





# Observatoire de la côte sableuse catalane – OBSCAT : rapport technique d'année 4

Rapport final

**BRGM/RP-67386-FR**  
Novembre 2017

Étude réalisée dans le cadre du projet  
de Service public du BRGM 2016 – AP16LRO012

**H. Christmann, E. Palvadeau et A. Stépanian**

Avec la collaboration de

**G. Bodéré, C. Bouvier, S. Hureau, F. Maldan, B. Maurice, A. Portal, D. Dailloux, L. Sabarich,  
V. Sibert**

**Vérificateur :**

Nom : Y. Balouin

Fonction : expert littoral

Date : 05/12/2017

Signature :



**Approbateur :**

Nom : A. Blum

Fonction : directrice régionale  
Occitanie

Date : 20/03/2018

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](mailto:qualite@brgm.fr)

**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, méthode sismique, MASW, onde de surface, profil, drone, Roussillon, Canet-en-Roussillon, Le Barcarès, Torreilles, Leucate, Sainte-Marie-La-Mer.

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

**Christmann H., Palvadeau E. et Stépanian A., coll. Bodéré G., Bouvier C., Hureau S., Maldan F., Maurice B., Portal A., Dailloux D., Sabarich L. et 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..

## Synthèse

**S**ituée dans le Golfe du Lion, la côte sableuse catalane est une unité hydrosédimentaire de 44 km orientée nord-sud, s'étendant du Racou au cap Leucate 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.

Perpignan Méditerranée Métropole (PMM) met en œuvre depuis une dizaine d'années une politique de Gestion intégrée des zones côtières (GIZC). 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. Celle-ci

Dans ce but, et en cohérence avec la mise en œuvre de la Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte (SNGITC), 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 communes riveraines (Leucate, Saint-Cyprien, Elne et Argelès-sur-Mer). Le rattachement de Leucate à l'OBSCAT a eu lieu en 2015. Ce projet est cofinancé par l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, PMM et la subvention pour charge de service public du BRGM.

Ce rapport présente les résultats techniques de l'année 4 de l'observatoire (de l'automne 2016 au printemps 2017). Cette quatrième année a permis de compléter les observations issues de 3 années de suivi représentant au total 8 campagnes d'acquisition de données topobathymétriques. Le suivi haute fréquence par images vidéo c'est poursuivi également cette 4<sup>ème</sup> année. Dans les zones difficiles d'accès (dunes et embouchures), les moyens d'acquisition ont été systématisés avec le recours à une embarcation légère pour la bathymétrie et la mise en œuvre de levés photogrammétriques par drone et autogyre pour la topographie.

Le bilan des observations entre septembre 2016 et avril 2017 est présenté. Cette période a été très énergétique. Le littoral a en effet subi 6 épisodes de tempêtes dont 5 au cours desquels la hauteur significative de la houle a dépassé les 4 mètres, avec des hauteurs maximales comprises entre 8 et 10 mètres au niveau de la bouée de Leucate.

Les bilans sédimentaires, partie émergée + partie immergée, sur la période mai 2016 – avril 2017 sont majoritairement négatifs. Les évolutions mises en évidence sont très marquées tout particulièrement sur les parties immergées des sites, se traduisant par des remaniements sédimentaires très importants. Les fleuves Agly et Têt ont subi des crues notables avec des débits qui ont été les plus importants depuis l'événement de novembre 2014. Ce qui a contribué également à une remobilisation vers l'avant-côte des sédiments piégés au niveau des embouchures.

Un point d'érosion chronique est à noter au nord de Sainte-Marie-La-Mer, au niveau de l'école de voile, en lien avec la zone d'ombre constituée par l'épi nord de la zone aménagée pour la protection contre l'érosion.

Les zones d'accumulation sédimentaire sont toujours les sites de Port Barcarès Sud, la plage au sud de la jetée du port de Sainte-Marie (La Crouste), et la plage de Canet Sud.

En cette 4<sup>ème</sup> année de l'OBSCAT un nouveau suivi de site de dune a été mis en œuvre sur le cordon dunaire de Leucate Plage. Les comparaisons altimétriques entre les levés LIDAR 2010 et 2014 et le levé photogrammétrique OBSCAT par autogyre de mars 2017 indique une stabilité globale de la zone dunaire. Sur ce secteur le levé photogrammétrique de mars 2017 apporte des informations complémentaires importantes quant aux évolutions de la partie émergée de la plage : fortes évolutions saisonnières du bas de plage et accumulation généralisée de sable sur le haut de plage.

Au cours de cette 4<sup>ème</sup> année, un travail méthodologique a été lancé pour estimer les épaisseurs de sable mobilisable au niveau des prismes sableux des cordons dunaires de la zone OBSCAT. Ce travail est mené en collaboration entre le BRGM/OBSCAT et l'Université de Perpignan (CEFREM, programme ESTER<sup>1</sup>). Les deux organismes ont décidé de mettre en commun leurs approches et outils afin d'avoir une vision plus étendue en profondeur de ce prisme sableux littoral. Deux méthodes géophysiques complémentaires sont utilisées : méthode sismique par onde de surface (MASW) pour les profondeurs comprises entre 5 et 20 mètres et GEORADAR pour la partie superficielle des cordons. Deux campagnes de mesures ont été menées en 2017 sur le site test des dunes du nord de Torreilles : GEORADAR par l'Université de Perpignan (projet ESTER) et MASW par le BRGM. Les résultats préliminaires de la campagne MASW sont présentés dans ce rapport. Des données complémentaires de calage seront acquises en 2018 et les résultats de l'analyse conjointe des deux méthodes sera alors proposée pour permettre ou non d'envisager de déployer cette méthode sur les autres cordons dunaires de l'OBSCAT.

---

<sup>1</sup> Le projet ESTER est une étude exploratoire pour estimer les épaisseurs de sédiments présents sur la partie terrestre du système littoral, complémentaire des suivis réalisés chaque année par l'OBSCAT.

# Sommaire

<b>1. Introduction .....</b>	<b>21</b>
<b>2. Méthodes d'observation mises en œuvre .....</b>	<b>25</b>
2.1. LE SUIVI TOPO-BATHYMETRIQUE .....	25
2.1.1. Acquisition des données .....	25
2.1.2. Traitement des données .....	30
2.2. LE SUIVI VIDEO .....	33
2.3. LE SUIVI DE L'ALTIMETRIE DUNAIRE PAR COMPARAISON DE LEVES PHOTOGRAMMETRIQUES REALISES PAR DRONE ET AUTOGIRE .....	36
2.3.1. Acquisition des données .....	36
2.4. LE SUIVI SATELLITAIRE : L'IMAGERIE PLEIADES .....	40
2.5. LE SUIVI IN-SITU DE LA VEGETATION DUNAIRE.....	40
2.5.1. Préambule .....	40
2.5.2. Période/rythme .....	40
2.5.3. Localisation.....	40
2.5.4. Mode opératoire.....	40
2.5.5. Observations réalisées .....	41
2.6. LE SUIVI PHOTOGRAPHIQUE .....	43
<b>3. Evaluation des stocks sédimentaires sur le littoral de l'OBSCAT – Etude méthodologique Expérimentation géophysique : sismique par ondes de surface (MASW) sur le cordon dunaire de Torreilles.....</b>	<b>45</b>
3.1. OBJECTIF .....	45
3.2. SITE D'ETUDE .....	45
3.3. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET SEDIMENTAIRE .....	47
3.3.1. Carte géologique .....	47
3.3.2. Données de sondages .....	48
3.3.3. Données géophysiques sur le proche avant-côte.....	49
3.4. METHODOLOGIE.....	50
3.4.1. Principe de la méthode MASW .....	50
3.4.2. Mise en œuvre de la méthode MASW.....	51
3.4.3. Equipement déployé .....	52
3.4.4. Interprétation/traitement de données MASW.....	55
3.4.5. Inversion .....	56
3.4.6. Imagerie en ondes de surface.....	57

3.5. PLAN D'ECHANTILLONNAGE .....	58
3.6. RESULTATS .....	59
3.6.1. Comparaison imagerie sismique / sondage .....	63
3.6.2. Analyse de profils longitudinaux .....	63
3.6.3. Analyse des profils transversaux .....	64
3.7. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES.....	64
<b>4. Synthèse des évolutions par cellule sédimentaire .....</b>	<b>67</b>
4.1. CONDITIONS DE FORÇAGE SUR LA PERIODE D'ETUDE.....	67
4.1.1. Données disponibles .....	67
4.1.2. Conditions météorologiques .....	67
4.1.3. Conditions de houle.....	68
4.1.4. Niveaux d'eau.....	69
4.1.5. Précipitations/débits fluviaux .....	70
4.1.6. Conclusions sur les conditions de forçage de l'hiver 2016-2017 .....	71
4.3. CELLULE 12 – DU GRAU DE LEUCATE A LEUCATE PLAGES.....	72
4.3.1. Leucate-Plage .....	73
4.4. CELLULE 11 - DE PORT-LEUCATE AU GRAU DE LEUCATE .....	85
4.4.1. Plage du village naturiste de Leucate (Illustration 50).....	87
4.5. CELLULE 10 – DE LEUCATE A PORT-BARCARES.....	93
4.5.1. Le Lydia.....	94
4.5.2. Port Barcarès Nord.....	102
4.6. CELLULE 9 – DE PORT BARCARES A L'AGLY .....	115
4.6.1. Port-Barcarès Sud.....	116
4.6.2. Embouchure de l'Agly.....	124
4.7. CELLULE 8 – DE L'AGLY AU BOURDIGOU.....	133
4.7.1. Torrelles .....	134
4.7.2. Embouchure du Bourdigou .....	144
4.8. CELLULE 7 - DU BOURDIGOU AU PORT DE CANET-EN-ROUSSILLON... ..	152
4.8.1. Plage de Sainte-Marie .....	153
4.8.2. Embouchure de la Têt .....	166
4.8.3. Nord du port de Canet-en-Roussillon ou Canet Nord.....	175
4.9. CELLULE 6 – DU PORT DE CANET-EN-ROUSSILLON A ST-CYPRIEN .....	182
4.9.1. Sud du port de Canet-en-Roussillon ou Canet Sud .....	183
4.10. BILAN GLOBAL DES EVOLUTIONS ANNEE 4.....	191
4.10.1. Bilans sédimentaires - évolution du trait de côte .....	191
4.10.2. Evolutions des cordons dunaires .....	191

**5. Bibliographie ..... 195**



## Liste des figures

Illustration 1 - Localisation de la zone d'étude et des sites de suivi - fond de carte IGN.....	22
Illustration 2 - Tableau de synthèse des données collectées au cours de l'année 4 de l'OBSCAT. .....	25
Illustration 3 - Carte de localisation des secteurs d'étude et des profils de référence.....	27
Illustration 4 - Modes d'acquisition des données topographiques. A) Levé DGPS sur quad, OSBCAT, 07-04-2015 ; B) Levé DGPS avec perche, OBSCAT, 08-04_2015 ; Levé DGPS, avec sac à dos, OBSCAT, 09-2014.....	28
Illustration 5 - Modes d'acquisition des données bathymétriques. A). Acquisitions bathymétriques en mer ; B) Transects bathymétriques ; C) Acquisition bathymétriques dans les embouchures.....	29
Illustration 6 - Etapes de traitement des données topobathymétriques.....	32
Illustration 7 - Implantation de la webcam du Barcarès et délimitation des 5 prises de vue.....	33
Illustration 8 - Exemples de prises de vue de la caméra C4. A gauche, image instantanée, à droite image moyennée Timex.....	34
Illustration 9 - 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).....	34
Illustration 10 - Résolution de l'image ortho-rectifiée dans la direction perpendiculaire (cross-shore, en haut) et parallèle (longshore, en bas) au trait de côte.....	35
Illustration 11 - 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.....	35
Illustration 12 – Exemple du positionnement des cibles pour les levés photogrammétriques....	38
Illustration 13 – Plateforme de vol autogyre. A gauche : modèle d'autogyre (source wikipédia) similaire à celui utilisé pour le levé du cordon dunaire de Leucate-Plage ; à droite photographie de l'appareil en action (source equipe terrain Obscat 2017).....	39
Illustration 14 – Caractéristiques des différents transects suivis en 2014, 2015 et 2016.....	42
Illustration 15 - Site d'étude et schéma d'implantation des levés géophysiques acquis en 2017 dans le cadre de l'OBSCAT, par l'université de Perpignan (profils Georadar en bleu) et le BRGM (profils MASW en jaune).....	46
Illustration 16 - Extrait de la carte géologique n°109 feuille de Perpignan (InfoTerre).....	47
Illustration 17 - Implantation du forage BSS002MQKQ (InfoTerre).....	48
Illustration 18 - Log géologique numérisé du forage BSS002MQKQ (InfoTerre).....	48
Illustration 19 - Données sismiques acquises sur le secteur de l'embouchure de l'Agly dans le cadre du projet LITTOSIS (Raynal et al., 2015). a) Carte des profils sismiques et estimation des volumes de l'USU par mètre linéaire (Uper Sedimentary Unit), couche sédimentaire mobile du prisme littoral ; b) Carte d'isopaques par interpolation des données discrètes.....	49
Illustration 20 - Principe de la méthode des ondes de surface.....	51
Illustration 21 - Effet de la position de la source sur le diagramme de dispersion.....	51

Illustration 22 - Acquisition MASW sur les routes et pistes de la zone de la Ribera à Torreilles (BRGM, le 26/04/2017). La source sismique (plaque) est disposée sur la remorque en arrière.....	53
Illustration 23 - Acquisition MASW sur les chemins dunaires de la zone de la Ribera à Torreilles (BRGM, le 24/04/2017). L'opérateur procède au tir en frappant une plaque posée sur la sol à l'aide d'une masse instrumentée.....	54
Illustration 24 – Détail du disposition d'acquisition (flûte, à gauche) à l'arrière de la source tractée. Capteur type Gimble, pour la mesure des sondes de surface (à droite).....	55
Illustration 25 - Tirs sismiques et diagrammes de dispersion associé –a) mode fondamental ; b) multi-mode.....	56
Illustration 26 - Exemple de coupe de vitesse sismique (onde S) obtenue par traitement MASW et interprétation stratigraphique et continuité latérale des couches (failles).....	57
Illustration 27 - Exemples de bloc 3D de vitesse sismique (onde S) obtenue par traitement MASW.....	57
Illustration 28 - Plan de position des profils MASW – OBSCAT avril 2017.....	58
Illustration 29 - Résultats des profils MASW – Campagne géophysique MASW OBSCAT avril 2017.....	61
Illustration 30 - Comparaison du sondage BSS et profil MASW n°5. a) vue générale b) zoom sur le forage.....	63
Illustration 31 - Rose des vents à la station de Leucate : vents moyens sur les 4 années d'observations OBSCAT (à gauche) et vents moyens durant la dernière saison d'observation (à droite). Source des données : Meteociel.com.....	67
Illustration 32 - Vitesse du vent en (km/h) à la station de Leucate, du 01/06/2016 au 14/04/2017. Source des données : Meteociel.com.....	68
Illustration 33 - Rose des houles à la bouée de Leucate: houles moyennées sur les 4 années d'observations OBSCAT (à gauche) et durant la dernière saison d'observation (à droite). Source des données : CANDHIS (Cerema – DREAL Occitanie).....	68
Illustration 34 - Analyse des conditions de houles durant l'année 4; hauteur significative (Hs), hauteur maximale enregistrée (Hmax), période et direction. Les encadrés rouges indiquent les évènements de tempête. Source des données : CANDHIS (Cerema – DREAL Occitanie).....	69
Illustration 35 - Niveaux d'eau enregistrés à Port Vendres entre le 01/06/2016 et le 04/07/2017. Source des données REFMAR - SHOM.....	70
Illustration 36 - Débits journaliers (en m <sup>3</sup> /j) des fleuves Têt (station Perpignan) et Agly (station Rivesaltes) depuis août 2013. Source des données SPC Méditerranée Ouest.....	70
Illustration 37 - Débits journaliers (en m <sup>3</sup> /j) des fleuves Têt (station Perpignan) et Agly (station Rivesaltes) entre août 2016 et juin 2017. Données SPC Méditerranée Ouest.....	71
Illustration 38 – Localisation de la cellule hydro-sédimentaire 12 et des secteurs Leucate plage et Village naturistes.....	72
Illustration 39 – Secteur Leucate plage, profil de référence Leucate6 et prises de vues.....	73
Illustration 40 - Suivi photographique Leucate. Décembre 2015 à gauche (partie nord) et mai 2016 à droite (partie sud) (Obscat : campagne 2015/2016).....	74
Illustration 41 - Carte des traits de côte entre mai 2016 et avril 2017 pour le secteur de Leucate-Plage.....	75
Illustration 42 - Profil de référence Leucate-6. Mai 2016 et avril 2017.....	76
Illustration 43 - Photographie prise le 1er avril 2017 sur le site de Leucate-plage; le sable accumulé le long du muret est transféré au niveau du trait de côte afin d'élargir la plage.....	77

Illustration 44 - Cartes topobathymétriques et de déplacements sédimentaires pour les périodes de Mai 2016 à avril 2017 pour le site de Leucate Plage.....	78
Illustration 45 - Tableau des volumes sédimentaires déplacés entre mai 2016 et avril 2017 pour le site de Leucate plage.....	78
Illustration 46 - carte des traits de côte et évolution entre septembre 2015 et avril 2017 pour le site de la plage de Leucate. ....	79
Illustration 47 – Localisation du levé photogrammétrique par autogyre réalisé en mars 2017 sur le cordon dunaire de Leucate-Plage. Orthomosaïquage du levé en pleine couleur, sur fond Pléiades IGN 2015 estompé.....	80
Illustration 48 – Comparaison des altimétries 2010, 2014 et 2017 et évolutions morphologiques du cordon dunaire de Leucate-Plage. En fond, mosaïque orthophotos autogyre OBSCAT 2017. ....	83
Illustration 49 – Localisation de la cellule 11 et du secteur Village naturistes. ....	86
Illustration 50 – Secteur Village naturiste et profil de référence Vil_nat14.....	87
Illustration 51 - Carte des traits de côte et évolution entre septembre 2016 et avril 2017 pour le site du village naturiste. ....	88
Illustration 52 - Profil de référence vil_nat14. Septembre 2016 et avril 2017. ....	89
Illustration 53 - Carte annuelle et saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site du village naturiste de Leucate. ....	90
Illustration 54 - Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/ septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site du village naturiste de Leucate. ....	90
Illustration 55 - Bilans sédimentaires cumulés zone complète et zone émergée entre septembre 2015 et avril 2017 pour le site du village naturiste de Leucate. ....	91
Illustration 56 - Carte des traits de côte entre septembre 2015 et avril 2017 pour le site du village naturiste de Leucate. ....	92
Illustration 57 - Localisation de la cellule hydro-sédimentaire 10 et des secteurs Lydia et Port-Barcarès Nord.....	93
Illustration 58 - Secteur Lydia, profils de référence et prises de vues.....	94
Illustration 59 – Suivi photographique au niveau du Lydia. Prise de vue du 07/04/2017 (OBSCAT). ....	95
Illustration 60 - Carte des traits de côte et évolution entre septembre 2016 et avril 2017 pour le secteur Lydia.....	96
Illustration 61 - Profil Lydia N : Entre septembre 2016 et avril 2017 .....	98
Illustration 62 - Profil Lydia C : Entre septembre 2016 et avril 2017 .....	98
Illustration 63 - Profil BT074006 : Entre septembre 2016 et avril 2017 .....	98
Illustration 64 - Carte annuelle et saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site du Lydia.....	99
Illustration 65 - Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/ octobre 2016 et octobre 2016/avril 2017 pour le site du Lydia.....	99
Illustration 66 - Bilans sédimentaires cumulés des zones complètes et émergées entre Octobre 2013 et avril 2017 pour le site du Lydia.....	100
Illustration 67 - Carte des traits de côte entre octobre 2013 et avril 2017 pour le site du Lydia	101
Illustration 68 – Secteur de Port Barcarès, profils de référence et prises de vue. ....	102

Illustration 69 – Suivi photographique de Port Barcarès nord. A gauche (haut et bas), bas de plage et tombolos au niveau du profil topographique de référence PortBarcNord-C ; à droite (haut et bas), secteur sud, au niveau des épis. OBSCAT, Campagne avril 2017. ....	103
Illustration 70 – Suivi photographique de Port Barcarès nord au niveau du profil topographique de référence PortBarcNord-N. A gauche (haut et bas), casiers de ganivelles ; à droite (haut et bas), pente douce du profil. OBSCAT, Campagne avril 2017. ....	103
Illustration 71 - Carte des traits de côte et évolution entre septembre 2016 et avril 2017 pour le site de Port-Barcarès Nord. ....	105
Illustration 72 - Photographies des dégâts causés par la tempête du 13 octobre 2016 (source : OBSCAT, campagne 04/2016). ....	106
Illustration 73 - Carte annuelle et saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site de Port Barcarès Nord. ....	107
Illustration 74 - Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/ septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site de Port Barcarès Nord. ....	107
Illustration 75 - Profil PortBarcNord-N entre septembre 2016 et avril 2017 .....	108
Illustration 76 - Profil PortBarcNord-C entre septembre 2016 et avril 2017 .....	108
Illustration 77 - Profil PortBarcNord-S entre septembre 2016 et avril 2017 .....	108
Illustration 78 - Dates des traits de côte retenus pour l'analyse des évolutions d'Octobre 2014 à juin 2017. Les dates surlignées sont celles ajoutées pour l'année de l'année 4 de l'OBSCAT. ....	109
Illustration 79 - Evolution du trait de côte sur le littoral du site de Port-Barcarès Nord par suivi vidéo. Amplitude des mouvements de juillet 2016 à juin 2017. ....	110
Illustration 80 - Suivi vidéo à haute fréquence sur la plage nord du Barcarès : a) mobilité du trait de côte en plusieurs points du littoral (localisés sur l'image satellite à gauche), b) mobilité Est-Ouest du tombolo BL3, c) mobilité Nord-Sud du tombolo BL3, d) vitesse du vent (moyen et rafales en km/h) et e) hauteurs significatives des vagues à la bouée de Leucate (en m). ....	111
Illustration 81 - Bilans sédimentaires cumulés des zones complètes et émergées entre Octobre 2013 et avril 2017 pour le site de Port-Barcarès Nord. ....	112
Illustration 82 - carte des traits de côte entre octobre 2013 et avril 2017 pour le site de Port-Barcarès Nord. ....	114
Illustration 83 – Localisation de la cellule 9 et des secteurs Port Barcarès Sud et Agly. ....	115
Illustration 84 – Secteur de Port Barcarès Sud, profils de référence et prises de vue. ....	117
Illustration 85 - Suivi photographique du site de Port-Barcarès Sud au niveau du profil de référence PortBacSud-N (cf. localisation sur Illustration 86). Gauche haut et bas : haut de plage ; droite haut et bas : bas de plage. ....	118
Illustration 86 - Carte des traits de côte et évolution entre septembre 2016 et avril 2017 pour le site de Port-Barcarès Sud. ....	119
Illustration 87 - Carte annuelle et saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site de Port Barcarès Sud. ....	120
Illustration 88 - Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/ septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site de Port Barcarès Sud. ....	121

Illustration 89 - Profil PortBacSud-N entre septembre 2016 et avril 2017. ....	121
Illustration 90 - Profil PortBacSud-S entre septembre 2016 et avril 2017.....	121
Illustration 91 - Bilans sédimentaires cumulés des zones complètes et émergées entre Octobre 2013 et avril 2017 pour le site de Port-Barcarès Sud.....	122
Illustration 92 - Carte des traits de côte entre octobre 2013 et avril 2017 pour le secteur de Port-Barcarès Sud. ....	123
Illustration 93 – Secteur de l’embouchure de l’Agly, profils de référence et prises de vue.....	124
Illustration 94 – Suivi photographique : embouchure de l’Agly le 25 janvier 2017 (à gauche) et le 28 février 2017 (à droite). ....	125
Illustration 95 - Carte des traits de côte entre septembre 2016 et avril 2017 pour le site de l'Agly, images Ecocéanodrone septembre 2016 et avril 2017. ....	126
Illustration 96 – Embouchure de l’Agly lors du levé de la bathymétrie du site le 29/03/2017. Vue sur la flèche sableuse reconstituée depuis la rive sud (à droite) vers le nord.....	127
Illustration 97 - Carte saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre septembre 2016/avril 2017 pour le site de l'Agly.....	128
Illustration 98 - Tableau de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre septembre 2016 et avril 2017 pour le site de L'Agly. ....	128
Illustration 99 - Profil Agly-N entre septembre 2016 et avril 2017.....	129
Illustration 100 - Profil Agly-S entre septembre 2016 et avril 2017.....	129
Illustration 101 – Position du delta de l'Agly le 29 mars 2017. On le distingue dans la zone entourée en rouge, souligné par le déferlement de la houle sur ces petits fonds et les figures de courant en surface à la sortie du fleuve.....	129
Illustration 102 - Carte des traits de côte entre octobre 2013 et avril 2017 pour le site de l'Agly.	131
Illustration 103 - Photographies drones prises entre septembre 2014 et avril 2017 pour le site de l’Agly. ....	132
<i>Illustration 104 - Localisation de la cellule hydrosédimentaire 8 et des secteurs de Torreilles et du Bourdigou.....</i>	<i>133</i>
Illustration 105 – Secteur de Torreilles, profils de référence et prises de vue. ....	135
Illustration 106 – Suivi photographique du site de Torreilles au niveau du profil topographique de référence BT067930 situé à l’extrémité nord du site (Illustration 110). Vues prises lors de la campagne OBSCAT du printemps 2017 le 11 avril 2017 (à gauche vue vers le Sud, à droite vue vers le Nord). ....	135
Illustration 107 – Suivi photographique du site de Torreilles au niveau du profil topographique de référence TorrC situé au centre du site (Illustration 110). Vues prises lors de la campagne OBSCAT du printemps 2017 le 11 avril 2017 (à gauche vue vers le Sud, à droite vue vers le Nord). ....	136
Illustration 108 – Suivi photographique du site de Torreilles au niveau du profil topographique de référence TorrS situé au sud du site (Illustration 110). Vues prises lors de la campagne OBSCAT du printemps 2017 le 11 avril 2017 (à gauche vue vers le Sud, à droite vue vers le Nord). ....	136
Illustration 109 – Suivi photographique du site de Torreilles, OBSCAT 2017 (11/04/2017). Vue des restaurant de plage : à gauche, restaurant situé à l’extrémité nord du site ; à droite restaurant situé au sud du site.....	136
Illustration 110 - Carte des traits de côte et évolution entre septembre 2016 et avril 2017 pour le site de Torreilles. ....	138

Illustration 111 - Carte annuelle et saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site de Torreilles.	140
Illustration 112 - Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/ septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site de Torreilles. ....	140
Illustration 113 - Profil BT067930, entre septembre 2016 et avril 2017. ....	141
Illustration 114 - Profil TorrC, entre septembre 2016 et avril 2017. ....	141
Illustration 115 - Profil TorrS, entre septembre 2016 et avril 2017. ....	141
Illustration 116 : Bilans sédimentaires cumulés des zones complètes et émergées entre Octobre 2013 et avril 2017 pour le site de Torreilles. ....	142
Illustration 117 - Carte des traits de côte entre octobre 2013 et avril 2017 pour le site de Torreilles. ....	143
Illustration 118 - Secteur de l'embouchure du Bourdigou, profils de référence et prises de vue.	144
Illustration 119 – Suivi photographique du site de l'embouchure du Bourdigou. Vue de la plage au nord au niveau du profil de référence BourdigN (Illustration 122). En haut : haut de plage (vue vers le sud à gauche et vers le nord à droite) ; en bas : bas de plage (vue vers le sud à gauche et vers le nord à droite). Campagne OBSCAT – 10 avril 2017. ....	145
Illustration 120 – Suivi photographique du site de l'embouchure du Bourdigou. Vue de la plage au sud au niveau du profil de référence BourdigS (Illustration 122). En haut : haut de plage (vue vers le sud à gauche et vers le nord à droite) ; en bas : bas de plage (vue vers le sud à gauche et vers le nord à droite). Campagne OBSCAT – 10 avril 2017. ....	145
Illustration 121 – Suivi photographique du site de l'embouchure du Bourdigou. Embouchure ouverte le 30 mars 2017 (à gauche), embouchure fermée le 16 mai 2016 (à droite). Campagnes OBSCAT – mai 2016 et mars-avril 2017. ....	146
Illustration 122 - Carte des traits de côte et évolution de septembre 2016 à avril 2017 pour le site du Bourdigou. Fond images : à gauche Pléïades 2015 ; à droite levés drone Ecocéanodrone – OBSCAT 2016 (en bas) – 2017 (en haut). ....	147
Illustration 123 - Profil de référence BourdigN, entre septembre 2016 et avril 2017. ....	148
Illustration 124 - Profil de référence BourdigS, entre septembre 2016 et avril 2017. ....	148
Illustration 125 - Carte saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site du Bourdigou. ....	149
Illustration 126 - Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/ septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site du Bourdigou. ....	149
Illustration 127 - Bilans sédimentaires cumulés des zones complètes et émergées entre avril 2015 et avril 2017 pour le site du Bourdigou. ....	150
Illustration 128 - Carte des traits de côte entre octobre 2013 et avril 2017 pour le site du Bourdigou. ....	151
Illustration 129 - Localisation de la cellule hydro-sédimentaire 7 et des secteurs Sainte-Marie, embouchure de la Têt et Nord du Port de Canet. ....	152
Illustration 130 - Secteur de Sainte-Marie, profils de référence et prises de vue. ....	154
Illustration 131 – Suivi photographique du site de Sainte-Marie au niveau du profil topographique de référence LaCrostN (plage au sud du port)). En haut vues du bas de plage, en bas vues du haut de plage. A gauche vues vers le sud ; à droite vues vers le nord. Campagne OBSCAT du 11 avril 2017. ....	155
Illustration 132 – Suivi photographique du site de Sainte-Marie au niveau du profil topographique de référence BT064040 (secteur des ouvrages). En haut vues du bas de plage, en bas	

	vues du haut de plage. A gauche vue vers le sud ; à droite vue vers le nord. Campagne OBSCAT du 11 avril 2017.....	155
Illustration 133	– Suivi photographique du site de Sainte-Marie au niveau du profil topographique de référence BT063940 (plage au nord des ouvrages). En haut vues du bas de plage, en bas vues du haut de plage. A gauche vues vers le sud ; à droite vue vers le nord. Campagne OBSCAT du 11 avril 2017.....	156
Illustration 134	– Suivi photographique du site de Sainte-Marie au niveau de l'épi nord du secteur des ouvrages. En haut vues du bas de plage, en bas vues du haut de plage. A gauche vues vers le sud ; à droite vue vers le nord. Campagne OBSCAT du 11 avril 2017.....	156
Illustration 135	– Opération de rechargement le 24 avril 2017 réalisée par la commune pour le confortement de l'ancrage de l'épi nord de Sainte-Marie. Source OBSCAT – 2017. ....	157
Illustration 136	- Carte des traits de côte et évolution de septembre 2016 à avril 2017 pour le site de la plage de Sainte-Marie.....	158
Illustration 137	- Carte annuelle et saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site de Sainte-Marie-la-Mer.....	160
Illustration 138	- Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/ septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site de Sainte-Marie-la-Mer. ....	160
Illustration 139	- Profil BT063940, entre septembre 2016 et avril 2017.....	161
Illustration 140	- Profil BT064040, entre septembre 2016 et avril 2017.....	161
Illustration 141	- Profil SteMarC, entre septembre 2016 et avril 2017. ....	162
Illustration 142	- Profil SteMarS, entre septembre 2016 et avril 2017. ....	162
Illustration 143	- Profil LaCrost-N, entre septembre 2016 et avril 2017. ....	163
Illustration 144	- Bilans sédimentaires cumulés des zones complètes et émergées entre avril 2015 et avril 2017 pour le site de Sainte-Marie-la-Mer.....	163
Illustration 145	- Carte des traits de côte entre octobre 2013 et avril 2017 pour le site de Sainte-Marie-la-Mer.....	165
Illustration 146	- Secteur de l'embouchure de la Têt, profils de référence et prises de vue. ....	166
Illustration 147	– Suivi photographique du site de l'embouchure de la Têt. Vue prise depuis la flèche sud le 27 septembre 2016 (en haut) et le 30 mars 2017 (en bas). OBSCAT Campagnes septembre 2016 et mars-avril 2017. ....	167
Illustration 148	– Suivi photographique du site de l'embouchure de la Têt au niveau du profil de référence Têt-N. Vues prises le 11 avril 2017. En haut : haut de plage ; en bas : bas de plage. A gauche vues vers le sud ; à droite vues vers le nord. OBSCAT campagne mars-avril 2017. ....	168
Illustration 149	- Carte des traits de côte et évolution de septembre 2016 à avril 2017 pour le site de la Têt. Fonds d'images : Pléiades 2015 et orthophotographies levé drone Ecocéanodrone (septembre 2016 et avril 2017). ....	169
Illustration 150	- Profil Têt-N, entre septembre 2016 et avril 2017. ....	170
Illustration 151	- Profil Têt-S, entre septembre 2016 et avril 2017.....	170
Illustration 152	- Carte saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site de la Têt. ....	171
Illustration 153	- Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/ septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site de la Têt. ....	172

Illustration 154 - Bilans sédimentaires cumulés des zones complètes et émergées entre septembre 2014 et avril 2017 pour le site de la Têt.....	173
Illustration 155 - Carte des traits de côte entre octobre 2013 et avril 2017 pour le site de la Têt.	174
Illustration 156 - Secteur Nord du Port de Canet, profils de référence et prises de vue.....	175
Illustration 157 – Suivi photographique du site de Canet Nord. Partie sud de la plage au niveau du restaurant de plage. A gauche, orientation sud (septembre 2016). A droite : orientation nord lors du reprofilage d'avril 2017. OBSCAT campagne mars-avril 2017. ....	176
Illustration 158 – Suivi photographique du site de Canet Nord au niveau du profil de référence BT061140, quelques jours après le reprofilage de la plage. A gauche vue vers le Sud ; à droite vue vers le Nord. OBSCAT campagne mars-avril 2017.....	176
Illustration 159 - Carte des traits de côte et évolution entre septembre 2016 et avril 2017 pour le site de Canet Nord.....	177
Illustration 160 - Profil BT061140 entre septembre 2016 et avril 2017. ....	178
Illustration 161 - Profil PortCanetN-S entre septembre 2016 et avril 2017. ....	178
Illustration 162 - Carte annuelle et saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017pour le site de Canet Nord.	179
Illustration 163 - Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/ septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site de Canet Nord. ...	179
Illustration 164 - Bilans sédimentaires cumulés des zones complètes et émergées entre octobre 2013 et avril 2017 pour le site de Canet Nord. ....	180
Illustration 165 - Carte des traits de côte entre octobre 2013 et avril 2017 sur le site de Canet Nord. ....	181
Illustration 166 - Localisation de la cellule hydro-sédimentaire 6 et du secteur Canet Sud ou Sud du Port de Canet. ....	182
Illustration 167 - Secteur de Canet Sud, profils de référence et prises de vue. ....	183
Illustration 168 - Suivi photographique du site de Canet Sud au niveau du profil de référence PortCanetSud-N. En haut vues du haut de plage, vers le sud (gauche) et vers le nord (droite). En bas vues du bas de plage, vers le sud (gauche) et vers le nord (droite). OBSCAT campagne mars-avril 2017. ....	184
Illustration 169 - Suivi photographique du site de Canet Sud au niveau du profil de référence PortCanetSud-S. En haut vues du haut de plage, vers le sud (gauche) et vers le nord (droite). En bas vues du bas de plage, vers le sud (gauche) et vers le nord (droite). OBSCAT campagne mars-avril 2017. ....	184
Illustration 170 - Carte des traits de côte et évolution entre septembre 2016 et avril 2017 pour le site de Canet Sud. ....	186
Illustration 171 - Profil de référence PortCanetSud-N entre septembre 2016 et avril 2017.....	187
Illustration 172 - Profil de référence PortCanetSud-S entre septembre 2016 et avril 2017. ....	187
Illustration 173 - Carte annuelle et saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017pour le site de Canet Sud.	188
Illustration 174 - Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site de Canet Sud.	188
Illustration 175 - Bilans sédimentaires cumulés des zones complètes et émergées entre avril 2015 et avril 2017 pour le site de Canet Sud.....	189
Illustration 176 - Carte des traits de côte entre septembre 2014 et avril 2017 pour le site de Canet-Sud.....	190

Illustration 177 – Carte de synthèse des évolutions du secteur de l'OBSCAT entre 2016 et 2017. 193



## Liste des annexes

Annexe 1 Cartes bathymétriques mai 2016, septembre 2016 et avril 2017 .....	197
---	-----



# 1. Introduction

Située dans le Golfe du Lion, la côte sableuse catalane est une unité hydrosédimentaire de 44 km orientée nord-sud, s'étendant du Racou au cap Leucate 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.

Dans ce but, 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 communes riveraines (Leucate, Saint-Cyprien, Elne et Argelès-sur-Mer). Le rattachement de Leucate à l'OBSCAT a eu lieu en 2015.

La première convention 2013-2016 s'est achevée fin 2016 avec la parution du rapport année 3 incluant les résultats de la campagne de mesures de terrain du printemps 2016 et la synthèse et bilan des 3 premières années de suivi. Le projet a été prolongé en 2016 par la signature d'une nouvelle convention 2016-2019. Ce projet, cofinancé par l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, PMM et la subvention pour charge de service public du BRGM, 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.

S'intégrant dans les volets 1 et 3 du projet, ce rapport technique d'année 4 intègre les données des campagnes de mesures de terrain de l'automne 2016 et du printemps 2017. Il présente un diagnostic de l'état de la dynamique sédimentaire sur les sites identifiés par PMM comme « sensibles » en termes de gestion de son trait de côte. 13 sites ont été traités, dont 12 sites de plage et 1 site de dunes. Sur chacun de ces sites, seront abordées les problématiques de « disponible sédimentaire » des plages, de dynamique des barres d'avant-côte, des embouchures, des dunes, des aménagements et des usages côtiers.

Le rapport présente dans un premier temps la méthodologie mise en œuvre pour les suivis ainsi que les traitements associés. Dans un second temps, les premiers résultats d'une étude méthodologique pour l'estimation des stocks sédimentaires sur le cordon dunaire de Torreilles sont présentés. Puis, pour chaque cellule sédimentaire, une synthèse de l'évolution récente des sites sera proposée.



Illustration 1 - Localisation de la zone d'étude et des sites de suivi - fond de carte IGN.





## 2. Méthodes d'observation mises en œuvre

Le tableau ci-dessous (Illustration 2) fait la synthèse des différents types d'indicateurs observés dans le cadre de l'année 4 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	BRGM	Sites sensibles de plage
	Imagerie vidéo	BRGM	Port Barcarès Nord
Morphologie des plages / profils de plage	Levés topographiques DGPS	BRGM	Sites sensibles de plage
Bathymétrie/ mouvement des barres	Levés bathymétriques	BRGM	Sites sensibles de plage
Morphologie, couvert végétal des cordons dunaires	Levé autogyre photogrammétrique	Ecocéanodrone	Cordon dunaire de Leucate
	Lidar 2010 et 2014	DREAL LR	
Morphologie des embouchures	Photo-interprétation	BRGM	Agly /Bourdigou/ Têt
	Levés topo-bathymétriques	BRGM	
	Levés drone photogrammétrique	Ecocéanodrone	
Forçages hydroclimatiques	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	BRGM	Sites sensibles

Illustration 2 - Tableau de synthèse des données collectées au cours de l'année 4 de l'OBSCAT.

### 2.1. LE SUIVI TOPO-BATHYMETRIQUE

#### 2.1.1. Acquisition des données

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.

La zone d'étude est découpée en 12 secteurs, regroupés selon leurs caractéristiques physiques et des enjeux spécifiques. Deux à cinq profils de référence sont levés sur chacun de ces secteurs (Cf. Illustration 3). A l'issue de la première année de l'Observatoire de la côte sableuse catalane, le secteur de Canet Sud a été ajouté aux secteurs d'étude.

Les campagnes de l'année 4 de l'Observatoire de la côte sableuse catalane, ont été réalisées pour la campagne pré-hivernale fin septembre-début octobre 2016. Le levé de Leucate-plage a été décalé à décembre 2016 en raison des mauvaises conditions météo qui n'avaient pas permis un levé simultané des parties terrestres et marines au début de l'automne. La campagne post-hivernale a eu lieu de fin mars à début mai 2017 (Canet Nord). Au cours de ces campagnes, les levés topographiques et bathymétriques sont exécutés en simultané par deux équipes (une à terre l'autre en mer). Ces deux types de mesures sont réalisés à partir d'un GPS<sup>2</sup> I (GNSS<sup>3</sup>) Trimble R6 en mode différentiel RTK<sup>4</sup> connecté en GSM<sup>5</sup> via le réseau ORPHEON<sup>6</sup>. Seul le secteur du Lydia peut nécessiter l'utilisation d'une base fixe en raison de problème de connexion au réseau GSM dans la zone.

### **Levés Topographiques**

L'acquisition des données topographiques repose sur différents types de levés DGPS (GNSS) :

- trait de côte ;
- topographie de la plage ;
- profils de référence.

Le trait de côte est principalement levé de manière continue (un point tous les mètres) en quad, ce qui permet de couvrir rapidement de grandes distances. L'antenne DGPS est fixée sur un bras télescopique embarqué sur le flanc du quad (*Cf. Illustration 4A.*) permettant de lever la limite du jet de rive comme marqueur du trait de côte. De la même manière, la topographie de plage est levée en quad, l'objectif étant de quadriller la plage émergée afin d'obtenir un nuage de point le plus dense possible.

Les profils de référence sont levés à la canne en prenant un point à chaque inflexion de la pente, suivant des axes prédéfinis et invariables sur toutes les campagnes (*Cf. Illustration 4B.*).

Les levés continus à pied sont notamment privilégiés dans les zones difficiles d'accès, ou à forte concentration de plagistes. L'antenne DGPS est fixée sur la partie supérieure du sac à dos Trimble, les points de levé sont enregistrés au fur et à mesure que l'opérateur marche le long du trait de trait de côte (*Cf. Illustration 4C.*).

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

- levés à la canne : quelques cm en planimétrie et 5 cm sur l'altitude (enfouissement 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) ;
- 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).

---

<sup>2</sup> Global Positioning System

<sup>3</sup> GNSS : Global Navigation Satellite System

<sup>4</sup> Real Time Kinematic,

<sup>5</sup> GSM : Global System for Mobile communications

<sup>6</sup> <http://reseau-orpheon.fr/>

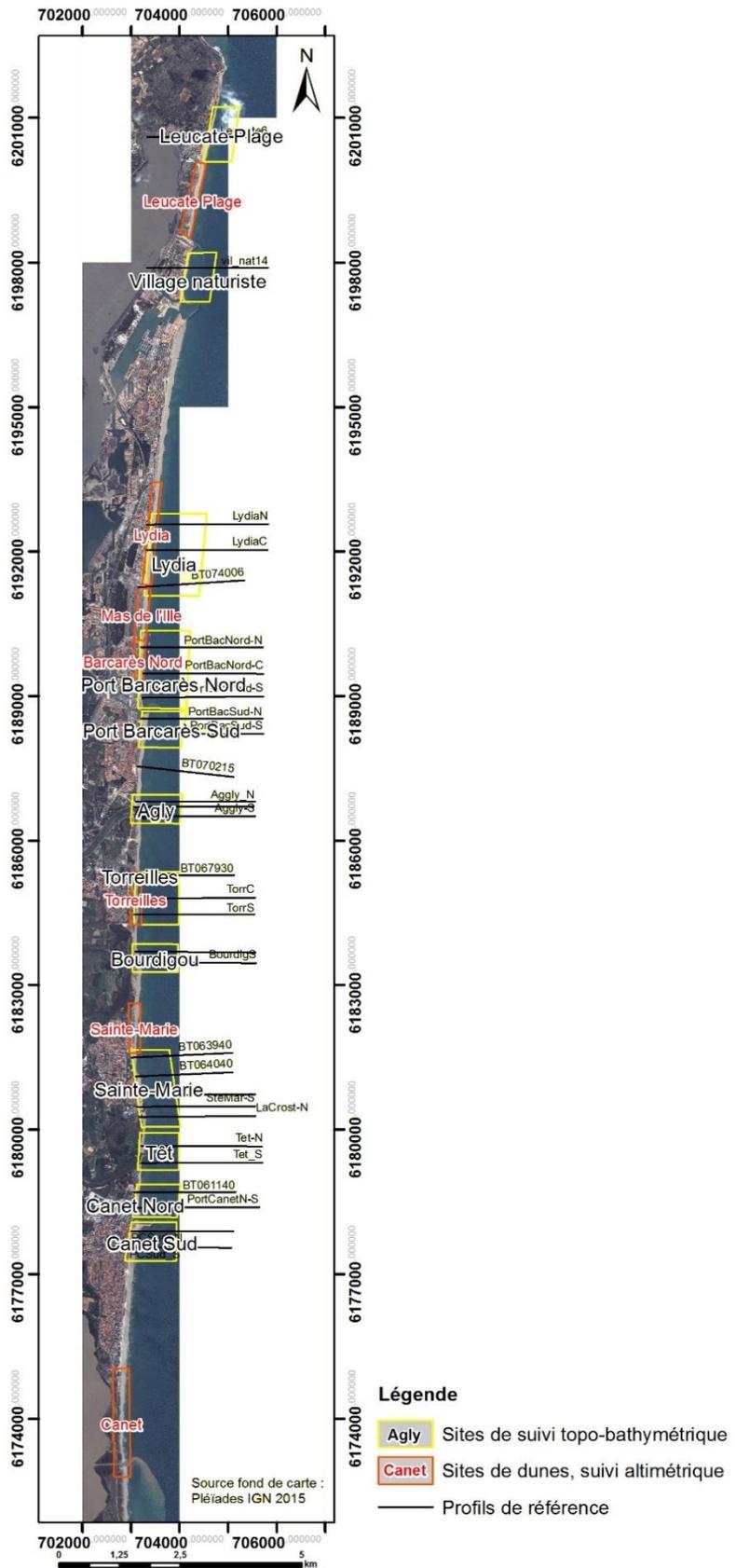
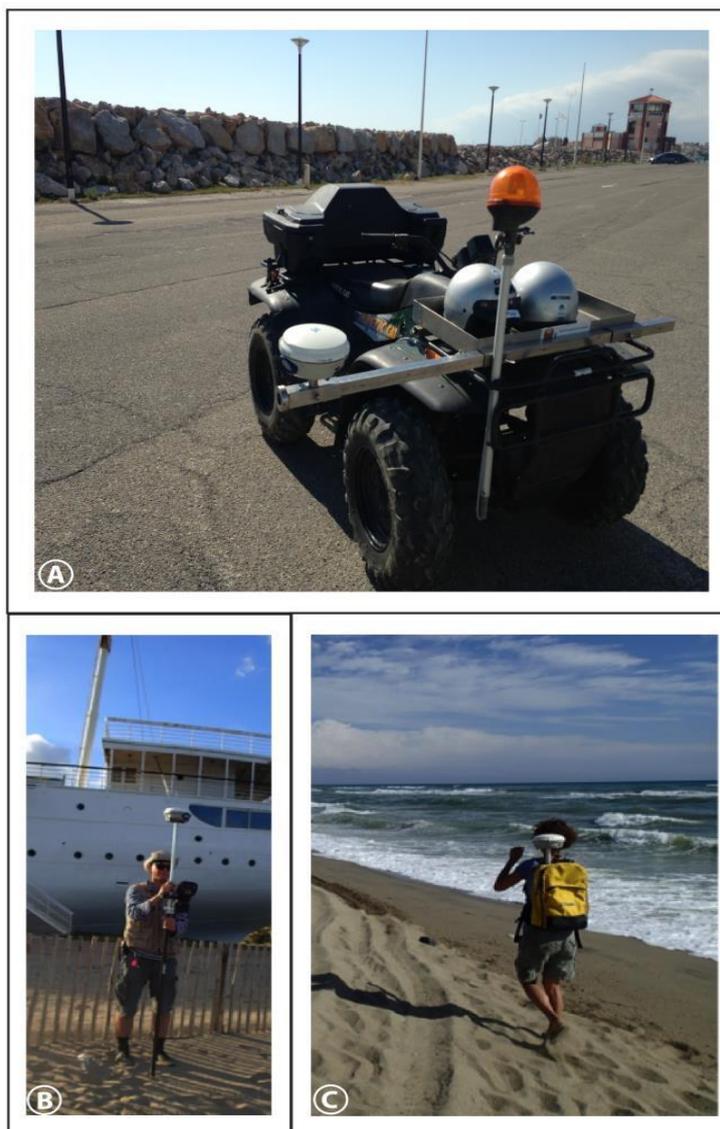


Illustration 3 - Carte de localisation des secteurs d'étude et des profils de référence.



Source: OBSCAT, 09-2014/ 04-2015

Auteur : BRGM

*Illustration 4 - Modes d'acquisition des données topographiques.*

*A) Levé DGPS sur quad, OSBCAT, 07-04-2015 ; B) Levé DGPS avec perche, OSBCAT, 08-04\_2015 ; Levé DGPS, avec sac à dos, OSBCAT, 09-2014.*

## **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 (Cf. Illustration 5A.). ®Hypack assure également la navigation et l'acquisition des données levées le long de transects, espacés les uns des autres d'environ 100 m (Cf. Illustration 5 B.).

Les levés bathymétriques en mer sont réalisés sur une embarcation semi-rigide, tandis qu'à l'intérieur des embouchures en raison de faibles profondeurs, le matériel de levé est transféré sur un canoé (Cf. Illustration 5 C.).

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 plus bas).
- Levés dans les embouchures sur canoë : en opération, la sonde n'est pas positionnée à la verticale de l'antenne GPS. Leur décalage est mesuré au début du levé (offsets horizontaux) et pris en compte pour recalculer la position exacte de la sonde. Les précisions estimées sont ici meilleures en raison de la quasi absence d'agitation du plan d'eau : 5 cm en planimétrie, 5 cm également sur la verticale.

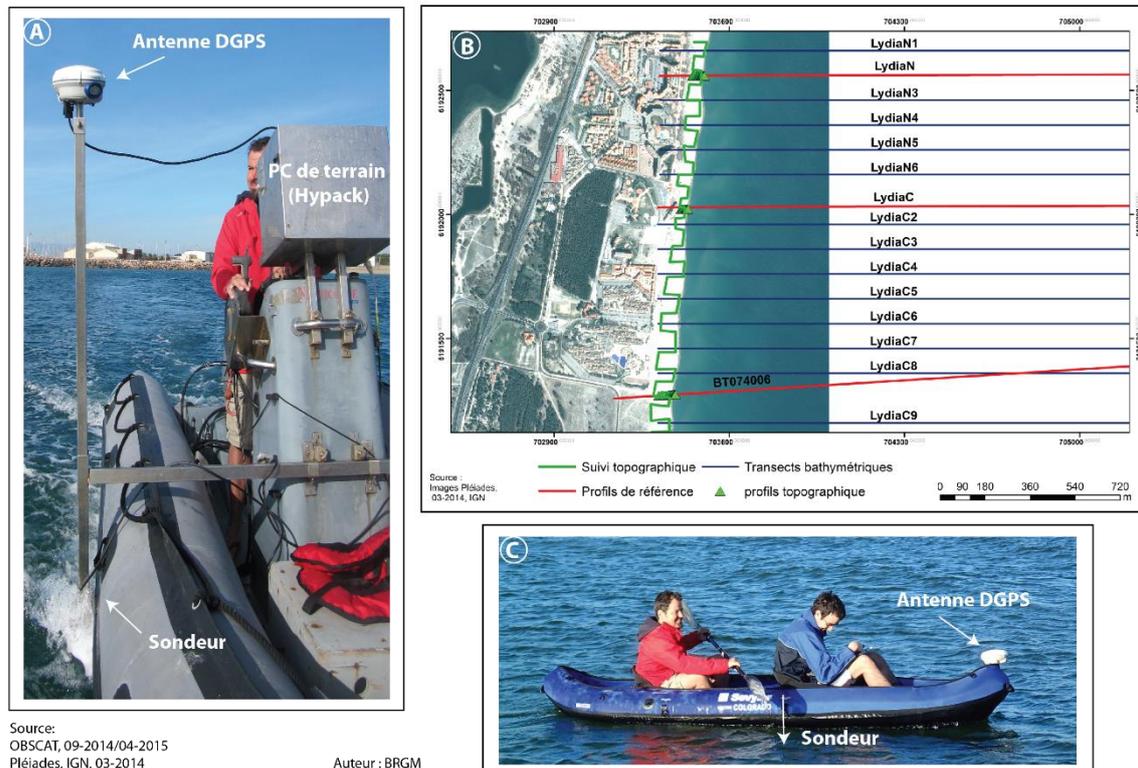


Illustration 5 - Modes d'acquisition des données bathymétriques. A) Acquisitions bathymétriques en mer ; B) Transects bathymétriques ; C) Acquisition bathymétriques dans les embouchures.

## 2.1.2. Traitement des données

### **Prétraitements**

Les données bathymétriques sont prétraitées sous *Hypack* (suppression des valeurs aberrantes) avant d'être exportées. Dans un second temps, un lissage des profils pour gommer les effets de houle est appliqué sous *Excel*.

Le lissage consiste à appliquer à chaque donnée une moyenne mobile ajustée à la période de la houle afin de corriger le mouvement du bateau lié à la houle. Dans le cadre des campagnes de l'automne 2016 et du printemps 2017, la moyenne a été calculée sur un intervalle de quarante données (4 s d'acquisition).

Dans le cas des relevés topographiques, les données sont prétraitées uniquement sous *Excel* afin d'exclure les valeurs aberrantes.

### **Traitements**

Le traitement des données topo-bathymétriques a pour but d'aboutir à plusieurs types d'indicateurs afin d'évaluer l'évolution des dynamiques morfo-sédimentaires de la plage émergée et immergée, d'une campagne à l'autre. Quatre indicateurs sont principalement retenus :

- Le trait de côte (campagnes de l'OBSCAT, et les traits de côte de la DREAL LR, 1962 - 2010) ;
- La variation morphologique des profils de plages à partir des profils de référence ;
- Les variations morphologiques (surfaciées) de la plage émergée et de la plage immergée à partir des cartes et modèles numériques de terrain (MNT) topobathymétriques ;
- Les volumes de sédiments déplacés sur une période intersaisonnière, les cartes différentielles des volumes de sédiments déplacés.

Une succession d'étapes est nécessaire pour traiter l'ensemble des données (Cf. Illustration 6). Une fois corrigées et segmentées par secteurs, les données X, Y, Z topographiques et bathymétriques sont fusionnées. Les grilles de points topobathymétriques ainsi obtenues sont interpolées afin d'obtenir un MNT.

La majeure partie du traitement est principalement réalisée sur deux logiciels de SIG : *Surfer* et *ArcGis*. Le tri et le découpage des données ainsi que la cartographie sont effectués sous *Arcgis*. Les interpolations, permettant la création des MNT, sont réalisées sous *Surfer*, ce logiciel permettant un meilleur contrôle de la méthode. L'interpolation par voisin naturel, avec un maillage de 5 m, et un ratio de 0,2, a été retenue en raison de l'intervalle de 100 m entre les profils bathymétriques. Ainsi paramétré, le logiciel va favoriser l'interpolation entre les points de chaque transect. Par ailleurs, les données altimétriques correspondant aux ouvrages de défense de la zone d'étude ont été extraites à partir du Lidar 2011 de la DREAL Languedoc-Roussillon, et ajouté à chaque MNT.

Ces opérations sont reproduites pour chacune des campagnes, en veillant à conserver scrupuleusement les mêmes bornes et limites de grille. Les MNT de chaque année sont soustraits afin d'obtenir un différentiel. Les comparaisons saisonnières ou annuelles, permettent de dégager les tendances d'évolution ainsi qu'une estimation des volumes de sédiments déplacés.

Les calculs de volumes sont réalisés à partir d'une fonction de *Surfer*. Pour chaque secteur, en utilisant successivement plusieurs jeux de masques topographiques et bathymétriques déterminés grâce à l'importation des traits de côte de mai 2016, on est en mesure de calculer les volumes en accrétion et en érosion.

Seuls les secteurs d'embouchures nécessitent un traitement particulier. Les données topographiques, bathymétriques « mer » et bathymétriques « fluviales » sont fusionnées et donnent lieu à une interpolation. Cependant, la forte mobilité des flèches sableuses des embouchures complexifie ces calculs de volume. Les fonctions de calculs de volume de *Surfer* et d'*ArcGis* ne fonctionnant que sur des zones ayant une emprise spatiale commune. Ainsi, les flèches sableuses émergées sont isolées pour chaque campagne et un calcul global de la surface émergée est réalisé. Ensuite, ces deux volumes sont soustraits, pour obtenir un différentiel.

Une marge d'erreur est ensuite calculée en utilisant la méthode de Byrnes *et al.* (2002).

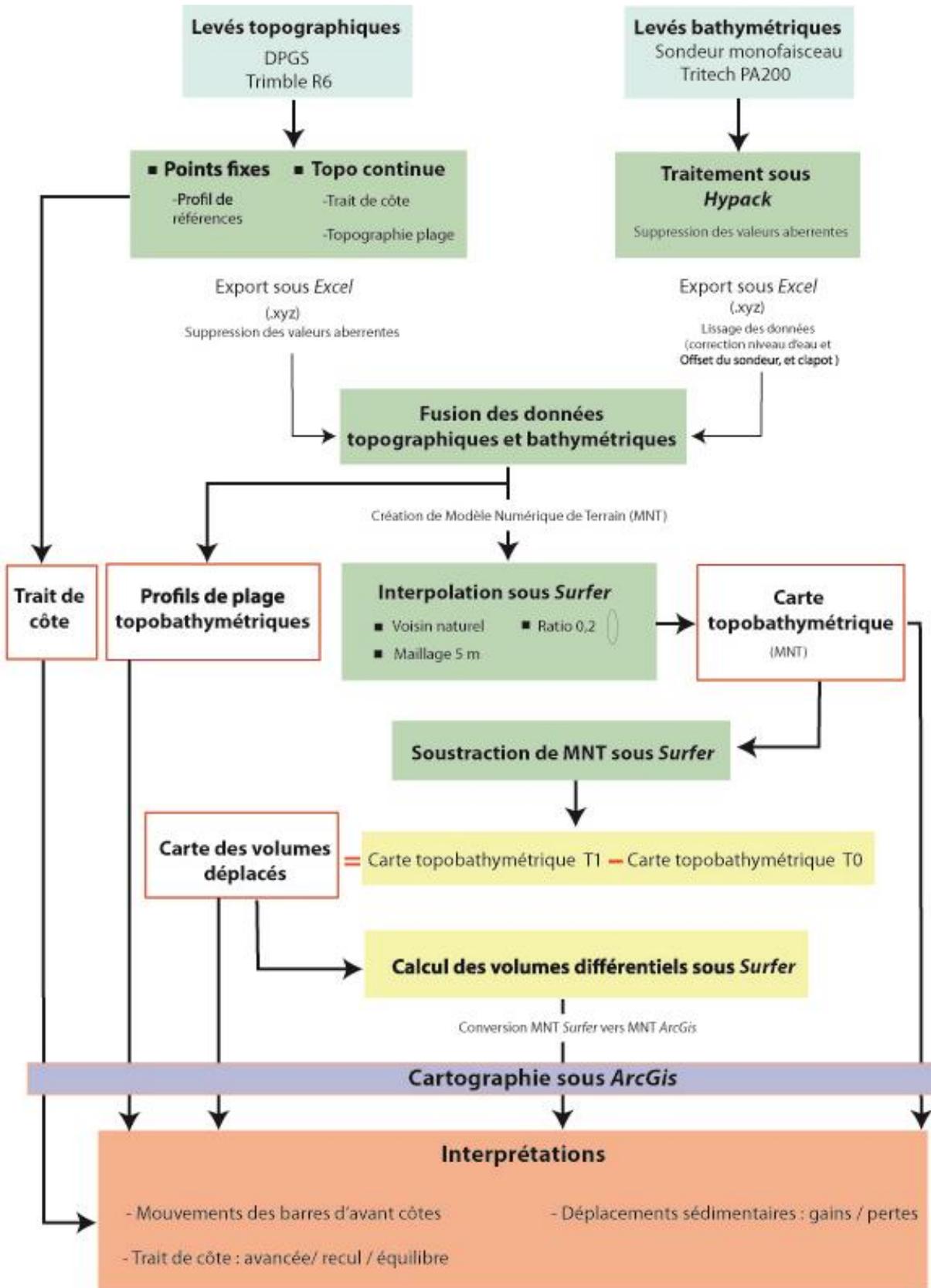


Illustration 6 - Etapes de traitement des données topobathymétriques.

## 2.2. LE SUIVI VIDEO

Une webcam dotée du système VM4GIS est installée au nord du port du Barcarès afin de mettre en place un suivi morphologique à haute fréquence pour évaluer les effets des aménagements côtiers. La caméra rotative (Cf. Illustration 7), installée sur le toit d'un immeuble à environ 12 m au-dessus du niveau de la mer, permet 5 prises de vue différentes toutes les heures. 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* ; Cf. Illustration 8).

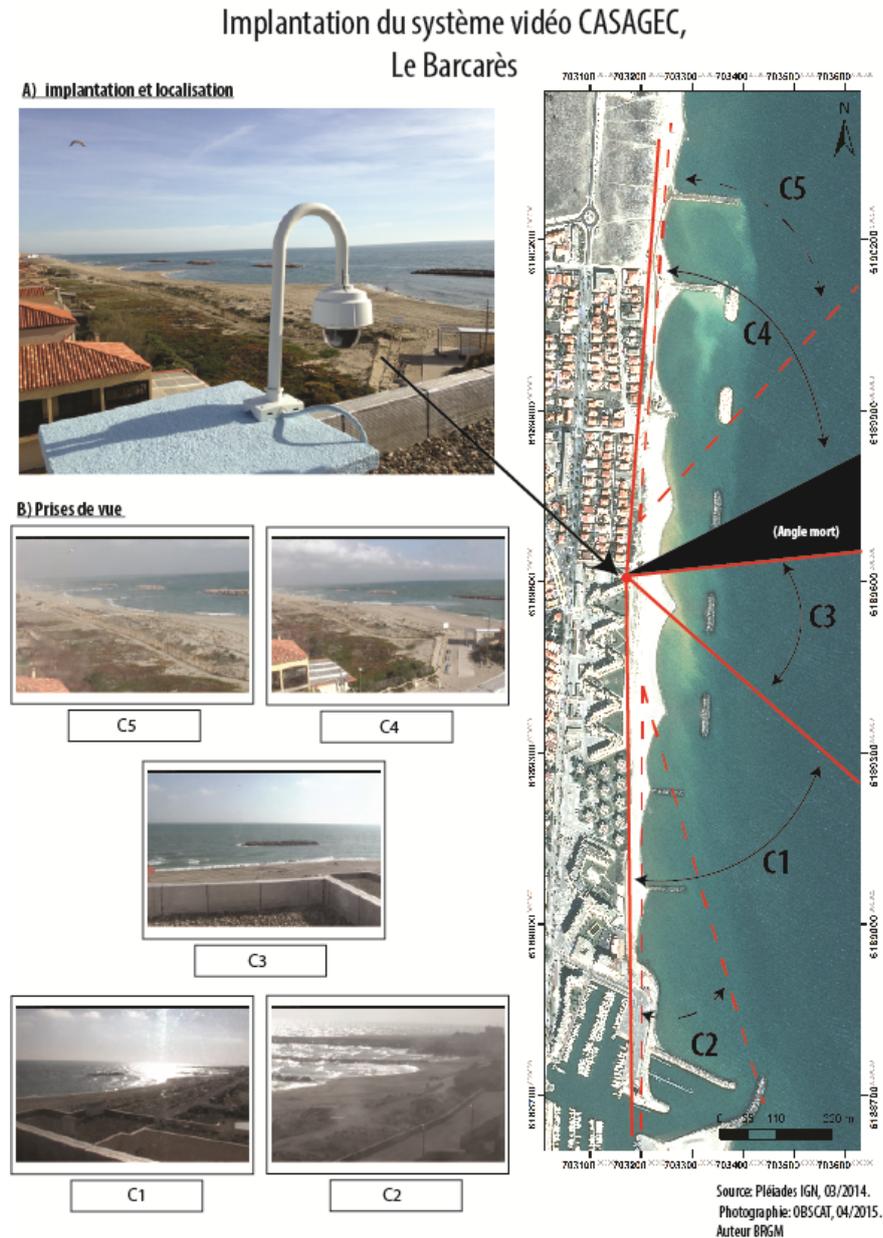


Illustration 7 - Implantation de la webcam du Barcarès et délimitation des 5 prises de vue.

Les images sont transmises en temps réel (léger différé de l'ordre de 10-15 min) au bureau pour analyse et sont diffusées sur le site <http://obscat.fr/webcam>.



Illustration 8 - Exemples de prises de vue de la caméra C4. A gauche, image instantanée, à droite image moyennée Timex.

L'installation de la caméra vidéo est suivie d'une phase de calibration, où plusieurs points de contrôle fixes sont levés sur le terrain, avec un DGPS centimétrique, sur chacun des 5 angles de prise de vue.

En établissant une correspondance entre ces coordonnées réels (x,y,z) et les coordonnées de l'image (u,v), un traitement photogrammétrique permet d'ortho-rectifier ces images, passant ainsi d'une image oblique brute, à une image métrique plane (Cf. Illustration 9).



Illustration 9 - 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 où 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 (perpendiculaire au trait de côte) et longshore (parallèle au trait de côte) est présentée sur l'illustration 10. 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.

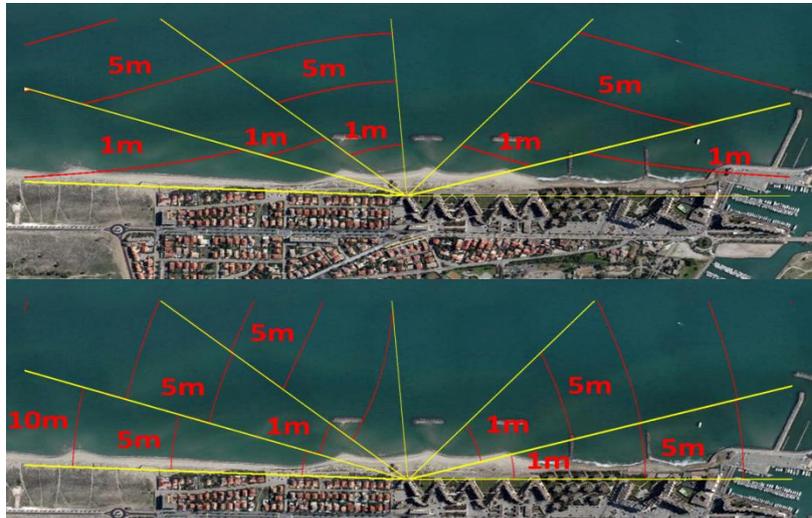
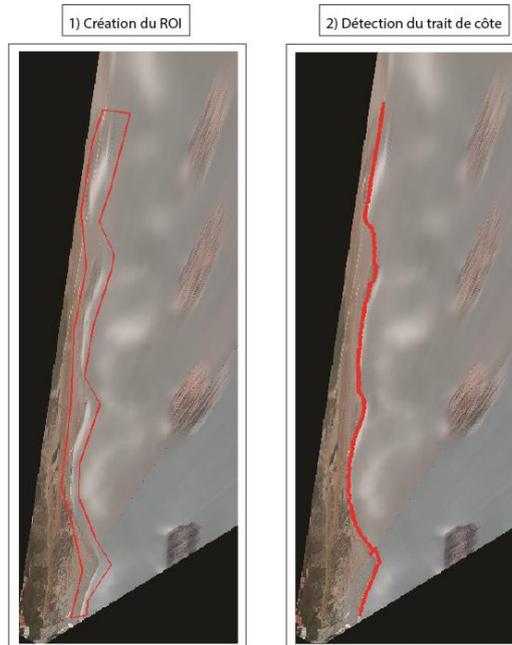


Illustration 10 - Résolution de l'image ortho-rectifiée dans la direction perpendiculaire (cross-shore, en haut) et parallèle (longshore, en bas) au trait de côte.

Des outils développés par CASAGEC sont ensuite utilisés pour la détection automatique du trait de côte (cf. Illustration 11).



Source: OBSCAT, 2015  
Auteur: BRGM

Illustration 11 - 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.

Les images calibrées et validées sont disponibles depuis le 21 Octobre 2014.

## **2.3. LE SUIVI DE L'ALTIMETRIE DUNAIRE PAR COMPARAISON DE LEVES PHOTOGRAMMETRIQUES REALISES PAR DRONE ET AUTOGIRE**

### **2.3.1. Acquisition des données**

Les levés photogrammétrique par drone et autogire ont pour objectif d'acquérir des orthophotographies ainsi que des modèles numériques de surface (MNS) afin de mieux représenter la géomorphologie des secteurs étudiés. L'altimétrie représentée par un MNS prend en compte le sommet de la végétation. Cela implique une marge d'erreur par conséquent principalement sur le cordon dunaire.

Le suivi de l'altimétrie dunaire est réalisé en comparant les modèles numériques de surface (MNS) acquis par la DREAL Occitanie en 2010 et 2014 grâce à la technologie LIDAR (mis à disposition de l'Obscat par convention), puis ceux obtenus par levés photogrammétriques par drone et autogire sur les secteurs dunaires suivis successivement par l'OBSCAT depuis 2014. Des différentiels altimétriques sont ainsi été calculés afin d'estimer les pertes et les gains au cours de la période séparant les deux levés.

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. Aussi les évolutions des autres secteurs dunaires suivis dans le cadre de l'OBSCAT (Lydia, Mas de L'Ille, Barcarès Nord, Torreilles, Sainte-Marie et Canet-Sud, seront analysées au regard des futurs levés des années 5 et 6. Dans ce rapport année 4 seule l'analyse du cordon dunaire de Leucate-Plage est présentée (premier levé réalisé en 2017).

Deux campagnes de vols ont été réalisées par la société Ecocéanodrone lors de l'année 4 :

- La première, les 3 et 4 octobre 2016, a permis de couvrir les embouchures du Bourdigou, de la Têt et de l'Agly, mais également les secteurs dunaires de Torreilles, du Mas de l'Ille au Barcarès et de Canet en Roussillon. Les levés de ces cordons dunaires seront analysés au regard des futurs levés de l'automne 2018 (année 6). Les enseignements à l'issue des 3 premières années de l'OBSCAT ont en effet montré qu'une analyse annuelle n'est pas pertinente compte tenu des faibles évolutions observées sur les secteurs dunaires ;
- La seconde, du 16 au 17 mars 2017. Elle concerne le levés des 3 embouchures, Bourdigou, Têt et Agly et le secteur dunaire de Leucate Plage (entre le grand parking au sud de Leucate-Plage et le grau ostréicole) .

L'acquisition des données sur les embouchures a été faite par un drone hexacoptère possédant un système embarqué « *open source adrupilot* » et la prise de vue a été faite en automatique

Les photos sont prises avec un Canon 6D muni d'un objectif 24 mm f2.8 à une altitude constante de 80 mètres et au nadir.

Les missions ont été découpées en « quadras » afin de rester dans les limites de la législation d'une part (une grande partie des vols se trouvant être en scénarios S3, soit vols en agglomération) et les limites d'autonomies de l'hexaoptère d'autre part. Ces quadras sont des rectangles de 200 m par 100 m orientés perpendiculairement ou longitudinalement à la côte selon la configuration des secteurs investigués. Le taux de recouvrement des prises de vues est de 80% minimum dans le sens du vol (parallèlement à la côte en général) et de 70% minimum dans la largeur. Ces taux actuels ont été augmentés suite au retour d'expérience de la première année de mesure pour augmenter la qualité de la restitution photogrammétrique finale.

Les cibles de calage au sol (carré de 40 cm avec damier ou marquages au sol) ont été géoréférencées à l'aide d'un GPS différentiel (DGPS). Réparties aux 4 coins des quadras (chaque quadra correspondant à un vol), deux appartiennent systématiquement à deux vols successifs. D'autres cibles complémentaires sont également positionnées pour affiner et préciser la restitution photogrammétriques, réparties sur la plage et dans les dunes selon une densité variable adaptée à la complexité topographique des secteurs (Illustration 12).

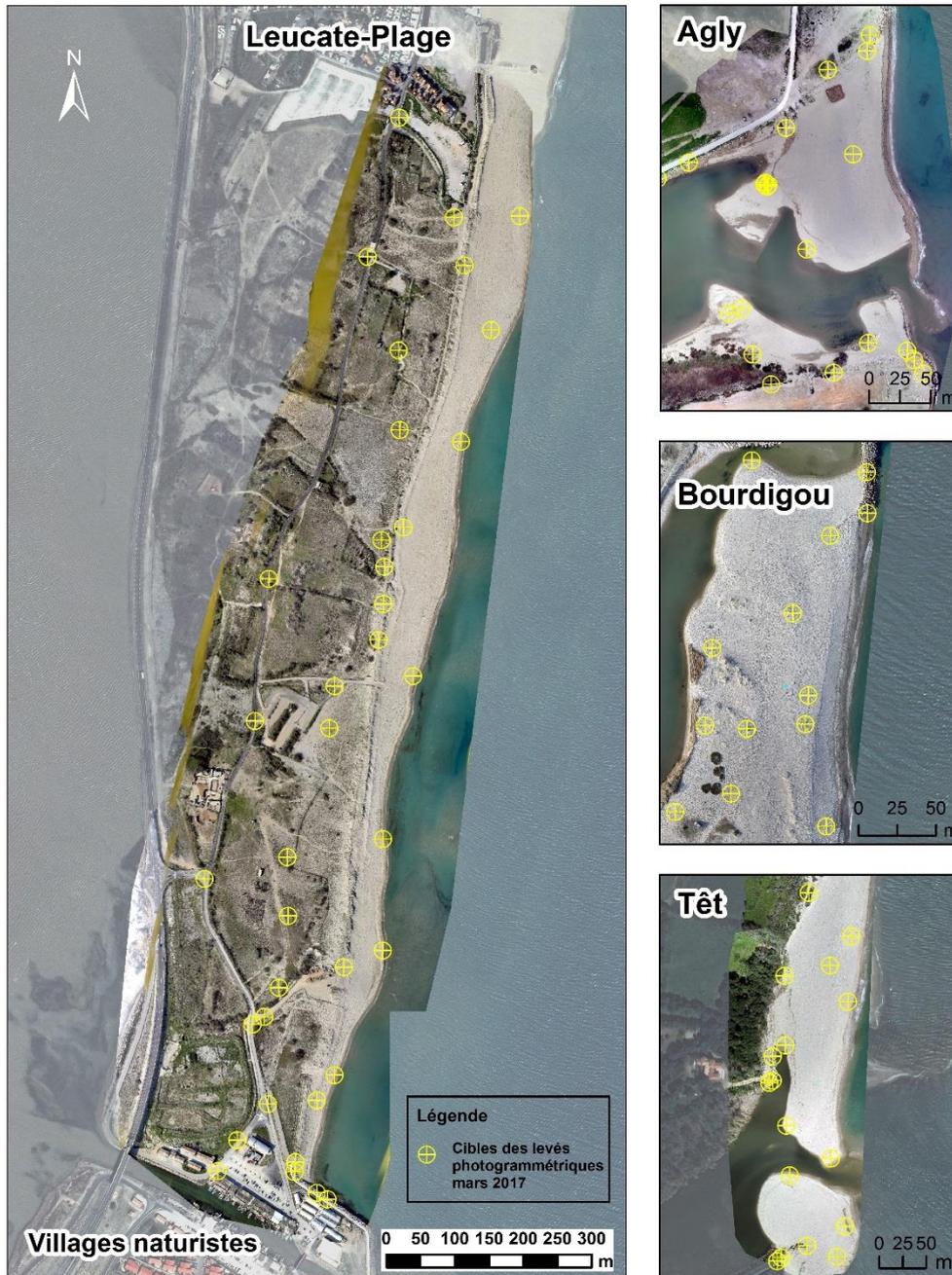


Illustration 12 – Exemple du positionnement des cibles pour les levés photogrammétriques.

Les traitements réalisés avec « Pix4D image processing software » 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 orthomosaiques) aux formats désirés.

#### Cas du secteur dunaire de Leucate-Plage

Pour des raisons liées à la taille du secteur (40 hectares) / durée du levé, mais aussi pour tester l'opérationnalité un autre type de plateforme, le secteur dunaire de Leucate-Plage a été levé à partir d'un autogyre loué à l'aéroclub de Torreilles (Illustration 13). Ce type d'appareil piloté offre

l'avantage de ne pas nécessiter d'autorisation préalable de survol, de s'affranchir de la contrainte des « quadras » et ainsi de permettre de couvrir un secteur de taille importante en un temps nettement plus réduit. La couverture des 40 hectares a été réalisée en 1 journée (incluant la pose et le géoréférencement des cibles au sol et le temps de vol). Comparativement un levé par drone aurait nécessité 2 jours complets. Cette méthodologie a été également choisie dans l'optique de mettre au point des levés post-tempête nécessitant une mise en œuvre et une acquisition rapide après événement.



*Illustration 13 – Plateforme de vol autogyre. À gauche : modèle d'autogyre (source wikipédia) similaire à celui utilisé pour le levé du cordon dunaire de Leucate-Plage ; à droite photographie de l'appareil en action (source equipe terrain Obscat 2017).*

Le matériel optique embarqué est le même que celui mis en œuvre sur le drone hexacoptère. Les prises de vue sont en revanche manuelles (opérateur embarqué en plus du pilote). L'altitude du vol est de 100 à 150 m. Les photos sont prises au nadir avec des taux de recouvrement latéral et longitudinal dans les mêmes gammes que celles des levés drone.

Le système de calage au sol est le même que celui mis en œuvre pour les levés drone, la chaîne de traitement des données aboutissant aux modèles numériques de surface et aux orthomosaiques est également la même.

### **Analyse des données**

Pour le cordon dunaire de Leucate-Plage, les différences d'altitude des prises de vues par autogyre induisent nécessairement des différences de focales et de profondeur de champs. Ces modifications avaient un léger impact au moment de l'assemblage des clichés. Cependant, le grand nombre de cibles au sol placé en amont du vol atténue considérablement ce phénomène au cours de la reconstitution (l'erreur finale moyenne du géo-référencement en planimétrie et altimétrie pour l'ensemble des cibles au sol étant inférieure à 2 cm). Pour apprécier la précision verticale de ce levé, le modèle numérique de surface (MNS) a été comparé à celui du LIDAR 2014 au niveau de surfaces planes pérennes comme les routes. Cette analyse révèle une bonne qualité du levé, les écarts étant entre 5 et 10 cm en altimétrie et inférieurs à 5 cm en planimétrie.

L'ensemble des jeux de données acquis par drone et autogyre acquises dans le cadre de ce suivi drone ont été comparées avec le MNS obtenu en 2010 et 2014 par LIDAR (source DREAL) afin d'évaluer l'évolution des massifs dunaires.

## 2.4. LE SUIVI SATELLITAIRE : L'IMAGERIE PLEIADES

En cette année 4, une étude méthodologique (projet SENVISAT ) a été initiée par PMM visant à valider le suivi de plusieurs indicateurs permettant de définir l'état initial et l'évolution du littoral et de la masse d'eau côtière par imagerie satellite : évolution du trait de côte, l'évolution morphologique de l'avant-côte, le suivi de la dispersion des panaches turbides, le suivi de l'évolution de la couverture végétale dunaire et la suivi de l'évolution des limites des herbiers de posidonies ou bien encore la caractérisation des impacts anthropiques dans le périmètre du Parc marin du Golfe du Lion. Il s'agit d'évaluer les potentialités de la télédétection<sup>7</sup> via la digitalisation et l'application d'algorithmes. Le partenariat scientifique SENVISAT est composé du Parc marin du Golfe du Lion, de l'EID, de l'UPVD et du CNRS.

Une partie de ces indicateurs était suivie lors des 3 premières années de l'OBSCAT dans le cadre de la convention PMM/BRGM des 3 premières années de l'OBSCAT. Les premiers résultats du projet SENVISAT seront restitués début 2018. Ces informations pourront par la suite être intégrées aux données et analyses de l'OBSCAT.

## 2.5. LE SUIVI IN-SITU DE LA VEGETATION DUNAIRE

### 2.5.1. 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 agents littoraux de Perpignan Méditerranée.

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

### 2.5.2. Période/rythme

Les campagnes de relevés floristique sont réalisées si possible dans la même période que la campagne de mesures BRGM (sept/oct). Le suivi est réalisé une fois par an.

### 2.5.3. Localisation

Les campagnes comportent **10 transects** sur des espaces dunaires très variés : dunes stabilisées sur des zones Natura 2000, dunes reliques sur des zones à forte fréquentation, sur des zones « naturelle » ou sur des zones urbanisées, équipées ou pas de ganivelles.

### 2.5.4. Mode opératoire

On plante 1 tige à chaque extrémité du transect à étudier et on déroule une corde, marquée tous les 5m, que l'on fixe à ces tiges. En partant des bornes coté terre, on

---

<sup>7</sup> La télédétection est une méthode qui permet d'obtenir des informations sur des objets en recueillant et en analysant des données sans contact direct entre l'instrument utilisé et l'objet analysé (source ESA).

avance par ***casier de 5 m de long et 2 m de large*** (1m de part et d'autre de la corde) vers la mer jusqu'à disparition de la végétation.

Pour chaque casier, on note sur une fiche de relevé terrain (annexe 4), le nom des différentes espèces présentes et le pourcentage de recouvrement du sol par la végétation.

#### **2.5.5. Observations réalisées**

L'illustration 14 présente les caractéristiques des différents transects suivis en 2014, 2015 et 2016.

TRANSECTS	Caractéristiques	Date des levés 2014	Dates des levés 2015	Dates des levés 2016
BARCARES Mas de l'Ille Nord et Sud	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 et 04/10/2016
BARCARES Port Barcares	1 transect situé au sud du mas de l'Ille, 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
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
TORREILLES Bourdigou	1 transect sur une dune fréquentée, non protégée, sur zone naturelle, avec installation de ganivelles prévues durant l'hiver 2014/2015.	25/09/2014	20/10/2015	28/09/2016
SAINTE MARIE Nord	1 transect sur une dune peu fréquentée, non protégée, sur zone naturelle, avec installation de ganivelles prévue dans quelques années.	25/09/2014	26/10/2015	27/09/2016
SAINTE MARIE Camping	1 transect sur une dune fréquentée, non protégée, sur plage longeant un camping, avec installation de ganivelles prévu dans quelques années. Rôle important de protection submersion.		15/10/2015	27/09/2016
SAINTE MARIE Centre	1 transect sur une dune relique très fréquentée, non protégée, sur plage de centre-ville. Rôle important de protection submersion.	25/09/2014	15/10/2015	27/09/2016
CANET ETANG Nord et Sud	2 transects sur une large dune à son climax, équipée de ganivelles depuis 2007, sur zone naturelle.		14/10/2015 15/10/2015	26/09/2016

*Illustration 14 – Caractéristiques des différents transects suivis en 2014, 2015 et 2016.*

Comme évoqué précédemment pour les levés drone, en raison des faibles évolutions enregistrées sur les cordons dunaires, l'analyse des résultats des campagnes 2016 et 2017 sera présentée dans le rapport année 6 au regard des futurs levés altimétriques de ces secteurs dunaires.

## **2.6. 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 resituer les indicateurs topobathymétriques obtenus ainsi que pour couvrir ponctuellement des sites non investigués quantitativement.



### **3. Evaluation des stocks sédimentaires sur le littoral de l'OBSCAT – Etude méthodologique**

#### **Expérimentation géophysique : sismique par ondes de surface (MASW) sur le cordon dunaire de Torreilles.**

##### **3.1. OBJECTIF**

L'objectif de cette expérimentation est de tester l'efficacité d'une technique d'exploration sismique par onde de surface (MASW) pour déterminer l'architecture des terrains littoraux terrestres, plage, domaine dunaire et éventuellement, marais d'arrière cordon, sur le territoire de l'OBSCAT.

L'état des lieux bibliographiques réalisés en 2016 dans le rapport technique année 3 de l'OBSCAT (Lothe *et al.*, 2016) sur la connaissance des stocks sédimentaires sur l'OBSCAT a montré que ce territoire ne comportait que peu d'informations et de données (sondages, prospections géophysiques), alors que le domaine marin était mieux couvert par des campagnes extensives de sismique réflexion depuis les années 2000.

Proposition avait alors été faite de mettre en place, sur un secteur test réduit, différentes méthodologies d'investigation (Georadar, carottages, et sismique MASW), pour étudier, en fonction des résultats, la possibilité d'étendre par la suite une telle investigation à l'ensemble du littoral de l'OBSCAT.

Ce chapitre présente ainsi la méthodologie déployée et les résultats acquis au cours de la campagne pilotée par le BRGM au cours du mois d'avril 2017 sur le secteur test de Torreilles.

##### **3.2. SITE D'ETUDE**

Le site retenu pour l'expérimentation se situe sur la rive sud de l'embouchure de l'Agly sur le domaine dunaire de la Ribera, à l'extrémité nord de la commune de Torreilles (Illustration 15).

Deux campagnes géophysiques ont été déployées pour une reconnaissance de l'architecture du sous-sol selon deux méthodes différentes :

- Une prospection par Georadar, couplée à des carottages sédimentaires, menée par l'Université de Perpignan en mars 2017 dans le cadre du projet ESTER ;
- Une prospection par Sismique d'Ondes de Surface (MASW) menée par le BRGM du 24 au 27 avril 2017.



Illustration 15 - Site d'étude et schéma d'implantation des levés géophysiques acquis en 2017 dans le cadre de l'OBSCAT, par l'université de Perpignan (profils Georadar en bleu) et le BRGM (profils MASW en jaune).

### 3.3. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET SEDIMENTAIRE

#### 3.3.1. Carte géologique

Le secteur se situe dans une zone basse au niveau de l'embouchure de l'Agly sur des terrains sédimentaires d'âge Quaternaire (Illustration 16).

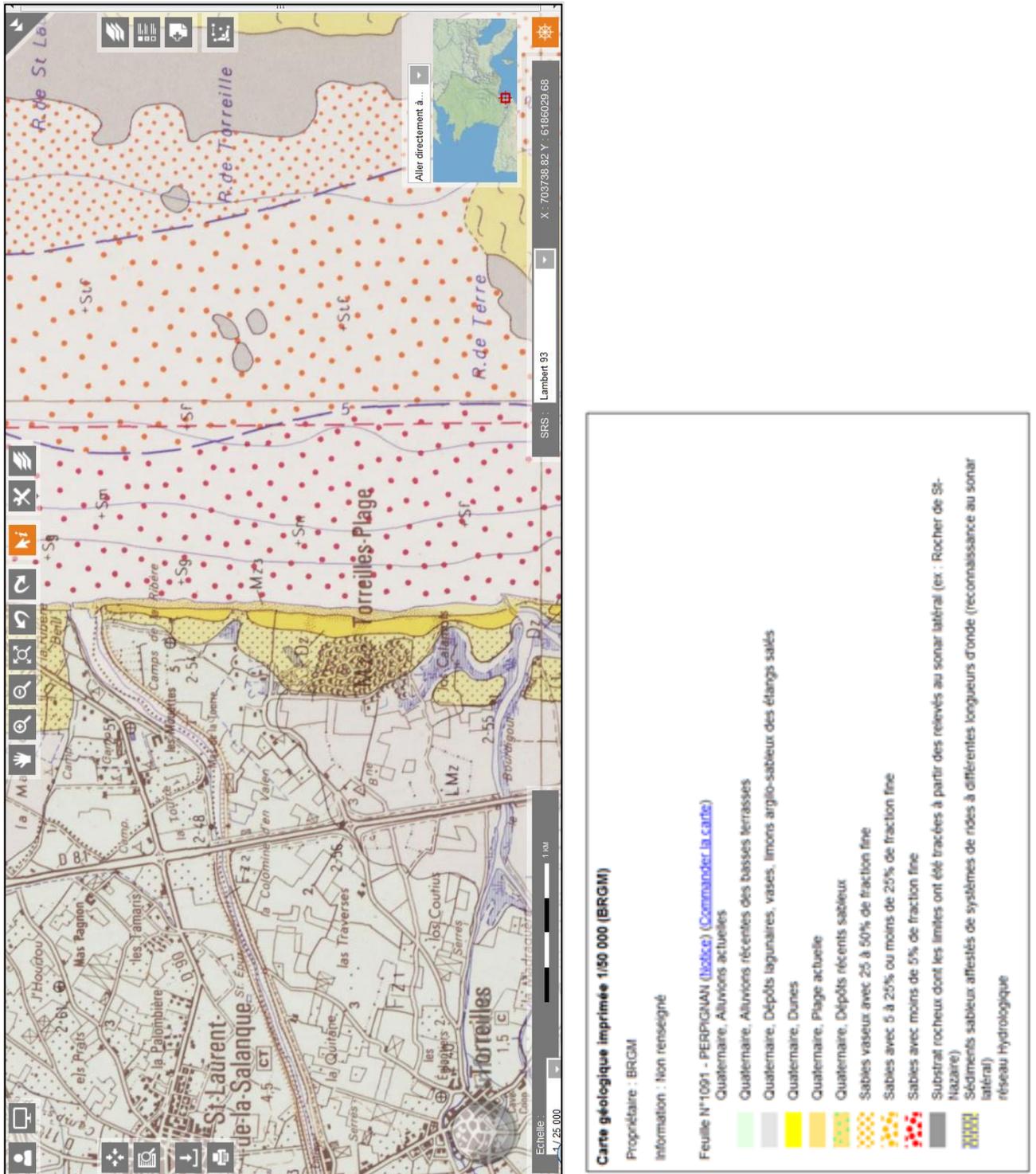


Illustration 16 - Extrait de la carte géologique n°109 feuille de Perpignan (InfoTerre).

### 3.3.2. Données de sondages

Un seul forage (72 m de profondeur) sur la zone est référencé dans la Banque de Données du Sous-Sol (forage BSS002MQKQ, Illustration 17) et représenté sur la carte géologique.



Illustration 17 - Implantation du forage BSS002MQKQ (InfoTerre).

La description des couches géologiques est reportée dans le tableau ci-dessous (Illustration 18).

Profondeur	Lithologie	Stratigraphie
De 0 à 20 m	ALLUV: SABLE, VASEUX	QUATERNAIRE
De 20 à 64 m	ARGILE, JAUNE	PLIOCENE
De 64 à 70 m	SABLE, AQUIFERE	PLIOCENE
De 70 à 72 m	ARGILE, JAUNE	PLIOCENE

Illustration 18 - Log géologique numérisé du forage BSS002MQKQ (InfoTerre)

Les terrains traversés sont ainsi sédimentaires avec une forte proportion d'alluvions sableux et vaseux dans les 20 premiers mètres datés de la période quaternaire, en lien avec la construction du prisme sédimentaire côtier et la dynamique de l'embouchure de l'Agly. Des affleurements argilo-sableux constituent les dépôts pliocènes sous-jacents.

### 3.3.3. Données géophysiques sur le proche avant-côte

Sur ce secteur les données acquises sur le domaine marin dans le cadre du projet LITTOSIS (Univ. Perpignan/ DREAL LR) sont représentées sur l'illustration 19.

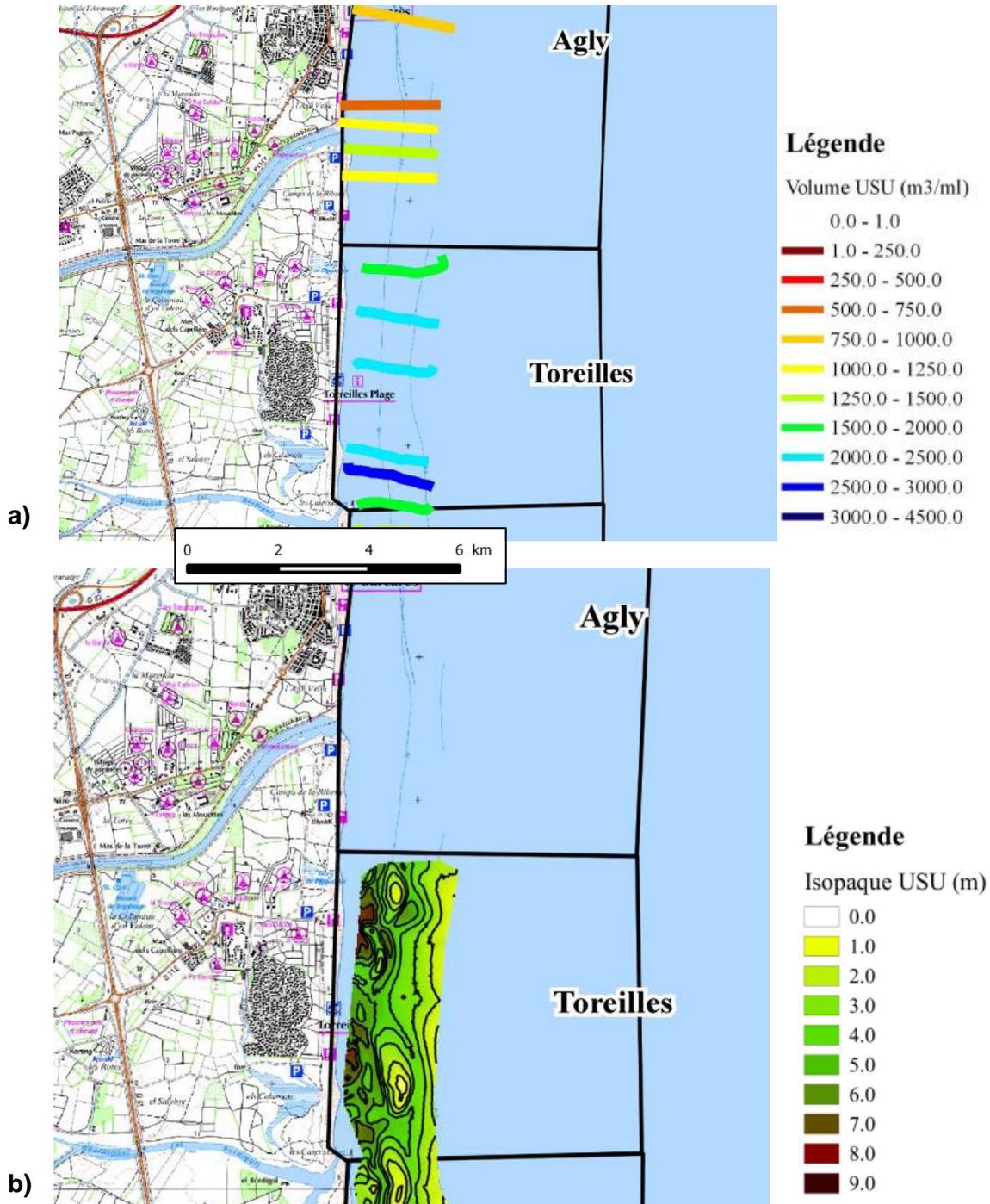


Illustration 19 - Données sismiques acquises sur le secteur de l'embouchure de l'Agly dans le cadre du projet LITTOSIS (Raynal et al., 2015). a) Carte des profils sismiques et estimation des volumes de l'USU par mètre linéaire (Uper Sedimentary Unit), couche sédimentaire mobile du prisme littoral ; b) Carte d'isopaques par interpolation des données discrètes.

Seuls deux profils ont été acquis au droit de la zone d'étude. Il apparaît que les épaisseurs potentielles de l'unité sédimentaire superficielle tendent à décroître du Sud vers le Nord, pour atteindre une valeur minimale au nord de l'embouchure. De plus, aucun calcul de cubature et de cartographie des épaisseurs n'est disponible sur ce secteur en raison probablement d'un manque de données pour une interpolation avec un degré de confiance suffisant.

### 3.4. METHODOLOGIE

La mission d'acquisition géophysique s'est déroulée du 24 au 27 avril 2017. La méthodologie de prospection par ondes de surface mise en œuvre par le BRGM<sup>8</sup> est ici détaillée.

#### 3.4.1. Principe de la méthode MASW.

Les ondes de surface, se propagent parallèlement à la surface du sol, dans sa partie superficielle. Environ deux tiers de l'énergie transmise par une source sismique se propage sous forme d'ondes de surface. De plus, l'atténuation par expansion géométrique de ces ondes est proportionnelle à  $1/\sqrt{r}$ ,  $r$  étant la distance à la source. Par conséquent, à partir d'une certaine distance de la source, le champ d'onde est essentiellement constitué d'ondes de surface.

Dans les milieux stratifiés où chaque couche de sous-sol est caractérisée par des propriétés mécaniques différentes, l'onde de surface est dispersive : la vitesse de propagation varie avec la fréquence. Chaque composante fréquentielle de l'onde se propage dans une épaisseur de terrain différente, les plus hautes fréquences se retrouvent dans les parties les plus superficielles.

C'est cette propriété qui va être exploitée dans la méthode proposée. Les principales étapes de cette méthode sont les suivantes (Illustration 20):

- Acquisition d'un tir sismique, la source et la série de capteurs étant alignées le long du profil ;
- Calcul des diagrammes de dispersion et extraction des courbes de dispersion et les barres d'erreur résultats (la courbe de dispersion représente les variations de la vitesse de phase en fonction de la fréquence) ;
- Inversion mathématique de la courbe de dispersion afin d'obtenir un modèle de vitesse de cisaillement en fonction de la profondeur ;
- Interpolation des courbes  $V_s(z)$  obtenues pour chacun des tirs afin d'obtenir une section  $V_s(x,z)$  représentant les variations de  $V_s$  en fonction de la profondeur le long du tracé. Dans ce cas, l'approximation faite est que le milieu est tabulaire à l'échelle de chaque tir sismique, mais qu'il offre des variations latérales à l'échelle du profil.

---

<sup>8</sup> Direction Risques et Prévention, Unité Recherche Acquisition et Imagerie (DRP/RAI)

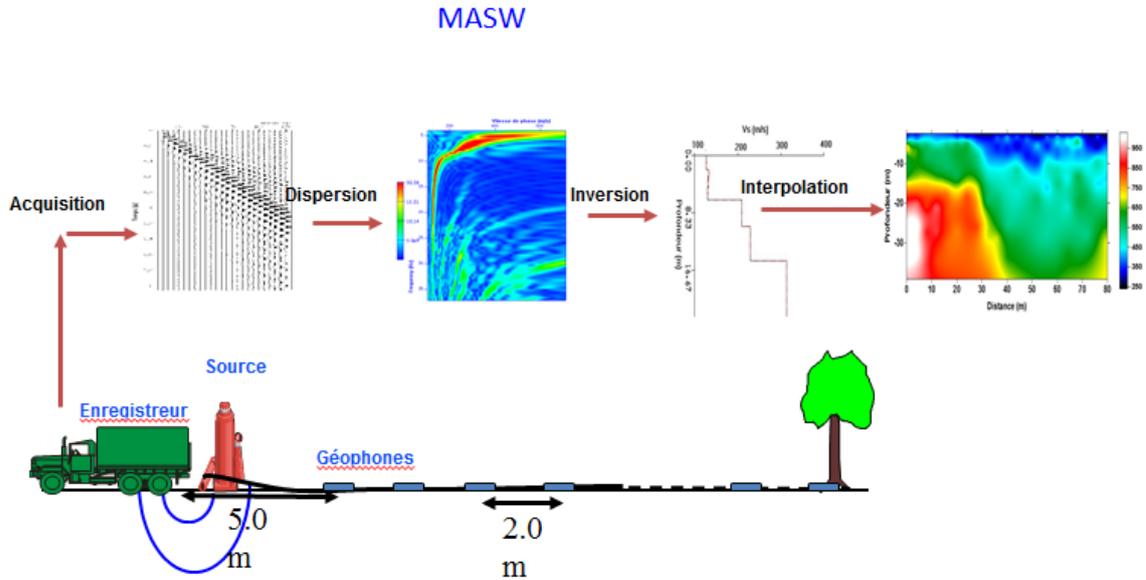


Illustration 20 - Principe de la méthode des ondes de surface.

### 3.4.2. Mise en œuvre de la méthode MASW

#### **Nombre de capteurs ( $N_c$ ) et de tirs**

Le dispositif est composé de 24 capteurs à trois composantes de fréquence de résonance de 4.5 Hz permettant d'enregistrer les deux composantes de l'onde de Rayleigh et l'onde de Love. Un minimum de 3 tirs est réalisé pour chaque dispositif (tirs en offset et un tir au centre).

Cela permet de mettre en évidence les changements latéraux de vitesses et traiter les données en conséquence (hypothèse milieu à couches planes horizontales) (Illustration 21).

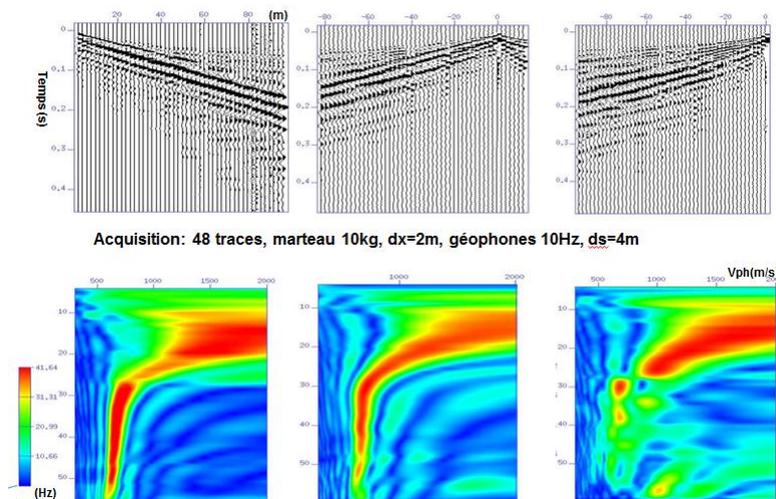


Illustration 21 - Effet de la position de la source sur le diagramme de dispersion.

### **Longueur du dispositif**

En fonction des données disponibles sur site, la longueur du dispositif est adaptée en fonction de la profondeur de l'objectif recherché.

Elle dépend de la distance entre traces (dx) et est calculée par  $L = (Nc-1)*dx$ .

### **Choix de l'inter-trace**

La distance entre traces dépend de la longueur du dispositif et de la résolution latérale recherchée. Une attention particulière est portée sur le risque d'aliasing spatial qui peut perturber le diagramme de dispersion. Un petit espacement entre géophones augmente la résolution mais diminue la précision de calcul de vitesse de phase.

Le diagramme de dispersion n'est pas influencé par les paramètres d'acquisition si l'offset min (X1) et offset max (X2) sont :

$$X1 = 0.5 X_L \quad \text{avec} \quad X_L = \frac{\lambda_{\max} V_{\min}}{4(V_{\max} - V_{\min})}$$
$$\lambda_{\max} = \frac{V_{\max}}{f_{\min}}$$

Un tir test au début d'acquisition permet de déterminer les vitesses de phase **min** et **max** et la fréquence **max** du signal enregistré.

A partir de la relation ci-dessus les offsets **min** et **max** à utiliser sont définis.

### **Distance des tirs en offsets**

Les tirs en offsets sont implantés à une distance telle que la propagation enregistrée sur la totalité des capteurs du dispositif corresponde à tout le train d'onde de surface (Rayleigh ou Love). Il est accepté que la profondeur d'investigation des ondes de surface soit entre 1/2 ou 1/3 de sa longueur d'onde. Une cible à 20 m de profondeur demande ainsi une longueur d'onde de l'ordre de 60 m. Pour un dispositif d'acquisition de 24 traces espacées de 2 m l'offset **min** doit être d'au moins 10 m.

#### **3.4.3. Equipement déployé**

L'ensemble de la chaîne d'acquisition (géophones, sources, enregistreur sismique...) est testé et calibré avant le démarrage de la campagne de mesure. Elle est composée de :

- Un enregistreur sismique (Geometrics Geode) ;
- Une série de capteurs MASW (Gimble 3 composantes de fréquence propre de 4.5 Hz) disposés en flûte en arrière de la source sismique ;
- Deux sources sismiques, de type masse et chute de poids, pour générer les ondes de Rayleigh (SV) (le poids de la masse dépend de la longueur du dispositif sismique).
- Un DGPS de précision centimétrique (TRIMBLE R6) pour obtenir le positionnement précis (X,Y,Z) de l'ensemble des capteurs implantés et des tirs effectués ;
- L'équipement nécessaire (PC, imprimante et logiciel) pour la réalisation d'un prétraitement sur site permettant de contrôler la qualité des enregistrements effectués.

Seuls les enregistrements sismiques de bonne qualité et sans traces raides sont conservés.

En fonction des profils à lever et des conditions de circulation, l'ensemble de la chaîne d'acquisition est embarqué soit à bord d'un quad pour les chemins d'accès dans le domaine dunaire, soit dans un véhicule tout-terrain pour les routes et pistes.

La source sismique employée diffère alors :

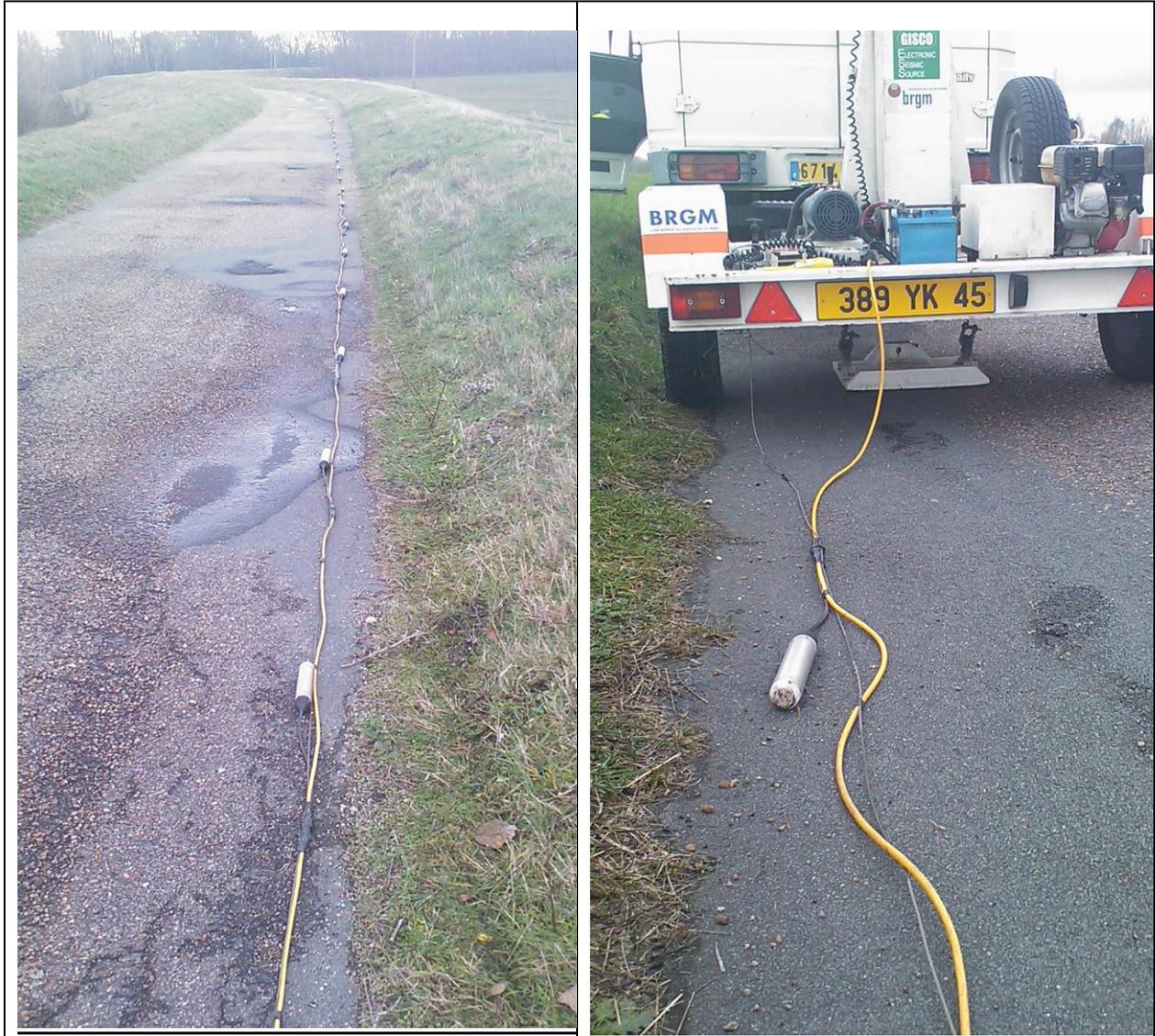
- Plaque sismique tractée derrière le véhicule pour les routes et pistes (Illustration 22 et Illustration 24) ;
- Masse et opérateur manuel pour les chemins accessible en quad (Illustration 23).



*Illustration 22 - Acquisition MASW sur les routes et pistes de la zone de la Ribera à Torrelles (BRGM, le 26/04/2017). La source sismique (plaque) est disposée sur la remorque en arrière.*



*Illustration 23 - Acquisition MASW sur les chemins dunaires de la zone de la Ribera à Torrelles (BRGM, le 24/04/2017). L'opérateur procède au tir en frappant une plaque posée sur la sol à l'aide d'une masse instrumentée.*



*Illustration 24 – Détail de la disposition d'acquisition (flûte, à gauche) à l'arrière de la source tractée. Capteur type Gimble, pour la mesure des sondes de surface (à droite).*

#### **3.4.4. Interprétation/traitement de données MASW**

Le traitement des données des ondes de surface à source active permet d'obtenir la distribution verticale des ondes de cisaillements dans les faibles profondeurs (de 20 à 30 m).

##### ***Courbes de dispersion***

L'étape cruciale du traitement est le calcul du diagramme de dispersion et l'extraction des courbes de dispersion avec les barres d'erreur résultats.

Le programme de calcul développé par le BRGM est basé sur la transformation temps interception - paramètre de rai ( $t-p$ ) et est valide pour le mode fondamental et les modes supérieurs des ondes de Rayleigh et Love (Illustration 25).

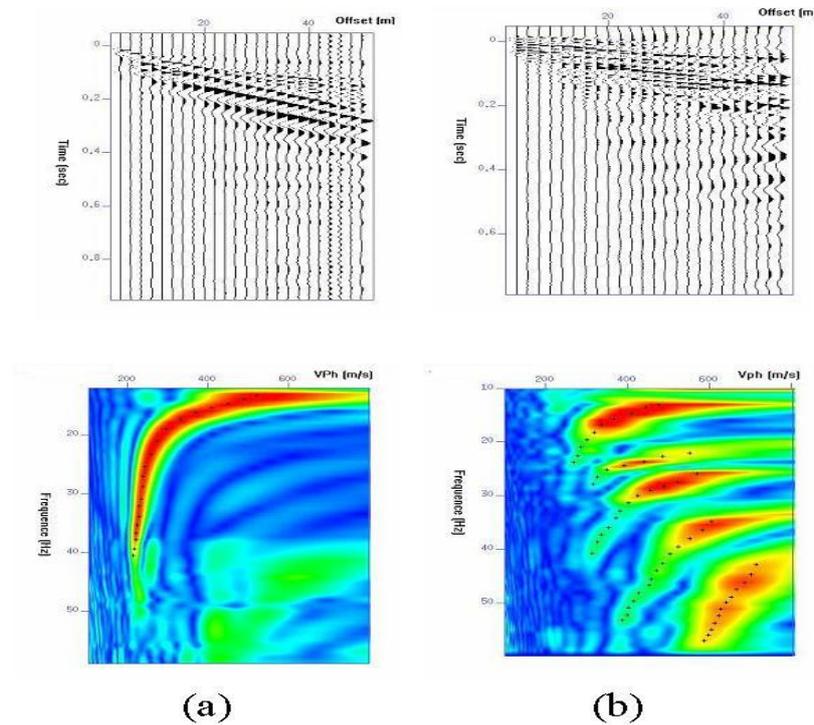


Illustration 25 - Tirs sismiques et diagrammes de dispersion associé –a) mode fondamental ; b) multi-mode.

### 3.4.5. Inversion

L'inversion des courbes de dispersion a pour but de retrouver le profil vertical de vitesse des ondes de cisaillement. Les courbes de dispersion réelle comparées aux courbes de dispersion synthétiques calculées à partir d'un modèle a priori, conduisent à des résidus de vitesse de phase (de groupe ou de l'atténuation).

Le modèle de départ est défini par quatre paramètres : les épaisseurs des couches, leurs densités et les vitesses des ondes P et S :

- Les vitesses des ondes S et les épaisseurs des couches peuvent être obtenues par inversion des courbes de dispersion.
- Les vitesses des ondes P peuvent être déterminées par analyse des ondes réfractées et la densité peut être estimée à partir des données géologiques disponibles dans la zone d'étude.
- Les courbes de dispersion dépendent essentiellement des vitesses des ondes S et des épaisseurs. Par conséquent, une estimation approximative des vitesses des ondes P ou de la densité aura une influence minimale sur la courbe de dispersion. Les paramètres du modèle initial sont calculés à partir des valeurs de la vitesse de phase par les relations :

$$V_s = V_{ph} * 1.1$$

$$V_p = 2.4 * V_s$$

$$\rho = 2.5 - 0.0002 * (4000 - V_p)$$

La profondeur de pénétration des ondes de surface est déterminée en utilisant la relation empirique trouvée dans la littérature spécialisée:

$$Z = 0.53 V_{ph}/f \quad \text{avec } f \text{ la fréquence des ondes de surface.}$$

L'information apportée par les ondes de surface ne permet pas d'inverser simultanément au cours d'une même itération les vitesses et les épaisseurs de couche. Une méthode inverse linéarisée est utilisée pour obtenir les vitesses des ondes S et les épaisseurs des couches. Au cours des itérations, les vitesses et l'épaisseur des couches sont inversées successivement de façon à ajuster une courbe synthétique de dispersion aux données réelles.

### 3.4.6. Imagerie en ondes de surface

En associant l'ensemble des sondages de MASW obtenus le long d'un profil, il est possible de reconstruire une coupe de vitesse d'onde de cisaillement (ondes S) le long du profil (Illustration 26).

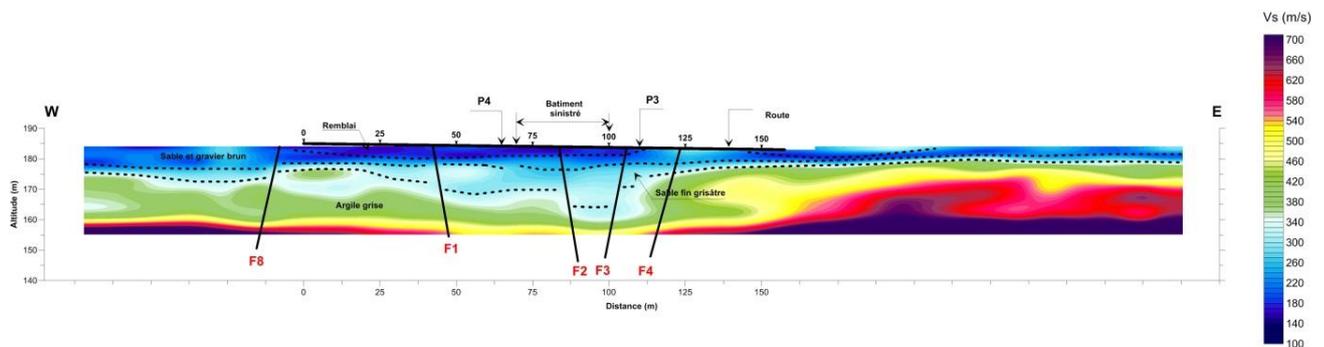


Illustration 26 - Exemple de coupe de vitesse sismique (onde S) obtenue par traitement MASW et interprétation stratigraphique et continuité latérale des couches (failles).

La mise en place d'un réseau de profils sécants permet, par interpolation si la densité de données est suffisante, de disposer de blocs 3D du sous-sol (Illustration 27).

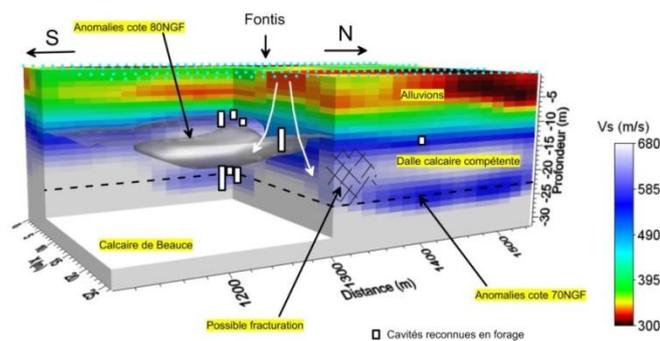


Illustration 27 - Exemples de bloc 3D de vitesse sismique (onde S) obtenue par traitement MASW.

L'interprétation de ces coupes de vitesse sismique se base sur la mise en perspective des contrastes de vitesse, ce qui est une appréciation de l'hétérogénéité du sous-sol, et en conséquence, de sa structure interne.

A l'inverse d'une prospection par sismique réflexion, les objets géologiques (contacts, failles, discontinuités, mur et toit des couches, etc.), ne sont pas mis en évidence directement par

réflexion des ondes acoustiques sur les contrastes d'impédance des différents horizons géologiques.

Dans l'analyse par MASW, on considère les vitesses des ondes S, fonction directe de la nature du sol en termes de nature et de compétence géotechnique (sédiments meubles *versus* substratum rocheux durs), et ce de manière relative, en l'absence de données de calage géologique de type sondage ou forage.

Les champs de vitesses Vs sont ainsi associés, pour les plus forts (700-900 m/s) au socle rocheux, et pour les plus faibles aux sédiments meubles (100-300 m/s).

### 3.5. PLAN D'ECHANTILLONNAGE

7 profils d'une longueur totale de 4 km ont été relevés entre le 24 et 27 avril sur la plage, le domaine dunaire, et les zones basses d'arrière cordon à proximité de la rivière Agly (Illustration 28) :

- 3 profils (n° 2, 3, 7) selon une direction Nord-Sud, parallèle au rivage ;
- 4 profils (n°1, 4, 5, 6, 7) selon une direction Ouest-Est, perpendiculaire à celui-ci.

Les profils sont sécants et répartis sur l'ensemble du secteur d'investigation.



Illustration 28 - Plan de position des profils MASW – OBSCAT avril 2017.

### **3.6. RESULTATS**

Les profils résultats sont rassemblés sur l'illustration 29.

Sur ces profils est représentée la variation de vitesse de propagation des ondes S en fonction de la profondeur et de la position du tir.

Les vitesses croissent progressivement avec la profondeur de manière assez homogène sur l'ensemble des profils à l'exception des profils 5 et 1, où apparaissent des zones de fortes vitesses (sup. à 600 m/s).

Il faut noter que l'altitude du terrain naturel est proche de 2 m NGF à l'exception du profil n°3, situé sur la plage (à environ 1 m NGF).



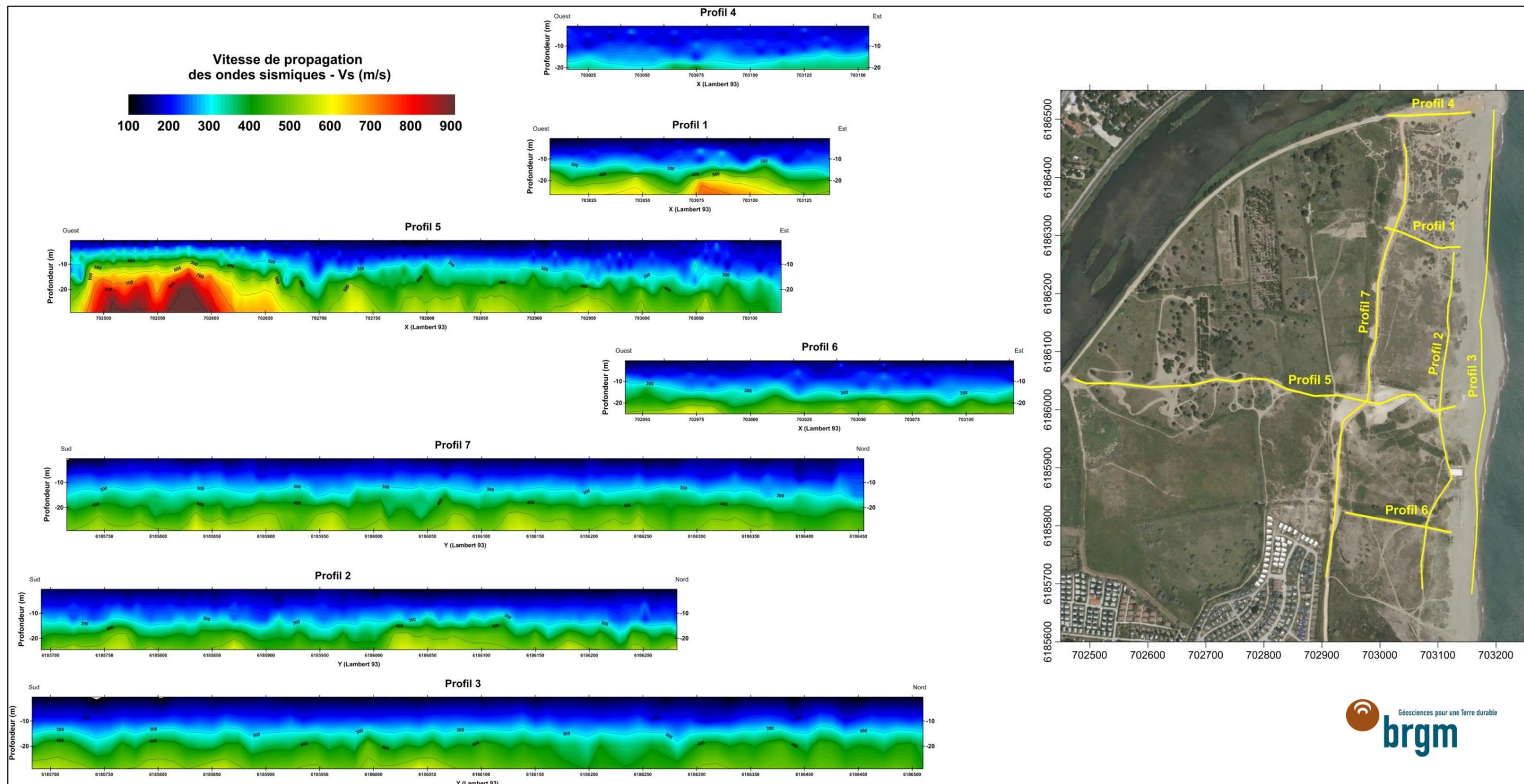


Illustration 29 - Résultats des profils MASW – Campagne géophysique MASW OBSCAT avril 2017.



### 3.6.1. Comparaison imagerie sismique / sondage

L'illustration 30 montre le positionnement du sondage BSS002MQKQ sur le profil n°5 et permet ainsi de comparer le signal sismique avec la description géologique.

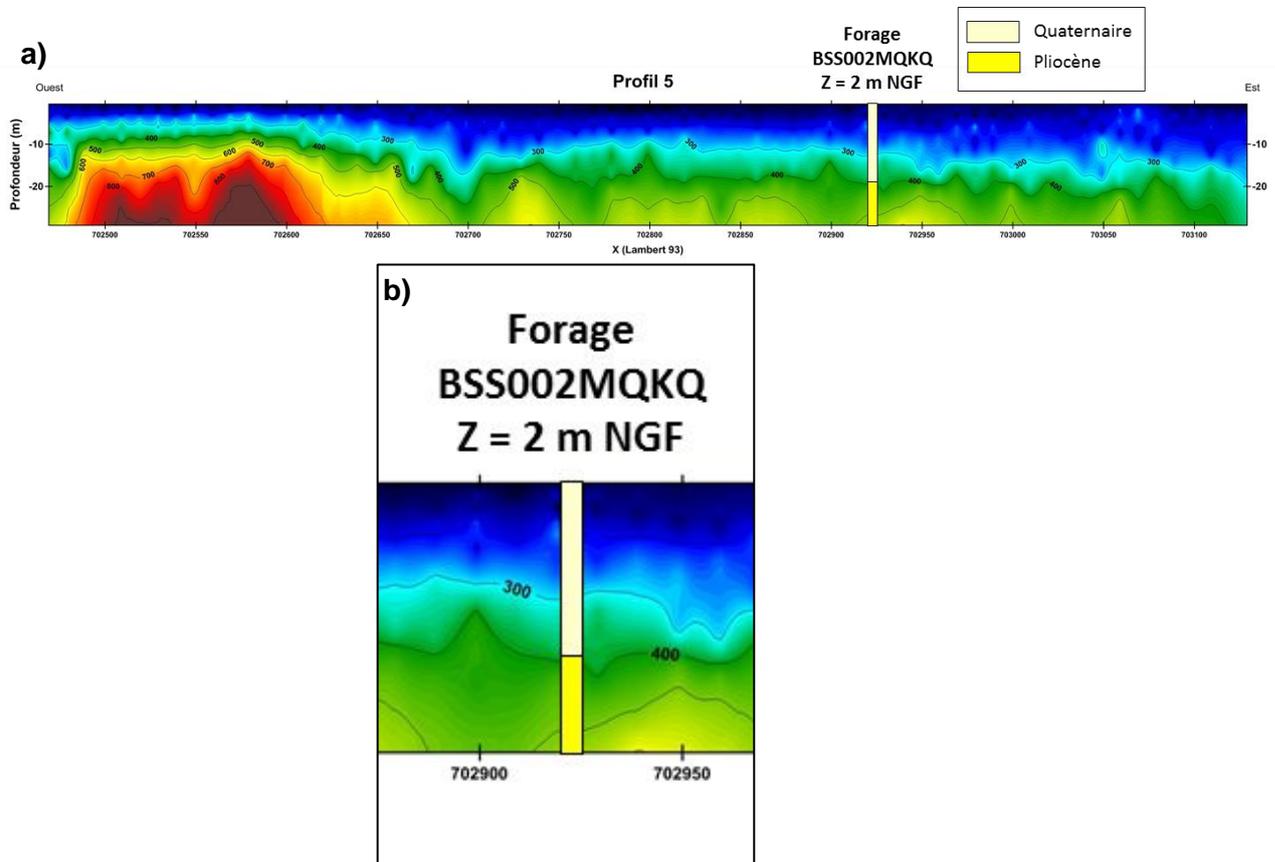


Illustration 30 - Comparaison du sondage BSS et profil MASW n°5. a) vue générale b) zoom sur le forage.

Cette comparaison montre que la transition entre les formations superficielles quaternaires (sables, argiles) et les couches supérieures du Pliocène (argiles jaunes) est progressive, probablement en raison de leur similitude lithologique.

L'augmentation progressive des vitesses avec la profondeur est ainsi attribuée à une augmentation de la compétence des couches, en lien avec une compaction croissante dans les dépôts sédimentaires quaternaires. Les dépôts sablo-argileux pliocènes sous-jacents sont probablement plus compétents, mais leur distinction des dépôts supérieurs n'est pas immédiate à travers les profils MASW.

### 3.6.2. Analyse de profils longitudinaux

On observe sur les profils longitudinaux (n°2, n°3, et n°7) une croissance régulière des vitesses avec la profondeur, mais il ne ressort pas de stratification clairement visible. Ce qui implique une information défaillante, et donc une résolution méthodologique insuffisante, en ce qui concerne la mise en évidence d'alternances entre sables/argiles, supposées fréquentes dans ces milieux.

De plus, sur ces profils, il n'y a pas de contraste de la vitesse avec la profondeur avec une impossibilité de déterminer une limite sédiments-substratum rocheux.

Enfin, le peu de variabilité latérale dans les profils de vitesses, ne permet pas d'établir les continuités latérales des différents corps sédimentaires qui constituent le lido.

### **3.6.3. Analyse des profils transversaux**

Les profils transversaux mettent en évidence en revanche des particularités de l'architecture du sous-sol. Ainsi, du Nord au Sud :

- Le profil n°4, situé près de la rivière Agly, montre des vitesses majoritairement, plutôt faibles (< 400 m/s) sur la profondeur jusqu'à 20 m. La proximité de la rivière, la relation avec la nappe alluviale de celle-ci, et les dépôts fluviatiles associés, expliquent probablement ce constat ;
- Le profil n°1 montre une remontée de zone de forte vitesse (> 600 m/s) dans sa partie est, à une vingtaine de mètres de profondeur. Ceci est attribué à un affleurement rocheux qui pointe probablement sous les dépôts quaternaires de manière locale, car il n'y a pas de continuité latérale ;
- Le profil n°5, qui traverse d'Ouest en Est l'intégralité du secteur d'étude, montre également une zone de fortes à très fortes vitesses, dans sa partie occidentale entre 10 et 20 m de profondeur. On retrouve également la signature de la nappe alluviale à son extrémité, avec une décroissance des vitesses vers la rivière. Cette zone d'anomalie des vitesses peut être attribuée à une remontée locale du substratum rocheux, sans que sa nature lithologique et stratigraphique soit identifiable, en l'absence de données de calage plus précise. En tout état de cause, cette anomalie est singulière au regard de l'ensemble des données relevées et traduit un fait géologique ;
- Le profil n°6 est peu indicatif lui aussi sur la variabilité du sous-sol.

## **3.7. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

Le test expérimental de sismique par MASW mis en œuvre par le BRGM sur la commune de Torreilles montre que, sur des formations sédimentaires très homogènes, et en l'absence de données de calage en nombre et maillage suffisant, l'interprétation des profils résultats est délicate en termes d'architecture du sous-sol, et donc d'épaisseurs sédimentaires, à même de participer à la dynamique du stock sableux littoral.

Les résultats montrent cependant des zones d'anomalies de forte vitesse qui sont attribuées à des remontées locales du substrat géologique sous-jacent, bien que celui-ci reste proche des dépôts superficiels en terme de lithologie.

Ces informations acquises restent donc, à ce stade, parcellaires, et des inter-comparaisons avec d'autres sources de données peuvent éventuellement lever quelques incertitudes.

En particulier, il pourrait être réalisé une comparaison avec des données de sondages géotechniques (sondages par tarière ou sondages pénétrométriques), d'une profondeur de 10 à 20 m. Une campagne de ce type a été évoquée, dans le cadre de cette convention. Durant l'été 2017, 3 sociétés ont été consultées, mais la découverte récente de dépôts d'explosifs sur la plage

de Torreilles, avant la saison estivale, a interrogé les services de l'Etat de la pertinence d'une telle campagne lors de la demande d'autorisation déposée par le BRGM.

Aussi, une reconnaissance magnétique préalable paraît nécessaire. Elle sera étudiée courant premier trimestre 2018 avec le bureau d'études choisi pour la réalisation des sondages pénétrométriques, dans l'hypothèse où celui-ci voudra bien réaliser cette étude dans ce contexte particulier.

Les résultats complétés par cette campagne géotechnique pourront ensuite être associés à ceux de la campagne GEORADAR du programme ESTER réalisée parallèlement par l'Université de Perpignan (Cefrem). Une note rédigée conjointement par le BRGM et l'UPVD sera proposée courant 2018 dans ce but. A l'issue de l'analyse combinée de ces résultats il sera apprécié la pertinence ou non de mener ce type d'approche sur d'autres sites de l'OBSCAT.

Les informations que fourniront les études géophysiques couplées de l'OBSCAT et du projet ESTER de l'UPVD apporteront des éléments d'analyse importants quant au disponible sédimentaire (étendue du stock potentiellement dynamique en arrière du trait de côte, et échelle de temps de ces dépôts) pour alimenter l'expertise et les préconisations futures de l'OBSCAT.



## 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 mai 2017 afin de les comparer sur les différentes saisons. Les conditions 2016/2017 seront décrites de manière plus détaillée, afin de présenter les forçages météo-marins des campagnes 2016 et 2017 qui se sont déroulées en mai/juin 2016, septembre/octobre 2016 et avril/mai 2017.

#### 4.1.1. Données disponibles

Afin de caractériser les conditions météo-marines entre les deux campagnes de levés topo-bathymétriques, 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 disposition via le réseau CANDHIS (Cerema) ;
- Des données issues des marégraphes de Port-Vendres, mises à disposition via le Réseau REFMAR - SHOM ;
- Des données anémométriques de Leucate, mise à disposition via le site Meteociel.com ;
- Des données de débits fluviaux de la Têt et de l'Agly issues de la Banque Hydro et propriétés du Service de Prévision des Crues Méditerranée Ouest.

#### 4.1.2. 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 31). La dernière saison d'observations présente des vents moyens ainsi que des rafales moins violentes, en moyenne, que durant les autres années à partir d'octobre 2013.

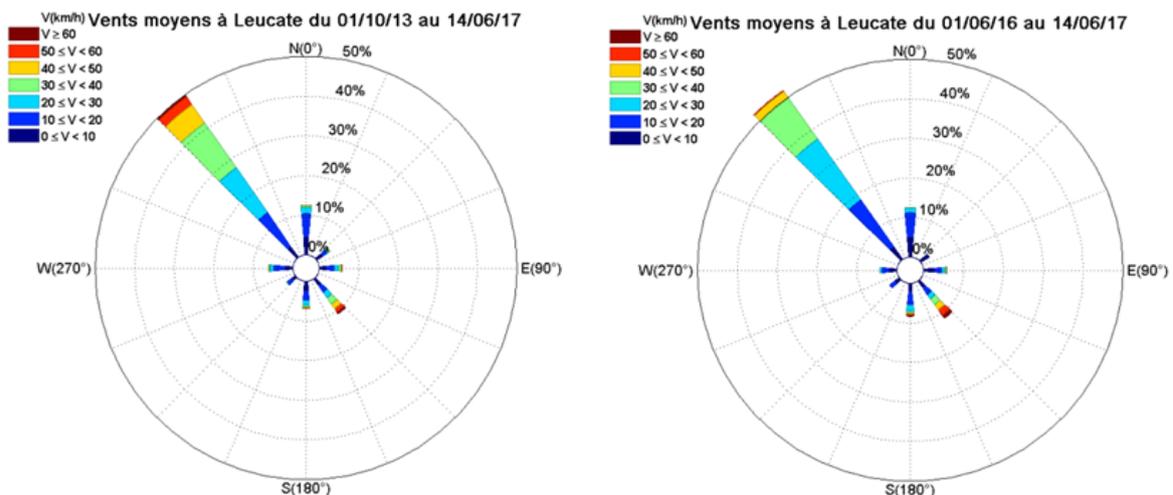


Illustration 31 - Rose des vents à la station de Leucate : vents moyens sur les 4 années d'observations OBSCAT (à gauche) et vents moyens durant la dernière saison d'observation (à droite). Source des données : Meteociel.com.

Toutefois, les rafales de vents ont régulièrement atteint les 100 km/h durant la saison 2016/2017 avec même des pointes à 120 km/h (Illustration 32).

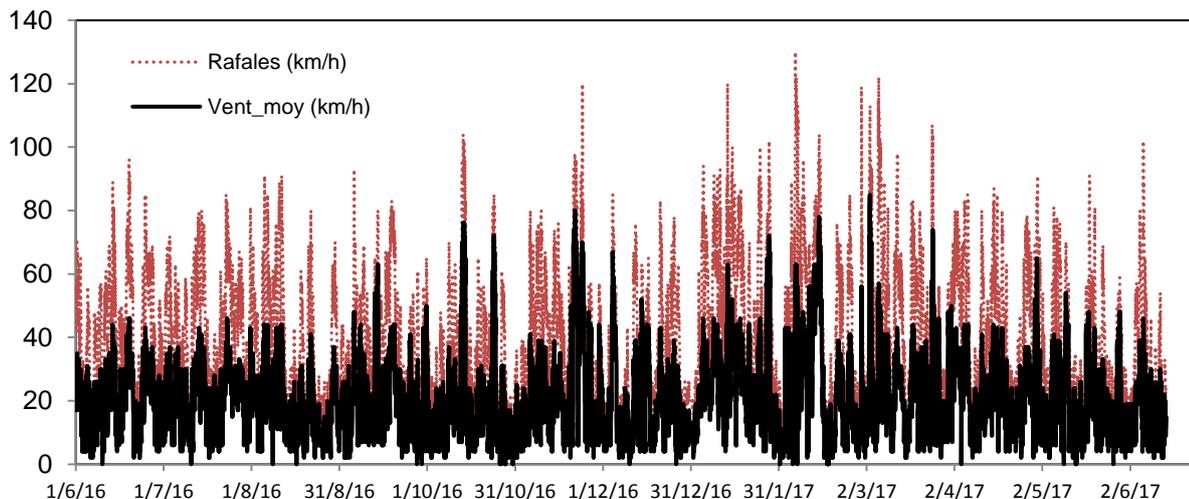


Illustration 32 - Vitesse du vent en (km/h) à la station de Leucate, du 01/06/2016 au 14/04/2017. Source des données : Meteociel.com.

Les températures de l'air varient entre l'été où elles peuvent dépasser les 30°C et l'hiver où elles avoisinent les 5°C. La température de l'eau dépasse les 20°C l'été mais redescend entre 10 et 15 °C l'hiver.

#### 4.1.3. Conditions de houle

Les conditions de houle enregistrées lors du dernier hiver à la bouée de Leucate sont en moyenne plus fortes que durant la totalité des observations de l'OBSCAT (Illustration 33). Les houles prédominantes en termes de direction et d'énergie restent cependant classiquement du quart Sud-Est. 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 inférieures à 1,5 m).

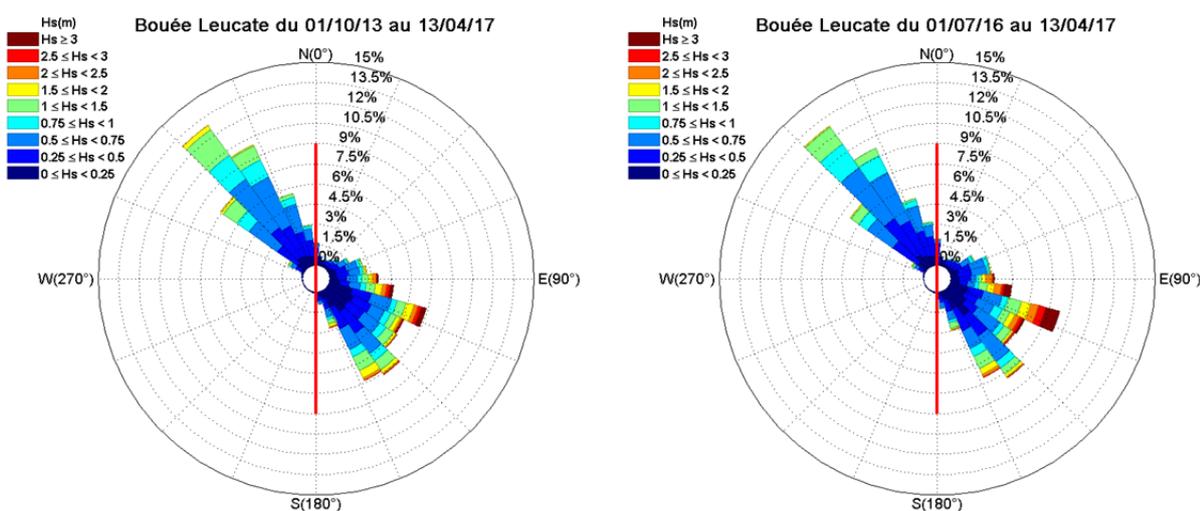
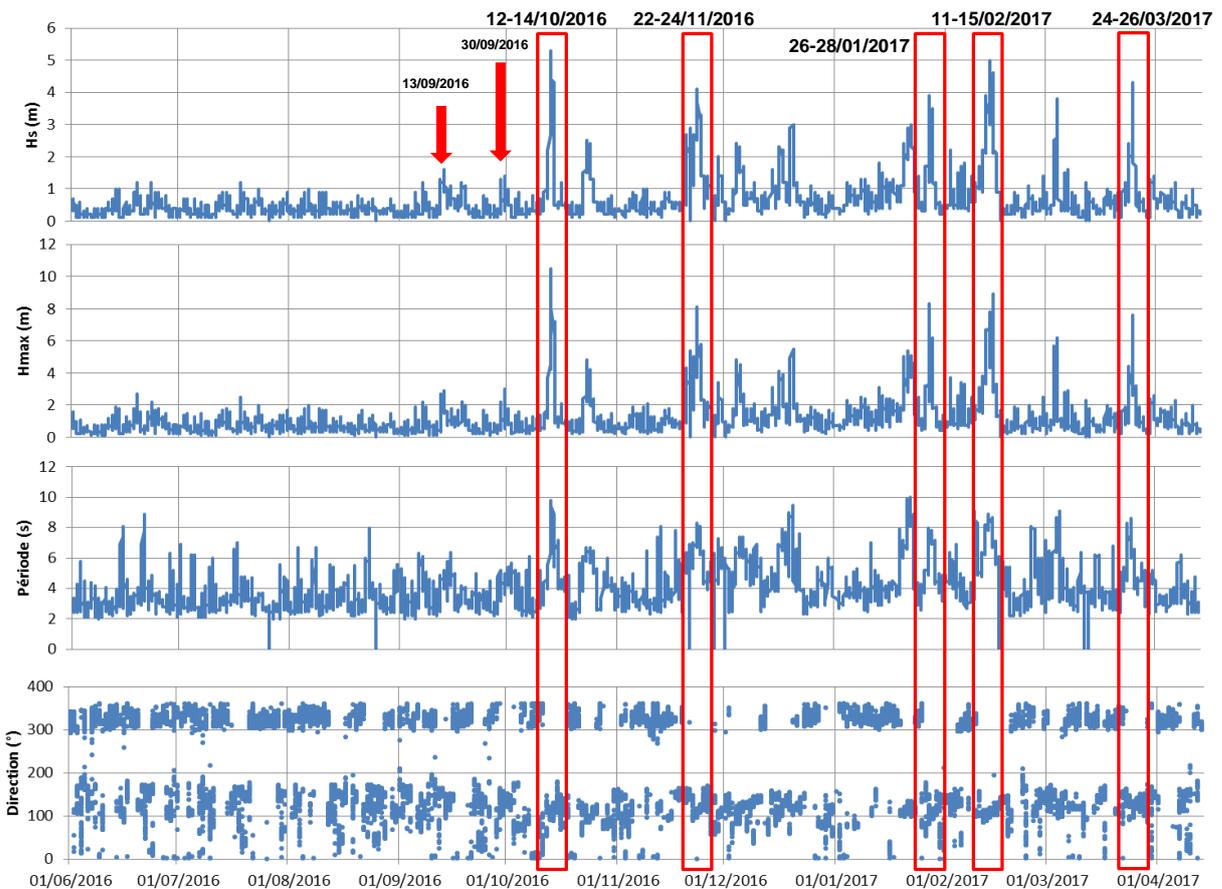


Illustration 33 - Rose des houles à la bouée de Leucate: houles moyennées sur les 4 années d'observations OBSCAT (à gauche) et durant la dernière saison d'observation (à droite). Source des données : CANDHIS (Cerema – DREAL Occitanie).

Au total 6 évènements tempétueux (hauteur significative supérieure à 3 m) ont caractérisé cette saison hivernale 2016/2017 (Illustration 34) dont 5 principaux où la houle a dépassé les 4 mètres de hauteur significative :

- Du **12 au 14 octobre 2016**, le plus important : hauteur significative moyenne (HS) de 5,3 mètres et hauteur maximale (Hmax) enregistrée au large supérieure à 10 mètres ;
- Du **22 au 24 novembre 2016** : HS de 4 mètres et Hmax supérieur à 8 mètres ;
- Du **26 au 28 janvier 2017** : HS de 4 mètres et Hmax supérieur à 8 mètres ;
- Du **11 au 15 février 2017**, la plus longue : HS de 5 mètres et Hmax proche de 9 mètres ;
- Du **24 au 26 mars 2017** : HS de 4 mètres et Hmax proche de 8 mètres.



*Illustration 34 - Analyse des conditions de houles durant l'année 4; hauteur significative (Hs), hauteur maximale enregistrée (Hmax), période et direction. Les encadrés rouges indiquent les évènements de tempête. Source des données : CANDHIS (Cerema – DREAL Occitanie)*

#### 4.1.4. Niveaux d'eau

Les niveaux marins extrêmes, enregistrés à Port-Vendres, indiquent deux évènements de surcote importants durant cet hiver (Illustration 35) : le premier lors de la première tempête hivernale au cours de laquelle le niveau a dépassé les 0.6 m NGF durant 5 heures le 13 octobre en fin de journée (avec un pic enregistré à +0.883 m NGF). Le second est enregistré lors de la tempête du 24 novembre avec un niveau maximum enregistré à +0.70 m NGF.

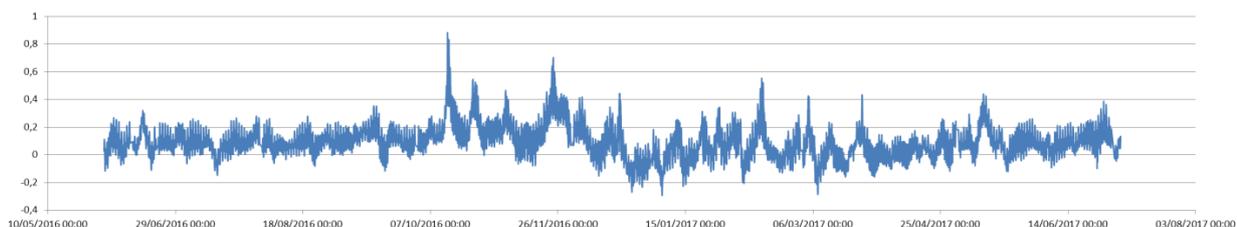


Illustration 35 - Niveaux d'eau enregistrés à Port Vendres entre le 01/06/2016 et le 04/07/2017. Source des données REFMAR - SHOM.

#### 4.1.5. Précipitations/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 du plan d'eau lorsqu'elles sont combinées à une tempête.

Les débits des fleuves Agly et Têt furent importants lors de cette saison hivernale 2016-2017 (Illustration 36 et Illustration 37). Plusieurs pics sont en effet enregistrés dont le plus important le 14 février 2017 allant jusqu'à près de 14 000 000 m<sup>3</sup>/j pour l'Agly et 6 000 000 m<sup>3</sup>/j pour la Têt. C'est probablement cet événement qui a pour origine l'ouverture des deux embouchures cet hiver. A l'échelle de l'observatoire, ces débits constituent les seconds plus importants observés après ceux des crues de novembre 2014. L'hiver 2015-2016 a en revanche connu les débits les plus faibles enregistrés depuis août 2013 (Illustration 36).

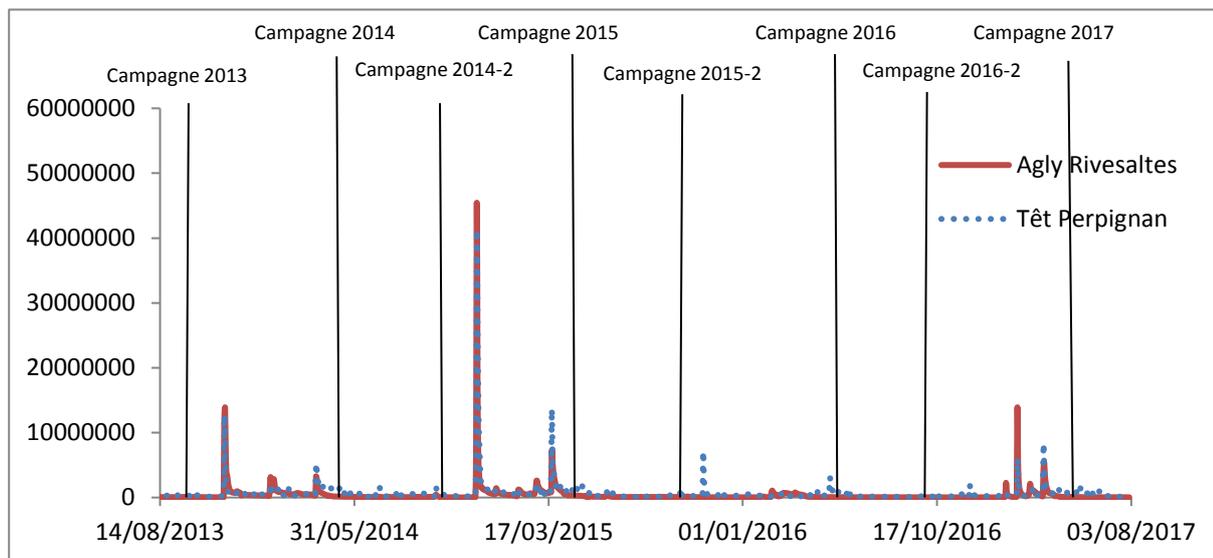


Illustration 36 - Débits journaliers (en m<sup>3</sup>/j) des fleuves Têt (station Perpignan) et Agly (station Rivesaltes) depuis août 2013. Source des données SPC Méditerranée Ouest.

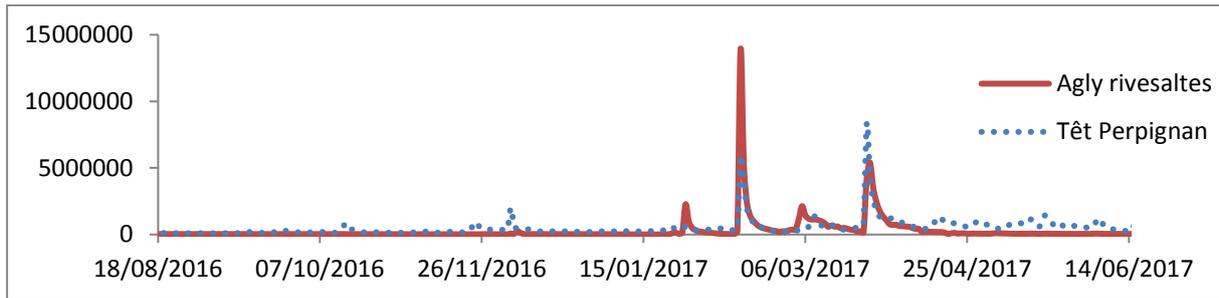


Illustration 37 - Débits journaliers (en  $m^3/j$ ) des fleuves Têt (station Perpignan) et Agly (station Rivesaltes) entre août 2016 et juin 2017. Données SPC Méditerranée Ouest.

#### 4.1.6. Conclusions sur les conditions de forçage de l'hiver 2016-2017

L'hiver 2016-2017 a connu 6 épisodes de tempêtes (HS supérieure à 3 m) dont 5 principaux où HS a dépassé les 4 mètres avec des hauteurs de houle maximale comprises entre 8 et 10 mètres, et parfois long (4 jours en février 2017). Les débits des fleuves Agly et Têt ont été importants : les seconds plus importants depuis les débuts de l'OBSCAT après ceux de l'événement de novembre 2014. Cet hiver a donc été globalement plus énergétique et potentiellement générateur de modifications notables de la morphologie des plages et des bilans sédimentaires comparativement, au moins, à l'hiver 2015-2016.

### 4.3. CELLULE 12 – DU GRAU DE LEUCATE A LEUCATE PLAGE

La cellule 12 (Illustration 38) est comprise entre le cap rocheux de Leucate au nord et par le grau de Leucate au sud. Cette cellule est relativement peu urbanisée hormis au nord. La partie émergée est relativement 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, 2000). Le haut de plage est marqué par une pente relativement faible, et devient plus forte sur le bas de plage, et s'adoucit à nouveau dans l'avant-côte (moins de 1%).

Cette cellule est en fin de la dérive littorale qui longe la côte roussillonnaise, et qui est fermée par le cap de Leucate. Même si les ouvrages présents en amont-dérive bloquent en partie les flux sédimentaires, cette cellule est dans une situation propice à l'accrétion.

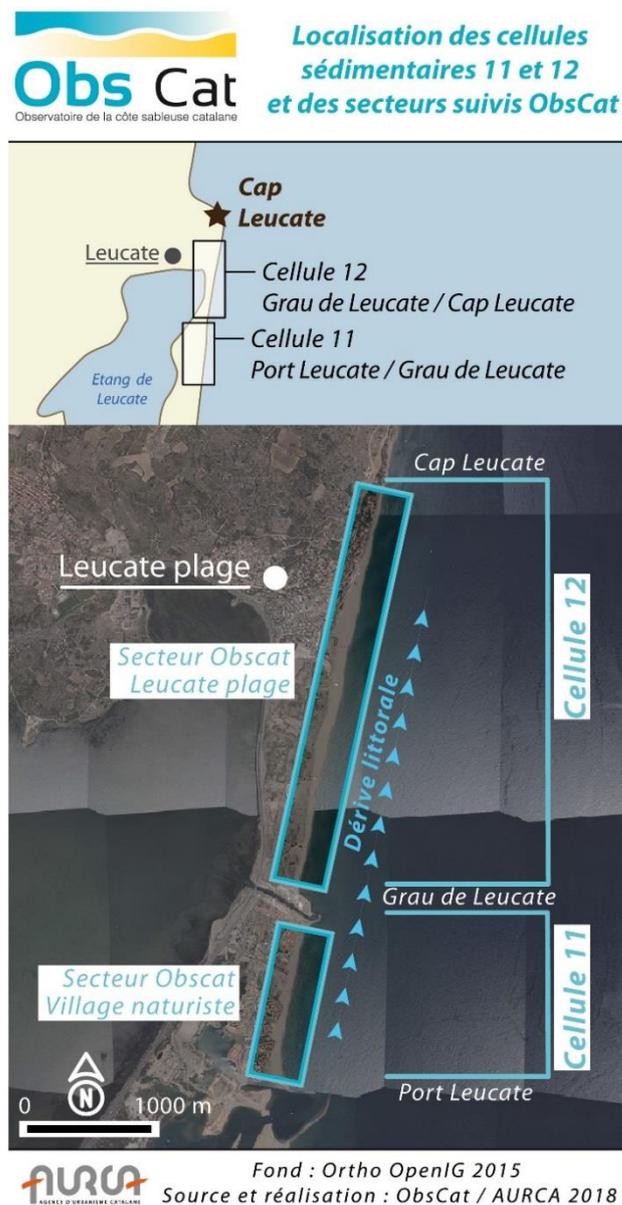


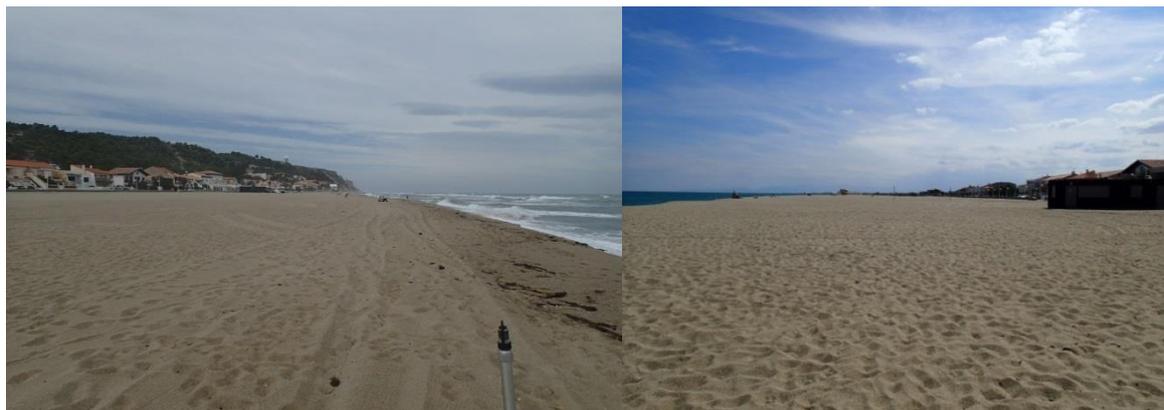
Illustration 38 – Localisation de la cellule hydro-sédimentaire 12 et des secteurs Leucate plage et Village naturistes.

#### 4.3.1. Leucate-Plage

Le secteur de Leucate-Plage correspond à la partie la plus urbanisée de la cellule 12 (Illustration 39). Le site s'étend sur 1 km de longueur, avec une largeur de plage pouvant atteindre 150 m de large au sud, et qui rétrécit vers le nord. La plage est caractérisée par un haut de plage large et plat et une basse plage plus pentue (Illustration 40). 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). La barre interne est plus irrégulière et forme des corps sableux plus ou moins rythmiques de longueur d'onde inférieure (environ 300 m).



Illustration 39 – Secteur Leucate plage, profil de référence Leucate6 et prises de vues.



*Illustration 40 - Suivi photographique Leucate. Décembre 2015 à gauche (partie nord) et mai 2016 à droite (partie sud) (Obscat : campagne 2015/2016).*

En raison des conditions météo difficiles de la fin d'année 2016, la campagne de mesures bathymétriques pour le site de Leucate n'a pas pu être effectuée pour la saison automnale 2016/2017. Un levé a pu cependant être réalisé en décembre 2016 mais après deux premiers épisodes de tempête importants (12-14 octobre et 22-24 novembre). Aussi ce levé n'a pas été exploité car non représentatif d'une situation post-estivale.

### ***Evolution annuelle du trait de côte***

Concernant l'évolution annuelle du trait de côte (période mai 2016-avril 2017), celui-ci connaît des alternances entre avancées et reculs pouvant parfois être importantes.

Le nord du site, peu avant les enrochements ainsi que les falaises du Cap Leucate présente une zone importante d'érosion de la plage d'une centaine de mètres environ (Illustration 41). Ce recul du trait de côte peut aller jusqu'à -22 mètres par endroits. Il est précédé d'une zone plus localisée d'accrétion assez importante puisque l'avancée du trait de côte y est de +18 mètres environ.

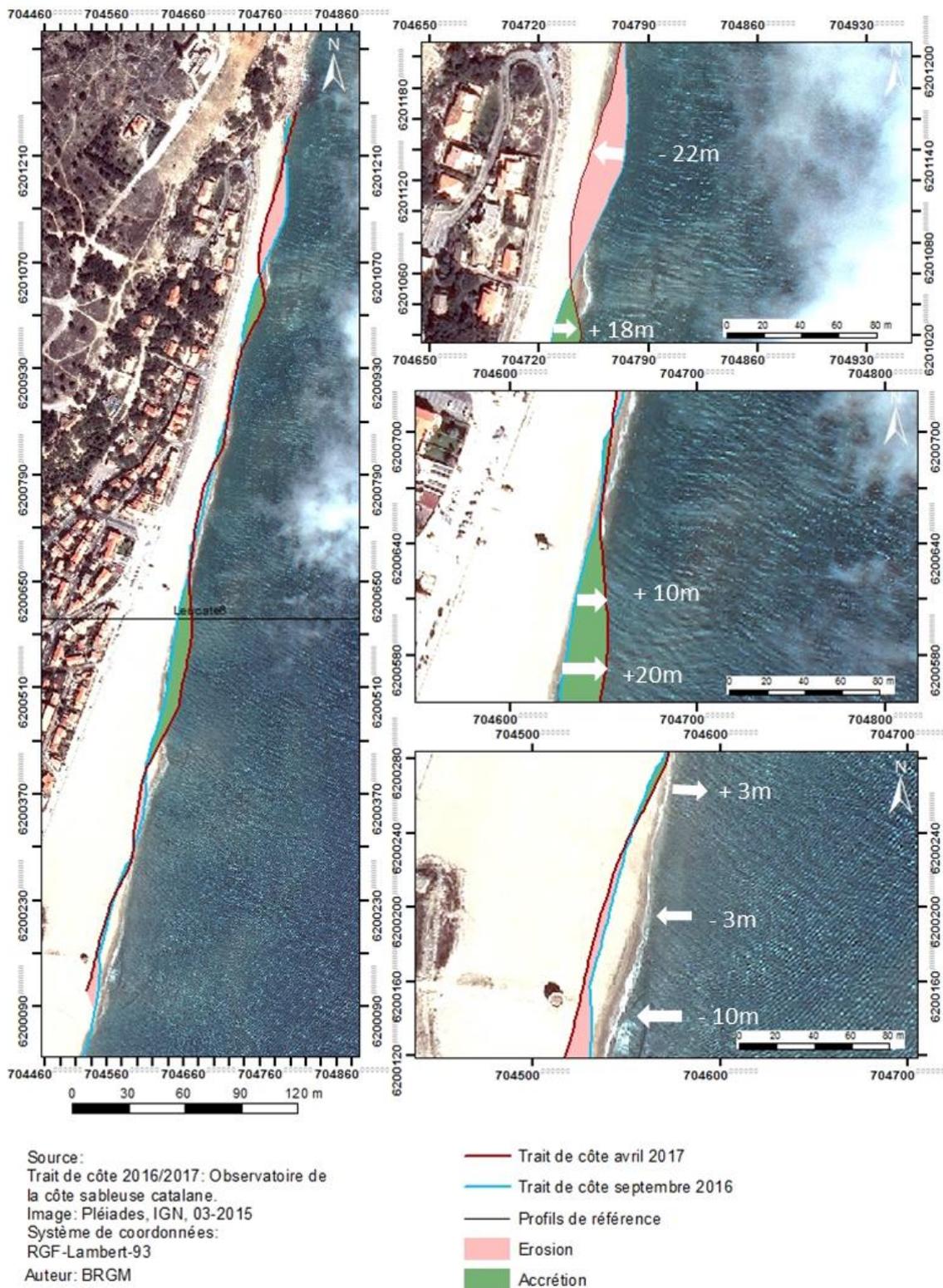


Illustration 41 - Carte des traits de côte entre mai 2016 et avril 2017 pour le secteur de Leucate-Plage.

La partie centrale plus au sud présente des alternances entre progression et recul du trait de côte n'excédant pas 6 mètres, relativement faibles en comparaisons des évolutions importantes constatées plus au nord et au Sud de la zone. On constate en effet au niveau du profil de

référence (Illustration 42), sur une distance de 300 mètres environ, une zone importante de progression du trait de côte (l'avancée pouvant aller jusqu' à 20m).

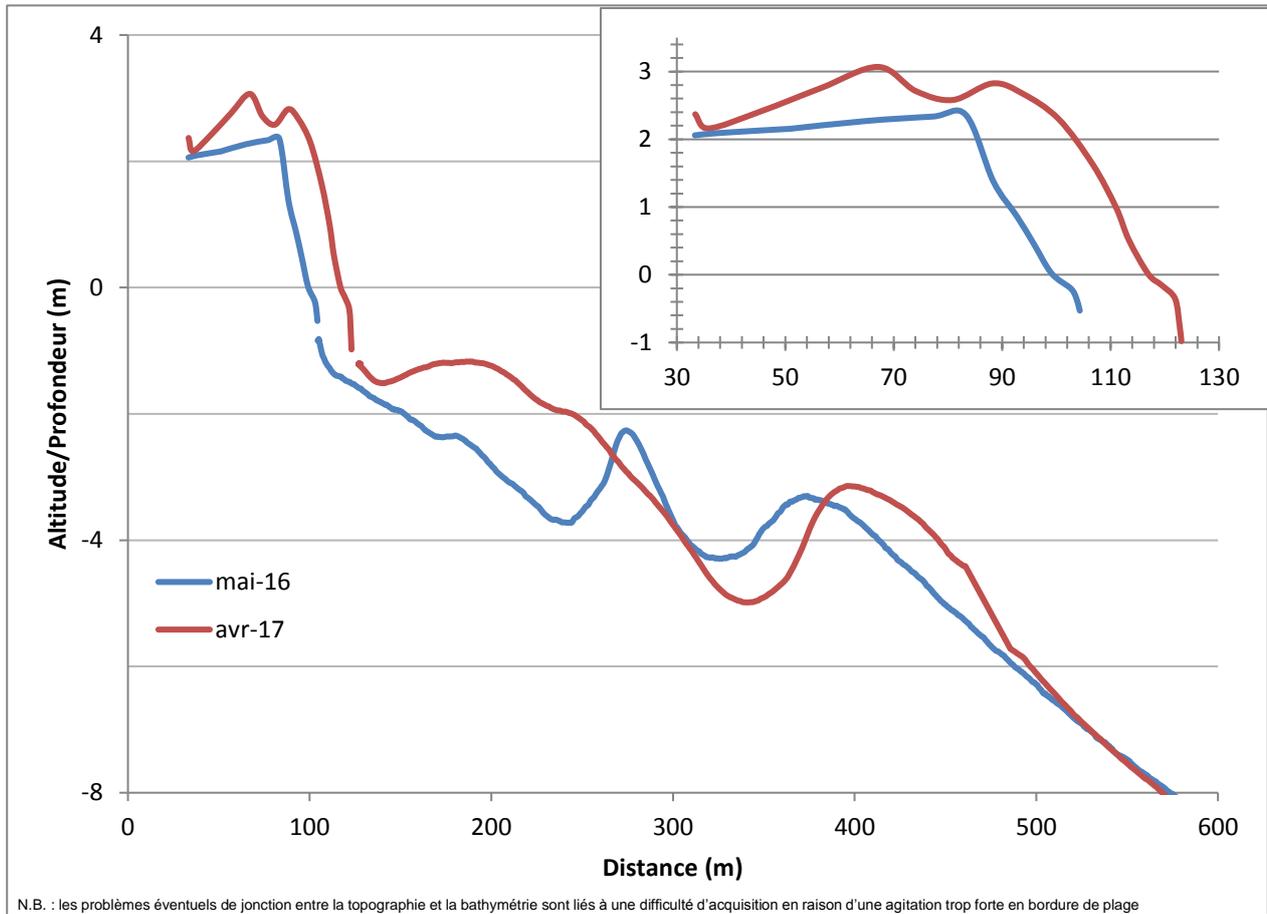


Illustration 42 - Profil de référence Leucate-6. Mai 2016 et avril 2017.

Les avancées ou reculs du trait de côte sont associées avec un mouvement de la berme du même ordre de grandeur que celui du recul ou avancée du trait de côte comme le montre le profil de référence Leucate-6 en (Illustration 42). On constate également une élévation du niveau de la plage pouvant aller jusqu'à +70 cm sur ce profil.

Cependant, les relevés d'avril 2017 se sont déroulés en période de reprofilage de la plage de Leucate (Illustration 43), ces mesures de topographie de plage peuvent donc ne pas refléter exactement les dynamiques naturelles en cours sur ce site.



*Illustration 43 - Photographie prise le 1er avril 2017 sur le site de Leucate-plage; le sable accumulé le long du muret est transféré au niveau du trait de côte afin d'élargir la plage.*

### **Déplacements sédimentaires annuels**

Durant la période annuelle Mai 2016-Avril 2017, la cellule sédimentaire de la plage de Leucate est légèrement déficitaire :  $-2\,412\text{ m}^3$  (Illustration 45), toutefois ce déficit est infime au regard des déplacements importants ayant eu cours durant cette année ( $325\,810\text{ m}^3$  au total). On note des différences entre les évolutions de la partie émergée dont la tendance est à l'accrétion ( $+5\,782\text{ m}^3$ ) et la partie immergée qui est soumise à l'érosion ( $-8\,194\text{ m}^3$ ).

En particulier, la plage émergée gagne un volume important de sédiments au niveau du profil de référence. Le déplacement vers le Nord au cours de l'année, et jusqu'au niveau du profil de référence, d'une barre interne (localisée bien au sud du profil en Mai 2016), peut expliquer ce phénomène. (Illustration 42 et Illustration 44). La dynamique inverse a lieu au Nord du site dans la zone présentant un recul important du trait de côte (Illustration 44).

La barre externe est plus marquée à l'issue de la saison 2016-2017, elle s'est décalée vers le large à la faveur de l'érosion de la fosse externe et de l'engraissement du tombant interne (Illustration 42 et Illustration 44).

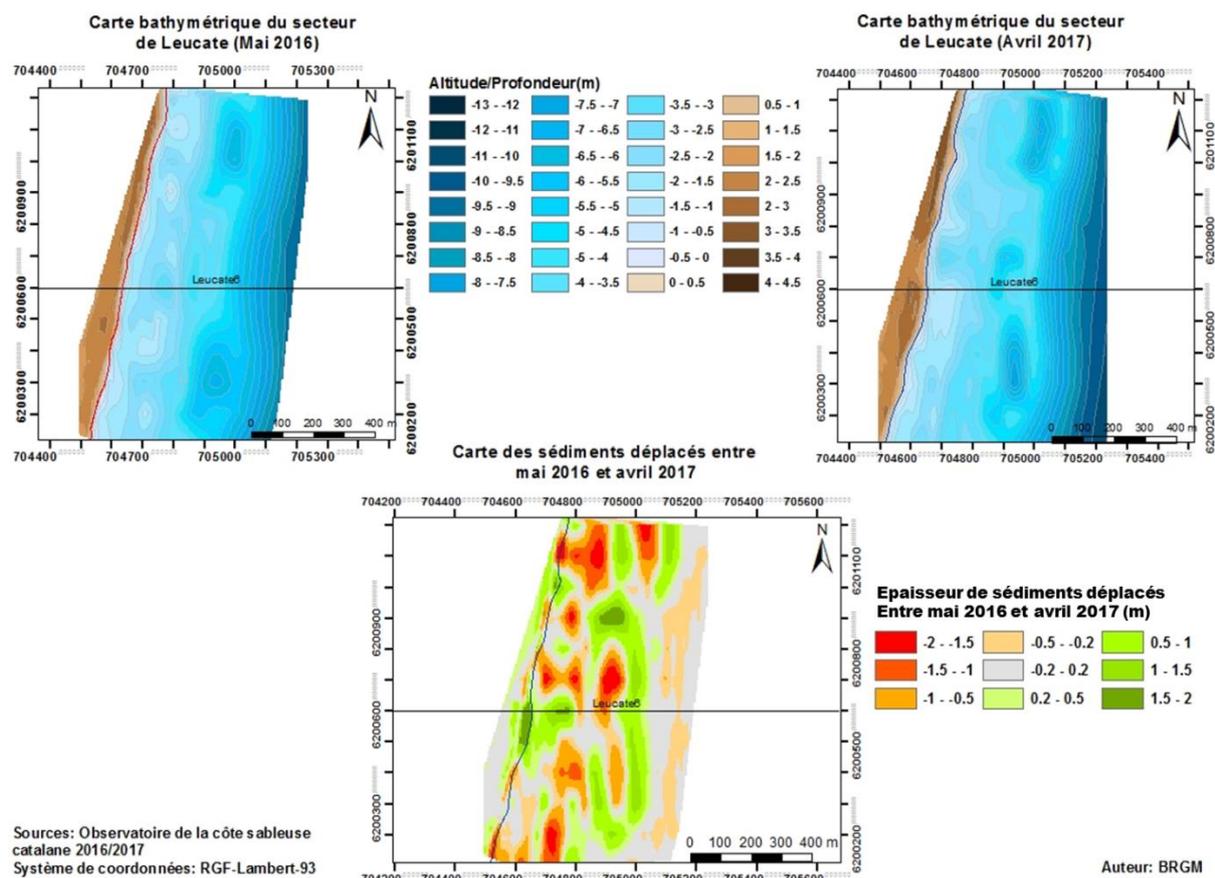


Illustration 44 - Cartes topobathymétriques et de déplacements sédimentaires pour les périodes de Mai 2016 à avril 2017 pour le site de Leucate Plage.

Leucate 05-2016/04-2017					
Zone	Surface (m <sup>2</sup> )	Accrétion (m <sup>3</sup> )	Erosion (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )	Marge d'erreur (m <sup>3</sup> )
<b>Zone Complète</b>	663 852	161 699	164 111	-2 412	4 463
<b>Zone Immergée</b>	588 776	144 174	152 368	-8 194	3 782
<b>Zone émergée</b>	75 076	17 525	11 743	5 782	681

Illustration 45 - Tableau des volumes sédimentaires déplacés entre mai 2016 et avril 2017 pour le site de Leucate plage.

### Bilan interannuel : trait de côte.

Les variations de la position du trait de côte sont importantes dans ce secteur naturel (Illustration 46). Elles semblent principalement liées à la position des barres d'avant côte, dont le déplacement rapide fournit une source de sédiment conséquente à certaines zones de la plage émergée.

La majorité du secteur semble cependant dans une dynamique de progression du trait de côte. Il faudra cependant apprécier cette évolution au regard des futurs levés de l'OBSCAT et donc d'une période d'observation plus longue afin de déterminer si cette dynamique est vouée à perdurer dans le temps et constitue ou non une tendance.

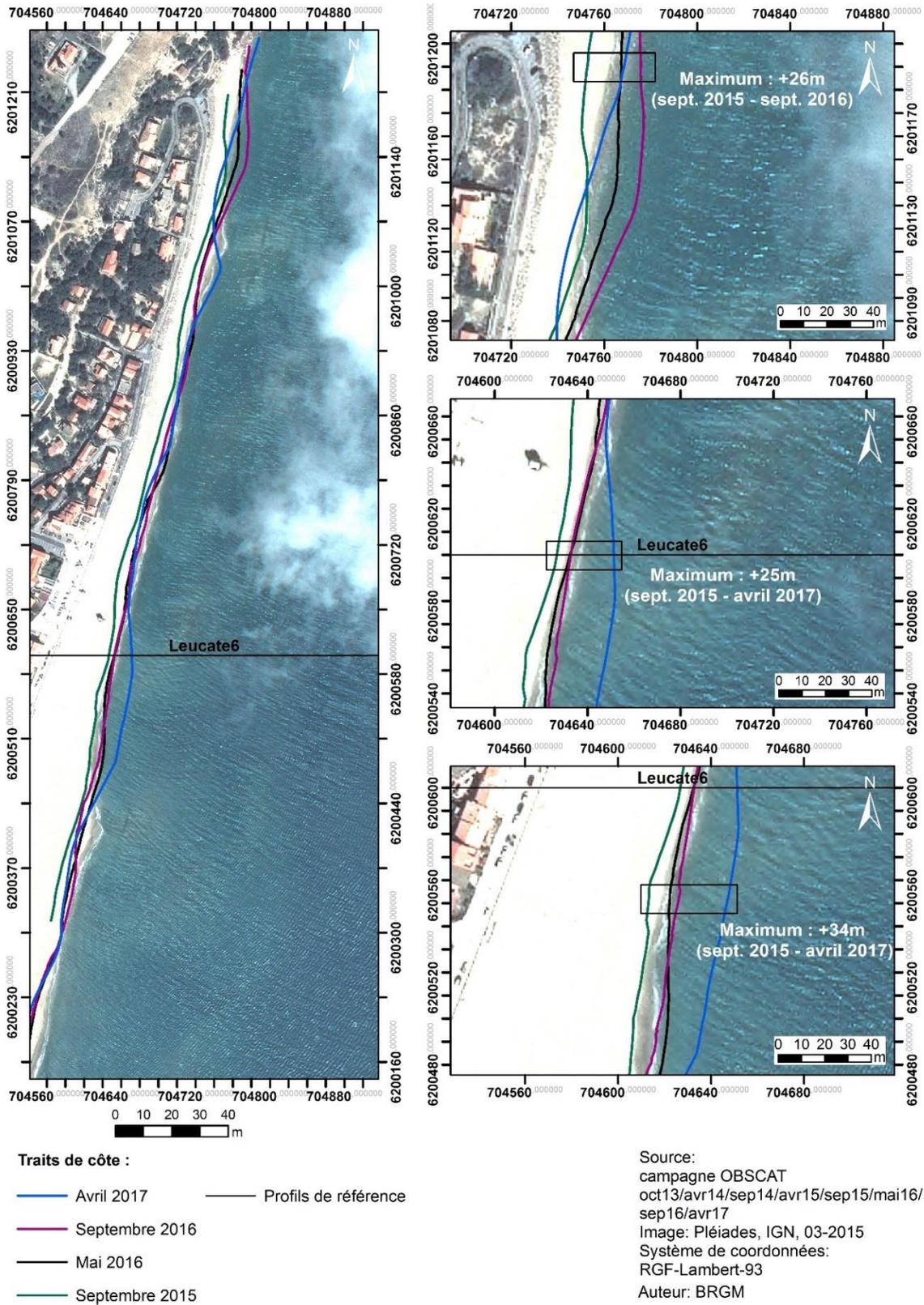


Illustration 46 - carte des traits de côte et évolution entre septembre 2015 et avril 2017 pour le site de la plage de Leucate.

### ***Evolution morphologique de l'environnement dunaire***

Suite à son rattachement à l'OBSCAT en 2015, il a été proposé à la commune de Leucate de réaliser un suivi topographique du cordon dunaire de Leucate-Plage. Aussi, un premier levé photogrammétrique a été effectué le 17/03/2017 par autogire. Il concerne le secteur compris entre le grand parking au sud de Leucate-Plage (au niveau du camping Mer-Sable-Soleil) et le grau ostréicole (Illustration 47).



*Illustration 47 – Localisation du levé photogrammétrique par autogyre réalisé en mars 2017 sur le cordon dunaire de Leucate-Plage. Orthomosaïquage du levé en pleine couleur, sur fond Pléïades IGN 2015 estompé.*

L'OBSCAT dispose par convention avec la DREAL Occitanie des données des LIDAR 2010 et 2014. L'évolution morphologique du cordon dunaire de Leucate-Plage est ici obtenue en

comparant les modèles numériques de surface de ces 2 levés LIDAR et du levé autogire OBSCAT de mars 2017.

La comparaison des altimétries successives, 2010, 2014 et 2017 appuyée par des coupes topographiques présentée sur l'illustration 48.

- **Dune grise**

Globalement, cette comparaison montre peu d'évolution du cordon dunaire sur la partie dune grise, donc en arrière de la crête dunaire. Entre 2010 et 2014, on note cependant dans le premier tiers sud du secteur des variations positives clairsemées, comprises entre +20 et +35 cm. Le long des profils 1, 2 (parties nord et sud des casiers de ganivelles) et 3 on note au contraire un léger abaissement de la dune grise (~-20 à -40 cm localement sur profil 3), peu visible sur l'image mais repérable sur les coupes topographiques. Entre 2014 et 2017, la dune grise n'a pas évolué ou de manière négligeable. Les coupes topographiques 1 à 6 réalisées transversalement au massif dunaire montrent clairement cette stabilité de la dune grise sur la période 2014-2017.

- **Dune blanche et crête dunaire**

La dune blanche et la crête dunaire sont assez stables globalement à l'exception de la partie sud du secteur entre les profils 2 et 3. Au niveau des profils 2 et 3, le flanc ouest de la dune a enregistré un abaissement de l'ordre de -30 à -40 cm entre 2010 et 2014. La crête dunaire au cours de la même période au niveau du profil 3 a subi au contraire un fort engraissement de près d'1 mètre. Entre 2014 et 2017, dune blanche et crête dunaire restent stables sur l'ensemble du secteur observé.

- **Front dunaire (pente et pied de dune)**

Sur la période 2010-2014, le secteur sud enregistre un recul modéré du front dunaire (1 à 2 m), au niveau des profils 1, 2 (casiers de ganivelles) et 3. Ailleurs, on observe des alternances d'avancées et de reculs modérés de quelques mètres. Les plus fortes progressions se situent au sud et au nord du profil 4 (4 mètres) et au niveau du profil 7 sur le secteur le plus fortement modifié par les activités anthropiques. Entre 2014 et 2017, on observe une stabilité du front dunaire à l'exception du secteur central, au niveau de et autour des profils 4 et 5, où il continue de progresser modérément (1 à 2 m, principalement le pied de dune) et du secteur sud où au contraire un recul de 4 à 5 mètres est enregistré (profil 3).

- **Synthèse de l'évolution du cordon dunaire**

Globalement, au vu des 3 levés dont on dispose à ce stade, on peut considérer le cordon dunaire de Leucate-Plage comme stable. On note cependant en de nombreux points des avancées très modérées du front dunaire (quelques mètres) et localisées principalement dans la partie centrale, et surtout au cours la période la plus récente. Le secteur sud quant à lui est relativement plus évolutif, notamment au niveau du profil 3. Les casiers de ganivelles, tout au sud du secteur (profils 1 et 2) semblent, au regard du peu de recul temporel dont on dispose, apporter une certaine stabilité de la dune dans son ensemble.



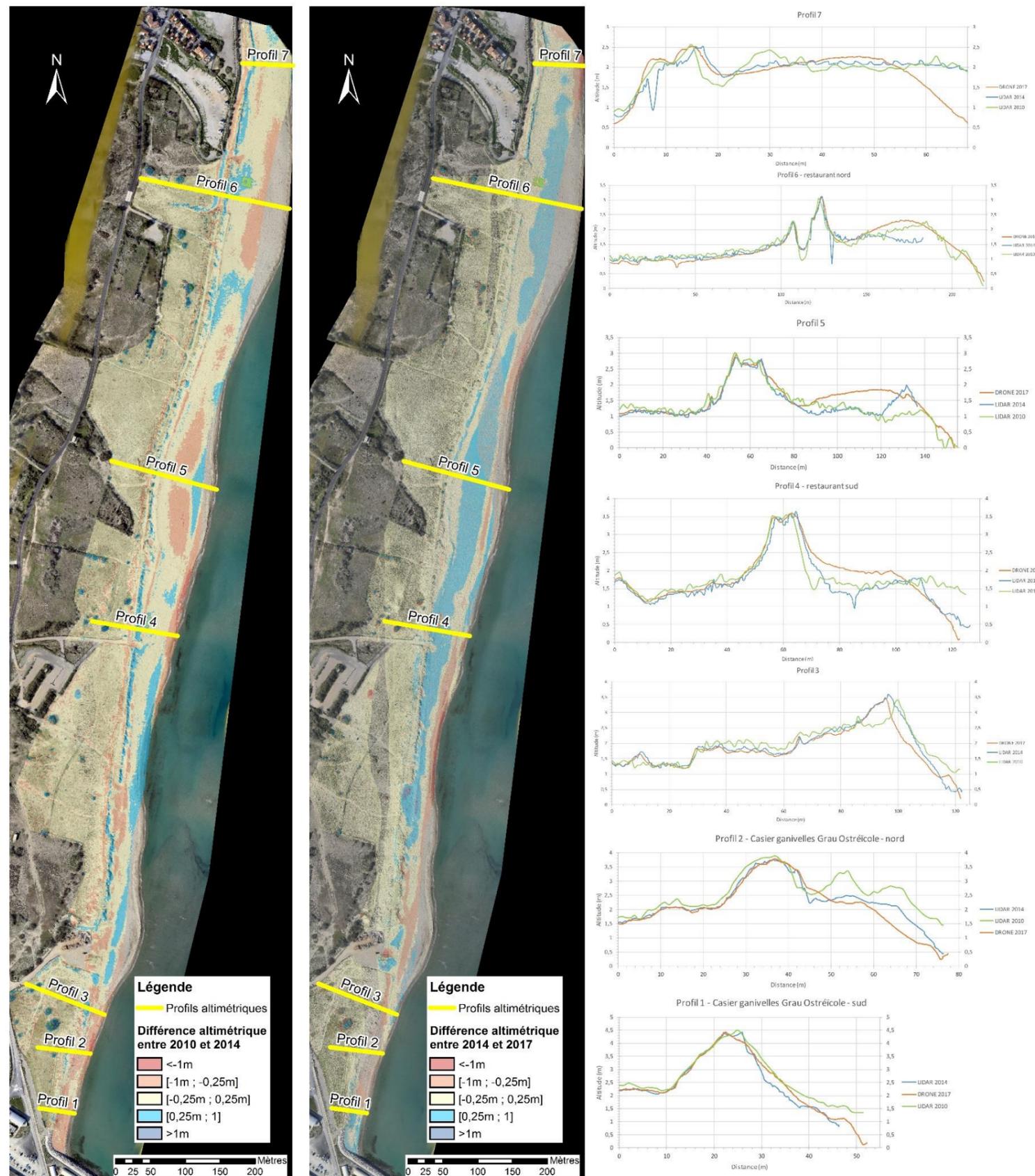


Illustration 48 – Comparaison des altimétries 2010, 2014 et 2017 et évolutions morphologiques du cordon dunaire de Leucate-Plage. En fond, mosaïque orthophotos autogire OBSCAT 2017.



- **Plage émergée**

Ces levés topographiques apportent également des informations importantes quant à l'évolution morphologique et au comportement de la plage émergée. Ainsi, lors de la période 2010-2014, on observe sur la plage émergée des alternances de secteurs en engraissement (augmentation de l'altimétrie, sud du profil 4) et de secteurs en démaigrissement (abaissement de l'altimétrie, profil 6). On peut faire la même observation sur la période 2014-2017, mais on constatera que ces alternances se sont décalées vers le Nord : les secteurs en érosion entre 2010 et 2014 sont en engraissement entre 2014 et 2017 et inversement. Ces variations sont associées à des différences d'altitudes pouvant être importantes : de l'ordre du mètre voire 1,5 m comme dans la moitié nord du secteur, la plus affectée par ce phénomène. On observe également une accumulation de sédiment sur le haut de plage généralisée à l'ensemble du secteur.

Ces variations morphologiques sont liées à la dynamique des barres d'avant-côte qui sous l'effet des houles et de la dérive littorale progressent vers le nord en résultante annuelle. Suivant leur position au large, elles protègent ou non la côte des houles et peuvent également venir alimenter en sable la plage par accolement de celle-ci. Ce phénomène est également bien visible au niveau des sites du Lydia et de Torreilles.

#### **4.4. CELLULE 11 - DE PORT-LEUCATE AU GRAU DE LEUCATE**

Cette cellule est délimitée par le port de Leucate au sud et par le grau des pêcheurs de Leucate au nord qui est également endigué (Illustration 49). Sa fréquentation importante et son urbanisation prononcée en font un secteur particulièrement artificialisé.

La cellule 11 est constituée de sables grossiers (AERMC, 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<sup>ème</sup> 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, et un recul en aval-dérive.

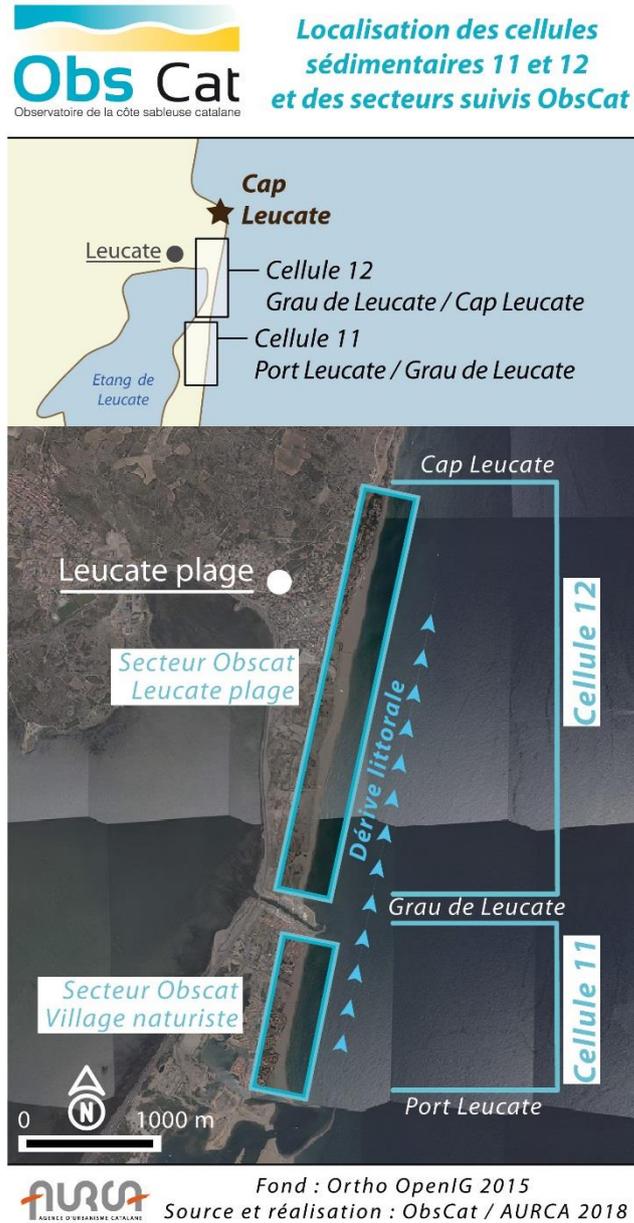


Illustration 49 – Localisation de la cellule 11 et du secteur Village naturistes.

Le port déconnecte également le système de barres d'avant-côte, hormis la barre externe qui a franchi l'ouvrage. L'avant-côte est composée d'une barre de bas de plage, d'une barre interne et d'une barre externe (Aleman, 2013).

#### 4.4.1. Plage du village naturiste de Leucate (Illustration 50)



Illustration 50 – Secteur Village naturiste et profil de référence Vil\_nat14.

#### **Evolution saisonnière du trait de côte**

Sur la période hivernale 2016-2017, le trait de côte, sur une grande partie de la zone sud du secteur, va avancer d'une dizaine de mètres en moyenne avec des valeurs pouvant aller jusqu'à +14 m (Illustration 51). Une zone d'importante d'avancée est également caractérisée dans la partie centrale (+23 m), suivie plus au nord par un recul d'environ -10 m au droit de l'enrochement de l'Aphrodite. L'évolution de la partie nord de ce secteur est quant à elle caractérisée par une zone importante de recul du trait de côte (sur une longueur de près de 200 m au sud du grau), l'érosion se traduisant par un recul du trait de côte atteignant jusqu'à -21 m.

Cette évolution du trait de côte s'accompagne d'un déplacement de la berme dans la même direction. Dans le cas du profil de référence (Illustration 52), celle-ci avance d'environ +10 m ce qui correspond au même ordre de grandeur que l'avancée du trait de côte à ce niveau.

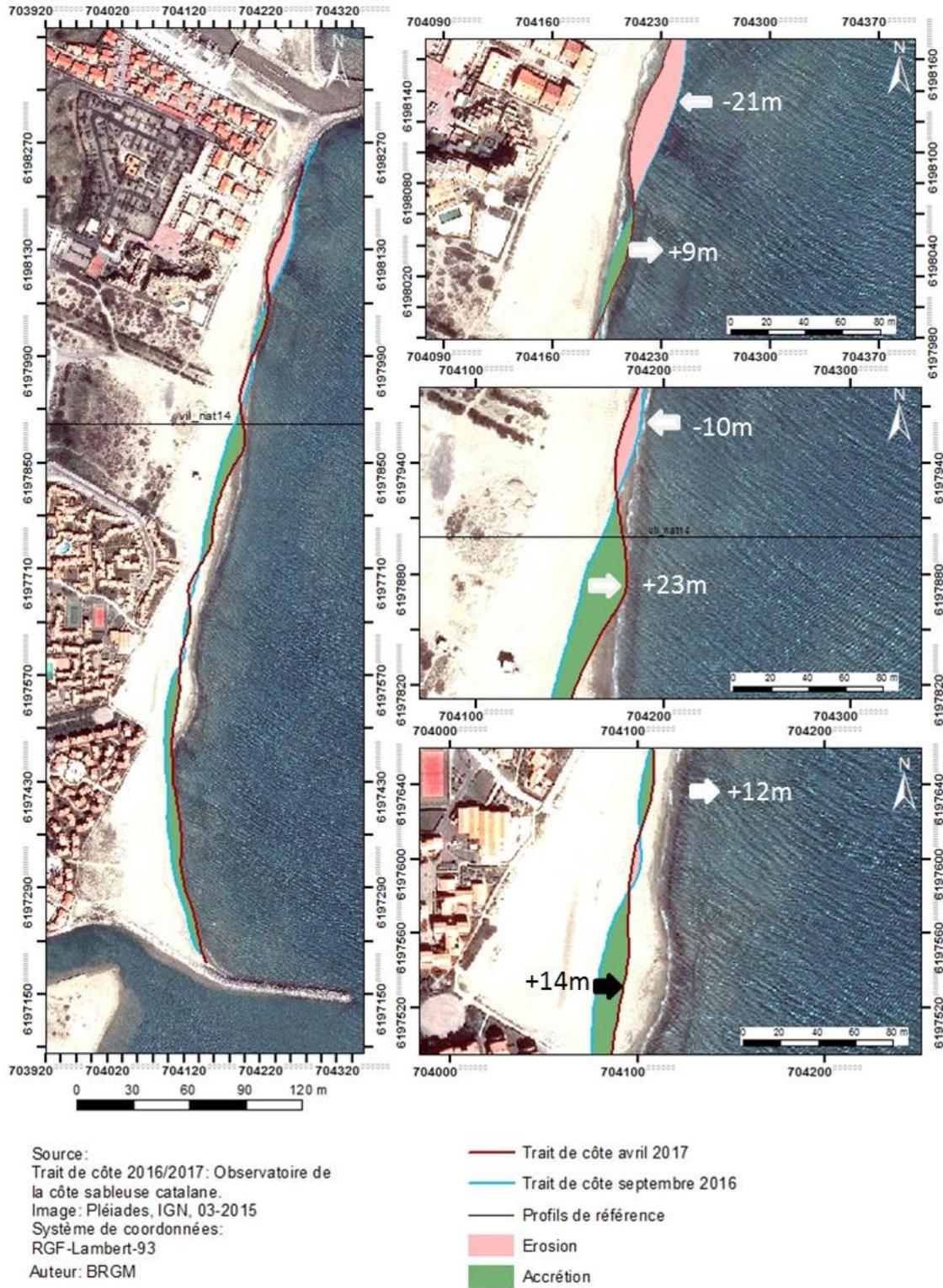


Illustration 51 - Carte des traits de côte et évolution entre septembre 2016 et avril 2017 pour le site du village naturiste.

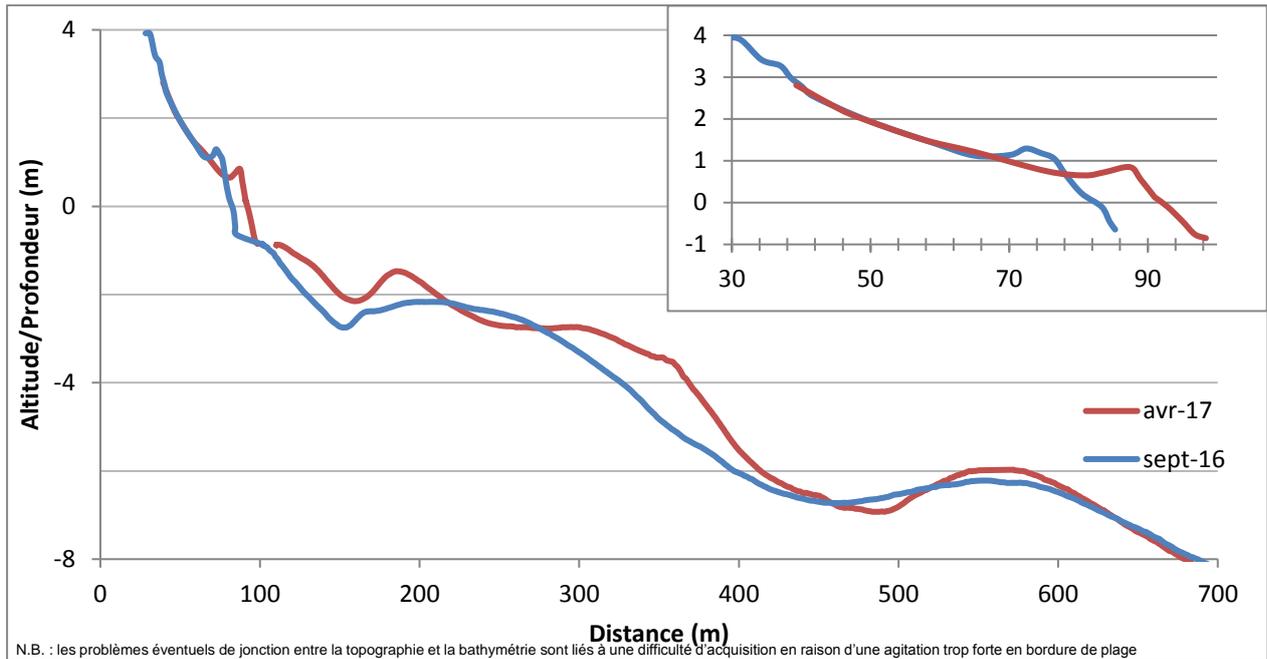


Illustration 52 - Profil de référence vil\_nat14. Septembre 2016 et avril 2017.

### Déplacements sédimentaires saisonniers et annuels

Le bilan sédimentaire pour la période estivale est positif, avec une accrétion sur la totalité de la zone s'élevant à  $+17\,954\text{ m}^3$  (Illustration 54). L'accrétion durant cette période se concentre principalement sur l'avant-côte (Illustration 53 partie gauche), la plage émergée restant relativement stable ( $+1\,695\text{ m}^3$ ).

Durant la période hivernale en revanche, après la forte agitation liée aux tempêtes, l'érosion est importante sur la totalité du secteur ( $-43\,927\text{ m}^3$ ) ainsi que sur la plage émergée ( $-18\,574\text{ m}^3$ ) (Illustration 54). L'évolution de la zone immergée est caractérisée par une mobilité très importante du système de doubles barres d'avant-côte. Les déplacements les plus importants ont lieu dans les parties centrales et nord du site (Illustration 53 partie droite) où une zone de perte de sédiments de 2 mètres d'épaisseur est localisée jusqu'au niveau du trait de côte.

Ces pertes ou gains importants en sédiments durant la période hivernale traduisent la forte mobilité des barres sous-marines d'avant-côte de la zone lorsque celles-ci sont soumises à de fortes tempêtes. L'illustration 52 montre ainsi le déplacement vers l'est du tombant de la barre interne. Ce dernier est localisé au niveau d'une corne de barre externe, qui influence ainsi l'avancée du trait de côte d'une douzaine de mètres environ.

Le profil topo-bathymétrique (Illustration 52) montre également une reformation de la barre interne ainsi que son décalage vers le bas de plage. La fosse ainsi que la barre interne se sont élevées entre septembre 2016 et avril 2017. La barre externe est également plus marquée après le passage de l'hiver : elle s'élève et la fosse externe s'approfondit.

Malgré l'abaissement de la plage émergée dans la partie centrale entre septembre 2016 et avril 2017 (Illustration 53), on note une avancée du trait de côte probablement par un étalement du sable dans les petits fonds (Illustration 52).

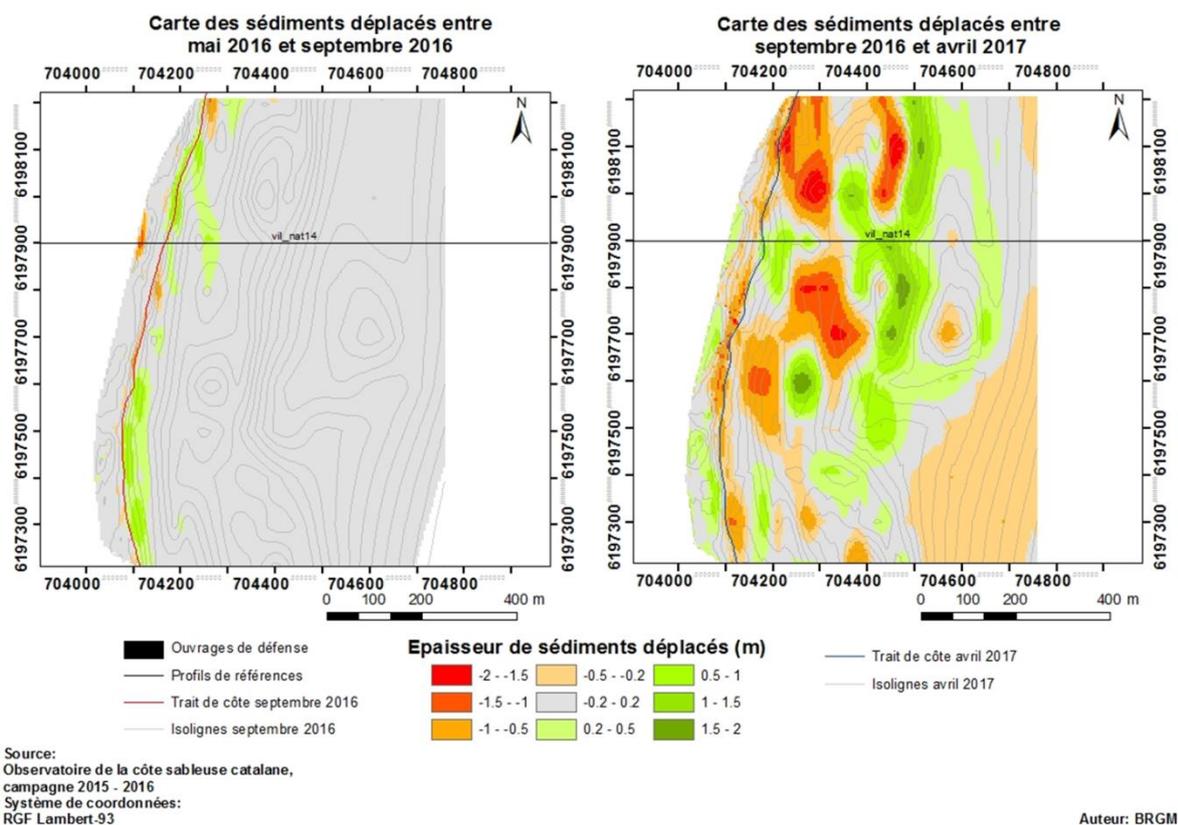


Illustration 53 - Carte annuelle et saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site du village naturiste de Leucate.

Village naturiste 05-2016/09-2016					
Zone	Surface (m <sup>2</sup> )	Accrétion (m <sup>3</sup> )	Erosion (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )	Marge d'erreur (m <sup>3</sup> )
<b>Zone Complète</b>	667 552	29 951	-12 697	17 254	8 241
<b>Zone Immergée</b>	599 053	23 947	-8 388	15 559	7 462
<b>Zone émergée</b>	68 499	6 004	-4 309	1 695	780
Village naturiste 09-2016/04-2017					
Zone	Surface (m <sup>2</sup> )	Accrétion (m <sup>3</sup> )	Erosion (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )	Marge d'erreur (m <sup>3</sup> )
<b>Zone Complète</b>	678 232	117 463	-161 390	-43 927	2 410
<b>Zone Immergée</b>	615635	114 608	-139 961	-25 353	2 211
<b>Zone émergée</b>	62597	2 855	-21 429	-18 574	199

Illustration 54 - Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/ septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site du village naturiste de Leucate.

### Bilan interannuel : bilan sédimentaire et trait de côte

Sur la période septembre 2015 - avril 2017, le bilan sédimentaire cumulé global est négatif avec une érosion de la zone complète de  $-51\,611\text{ m}^3$  durant cette période (Illustration 55). La zone émergée est soumise elle aussi à une tendance négative  $-15\,764\text{ m}^3$  sur la même période. Après un été 2016 ayant permis un léger gain (somme toute relatif eu égard aux marges d'erreur), l'hiver 2016-2017 a donc été marqué par une perte assez importante de  $-18\,574\text{ m}^3$  sur la plage émergée et de  $-43\,927\text{ m}^3$  sur la zone complète.

Les variations en terme de déplacements sédimentaires mais également de position du trait de côte sont les plus importantes au nord et au centre du site et sont à mettre en relation avec les interventions de rechargement de plage effectués régulièrement sur la zone. En effet l'avancée maximale de  $+31\text{ m}$  (Illustration 56) du trait de côte enregistrée au nord du site entre septembre 2015 et mai 2016 est due à un rechargement sédimentaire réalisé avant le second relevé topographique. En outre, ces rechargements réguliers modifient les évolutions naturelles des plages et notamment la morphologie des barres internes ainsi que leurs échanges avec la plage ou les barres externes.

Les variations saisonnières plus marquées au nord du site sont liées aux déplacements latéraux ainsi qu'à la migration vers le Nord de la barre externe (d'une longueur d'onde d'environ  $400\text{ m}$ ), rattachée à la digue du grau au nord. D'autre part les barres internes, beaucoup plus mobiles, peuvent venir alimenter les bermes de bas de plage en faisant ainsi progresser le trait de côte ou se décaler vers le large (les deux dynamiques sont constatées au niveau du profil de référence, Illustration 52).

L'évolution de la zone sud du village naturiste est également soumise aux cyclicités saisonnières des mouvements des barres internes et externes, mais aussi à l'influence de la Tramontane qui entraîne des variations plus uniformes dans les variations du trait de côte.

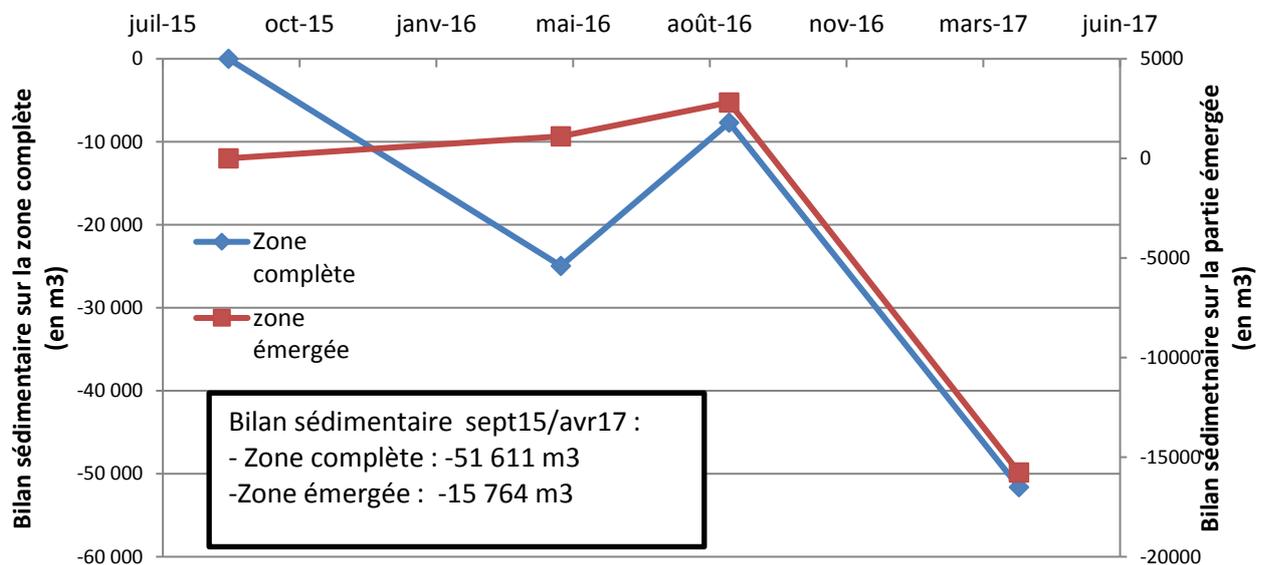


Illustration 55 - Bilans sédimentaires cumulés zone complète et zone émergée entre septembre 2015 et avril 2017 pour le site du village naturiste de Leucate.

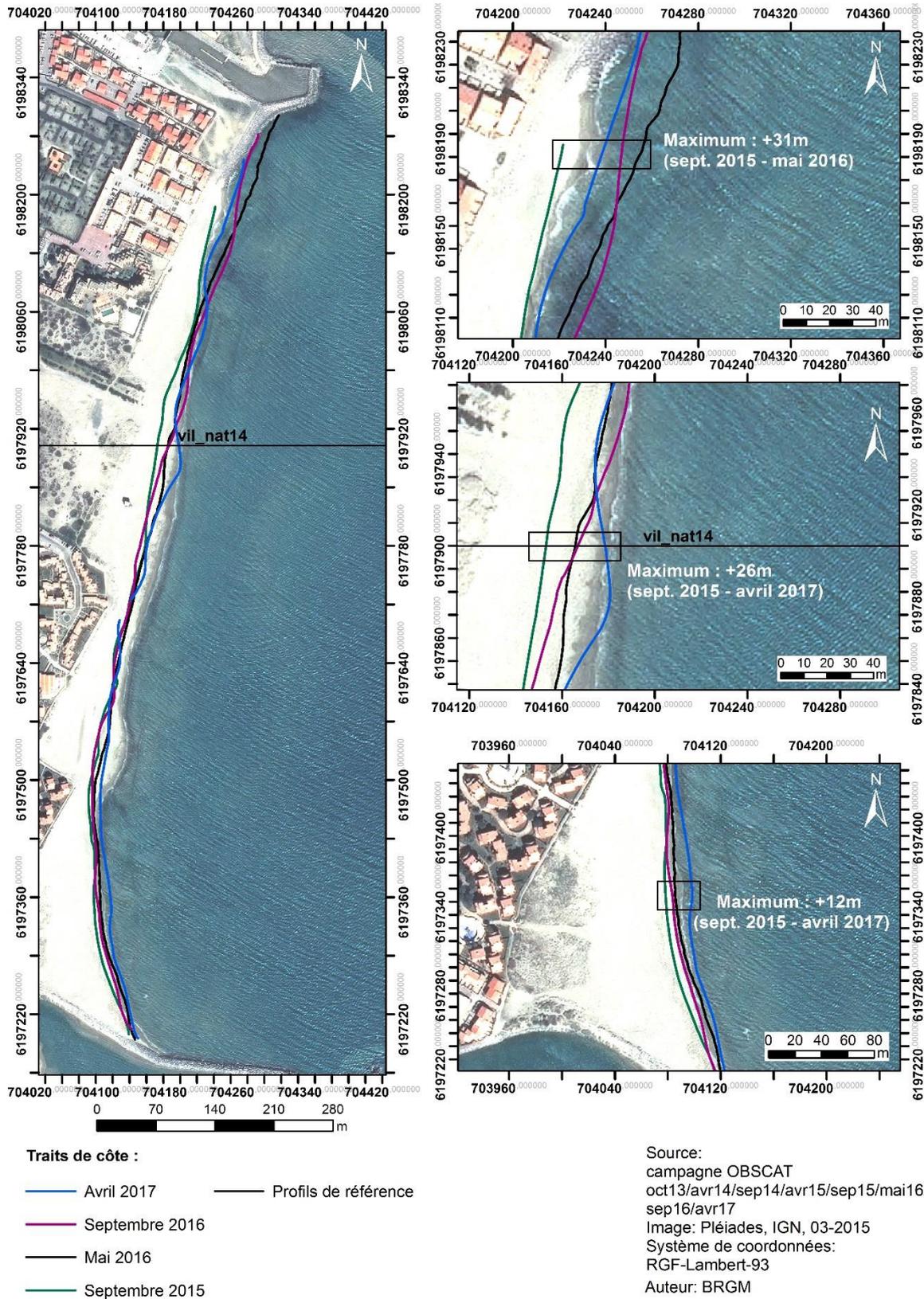


Illustration 56 - Carte des traits de côte entre septembre 2015 et avril 2017 pour le site du village naturiste de Leucate.

#### 4.5. CELLULE 10 – DE LEUCATE A PORT-BARCARES

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 57), à l'exception des 47 ha du Mas de l'Ille (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.

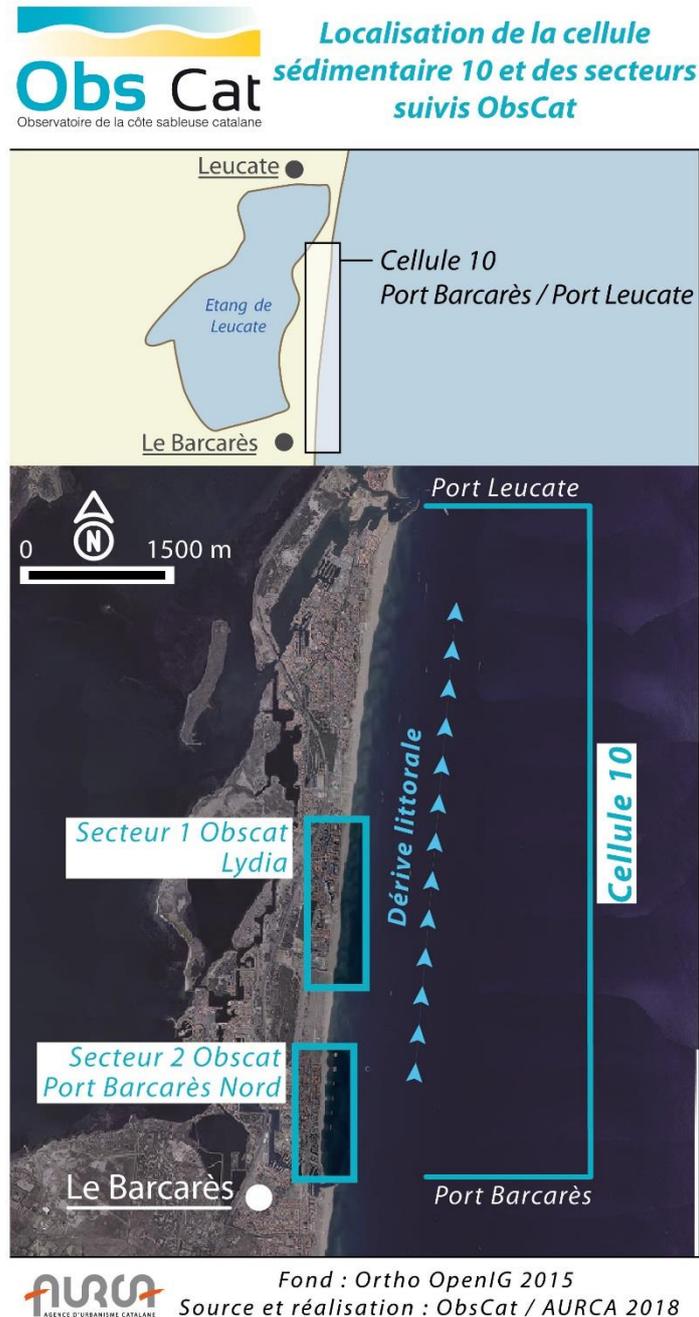


Illustration 57 - Localisation de la cellule hydro-sédimentaire 10 et des secteurs Lydia et Port-Barcarès Nord.

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, 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.

Le cordon littoral de Port-Barcarès est caractérisé par une succession d'épis de plage et de brise-lames (3 brise-lames construits entre 1994, puis 3 de plus en 2014) en réponse à la forte érosion qui menace une zone urbanisée au nord du port. En parallèle de ces aménagements, des rechargements sont effectués sur la cellule depuis au moins 2006, ainsi que des opérations de nettoyage mécanique des plages, jusqu'à trois fois par jour de mi-juin à septembre (EID, 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.

#### 4.5.1. 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 58). Sa partie nord, longée par une promenade est fortement urbanisée. Il subsiste cependant des dunes reliques en voie de réhabilitation sur l'arrière-plage.

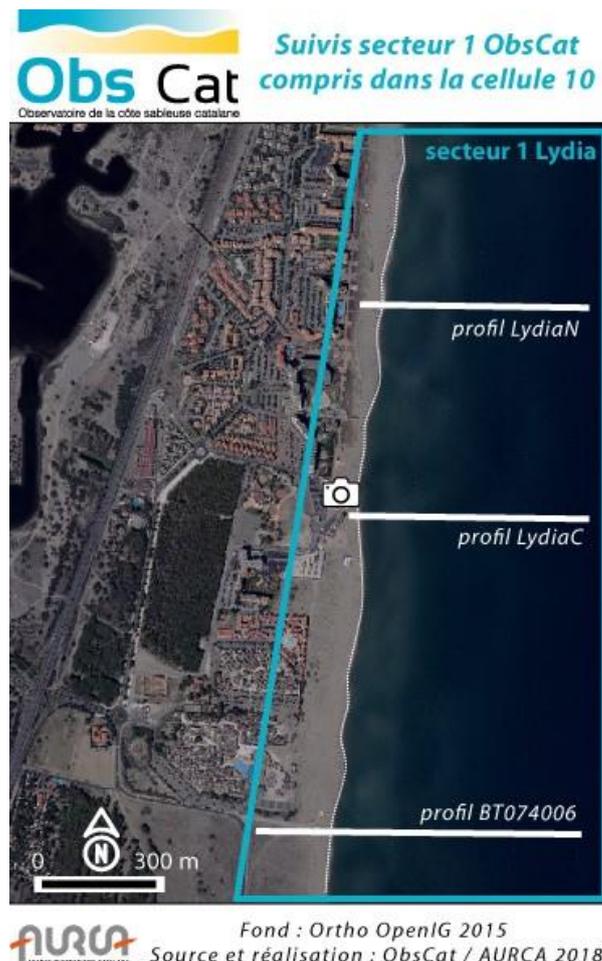


Illustration 58 - Secteur Lydia, profils de référence et prises de vues.

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 (Illustration 59).

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.



Illustration 59 – Suivi photographique au niveau du Lydia. Prise de vue du 07/04/2017 (OBSCAT).

### **Evolution saisonnière du trait de côte**

L'évolution du trait de côte alterne entre des phases d'érosion et d'accrétion autour d'une position d'équilibre (De la Torre *et al.*, 2014). La géométrie festonnée (alternance de crêtes et de baies) du trait de côte est en lien avec la position de la barre externe.

L'évolution du trait de côte lors de l'hiver 2016-2017 semble majoritairement à l'avancée sur l'ensemble de la zone. Seules les pointes des sinuosités, correspondant à la précédente position des cornes de barres externes en septembre 2016, sont érodées.

Ainsi, on constate trois zones d'érosion d'une superficie relativement faible par rapport à la progression générale du trait de côte : la première entre le profil de référence nord et central (recul de -18 m, Illustration 60), la seconde et la plus importante entre le profil de référence central et sud (recul de -25 m), la dernière localisée au nord au profil sud et qui correspond à un recul d'environ -7 m.

La progression de la plage sur le reste de la zone semble suivre un gradient Nord-Sud sur cette période, les avancées les plus importantes étant au nord de la zone (+43 m environ) ; cette avancée correspond à la migration de la corne de barre externe vers le nord du site. Les parties centrales et sud avancent d'une vingtaine et d'une dizaine de mètres respectivement.

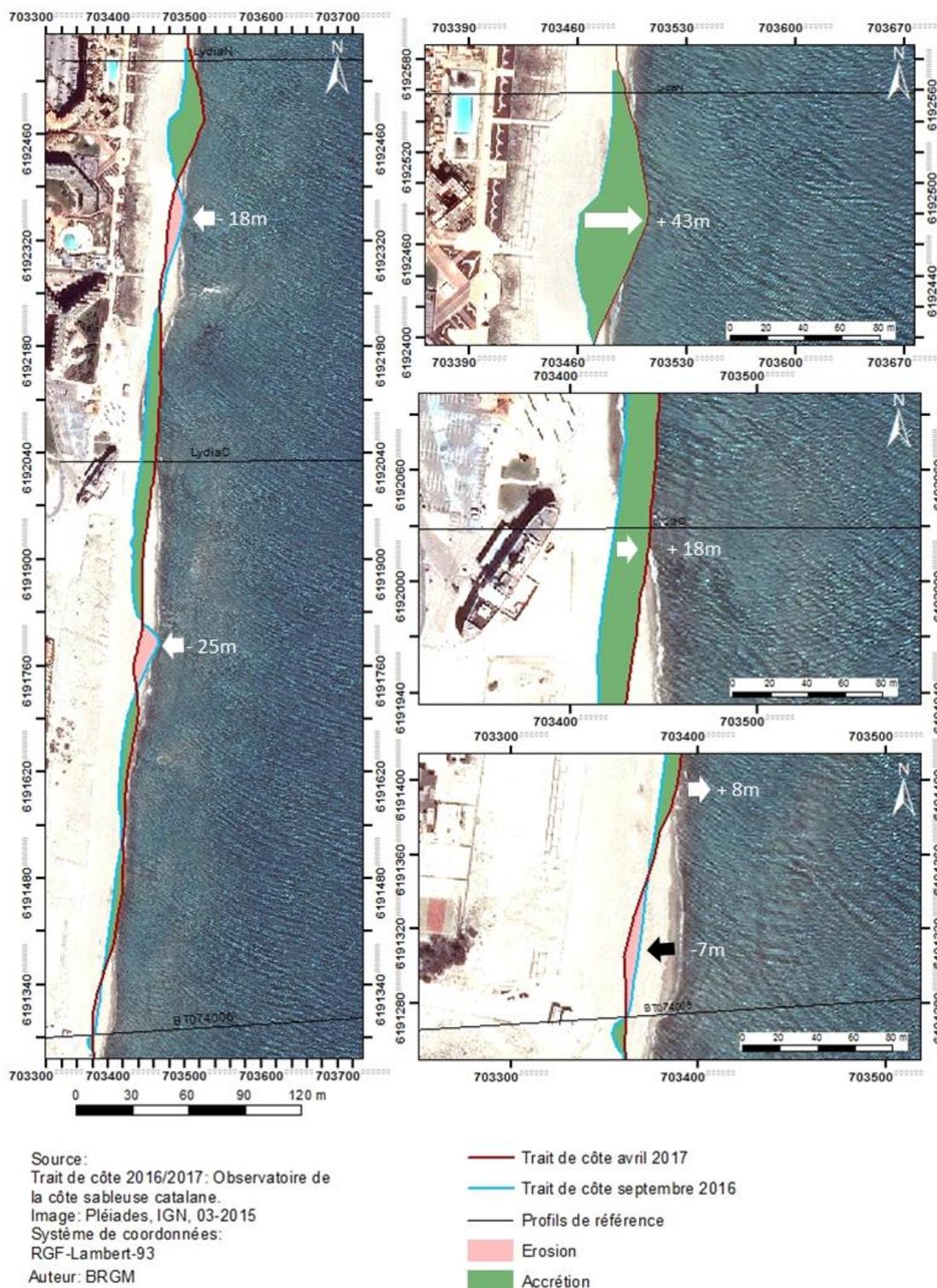


Illustration 60 - Carte des traits de côte et évolution entre septembre 2016 et avril 2017 pour le secteur Lydia.

### **Déplacements sédimentaires saisonniers et annuels**

La dynamique sédimentaire annuelle et saisonnière est très importante et complexe 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, de par ses échanges avec la plage émergée ou immergée.

Pour la saison estivale, entre mai et début octobre 2016, le bilan sédimentaire est positif sur l'ensemble de la zone avec un total de +30 313 m<sup>3</sup> (Illustration 64). Cependant, la partie émergée perd environ -4 332 m<sup>3</sup> de sable durant la même période. On peut attribuer cette perte à 2 petits coups de mer de SSE ayant touché la côte le 13 septembre et le 30 septembre 2016 (HS=1,6m et HS=1,4 m, cf. Illustration 34) juste avant la réalisation du levé topo-bathymétrique les 3 et 5 octobre 2016. Cet impact érosif se note sur la quasi-totalité du linéaire du site (Illustration 64).

Pour la saison hivernale, entre octobre 2016 et avril 2017, le bilan sédimentaire est négatif sur l'ensemble du secteur avec une perte de près de -8 992 m<sup>3</sup> de sable. Cependant, cette évolution n'est pas significative car située dans la marge d'erreur du calcul de volume (+/-9 746 m<sup>3</sup>). La partie émergée cette fois gagne +23 000 m<sup>3</sup> de sédiments. Le phénomène d'érosion de la zone de faible bathymétrie en bas de plage s'est inversé de manière importante par rapport à l'été. En outre on observe également une migration importante des barres externes vers l'Est. Ce sont ces variations de position, visibles sur la totalité des profils de référence (Illustration 61, Illustration 62 et Illustration 63), qui sont responsables des plus gros volumes sableux déplacés durant la période hivernale.

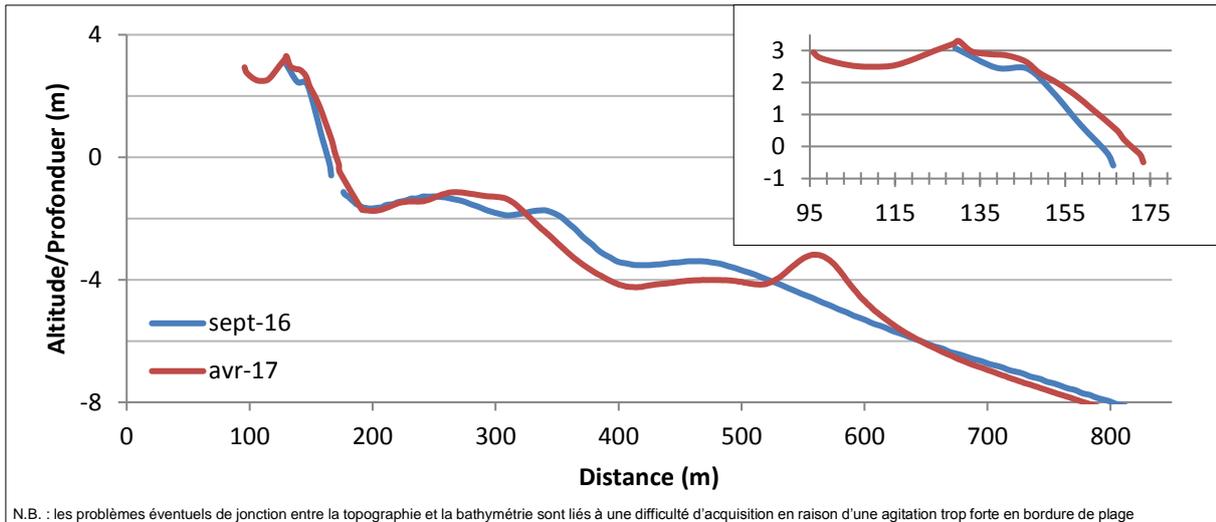


Illustration 61 - Profil Lydia N : Entre septembre 2016 et avril 2017

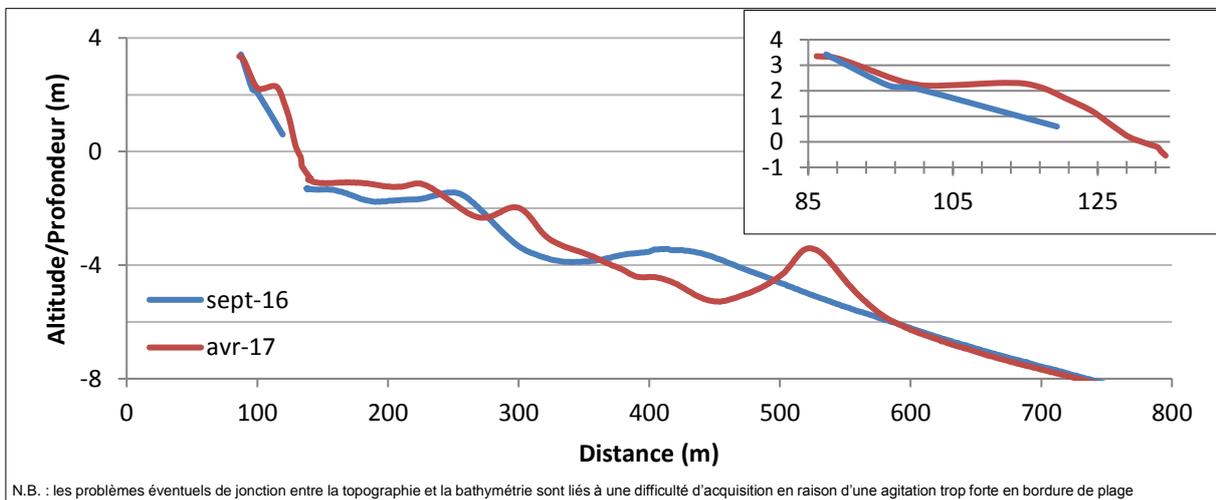


Illustration 62 - Profil Lydia C : Entre septembre 2016 et avril 2017

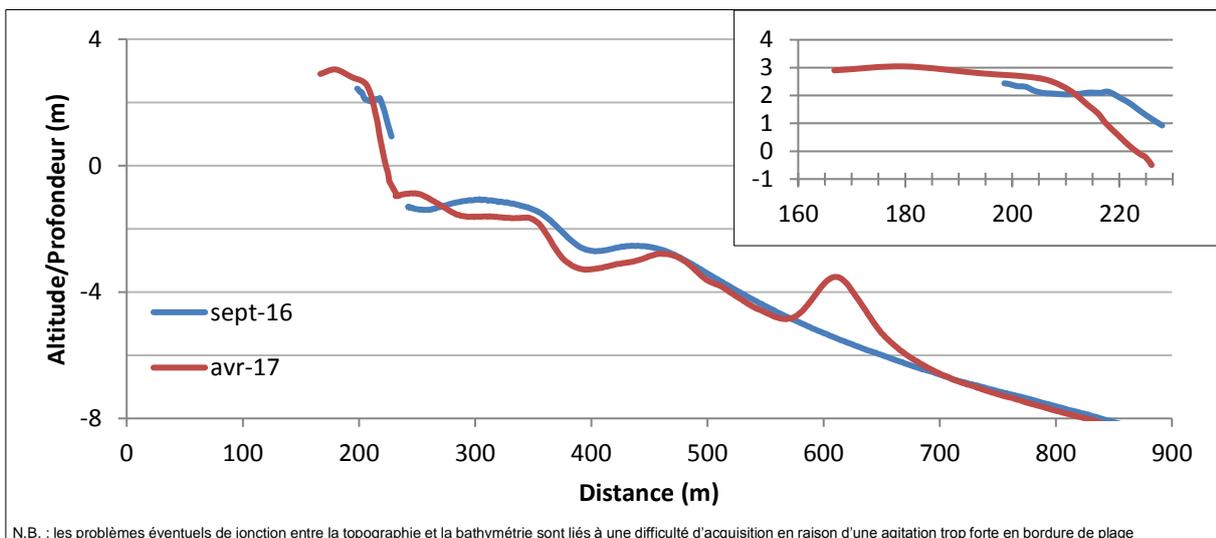


Illustration 63 - Profil BT074006 : Entre septembre 2016 et avril 2017

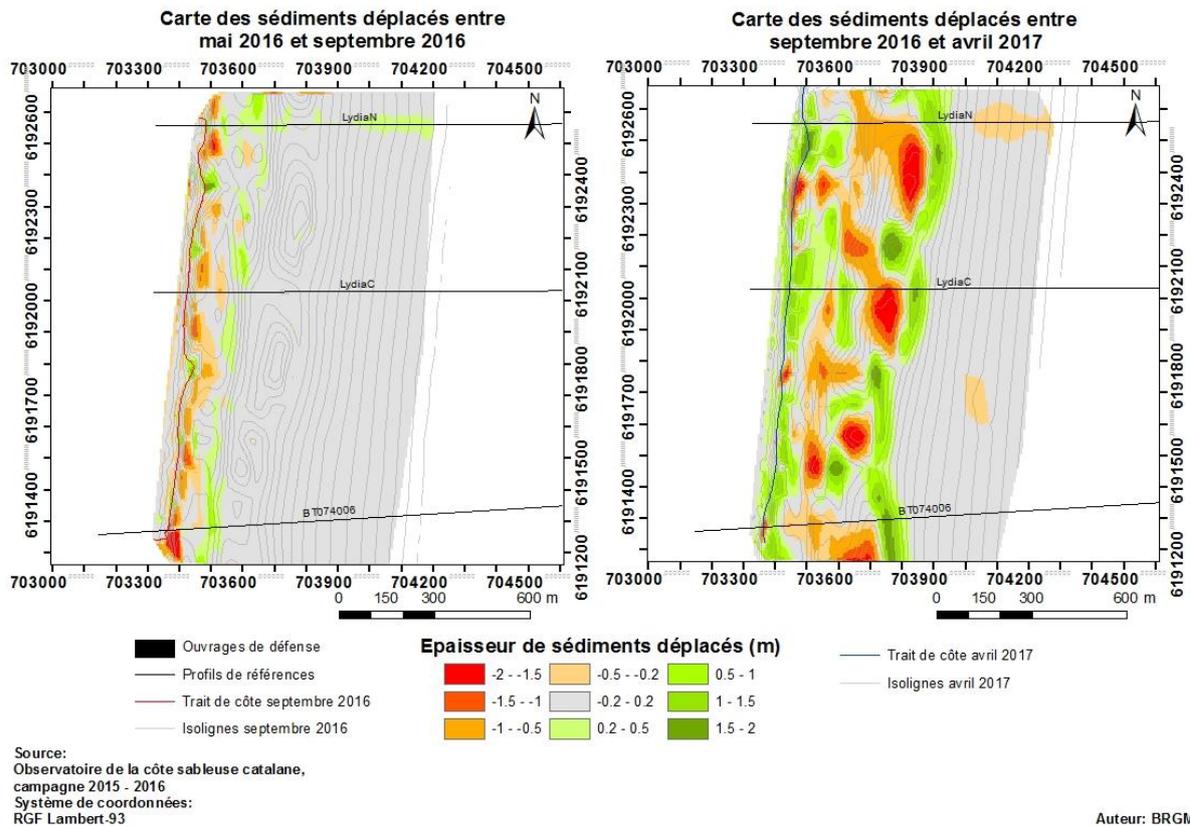


Illustration 64 - Carte annuelle et saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site du Lydia.

Lydia 05-2016/10-2016					
Zone	Surface (m <sup>2</sup> )	Accrétion (m <sup>3</sup> )	Erosion (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )	Marge d'erreur (m <sup>3</sup> )
Zone Complète	1 144 707	87 974	57 661	30 313	20 856
Zone Immergée	1 057 175	78 720	44 075	34 645	20 183
Zone émergée	87 532	9 254	13 586	-4 332	673
Lydia 10-2016/04-2017					
Zone	Surface (m <sup>2</sup> )	Accrétion (m <sup>3</sup> )	Erosion (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )	Marge d'erreur (m <sup>3</sup> )
Zone Complète	1 221 118	229 301	238 293	-8 992	9 746
Zone Immergée	1 134 161	198 808	230 800	-31 992	9 456
Zone émergée	86 957	30 493	7 493	23 000	290

Illustration 65 - Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/ octobre 2016 et octobre 2016/avril 2017 pour le site du Lydia.

### Bilan interannuel : bilan sédimentaire et trait de côte

Sur la période avril 2014 - avril 2017, le bilan sédimentaire est positif (+319 634 m<sup>3</sup> pour la zone complète et +36 450 m<sup>3</sup> pour la zone émergée, Illustration 66). La plage émergée présente de fortes accumulations durant les trois périodes hivernales, qui peuvent être partiellement ou totalement perdues lors de la saison estivale comme ce fut le cas entre avril et novembre 2015.

L'évolution de la zone complète présente plus d'inertie en raison des grandes surfaces concernées. Durant l'hiver 2016/2017, le site perd du sédiment pour la première fois depuis le début des relevés de l'observatoire, toutefois, ces pertes ne sont pas significatives au regard de la marge d'erreur associée.

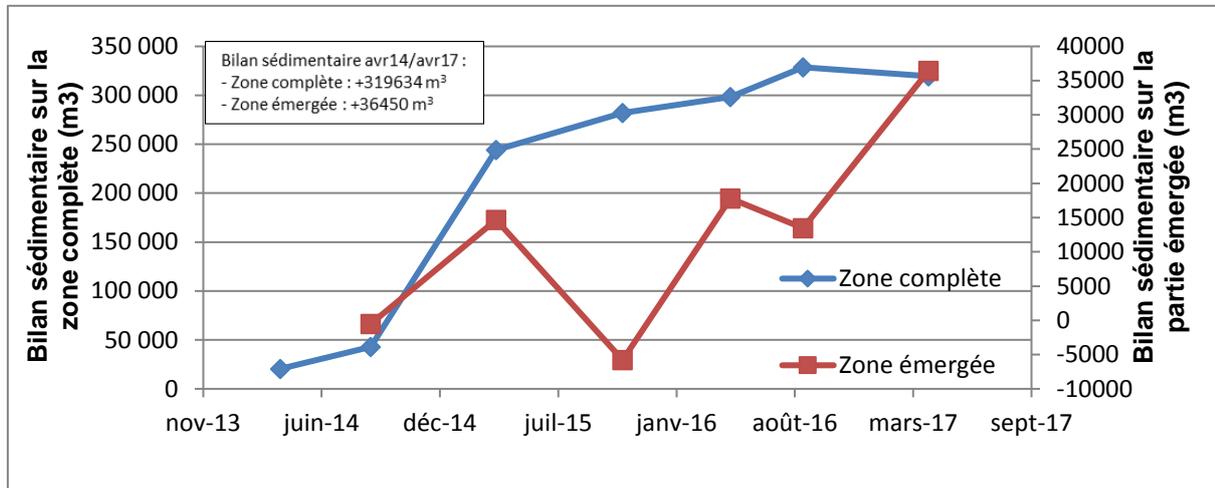


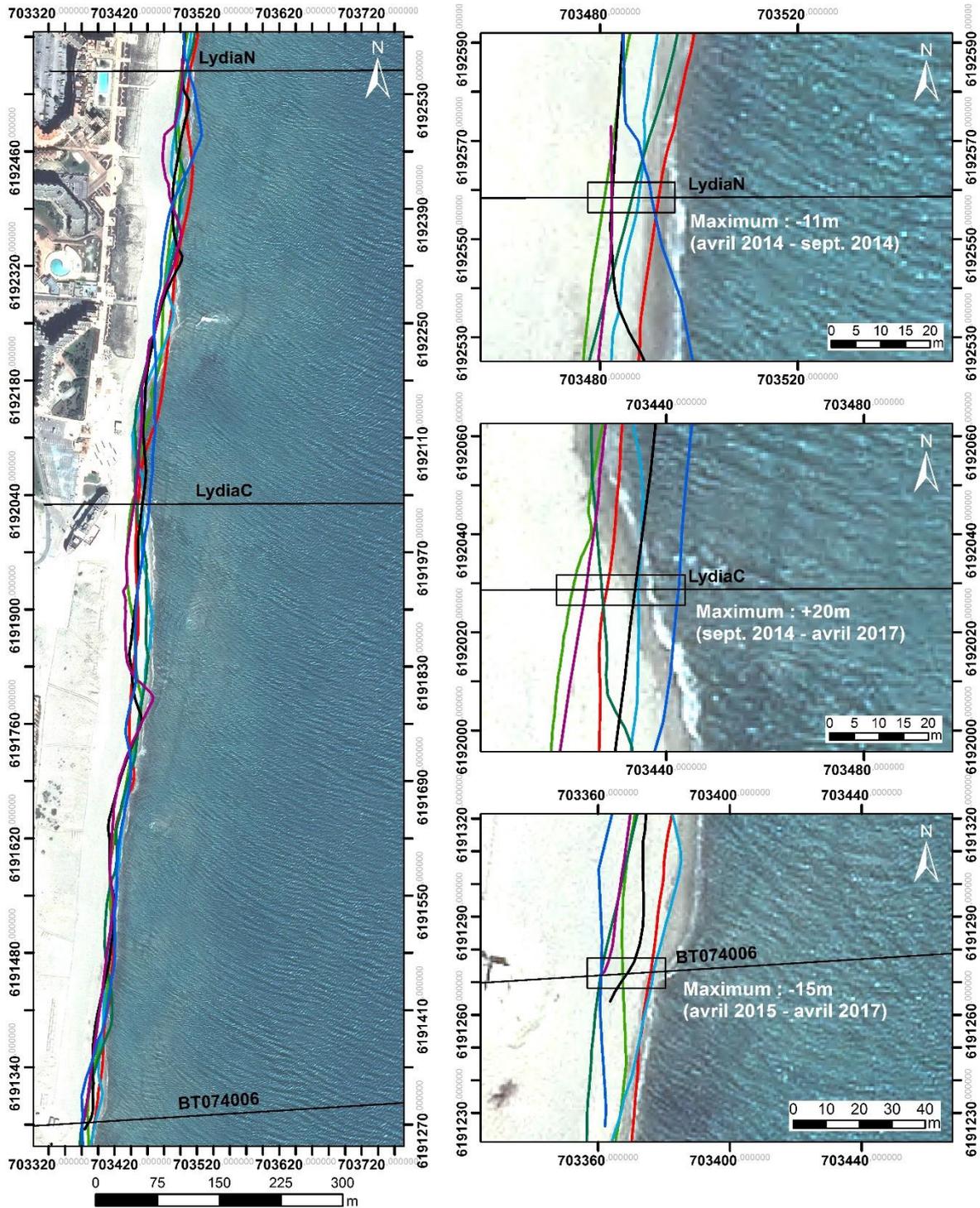
Illustration 66 - Bilans sédimentaires cumulés des zones complètes et émergées entre Octobre 2013 et avril 2017 pour le site du Lydia.

La dynamique naturelle opérant sur le secteur du Lydia entraîne de fortes variations dans la position du trait de côte entre octobre 2013 et avril 2017. Si les secteurs nord et sud ont surtout reculé en 2014 et 2015 respectivement (Illustration 67) le secteur central au droit du navire Lydia est en progression de près de 20 m sur la période septembre 2014/avril 2017.

Les sources d'avancée et de recul du trait de côte sur le long terme sont ici principalement 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, entraîne des variations de l'ordre d'une dizaine de mètres au niveau des zones impactées. A plus court terme, c'est la position des barres internes et leurs échanges ou non avec la plage qui influence la dynamique du trait de côte.

Les évolutions de l'hiver 2016-2017 semblent assez dépendantes de la morphologie à l'issue de la saison estivale. Ainsi, les faibles profondeurs des barres internes (proches du rivage) à l'issue de l'été 2016, favoriseraient un accollement de celles-ci à la côte. Ces houles n'affectent cependant pas ou peu la position du trait de côte dont les avancées correspondent à la position des cornes de barres externes.

Le déferlement des houles hivernales d'ESE à SSE, très énergétiques, sur la barre externe a entraîné un décalage de celle-ci vers le large. Elle migre également vers le Nord ce qui explique l'érosion des avancées dans le trait de côte liées à leur ancienne position.



Traits de côte :

- |  |   |   |
|--|---|---|
| <span style="color: blue;">—</span> Avril 2017       | <span style="color: cyan;">—</span> Avril 2015      | <span style="color: black;">—</span> Profils de référence |
| <span style="color: purple;">—</span> Septembre 2016 | <span style="color: green;">—</span> Septembre 2014 |   |
| <span style="color: black;">—</span> Mai 2016        | <span style="color: red;">—</span> Avril 2014       |   |
| <span style="color: teal;">—</span> Septembre 2015   | <span style="color: yellow;">—</span> Octobre 2013  |   |

Source:  
 campagne OBSCAT  
 oct13/avr14/sep14/avr15/sep15/mai16/  
 sep16/avr17  
 Image: Pléiades, IGN, 03-2015  
 Système de coordonnées:  
 RGF-Lambert-93  
 Auteur: BRGM

Illustration 67 - Carte des traits de côte entre octobre 2013 et avril 2017 pour le site du Lydia

#### 4.5.2. 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'Ille au nord sur 1,3 km (Illustration 68). Le secteur est fortement impacté par les ouvrages de défense (2 épis, 6 brise-lames, et une infrastructure portuaire) présents sur ce littoral. Les brise-lames dont trois sont présents depuis 1994 et trois autres ont été ajoutés en 2014 (sur la partie nord du secteur) induisent un partitionnement de la cellule sédimentaire. Ces méthodes de défense « dures » sont complétées par un mode de défense « doux » avec des rechargements sédimentaires réguliers et des mises en défend du cordon dunaire.

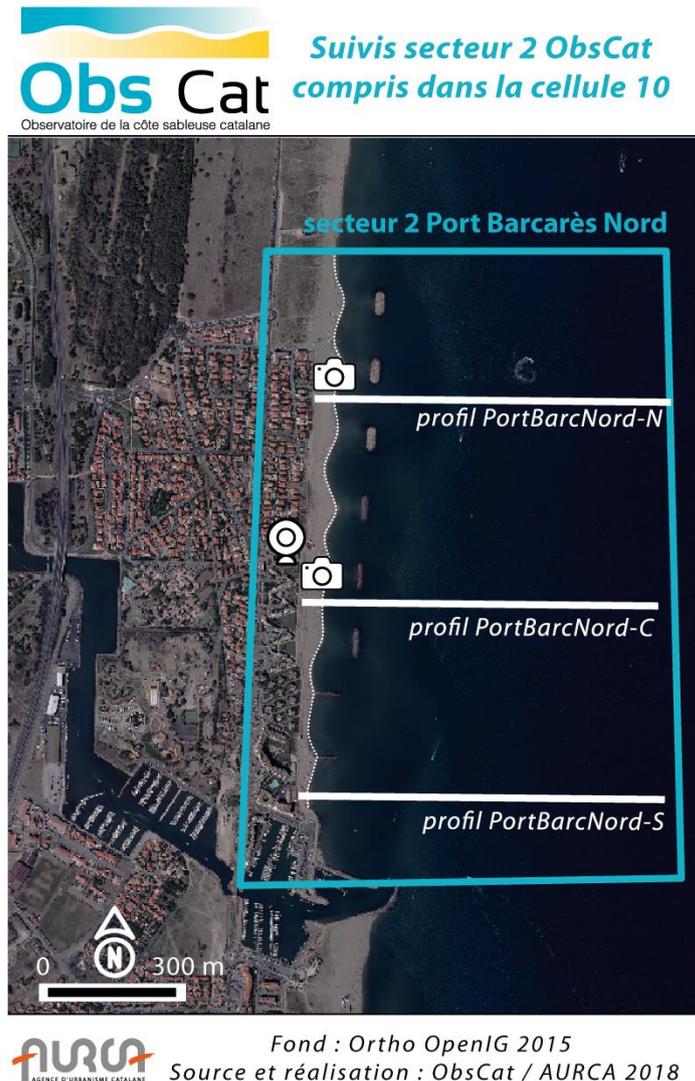


Illustration 68 – Secteur de Port Barcarès, profils de référence et prises de vue.

La plage a ainsi tendance à se creuser entre les ouvrages 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 accretion 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, Illustration 69)

L'arrière-plage est longée par une promenade et des résidences de bord de mer. On retrouve également des enrochements sur cette arrière-plage sur la partie sud, et des dunes reliques en

réhabilitation (installation de casiers de ganivelles) en avant des habitations (Illustration 70). La pente du profil de plage est douce avec une berme bien marquée au sud et sur les flancs de tombolo.

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.



*Illustration 69 – Suivi photographique de Port Barcarès nord. A gauche (haut et bas), bas de plage et tombolos au niveau du profil topographique de référence PortBarcNord-C ; à droite (haut et bas), secteur sud, au niveau des épis. OBSCAT, Campagne avril 2017.*



*Illustration 70 – Suivi photographique de Port Barcarès nord au niveau du profil topographique de référence PortBarcNord-N. A gauche (haut et bas), casiers de ganivelles ; à droite (haut et bas), pente douce du profil. OBSCAT, Campagne avril 2017.*

### ***Evolution saisonnière du trait de côte***

Durant la période septembre 2016 - avril 2017, l'évolution du trait de côte de la zone est contrastée, entre un secteur central en net recul, un secteur nord en avancée et sud stable. En effet, le secteur nord au droit des trois nouveaux brises lames (BL4 à BL6), régulièrement rechargé, est en avancée importante d'une dizaine de mètres sur la totalité de sa longueur (Illustration 71) avec un pic de progression de +57 m dû à la formation d'un tombolo derrière le brise-lame BL5.

Le secteur central au droit des anciens brises lames (BL1 à BL3) est soumis à la dynamique inverse : le recul est d'ici de -15 m maximum au niveau du profil central de référence (Illustration 71). Une accumulation au nord de l'EP1 ainsi que dans la partie centrale entre les deux épis pourrait être due aux périodes de fortes tramontanes observées avant et durant la campagne de printemps. Ces vents forts peuvent en effet inverser localement et sur de courtes périodes le sens de la dérive littorale, fournissant ainsi du sédiment au secteur sud.

Bien qu'étant en dynamique d'élargissement de la plage, la zone de part et d'autre de l'épi nord (EP2) a subi des dégâts importants lors de la tempête du 13 octobre 2016. En effet le chemin côtier (promenade de la mer) fut partiellement détruit au droit de l'ouvrage et des blocs de bétons localisés entre la plage et le chemin furent arrachés ou déplacés (Illustration 72).

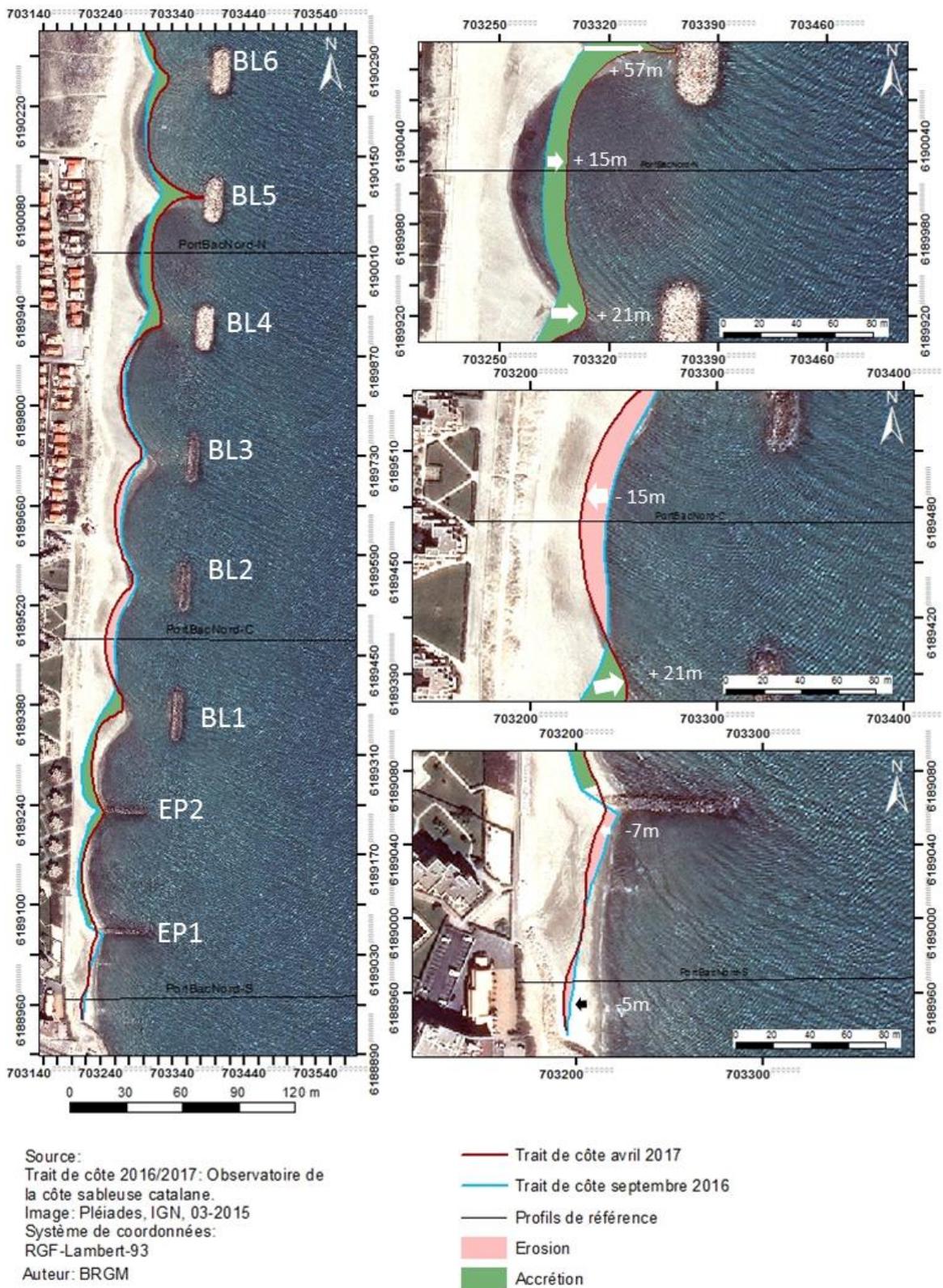


Illustration 71 - Carte des traits de côte et évolution entre septembre 2016 et avril 2017 pour le site de Port-Barcarès Nord.



*Illustration 72 - Photographies des dégâts causés par la tempête du 13 octobre 2016 (source : OBSCAT, campagne 04/2016).*

### **Déplacements sédimentaires saisonniers**

Les variations dans les déplacements sédimentaires saisonniers entre les périodes estivales et hivernales sont très contrastées (Illustration 73 et Illustration 74).

Pour la période estivale, entre mai et septembre 2016, on ne note que peu de changements dans la topographie et la bathymétrie du site (Illustration 73). De légères accumulations de sédiments sont constatées au niveau de l'avant côte dans les zones proches du bas de plage. Quelques zones d'érosion, notamment à l'est du BL3. Les volumes déplacés sont positifs pour les trois zones mais sont toutefois peu importants au regard de la surface totale du site étudié (près de 1 200 000 m<sup>2</sup> pour la période estivale, Illustration 74).

Pour la période hivernale, entre septembre 2016 et avril 2017, les déplacements sont beaucoup plus importants : environ 600 000 m<sup>3</sup> de sédiments (volumes en érosion et accrétion cumulés), soit environ 7 fois plus que durant l'été. Les mouvements les plus significatifs sont localisés dans la bande des 500 m par rapport au haut de plage (Illustration 73), ils concernent principalement les déplacements des barres internes et externes. On peut en effet constater une accumulation de sédiments vers le large sur la quasi-totalité du site. Cette accumulation se traduit par l'engraissement de la barre externe (Illustration 75 et Illustration 76). Dans les deux cas, cette accumulation se fait au détriment du tombant de barre interne qui s'érode et fournit les sédiments nécessaires aux accumulations sur les barres externes.

Les déplacements sédimentaires illustrent également une accrétion de la zone émergée ; celle-ci gagne 17 139 m<sup>3</sup> de sédiments durant l'hiver (Illustration 74). Malgré une érosion des baies derrière les anciens brises lames BL1 à BL3 ayant entraîné le recul du trait de côte durant cette période dans cette zone.

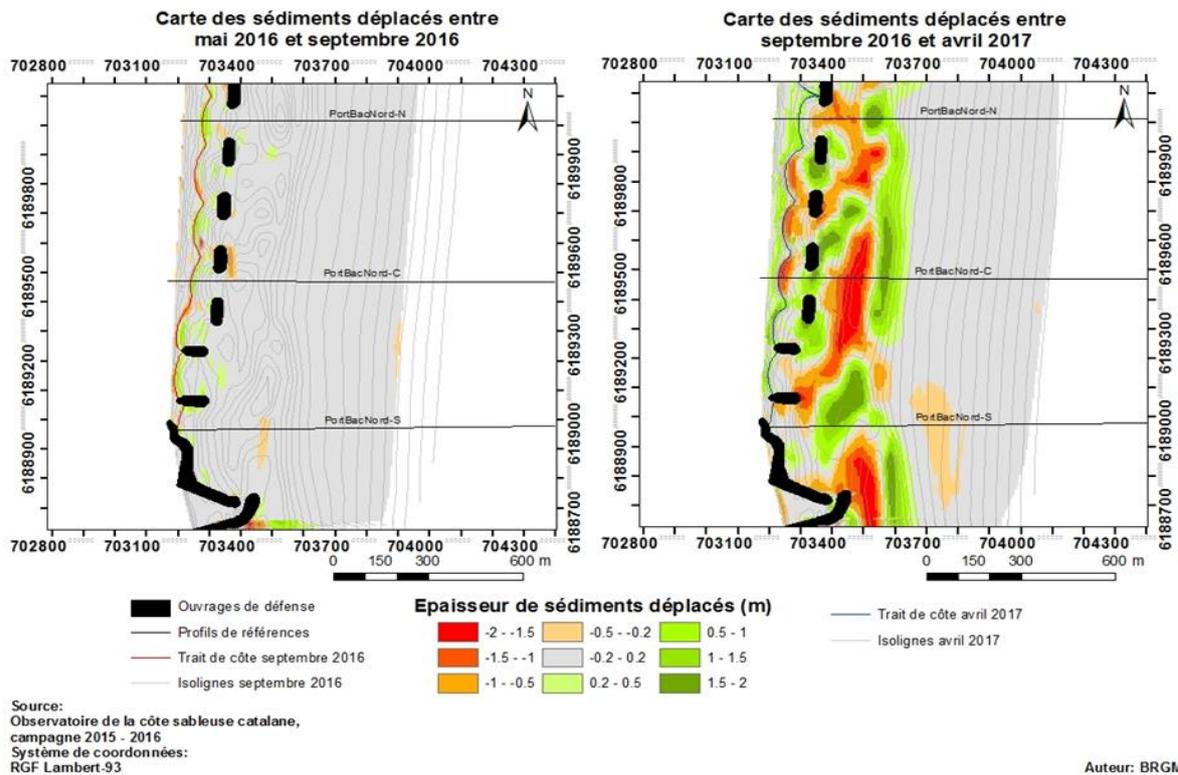


Illustration 73 - Carte annuelle et saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site de Port Barcarès Nord.

Port Barcarès Nord 09-2016/05-2016					
Zone	Surface (m <sup>2</sup> )	Accrétion (m <sup>3</sup> )	Erosion (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )	Marge d'erreur (m <sup>3</sup> )
Zone Complète	1 210 435	43 970	42 175	1 795	14 700
Zone Immergée	1 098 697	36 673	35 302	1 371	13 556
Zone émergée	111 738	7 297	6 873	424	1 144
Port Barcarès Nord 09-2016/04-2017					
Zone	Surface (m <sup>2</sup> )	Accrétion (m <sup>3</sup> )	Erosion (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )	Marge d'erreur (m <sup>3</sup> )
Zone Complète	1 479 558	268 057	317 935	-49 878	12 248
Zone Immergée	1 364 127	242 927	309 944	-67 017	11 558
Zone émergée	115 431	25 130	7 991	17 139	691

Illustration 74 - Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/ septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site de Port Barcarès Nord.

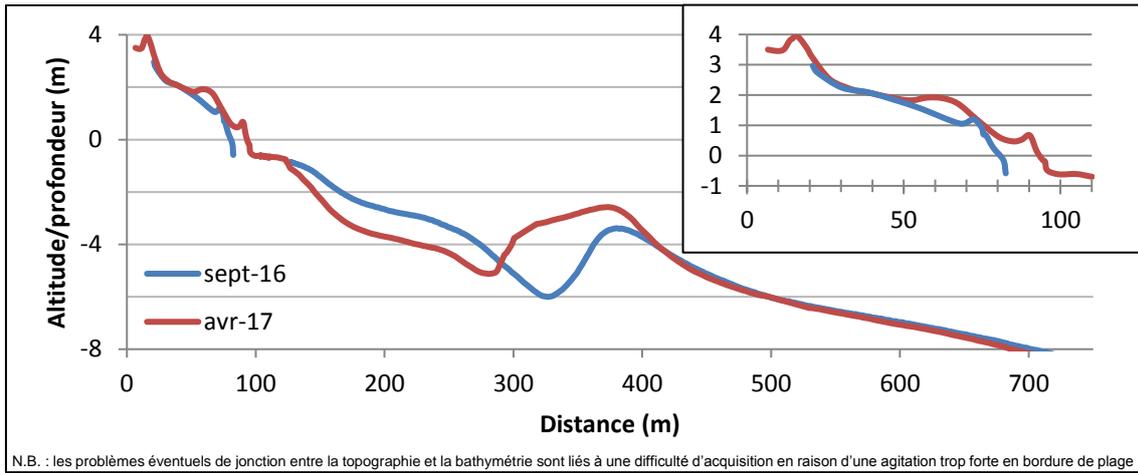


Illustration 75 - Profil PortBarcNord-N entre septembre 2016 et avril 2017

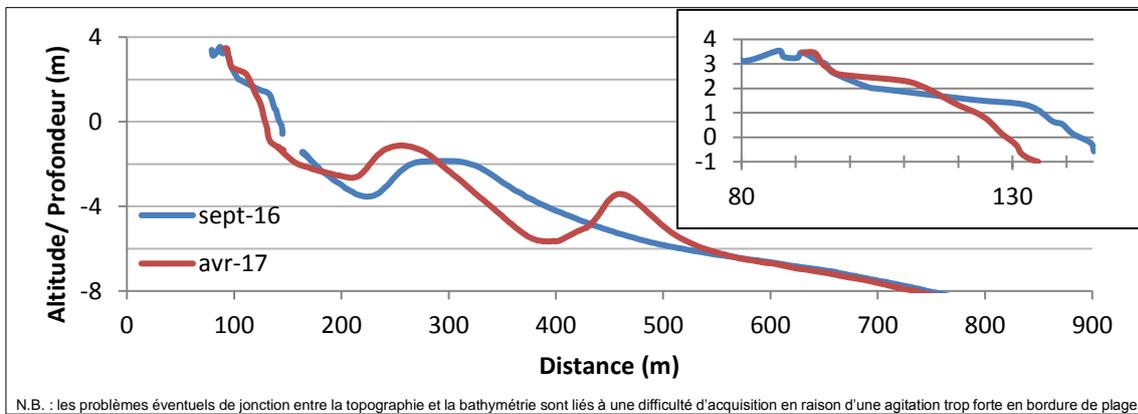


Illustration 76 - Profil PortBarcNord-C entre septembre 2016 et avril 2017

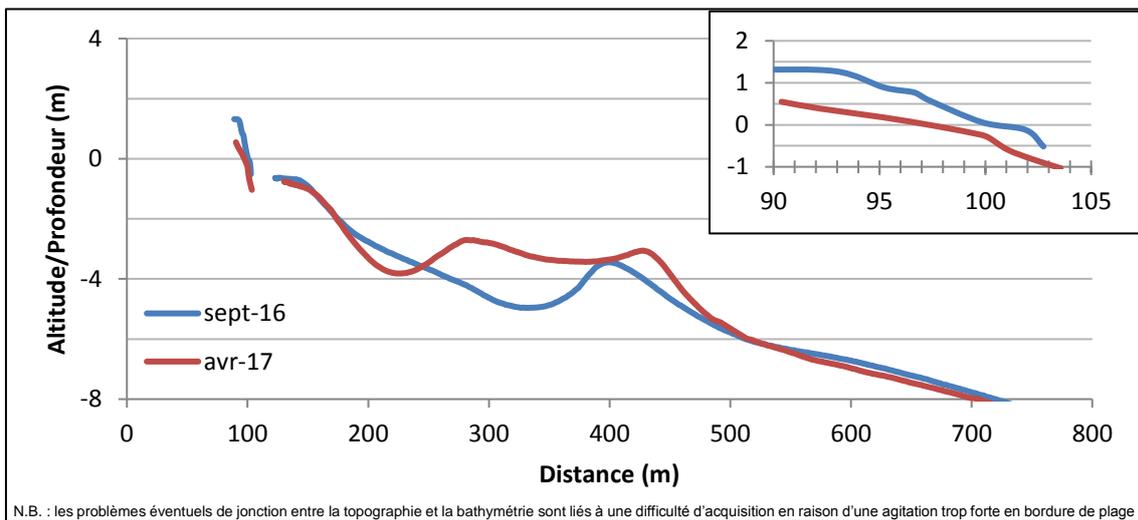


Illustration 77 - Profil PortBarcNord-S entre septembre 2016 et avril 2017

## ***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 Juin 2017. 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 2016-2017. La période 2014-2016 ayant déjà été décrite par Lothe *et al.* en 2016 (Rapport OBSCAT année 3).

### **• Evolution du trait de côte de novembre 2014 à Juin 2017**

#### 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 78 indique les 118 dates retenues pour l'analyse de l'évolution à moyen terme et du recul événementiel lors des tempêtes.

20/10/2014	14/01/2015	15/03/2015	17/05/2015	28/09/2015	26/02/2016	30/08/2016	11/02/2017
31/10/2014	22/01/2015	20/03/2015	30/05/2015	02/10/2015	16/03/2016	10/09/2016	15/02/2017
13/11/2014	25/01/2015	22/03/2015	04/06/2015	03/10/2015	01/04/2016	26/09/2016	27/02/2017
19/11/2014	29/01/2015	23/03/2015	05/06/2015	15/10/2015	19/04/2016	10/10/2016	13/03/2017
27/11/2014	01/02/2015	24/03/2015	10/06/2015	31/10/2015	29/04/2016	14/10/2016	24/03/2017
01/12/2014	03/02/2015	27/03/2015	15/06/2015	05/11/2015	06/05/2016	26/10/2016	27/03/2017
02/12/2014	06/02/2015	30/03/2015	16/06/2015	14/11/2015	12/05/2016	07/11/2016	05/04/2017
03/12/2014	09/02/2015	02/04/2015	20/06/2015	29/11/2015	16/05/2016	20/11/2016	17/04/2017
13/12/2014	15/02/2015	07/04/2015	30/06/2015	13/12/2015	29/05/2016	25/11/2016	28/04/2017
16/12/2014	23/02/2015	13/04/2015	14/07/2015	24/12/2015	14/06/2016	06/12/2016	08/05/2017
18/12/2014	24/02/2015	15/04/2015	01/08/2015	04/01/2016	20/06/2016	19/12/2016	05/06/2017
20/12/2014	26/02/2015	19/04/2015	17/08/2015	15/01/2016	02/07/2016	02/01/2017	16/06/2017
25/12/2014	01/03/2015	30/04/2015	01/09/2015	05/02/2016	09/07/2016	15/01/2017	30/06/2017
29/12/2014	04/03/2015	01/05/2015	17/09/2015	13/02/2016	31/07/2016	25/01/2017	
02/01/2015	07/03/2015	15/05/2015	27/09/2015	17/02/2016	06/08/2016	30/01/2017	

*Illustration 78 - Dates des traits de côte retenus pour l'analyse des évolutions d'Octobre 2014 à juin 2017. Les dates surlignées sont celles ajoutées pour l'année de l'année 4 de l'OBSCAT.*

#### Description des évolutions du trait de côte

L'illustration 79 ci-dessous présente l'ensemble des traits de côte analysés durant la période 2016-2017. La comparaison des différentes positions du trait de côte permet de dégager différentes zones à évolutions différentes.

La plus grande variabilité est observée au nord du site où l'équilibre suite à la mise en place des brises lames en 2014 (BL4, 5 et 6) n'est toujours pas atteint. L'amplitude des évolutions est plus

importante au niveau des tombolos, notamment celui localisé derrière le brise lame n°5, dont la formation complète début avril engendre un déplacement allant jusqu'à 74 mètres sur la période 2016-2017. Les variations dans cette zone nord sont moins importantes au niveau des baies (35 mètres environ) que des brises lames (45 mètres en moyenne).

Par ailleurs, le trait de côte est plus stable au droit des anciens brises lames (BL1, 2 et 3) où les variations sont de l'ordre de 20 m. La largeur de la plage est plus faible durant les périodes hivernales qu'en été où celle-ci s'élargit par reconstruction naturelle. La variabilité est également plus importante au sud du site entre la digue du port et le premier épi (30m environ sur toute la zone) ce qui est relativement important par rapport à l'étroitesse de la plage dans ce secteur. Par ailleurs, cette évolution n'est pas linéaire dans le temps et ces différentes zones décrites n'évoluent pas non plus de la même façon.

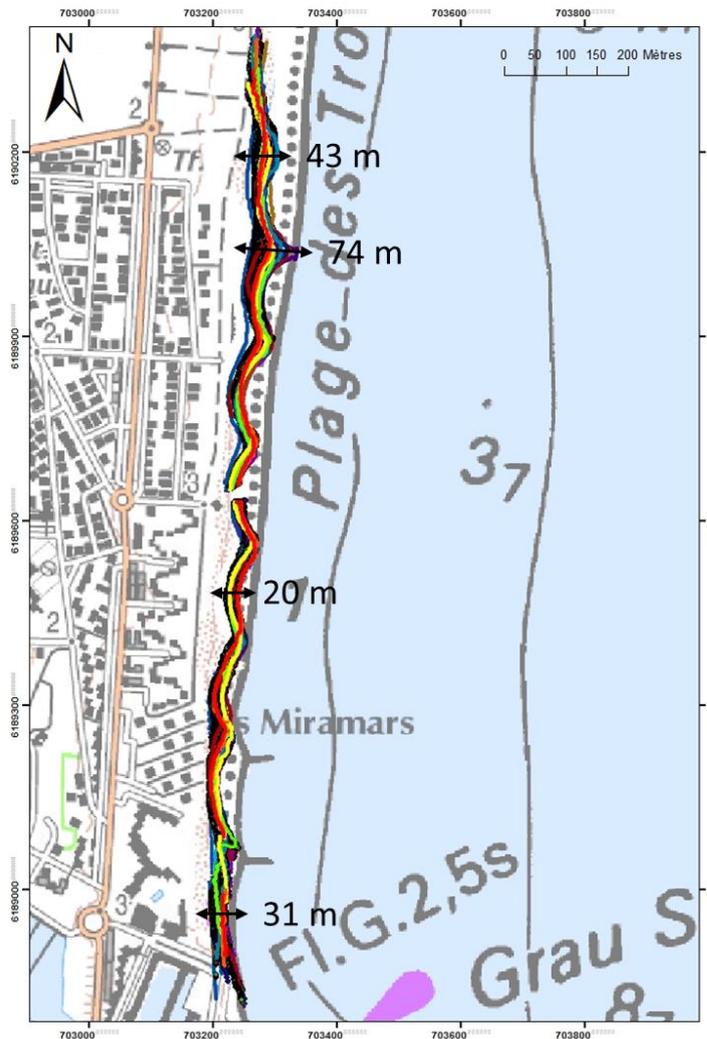


Illustration 79 - Evolution du trait de côte sur le littoral du site de Port-Barcarès Nord par suivi vidéo. Amplitude des mouvements de juillet 2016 à juin 2017.

L'analyse temporelle de la position du trait de côte (Illustration 80) révèle en effet une évolution contrastée des différents secteurs du littoral :

- Au nord (série temporelle bleue), on note une avancée progressive du trait de côte qui résulte de la mise en place des ouvrages en eux-mêmes mais également des

rechargements effectués en 2015 et 2016 sur cette zone. Le rechargement effectué en juin 2017 entre les brise-lames 3 et 4 engendre une migration vers le Nord du tombolo du BL3. La forte tempête du 15 octobre a fait reculé le trait de côte de -17 m dans cette zone, mais il retrouve presque sa position initiale (recul résiduel de -3 m) après 15 jours. De manière générale, on observe une bonne résilience pour ces événements de tempête dans cette partie nord du site ;

- La partie centrale (série temporelle rouge) du site est beaucoup plus stable dans le temps. Cependant à l'issue de la tempête d'octobre 2016 ayant engendré un recul de -13 m, la plage ne retrouve pas sa position initiale engendrant un recul définitif -7 mètres sur le site ;
- La position du trait de côte localisée entre les deux épis (série temporelle verte), qui présentait un recul chronique depuis 2015, progresse de +13 mètres durant cette dernière saison hivernale ;
- Le secteur le plus au sud (série temporelle violette), présente la plus grande variabilité au cours du temps. Cependant, il est localisé dans la zone où la résolution de l'image est la plus faible (secteur le plus éloigné de la caméra). Les valeurs présentent donc une incertitude plus importante que pour les autres secteurs. Le recul y est le plus important lors de la tempête d'octobre 2016, la résilience pour cette zone s'effectue de manière plus lente que sur le reste du littoral (plus d'un mois pour cette tempête).

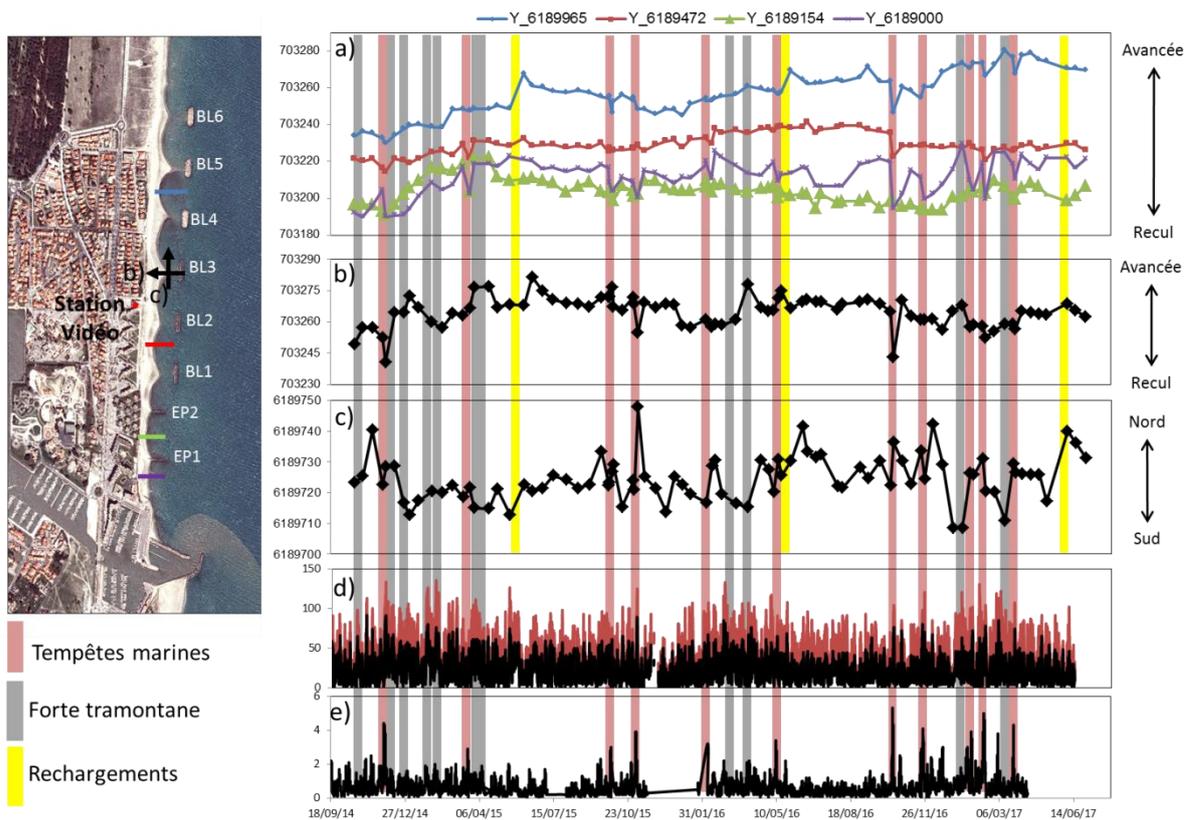


Illustration 80 - Suivi vidéo à haute fréquence sur la plage nord du Barcarès : a) mobilité du trait de côte en plusieurs points du littoral (localisés sur l'image satellite à gauche), b) mobilité Est-Ouest du tombolo BL3, c) mobilité Nord-Sud du tombolo BL3, d) vitesse du vent (moyen et rafales en km/h) et e) hauteurs significatives des vagues à la bouée de Leucate (en m).

Au cours de cette nouvelle année d'observation, l'évolution des tombolos (Illustration 80 b et c) reste fortement associée aux forçages météo-marins. Les tempêtes marines entraînent un déplacement des tombolos vers le Nord et un arasement de leur pointe dont les amplitudes augmentent avec l'obliquité de la houle (les tempêtes de secteur sud générant logiquement un déplacement plus important vers le Nord).

**Bilan interannuel : bilan sédimentaire et trait de côte**

Le bilan sédimentaire complet depuis le début des relevés est positif pour l'ensemble de la zone : +344 850 m<sup>3</sup> ainsi que pour la partie émergée : +91 803 m<sup>3</sup> (Illustration 81). Si la zone complète fut soumise à une faible érosion entre septembre 2013 et octobre 2014, la très forte accumulation de l'hiver 2014-2015 (+305 961 m<sup>3</sup>) mit un terme à ce déficit sédimentaire. La perte de sédiments (près de -50 000 m<sup>3</sup>) sur la zone durant cette dernière période hivernale est la première depuis 2014. La partie émergée en revanche présente un gain de près de 17 139 m<sup>3</sup> de sable durant la même période.

Les ouvrages au nord de la zone ainsi que les rechargements réguliers effectués, sont en partie responsables des accumulations observées. Toutefois, ils perturbent les échanges entre plage émergée et plage immergée et constituent ainsi des zones où le suivi nécessite d'être maintenu . Cette accretion, importante sur le long terme, n'empêche cependant pas certains coups de mer de causer des dégâts comme ce fut le cas le 13 octobre 2016.

Concernant l'évolution des traits de côte, l'année 2017 marque une nouvelle progression importante au niveau du profil de référence le plus au nord : +53 m entre septembre 2015 et avril 2017 (Illustration 82). La formation éphémère du tombolo localisé derrière le second brise-lames (BL5) entraîne également une progression de +57 m du trait de côte en seulement 6 mois (Illustration 71). Les variations les plus importantes dans la position du trait de côte sont en effet localisées au nord du site : les tombolos localisés derrière les brises lames ne sont pas stables et évoluent de manière très importante avec le temps (suivi vidéo).

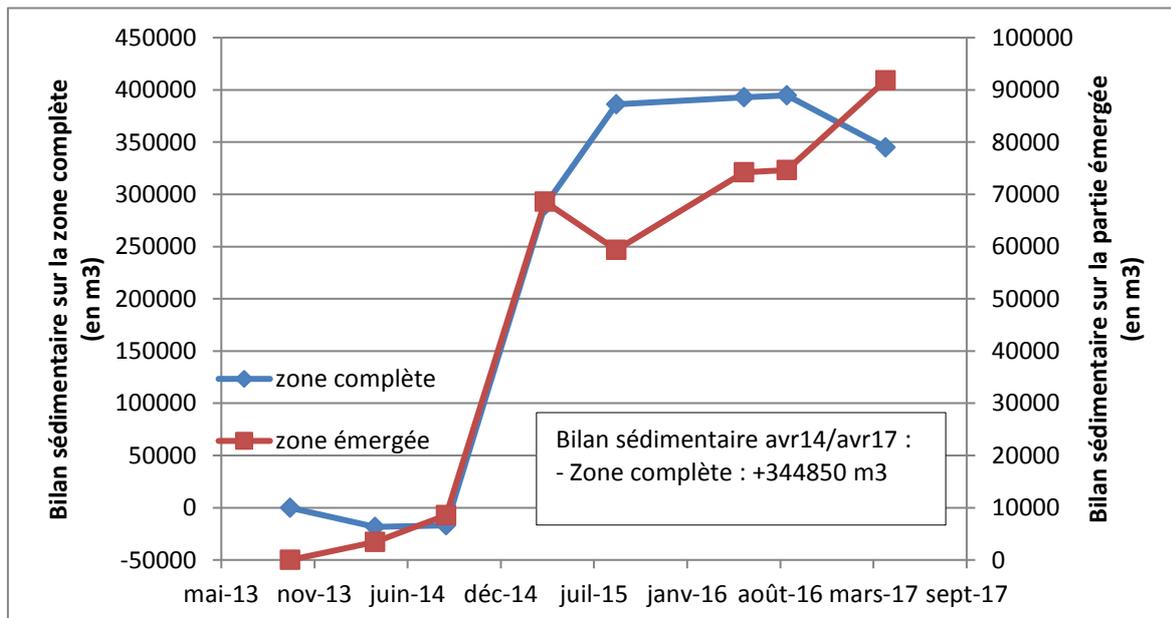
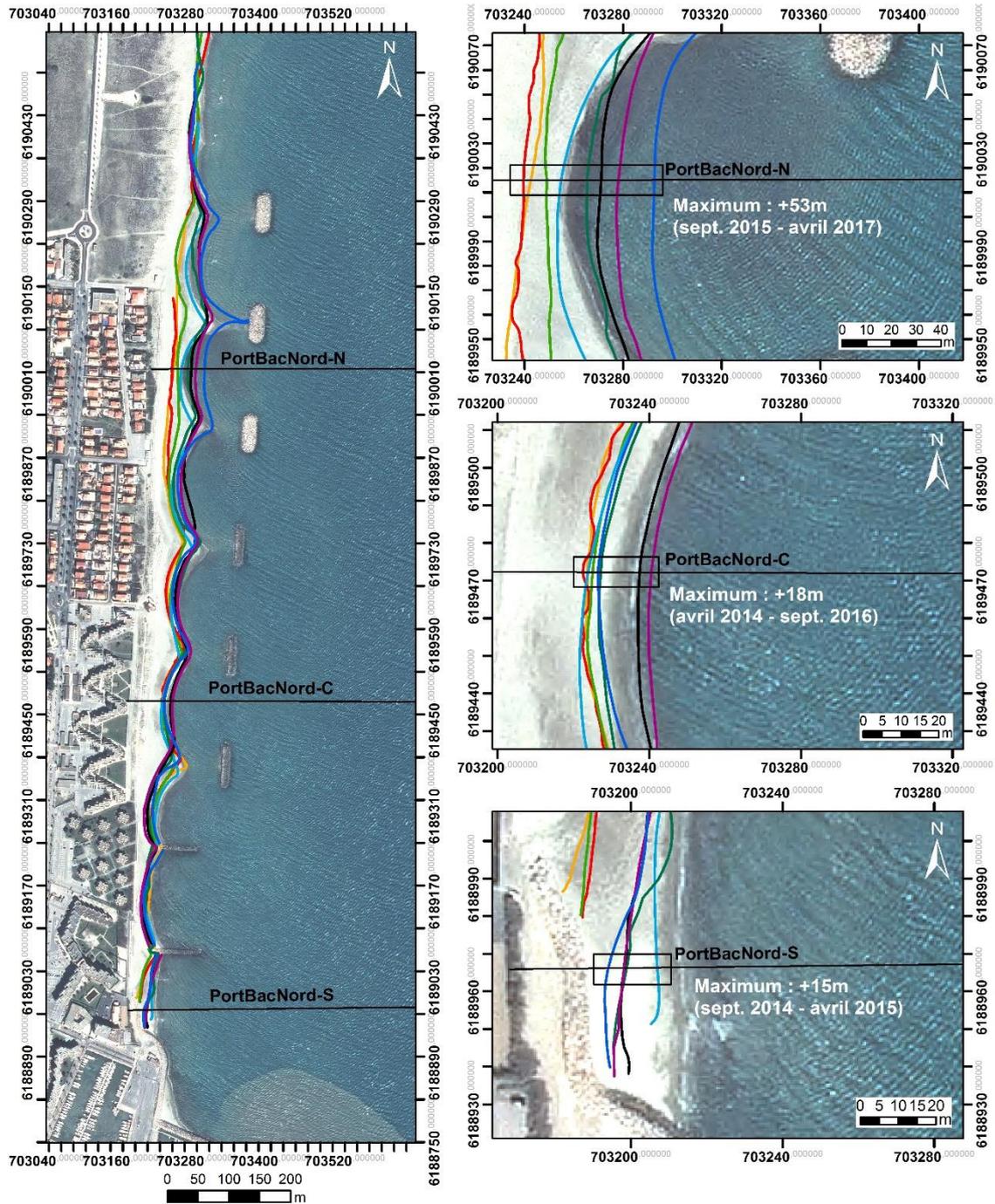


Illustration 81 - Bilans sédimentaires cumulés des zones complètes et émergées entre Octobre 2013 et avril 2017 pour le site de Port-Barcarès Nord.

Le suivi vidéo a mis en évidence l'importance des épisodes de Tramontane qui ramènent du sable dans la zone. Malgré ces épisodes, on note un recul en aval transit au nord du dernier Brise-lames.



Traits de côte :

- Avril 2017
- Septembre 2016
- Mai 2016
- Septembre 2015
- Avril 2015
- Septembre 2014
- Avril 2014
- Octobre 2013
- Profils de référence

Source:  
 campagne OBSCAT  
 oct13/avr14/sep14/avr15/sep15/mai16/  
 sep16/avr17  
 Image: Pléiades, IGN, 03-2015  
 Système de coordonnées:  
 RGF-Lambert-93  
 Auteur: BRGM

Illustration 82 - carte des traits de côte entre octobre 2013 et avril 2017 pour le site de Port-Barcarès Nord.

#### 4.6. CELLULE 9 – DE PORT BARCARES A L'AGLY

La cellule n°9 s'étend de l'embouchure de l'Agly jusqu'à Port-Barcarès, englobant les sites 3 et 4 (Illustration 83).

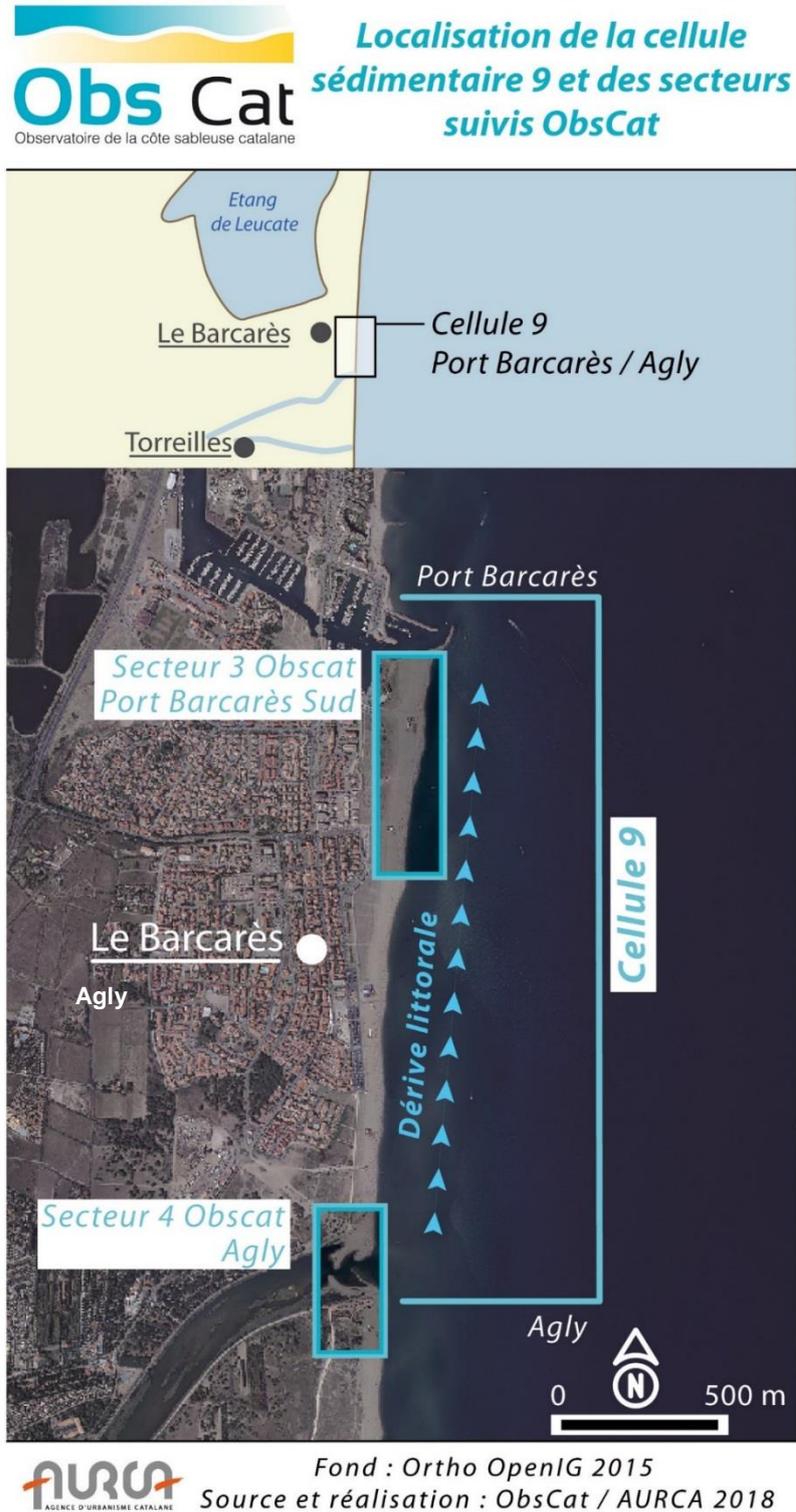


Illustration 83 – Localisation de la cellule 9 et des secteurs Port Barcarès Sud et Agly.

Cette cellule apparaît 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 du Barcarès. Cet ouvrage participe au blocage du transit sédimentaire, favorisant une zone d'accumulation au droit de la jetée sud. Cette zone est régulièrement utilisée comme source d'extraction en sédiments pour alimenter les rechargements en sable de la plage 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, 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.

#### **4.6.1. Port-Barcarès Sud**

Ce site de l'OBSCAT est sous l'influence de la jetée portuaire en aval-transit et des travaux de prélèvement de sédiments (Illustration 84). Ces prélèvements par drague sont effectués dans le cadre des opérations de rechargements en sable de la plage nord du Barcarès (site de Port-Barcarès Nord) réalisés par *by-pass*, pour compenser les perturbations liées aux ouvrages portuaires sur la dynamique sédimentaire.

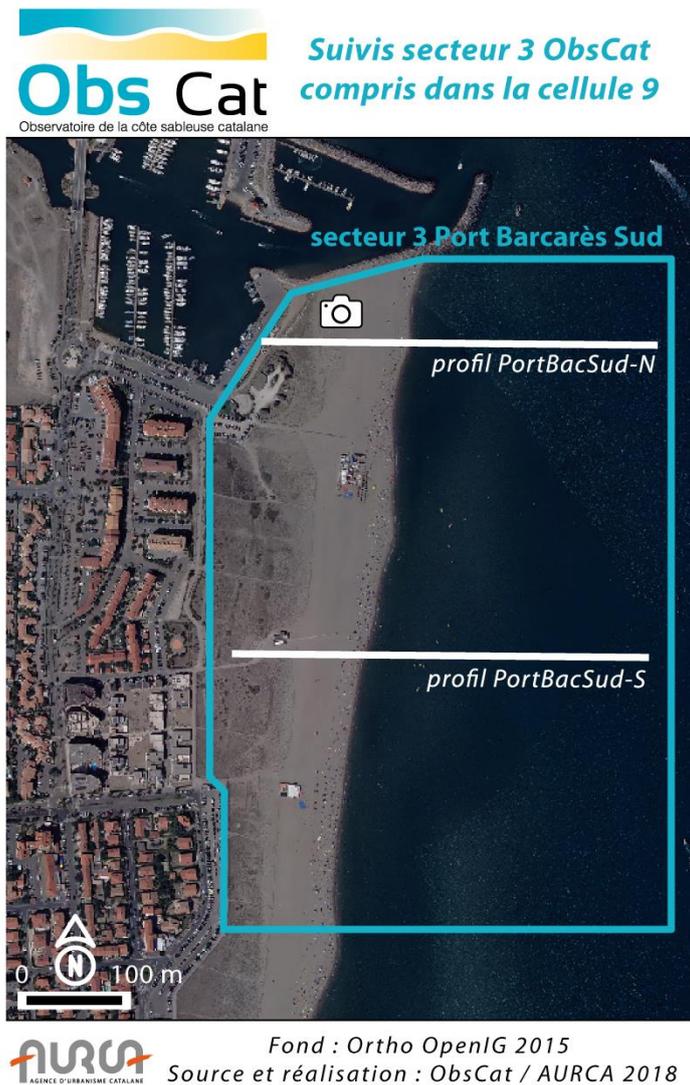


Illustration 84 – Secteur de Port Barcarès Sud, profils de référence et prises de vue.

Le secteur de Port-Barcarès Sud est un secteur relativement stable. La jetée bloque les sédiments apportés du sud par la dérive littorale (Illustration 85). Ce secteur n'est donc pas sensible à l'érosion côtière.



*Illustration 85 - Suivi photographique du site de Port-Barcarès Sud au niveau du profil de référence PortBacSud-N (cf. localisation sur Illustration 86). Gauche haut et bas : haut de plage ; droite haut et bas : bas de plage.*

### **Evolution saisonnière du trait de côte**

Pour la période hivernale, entre septembre 2016 et avril 2017, l'évolution du trait de côte est faite d'alternance de zones d'avancée et de recul dans des valeurs jamais supérieures à 15 m (Illustration 86). La zone au nord du profil de référence nord avance jusqu'à +13 m. La zone comprise entre les deux profils de référence présente un recul inférieur à -10 m. La partie plus au sud présente la zone d'avancée du trait de côte la plus importante avec une avancée du trait de côte allant jusqu'à +15 m au sud du profil de référence sud, puis une zone d'érosion d'une dizaine de mètres au sud de la zone.

Ce secteur présente une mobilité similaire d'une dizaine de mètres sur l'ensemble de la zone, il est ainsi plus stable que le secteur 2 Port-Barcarès Nord au nord du port.

Par ailleurs, il est intéressant de constater que la position des zones d'érosion cette année correspond de manière presque systématique aux zones d'accrétion illustrées par Lothe *et al.* (2016) lors de la campagne précédente de l'année 3 de l'OBSCAT. La réciproque étant également vraie, cela illustre la stabilité et la résilience du trait de côte à des échelles de temps plus longues.

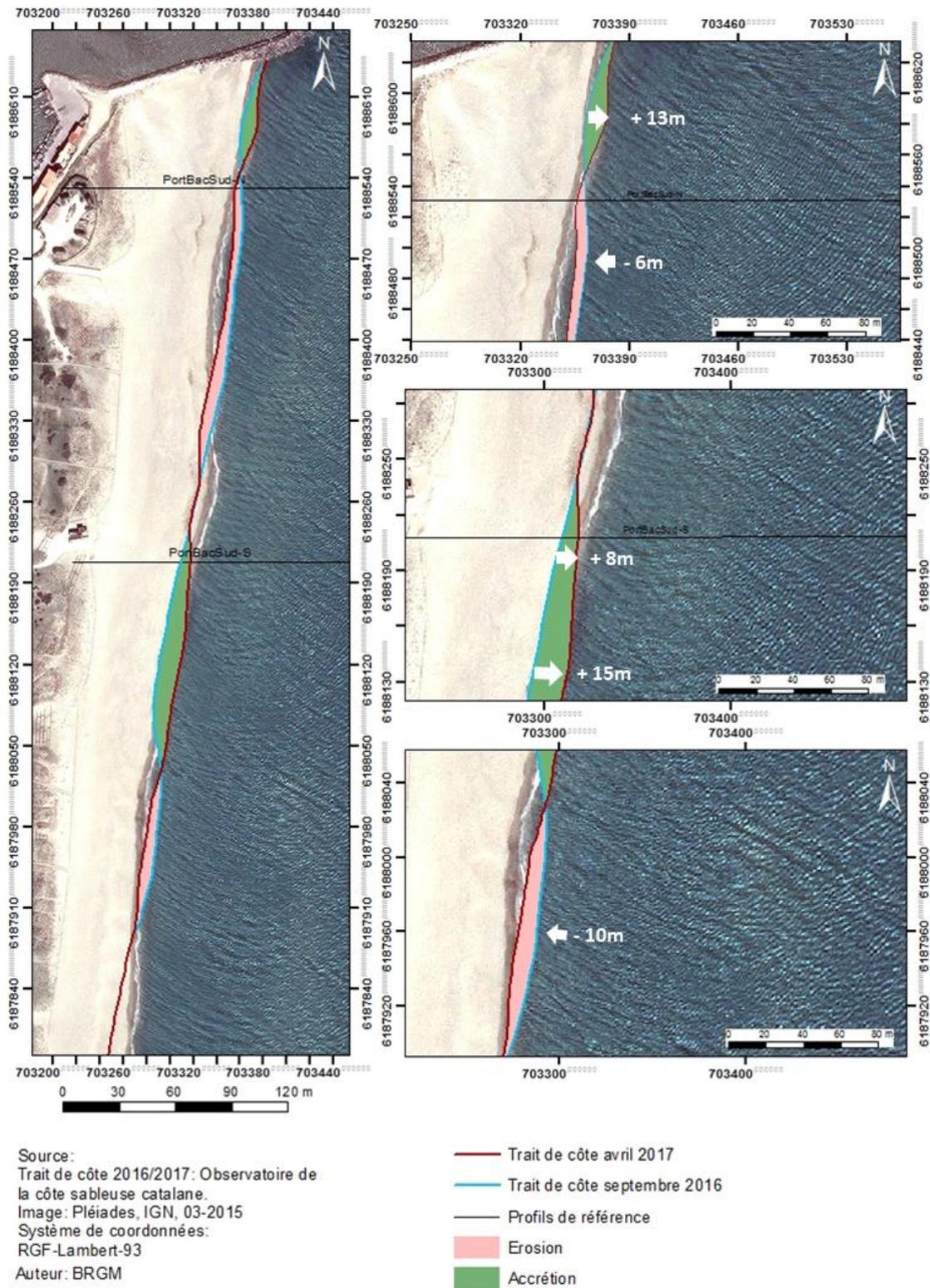


Illustration 86 - Carte des traits de côte et évolution entre septembre 2016 et avril 2017 pour le site de Port-Barcarès Sud.

## Déplacements sédimentaires saisonniers

Le bilan sédimentaire est de nouveau très contrasté entre les périodes estivales et hivernales (Illustration 87), bien que le bilan sédimentaire annuel soit positif (+21 723 m<sup>3</sup> au total sur la période mai 2016/avril 2017), les deux saisons présentent des variations différentes (Illustration 87).

Concernant la période estivale mai/septembre 2016, les variations sont faibles. On constate une accrétion du trait de côte localisée au nord et au sud du site. Une zone d'érosion également constatée au sud du profil de référence PortBacSud-S (Illustration 87 et Illustration 90). Une perte de sédiments est également constatée contre l'ouvrage portuaire ainsi qu'un gain un peu plus à l'est. La perte enregistrée de 9 613 m<sup>3</sup> de sédiments sur la zone complète (Illustration 87) est principalement due à l'érosion localisée contre la digue du port du Barcarès.

La dynamique durant l'hiver 2016-2017 de cette zone au sud du port du Barcarès est au contraire à l'accrétion ; la zone gagne 31 336 m<sup>3</sup> de sédiments dont près de 1/3 sur sa plage émergée (Illustration 87). Les mouvements sédimentaires sont également beaucoup plus marqués. Le trait de côte est en accrétion au sud du profil sud, la barre interne s'élève et s'accroche à la côte comme le montrent l'illustration 87 et l'illustration 90. Par ailleurs l'érosion du trait de côte entre les deux profils de référence semble également liée à une migration offshore de la barre interne (Illustration 89, Illustration 87). La barre externe va également se déplacer et se reformer sur l'ensemble de la zone avec une corne désormais localisée au niveau du profil sud.

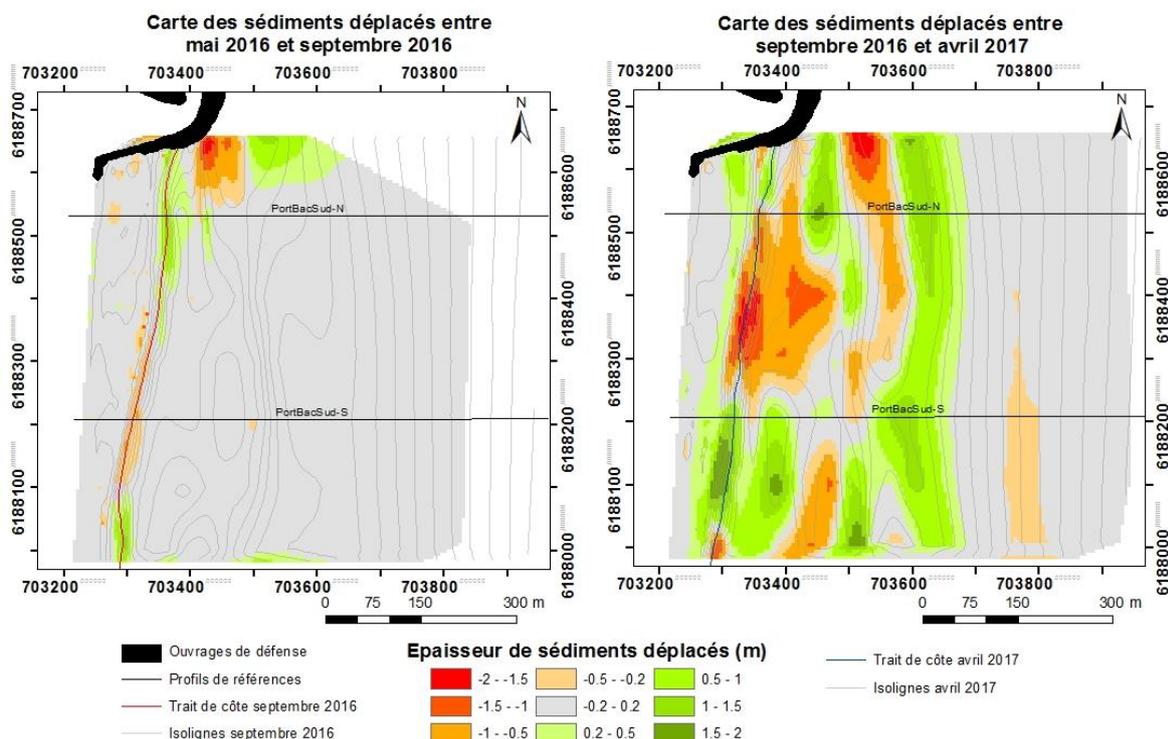


Illustration 87 - Carte annuelle et saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site de Port Barcarès Sud.

Port Barcarès Sud 09-2016/04-2017					
Zone	Surface (m <sup>2</sup> )	Accrétion (m <sup>3</sup> )	Erosion (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )	Marge d'erreur (m <sup>3</sup> )
Zone Complète	467 747	101 467	70 131	31 336	3 696
Zone Immergée	402 309	84 571	64 371	20 200	3 264
Zone émergée	65 438	16 896	5 760	11 136	432

Port Barcarès Sud 05-2016/09-2016					
Zone	Surface (m <sup>2</sup> )	Accrétion (m <sup>3</sup> )	Erosion (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )	Marge d'erreur (m <sup>3</sup> )
Zone Complète	380 588	14 740	24 353	-9 613	7 026
Zone Immergée	316 488	11 213	20 235	-9 022	6 298
Zone émergée	64 100	3 527	4 118	-591	729

Illustration 88 - Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/ septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site de Port Barcarès Sud.

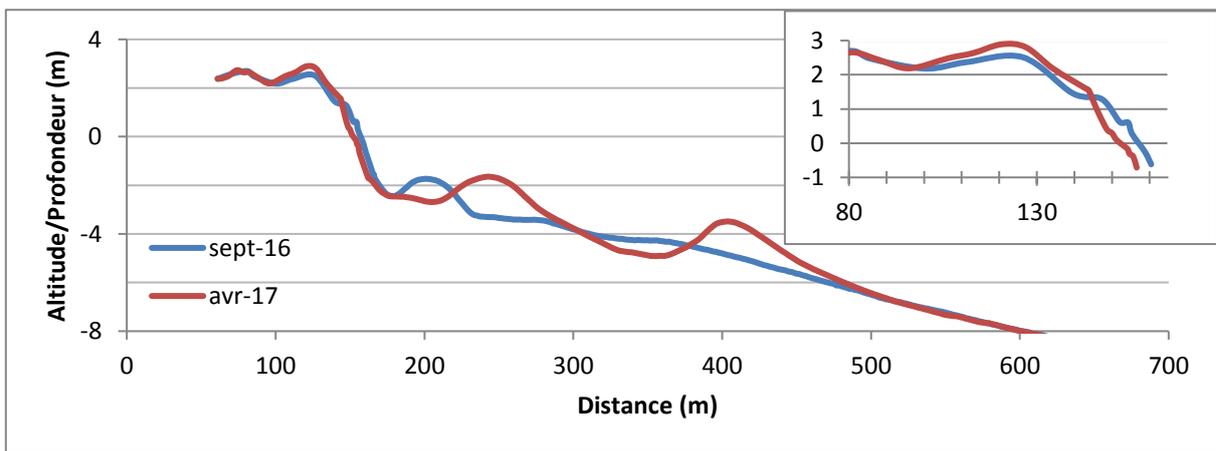


Illustration 89 - Profil PortBacSud-N entre septembre 2016 et avril 2017.

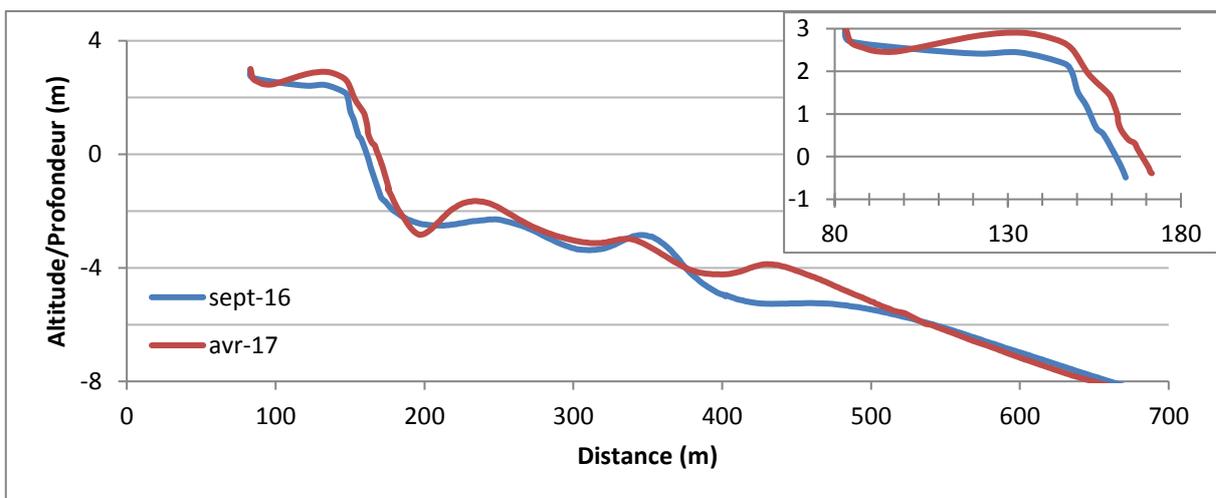


Illustration 90 - Profil PortBacSud-S entre septembre 2016 et avril 2017.

### Bilan interannuel : bilan sédimentaire et trait de côte

Le secteur complet au sud du port du Barcarès est en dynamique d'accrétion depuis avril 2014 (+ 173 406 m<sup>3</sup> sur la période avril 2014 / avril 2017), ce qui n'est pas le cas de la partie émergée qui est toujours en déficit sédimentaire par rapport à avril 2014 (-8 349 m<sup>3</sup>, Illustration 91).

Ce déficit concernant la partie émergée de la plage pourrait être en partie d'origine anthropique avec les prélèvements en mer effectués aux abords de cette zone pour recharger la plage au nord du port au niveau des brise-lames (site Port-Barcarès Nord) (De la Torre *et al.*, 2015). Si la perte en sédiments sur cette zone fut maximale en septembre 2015 (-29 476 m<sup>3</sup>) le stock sableux de cette plage se reconstitue peu à peu.

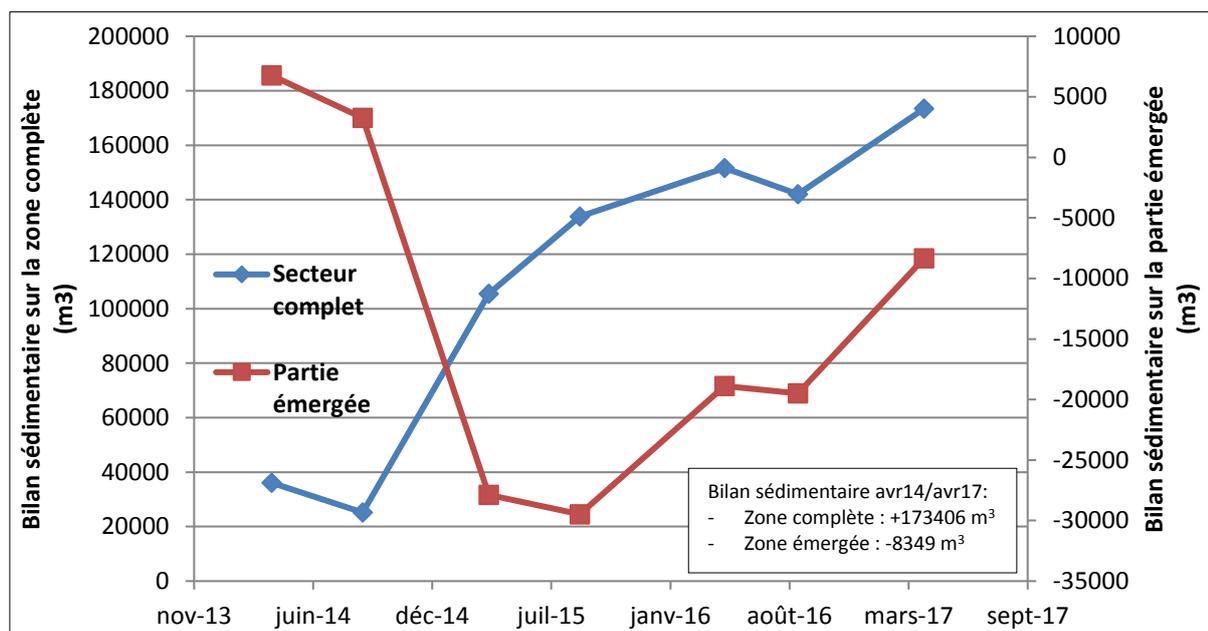
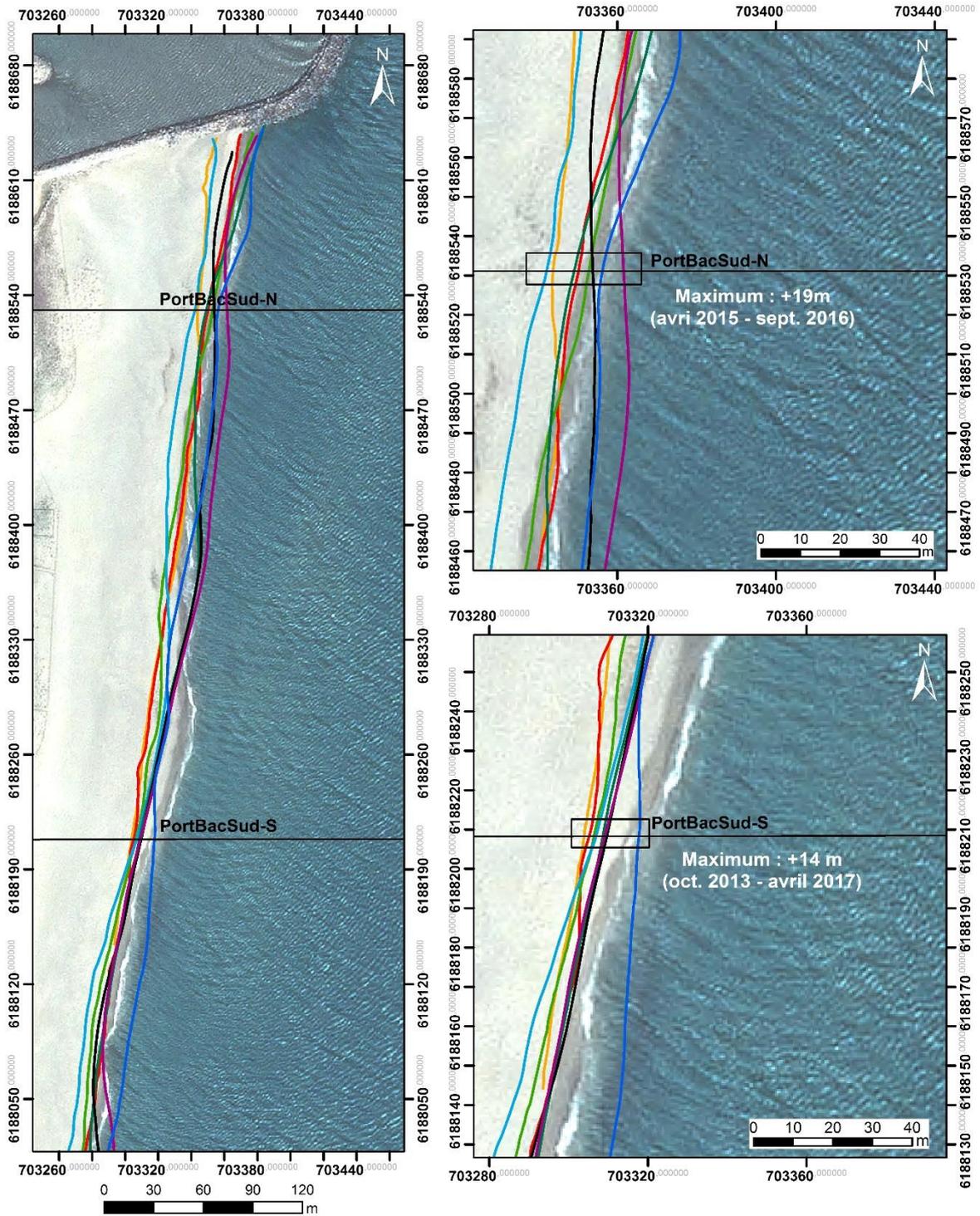


Illustration 91 - Bilans sédimentaires cumulés des zones complètes et émergées entre Octobre 2013 et avril 2017 pour le site de Port-Barcarès Sud.

Les mouvements du trait de côte sur ce site ne sont pas les plus importants de la côte sableuse catalane malgré les prélèvements sableux ayant lieu régulièrement (Illustration 92). Les variations de la position du trait de côte sont historiquement plus importantes au nord du site même si l'avancé d'une dizaine de mètres au niveau du profil sud en avril 2017 est une première pour cette zone bien localisée.

Cette avancée d'une dizaine de mètre est certainement à mettre en relation avec un hiver particulièrement énergétique avec de nombreux coups de mer de SE qui ont accentué la dérive Sud-Nord et le piégeage au sud du port.



Traits de côte :

- |  |   |   |
|--|---|---|
| <span style="color: blue;">—</span> Avril 2017       | <span style="color: cyan;">—</span> Avril 2015      | <span style="color: black;">—</span> Profils de référence |
| <span style="color: purple;">—</span> Septembre 2016 | <span style="color: green;">—</span> Septembre 2014 |   |
| <span style="color: black;">—</span> Mai 2016        | <span style="color: red;">—</span> Avril 2014       |   |
| <span style="color: teal;">—</span> Septembre 2015   | <span style="color: orange;">—</span> Octobre 2013  |   |

Source:  
 campagne OBSCAT  
 oct13/avr14/sep14/avr15/sep15/mai16/  
 sep16/avr17  
 Image: Pléiades, IGN, 03-2015  
 Système de coordonnées:  
 RGF-Lambert-93  
 Auteur: BRGM

Illustration 92 - Carte des traits de côte entre octobre 2013 et avril 2017 pour le secteur de Port-Barcarès Sud.

#### 4.6.2. Embouchure de l'Agly

L'embouchure de l'Agly est endiguée de part et d'autres par des épis qui contraignent sa position, mais qui permettent également une accumulation en amont-dérive des ouvrages et une érosion en aval-dérive (Illustration 93).

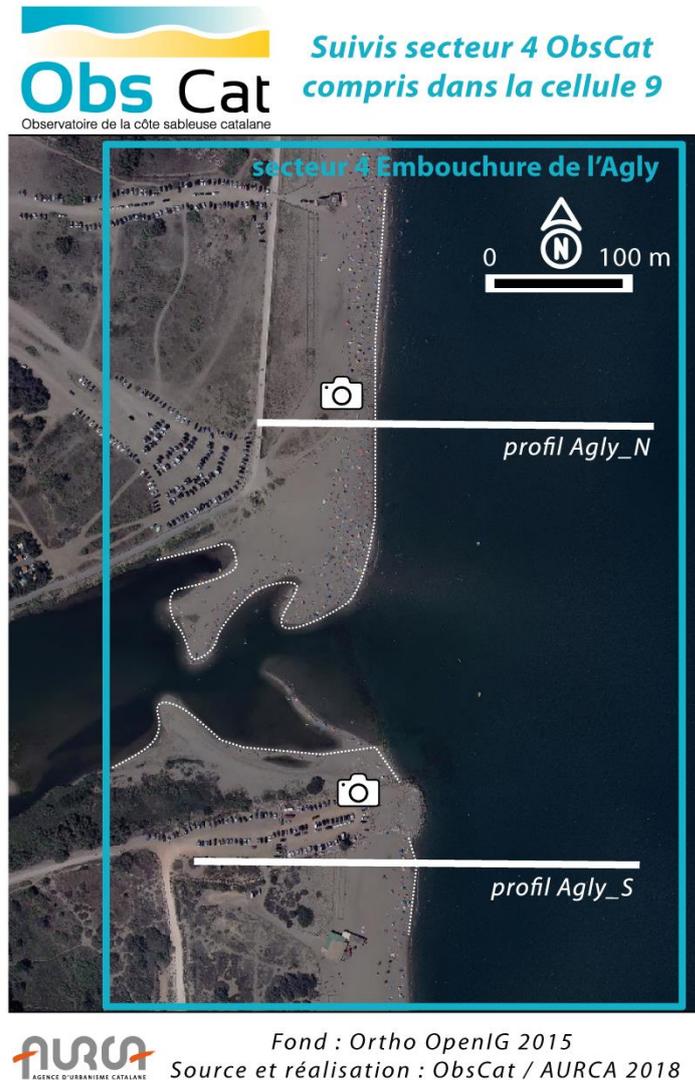


Illustration 93 – Secteur de l'embouchure de l'Agly, profils de référence et prises de vue.

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). Une crue fin février a ouvert l'embouchure fermée auparavant par une flèche sableuse (Illustration 94).



*Illustration 94 – Suivi photographique : embouchure de l'Agly le 25 janvier 2017 (à gauche) et le 28 février 2017 (à droite).*

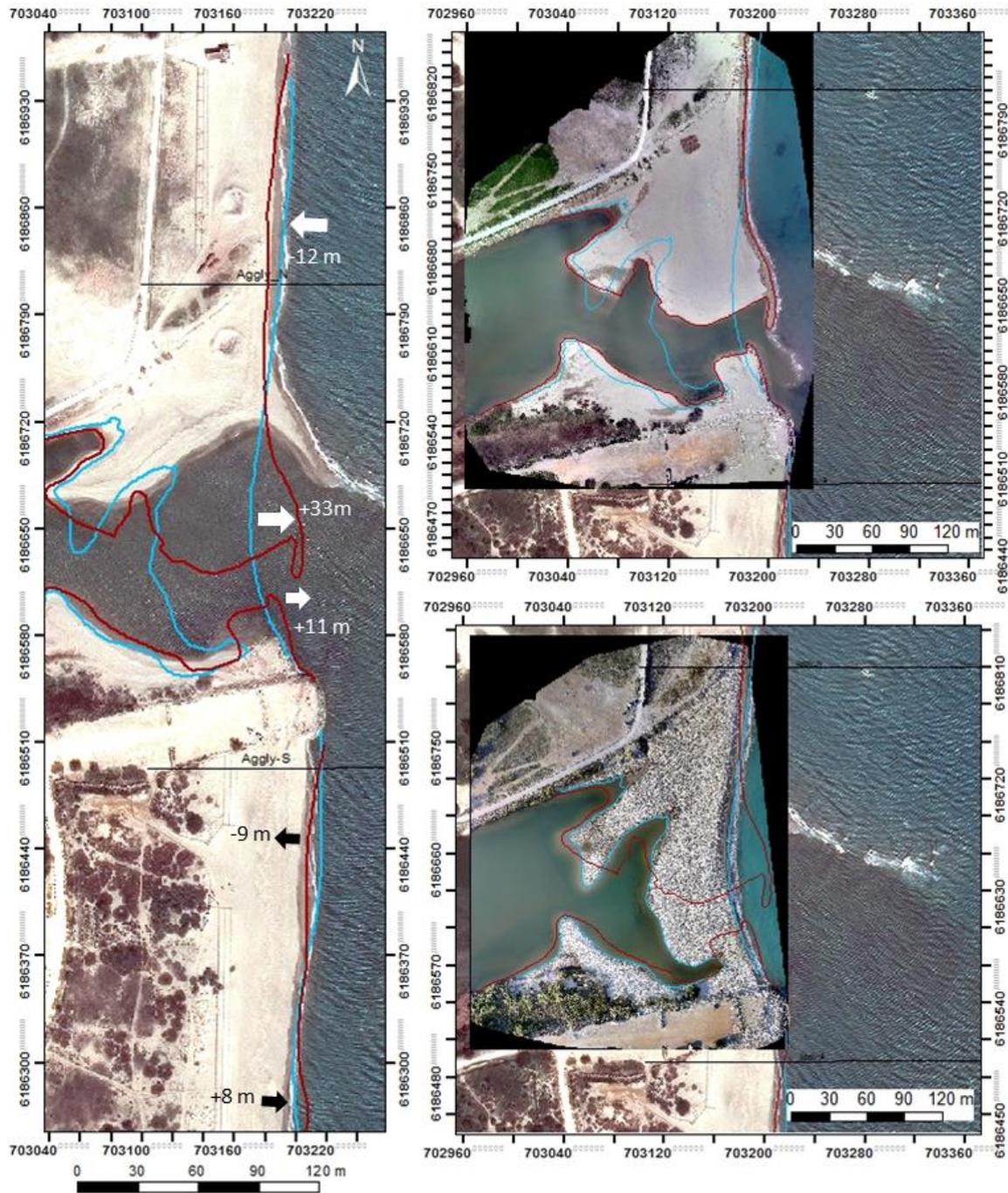
### **Evolution saisonnière du trait de côte**

Les secteurs d'embouchures constituent les zones les plus mobiles des sites suivis par l'OBSCAT, celle de l'Agly ne déroge pas à la règle ; son ouverture durant la saison hivernale, fin février 2017 fut suivie d'une importante évolution du trait de côte.

Le blocage du transit sédimentaire sud→nord par l'hydrodynamisme fluvial a entraîné un recul du trait de côte d'une dizaine de mètres au nord du site (Illustration 95). L'apport en sédiment dû à la crue de février a en revanche entraîné une avancée du trait de côte importante de part et d'autre de l'embouchure. Cette avancée est la plus importante au nord de l'embouchure avec +33 m accompagnée de la formation d'une flèche sableuse orientée sud.

La formation de cette flèche peut être liée à la tramontane pouvant inverser le sens de la dérive littorale de manière périodique, mais également à la diffraction de la houle sur les hauts fonds du delta de l'Agly. Par ailleurs cette flèche fut rapidement balayée par un coup de mer, en effet lors des relevés terrains réalisés deux semaines après les photographies drones, une autre flèche sableuse d'une cinquantaine de mètres environ, accrochée à la rive sud et orientée nord-nord-est, était en place. Cette nouvelle flèche est visible sur la photographie de l'illustration 96.

La zone plus au sud de l'embouchure présente une alternance de recul et d'avancée du trait de côte du même ordre de grandeur (+8 à -9 m, Illustration 95)



Source:  
 Trait de côte 2016/2017: Observatoire de  
 la côte sableuse catalane.  
 Image: Pléiades, IGN, 03-2015  
 Système de coordonnées:  
 RGF-Lambert-93  
 Auteur: BRGM

— Trait de côte avril 2017  
 — Trait de côte septembre 2016  
 — Profils de référence

Illustration 95 - Carte des traits de côte entre septembre 2016 et avril 2017 pour le site de l'Agly, images Eoccéanodrome septembre 2016 et avril 2017.



*Illustration 96 – Embouchure de l'Agly lors du levé de la bathymétrie du site le 29/03/2017. Vue sur la flèche sableuse reconstituée depuis la rive sud (à droite) vers le nord.*

### **Déplacements sédimentaires saisonniers**

Durant la période septembre 2016-avril 2017, la tendance globale de la zone est à l'érosion avec une perte de  $-13\,441\text{ m}^3$  pour la zone complète (Illustration 98). La majeure partie de cette érosion concerne la zone émergée comprenant également l'embouchure de l'Agly ( $-12\,566\text{ m}^3$ ). En particulier, le banc sableux localisé entre les deux digues qui fermait l'embouchure du fleuve s'est fortement érodé sur toute sa longueur (Illustration 97) on peut supposer que les tempêtes hivernales ont joué un rôle important dans ce remaniement. Par ailleurs, l'ouverture de l'embouchure suite à la crue de février 2017 a également contribué à l'érosion de cette zone et au déplacement du sédiment plus à l'est dans la zone immergée. En effet on constate au droit de l'ouvrage sud jusqu'au droit de l'ouvrage nord plus à l'est, une forte accumulation de sédiments. Ce gain en épaisseur est également visible au niveau du profil de référence nord (Illustration 99) où une « plateforme » (barre très large) c'est formé à une profondeur d'un peu plus d'un mètre sur une longueur de 300 m environ. Cette accumulation est nette sur l'illustration 101 en face de l'actuelle embouchure. Il s'agit du delta sous-marin du fleuve qui s'est beaucoup développé et qui a progressivement migré vers le nord entraînant également la formation de la flèche sableuse sud.

Sur le reste de la zone, on constate une érosion de la barre bien visible sur le profil de référence sud (Illustration 100) au sein duquel la barre va se scinder pour en former deux plus petites. L'érosion de cette barre diminue à mesure que l'on progresse vers le Nord comme le montre le profil de référence nord où seul le tombant externe de la barre va s'éroder (Illustration 99).

La perte de sédiment liée aux déplacements des barres dans la zone immergée ( $-88\,127\text{ m}^3$ ) est compensée par les apports issus de l'érosion du banc sableux qui fermait l'embouchure au mois de septembre.

Il est également probable qu'une partie du sédiment expulsé lors de la crue ait été transféré au nord par les houles de SE (hors de la zone suivie).

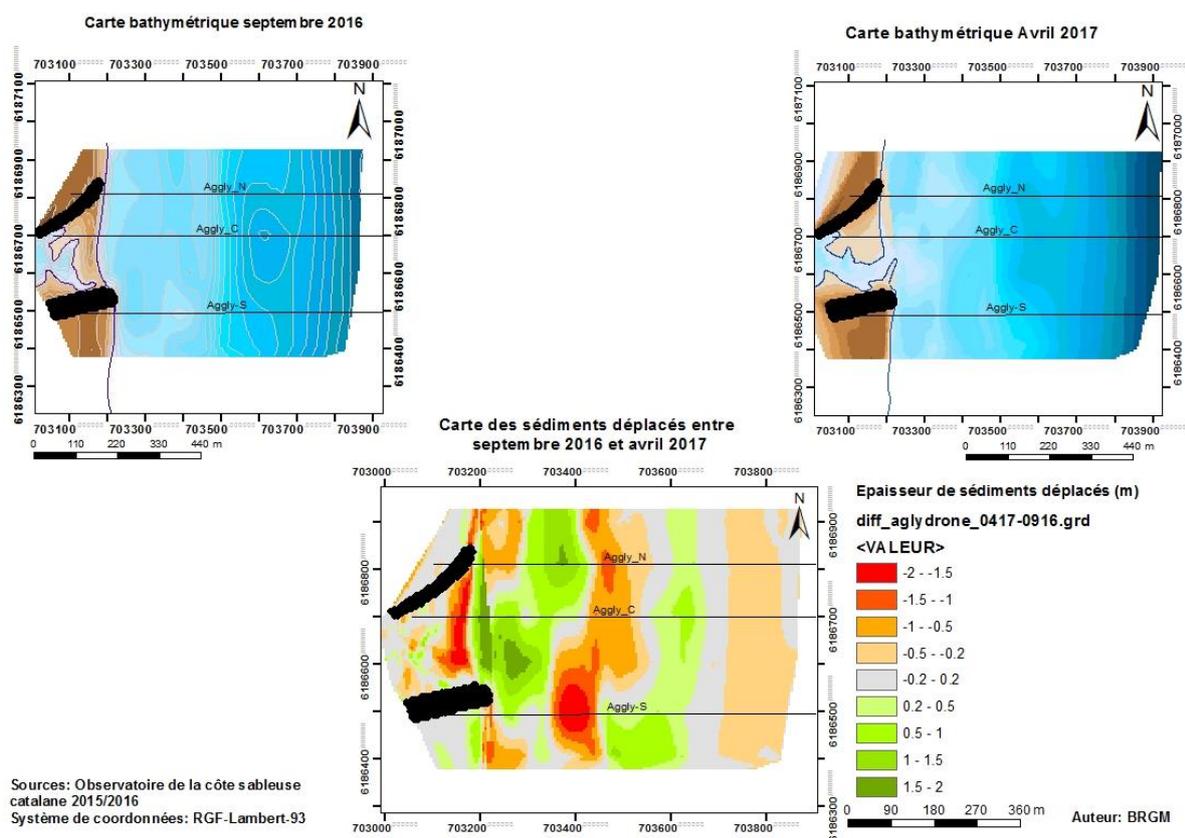


Illustration 97 - Carte saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre septembre 2016/avril 2017 pour le site de l'Agly.

Agly 05-2016/09-2016					
Zone	Surface (m <sup>2</sup> )	Accrétion (m <sup>3</sup> )	Erosion (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )	Marge d'erreur (m <sup>3</sup> )
Zone Complète	450 398	24 935	15 511	9 424	6 876
Zone Immergée	349 041	18 706	6 283	12 423	5 967
Zone émergée + embouchure	10 357	6 229	9 228	-2 999	909
Agly 09-2016/04-2017					
Zone	Surface (m <sup>2</sup> )	Accrétion (m <sup>3</sup> )	Erosion (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )	Marge d'erreur (m <sup>3</sup> )
Zone Complète	438 528	94 442	107 883	-13 441	1 251
Zone Immergée	357 473	87 252	88 127	-875	753
Zone émergée + embouchure	81 055	7 190	19 756	-12 566	499

Illustration 98 - Tableau de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre septembre 2016 et avril 2017 pour le site de L'Agly.

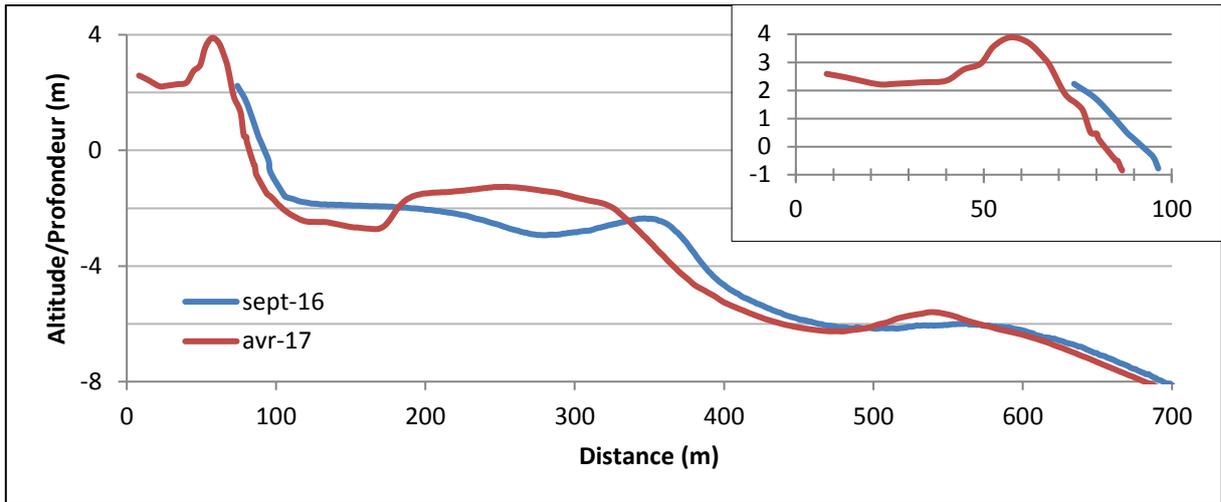
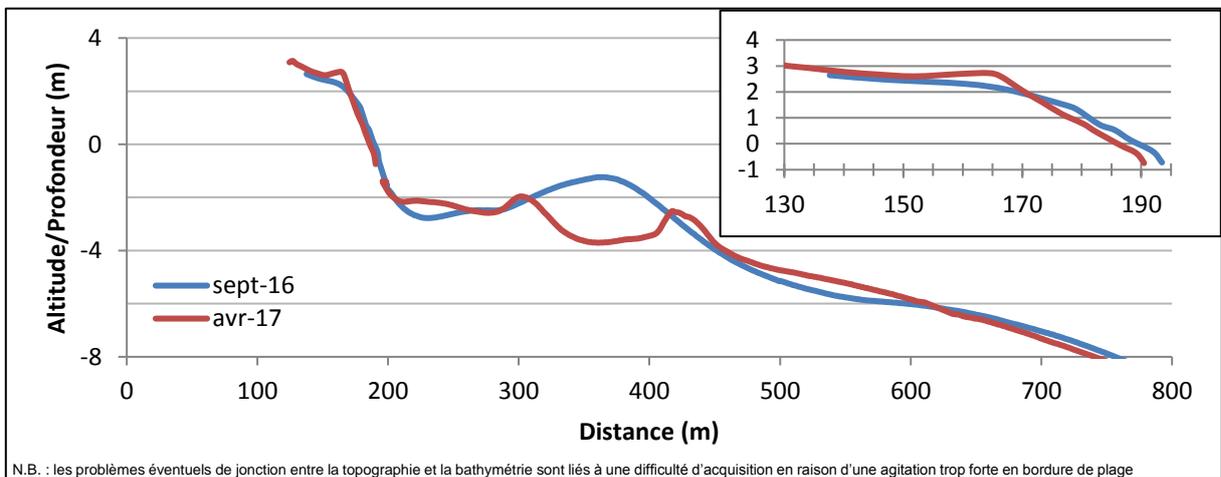


Illustration 99 - Profil Agly-N entre septembre 2016 et avril 2017.



N.B. : les problèmes éventuels de jonction entre la topographie et la bathymétrie sont liés à une difficulté d'acquisition en raison d'une agitation trop forte en bordure de plage

Illustration 100 - Profil Agly-S entre septembre 2016 et avril 2017.

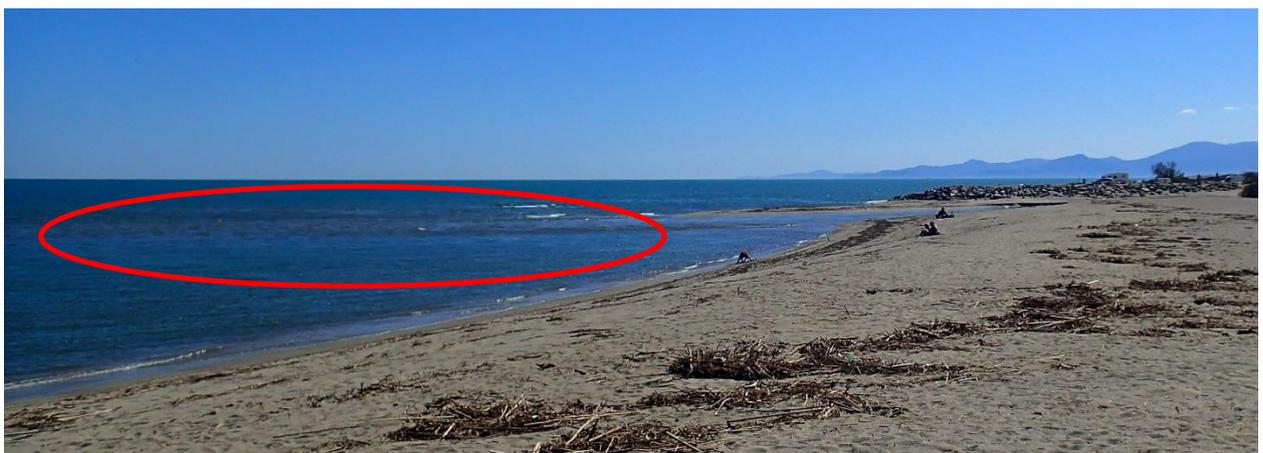


Illustration 101 – Position du delta de l'Agly le 29 mars 2017. On le distingue dans la zone entourée en rouge, souligné par le déferlement de la houle sur ces petits fonds et les figures de courant en surface à la sortie du fleuve.

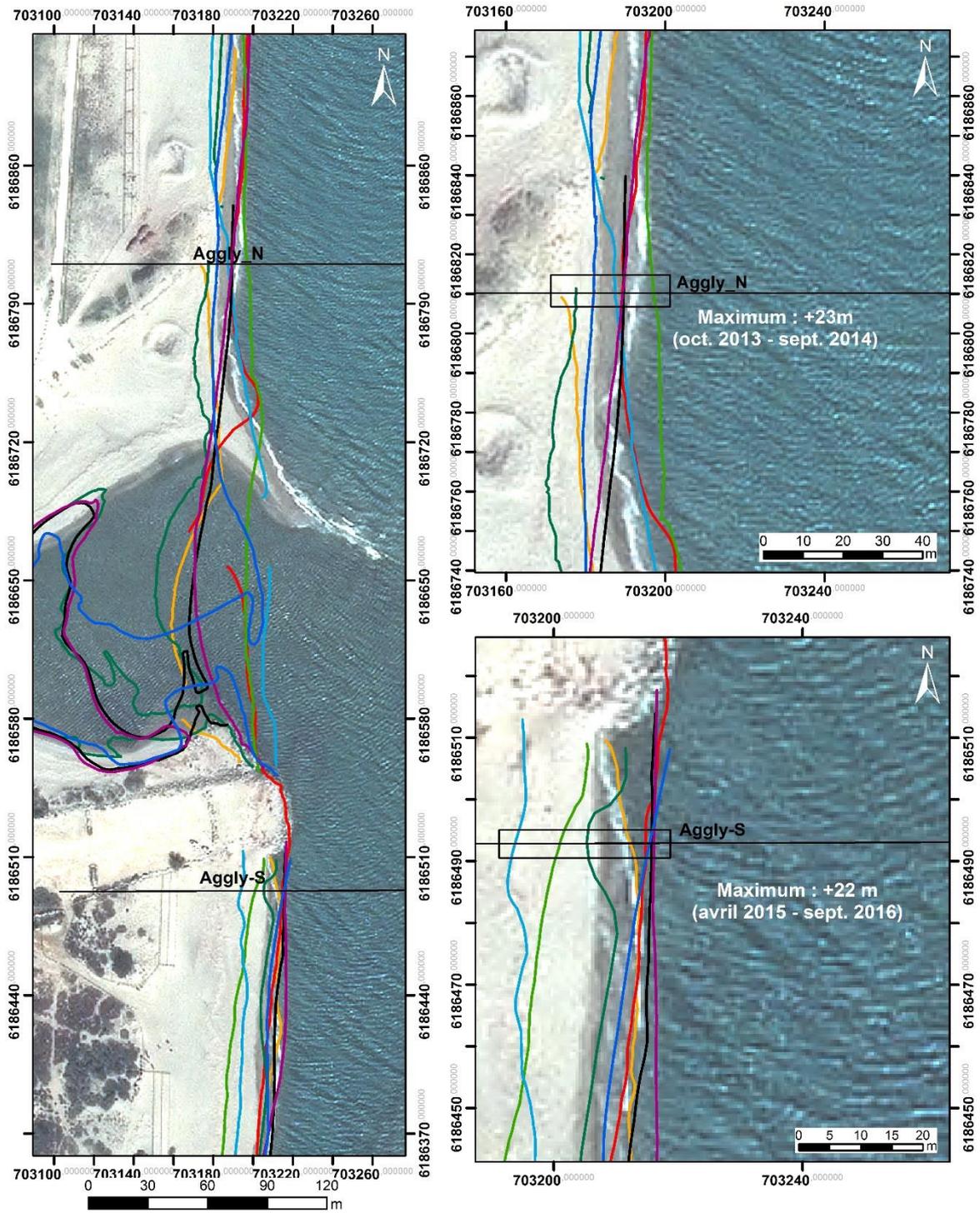
### ***Bilan interannuel : bilan sédimentaire et trait de côte***

L'amplitude d'évolution du trait de côte reste autour de 22 m au nord et au sud de l'embouchure (Illustration 102). Dans ces zones, l'évolution tourne autour d'une position d'équilibre même si les changements peuvent être rapides (+23 mètres entre octobre 2013 et septembre 2014 au niveau du profil de référence nord).

Dans la zone localisée entre les ouvrages, l'évolution est bien plus importante car liée à l'ouverture ou non de l'embouchure d'une part, et à l'apport sédimentaire fluvial pouvant faire progresser ou non le trait de côte d'autre part.

Par exemple, la flèche sableuse qui ferme l'embouchure de l'Agly est rectiligne en 2014 (Illustration 103). Après la large ouverture constatée sur la photographie en avril 2015, puis sa fermeture en septembre de la même année, le trait de côte est plus discontinu. Il va ensuite se linéariser en mai et septembre 2016 avant d'être de nouveau modifié par l'ouverture de Février 2017.

Les dynamiques d'ouverture et de fermeture de l'embouchure n'influencent pas seulement la position du trait de côte. En effet comme cela a été le cas lors de cet hiver 2016-2017, lors des crues de l'Agly, l'expulsion de la masse sableuse qui fermait l'embouchure impacte de manière très importante la morphologie des fonds (la position et la taille des barres d'avant-côte en particulier). Ces éléments comme également la position et le niveau d'affleurement du delta submergé du fleuve vont à leur tour modifier la manière avec laquelle la côte sera impactée par l'énergie de la houle par la suite.

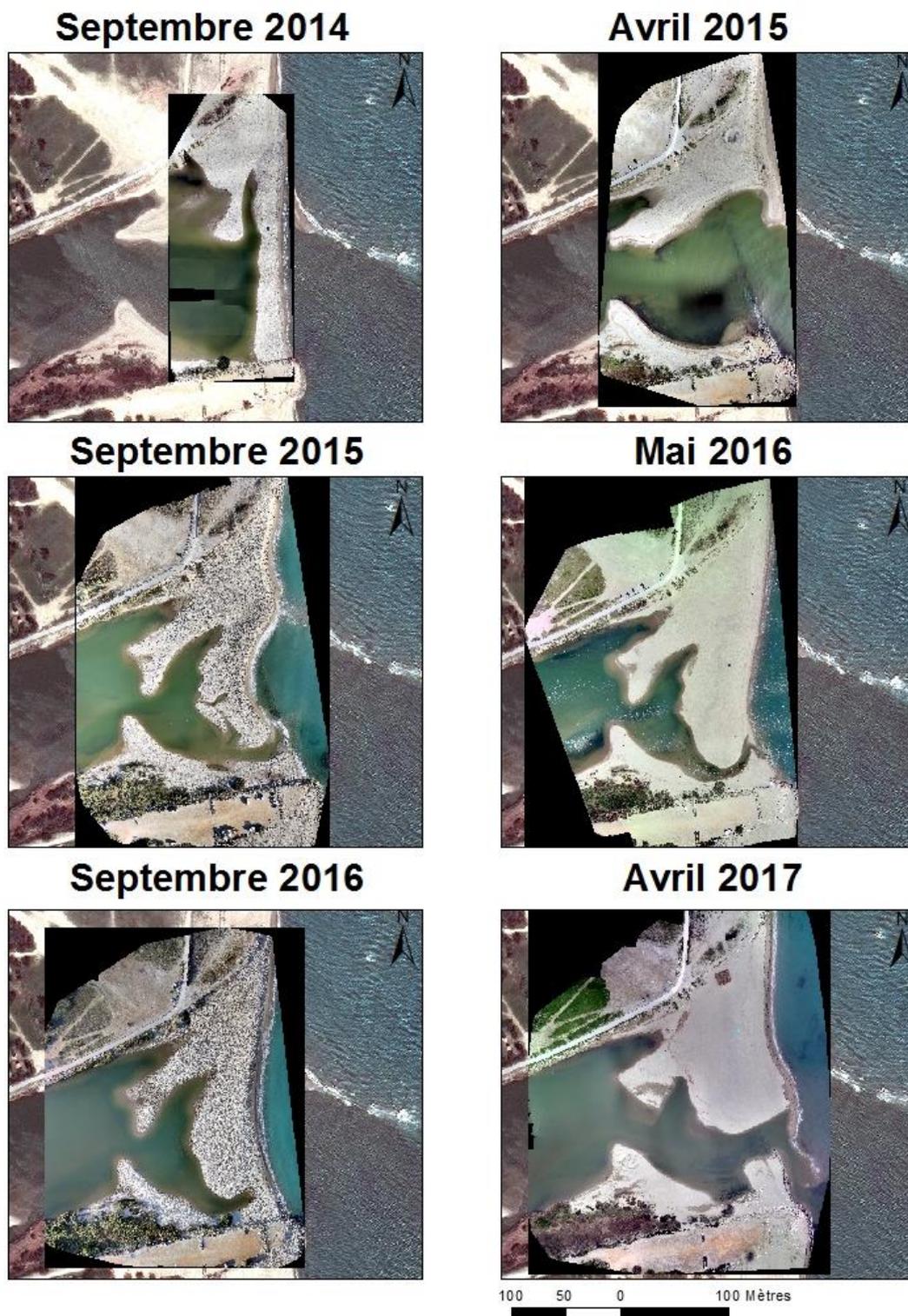


Traits de côte :

- |                  |                  |                        |
|------------------|------------------|------------------------|
| — Avril 2017     | — Avril 2015     | — Profils de référence |
| — Septembre 2016 | — Septembre 2014 |                        |
| — Mai 2016       | — Avril 2014     |                        |
| — Septembre 2015 | — Octobre 2013   |                        |

Source:  
 campagne OBSCAT  
 oct13/avr14/sep14/avr15/sep15/mai16/  
 sep16/avr17  
 Image: Pléiades, IGN, 03-2015  
 Système de coordonnées:  
 RGF-Lambert-93  
 Auteur: BRGM

Illustration 102 - Carte des traits de côte entre octobre 2013 et avril 2017 pour le site de l'Agly.



Source : Ecocéanodrone, 2014-2017. Campagne OBSCAT : 2014-2017. Pléiade 2015

*Illustration 103 - Photographies drones prises entre septembre 2014 et avril 2017 pour le site de l'Agly.*

#### 4.7. CELLULE 8 – DE L'AGLY AU BOURDIGOU

Cette cellule comprend les secteurs de Torreilles et de l'embouchure du Bourdigou (Illustration 104). L'ensemble du littoral de la commune de Torreilles est inclus dans cette cellule.

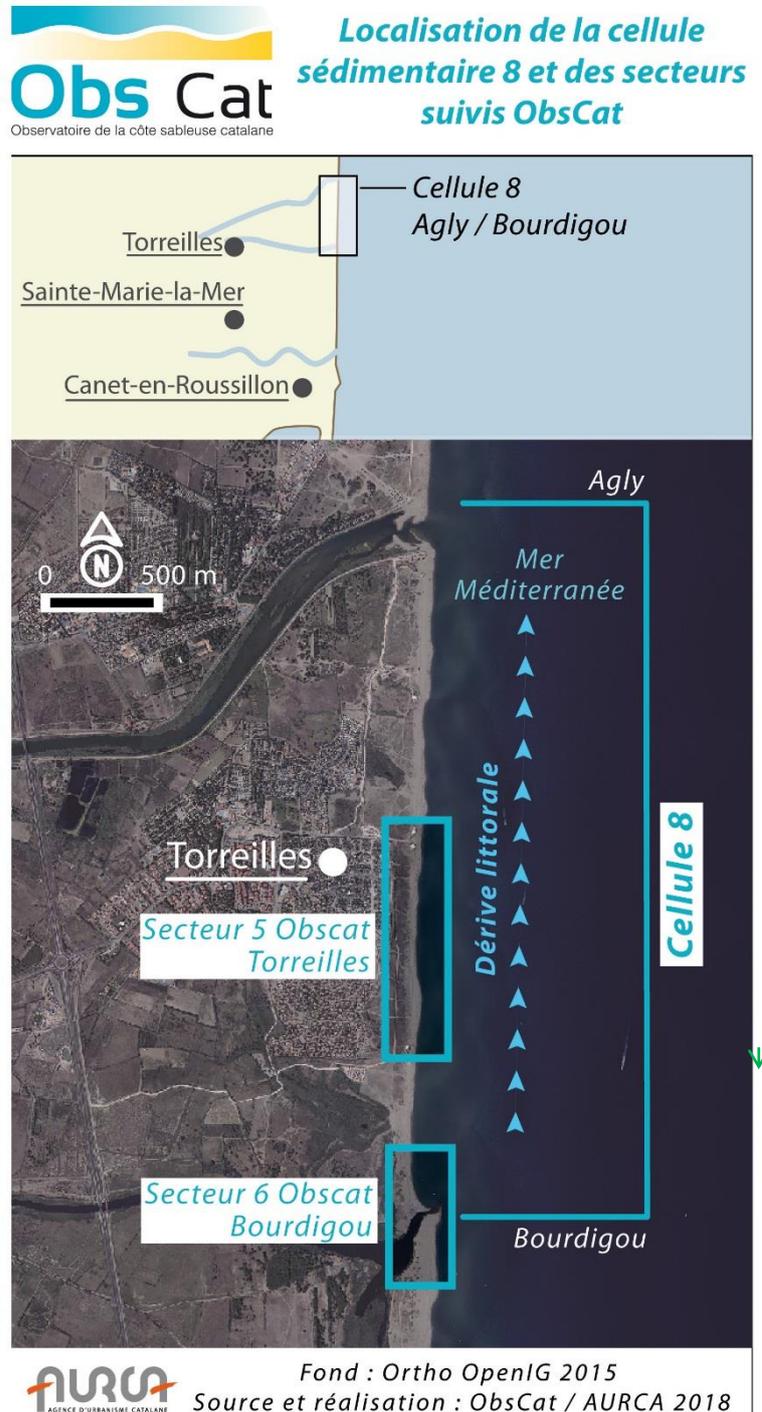


Illustration 104 - Localisation de la cellule hydrosédimentaire 8 et des secteurs de Torreilles et du Bourdigou.

Les plages de la cellule sont caractérisées par des sables grossiers de 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 (AERM&C, 2000). D'après SOGREAH (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 Racine. 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, la commune de Torreilles ayant privilégié l'installation de ganivelles 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.

#### **4.7.1. Torreilles**

La plage de Torreilles (Illustration 105) 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 en voie de réhabilitation relativement large (environ 100 m). Des travaux de restauration dunaire ont en effet été mis en œuvre par PMM en 2014 conformément à son schéma directeur de protection du littoral de la Têt à l'Agly. Ils ont consisté en l'implantation d'un dispositif de piégeage du sable et de gestion de la fréquentation (ganivelles et lisses).

En règle générale, la plage est plutôt étroite au centre du secteur tandis qu'elle s'élargit au nord et au sud (Illustration 106, Illustration 107 et Illustration 108). On verra cependant plus loin, que la situation au printemps 2017 est différente, en particulier pour la partie centrale et le sud du secteur.. Ces plages sont caractérisées par une pente relativement forte notamment sur le bas de plage par endroits.

Le système de barres internes est relativement 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 relativement bien marquée au sud de secteur, avant de quasiment disparaître vers le centre, et enfin réapparaître sur la partie nord.



Illustration 105 – Secteur de Torreilles, profils de référence et prises de vue.



Illustration 106 – Suivi photographique du site de Torreilles au niveau du profil topographique de référence BT067930 situé à l'extrémité nord du site (Illustration 110). Vues prises lors de la campagne OBSCAT du printemps 2017 le 11 avril 2017 (à gauche vue vers le Sud, à droite vue vers le Nord).

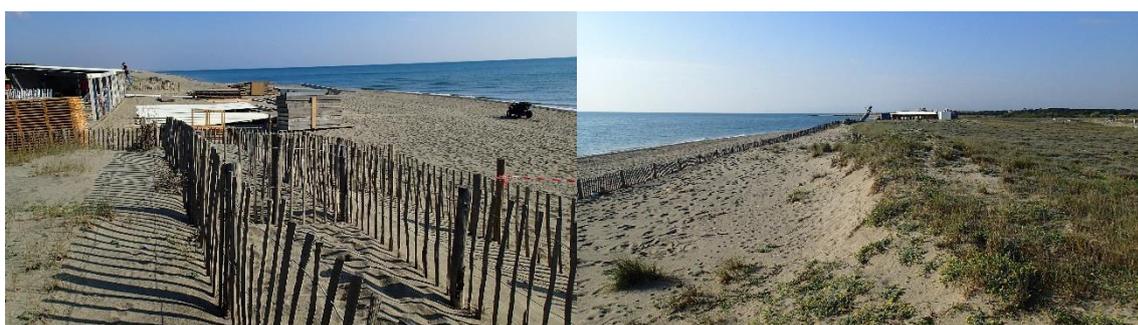


*Illustration 107 – Suivi photographique du site de Torrelles au niveau du profil topographique de référence TorrC situé au centre du site (Illustration 110). Vues prises lors de la campagne OBSCAT du printemps 2017 le 11 avril 2017 (à gauche vue vers le Sud, à droite vue vers le Nord).*



*Illustration 108 – Suivi photographique du site de Torrelles au niveau du profil topographique de référence TorrS situé au sud du site (Illustration 110). Vues prises lors de la campagne OBSCAT du printemps 2017 le 11 avril 2017 (à gauche vue vers le Sud, à droite vue vers le Nord).*

Ce secteur reste un enjeu touristique avec la présence de campings et de villages de vacances en arrière des dunes qui sont entrecoupées de voies de passage pour les piétons (Illustration 110), ainsi que par l'installation de restaurants sur la plage. Le littoral de Torrelles semble alors sensible aux risques d'érosion et de submersion marine comme le montrent les franchissements et les brèches dans le cordon dunaire apparues lors des différentes tempêtes. C'est pourquoi le cordon dunaire a été réhabilité et mis en défens.



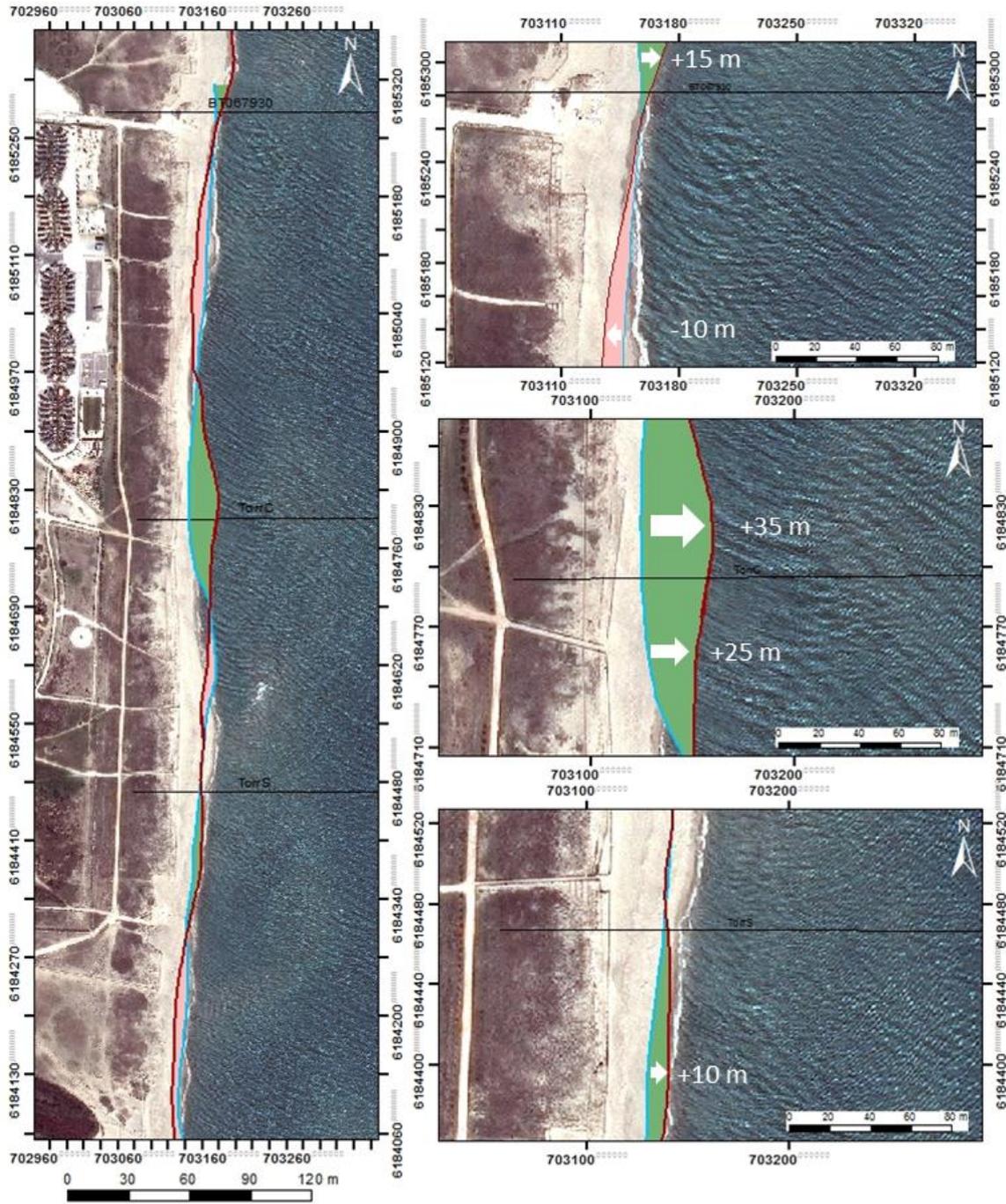
*Illustration 109 – Suivi photographique du site de Torrelles, OBSCAT 2017 (11/04/2017). Vue des restaurants de plage : à gauche, restaurant situé à l'extrémité nord du site ; à droite restaurant situé au sud du site.*

### **Evolution saisonnière du trait de côte**

L'hiver 2016-2017 est marqué par une alternance de zones d'avancée et de recul sur l'ensemble du secteur. Ces variations sont de l'ordre d'une dizaine de mètres pour la majorité du site excepté

la partie centrale soumise à une progression du trait de côte très importante allant jusqu'à +35 m (Illustration 107 et Illustration 110). Au nord du profil topographique de référence nord, le trait de côte progresse d'environ +15 m. Il recule d'une dizaine de mètres sur une longue partie de la plage déjà très étroite entre les profils de référence nord et central. L'érosion est du même ordre de grandeur au sud du secteur ; cependant, la plage y est plus large et donc moins vulnérable (Illustration 108). On note également une zone d'érosion au nord du profil de référence sud ainsi qu'une zone de progression d'une dizaine de mètres au sud de ce même profil.

La zone d'avancée principale du trait de côte au niveau du profil central TorrC (Illustration 110) s'accompagne d'une élévation allant jusqu'à 2 mètres au niveau de la berme de bas de plage (Illustration 114).



Source:  
 Trait de côte 2016/2017: Observatoire de  
 la côte sableuse catalane.  
 Image: Pléiades, IGN, 03-2015  
 Système de coordonnées:  
 RGF-Lambert-93  
 Auteur: BRGM

- Trait de côte avril 2017
- Trait de côte septembre 2016
- Profils de référence
- Erosion
- Accrétion

Illustration 110 - Carte des traits de côte et évolution entre septembre 2016 et avril 2017 pour le site de Torreilles.

### **Déplacements sédimentaires saisonniers**

A l'issue de la période estivale (mai 2016 à septembre 2016) le bilan sédimentaire du secteur de Torrelles est négatif avec un volume total de  $-1\,876\text{ m}^3$  pour l'ensemble de la zone (Illustration 112). Toutefois ces variations, localisées principalement au niveau du trait de côte (Illustration 111), sont infimes au regard de la surface importante de la zone couverte par les mesures.

La période hivernale, de septembre 2016 à avril 2017, est nettement plus dynamique en termes de déplacements sédimentaires, en effet les mouvements d'érosion et d'accrétion cumulés sont 13 fois plus importantes durant cet hiver que durant la saison estivale précédente. Le bilan global pour la zone complète est de nouveau à l'érosion ( $-17\,062\text{ m}^3$ , Illustration 112), en revanche il est nettement positif concernant la plage émergée ( $+13\,935\text{ m}^3$ ).

La quasi-totalité de l'accrétion de la plage est localisée au niveau du profil de référence central, de manière concomitante avec la zone d'importante avancée du trait de côte (Illustration 110 et Illustration 114). Cette accumulation se poursuit vers le nord-est sur l'avant-côte (Illustration 111). Les évolutions sédimentaires de la zone durant cette période sont principalement liées aux mouvements des barres internes et externes (Illustration 113, Illustration 114 et Illustration 115).

Les barres internes, obliques par rapport à la côte dans une direction nord-nord-est suivent une migration longshore vers le Nord. Par ailleurs, la barre interne localisée au sud du profil de référence central au mois de septembre 2016 s'est accolée à la côte au niveau de celui-ci, ce qui explique l'accrétion importante à ce niveau de la plage émergée.

Les barres externes suivent une migration plus lente crossshore dirigée vers l'Est (Illustration 113 et Illustration 114) de l'ordre d'une vingtaine de mètres durant cette saison hivernale.

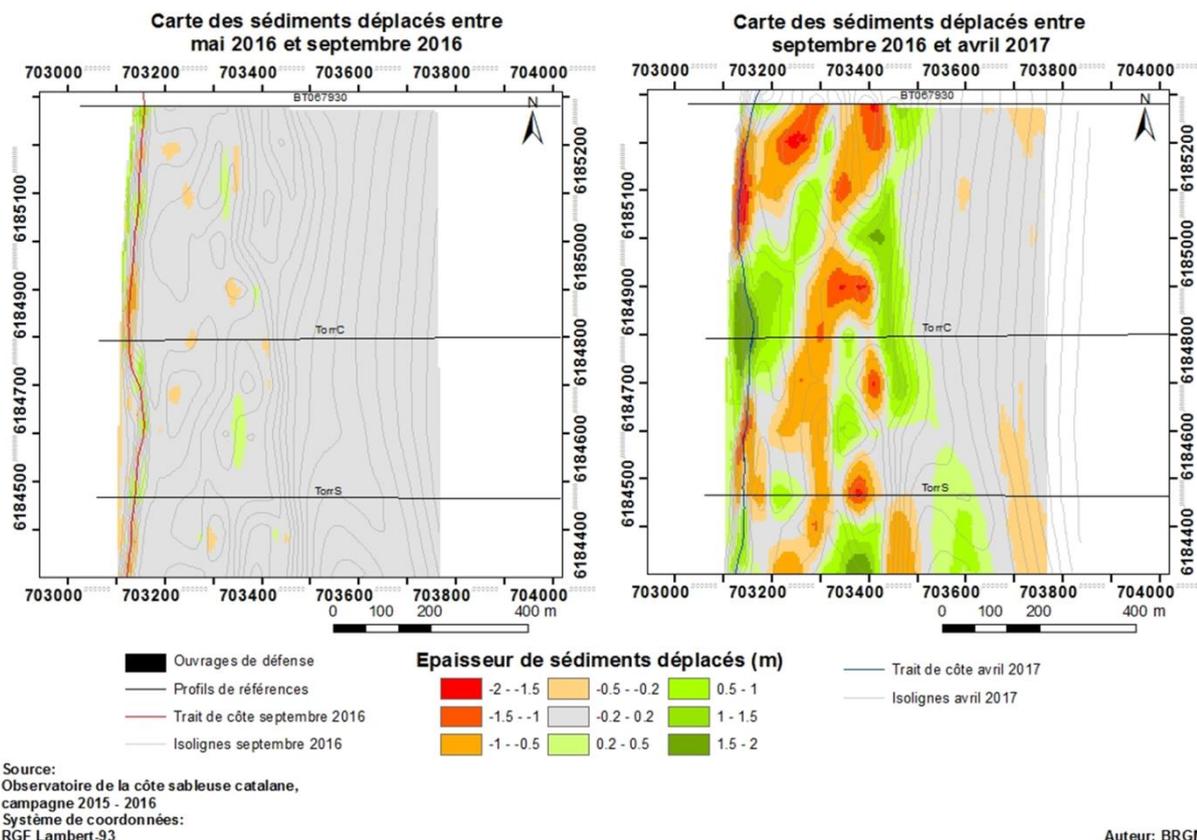


Illustration 111 - Carte annuelle et saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site de Torrelles.

Torrelles 05-2016/09-2016					
Zone	Surface (m <sup>2</sup> )	Accrétion (m3)	Erosion (m3)	Total (m3)	Marge d'erreur (m3)
Zone Complète	634 708	18 403	20 279	-1 876	8 120
Zone Immergée	605 247	15 394	17 207	-1 813	7 932
Zone émergée	29 461	3 009	3 072	-63	187
Torrelles 09-2016/04-2017					
Zone	Surface (m <sup>2</sup> )	Accrétion (m3)	Erosion (m3)	Total (m3)	Marge d'erreur (m3)
Zone Complète	636 687	125 976	143 038	-17 062	2 238
Zone Immergée	603 869	104 014	135 011	-30 997	2 198
Zone émergée	32 818	21 962	8 027	13 935	41

Illustration 112 - Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/ septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site de Torrelles.

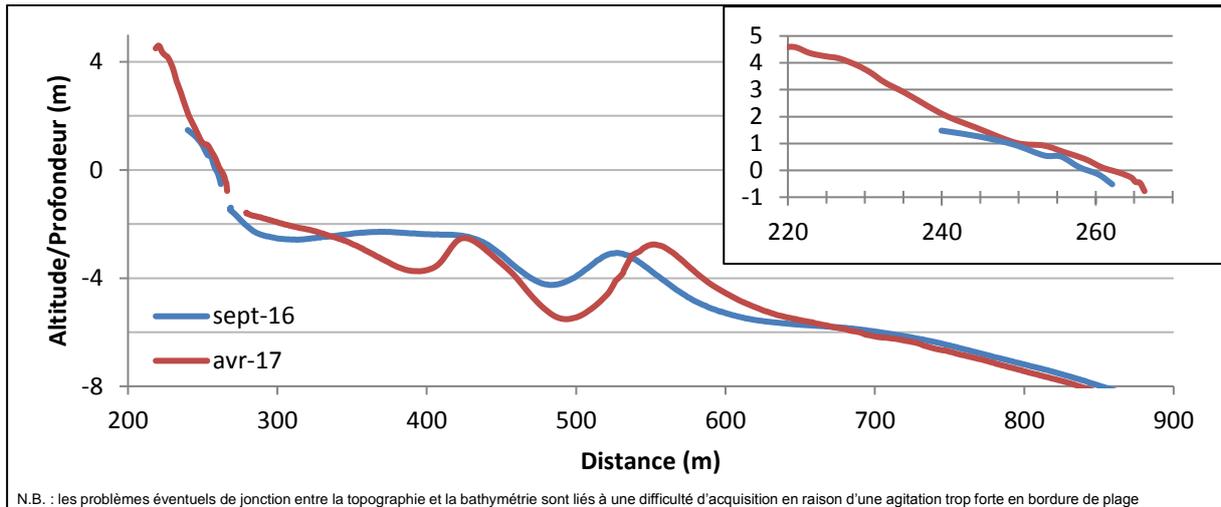


Illustration 113 - Profil BT067930, entre septembre 2016 et avril 2017.

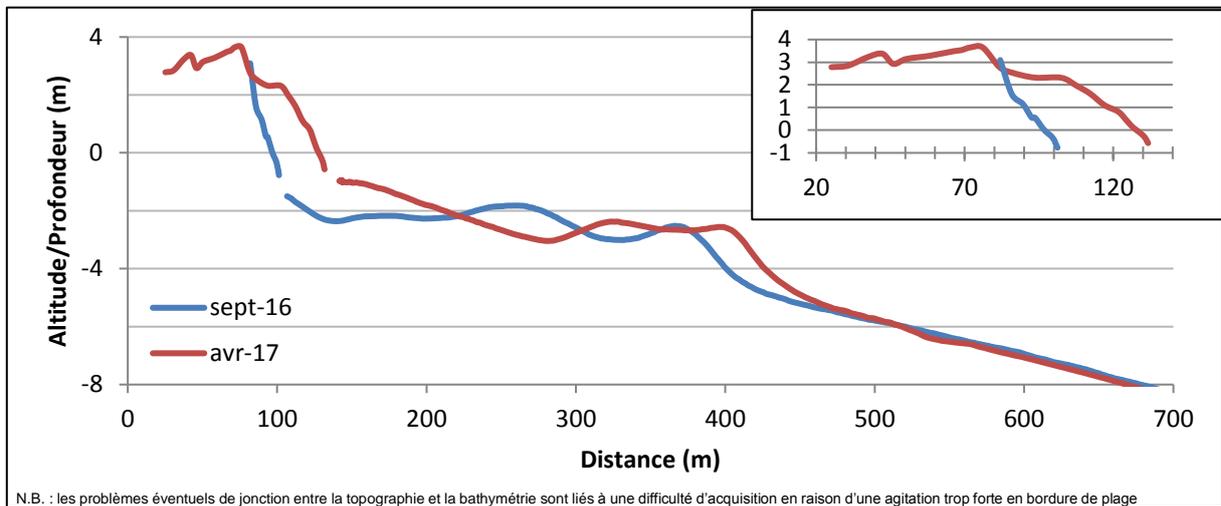


Illustration 114 - Profil TorrC, entre septembre 2016 et avril 2017.

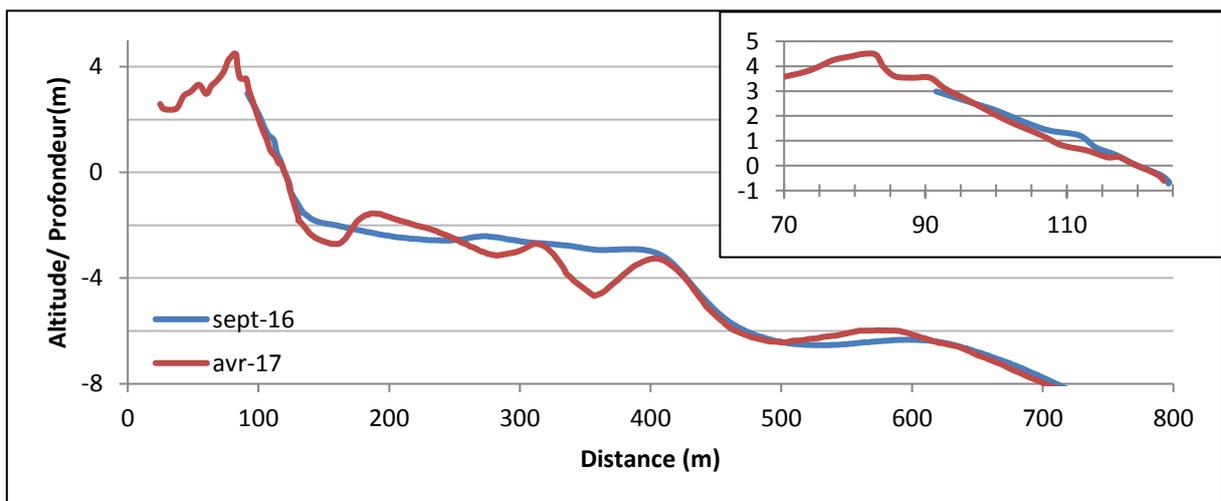


Illustration 115 - Profil TorrS, entre septembre 2016 et avril 2017.

### Bilan interannuel : bilan sédimentaire et trait de côte

Entre octobre 2013 et septembre 2016, le site de Torrelles a gagné +374 913 m<sup>3</sup> de sédiments (Illustration 116), la plage émergée gagnant quant à elle +3 241 m<sup>3</sup> de sédiments sur la même période. Si la zone complète semble relativement stable d'une saison à l'autre depuis la forte accumulation entre septembre 2014 et avril 2015, la plage aérienne montre une évolution saisonnière plus marquée (diminution de volume pendant les périodes estivales 2014, 2015 et, dans une moindre mesure, 2016). Lors du dernier hiver 2016-2017, on y constate un gain inhabituel lié à l'accolement de la barre interne à la plage au niveau du profil central qui amène le bilan cumulé à +17 176 m<sup>3</sup>. Au global sur cet hiver, la zone complète enregistre un démaigrissement somme toute faible au regard des volumes en jeu sur la totalité de la période d'observation.

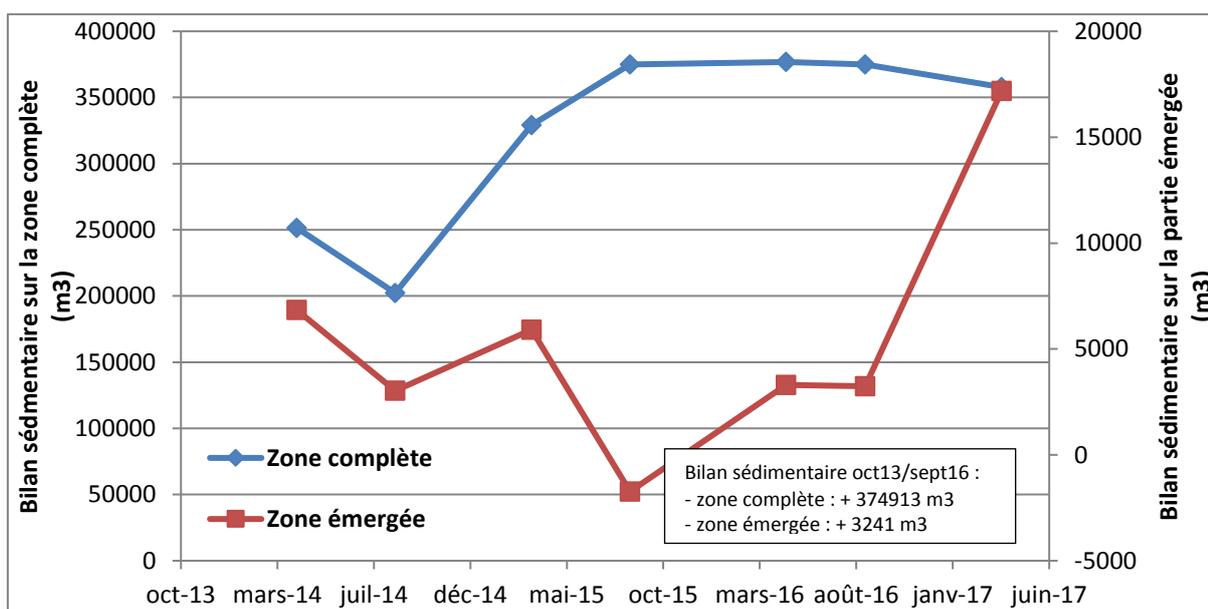
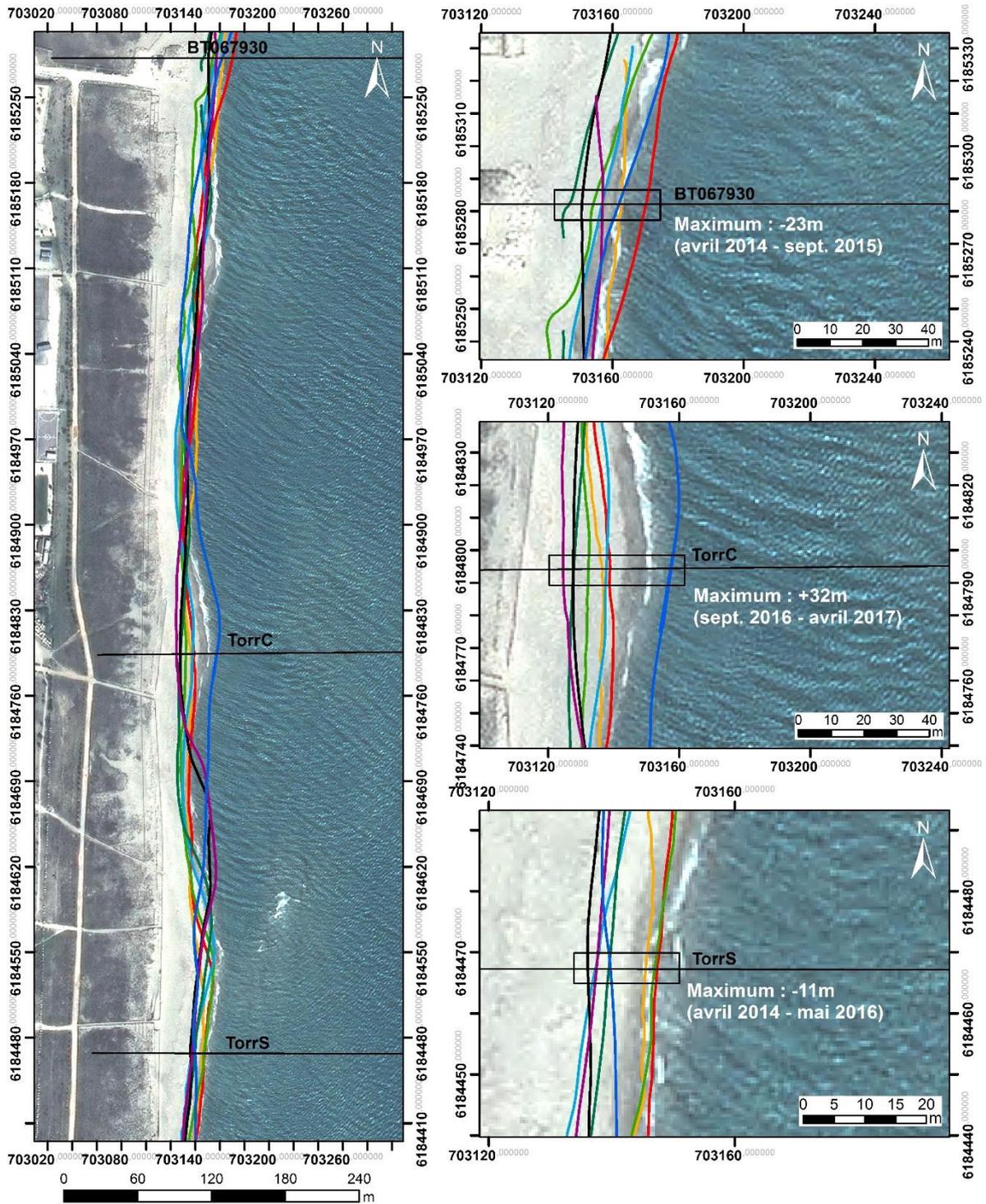


Illustration 116 : Bilans sédimentaires cumulés des zones complètes et émergées entre Octobre 2013 et avril 2017 pour le site de Torrelles.

Mis à part le caractère exceptionnel de l'avancée du trait de côte en partie centrale du site de Torrelles (Illustration 117), l'évolution varie selon les secteurs et dans le temps. Elle dépend des mouvements des barres sous-marines qui font évoluer les migrations longitudinales des sinuosités de plages. 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.

La morphologie particulière de la plage de Torrelles avec ses pentes relativement fortes ainsi que ses profondeurs importantes atteintes non loin de la côte (profondeur de -3 m à trois mètres du bord, Illustration 115) la rendent plus vulnérable aux aléas érosion et submersion. En effet, cette morphologie entraîne un déferlement plus important au niveau de la plage, également lié à la discontinuité des systèmes de barres internes et externes. Ce déferlement pouvant être important en cas de tempête, le prisme sableux émergé peut être plus lourdement impacté tout comme le cordon dunaire.



Traits de côte :

- |                  |                  |                        |
|------------------|------------------|------------------------|
| — Avril 2017     | — Avril 2015     | — Profils de référence |
| — Septembre 2016 | — Septembre 2014 |                        |
| — Mai 2016       | — Avril 2014     |                        |
| — Septembre 2015 | — Octobre 2013   |                        |

Source:  
 campagne OBSCAT  
 oct13/avr14/sep14/avr15/sep15/mai16/  
 sep16/avr17  
 Image: Pléiades, IGN, 03-2015  
 Système de coordonnées:  
 RGF-Lambert-93  
 Auteur: BRGM

Illustration 117 - Carte des traits de côte entre octobre 2013 et avril 2017 pour le site de Torrellas.

#### 4.7.2. Embouchure du Bourdigou

Les digues installées depuis 1976 ont stabilisé l'embouchure du Bourdigou tout en perturbant le transit sédimentaire (Illustration 118). On constate pourtant, depuis 2013, des alternances de périodes d'érosion et d'accrétions au sud et au nord de l'embouchure.

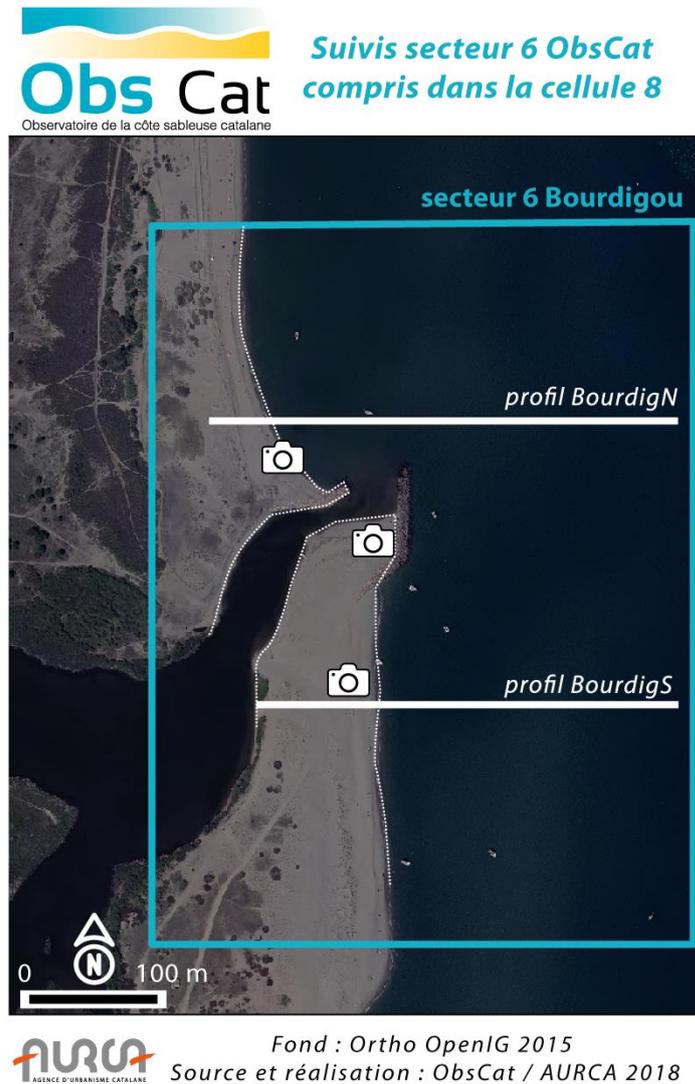
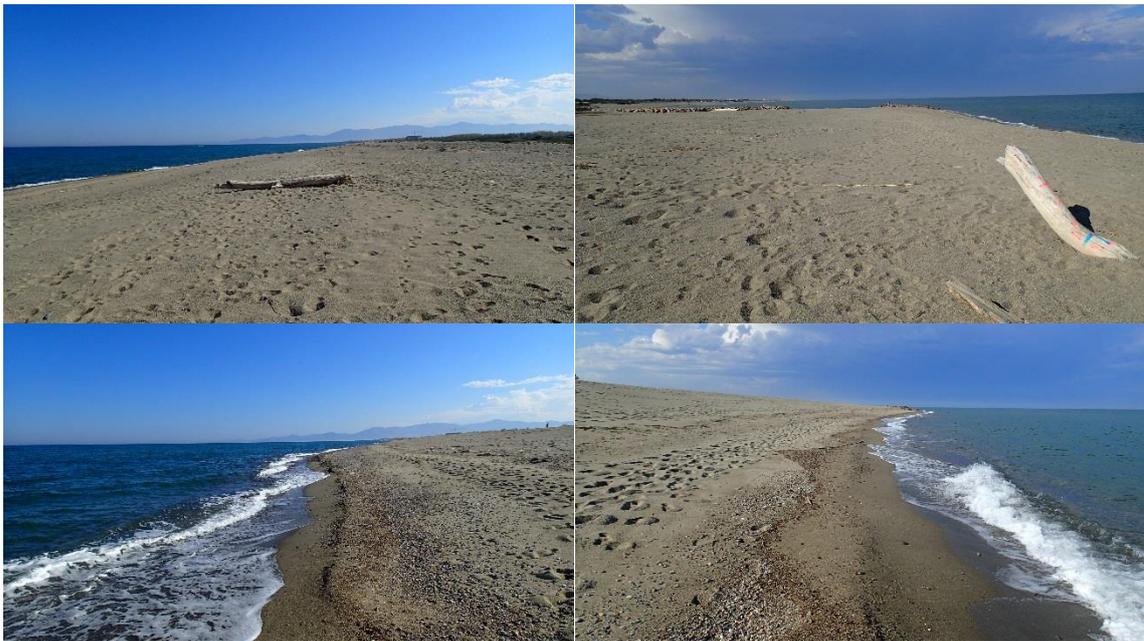


Illustration 118 - Secteur de l'embouchure du Bourdigou, profils de référence et prises de vue.

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 qu'au sud, la pente du haut de plage est assez prononcée



*Illustration 119 – Suivi photographique du site de l'embouchure du Bourdigou. Vue de la plage au nord au niveau du profil de référence BourdigN (Illustration 122). En haut : haut de plage (vue vers le sud à gauche et vers le nord à droite) ; en bas : bas de plage (vue vers le sud à gauche et vers le nord à droite). Campagne OBSCAT – 10 avril 2017.*



*Illustration 120 – Suivi photographique du site de l'embouchure du Bourdigou. Vue de la plage au sud au niveau du profil de référence BourdigS (Illustration 122). En haut : haut de plage (vue vers le sud à gauche et vers le nord à droite) ; en bas : bas de plage (vue vers le sud à gauche et vers le nord à droite). Campagne OBSCAT – 10 avril 2017.*

Sur la dernière période, l'embouchure s'est ouverte (Illustration 121) avec la destruction de la flèche reliée à l'épi nord qui obstruait la communication entre le fleuve et la mer. Au-delà de cette ouverture, immédiatement au nord et au sud des ouvrages, on enregistre une progression du trait de côte de l'ordre de +7 m au nord et d'une quinzaine de mètres immédiatement au sud. Cette accréation apparaît également avec la progression de la berme au sud (Illustration 124).



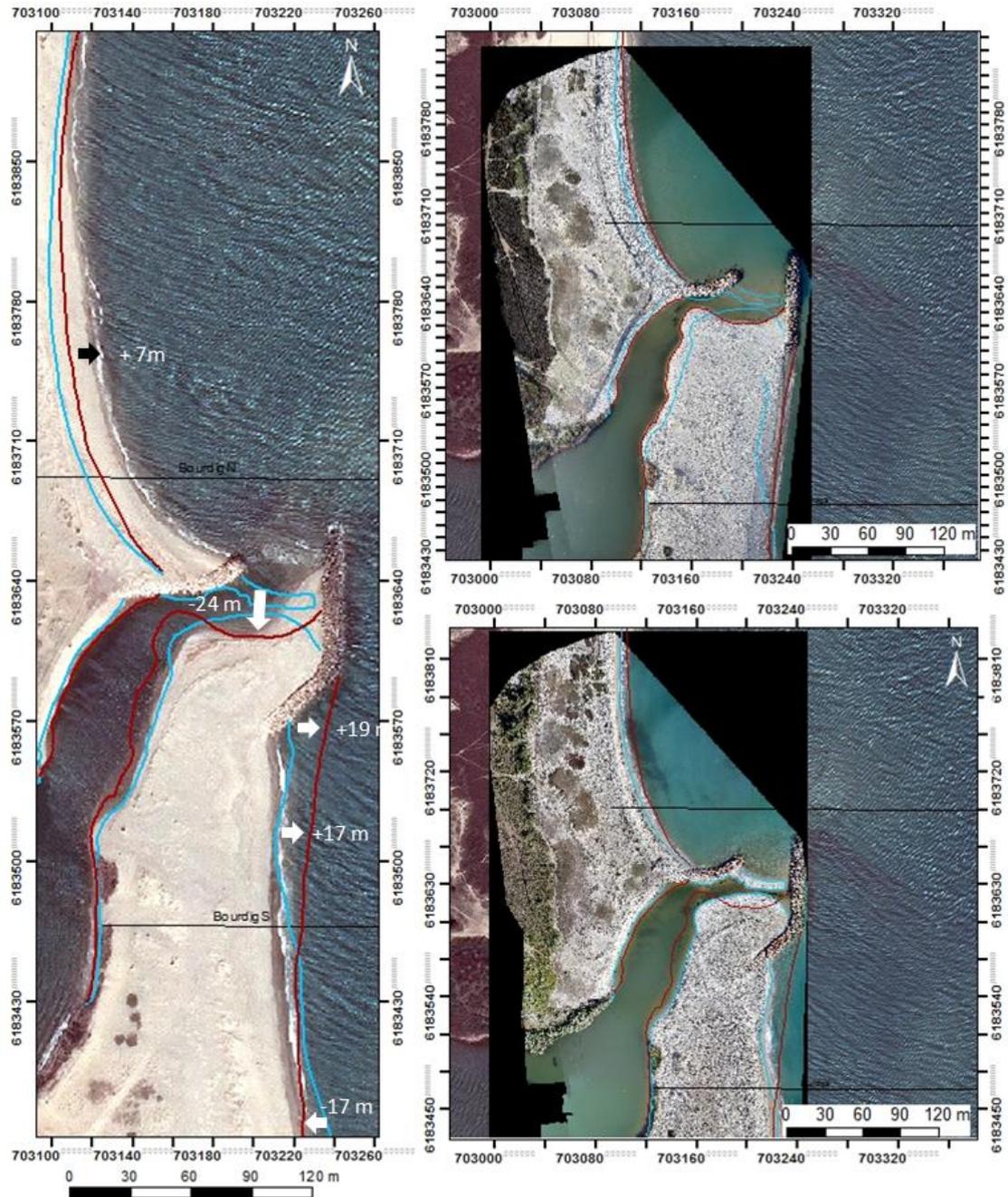
*Illustration 121 – Suivi photographique du site de l'embouchure du Bourdigou.  
Embouchure ouverte le 30 mars 2017 (à gauche), embouchure fermée le 16 mai 2016 (à droite).  
Campagnes OBSCAT – mai 2016 et mars-avril 2017.*

### **Evolution saisonnière du trait de côte**

Durant la période septembre 2016 - avril 2017, l'évolution du trait de côte est contrastée sur l'ensemble de la zone. La partie localisée au nord des ouvrages, habituellement soumise à l'érosion, progresse d'environ +7 m durant la période étudiée (Illustration 122). La flèche sableuse qui fermait l'embouchure, localisée entre les deux épis, est complètement érodée suite aux crues de février entraînant ainsi un recul de -24 m du trait de côte (le plus important du secteur).

La progression du trait de côte est également importante au sud de l'ouvrage avec une avancée de +19 m à la base de l'épi. Cette avancée alterne avec une zone d'érosion plus au sud se traduisant par un recul de -17 m du trait de côte.

Concernant la partie interne de l'embouchure, la flèche interne sud progresse d'une dizaine de mètres environ durant cette même période ; elle pourrait par sa progression provoquer une fermeture de l'embouchure si elle atteignait l'ouvrage nord.



Source:  
 Trait de côte 2016/2017: Observatoire de  
 la côte sableuse catalane.  
 Image: Pléiades, IGN, 03-2015  
 Système de coordonnées:  
 RGF-Lambert-93  
 Auteur: BRGM

— Trait de côte avril 2017  
 — Trait de côte septembre 2016  
 — Profils de référence

Illustration 122 - Carte des traits de côte et évolution de septembre 2016 à avril 2017 pour le site du Bourdigou. Fond images : à gauche Pléiades 2015 ; à droite levés drone Ecocéanodrone – OBSCAT 2016 (en bas) – 2017 (en haut).

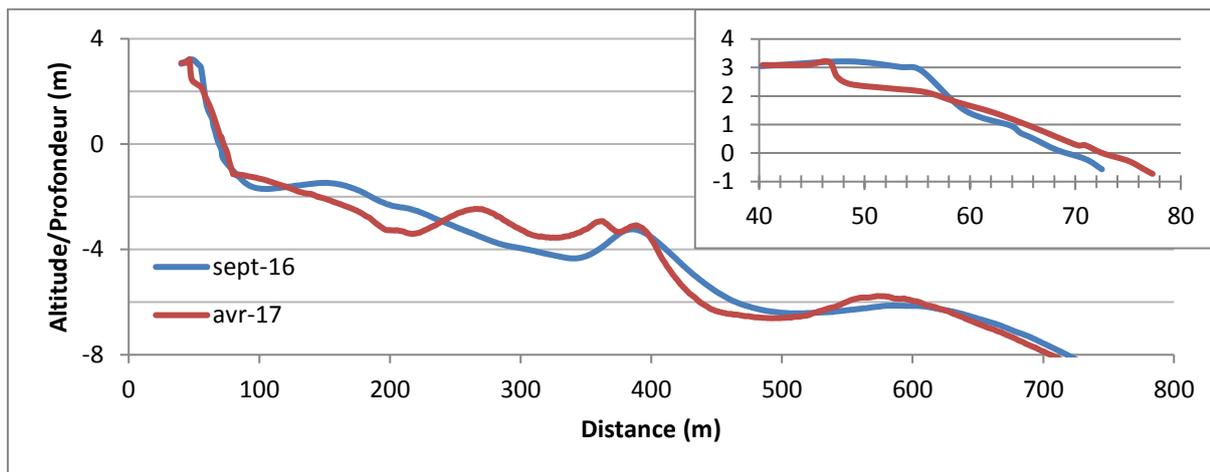


Illustration 123 - Profil de référence BourdigN, entre septembre 2016 et avril 2017.

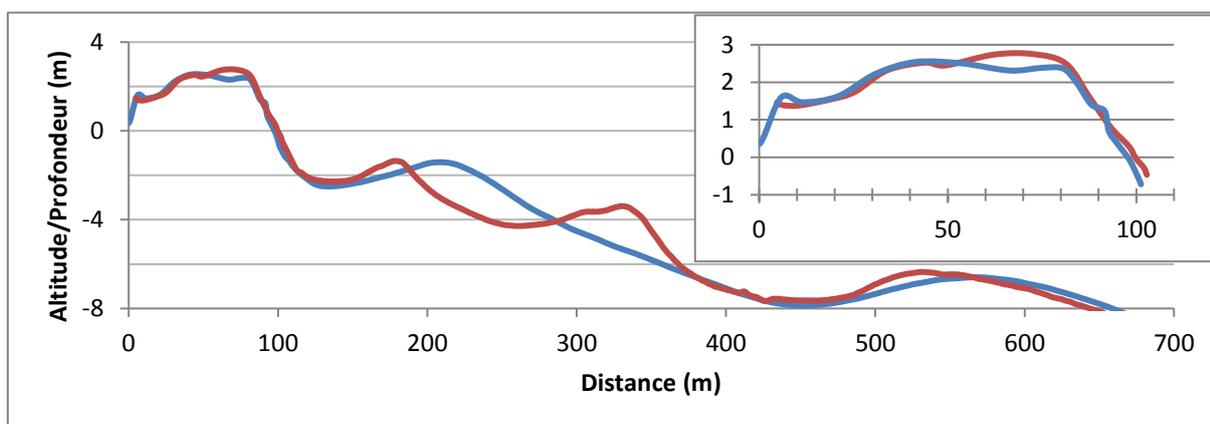


Illustration 124 - Profil de référence BourdigS, entre septembre 2016 et avril 2017.

### Déplacements sédimentaires saisonniers

Les déplacements sédimentaires ne suivent pas les mêmes dynamiques selon les saisons ; la saison estivale 2016 suit une dynamique d'accrétion sur l'ensemble des différentes zones (+3 799 m<sup>3</sup> concernant la zone complète, Illustration 126). La saison hivernale 2016-2017 présente en revanche une érosion caractérisée sur la zone immergée amenant ainsi une perte de près de - 7 169 m<sup>3</sup> de sédiments sur la zone complète.

Les mouvements des barres sont en effet très importants durant cette saison hivernale et les barres internes ne suivent pas les mêmes évolutions selon leur position au nord ou au sud de l'embouchure (Illustration 125). Au sud de l'embouchure, la barre interne unique s'érode de manière importante et conduit à la formation de deux barres plus petites comme le montre l'illustration 124. En revanche au nord des ouvrages, le mécanisme est inverse : la double barre, moins marquée, semble s'unifier progressivement en une seule barre interne quelque peu morcelée (Illustration 123). Cette barre se scinde en deux au niveau de l'ouvrage de protection de l'embouchure (Illustration 125).

Au niveau de la barre externe, on constate une légère érosion du tombant externe de la barre qui vient alimenter en sédiments la partie plus interne (Illustration 123, Illustration 124, Illustration 125) créant ainsi une légère migration vers la côte de la barre.

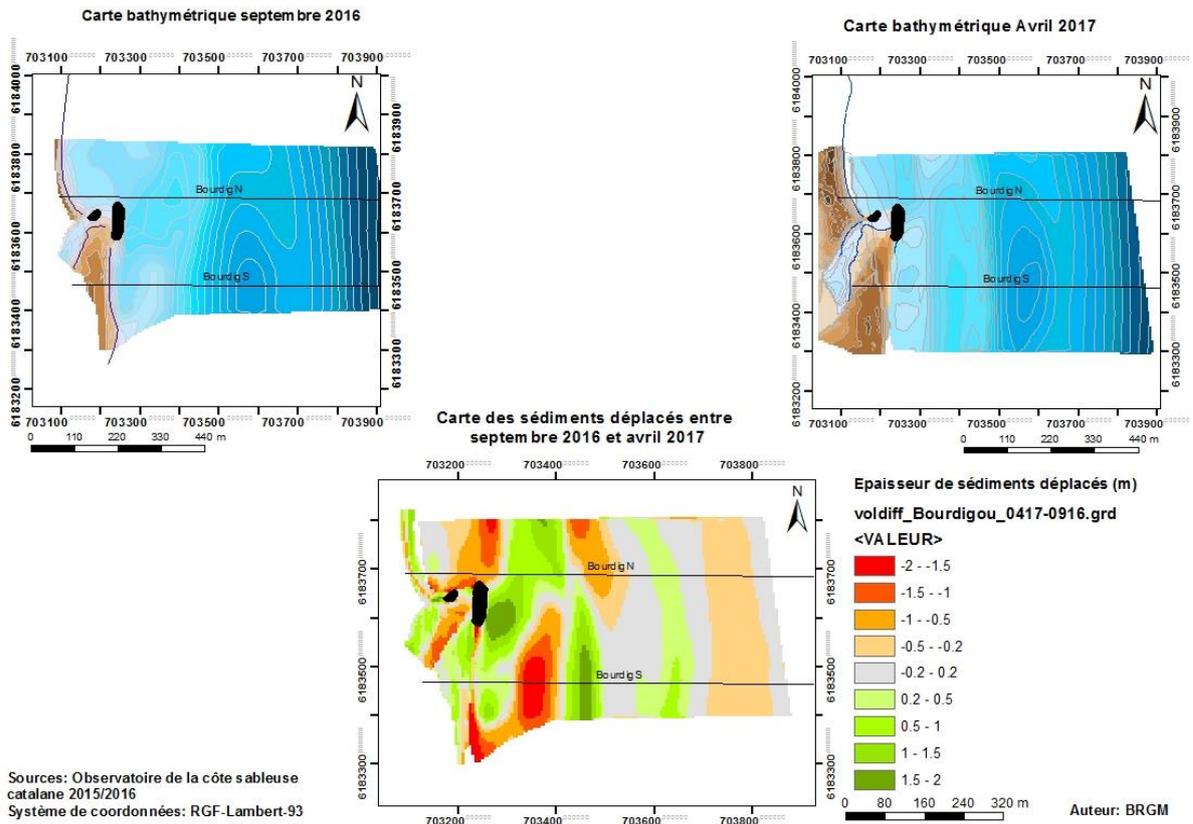


Illustration 125 - Carte saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/ septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site du Bourdigou.

Bourdigou 05-2016/09-2016					
Zone	Surface (m <sup>2</sup> )	Accrétion (m <sup>3</sup> )	Erosion (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )	Marge d'erreur (m <sup>3</sup> )
Zone Complète	296 285	15 573	11 774	3 799	3 618
Zone Immergée	263 078	10 708	8 811	1 897	3 360
Zone émergée + embouchure	33 207	4 865	2 963	1 902	258
Bourdigou 09-2016/04-2017					
Zone	Surface (m <sup>2</sup> )	Accrétion (m <sup>3</sup> )	Erosion (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )	Marge d'erreur (m <sup>3</sup> )
Zone Complète	302 938	73 193	80 362	-7 169	1 074
Zone Immergée	271 875	63 804	73 860	-10 056	1 006
Zone émergée + embouchure	31 063	9 389	6 502	2 887	68

Illustration 126 - Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/ septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site du Bourdigou.

### Bilan interannuel : bilan sédimentaire et trait de côte

Au nord du secteur, l'évolution interannuelle montre une alternance dans les positions du trait de côte, avec un bilan global à l'érosion (le maximum étant entre octobre 2013 et mai 2016 avec -31 m, Illustration 128). Dans la partie sud l'évolution est plutôt inverse, le trait de côte a en effet progressé d'environ +21 m depuis sa position la plus reculée en septembre 2014.

Au sein de l'embouchure, la migration de la flèche sableuse (rive sud) vers le Nord constatée par Lothe *et al.* (2016) semble toujours à l'œuvre malgré l'ouverture de l'embouchure constatée fin mars 2017 (en lien très probable avec la crue février 2017). La limite nord de la flèche de la rive sud est désormais localisée à moins de 6 mètres de l'enrochement nord (Illustration 128).

Concernant l'évolution en termes de bilan sédimentaire, une tendance semble se dessiner concernant la zone complète depuis avril 2015 (Illustration 127); on constate en effet une évolution saisonnière avec un gain de sédiments sur la période estivale ainsi qu'une perte durant l'hiver. Si cette tendance fut fortement marquée durant l'année 3 elle semble moins nette pour cette quatrième année d'observations. La partie émergée comprenant également la zone d'embouchure ne semble pas marquée par cette même saisonnalité étant constamment en accrétion depuis avril 2015 avec un bilan sédimentaire estimé à +18 719 m<sup>3</sup> de sédiments pour cette zone.

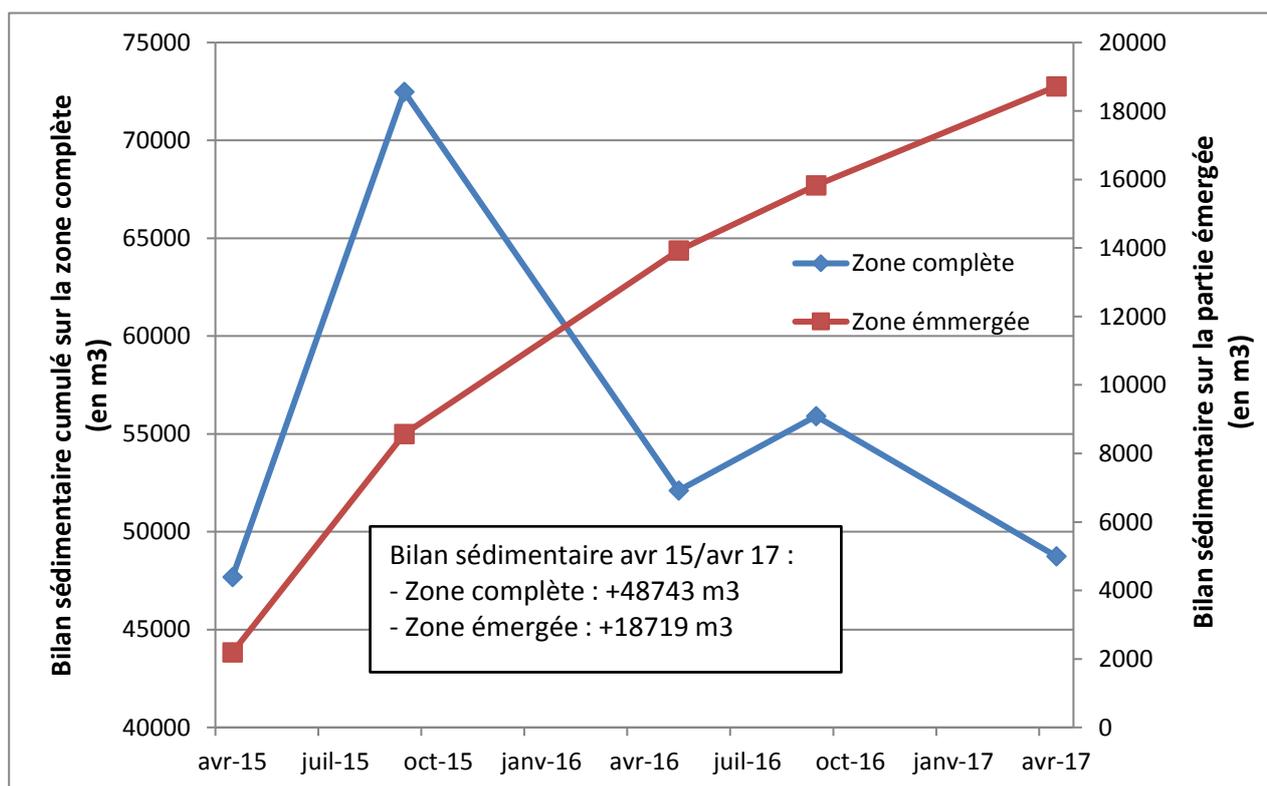
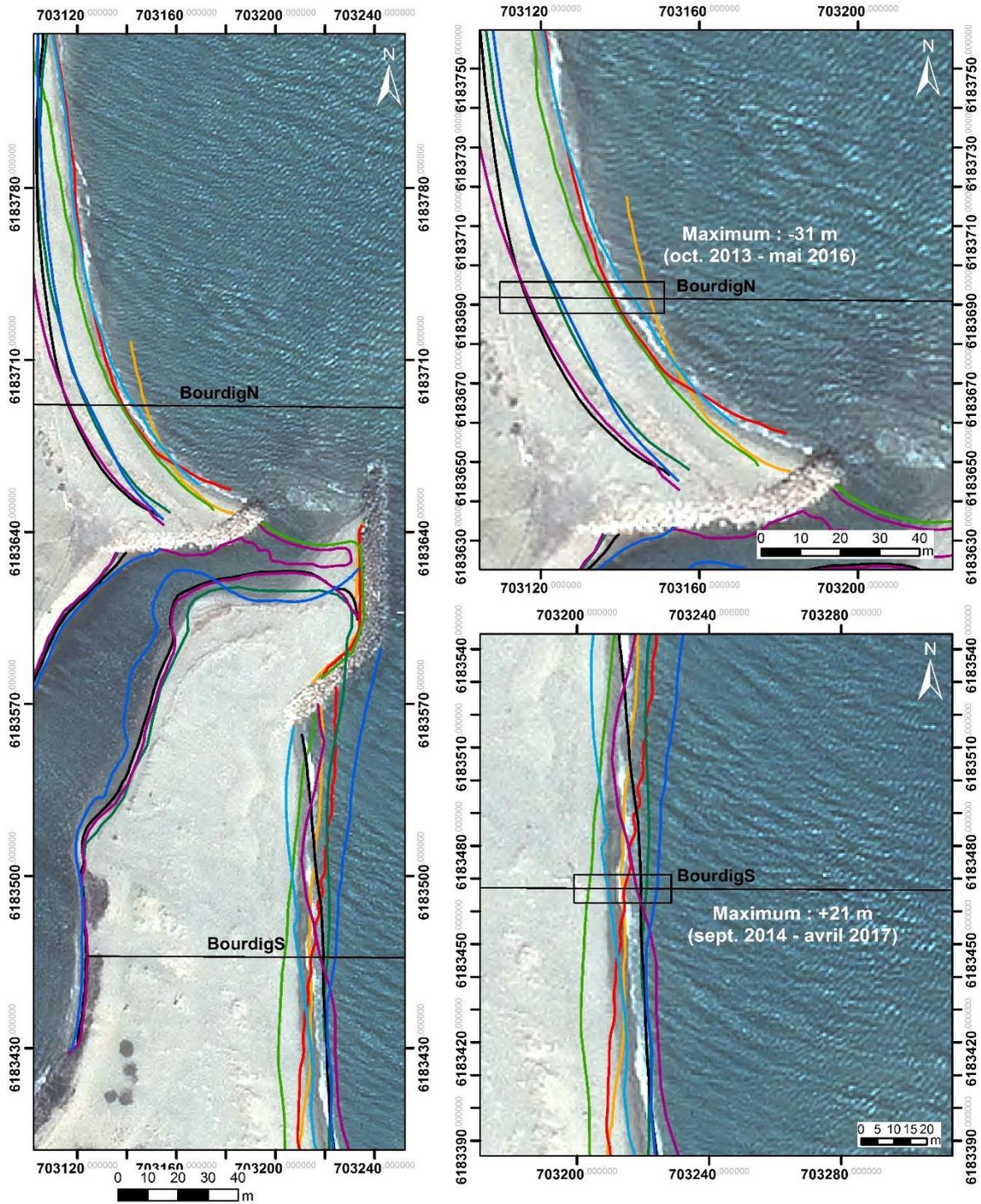


Illustration 127 - Bilans sédimentaires cumulés des zones complètes et émergées entre avril 2015 et avril 2017 pour le site du Bourdigou.



Traits de côte :

- Avril 2017
- Avril 2015
- Profils de référence
- Septembre 2016
- Septembre 2014
- Mai 2016
- Avril 2014
- Septembre 2015
- Octobre 2013

Source:

campagne OBSCAT  
 oct13/avr14/sep14/avr15/sep15/mai16/  
 sep16/avr17  
 Image: Pléiades, IGN, 03-2015  
 Système de coordonnées:  
 RGF-Lambert-93  
 Auteur: BRGM

Illustration 128 - Carte des traits de côte entre octobre 2013 et avril 2017 pour le site du Bourdigou.

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

Cette cellule comprend le secteur situé au nord du Port de Canet-en-Roussillon, le littoral de la commune de Sainte-Marie et les embouchures de la Têt et du Bourdigou, soit les sites 7, 8 et 9 (Illustration 129).

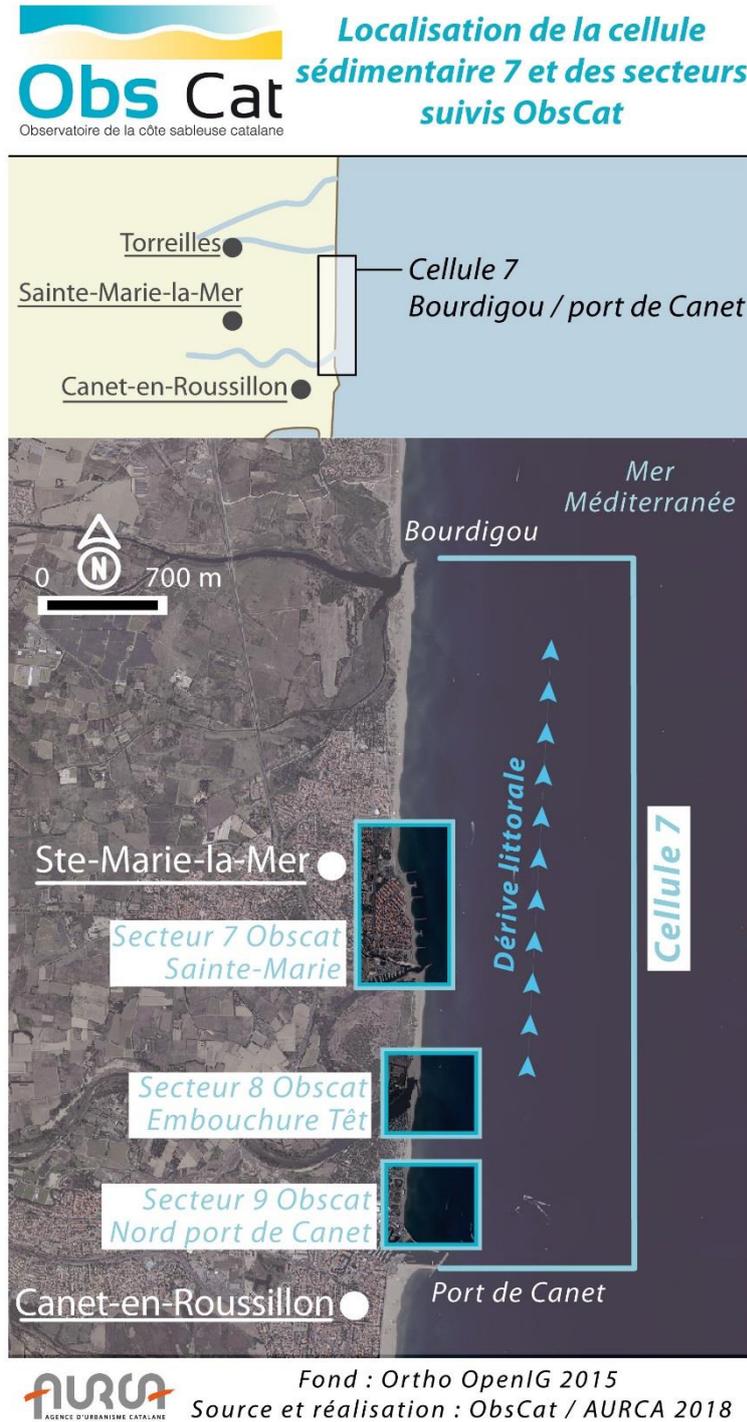


Illustration 129 - Localisation de la cellule hydro-sédimentaire 7 et des secteurs Sainte-Marie, embouchure de la Têt et Nord du Port de Canet.

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 (Agence de l'eau 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 rechargements en sable et des opérations de restauration dunaire y ont été réalisés. L'embouchure de la Têt n'est pas endiguée 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 de Sainte-Marie, s'étend une zone peu urbanisée et peu artificialisée jusqu'à l'embouchure du Bourdigou.

Les jetées portuaires de Canet-en-Roussillon, et de Sainte-Marie perturbent le transit sédimentaire en le bloquant au droit des jetées. Ainsi, le nord du port de Canet 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 enregistrent une accumulation continue. Les avant-ports, le sud du port de Sainte-Marie, ainsi que les embouchures du Bourdigou et de la Têt constituent des secteurs potentiels de prélèvements en sables pour les opérations de rechargements.

#### **4.8.1. Plage de Sainte-Marie**

Dans un but de protection des enjeux urbains en arrière de la plage, des ouvrages (4 épis et 2 brise-lames) ont été installés, artificialisant fortement cette portion de littoral (Illustration 130). 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.

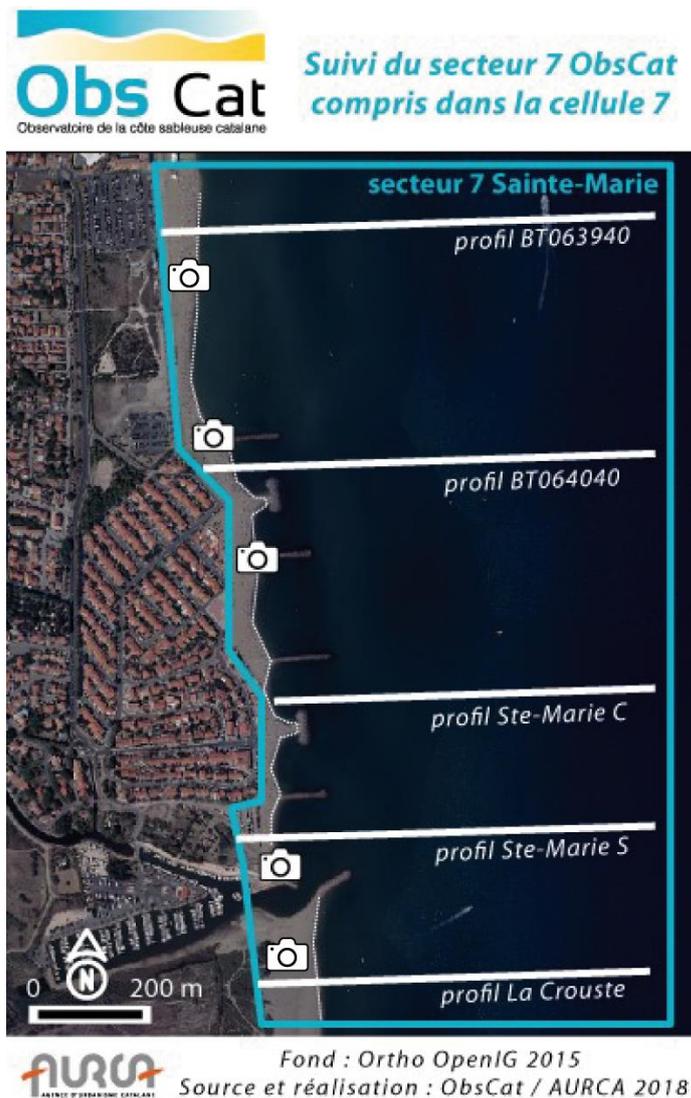


Illustration 130 - Secteur de Sainte-Marie, profils de référence et prises de vue.

La géomorphologie des plages et de l'avant-côte de ce secteur est fortement compartimentée. Le sud du port 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 (Illustration 131).



*Illustration 131 – Suivi photographique du site de Sainte-Marie au niveau du profil topographique de référence LaCrostN (plage au sud du port)). En haut vues du bas de plage, en bas vues du haut de plage. A gauche vues vers le sud ; à droite vues vers le nord.  
Campagne OBSCAT du 11 avril 2017.*

Sur la portion où s'ont installés les ouvrages de défense, l'arrière-plage est caractérisée par une zone urbanisée. La plage est quant à elle 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 132).



*Illustration 132 – Suivi photographique du site de Sainte-Marie au niveau du profil topographique de référence BT064040 (secteur des ouvrages). En haut vues du bas de plage, en bas vues du haut de plage. A gauche vue vers le sud ; à droite vue vers le nord.  
Campagne OBSCAT du 11 avril 2017.*

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) et moins marquée par endroits.

Au nord des ouvrages, la pente de haut de plage est relativement faible, et s'intensifie sur le bas de plage (Illustration 133) excepté au niveau des premiers 100 mètres vers le nord depuis le dernier épi où se trouve une zone d'érosion récurrente (Illustration 134).



*Illustration 133 – Suivi photographique du site de Sainte-Marie au niveau du profil topographique de référence BT063940 (plage au nord des ouvrages). En haut vues du bas de plage, en bas vues du haut de plage. A gauche vues vers le sud ; à droite vue vers le nord.  
Campagne OBSCAT du 11 avril 2017.*



*Illustration 134 – Suivi photographique du site de Sainte-Marie au niveau de l'épi nord du secteur des ouvrages. En haut vues du bas de plage, en bas vues du haut de plage. A gauche vues vers le sud ; à droite vue vers le nord. Campagne OBSCAT du 11 avril 2017.*

A cet endroit la plage présente une forte pente (diminuant en s'éloignant de l'ouvrage) et une falaise d'érosion. Ce secteur très localisé fait l'objet chaque année d'un rechargement de plage de petite envergure par la commune de Sainte-Marie (Illustration 135).



*Illustration 135 – Opération de rechargement le 24 avril 2017 réalisée par la commune pour le confortement de l'ancrage de l'épi nord de Sainte-Marie. Source OBSCAT – 2017.*

### **Evolution saisonnière du trait de côte**

Les mouvements du trait de côte sur la période 2016-2017 sont relativement importants au nord et au sud des ouvrages de protection avec une progression du trait de côte allant jusqu'à +15 m au nord du site et un recul de -10 m au sud (Illustration 136). Ces variations peuvent apparaître contradictoires avec le mode de fonctionnement naturel du site impliquant un transport de sédiment du sud vers le nord par la dérive littorale. Ces variations importantes sont donc dues aux opérations de rechargement effectuées en Juin 2016 sur le nord du site avec du sable prélevé au sud du port. Suite au remaniement hivernal plus important, les sédiments ont pu être transportés expliquant ainsi ces variations.

Par ailleurs, les variations de la position du trait de côte au sein des ouvrages sont nettement moins importantes ; le maximum étant une progression de +8 m au nord du second épi. Le reste des variations sont comprises entre -1,5 et +4 m.

La zone d'habitations au centre (au niveau du profil de référence SteMar\_C) protégée par les enrochements est toujours vulnérable. L'érosion de la plage au droit de cet ouvrage n'a pas permis le passage du quad lors de la campagne de relevés en avril 2017 et le profil topographique de référence est aujourd'hui immergé (Illustration 141).



Source:  
 Trait de côte 2016/2017: Observatoire de  
 la côte sableuse catalane.  
 Image: Pléiades, IGN, 03-2015  
 Système de coordonnées:  
 RGF-Lambert-93  
 Auteur: BRGM

- Trait de côte avril 2017
- Trait de côte septembre 2016
- Profils de référence
- Erosion
- Accrétion

Illustration 136 - Carte des traits de côte et évolution de septembre 2016 à avril 2017 pour le site de la plage de Sainte-Marie.

### **Déplacements sédimentaires saisonniers**

Si les ouvrages de protection empêchent surtout la partie émergée de la plage de trop varier avec le temps (+2 063 m<sup>3</sup> durant la période estivale et +3 594 m<sup>3</sup> durant la période hivernale, Illustration 138), ce n'est pas le cas de la partie immergée du site qui évolue de manière beaucoup plus importante sur les mêmes périodes (+23 230 m<sup>3</sup> pour l'été 2016 et -49 869 m<sup>3</sup> pour l'hiver 2016-2017).

Durant la période estivale, on constate une accumulation en sédiments généralisée sur l'ensemble de la zone (+25 293 m<sup>3</sup>) Cette accumulation a lieu principalement au sud de la jetée portuaire (qui bloque le transit sédimentaire) et au nord du dernier épi (zone de rechargement de plage) (Illustration 137). Par ailleurs on constate des zones plus localisées et moins importantes d'érosion ou d'accrétion contre les ouvrages de défense durant cette période également.

Pour la période hivernale, les variations sont beaucoup plus importantes et concernent la quasi-totalité de la zone immergée. La barre externe plus ou moins bien formée en septembre 2016 est bien plus marquée à l'issue de la saison. La crête de barre migre de façon crossshore vers l'Ouest dans le cas de certains profils (Illustration 139, Illustration 143) ou vers l'Est dans le cas des profils BT064040, SteMar-C et SteMar-S (Illustration 140, Illustration 141 et Illustration 142 respectivement). Cette élévation de la crête de barre externe semble être permise par une érosion localisée au niveau des tombants de barres externes, internes, ou des fosses externes par conséquent plus profondes au sortir de l'hiver (Illustration 140).

La migration des barres internes est plus aléatoire le long de ce site de par leurs formes et leur nombre irrégulier selon les profils ; en septembre 2016, on trouve deux barres internes bien marquées le long du profil BT063940 alors qu'il n'y en a qu'une seule peu marquée le long du profil SteMarc-C. La présence des ouvrages peut expliquer cette complexité du mouvement des barres internes.

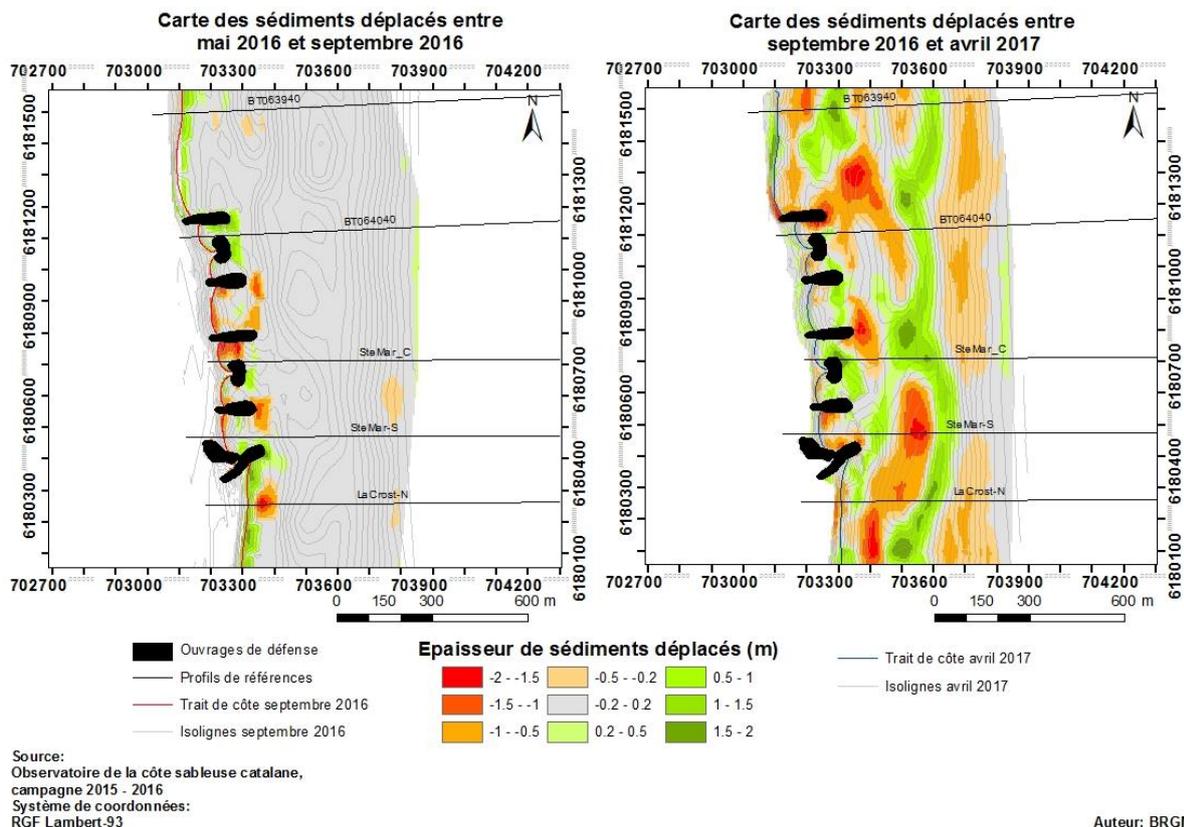


Illustration 137 - Carte annuelle et saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site de Sainte-Marie-la-Mer

Sainte Marie 05-2016/09-2016					
Zone	Surface (m <sup>2</sup> )	Accrétion (m <sup>3</sup> )	Erosion (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )	Marge d'erreur (m <sup>3</sup> )
Zone Complète	1 025 393	75 575	50 282	25 293	12 589
Zone Immergée	969 051	65 905	42 675	23 230	11 977
Zone émergée	56 342	9 670	7 607	2 063	612
Sainte Marie 09-2016/04-2017					
Zone	Surface (m <sup>2</sup> )	Accrétion (m <sup>3</sup> )	Erosion (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )	Marge d'erreur (m <sup>3</sup> )
Zone Complète	1 077 334	234 355	280 630	-46 275	3 686
Zone Immergée	996 740	220 281	270 150	-49 869	3 363
Zone émergée	80 594	14 074	10 480	3 594	323

Illustration 138 - Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/ septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site de Sainte-Marie-la-Mer.

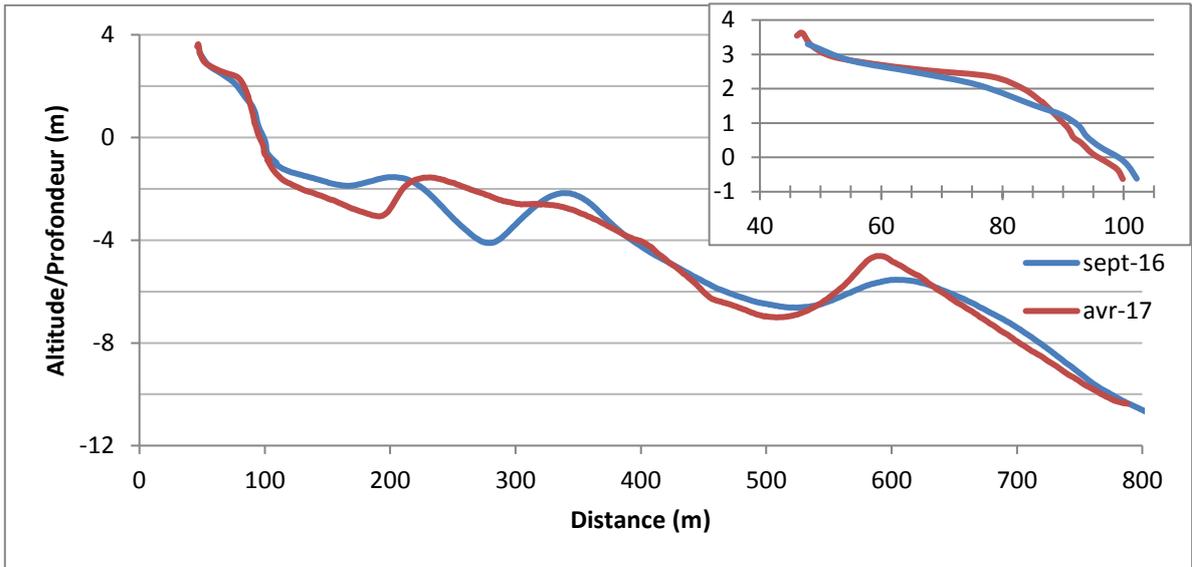


Illustration 139 - Profil BT063940, entre septembre 2016 et avril 2017.

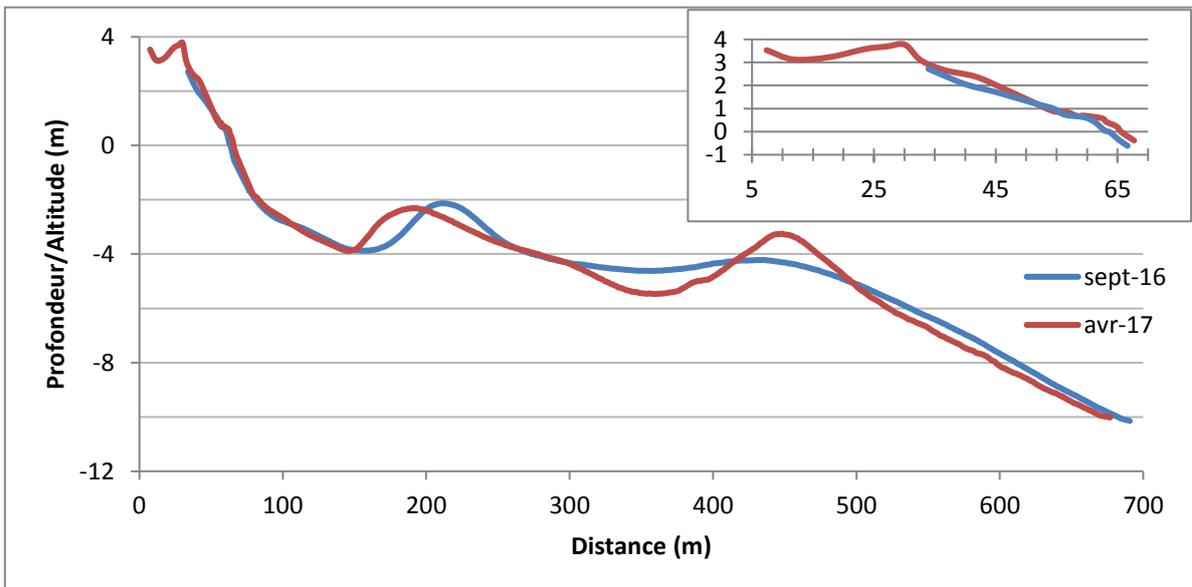


Illustration 140 - Profil BT064040, entre septembre 2016 et avril 2017.

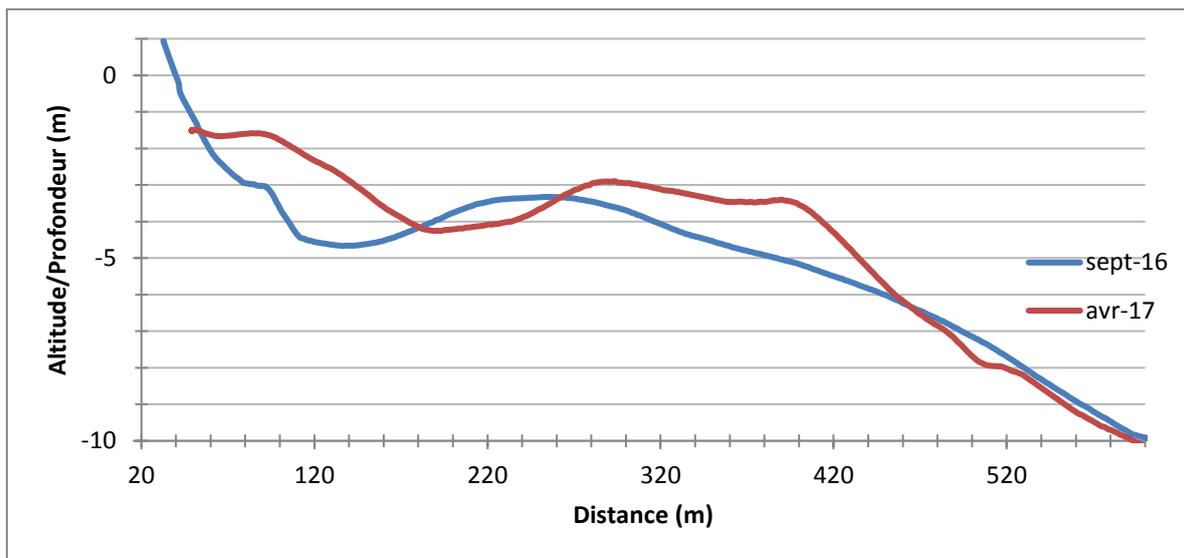


Illustration 141 - Profil SteMarC, entre septembre 2016 et avril 2017.

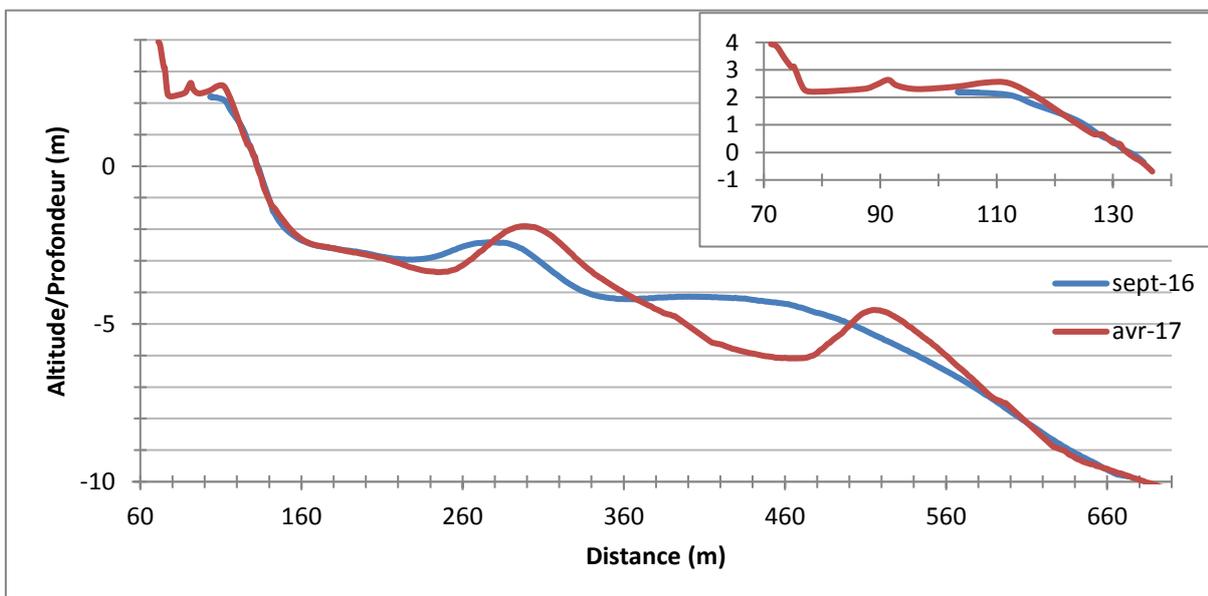


Illustration 142 - Profil SteMarS, entre septembre 2016 et avril 2017.

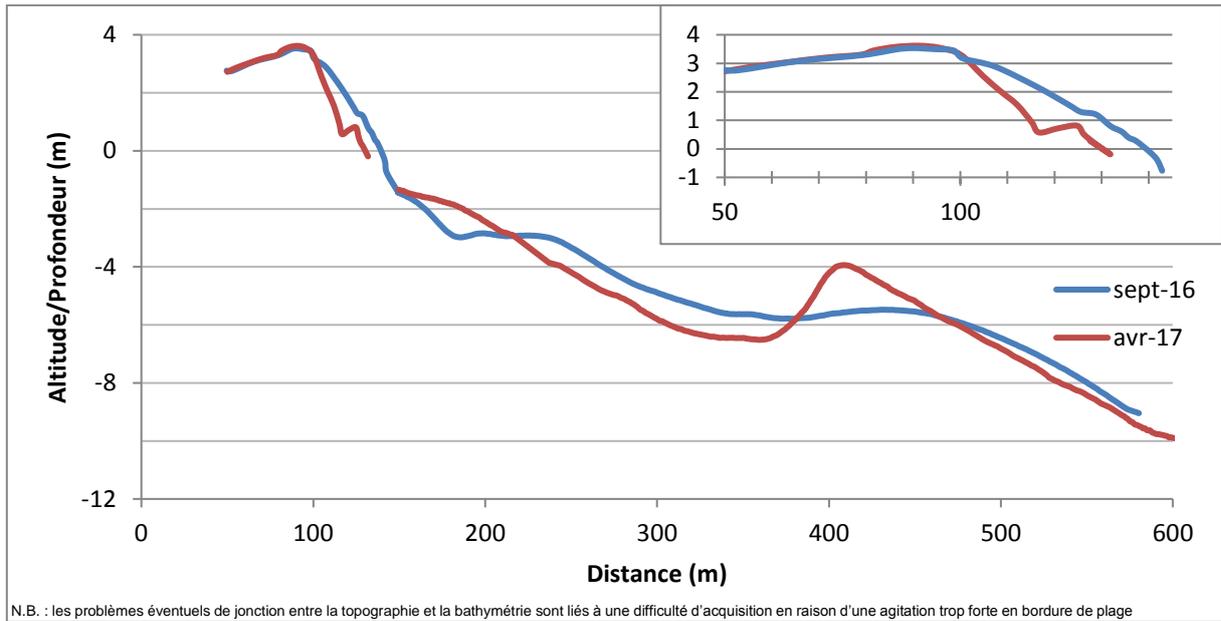


Illustration 143 - Profil LaCross-N, entre septembre 2016 et avril 2017.

**Bilan interannuel : bilan sédimentaire et trait de côte**

Le site de Sainte Marie est globalement en accrétion avec plus de 306 880 m<sup>3</sup> entre octobre 2013 et septembre 2016 (Illustration 144). Cependant depuis deux saisons hivernales, on observe une alternance avec érosion en hiver et accrétion en été. Sur la plage émergée, on note une tendance à l'accumulation depuis 2015, qui n'a pas été encore compensé l'érosion de l'hiver 2014.

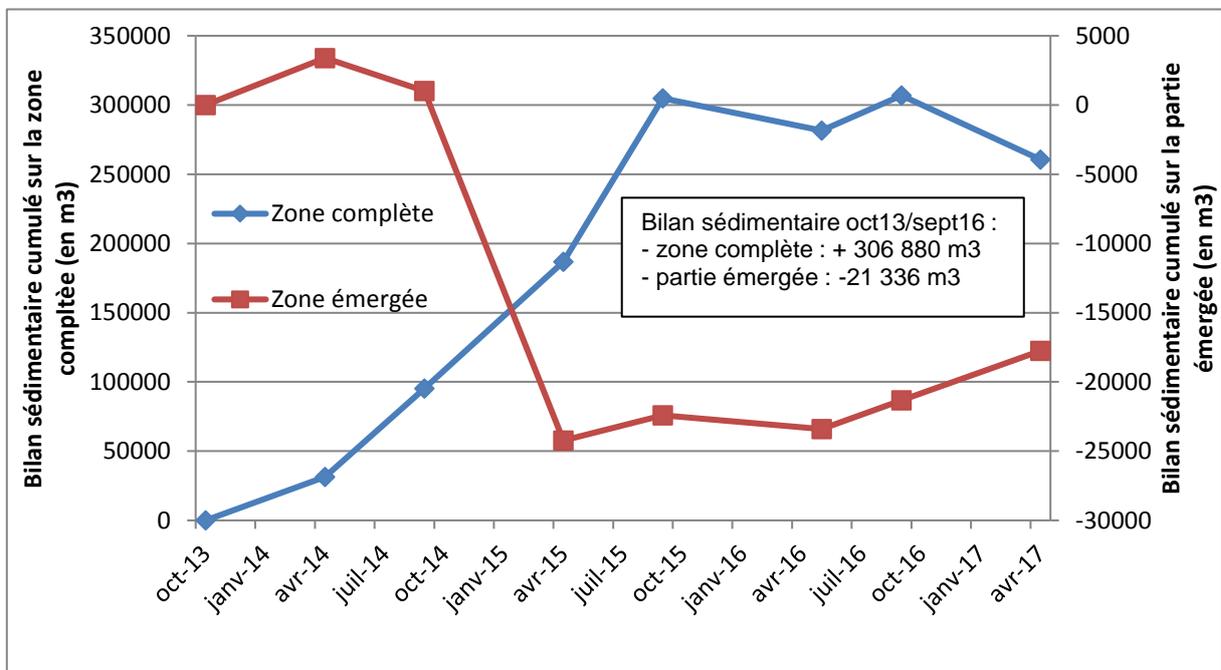


Illustration 144 - Bilans sédimentaires cumulés des zones complètes et émergées entre avril 2015 et avril 2017 pour le site de Sainte-Marie-la-Mer.

Les variations du trait de côte les plus importantes restent situées en dehors des ouvrages de protection côtiers au nord et au sud du site (Illustration 145). Ces variations sont principalement associées aux remaniements d'origine anthropique (rechargements de plage au nord des ouvrages, prélèvements de sable au sud du port). Le trait de côte au niveau des ouvrages de défense, bien que plus stable, n'est cependant pas exempt de zones de recul : -11 m entre octobre 2013 et septembre 2014 au niveau du profil SteMar-C par exemple.

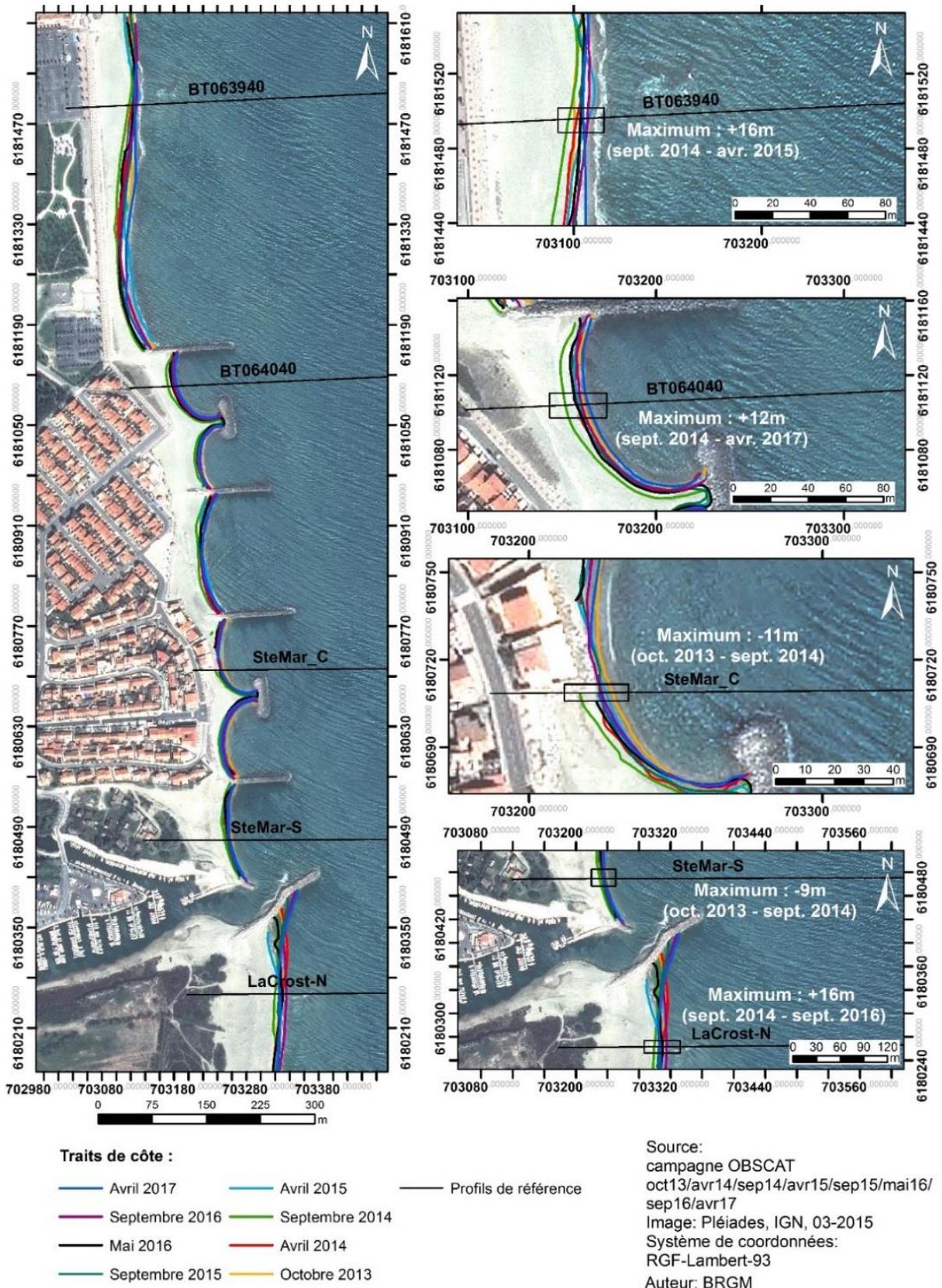


Illustration 145 - Carte des traits de côte entre octobre 2013 et avril 2017 pour le site de Sainte-Marie-la-Mer

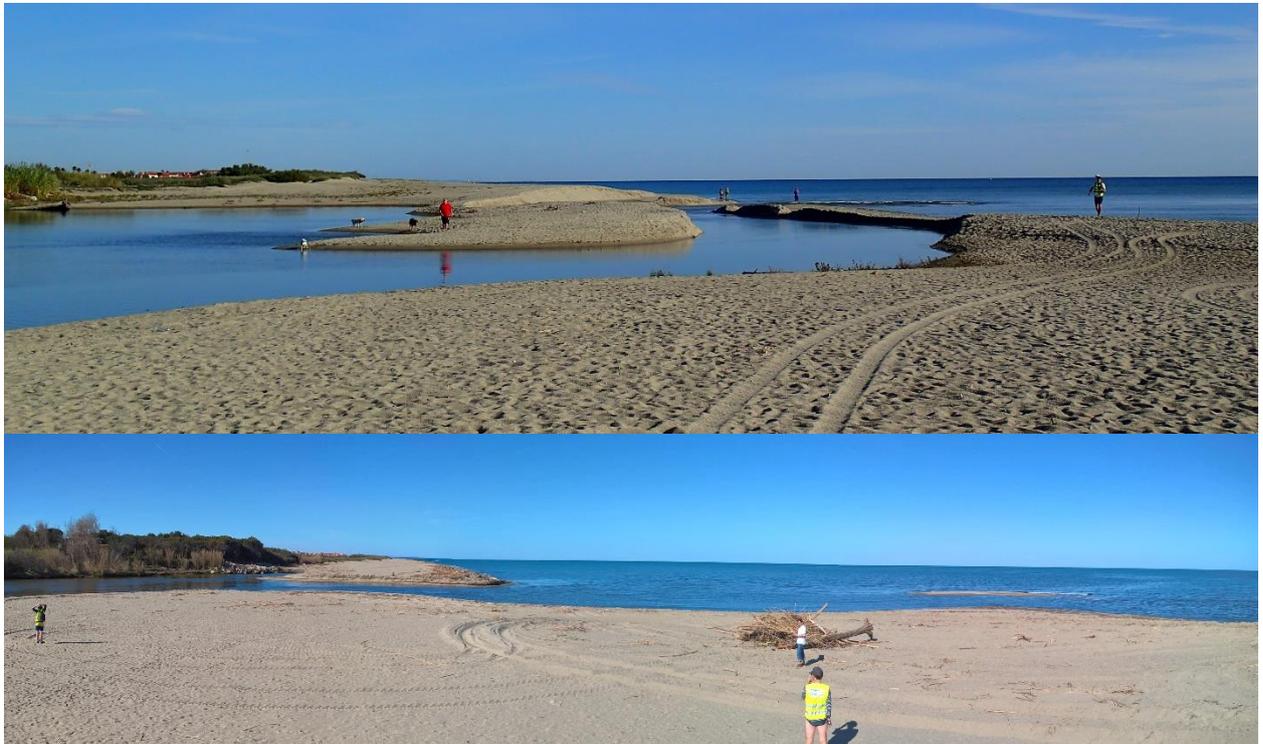
#### 4.8.2. Embouchure de la Têt

L'embouchure de la Têt (Illustration 146) est caractérisée par une forte variabilité, 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 2016 et avril 2017, l'embouchure de la Têt s'est repositionnée de plus de 50 m vers le sud (Illustration 149). Entre septembre 2014 et avril 2015 celle-ci s'était déplacée vers le sud de plus de 200 m.



Illustration 146 - Secteur de l'embouchure de la Têt, profils de référence et prises de vue.

D'un point de vue morphologique, cette embouchure se distingue aujourd'hui par une large flèche sableuse qui prend racine sur la rive nord, mesurant du sud au nord 150 m en septembre 2016 et environ 115 m en mars-avril 2017. Une nouvelle brèche a déplacé la sortie de l'embouchure vers le sud pendant la période hivernale 2016-2017 avec une fermeture de l'ancienne brèche et un élargissement de la flèche sud d'une soixantaine de mètres environ (Illustration 147).



*Illustration 147 – Suivi photographique du site de l'embouchure de la Têt. Vue prise depuis la flèche sud le 27 septembre 2016 (en haut) et le 30 mars 2017 (en bas). OBSCAT Campagnes septembre 2016 et mars-avril 2017.*

Ce site est caractérisé par une barre externe localisée à environ 400 m du rivage au sud et se rapprochant de la côte au nord, ainsi que par un système de barres internes très mobile sur toute la longueur du secteur. La plage sur la flèche nord présente une pente importante, une berme bien marquée et un haut de plage en pente inversée (Illustration 148). Au sud, du fait de l'embouchure, la plage présente des géométries très variables suivant les années.



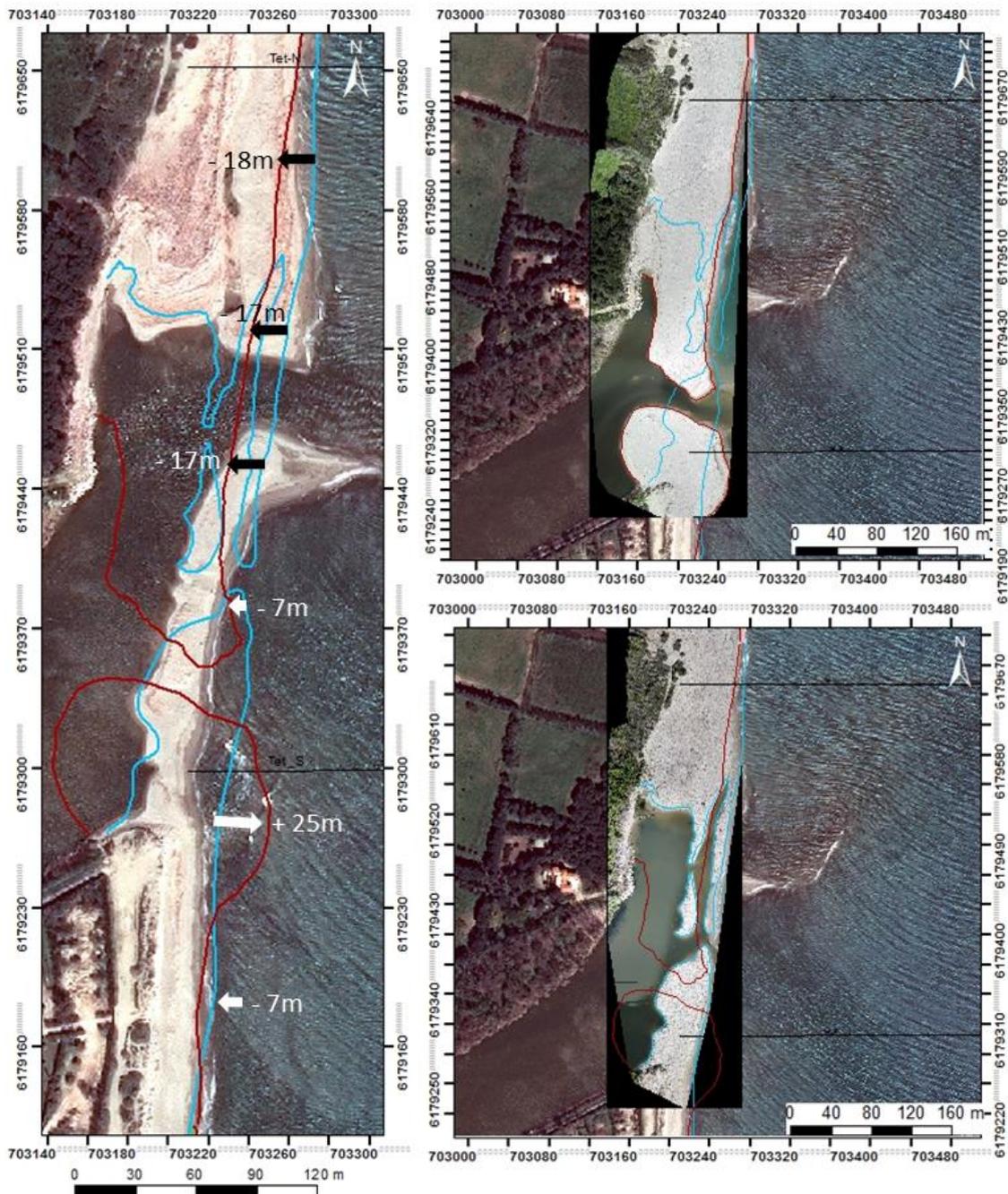
*Illustration 148 – Suivi photographique du site de l'embouchure de la Têt au niveau du profil de référence Têt-N. Vues prises le 11 avril 2017. En haut : haut de plage ; en bas : bas de plage. A gauche vues vers le sud ; à droite vues vers le nord. OBSCAT campagne mars-avril 2017.*

### **Evolution saisonnière du trait de côte**

La brèche créée par la crue de février 2017 a engendrée d'importants changements concernant la position du trait de côte sur l'intégralité du site (Illustration 149).

Au nord de l'actuelle embouchure, le trait de côte recule d'environ -17 m sur toute la partie nord de la plage (Illustration 149). La zone de bas de plage est fortement érodée par les tempêtes consécutives à cette brèche ; on constate ainsi un phénomène de dépôt de type washovers (en partie visible sur l'illustration 150) ayant permis au haut de plage d'augmenter en altitude et de s'élargir comblant ainsi le vide laissé par l'ancien lit du fleuve Têt. La partie interne de la flèche nord progresse en effet d'environ +30 m jusqu'à rejoindre les enrochements de la propriété privée localisée en face. L'apport en sédiments fluviaux lors des crues, joue probablement un rôle dans le comblement de l'ancienne embouchure.

La partie sud de l'actuelle embouchure connaît également ce phénomène avec une progression similaire du trait de côte dans la partie interne fluviale de l'embouchure. On constate également une progression importante de +25 m du trait de côte sur la façade maritime ; le transit sédimentaire se retrouvant bloqué par le débit important du fleuve après son ouverture, permet ainsi l'accumulation de sédiments directement au sud de l'embouchure (visible également sur le profil de référence Têt-S, Illustration 151). Au-delà de cette zone d'accumulation plus au Sud, un léger recul du trait de côte est également constaté.



Source:  
 Trait de côte 2016/2017: Observatoire de  
 la côte sableuse catalane.  
 Image: Pléiades, IGN, 03-2015  
 Système de coordonnées:  
 RGF-Lambert-93  
 Auteur: BRGM

- Trait de côte avril 2017
- Trait de côte septembre 2016
- Profils de référence

Illustration 149 - Carte des traits de côte et évolution de septembre 2016 à avril 2017 pour le site de la Têt. Fonds d'images : Pléiades 2015 et orthophotographies levé drone Ecocéanodrone (septembre 2016 et avril 2017).

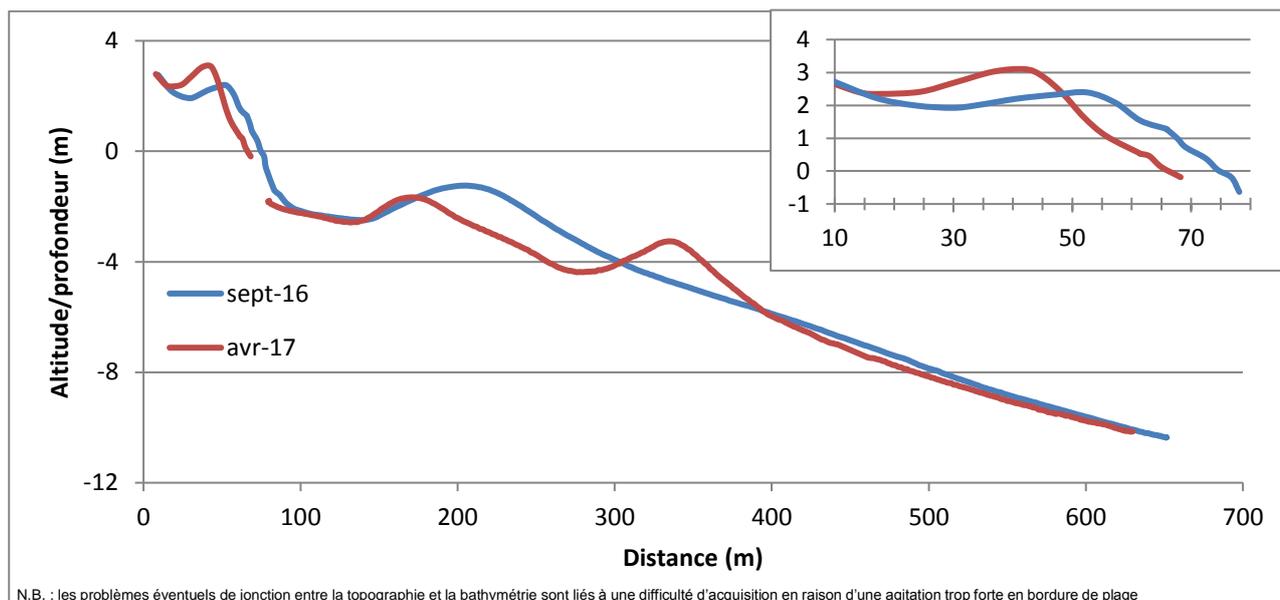


Illustration 150 - Profil Têt-N, entre septembre 2016 et avril 2017.

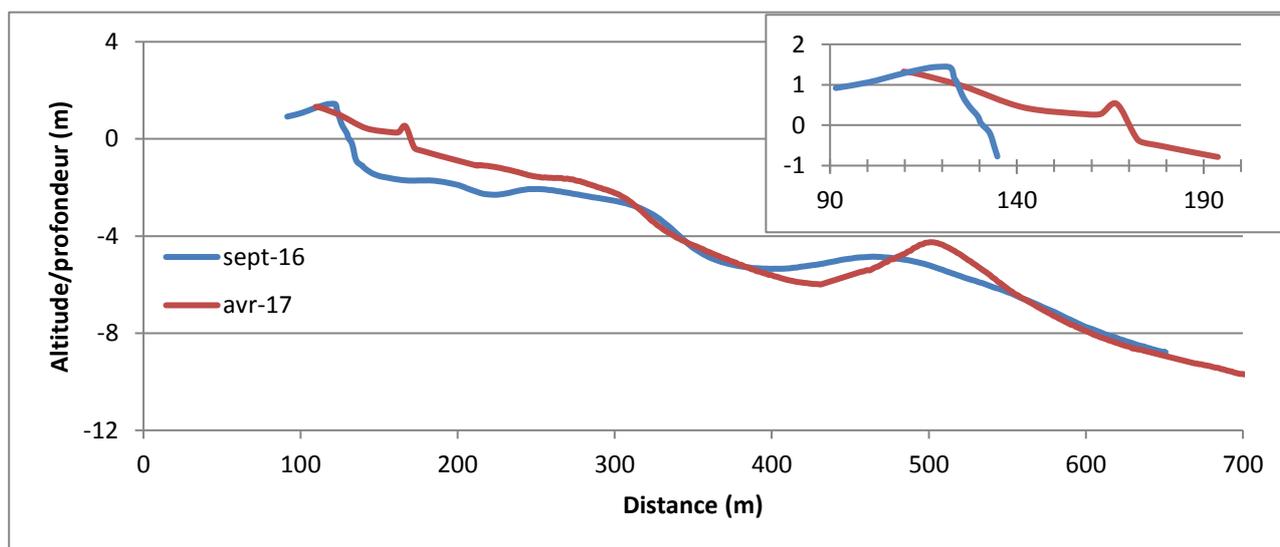


Illustration 151 - Profil Têt-S, entre septembre 2016 et avril 2017.

### Déplacements sédimentaires saisonniers

On constate une forte remobilisation sédimentaire durant la période hivernale avec un déplacement estimé à environ 150 000 m<sup>3</sup> (accrétion + érosion) de sédiments durant cette période contre 30 000 m<sup>3</sup> durant la période estivale pour la zone complète (Illustration 153).

Malgré ces déplacements importants, le bilan reste relativement stable concernant la zone complète durant la période hivernale (+1 472 m<sup>3</sup>). Les zones immergées en érosion (-24 072 m<sup>3</sup>) et émergées en accrétion (+25 484 m<sup>3</sup>) se compensent.

Les variations très importantes de la partie émergée sont liées à la ré-ouverture de l'embouchure plus au sud. L'ancien lit du fleuve Têt est ainsi comblé par les sédiments fluviaux et marins en abondance très certainement remaniés par des processus de wash-over (submersion de la berme par les vagues de tempête, associée à une surcote marine, qui engendre une érosion du

bas de plage au profit du haut de plage qui s'engraisse). Ces accumulations sur de la plage émergée sont particulièrement bien visibles en sur la carte saisonnière des volumes de sédiments déplacés (Illustration 152) mais également sur le profil de référence Têt-N situé plus au nord (Illustration 150).

La zone immergée, durant cette même période hivernale est donc soumise à une tendance inverse avec une perte de près de -25 000 m<sup>3</sup> de sédiments. La barre interne localisée au nord du site en septembre 2016 (Illustration 150 et Illustration 152), probablement alors alimentée entre autres par des sédiments fluviatiles, est complètement érodée durant l'hiver 2016-2017. Cette perte en sédiments va alimenter la création d'une barre externe localisée au nord à 350 m du haut du profil (Illustration 150). Plus au sud, cette barre externe s'éloigne à environ 400 m du bas de plage (Illustration 151). On note également la progression de tous les corps sableux d'avant-côte vers le Nord (notamment zone inter-barres au sud) qui a une influence sur le bilan de la plage immergée.

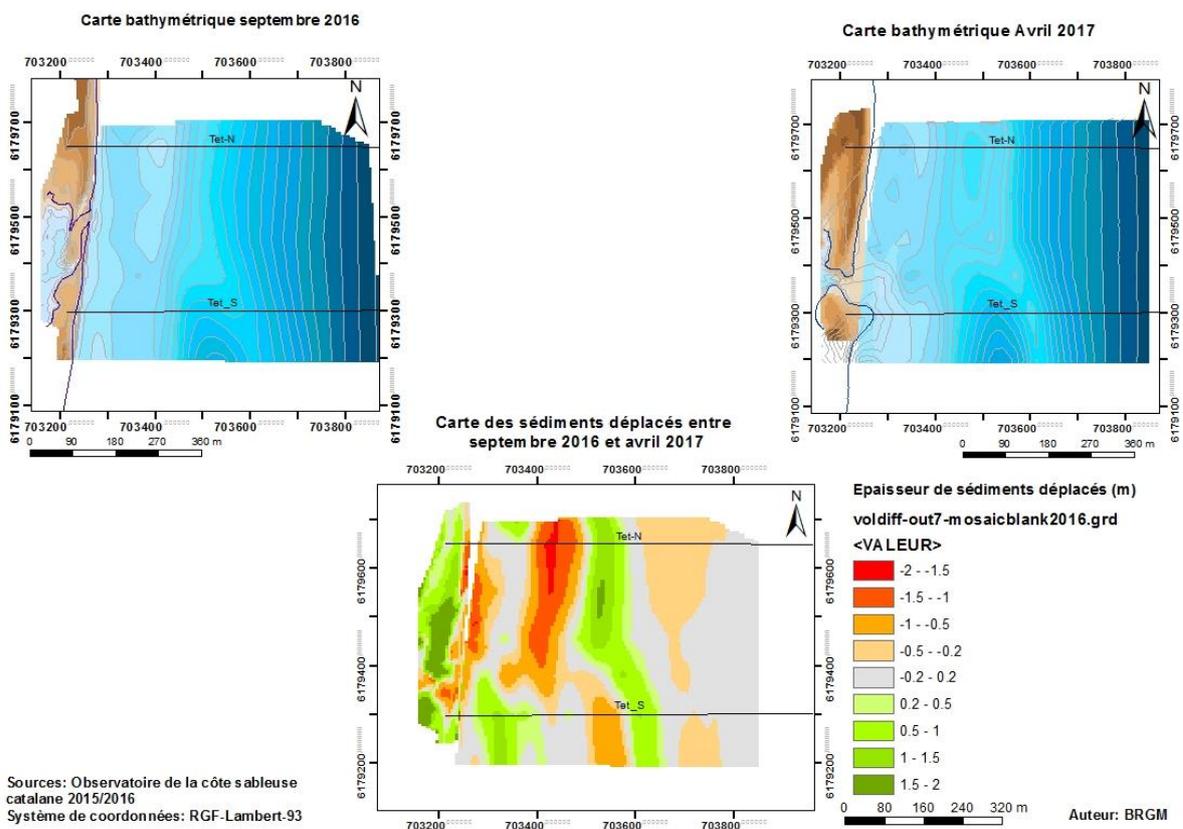


Illustration 152 - Carte saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site de la Têt.

Têt 05-2016/09-2016					
Zone	Surface (m <sup>2</sup> )	Accrétion (m <sup>3</sup> )	Erosion (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )	Marge d'erreur (m <sup>3</sup> )
Zone Complète	313 732	20 817	10 661	10 156	4 081
Zone Immergée	263 526	13 003	5 265	7 738	3 679
Zone émergée + embouchure	50 206	7 814	5 396	2 418	402
Têt 09-2016/04-2017					
Zone	Surface (m <sup>2</sup> )	Accrétion (m <sup>3</sup> )	Erosion (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )	Marge d'erreur (m <sup>3</sup> )
Zone Complète	331 925	80 564	79 152	1 412	1 588
Zone Immergée	292 847	49 101	73 173	-24 072	1 529
Zone émergée + embouchure	39 078	31 463	5 979	25 484	59

Illustration 153 - Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/ septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site de la Têt.

### **Bilan interannuel : bilan sédimentaire et trait de côte**

Le bilan sédimentaire pour la période septembre 2014 - avril 2017 de la Têt est à l'image de cette dernière saison hivernale, la zone complète est en légère accrétion (+4 904 m<sup>3</sup>) tandis que la zone émergée est en accrétion beaucoup plus importante avec +49 751 m<sup>3</sup> (Illustration 154). Toutefois, ces résultats sont à prendre avec un certain recul car ils ne représentent qu'une courte période de temps d'observation ; en effet les variations sédimentaires à l'échelle complète peuvent être bien plus importantes comme ce fut les cas lors de l'année 3 entre avril 2015 et mai 2016.

Cette évolution par à-coups est classique des embouchures qui vont bloquer la dérive sédimentaire jusqu'à fermeture complète, laissant ensuite la possibilité de by-pass. Elles vont être également le lieu de transits sédimentaires importants lors des crues : apports du fleuve et/ou de l'embouchure interne, transferts de la côte sud vers la côte nord liés à la relocalisation de l'embouchure...

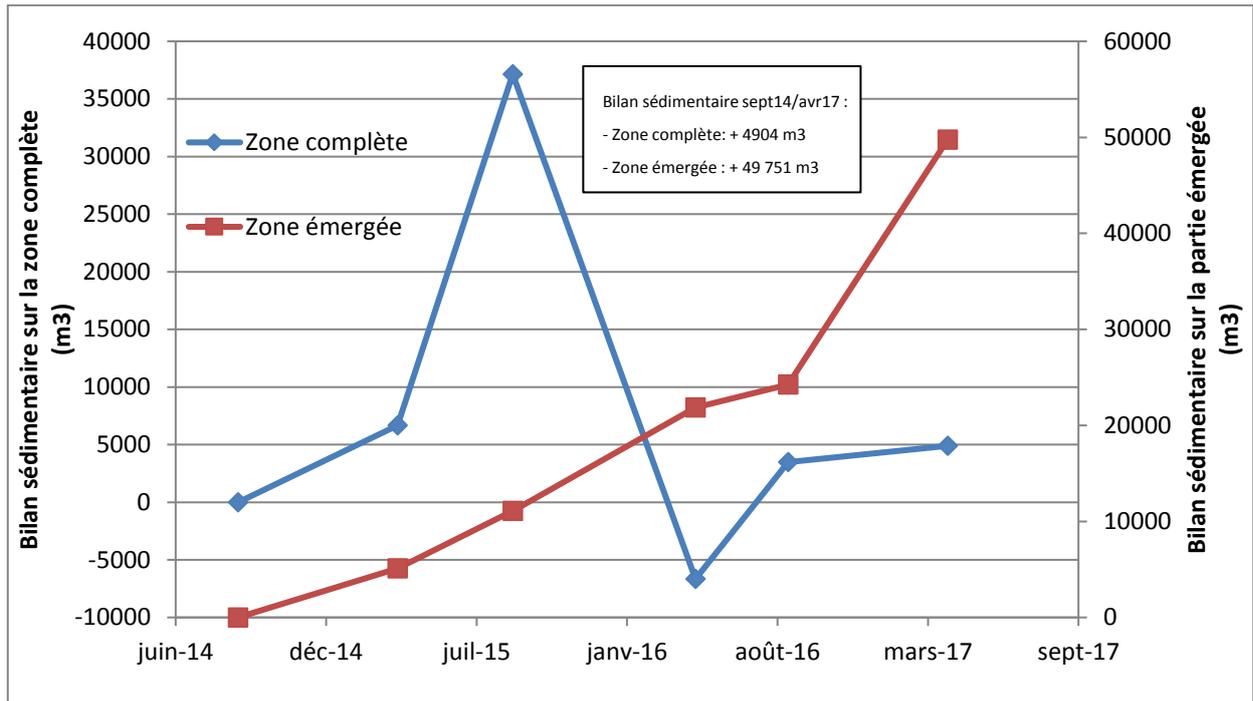
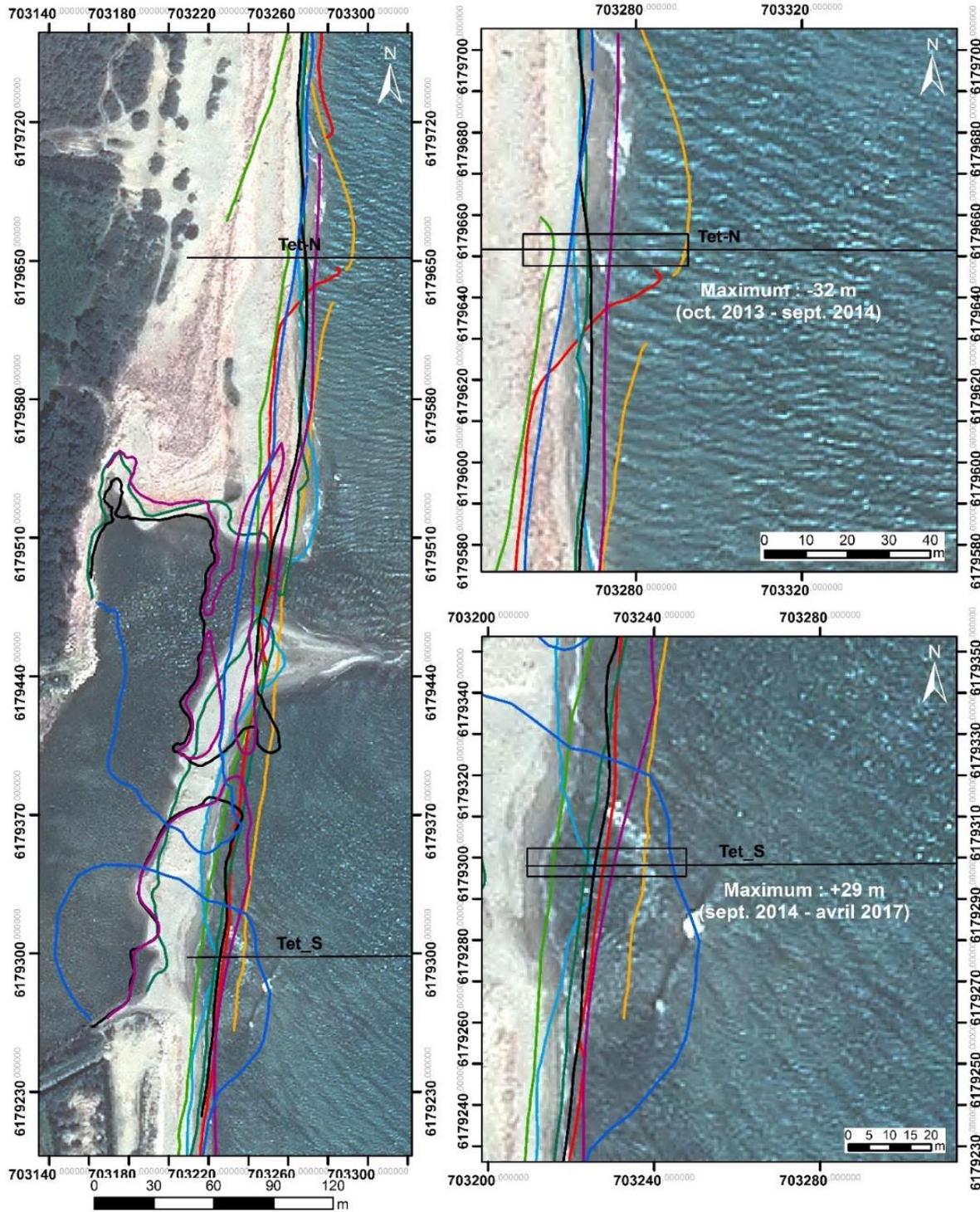


Illustration 154 - Bilans sédimentaires cumulés des zones complètes et émergées entre septembre 2014 et avril 2017 pour le site de la Têt.

Les variations dans la position du trait de côte sont parmi les plus importantes de tout le territoire de l'OBSCAT en raison du caractère encore naturel du site (absence d'ouvrages de canalisation de l'embouchure du fleuve). Ainsi, la position de l'embouchure entre l'année 2014 et la position actuelle 320 m environ plus au sud (Illustration 155) témoigne de cette mobilité importante. Les variations latérales de position du trait de côte sont comprises entre 20 et 30 mètres.



Traits de côte :

- Avril 2017
- Avril 2015
- Profils de référence
- Septembre 2016
- Septembre 2014
- Mai 2016
- Avril 2014
- Septembre 2015
- Octobre 2013

Source:  
 campagne OBSCAT  
 oct13/avr14/sep14/avr15/sep15/mai16/  
 sep16/avr17  
 Image: Pléiades, IGN, 03-2015  
 Système de coordonnées:  
 RGF-Lambert-93  
 Auteur: BRGM

Illustration 155 - Carte des traits de côte entre octobre 2013 et avril 2017 pour le site de la Têt.

#### 4.8.3. Nord du port de Canet-en-Roussillon ou Canet Nord

La jetée portuaire de Canet-en-Roussillon (Illustration 156) diminue les apports issus du transit sédimentaire longitudinal. Ce site situé en 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 la présence du restaurant de plage sur la partie sud (Illustration 157).



Illustration 156 - Secteur Nord du Port de Canet, profils de référence et prises de vue.



*Illustration 157 – Suivi photographique du site de Canet Nord. Partie sud de la plage au niveau du restaurant de plage. A gauche, orientation sud (septembre 2016). A droite : orientation nord lors du reprofilage d'avril 2017. OBSCAT campagne mars-avril 2017.*

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. L'illustration 158 montre la plage au niveau du profil de référence BT061140 (au niveau du phare) quelques jours après le reprofilage mécanique de la plage en avril 2017. La pente est faible et ne reflète donc pas une situation post-hivernale, les travaux de reprofilage ayant consisté à l'aplanir et à l'abaisser fin d'élargir la plage au droit du camping Brasilia et du restaurant de plage Swim-Club plus au sud. La zone située immédiatement au nord de la jetée portuaire (au niveau du profil PortCanet-S) n'est plus émergée depuis les suivis réalisés en mai 2016 (Illustration 161). L'avant-côte 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.



*Illustration 158 – Suivi photographique du site de Canet Nord au niveau du profil de référence BT061140, quelques jours après le reprofilage de la plage. A gauche vue vers le Sud ; à droite vue vers le Nord. OBSCAT campagne mars-avril 2017.*

### **Evolution saisonnière du trait de côte**

Les relevés de printemps réalisés en avril 2017 concernant ce site ont été faits après les travaux de reprofilage localisés au niveau du restaurant Swim-Club ainsi que plus au nord, au droit du camping Brasilia, afin d'élargir la plage.

Le recul du trait de côte est la dynamique la plus importante durant cette période d'étude ; La zone immédiatement au nord de l'ouvrage portuaire recule de -13 m (Illustration 159), celle au nord du profil de référence nord (BT061140) de -9 m.

Seule la portion localisée au niveau du restaurant de plage Swim-Club progresse d'environ +4 m suite au reprofilage constaté en avril 2017.



Source:  
 Trait de côte 2016/2017: Observatoire de la côte sableuse catalane.  
 Image: Pléiades, IGN, 03-2015  
 Système de coordonnées:  
 RGF-Lambert-93  
 Auteur: BRGM

- Trait de côte avril 2017
- Trait de côte septembre 2016
- Profils de référence
- Erosion
- Accrétion

Illustration 159 - Carte des traits de côte et évolution entre septembre 2016 et avril 2017 pour le site de Canet Nord.

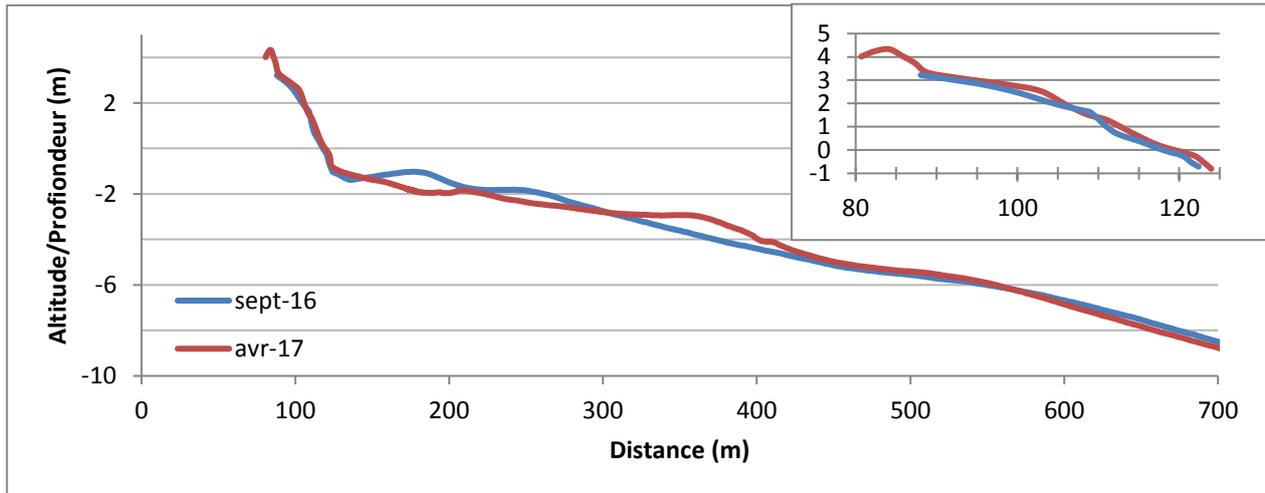


Illustration 160 - Profil BT061140 entre septembre 2016 et avril 2017.

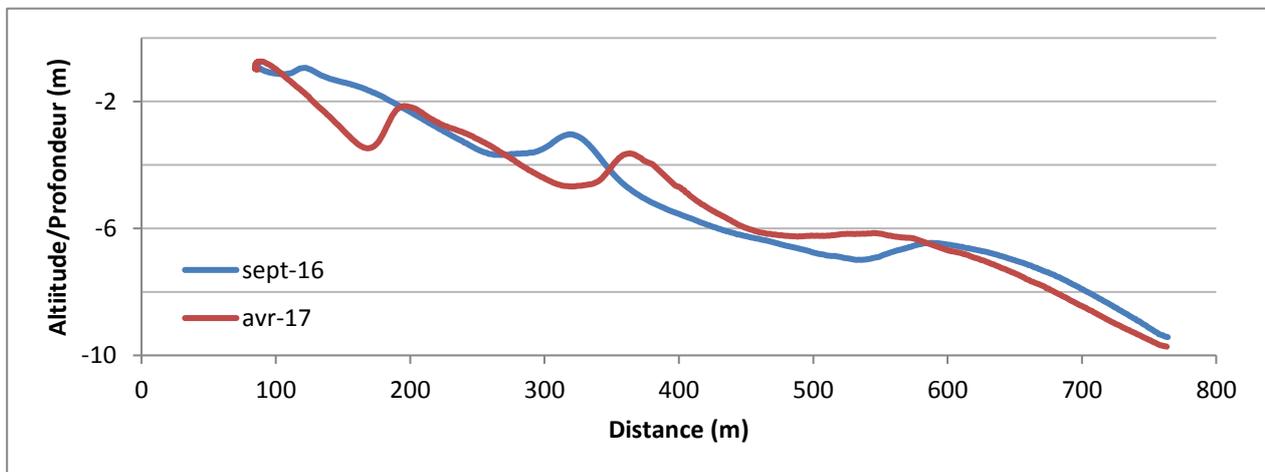


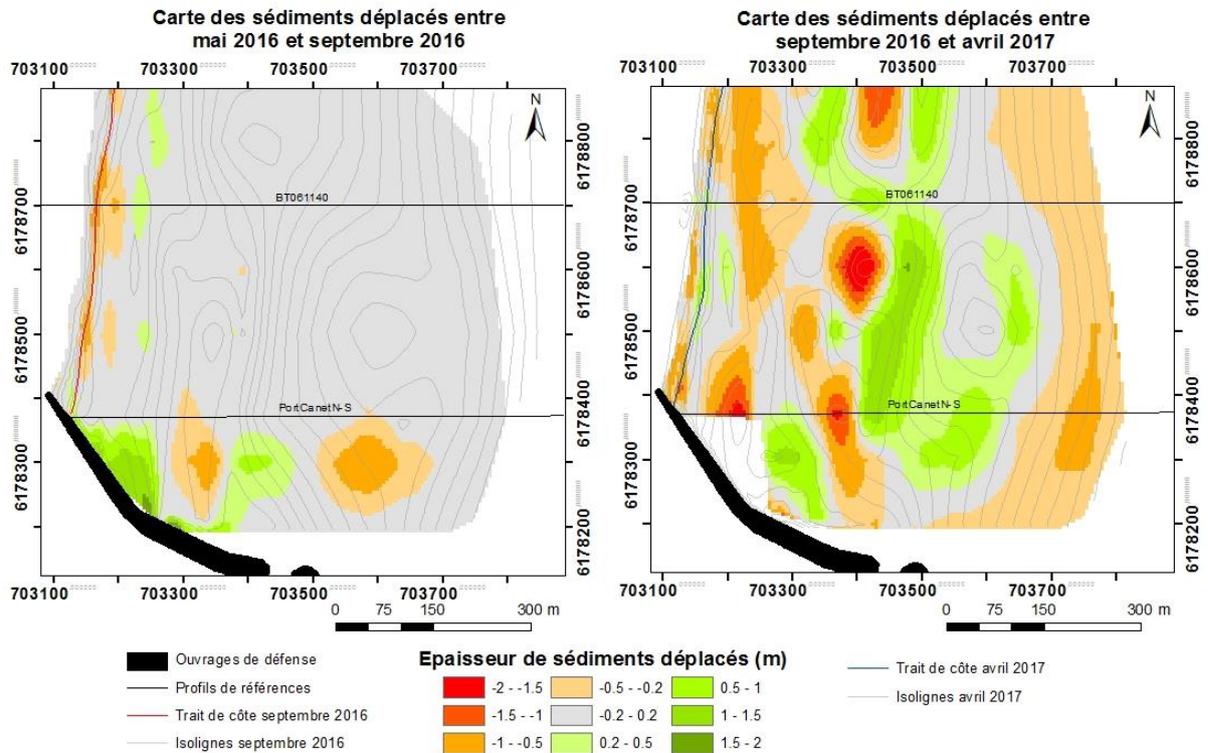
Illustration 161 - Profil PortCanetN-S entre septembre 2016 et avril 2017.

### Déplacements sédimentaires saisonniers

Durant la période estivale allant de mai à septembre 2016, on constate de légères variations au niveau du stock sableux localisé au nord de l'ouvrage (Illustration 162) ; des volumes se sont déplacés formant deux zones d'accumulation dont une contre la jetée du port. On constate également des zones d'érosion localisées à proximité du trait de côte expliquant le déficit enregistré sur la partie émergée ( $-1\,870\text{ m}^3$  de sable, Illustration 163) par rapport à la zone complète en légère accrétion durant la même période ( $+2\,730\text{ m}^3$ ).

Durant la période hivernale, septembre 2016-avril 2017, les mouvements sédimentaires sont beaucoup plus marqués (Illustration 162), les volumes déplacés également plus importants (Illustration 163) avec une tendance globale à l'érosion pour la totalité des zones :  $-25\,415\text{ m}^3$  au total. Au sud de la zone, le système de doubles barres internes se décale vers le large d'une cinquantaine de mètres (Illustration 161) ce qui n'est pas le cas de la barre externe qui se décale plutôt vers la côte avec le même ordre de grandeur. Ce décalage de la crête de barre interne semble être due à la mobilisation d'une faible épaisseur de sédiments (comprise entre 20 cm et 1 m) sur le tombant de la barre externe. Cette mobilisation a lieu sur la totalité de la zone (Illustration 162). On note la migration de la barre interne au nord du site, et l'apparition d'une

nouvelle barre à la côte (N.O.M.) pouvant également expliquer l'érosion de la partie émergée à cet endroit.



Source:  
Observatoire de la côte sableuse catalane,  
campagne 2015 - 2016  
Système de coordonnées:  
RGF Lambert-93

Auteur: BRGM

Illustration 162 - Carte annuelle et saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site de Canet Nord.

Canet Nord 09-2016/05-2016					
Zone	Surface (m <sup>2</sup> )	Accrétion (m <sup>3</sup> )	Erosion (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )	Marge d'erreur (m <sup>3</sup> )
Zone Complète	432 881	28 835	26 105	2 730	7 040
Zone Immergée	417 264	28 377	23 777	4 600	6 861
Zone émergée	15 617	458	2 328	-1 870	179
Canet Nord 09-2016/04-2017					
Zone	Surface (m <sup>2</sup> )	Accrétion (m <sup>3</sup> )	Erosion (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )	Marge d'erreur (m <sup>3</sup> )
Zone Complète	430 052	73 994	99 409	-25 415	1 429
Zone Immergée	416 341	73 399	95 100	-21 701	1 382
Zone émergée	13 711	595	4 309	-3 714	48

Illustration 163 - Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/ septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site de Canet Nord.

### Bilan interannuel : bilan sédimentaire et trait de côte

L'évolution sédimentaire sur la zone complète depuis le début des relevés OBSCAT est en forte accrétion (+149 717 m<sup>3</sup> entre octobre 2013 et septembre 2016, Illustration 164). Toutefois, ce constat est à relativiser : tout d'abord durant cette dernière période hivernale, le bilan du secteur complet est à la baisse pour la première fois depuis l'hiver 2013-2014 (-25 415 m<sup>3</sup>, Illustration 163) ; de plus, le bilan sédimentaire de la partie émergée de la plage est relativement instable même si les volumes en jeu restent faibles. La plage reste néanmoins vulnérable du fait de sa faible largeur.

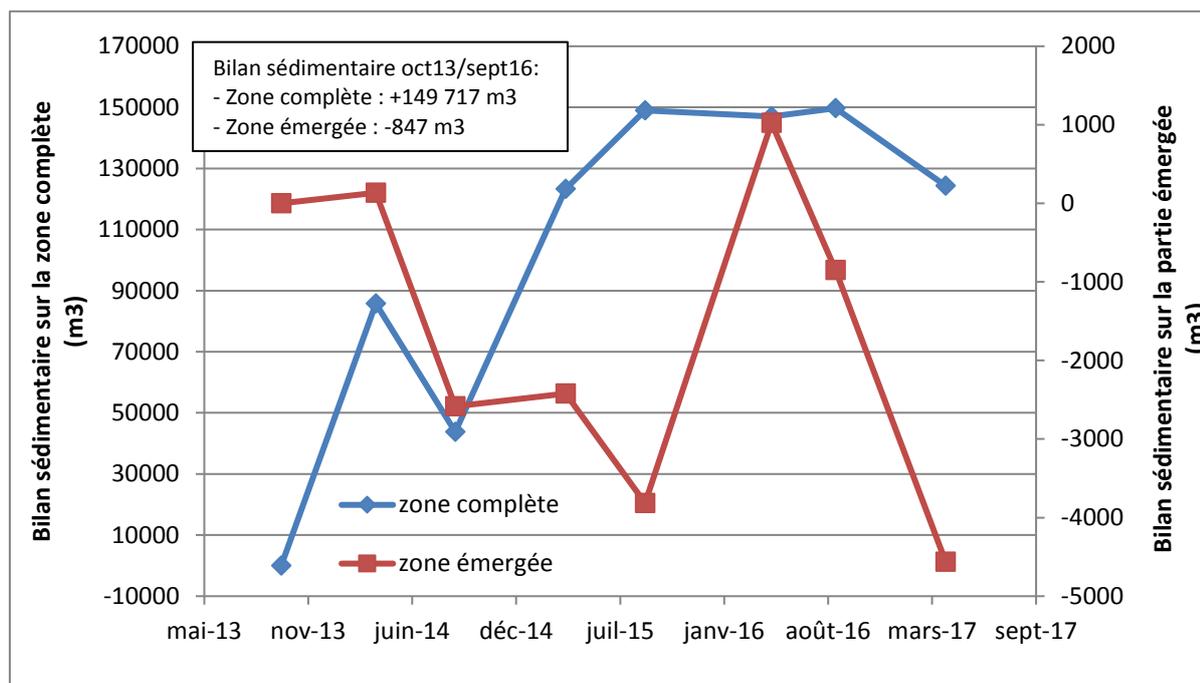
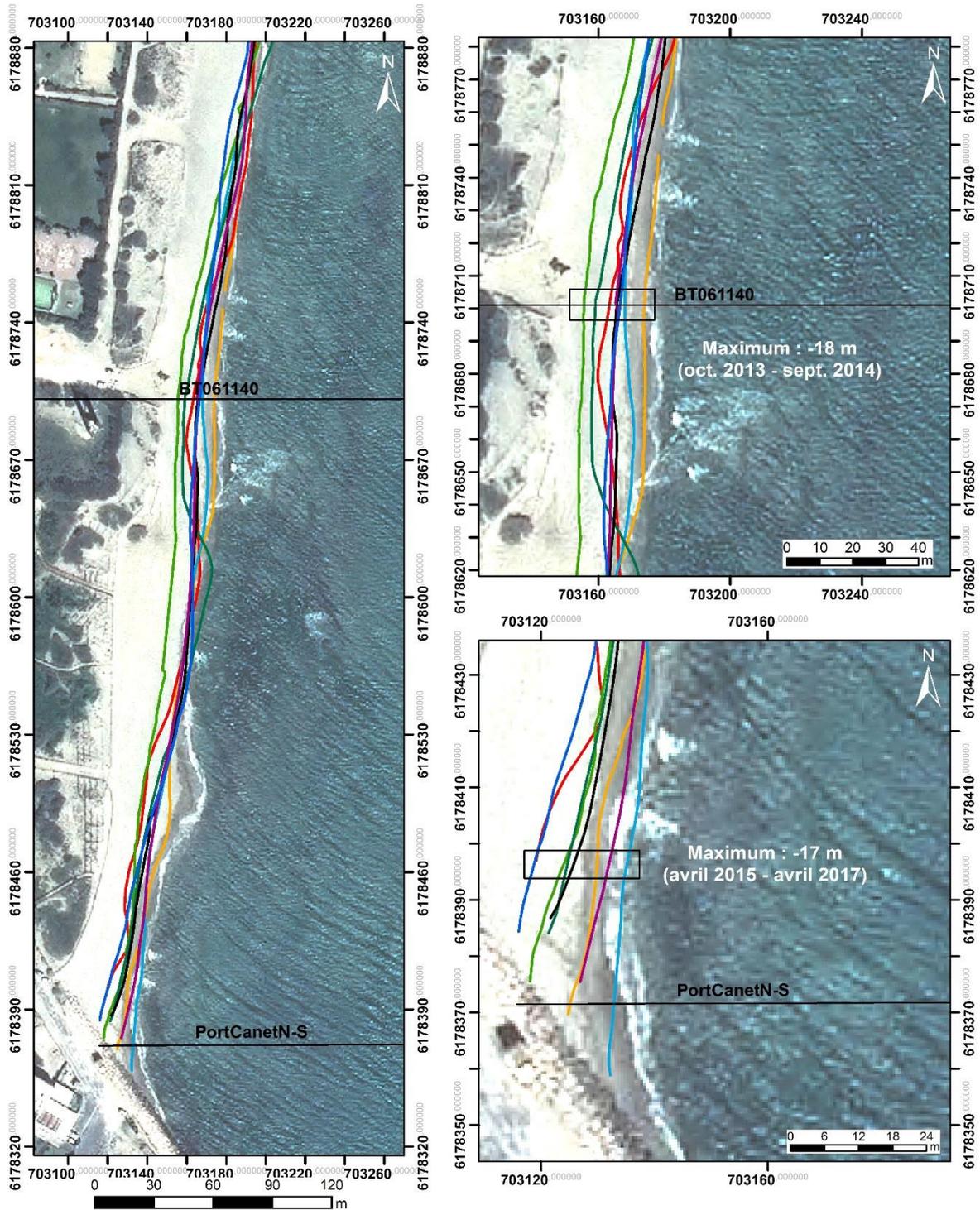


Illustration 164 - Bilans sédimentaires cumulés des zones complètes et émergées entre octobre 2013 et avril 2017 pour le site de Canet Nord.

Durant ces dernières années, le recul du trait de côte s'est accéléré au sud du site, dans les 100 premiers mètres après la jetée nord du port de Canet (recul de -17 m entre avril 2015 et avril 2017, Illustration 165). Les variations interannuelles sont du même ordre sur le reste de la zone. Les variations dans la position du trait de côte semblent autant dues aux remaniements d'origines anthropiques qu'aux mouvements relatifs aux barres d'avant côte.



Traits de côte :

- Avril 2017
- Avril 2015
- Profils de référence
- Septembre 2016
- Septembre 2014
- Mai 2016
- Avril 2014
- Septembre 2015
- Octobre 2013

Source:  
 campagne OBSCAT  
 oct13/avr14/sep14/avr15/sep15/mai16/  
 sep16/avr17  
 Image: Pléiades, IGN, 03-2015  
 Système de coordonnées:  
 RGF-Lambert-93  
 Auteur: BRGM

Illustration 165 - Carte des traits de côte entre octobre 2013 et avril 2017 sur le site de Canet Nord.

#### 4.9. CELLULE 6 – DU PORT DE CANET-EN-ROUSSILLON A ST-CYPRIEN

La cellule 6 est délimitée au Nord par la jetée sud du port de Canet, et au Sud par le grau de l'étang de Canet-Saint-Nazaire (Illustration 166 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Cette cellule est caractérisée par une zone très urbanisée au nord, correspondant au front de mer de la commune de Canet-en-Roussillon, faisant 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).

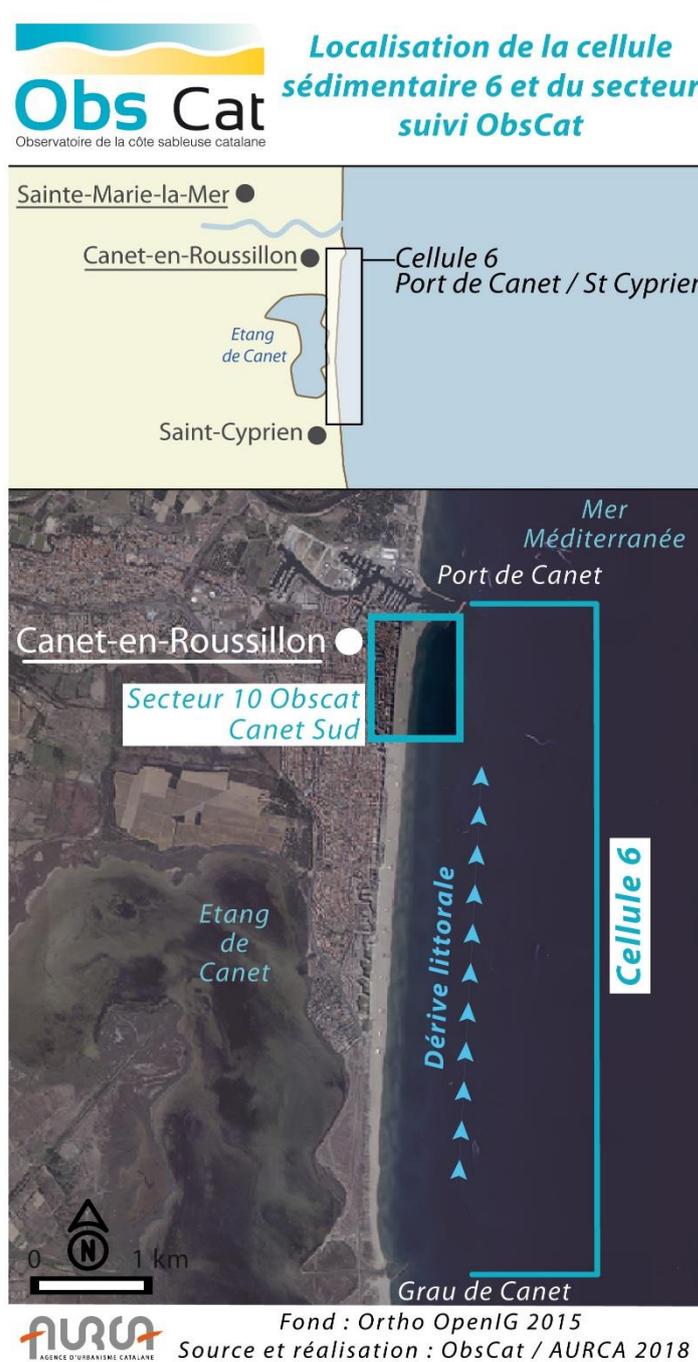


Illustration 166 - Localisation de la cellule hydro-sédimentaire 6 et du secteur Canet Sud ou Sud du Port de Canet.

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 et de l'étang de Canet-Saint-Nazaire, où débouche le Réart.

Le nord de la cellule se distingue par la zone d'accumulation engendrée par la jetée portuaire du port de Canet-en-Roussillon (Illustration 166 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). La plage émergée est homogène 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, devenant moins marqués et plus irréguliers au nord de la cellule. De la même manière, la barre interne est plus marquée et régulière au sud qu'au nord 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).

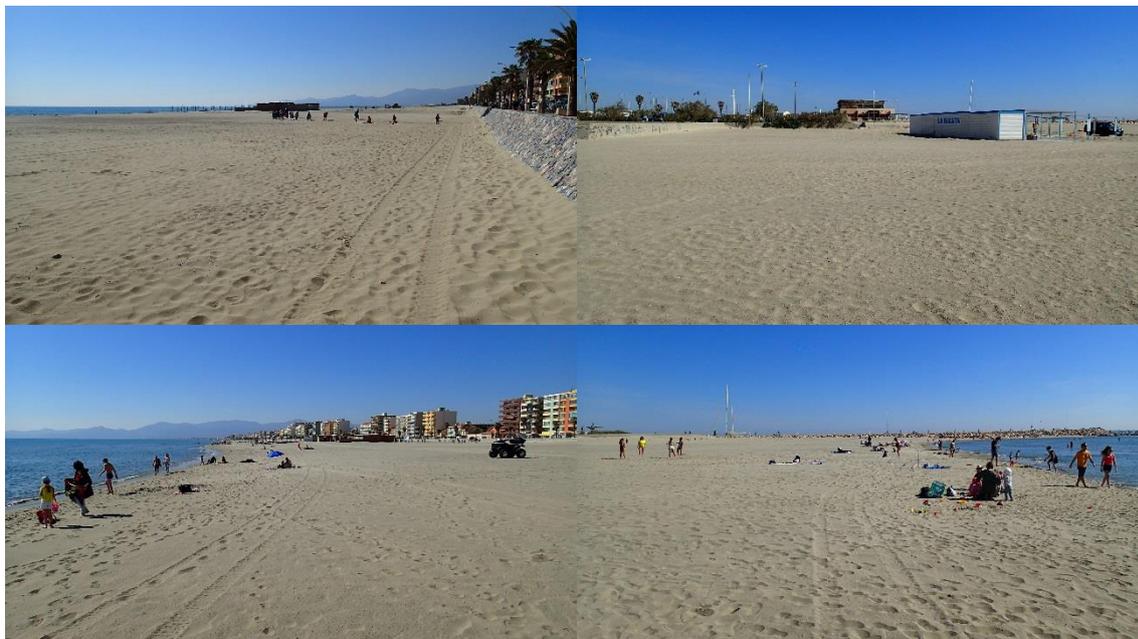
#### 4.9.1. Sud du port de Canet-en-Roussillon ou Canet Sud

Le site Sud du Port de Canet-en-Roussillon ou Canet Sud, dont la partie émergée s'étend sur 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 167).



*Illustration 167 - 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, Illustration 171 et Illustration 172). Le haut de plage est caractérisé par une pente douce et la berme est moins marquée que sur le site de Canet Nord (Illustration 168 et Illustration 169).



*Illustration 168 - Suivi photographique du site de Canet Sud au niveau du profil de référence PortCanetSud-N. En haut vues du haut de plage, vers le sud (gauche) et vers le nord (droite). En bas vues du bas de plage, vers le sud (gauche) et vers le nord (droite). OBSCAT campagne mars-avril 2017.*



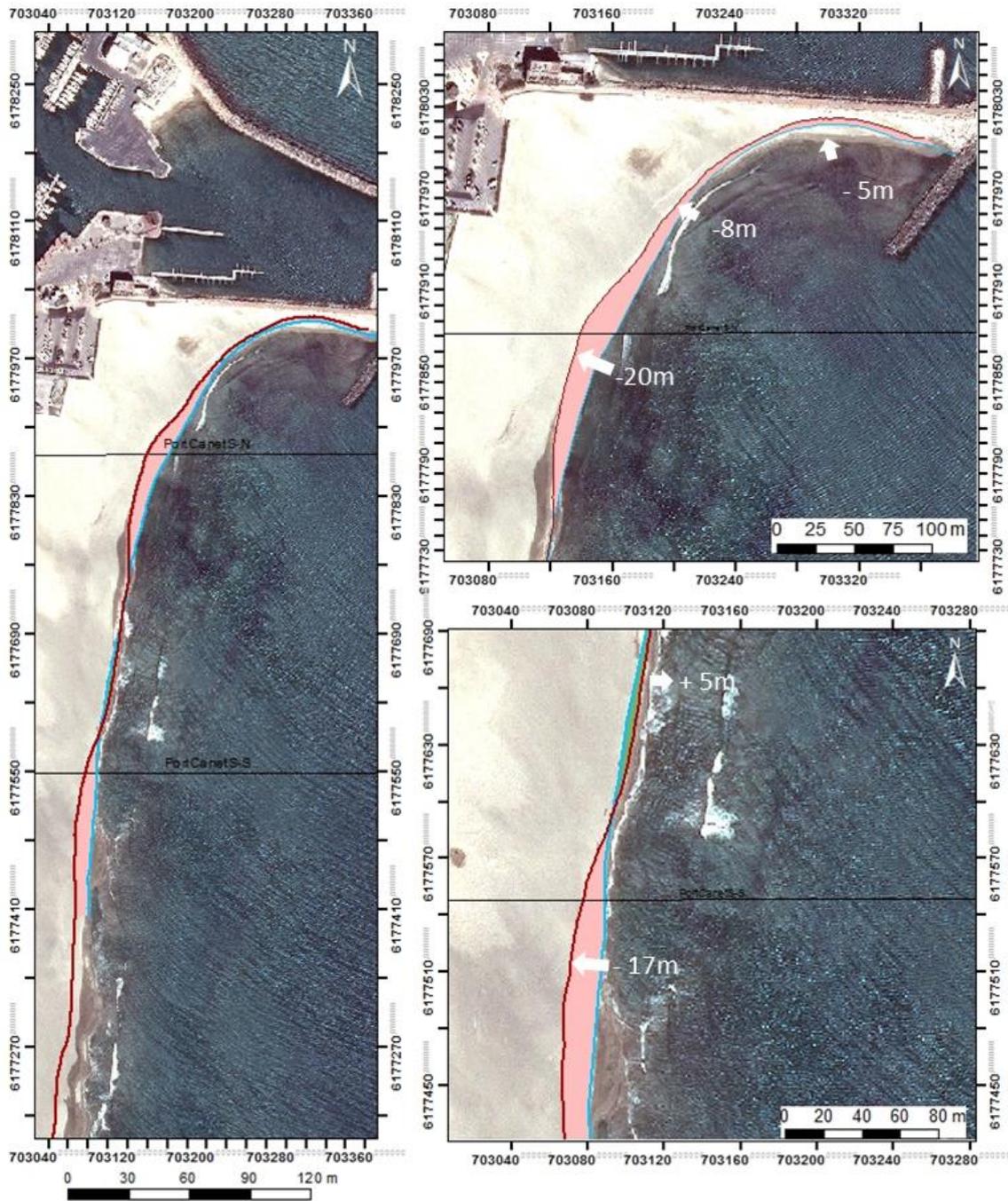
*Illustration 169 - Suivi photographique du site de Canet Sud au niveau du profil de référence PortCanetSud-S. En haut vues du haut de plage, vers le sud (gauche) et vers le nord (droite). En bas vues du bas de plage, vers le sud (gauche) et vers le nord (droite). OBSCAT campagne mars-avril 2017.*

### ***Evolution saisonnière du trait de côte***

Les sédiments déplacés par la dérive littorale sont bloqués par la jetée sud du port de Canet-en-Roussillon. Toutefois, la progression généralisée attendue et décrite l'an dernier Lothe *et al.* (2016) (rapport Obscat année 3) n'est plus en cours le long de cette plage.

La dynamique durant l'hiver 2016-2017 est nettement au recul du trait de côte ; ce recul est le plus important au sud du profil de référence nord avec -20 mètres (Illustration 170) et également au sud du profil de référence sud avec -17 m. On note une zone de progression du trait de côte relativement restreinte en milieu de plage avec une avancée d'environ +5 m.

Le recul du trait de côte est accompagné par un recul également de la berme en bas de plage (Illustration 171 et Illustration 172). On note cependant dans le même temps une accumulation de sable d'une trentaine de cm environ sur le haut de plage.



Source:  
 Trait de côte 2016/2017: Observatoire de  
 la côte sableuse catalane.  
 Image: Pléiades, IGN, 03-2015  
 Système de coordonnées:  
 RGF-Lambert-93  
 Auteur: BRGM

- Trait de côte avril 2017
- Trait de côte septembre 2016
- Profils de référence
- Erosion
- Accrétion

Illustration 170 - Carte des traits de côte et évolution entre septembre 2016 et avril 2017 pour le site de Canet Sud.

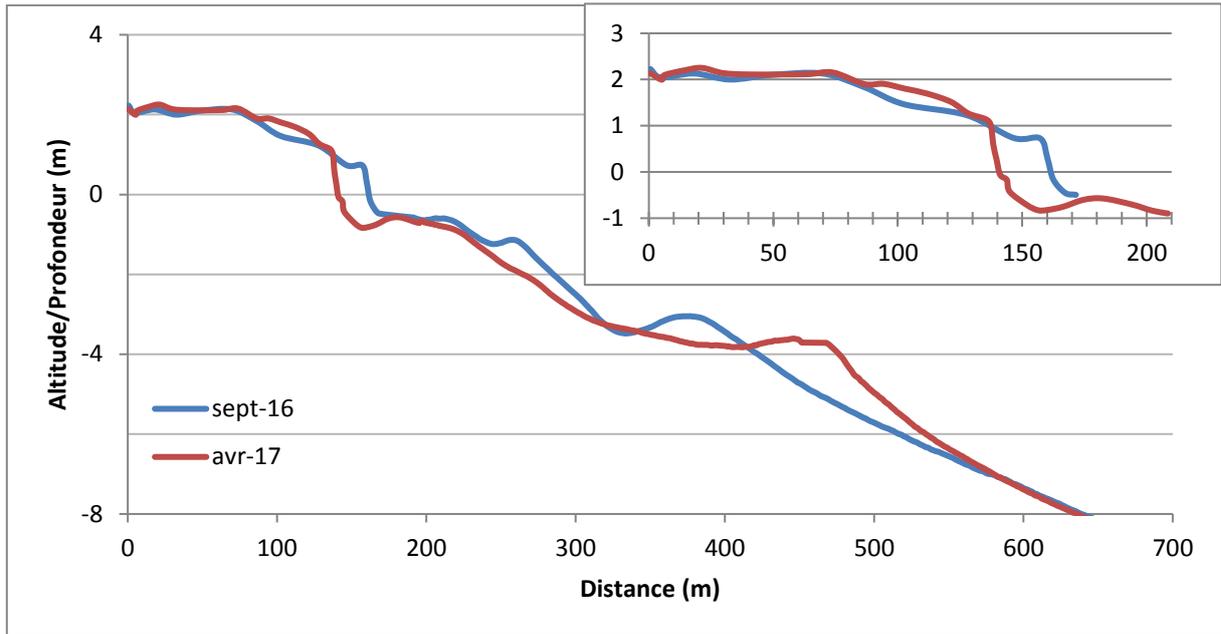


Illustration 171 - Profil de référence PortCanetSud-N entre septembre 2016 et avril 2017.

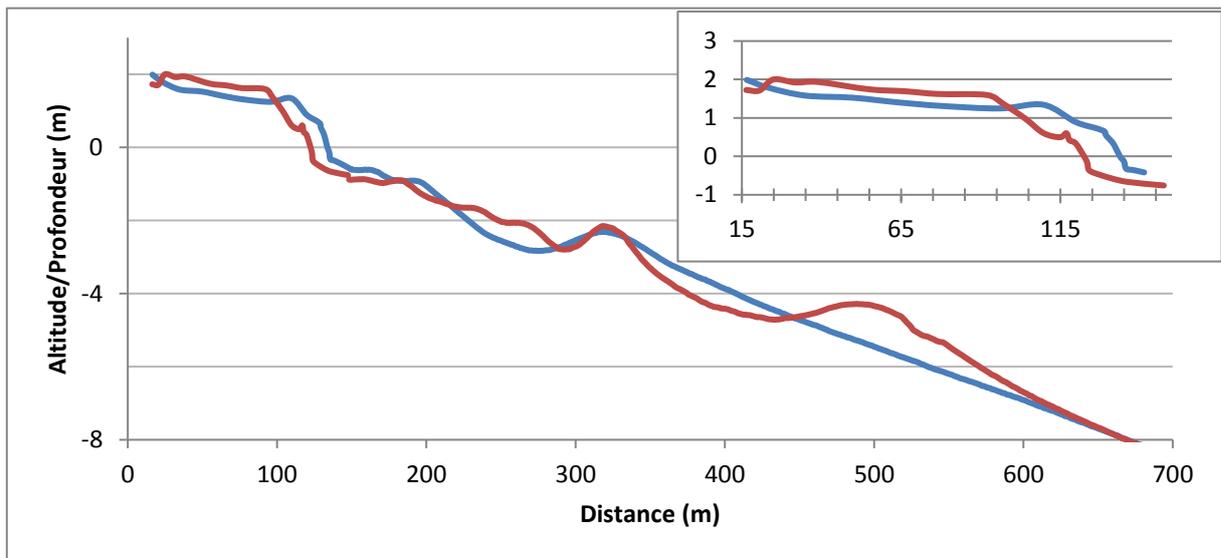


Illustration 172 - Profil de référence PortCanetSud-S entre septembre 2016 et avril 2017.

### Déplacements sédimentaires saisonniers

Durant la période estivale la tendance est globalement à l'accrétion sur l'ensemble des zones (+10 218 m<sup>3</sup> sur la zone totale, dont +2 227 m<sup>3</sup> pour la partie émergée, Illustration 174). Cette accumulation se fait principalement au niveau de l'avant-côte (Illustration 173).

Les déplacements sont de nouveaux plus importants durant la période hivernale ; la tendance semble être plutôt à l'érosion avec une perte de près de -1 091 m<sup>3</sup> sur la zone complète. Cette perte pourrait être liée à la migration vers le large de la seconde barre interne (Illustration 171, Illustration 172 et Illustration 173). Mais ce résultat étant dans la marge d'erreur (+/-2 142 m<sup>3</sup>) il n'est pas significatif.

La plage émergée continue d'accumuler du sédiment malgré le recul du trait de côte (+7 272 m<sup>3</sup>). Deux explications sont envisageables :

- Le transport éolien pouvant déplacer d'importantes quantités de sédiments vers le nord ;
- La submersion de la plage par les tempêtes hivernales entraînant des dépôts de type wash-overs (cônes de débordement).

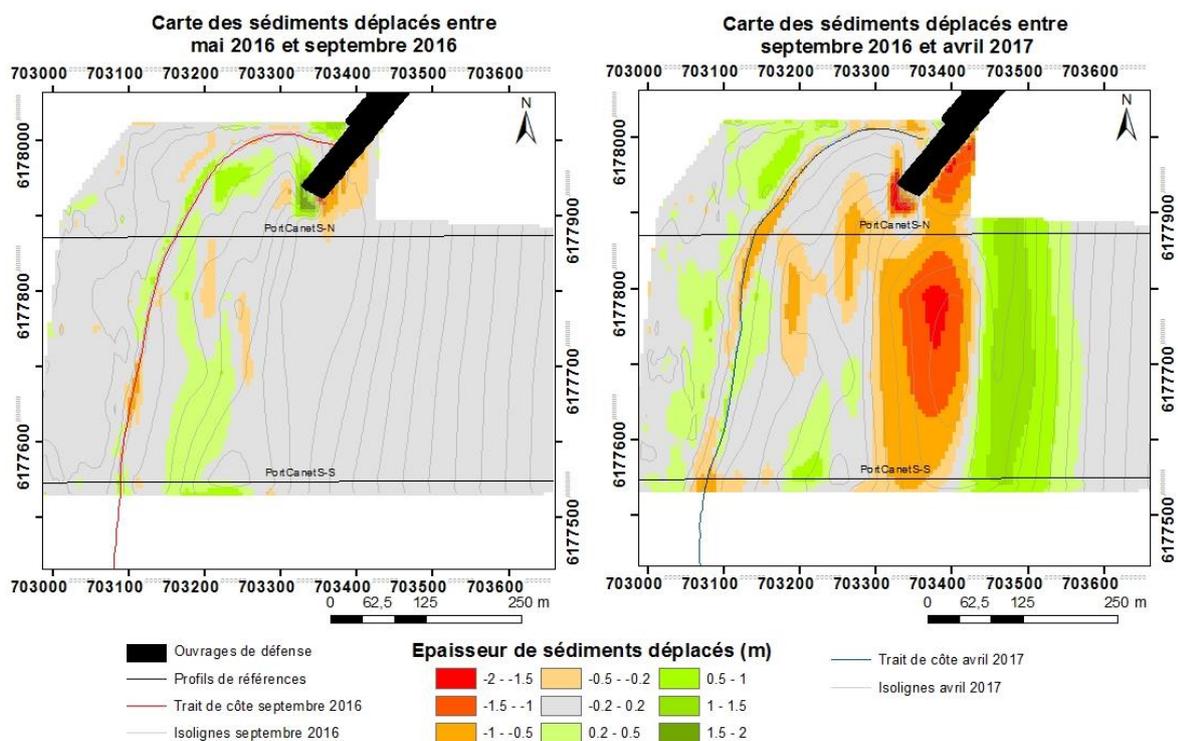


Illustration 173 - Carte annuelle et saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site de Canet Sud.

Canet Sud 05-2016/09-2016					
Zone	Surface (m <sup>2</sup> )	Accrétion (m <sup>3</sup> )	Erosion (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )	Marge d'erreur (m <sup>3</sup> )
Zone Complète	290 564	18 599	8 381	10 218	3 052
Zone Immergée	214 058	13 872	5 881	7 991	2 115
Zone émergée	76 506	4 727	2 500	2 227	937
Canet Sud 09-2016/04-2017					
Zone	Surface (m <sup>2</sup> )	Accrétion (m <sup>3</sup> )	Erosion (m <sup>3</sup> )	Total (m <sup>3</sup> )	Marge d'erreur (m <sup>3</sup> )
Zone Complète	319 655	56 356	57 447	-1 091	2 142
Zone Immergée	242 085	44 604	52 967	-8 363	1 690
Zone émergée	77 570	11 752	4 480	7 272	452

Illustration 174 - Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre mai 2016/septembre 2016 et septembre 2016/avril 2017 pour le site de Canet Sud.

### Bilan interannuel : bilan sédimentaire et trait de côte

Depuis le début des suivis OBSCAT sur Canet Sud (septembre 2014), le site est en accrétion sur sa zone complète (+96 774 m<sup>3</sup>, Illustration 175) ainsi que sur la zone émergée (+4 398 m<sup>3</sup>).

Toutefois, lors de cette dernière campagne hivernale, on observe une faible diminution du stock sédimentaire de la zone complète malgré la très importante accumulation enregistrée sur la partie émergée durant la même période. Mais cette diminution est somme toute peu importante eu égard à la taille de la plage.

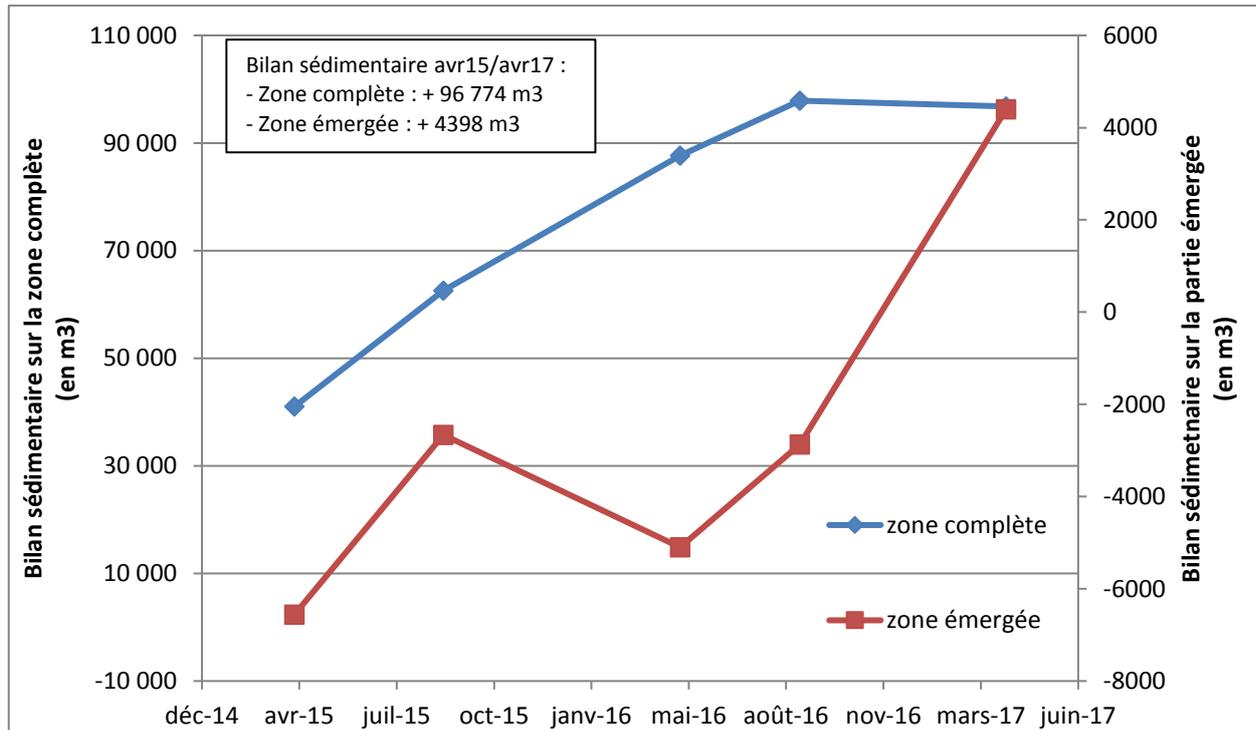


Illustration 175 - Bilans sédimentaires cumulés des zones complètes et émergées entre avril 2015 et avril 2017 pour le site de Canet Sud.

Cette accumulation importante en sédiment n'a cependant pas empêché un recul du trait de côte durant l'hiver 2016-2017 (Illustration 176). Ainsi, le recul de -22 mètres enregistré au niveau du profil de référence nord constitue la plus importante variation depuis l'entrée de cette zone au sein de l'observatoire. Le stock présent sur l'avant-côte très peu profonde est toutefois indicateur d'un futur ré-engraissement de la plage.

Ce secteur étant très large, il ne présente pas de réels risques quant au maintien des enjeux touristiques de la zone. Cependant son suivi est essentiel afin de pouvoir comprendre et quantifier la retenue sédimentaire qu'il exerce par rapport aux autres sites plus au nord.

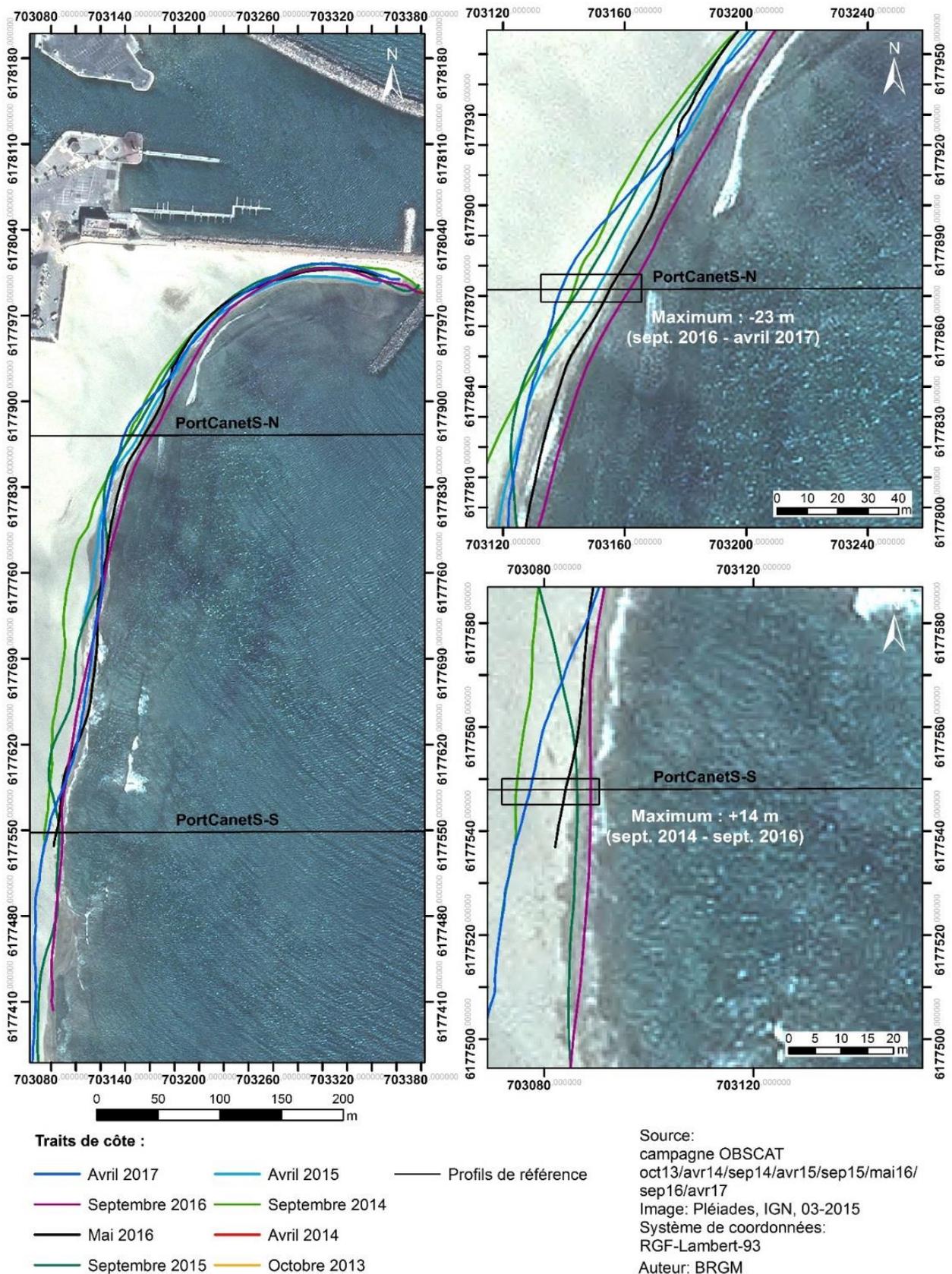


Illustration 176 - Carte des traits de côte entre septembre 2014 et avril 2017 pour le site de Canet-Sud.

## 4.10. BILAN GLOBAL DES EVOLUTIONS ANNEE 4

### 4.10.1. Bilans sédimentaires - évolution du trait de côte

Les évolutions du littoral de la côte sableuse catalane au cours de cette quatrième année de suivi ont été principalement guidées par un hiver 2016-2017 très énergétique. Le littoral a en effet subi 6 épisodes de tempêtes dont 5 au cours desquels la hauteur significative de la houle a dépassé les 4 mètres, avec des hauteurs maximales comprises entre 8 et 10 mètres au niveau de la bouée de Leucate. Les évolutions mises en évidence sont ainsi très marquées tout particulièrement sur les parties immergées des sites, se traduisant par des remaniements sédimentaires très importants contrastant de manière très nette avec les évolutions hivernales de l'année 3 (2015-2016). Les fleuves Agly et Têt ont subi des crues notables avec des débits qui ont été les plus importants depuis l'événement de novembre 2014. Ce qui a contribué également à une remobilisation vers l'avant-côte des sédiments piégés au niveau des embouchures.

Les bilans sédimentaires (zone complète) sur la période mai 2016 – avril 2017 sont majoritairement négatifs (Illustration 177). Les sites les plus concernés (relativement à leur surface) sont Port Barcarès Nord, Canet Nord, Sainte-Marie-La-Mer et le Village naturiste à Leucate. Ce dernier enregistre en effet une 2<sup>ème</sup> année consécutive de perte en sédiment de même que Sainte-Marie.

Concernant les évolutions du trait de côte, à l'exception de Canet Nord et de Canet Sud, on observe partout une progression plutôt modérée : quelques mètres à une dizaine de mètres, avec localement des avancées plus fortes comme au centre du site de Torrelles (+33 m), au centre du site du Lydia (+19 m) et sur Leucate Plage (+18 m). Ces maxima sont généralement liés à la dynamique de la migration de la barre externe (cornes de la barre) du Sud vers le Nord. Les sites de Canet Nord et Canet Sud présentent pour la première fois depuis le début des suivis une situation en recul modéré (respectivement -13 m, -22 m et -11 m). Signalons que pour Canet Nord, les levés n'ont pu être effectués avant les opérations de reprofilage du printemps. Les résultats ne reflètent donc pas une véritable situation post-hivernale. Notons cependant que malgré cela, on relève en avril 2017 un recul de la plage d'une dizaine de mètres au droit du camping Brazilia et au sud du restaurant Swim-club.

Un point d'érosion chronique est à noter au nord de Sainte-Marie-La-Mer, au niveau de l'école de voile, en lien avec la zone d'ombre constituée par l'épi nord de la zone aménagée pour la protection contre l'érosion.

Les zones d'accumulation sédimentaire sont toujours les sites de Port Barcarès Sud, la plage au sud de la jetée du port de Sainte-Marie (La Crouste), et la plage de Canet Sud.

Le suivi vidéo haute fréquence en place sur le site de Port Barcarès Nord, a mis cette année en évidence l'importance des épisodes de forte Tramontane dans l'évolution du secteur au niveau des ouvrages en mer. Ces épisodes par inversion de la dérive sédimentaire classique (S→N) ramènent du sable dans la zone (N→S). Ce phénomène contribue en particulier à alimenter les tombolos créés derrière les brise-lames et les baies entre ceux-ci. On note malgré cela un recul entre les brise-lames BL1 et BL2.

### 4.10.2. Evolutions des cordons dunaires

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. Aussi les évolutions des autres secteurs dunaires suivis dans le

cadre de l'OBSCAT (Lydia, Mas de L'Ille, Barcarès Nord, Torrelles, Sainte-Marie et Canet-Sud, seront analysées au regard des futurs levés des années 5 et 6. Cette année 4 a permis de démarrer un nouveau suivi sur le cordon dunaire de Leucate plage. Les comparaisons altimétriques entre les levés LIDAR 2010 et 2014 et le premier levé OBSCAT photogrammétrique réalisé en mars 2017 ont permis de montrer que ce secteur dunaire est globalement stable. Dans la partie sud plus évolutive, le casier de ganivelles semble apporter une certaine stabilité à la dune. Mais cela reste à confirmer par la poursuite du suivi de ce site.

La comparaison de ces 3 levés apporte également des éléments importants quant à l'évolution de la plage émergée, sur un secteur où l'OBSCAT n'effectue pas de levé topobathymétriques réguliers comme sur les autres sites. Les évolutions morphologiques du bas de plage de l'ensemble du secteur sont, comme sur d'autres sites OBSCAT, fortement guidées par la dynamique des barres d'avant-côte qui sous l'effet des houles et de la dérive littorale progressent vers le nord en résultante annuelle. Sur le haut de plage on notera une accumulation sédimentaire généralisée à l'ensemble du secteur suivi.

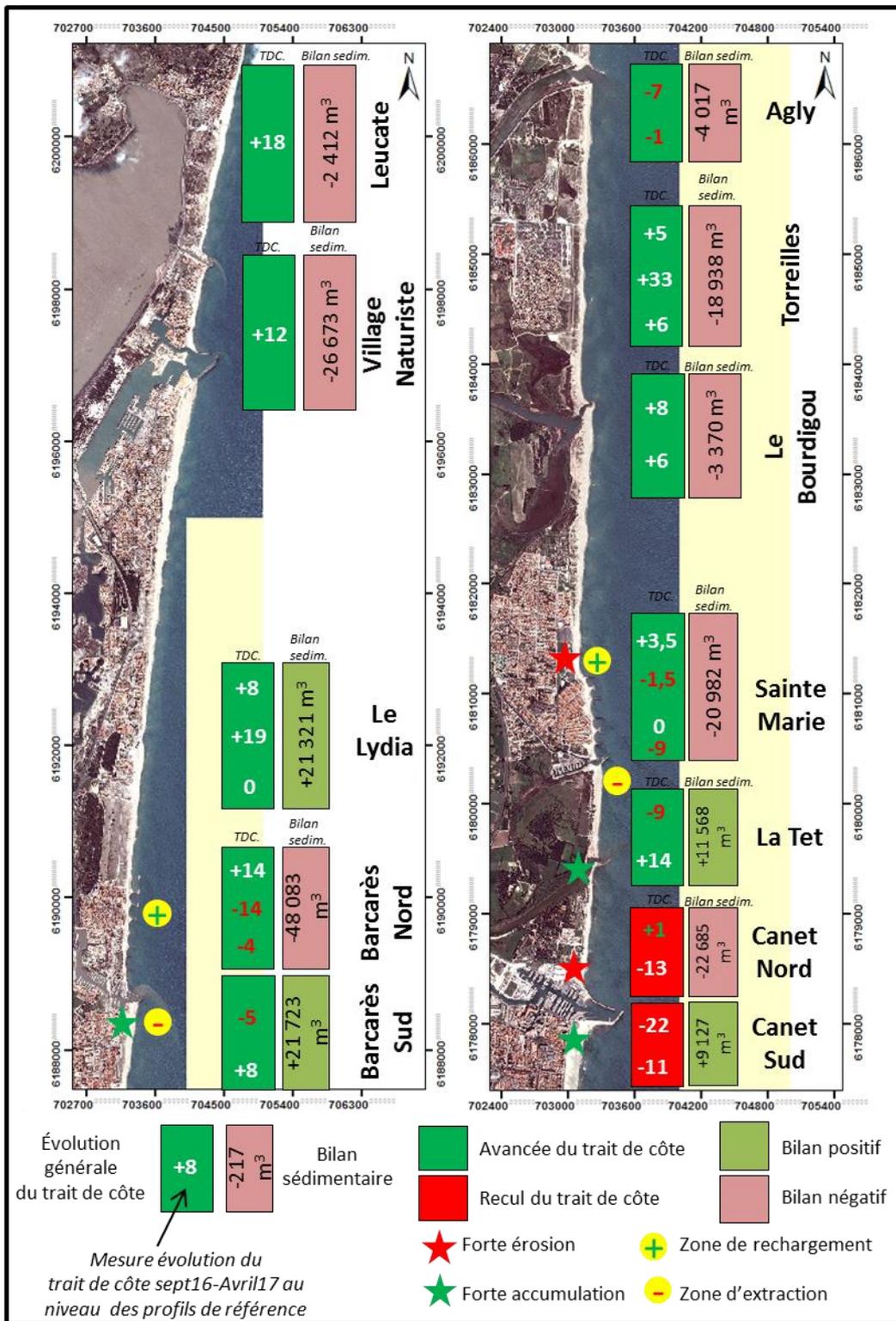


Illustration 177 – Carte de synthèse des évolutions du secteur de l'OBSCAT entre 2016 et 2017.



## 5. Bibliographie

**AERMC (Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse) (2000)** - Définition et cartographie des unités sédimentaires du littoral méditerranéen français, synthèse bibliographique.

**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.

**BCEOM (2002)** - Etude générale pour la protection du littoral de l'Agly au Cap Leucate. SIVOM Leucate-Barcarès et le SMLRN LR.

**Byrnes M.R., Baker J.L. and Li F. (2002)** - Quantifying potential measurement errors and uncertainties associated with bathymetric change analysis. ERDC/CHL CHETN-IV-50, Coastal and Hydraulics Laboratory, U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS, 17 p.

**Certain R. (2002)** - Morphodynamique d'une côte sableuse microtidale à barres : Le Golfe du Lion (Languedoc-Roussillon). Thèse de doctorat. Université de Perpignan Via Domitia, 209 p. + annexes.

**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.

**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..

**Durand P. (1999)** - « L'évolution des plages de l'ouest du Golfe du Lion au XXème siècle: cinématique du trait de côte, dynamique sédimentaire, analyse prévisionnelle ». Thèse de doctorat, Université Lumière Lyon 2, 461 p.

**Duvail C. (2008)** - Expression des facteurs régionaux et locaux dans l'enregistrement sédimentaire d'une marge passive. Exemple de la marge du Golfe du Lion étudiée selon un continuum terre-mer. Thèse de doctorat, Université de Montpellier, 295 p.

**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.

**Labauze C. (2005)** - Architecture, genèse et évolution du littoral du Languedoc-Roussillon: Impact des facteurs physiques au cours du Quaternaire terminal. Thèse de doctorat, Université de Perpignan Via Domitia, 303 p. + Annexes.

**Labaune C., Tesson M., Gensous B., Parize O., Imbert P., Delhay-Prat V. (2010)** - Detailed architecture of a compound incised valley system and correlation with forced regressive wedges: Example of Late Quaternary T<sub>1</sub>t and Agly rivers, western Gulf of Lions, Mediterranean Sea, France. *Sedimentary Geology*, Volume 223, Issues 3-4, 15, p. 360-379.

**Labaune C., Tesson M., Gensous B. (2008)** - Variability of the transgressive stacking pattern under environmental changes control: Example from the Post-Glacial deposits of the Gulf of Lions inner-shelf, Mediterranean, France. *Continental Shelf Research*, Volume 28, Issue 9, 30, p. 1138-1152.

**Labaune C., Jouet G., Bernis S., Gensous B., Tesson M., Delpeint A. (2005)** - Seismic stratigraphy of the Deglacial deposits of the Rhône prodelta and of the adjacent shelf. *Marine Geology*, Volumes 222-223, p. 299-311.

**Lafon V., Dehouck A., Robinet A., Marieu V., Curti C. et Durou N. (2014)** - Détection d'indicateurs géomorphologiques littoraux par télédétection à très haute résolution spatiale. XIIIèmes journées nationales Génie Côtier – Génie Civil.

**Mallet C., Lafon V. et Desprat J.-F. (2007)** - Cartographie des faciès géomorphologiques du littoral aquitain à partir des données FORMOSAT-2. Rapport BRGM/RP-53101-FR, 69 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, pp. 46.

**SAFEGE (2010)** - Recherche de gisements sableux. Perpignan-Méditerranée Communauté d'agglomération. Rapport provisoire 10MEN039 N° 1, 99 p.

**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.

**Tesson M., Labaune C., Gensous B. (2005)** - Small rivers contribution to the Quaternary evolution of a Mediterranean littoral system: The western gulf of Lion, France. *Marine Geology*, Volumes 222-223, p. 313-334.

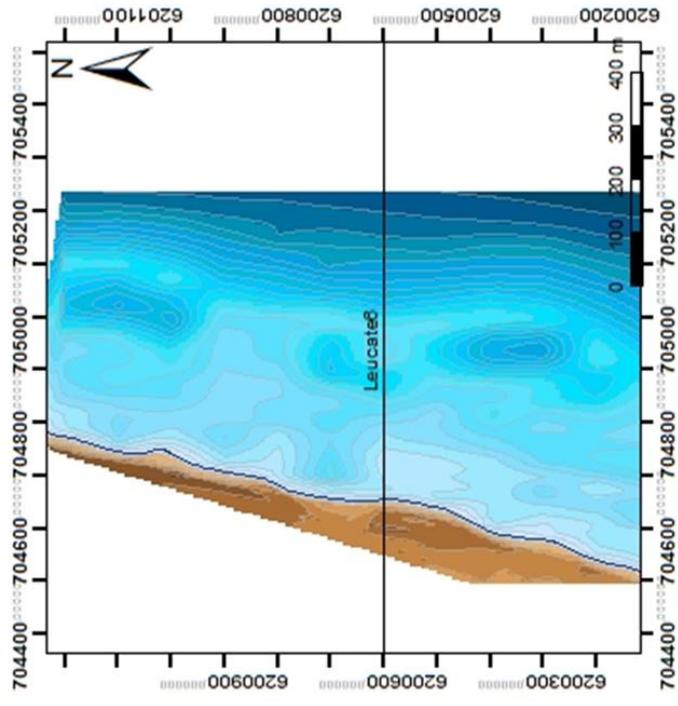
## **Annexe 1**

### **Cartes bathymétriques mai 2016, septembre 2016 et avril 2017**

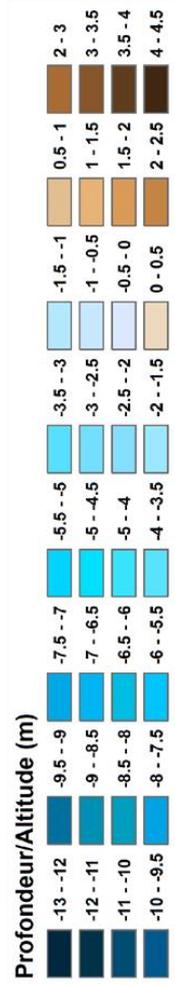
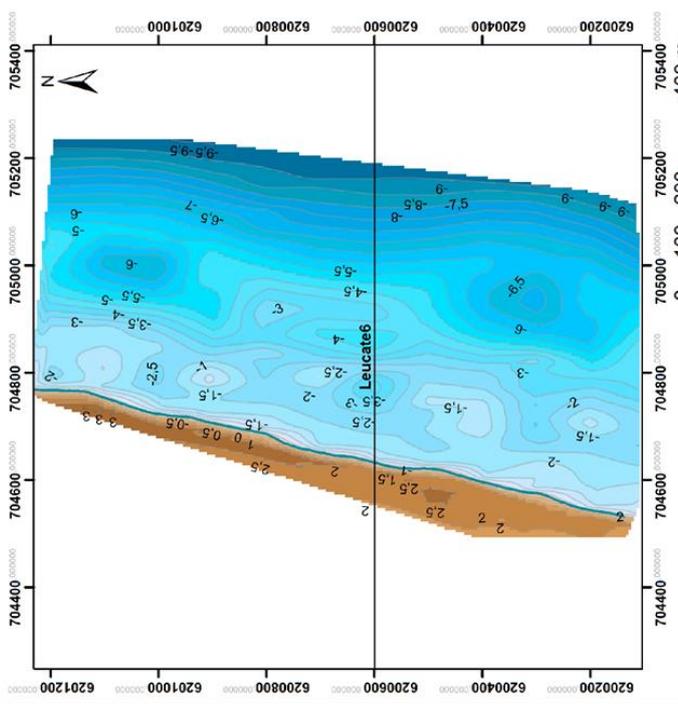


# Leucate Plage

Carte topobathymétrique du site de Leucate Plage d'avril 2017



Carte topobathymétrique du site de Leucate Plage de mai 2016

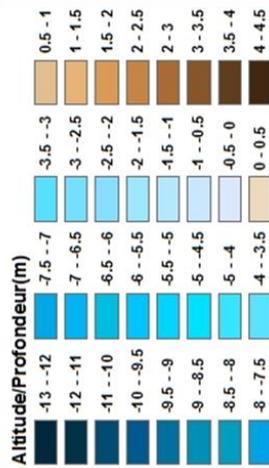
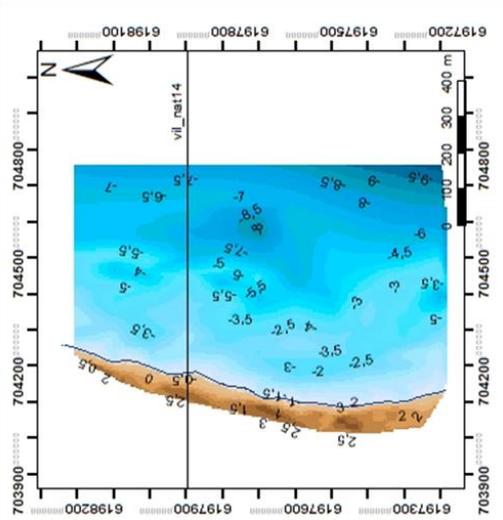


Auteur : BRGM

Source : OBSCAT - campagnes 2016 et 2017

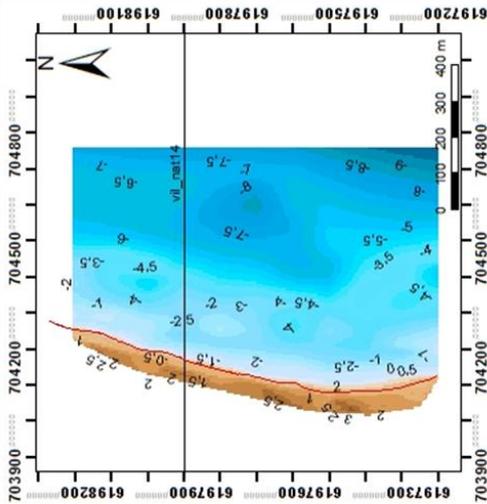
## Village naturiste de Leucate

Carte topobathymétrique du site du village naturiste de Leucate d'avril 2017



— Profil de référence  
 — Trait de côte avril 2017  
 — Trait de côte septembre 2016

Carte topobathymétrique du site du village naturiste de Leucate de mai 2016

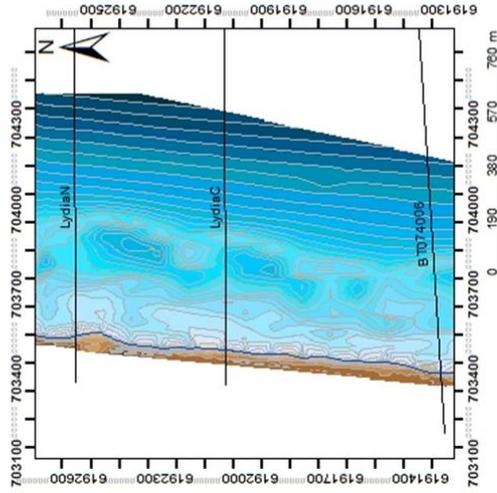


Auteur : BRGM

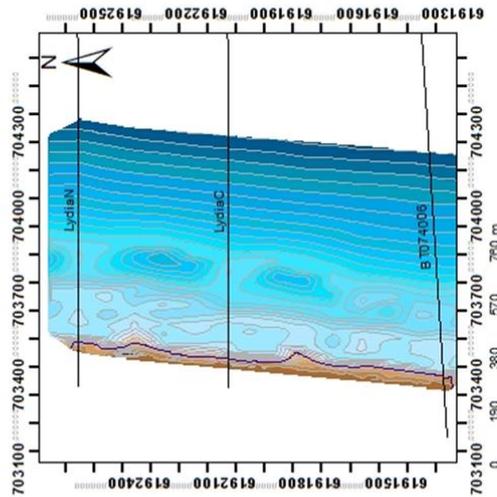
Source : OBSCAT - campagnes 2016 et 2017

# Le Lydia

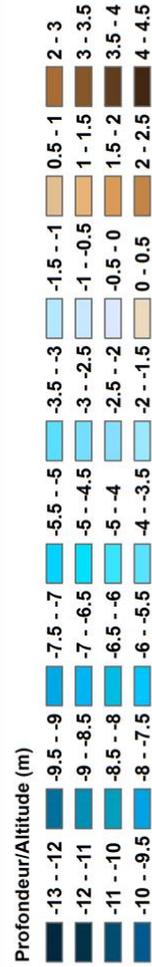
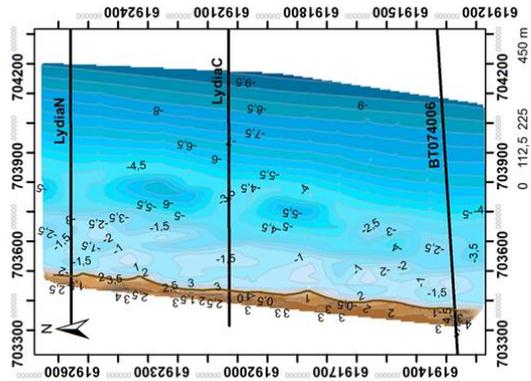
Carte topobathymétrique du site du Lydia d'avril 2017



Carte topobathymétrique du site du Lydia de septembre 2016



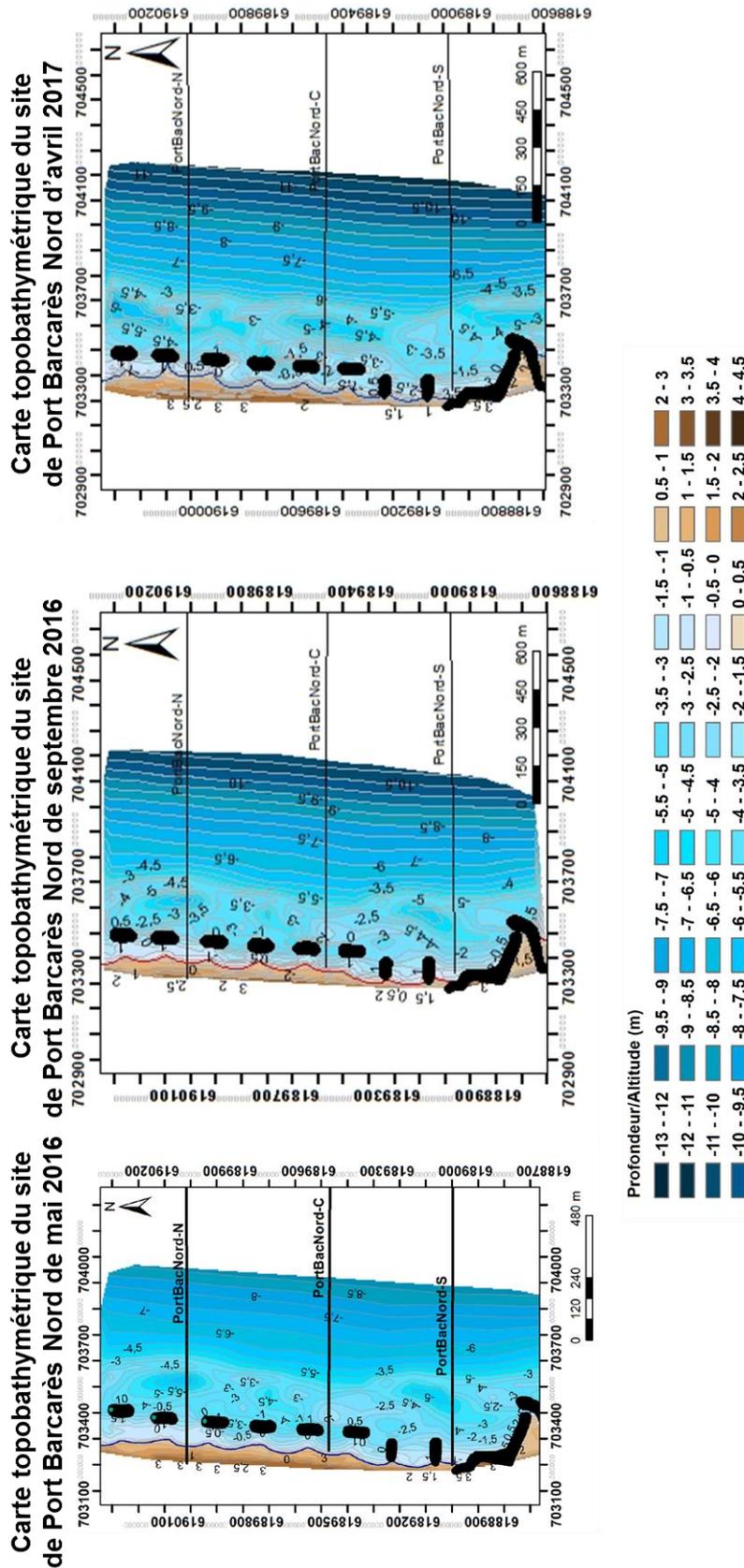
Carte topobathymétrique du site du Lydia de mai 2016



Auteur : BRGM

Source : OBSCAT - campagnes 2016 et 2017

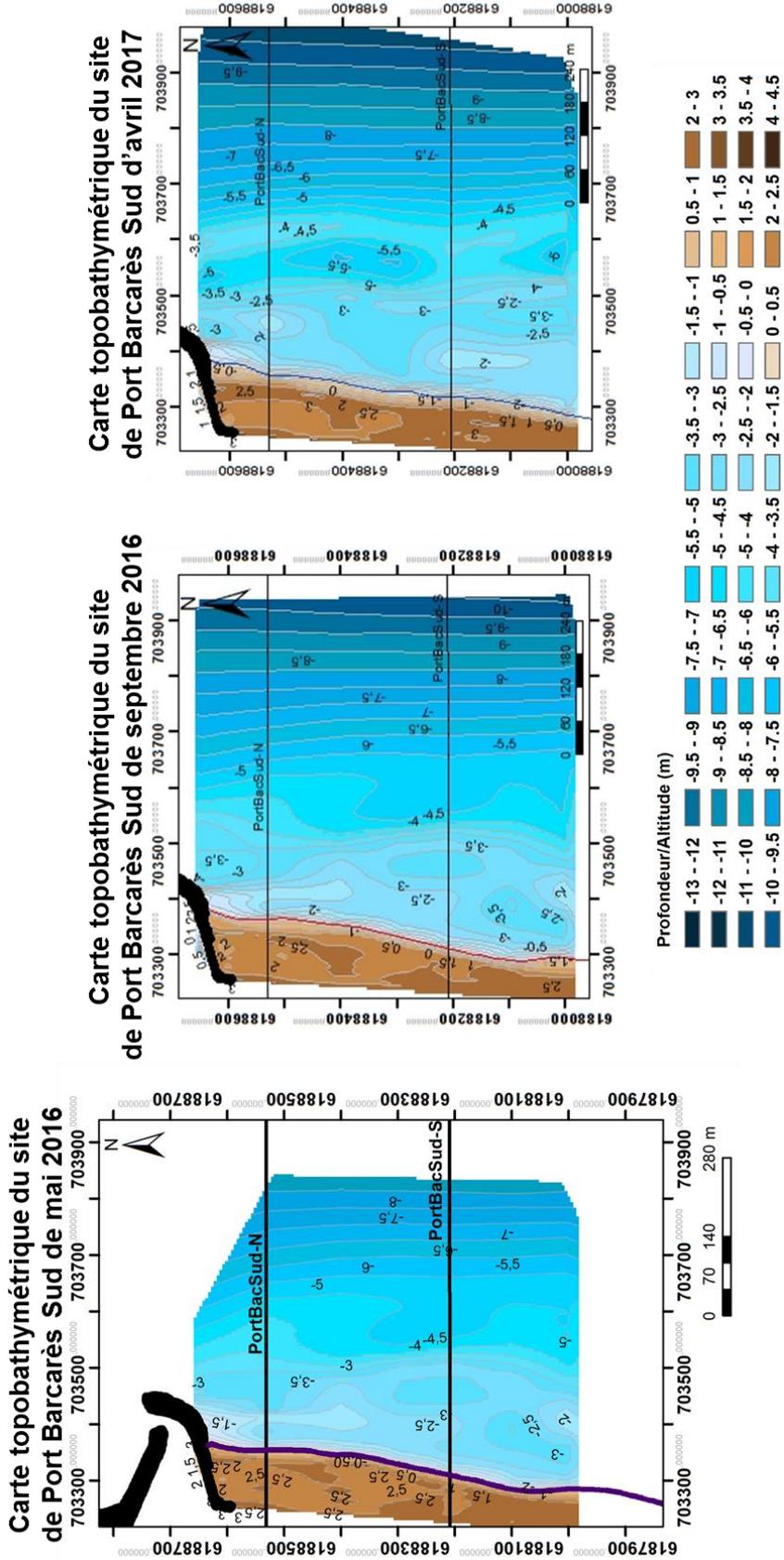
## Port Barcarès Nord



Auteur : BRGM

Source : OBSCAT - campagnes 2016 et 2017

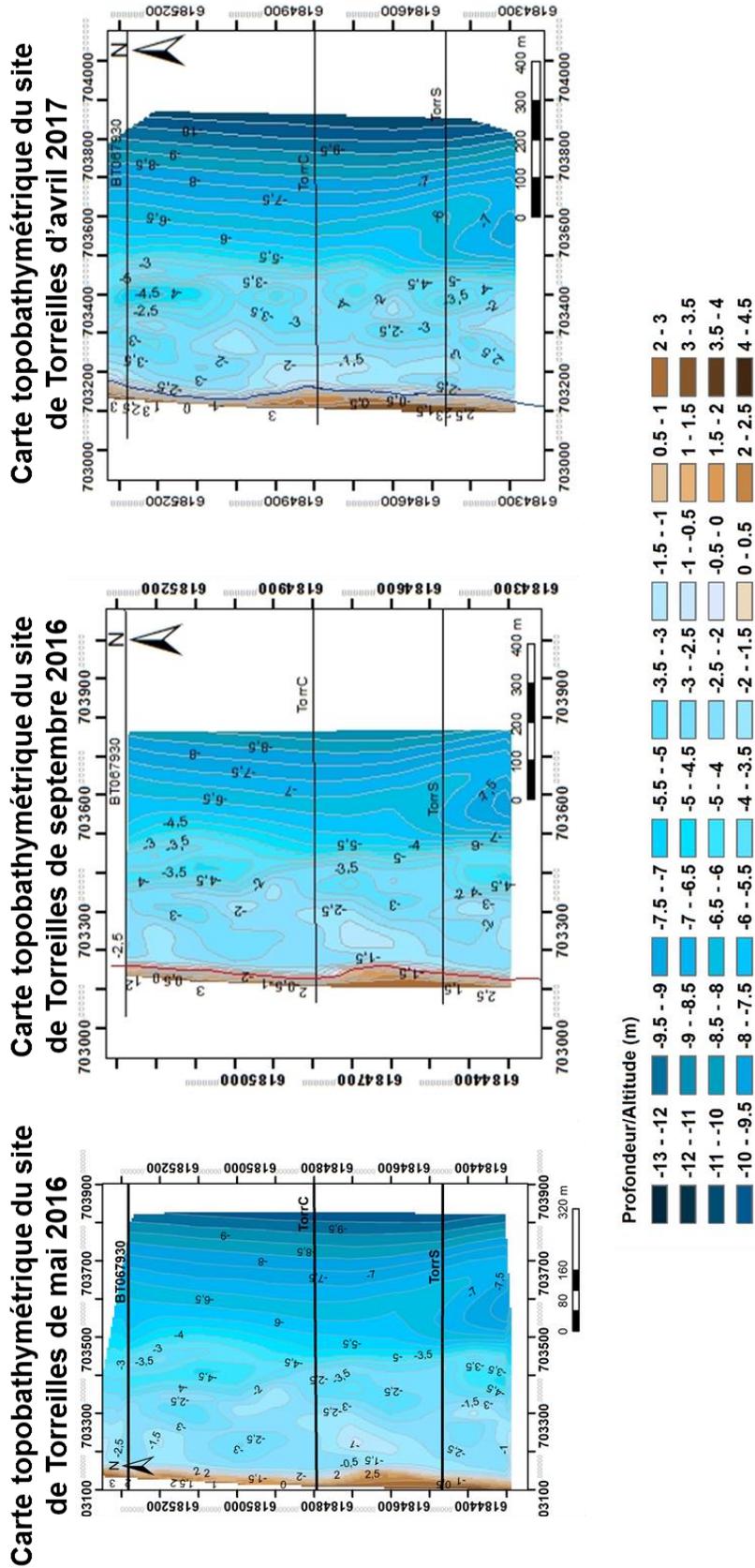
# Port Barcarès Sud



Auteur : BRGM

Source : OBSCAT - campagnes 2016 et 2017

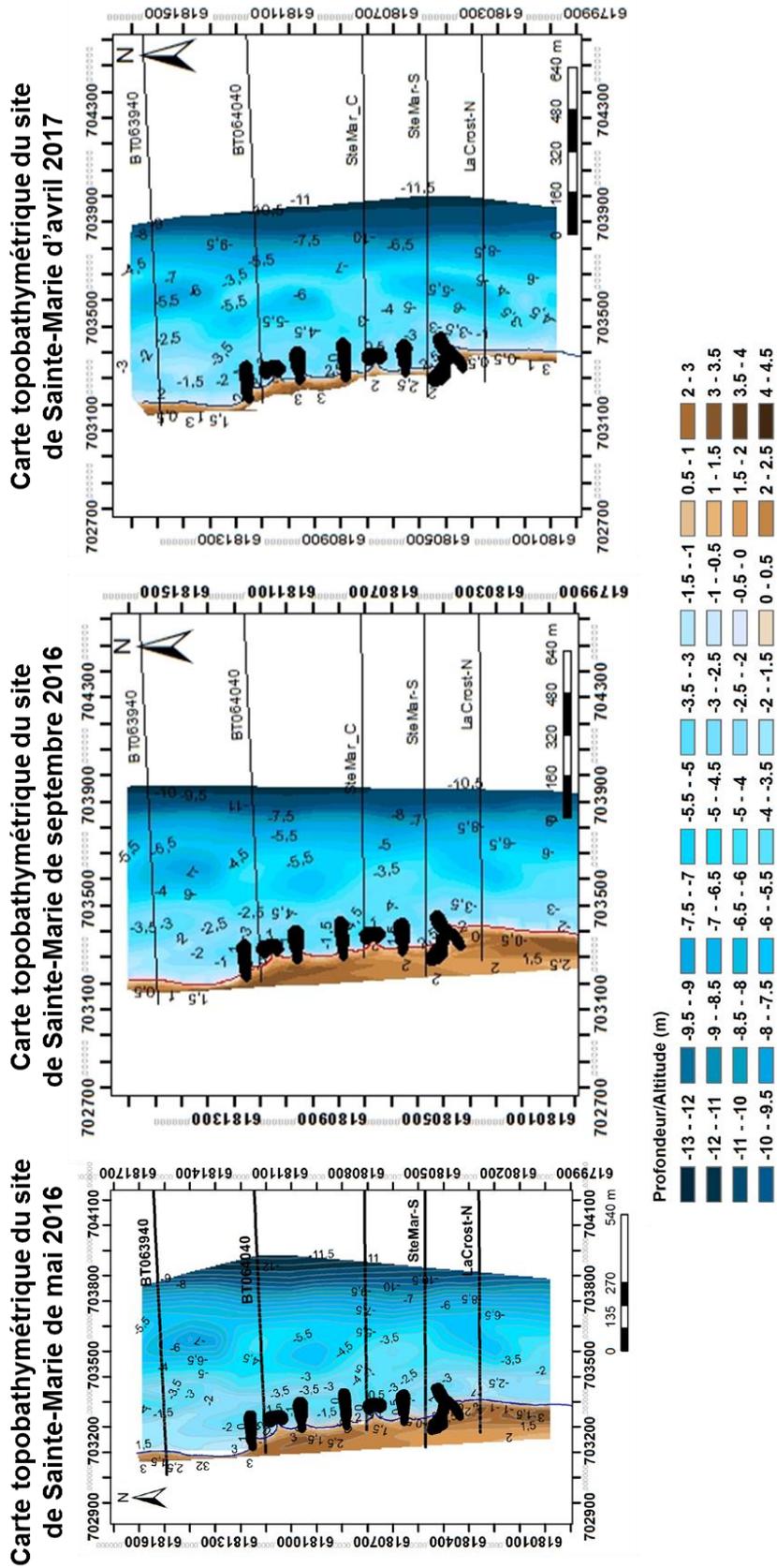
# Torreilles



Auteur : BRGM

Source : OBSCAT - campagnes 2016 et 2017

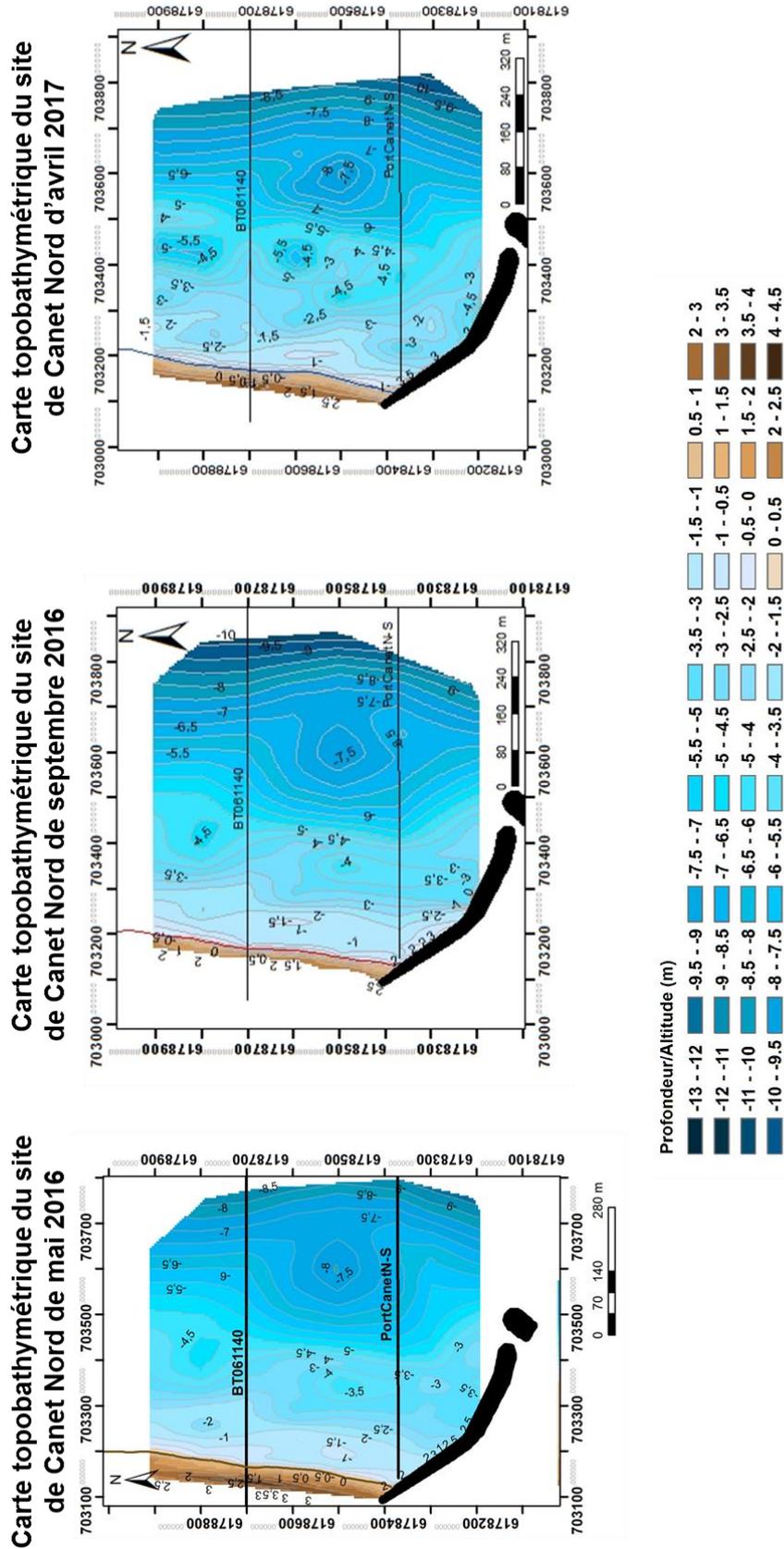
# Sainte-Marie



Auteur : BRGM

Source : OBSCAT - campagnes 2016 et 2017

## Canet Nord

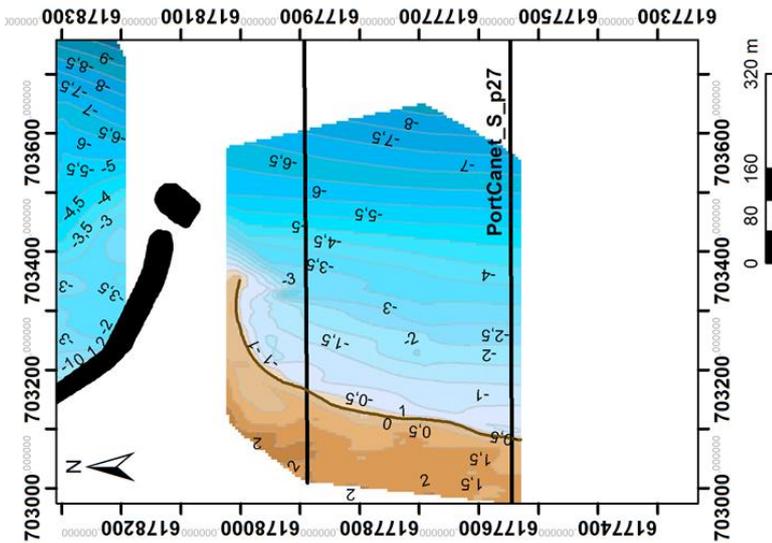


Auteur : BRGM

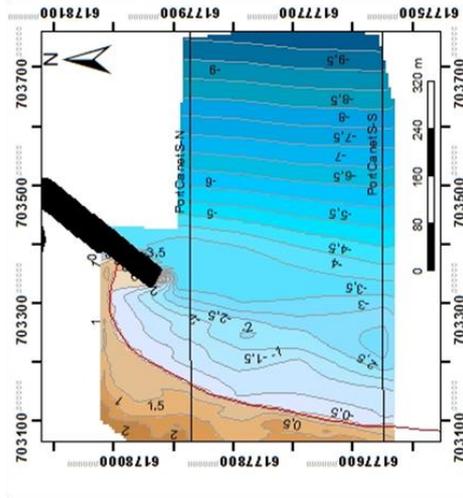
Source : OBSCAT - campagnes 2016 et 2017

# Canet Sud

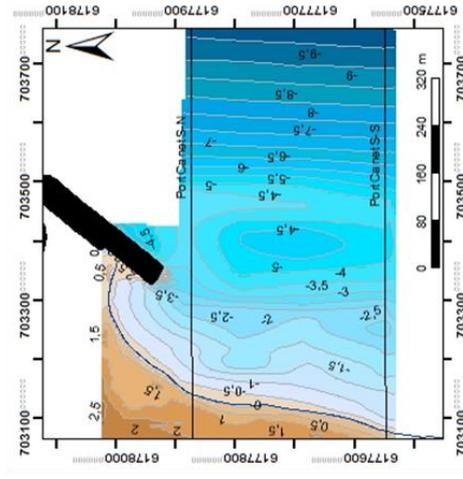
Carte topobathymétrique du site de Canet Sud de mai 2016



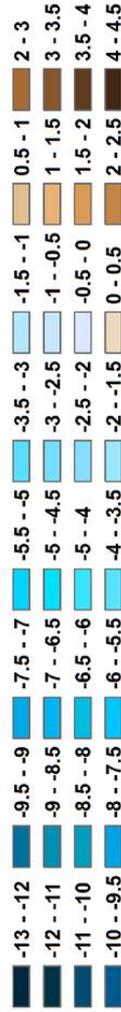
Carte topobathymétrique du site de Canet Sud de septembre 2016



Carte topobathymétrique du site de Canet Sud d'avril 2017



Profondeur/Altitude (m)



Source : OBSCAT - campagnes 2016 et 2017

Auteur : BRGM





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](http://www.brgm.fr)

**Direction régionale Occitanie**

1039 rue de Pinville  
34000 Montpellier

France

Tél. : 04 67 15 79 80