauteur plus importante que dans les baies (crête de la corne à -3,5 m et crête de la baie à -5,5 m NGF). La barre interne est plus irrégulière et avec des morphologies plus ou moins rythmiques de longueur d'onde inférieure (environ 300 m).



Illustration 292 – Suivi photographique de Leucate plage, au niveau du profil de référence Leucate6. entre 2019 et 2020.

Evolution saisonnière du trait de côte

Habituellement, après chaque hiver on constate sur les évolutions hivernales du trait de côte des alternances de portions en recul et de portions en avancée. Cette fois, en mai 2020, l'ensemble du linéaire présente une avancée assez importante entre +10 et +22 m (Illustration 293). Seul le centre du secteur, autour du profil de référence Leucate6 est resté stable. Au-delà, vers le nord l'avancée augmente fortement jusqu'à +22 mètres, et conserve tout le linéaire au droit de l'enrochement de haut de plage. Ce trait de côte a été acquis assez tardivement, le 20 mai (Leg2) après le 1^{er} confinement de la crise sanitaire COVID19. Il est probable que cette situation très avancée soit liée à une opération de reprofilage de la plage réalisée par les services techniques de la commune au début du printemps (avant le levé ObsCat Leg2), pour élargir et rehausser la plage sur ce tronçon. Cette partie avait subi en mars 2018 une érosion importante se traduisant par un abaissement notable de sa topographie, en lien avec la tempête exceptionnelle du 28 février au 2 mars (plusieurs mètres). Ce phénomène avait entraîné la mise à nu du bas de l'enrochement de haut de plage présent sur cette portion. Peu après, les services communaux avaient une première fois consolidé cet ouvrage par un reprofilage important dans ce secteur afin de limiter la perte en largeur et en épaisseur de plage. En avril 2019, suite aux événements énergétiques de l'hiver 2018-2019 on a pu y relever un nouvel impact érosif important.

On verra plus bas comment se traduisent ces modifications sur les comparatifs topobathymétriques.

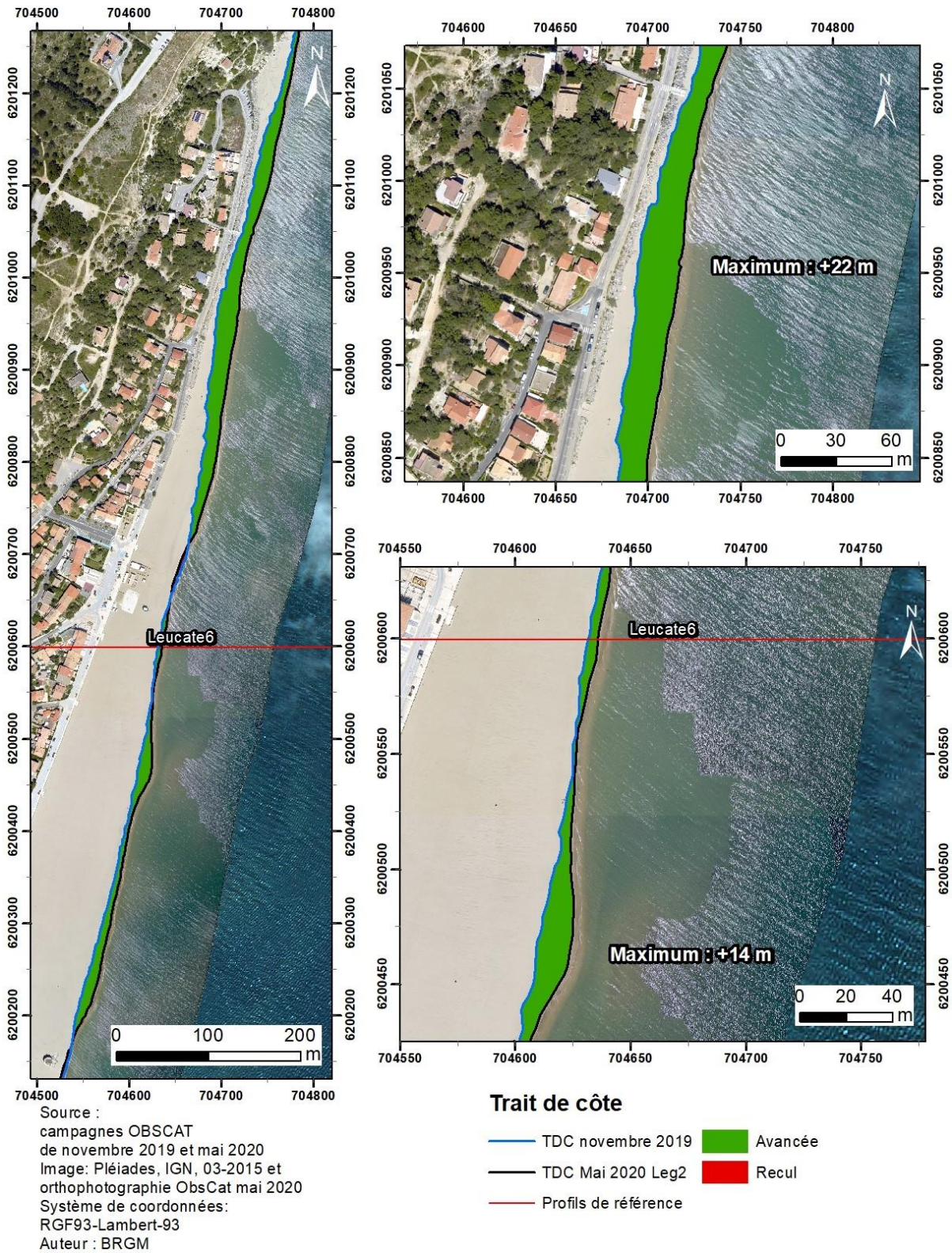


Illustration 293 - Carte des traits de côte de novembre 2019 et de mail 2020 et évolution hivernale pour le secteur de Leucate-Plage.

Déplacements sédimentaires saisonniers et annuels

Les déplacements sédimentaires au cours de l'été-automne 2019 montrent une accrétion notable au sud du secteur et dans la moitié nord, notamment le long de l'enrochement de haut de plage. Cette accrétion, indique une progression de la berme de bas de plage vers la mer, corrélée avec l'avancée du trait de côte relevée au cours de cette période (Illustration 294). Le volume correspondant à ces déplacements sédimentaires est de +13 746 m³. Cette accrétion est bien corrélée avec une avancée du trait de côte sur la quasi-totalité du linéaire.

Au cours de l'hiver 2019/2020 (novembre à mai 2020), les déplacements sédimentaires ont conduit à une situation globalement très modérément érosive (Illustration 295 à gauche). Le comparatif ne prend pas en compte la zone gagnée sur la mer par le trait de côte. Cette portion étant totalement érodée en novembre 2019, elle n'est pas incluse dans la partie terrestre commune aux deux MNT et donc non prise en compte dans le bilan. La partie de bas de plage en érosion au sud, correspond très probablement au secteur depuis lequel le sable a été poussé par les services techniques pour consolider et élargir la partie centrale soumise à l'érosion depuis 2 années. Au global, le bilan sédimentaire de la plage est très légèrement négatif avec -5 437 m³ mais il est probablement sous-estimé compte tenu des limites exposées précédemment.

En l'absence de données bathymétriques à l'automne 2019, il est intéressant de comparer les situations topo-bathymétriques d'avril 2019 et mai 2020, pour apprécier les déplacements sédimentaires sur une année complète et sur l'ensemble de la zone (Illustration 296). A cette échelle de temps annuelle, qui intègre des événements météo marins nombreux (9 tempêtes et 4 coups de mer), les déplacements sédimentaires sont importants notamment au niveau de la barre interne avec une migration modérée vers le nord, dans le sens de la dérive littorale. La barre externe semble s'être décalée vers le large (environ 50 m). Sur la plage émergée, les déplacements sont également importants. Ils reflètent au final les modifications pour renforcer la plage sur ce secteur depuis 2019. Au global sur cette année avril 2019-mai 2020, le bilan est assez légèrement négatif avec -14 376 m³, dont +8 309 m³ sur la plage émergée et -22 685 m³ sur la partie immergée.

Au cours de l'été 2020 (Illustration 295 à droite), entre mai et septembre, les déplacements sédimentaires sont peu importants sur la partie émergée. Ils se focalisent sur le bas de plage, le long de la ligne de rivage. Au sud et au centre, ils sont de nature érosive majoritairement, et plutôt à l'accrétion au nord. En mer, les déplacements sont d'amplitude modérée et semblent plus importants au nord qu'au sud. Au global, le bilan sédimentaire est érosif avec -37 911 m³, dont -5 853 m³ pour la partie émergée et -32 058 m³ pour la partie immergée. Les incertitudes sont cependant importantes, de l'ordre de ±40% pour l'ensemble du secteur.

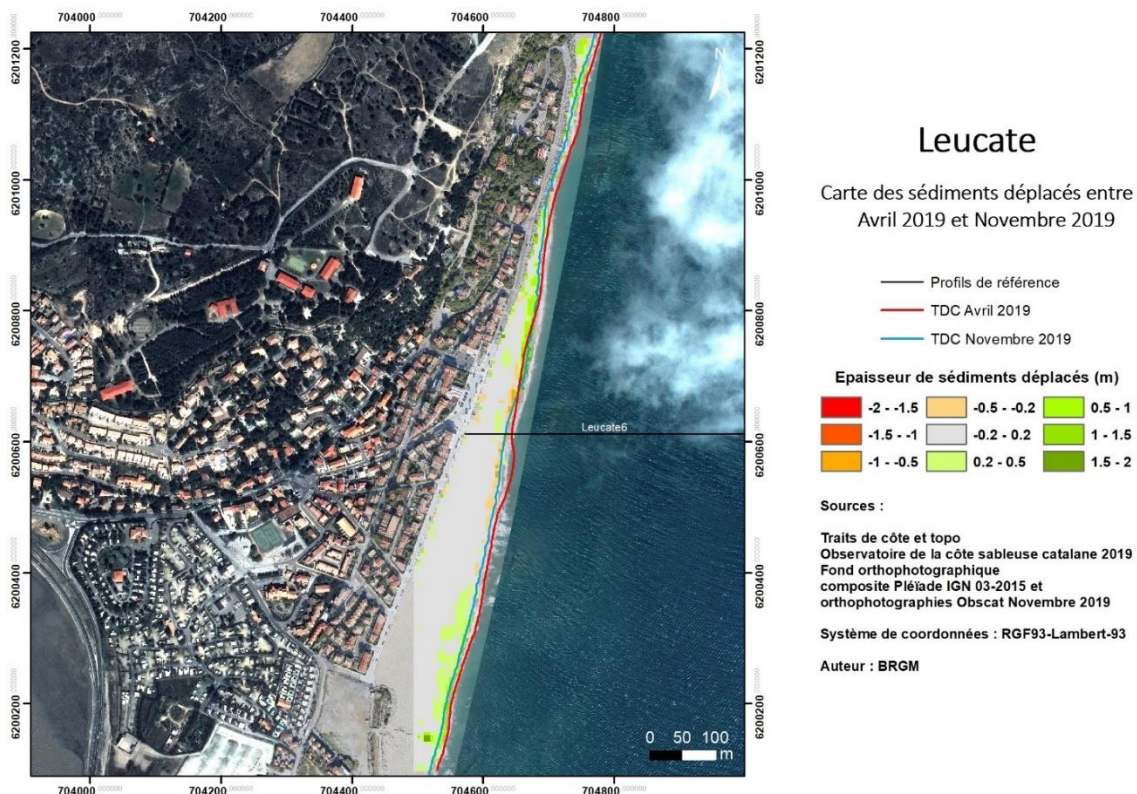


Illustration 294 – Carte des déplacements sédimentaires du secteur de Leucate-plage au cours de l’été-automne 2019 (avril à novembre).

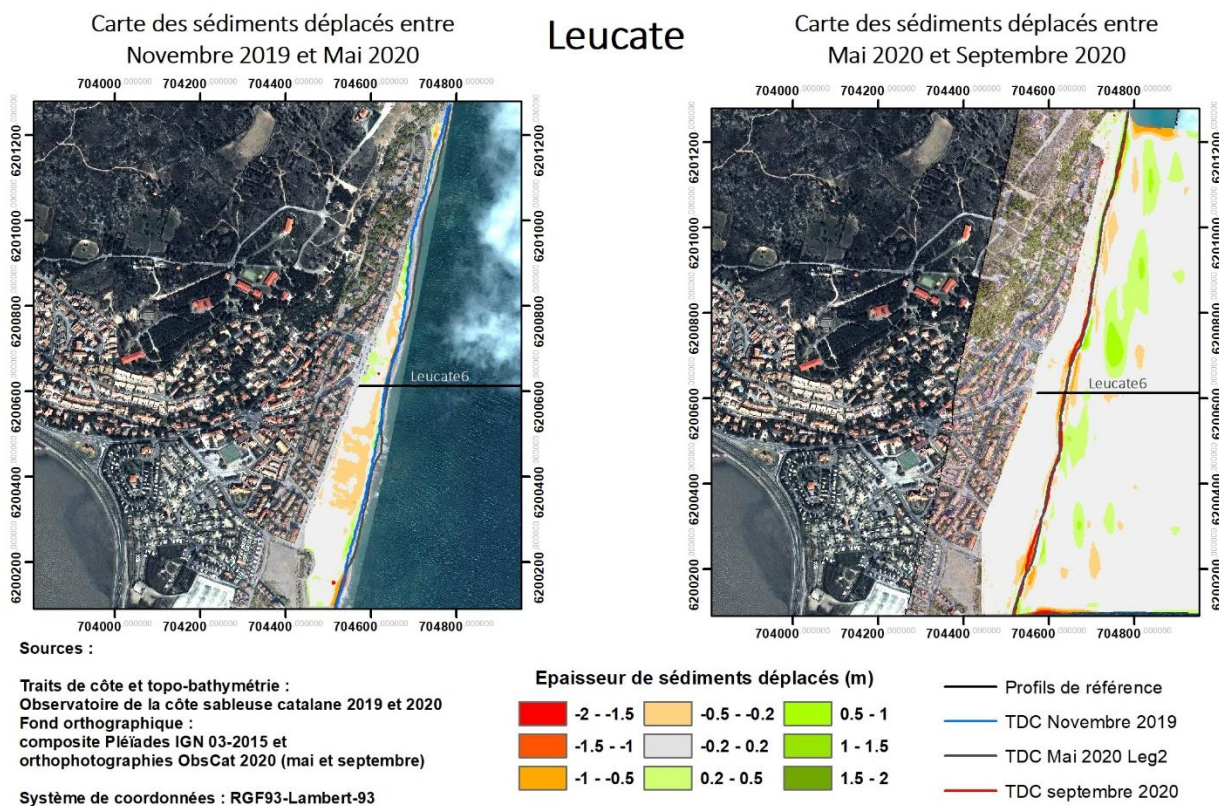


Illustration 295 - Cartes saisonnières des déplacements sédimentaires du secteur de Leucate-plage, hiver 2019-2020 à gauche (novembre 2019 - mai 2020) et été 2020 à droite (mai - septembre).

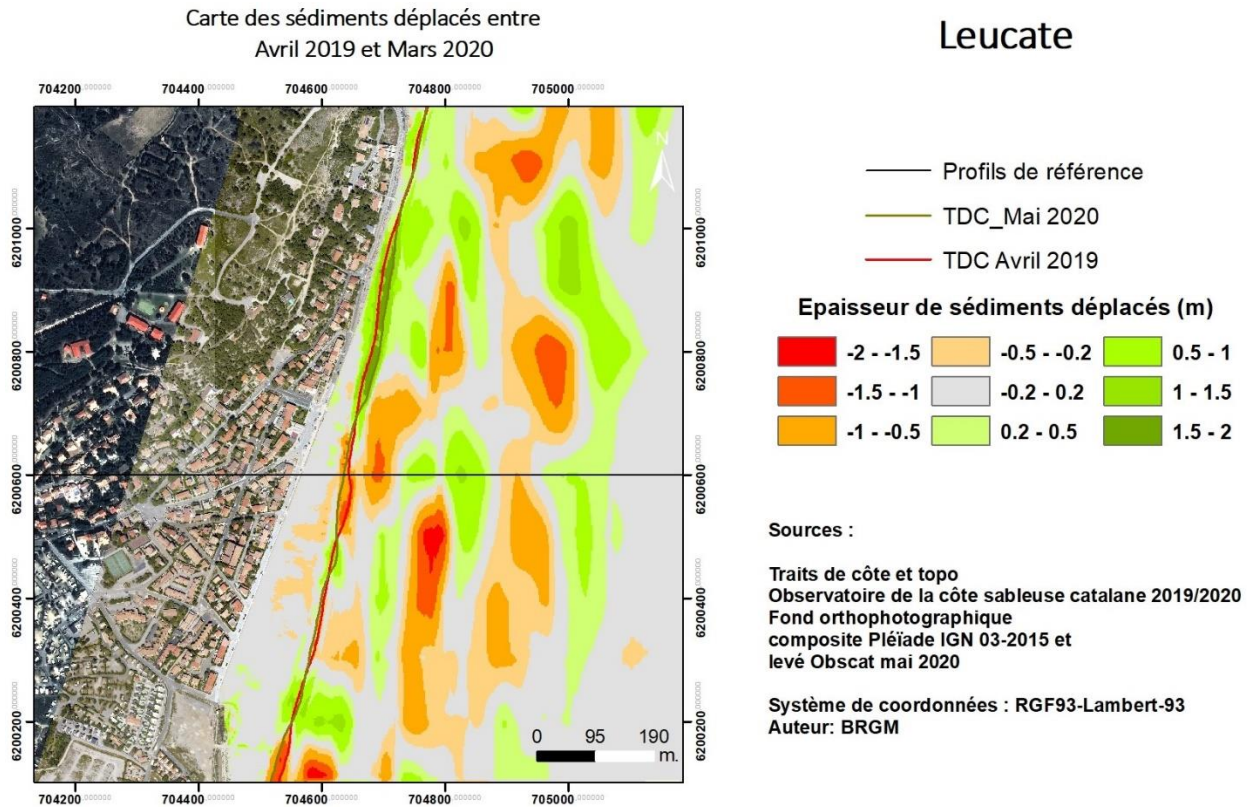


Illustration 296 – Carte des déplacements sédimentaires du secteur de Leucate plage, pour la période annuelle avril 2019/mars 2020.

Leucate plage – Été 2019 – Avril à novembre 2019			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone émergée	+13 746	75 268	+51
Leucate plage - Novembre 2019 à mai 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone émergée	-5 437	77 308	-7
Leucate plage – Annuel - Avril 2019 à mai 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone complète	-14 376		
Zone immergée	-22 685	638 850	-3,6
Zone émergée	+8 309	77 308	+43
Leucate plage – Été 2020 - Mai à septembre 2020			
Zone	Total (m3)	Surface (m2)	Hauteur (cm)
Zone complète	-37 911		
Zone immergée	-32 058	621 214	-5,2
Zone émergée	-5 853	96 278	-6,1

Illustration 297 - Tableau récapitulatif des volumes de sédiments déplacés pour la période de l'été 2019 à septembre 2020.

Bilan interannuel : bilan sédimentaire et trait de côte

Après une année et demie de diminution, le bilan de la zone émergée a nettement augmenté lors de l'été-automne 2019. Puis, à la suite des deux dernières saisons été et hiver, riches en événements météo-marins, le bilan diminue à nouveau de manière modérée. Le bilan global, suit également cette même tendance. Au final, depuis 2015, le budget global du secteur est en diminution relativement faible, au regard de sa taille et du stock disponible à terre au sud. Dans cette tendance, on peut considérer la plage émergée comme stable. En revanche, la partie immergée suit une tendance plus forte à l'érosion, avec des fluctuations saisonnières ou interannuelles importantes.

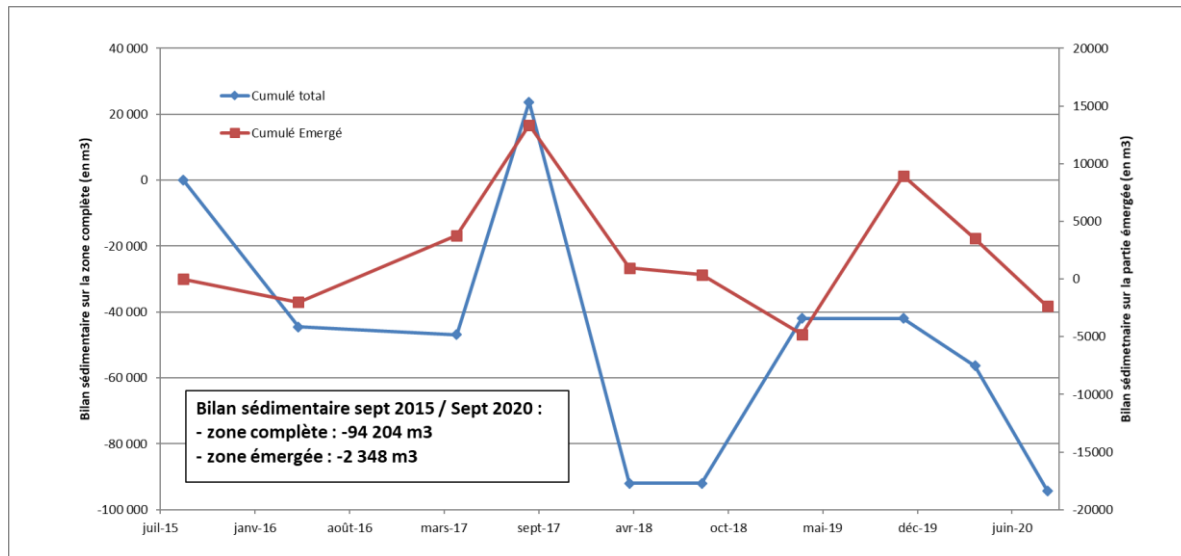


Illustration 298 - Bilans sédimentaires cumulés zone complète et zone émergée entre septembre 2015 et septembre 2020 pour le secteur de Leucate Plage.

La position du trait de côte peut varier de manière importante d'une saison à l'autre (Illustration 299). Cette dynamique est connue et elle est principalement liée à la position des barres d'avant-côte et à leur déplacement au fil des événements météo-marins. Leur mobilité qui peut être importante, fournit une source de sédiment conséquente qui peut profiter à certaines zones de la plage émergée, et au contraire être au déficit d'autres. Ce phénomène explique les sinuosités marquées du trait de côte du secteur, à l'image du secteur du Lydia plus au sud.

Dans la moitié sud, la position du trait de côte de mai 2020 illustre bien ce phénomène de sinuosité. Il occupe en effet au sud, la position la plus avancée connue depuis 2015, et occupe au centre une position très reculée. Dans pratiquement toute la moitié nord, le trait de côte de novembre 2019 constitue la position la plus reculée depuis le début des relevés de l'ObsCat. Par la suite, le trait de côte n'a en effet pas été mesuré dans une position plus reculée à ce niveau. Dans le dernier tiers nord du secteur, le long de l'enrochement de haut de plage, la tendance est à un recul modéré depuis 2016 avec une brutale accélération lors de la tempête de mars 2018. Ce recul, on l'a vu précédemment, est aussi associé à un démaigrissement de la plage marqué par un abaissement important de sa topographie mettant à nu l'enrochement de haut de plage. Ce tronçon est soumis de manière récurrente à ce phénomène (exemple en 2005). La commune procède régulièrement à un reprofilage de ce secteur pour en diminuer la vulnérabilité.

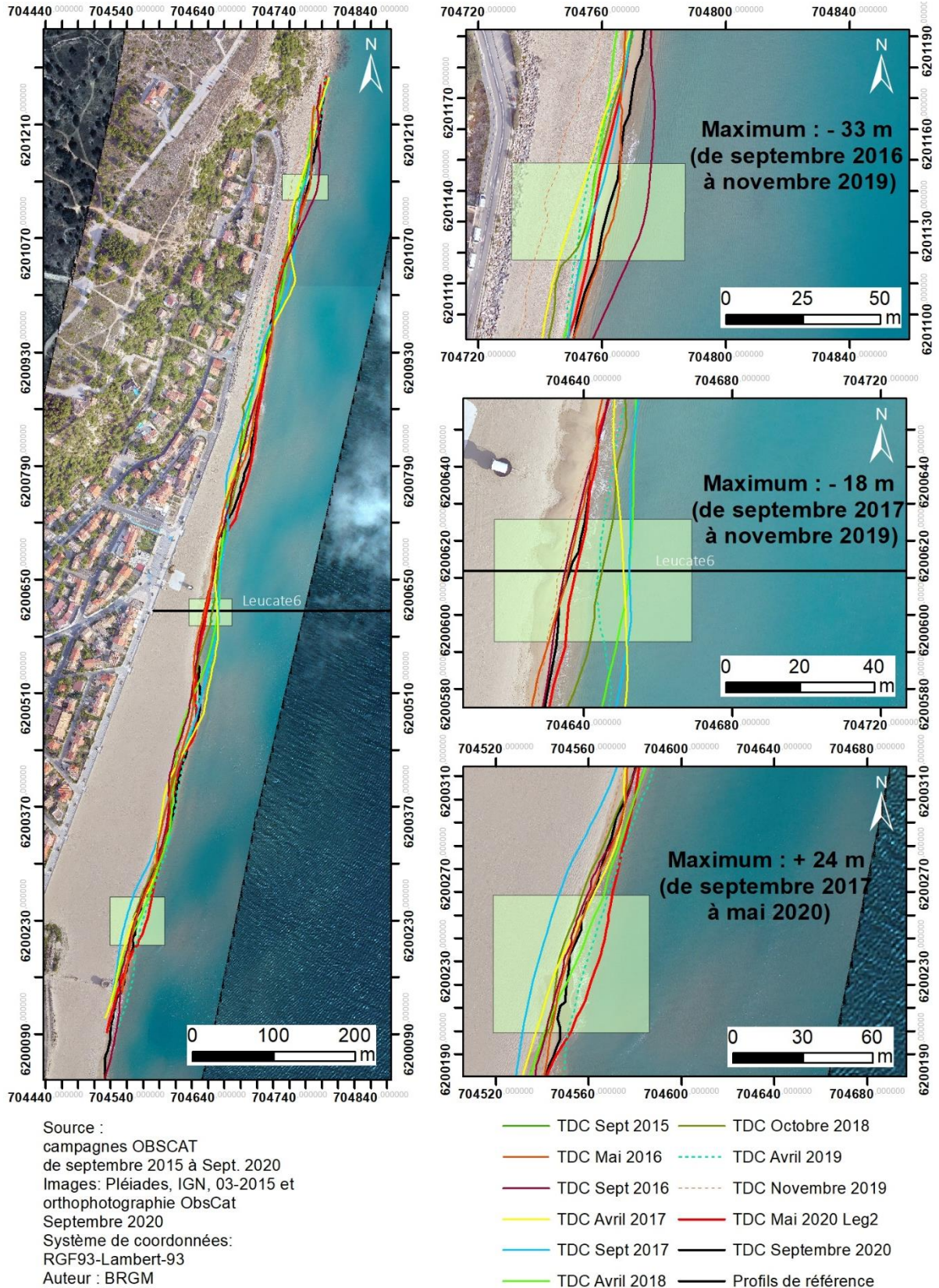


Illustration 299 - Carte des traits de côte et évolution entre septembre 2015 et septembre 2020 pour le secteur de Leucate Plage.

5. Synthèse - Bilan global des évolutions observées – Année 7

5.1. CONDITIONS METEOROLOGIQUES ET HYDRODYNAMIQUES

Sur la période d'observation concernant les données et analyses présentées dans ce rapport, 9 tempêtes sont recensées (hauteur significative - $H_s \geq 3$ m) et 6 événements énergétiques importants ($2,5 \text{ m} \leq H_s < 3 \text{ m}$). L'analyse des données vidéo haute fréquence, jusqu'à fin décembre 2020, intègre deux autres événements de tempête, du 21 au 22 octobre et du 27 au 29 novembre 2020.

Avec 7 tempêtes hivernales ($H_s \geq 3$ m), ce dernier hiver 2019/2020 a été plus agité que l'hiver 2018-2019, avec des événements plus intenses en terme de hauteur de houle et de niveau d'eau.

Le printemps 2020 a été marqué par de fréquents événements énergétiques ($2,5 \leq H_s < 3$ m), 6 au total et par une tempête brève le 1^{er} avril.

La fréquence des niveaux $\geq 0,50$ m est la même que pour l'hiver 2018-2019 mais avec des maxima plus importants (0,88 m pour la tempête du 22 au 29 septembre 2019, mesuré à Port-la-Nouvelle).

La tempête Gloria, marquante sur le plan de la hauteur de houle et des crues générées sur les 3 fleuves catalans, n'a pas généré un niveau d'eau important (seulement 0,5 m, inférieur à celui d'autres tempêtes de moindre énergie sur la période)

Les trois fleuves Agly, Têt et Tech ont enregistré 2 épisodes de crues durant la même période, en concomitance avec la tempête Gloria et les fortes précipitations d'Avril 2020. Notons que ces crues remarquables représentent les plus hauts débits mesurés depuis le démarrage des suivis de l'ObsCat (2013).

En conclusion, les conditions d'agitation ont été plus fortes, plus énergétique que l'année précédente 2018-2019, avec une intensité d'événements plus importante (houle et niveau d'eau), et la concomitance avec les crues importantes des fleuves catalans.

5.2. BILAN MORPHOSEDIMENTAIRE – AVRIL 2019 A SEPTEMBRE 2020 ET PLURI-ANNUEL 2013/2014 A SEPTEMBRE 2020

Bilans en volumes

Pour la **période Avril 2019 – Septembre 2020**, l'analyse des bilans sédimentaires **globaux** (zone complète : plage émergée + plage immergée) fait ressortir les points principaux suivants :

Sur les 16 secteurs suivis par topo-bathymétrie, 14 présentent un bilan sédimentaire positif. Seulement **2 présentent un bilan sédimentaire global négatif** :

- Leucate-plage ;
- Agly.

Pour l'hiver 2019/2020, les bilans plage émergée, sont majoritairement négatifs à l'exception des secteurs de :

- Leucate village naturistes ;
- Port Barcarès nord (effet du rechargement fin d'hiver) ;
- Saint-Cyprien Nord ;
- Argelès Centre.

L'été 2020 est globalement négatif pour les plages émergées de la majorité des sites à l'exception de :

- Port Barcarès Sud ;
- Têt ;
- Canet Sud.

Les bilans sur 6 ans – octobre 2014 à septembre 2020, sur les secteurs de la CCSR et CCACVI, sont tous positifs pour la partie immergée. Mais les plages émergées sont toutes en bilan négatif sauf celle du Racou qui est stable.

Bilans en épaisseur sédimentaire

Une analyse est également réalisée sur l'évolution des épaisseurs sédimentaires de chaque secteur, en différenciant partie émergée et partie immergée.

Sur la période Avril 2019 – Septembre 2020, cette analyse fait ressortir une majorité de secteurs en accrétion (11 sur 16) (Illustration 300). Les secteurs dont l'évolution est érosive sont :

- Leucate plage (partie immergée) ;
- Lydia (partie émergée) ;
- Agly (forte érosion générale, crue Gloria) ;
- Torreilles avec une très forte érosion de la partie émergée suite à la succession des nombreuses tempêtes de la période, et en particulier celles de l'automne 2019 et la tempête Gloria de janvier 2020 ;
- Canet nord (Sardinal), forte érosion de la partie émergée.

L'analyse à l'échelle pluri-annuelle, 2013/2014 – Septembre 2020, met en évidence 4 secteurs pour leur tendance évolutive assez nettement érosive (Illustration 301) :

- Leucate Plage : faible érosion sur la plage émergée, très modérée sur la plage immergée ;
- Agly ;
- Saint-Cyprien Centre, plage émergée et plage immergée ;
- Tech (partie émergée majoritairement).

Les sites de Torreilles et de Canet Nord apparaissent en vert sur la carte, car leur bilan partie immergée, à l'échelle pluriannuelle, est nettement positive. Mais ils restent des sites sensibles du fait des fortes érosions qu'ils subissent fréquemment sur la plage émergée.

Le site de Leucate village naturistes, reste sensible malgré un bilan plutôt stable. Mais au droit des enjeux, la plage est de largeur très réduite et peine à se maintenir au niveau des enrochements de haut de plage des résidences Oasis et Aphrodite.

Evolution sédimentaire des secteurs ObsCat en 2019-2020 (année 7)

Bilan exprimé en épaisseur de sédiment : cm par m²

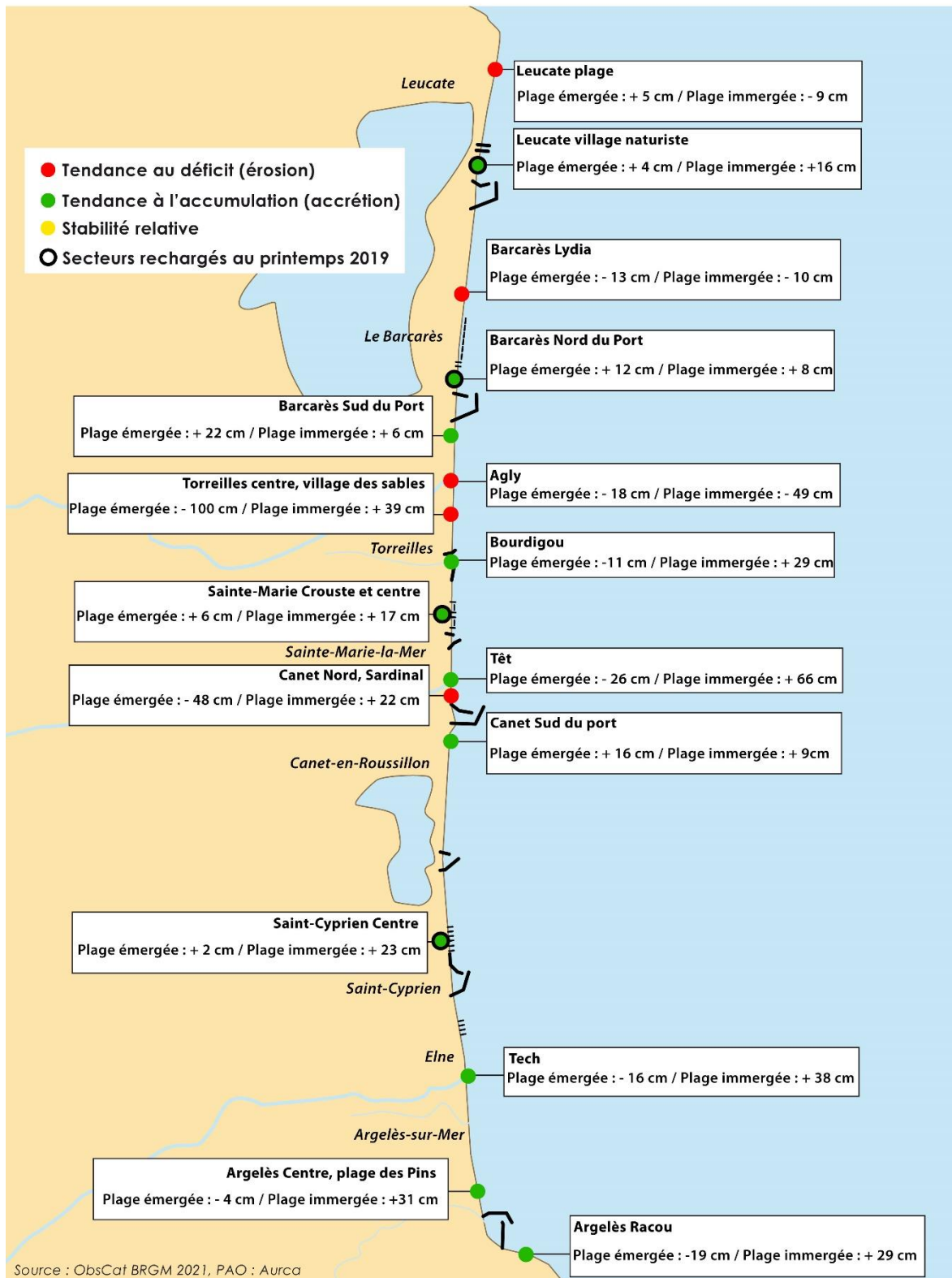
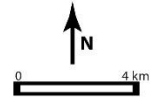


Illustration 300 – Synthèse des résultats morphosédimentaires de l'année 7 – Evolution sédimentaire des secteurs ObsCat, zone émergée et zone immergée (cm/m²) Avril 2019 / Septembre 2020.

Evolution sédimentaire pluri-annuelle des secteurs ObsCat

Bilan exprimé en épaisseur de sédiment : cm par m²

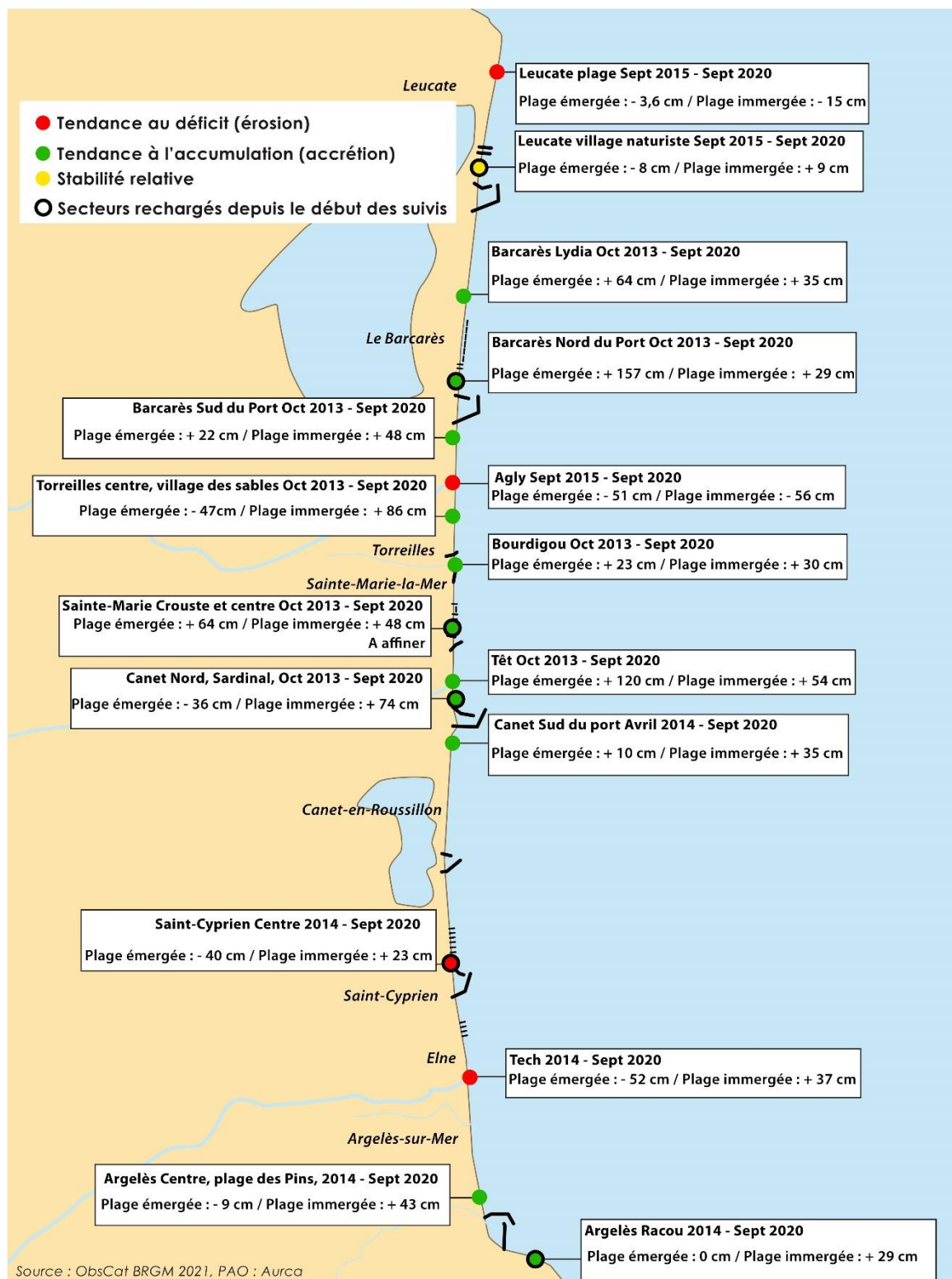
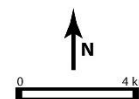


Illustration 301 - Synthèse des résultats morphosédimentaires – Evolution sédimentaire pluri-annuelle des secteurs ObsCat, zone émergée et zone immergée (cm/m²).

5.3. MORPHOLOGIE DES ENVIRONNEMENTS DUNAIRES

La qualité morphologique de 6 environnements dunaires (état morphologique et biologique) a été analysée pour ce rapport année 7 qui couvre la période avril 2019 – septembre 2020 :

- **Canet Lido** ;
- **Sainte-Marie** ;
- **Torreilles** ;
- **Barcarès Nord** ;
- **Mas de l'Isle** au Barcarès ;
- **Lydia**.

Les principaux résultats sont les suivants :

Canet Lido

Entre 2016 et 2018 l'ensemble des résultats tendait à montrer une stabilité de la dune grise et une progression modérée du front dunaire vers la mer sur la quasi-totalité du linéaire suivi. Ce phénomène était lié à la tempête de mars 2018 qui avait occasionné des recouvrements dunaires importants et très fréquents sur la plupart des cordons dunaires de la côte catalane associés à des apports de sable sur les pieds de dune (Bossennec et Palvadeau, 2018).

Le comparatif réalisé pour ce rapport année 7 porte sur les levés topographiques de l'automne 2018 et de l'automne 2020.

Ce comparatif, montre une très faible évolution morphologique du cordon dans son ensemble depuis 2018. Ce qui tend à montrer que la progression constatée en 2018 du pied de dune et de la crête dunaire se soit stabilisée depuis.

Ainsi, le lido de Canet se maintient en bon état morphologique. Le front dunaire est cependant souvent mis à mal par la fréquentation estivale. Pour y palier, un entretien plus régulier de la mise en défens est à prévoir.

Sainte-Marie

La situation en mars 2020, montre une dune grise toujours stable sur l'ensemble du linéaire. On notera cependant, au niveau du profil sud, une diminution de l'altitude d'environ 20 cm, ramenant son niveau à celui de 2016. Cette diminution est probablement liée au tassement et/ou étalement par piétinement sur ce secteur de plage urbaine, des volumes de sable apportés par les franchissements dunaires des vagues lors de la tempête majeure de mars 2018.

On note également localement une accrétion de la crête dunaire, notamment dans la partie centrale.

Au nord et au sud, on observe un recul du pied de dune (-10 m au sud, -20 m au nord) très vraisemblablement lié aux impacts de la tempête Gloria sur le secteur en janvier 2020.

Au global, malgré les nombreux épisodes de tempêtes durant l'automne et hiver 2019/2020, le cordon dunaire de Sainte-Marie est assez stable.

Torreilles

La dune grise reste stable, comme en 2016/2018, sur l'ensemble du secteur.

Au nord, entre 2016 et 2018 le front dunaire avait reculé d'une dizaine de mètres sur un linéaire d'environ 200 mètres vers le sud.

Au nord, le front dunaire s'est stabilisé, et le haut de plage s'est engraisé. Au centre, la crête dunaire s'élève très légèrement, mais on note surtout un fort recul du pied de dune (supérieur à 10 m) et un très fort abaissement de la topographie de la plage (supérieur à 2 m), à l'inverse de la situation observée en 2018. Plus au sud le recul du front dunaire s'accroît d'environ 10 m. Déjà relevé en 2016, ce recul du front dunaire, s'est donc accentué depuis en 2 ans. Ces évolutions soulignent et confirment le fort impact engendré par les épisodes de tempête successifs depuis 2018 et principalement ceux de septembre et octobre 2019 sur la partie centrale du secteur de Torreilles. On voit également que le front dunaire du cordon de Torreilles subit de manière pluriannuelle des phases de recul puis de stabilisation.

Barcarès Nord

Depuis 2015, ce cordon étroit tendait à s'élargir et à s'épaissir. La comparaison avec la topographie LiDAR de mai 2020 confirme cette évolution favorable et l'efficacité de la mise en défens.

Bien que non réhabilité, ni mise en défens, la partie du cordon dunaire située au sud du poste de secours central, montre une progression favorable, en épaisseur et en largeur. On voit cependant sur la carte, que l'avancée du front dunaire est moins sensible que dans la partie réhabilitée et mise en défens au nord.

Comme la tempête de février-mars 2018, la tempête Gloria qui a touché le secteur en janvier 2020, a joué un rôle important dans cette accretion dunaire, du fait de nombreux recouvrements sédimentaires occasionnés par des franchissements de la dune en mars 2018 et par le sable poussé par le vent lors de la tempête Gloria.

Mas de l'Isle

La dune grise reste stable, aux écarts près liés à la végétation.

L'érosion active depuis 2016 en aval dérive du dernier brise-lames, s'est atténuée dans sa partie sud, avec la formation d'une berme, mais s'est accentuée en allant vers le nord (recul du front dunaire par rapport à 2018). Plus au nord, une zone de recul du pied de dune et du front dunaire est apparue depuis 2018.

Au global, ces évolutions sont la marque de la dynamique des sinuosités de plage telle qu'on la connaît notamment plus au nord au niveau du secteur du Lydia. Au droit du lido du Mas de l'Isle, la dynamique reprend un caractère naturel, absent sur le secteur défendu par les brise-lames plus au sud. Mais cette plage étroite, souffre de la perturbation du transit sédimentaire engendrée par le système de défense. La dynamique des sinuosités tend alors à entamer le pied de dune et à faire évoluer défavorablement le front dunaire. Ces évolutions sont à surveiller, bien que le cordon soit très large.

Cette érosion récente du cordon dunaire est très vraisemblablement consécutive à un déficit sédimentaire en lien avec la position de ce tronçon en aval dérive du système de défense de la

plage nord de Port Barcarès. Il ne bénéficie plus des rechargements en sable réalisés durant la construction des 3 brise-lames nord, puis régulièrement depuis, en 2015, 2016 et 2017. Aujourd'hui, les apports ne sont plus suffisants pour combler le blocage du transit par les aménagements de protection. Cette érosion en soi n'est pas problématique à court terme compte tenu de la largeur du cordon dunaire et de l'absence d'enjeux importants et proches. Mais elle est à surveiller à long terme car une progression de l'érosion pourrait créer un point faiblesse par lequel des submersions pourraient se propager lors des fortes tempêtes.

Dans un contexte de forte fréquentation estivale, l'entretien de la mise en défens de la zone naturelle du Mas de l'Isle est indispensable.

Lydia

Au global, la dune grise et la crête dunaire de ce cordon sont plutôt stables. La partie centrale, étroite et pentue, est nettement vulnérable aux oscillations du trait de côte et aux assauts des vagues de tempête, pouvant entraîner des reculs du pied de dune et du front dunaire. Les travaux de mise en défens du cordon notamment sur la partie nord et au sud du bateau le Lydia semblent bien fonctionner. Les conditions morphologiques y sont plus favorables, avec une largeur de plage plus importante et une pente plus douce que dans la partie centrale du cordon.

6. Conclusion

Au final, on retiendra pour cette période d'observation avril 2019 – septembre 2020 les points importants suivants :

- **Une période agitée**, marquée par **9 tempêtes** (11 en incluant octobre et décembre 2020 pour le suivi vidéo) et **6 coups de mer** en 2020 ;
- Des **bilans sédimentaires globaux** (partie émergée + partie immergée) **en grande majorité positifs** à l'exception de Leucate plage et de l'Agly ;
- Des **bilans fin d'hiver (2019-2020) et fin d'été 2020**, sur les **plages émergées, en majorité négatifs**, en lien avec les nombreux et importants événements météo marins de la période
- Le secteur de **Canet Nord** présente une situation toujours très sensible. Il enregistre une baisse nette de son bilan sédimentaire, sur la plage émergée, Même si, au global, le secteur a un bilan global encore supérieur à octobre 2013. Ce qui tend à montrer que les phénomènes d'érosion à l'œuvre sur ce site concernent essentiellement la plage et les petits fonds. Le rechargement réalisé en mai/juin 2018 a permis une hausse importante du bilan. Même si une partie du volume rechargé a été perdu au cours de l'hiver 2018-2019. Aujourd'hui, après l'hiver 2020 riche en tempêtes et un été très énergique, les bénéfices de ce rechargement ne sont plus visibles. La plage restant toujours très étroite dans la moitié sud du secteur, et reste intrinsèquement très vulnérable du fait de sa situation dans une zone de perturbation sédimentaire ;
- Le secteur de **Torreilles** a subi un impact érosif important lors des tempêtes de septembre et d'octobre 2019, avec un fort abaissement de la topographie de la plage émergée et un recul du pied de dune et du front dunaire. Depuis, la plage peine à récupérer malgré un bilan en augmentation en mer, qui plus est suite aux nouveaux impacts érosifs des coups de mer de l'été 2020 ;
- Le secteur de **Leucate – Village naturistes**, bien que **stable à l'échelle pluriannuelle**, présente cependant une **situation toujours sensible vis-à-vis des enjeux très proches du trait de côte en raison d'une largeur de plage très réduite**, qui peine à se maintenir au niveau notamment des enrochements de haut de plage au droit des résidences Oasis et Aphrodite. Les analyses du trait de côte haute-fréquence, permises par le système vidéo, montrent cependant une bonne résilience de la plage aux phénomènes météo marins. Le stock de sable en mer se maintient et à même progressé modérément au cours de la période ;
- Sur le secteur de **Port-Barcarès Nord**, l'analyse temporelle haute-fréquence du trait de côte par vidéo, montre nettement une résilience plus réduite dans la partie nord comparativement aux années passées. C'est un point qu'il faudra surveiller, si les rechargements ne sont pas de nouveau réalisés, et si de nouvelles successions de tempêtes venaient à se produire. Les bilans à terre et en mer restent cependant très positifs ;
- Les **bilans sédimentaires à 6 ans pour les secteurs d'Argelès – Racou, Argelès Centre, Tech et Saint-Cyprien Nord sont positifs pour la partie immergée au global**. Mais les **plages émergées présentent un bilan négatif sauf pour le Racou qui est stable** ;

- L'épisode **Gloria, crue et tempête** a très fortement influencé les modifications morphologiques des flèches d'embouchures ainsi que les bilans sédimentaires tant à terre qu'en mer. Les bilans émergés ont ainsi chuté, alors que, en mer, du sable s'est accumulé à partir des volumes provenant de la destruction des flèches et très probablement de nouveaux apports du proche bassin versant. Seule l'embouchure de l'Agly présente un bilan négatif en mer à l'issue de cet épisode. Son bilan est également le seul des 4 embouchures à être en tendance érosive depuis 2014 ;
- La **tempête Gloria**, marquante sur le plan de la crue concomitante qui a fortement touché les bassins versants de l'Agly, de la Têt et du Tech, n'a pour autant **pas généré un niveau d'impact à la côte très important**, en terme d'impact érosif direct sur les cordons dunaires ou sur la submersion, contrairement à celle de mars 2018. Mais elle a cependant semble-t-il **pesé fortement sur les évolutions morpho sédimentaires hivernales de beaucoup des secteurs suivis**.

L'analyse des impacts, sur la zone comprise entre le nord du Lydia sur la commune du Barcarès, et la jetée sud du port de Port-Leucate, a mis en évidence l'intérêt de la restauration, de la mise en défens et de la canalisation de la fréquentation sur un nombre réduit d'accès piéton à la plage. Les impacts (franchissements dunaires et submersion arrière-dune) sont en effets très nettement plus importants sur les cordons dunaires de Port-Leucate qui ne bénéficient pour le moment pas de ce type de gestion.

7. Bibliographie

AERMC (Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse) et Université de Perpignan (2000) - Définition et cartographie des unités sédimentaires du littoral méditerranéen français, synthèse bibliographique. Rapport d'étude.

Aleman N. (2013) - Morphodynamique à l'échelle régionale d'une avant-côte microtidale à barres sédimentaires : le cas du Languedoc-Roussillon à l'aide de la technologie LIDAR. Thèse de doctorat Université de Perpignan Via Domitia, 240 p. + annexes.

Aleman, N., Robin, N., Raynal, O., Certain, R., Richard, B., Gervais, M., Hebert, B., Meniti, C., Cross, M., Heurtefeux, H. (2019) - Evaluation de méthodes d'analyse du trait de côte et de l'avant-côte via les données satellites PLEIADES. Rapport phase 1 - SENVISAT.

Barneoud V. (2009) – Etude des espaces littoraux de Leucate (11) et Le Barcarès (66) - Eléments de géographie physique territoriale et historique des modifications anthropiques (1948 – 2008). Rapport du Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire, 34 p.

Bossennec G. et Palvadeau E. (2018) – Observatoire de la côte sableuse catalane – ObsCat : rapport technique d'année 5. Rapport final. BRGM/BRGM/RP-68515-FR, 238 p., 215 ill., 3 ann.

Certain, R., Aleman, N., Adou K. F.-X., Raynal, O., Robin, N. (2020) - Dynamique sédimentaire de la plage et de l'avant-côte de la terminaison sud du compartiment du Roussillon : La plage d'Argelès - Le Racou. Rapport volet 2 – Expertise scientifique ObsCat 3, 58 p.

Christmann H., Palvadeau E., Stépanian A., Coll. Bodéré G., Bouvier C., Hureau S., Maldan F., Maurice B., Portal A., Dailloux D., Sabarich L., Sibert V. (2017) – Observatoire de la côte sableuse catalane – ObsCat : rapport technique d'année 4, Rapport final. BRGM/RP-67386-FR, 185 p., 163 ill., 1 ann.

De la Torre Y., De Santis C., Balouin Y., Belon R., coll. Maldan F. (2014) - Observatoire de la côte sableuse catalane - ObsCat: rapport technique d'année 1. Rapport final. BRGM/RP-63774-FR, 251 p.

De la Torre Y., Balouin Y., Mouroux X., Belon R., Coll. Maldan F., Bodéré G., Longueville F., Sibert V., Dailloux D. et Sabarich L. (2015) – Observatoire de la côte sableuse catalane – ObsCat : rapport technique d'année 2. Rapport final. BRGM/RP-64945-FR, 140 p., 34 ill., 4 ann..

EID-Med (2010a) - CPER 2007 – 2013 Gérer durablement le Littoral - Etudes stratégiques et prospectives sur l'évolution des risques littoraux. Module 2 : stratégies d'adaptation, Action 3 : le nettoyage des plages, problèmes et solutions. Rapport de phase 1 – L'état des pratiques aujourd'hui en Languedoc-Roussillon. 91 p.

EID-Med (2010b) - CPER 2007-2013 Gérer durablement le Littoral - Inventaire et évaluation des écosystèmes dunaires et des aménagements de protection douce sur le littoral du Languedoc-Roussillon.

Ferrer P. (2010) - Morphodynamique à multi-échelles du trait de côte (prisme sableux) du golfe du Lion depuis le dernier optimum climatique. Thèse de doctorat, Université de Perpignan Via Domitia, 255 p. + annexes.

Lothe M., Balouin Y., Palvadeau E., Stepanian A. et Belon R., coll. Maldan F., Bodéré G., Latapy A., Bouvier C., Sibert V., Dailloux D. et Sabarich L. (2016) – Observatoire de la côte sableuse catalane – ObsCat : rapport technique d'année 3. Rapport final. BRGM/RP-66077-FR, 226 p., 208 ill., 2 ann..

Raynal O. et Certain R. (2011) – Plan de gestion des sédiments du Languedoc-Roussillon - Tâche A1 – Les pratiques de gestion des sédiments dans le Languedoc-Roussillon. Rapport final. 49 p.

Raynal O., Certain R., Brunel C., Aleman N., Robin N., Guérinel B. et Montel L. (2015) - LITTOSIS - Analyse volumétrique et granulométrique du prisme sableux littoral du Languedoc-Roussillon. Rapport final LITTOSIS, 46 p.

Richard, B., Gervais, M., Cros, M., Bourachot, A., Heurtefeux, H., Aleman, N., Robin, N., Raynal, O., Certain, R. (2019) - Suivi du couvert végétal avec les données satellites PLEIADES. Rapport phase 2 - SENVISAT.

SOGREAH (2007) - Protection du littoral de la Têt à l'Agly – phase 1 : Bilan de l'évolution du trait de côte. N°1711612 R1-rev2, 103 p.

Annexe 1

Fiche de terrain pour les relevés de végétation dunaire

Suivi végétation ObsCat		Transect		Cap 102°			
Date	Opérateur					terre=>mer	
Casier	Opérateur						
% recouvrement	Espèces identifiées (servira pour déterminer la typicité floristique lors du traitement des données)					Représentativité : de 1 à 5 degré de conformité de l'habitat avec un habitat type, le plus naturel possible Dynamique de la végétation Régressive = 0 Stable = 1 Progressive = 2 ou 3 selon le degré de progression Strate bryophytique : Absence = 0, Présence ponctuelle = 3, Présence importante = 5 Limite habitat : HP : haut de plage, DE : dune embryonnaire, DV : dune vive ou avant dune, DSF : dune semie fixée ou de transition, DF : dune fixée ou plaine d'arrière dune	
	Alysson maritime	Cornéphore argenté	Fenouil sauvage	Lys maritime	Pavot cornu		Scirpe du midi
	Anthémis maritime	Crépide fédite	Figuier barbarie	Malcomie	Pin		Scirpe maritime
	Armoise bleutée	Crucianelle maritime	Géranium	Ceillet de Catalogne	Plantain des sables		Scolyme d'Espagne
	Armoise poisseuse		Germandrée des dunes	Orcanette des teinturiers	Polycarpon		Seneçon de France
	Arroche marine		Giroflée des dunes	Orobanche des sables	Queue de lièvre		Seneçon du Cap
	Avoine sauvage	Diotis	Griffe de sorcière	Orpin	Raisin de mer		Sporobole
	Bec de Grue	Epiare maritime	Immortelle	Oyat du midi	Ravenelle maritime		Soude brûlée
	Bugrane	Euphorbe de Terracine	Jasione	Panais épineux	Renouée maritime		Souchet des dunes
	Carotte maritime	Euphorbe des dunes	Lavande à toupet	Panicaut champêtre	Réséda blanc		Soude en buisson
	Centaurée rude	Euphorbe des moissons	Liseron des dunes	Panicaut de mer	Roquette de mer		Soude maritime
	Chiendent des sables	Euphorbe péplis	Luzerne du littoral	Paronyque argentée	Rue		Vipérine des sables



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

Direction régionale Occitanie

1039 rue de Pinville
34000– Montpellier

France

Tél. : 04 67 15 79 80