



Observatoire de la côte sableuse catalane - OBSCAT: rapport technique d'année 2

Rapport final

BRGM/RP-64945-FR

Juillet 2015



Observatoire de la côte sableuse catalane - OBSCAT: rapport technique d'année 2

Rapport final

BRGM/RP-64945-FR

Juillet 2015

Étude réalisée dans le cadre du projet
de Service public du BRGM 2013-LRO-12

Y. De la Torre, Y. Balouin, X. Mouroux, R. Bélon

Avec la collaboration de

F. Maldan, G. Bodéré, F. Longueville, V. Sibert, D. Dailloux, L. Sabarich

Vérificateur :

Nom : E. Chateauminois
Fonction : chef de projet Littoral
Date : 08/09/2015

Approbateur :

Nom : A. Blum
Fonction : Directrice Régional
Languedoc-Roussillon
Date : 17/09/2015
Signature :



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



Mots-clés : aménagement, barre d'avant-côte, bilan sédimentaire, Canet en Roussillon, embouchure, dunes, Le Barcarès, littoral, observatoire, profils, sableux, Roussillon, Sainte Marie Plage, Torrelles plage, trait de côte.

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

De la Torre Y., Balouin Y., Mouroux X., Belon R., coll. Maldan F., Bodéré G., Longueville F., Sibert V., Dailloux D. et Sabarich, L. (2015) – Observatoire de la côte sableuse catalane - OBSCAT: rapport technique d'année 2. Rapport final. BRGM/RP- 64945-FR, 140 p., 34 ill., 4 ann..

Synthèse

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 Communauté d'Agglomération (PMCA), dont les 4 communes côtières (Le Barcarès, Torreilles, Sainte-Marie, 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) est lancé depuis 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). Ce projet est cofinancé par l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée & Corse, PMCA et la dotation pour charge de service public du BRGM.

Ce rapport présente les résultats techniques de l'année 2 de l'observatoire. Cette seconde année a permis de compléter les observations initiées en année 1 (topo-bathymétrie) par des levés complémentaires permettant de mieux appréhender la dynamique côtière à plus grande échelle (images satellites) mais aussi à plus haute fréquence (images vidéos). Dans les zones difficiles d'accès (dunes, embouchures), les moyens d'acquisition ont été adaptés avec le recours à une embarcation légère pour la bathymétrie et la mise en œuvre de levés drones photogrammétriques pour la topographie.

Le bilan des observations entre septembre 2014 et avril 2015 a été marqué par l'impact des tempêtes hivernales de novembre 2014 et dans une moindre mesure de mars 2015. Ces tempêtes ont accentué l'érosion sur une partie du secteur d'étude, mais associées aux crues de fin novembre, ont également participé à un apport sédimentaire au niveau de la plage immergée.

Le bilan sédimentaire est globalement positif sur l'ensemble de la zone. Les apports en sédiments précédemment évoqués, y sont pour beaucoup, de même que les rechargements en sables effectués au niveau du Barcarès et de Sainte-Marie.

Toutefois, plusieurs zones de forte érosion se détachent, notamment au droit du bateau sur le secteur du Lydia, au niveau du parking sur le secteur de Barcarès Sud, à Torreilles dans l'alignement du stade, et enfin à Sainte Marie, au droit de l'épi nord.

D'autres zones, présentant une érosion chronique au cours des dernières campagnes OBSCAT, font au contraire apparaître, à l'issue de l'hiver 2014/2015, une avancée significative du trait de côte. Cette tendance a pour principale origine les rechargements artificiels opérés après la tempête de novembre 2014

Bien que très variable selon les secteurs, la tendance générale des cordons dunaires à l'issue de l'hiver tend à montrer une fragilisation dans des secteurs pourtant protégés. Soulignons

toutefois que les cordons reliques ou embryonnaires, des zones urbaines du Barcarès et de Saintes Marie, réhabilités entre 2013 et 2014, progressent et se stabilisent progressivement.

Les recommandations pouvant être apportées en matière de gestion et d'aménagement du littoral sont principalement axées autour de méthodes de protection « douces ». L'accent est principalement mis sur des rechargements associés à un reprofilage de plage et à la réhabilitation du cordon dunaire.

Le lien entre les zones d'érosion et la mobilité des barres d'avant-côte a été en particulier mis en évidence (Torreilles, Lydia), avec une migration progressive vers le Nord. Ainsi, la solution à apporter doit pouvoir s'adapter à ces évolutions. Un rechargement initial conséquent associé à des rechargements ponctuels, sous réserve de stock sableux disponible, apparaît comme une solution à court terme.

Un suivi particulier doit être poursuivi sur les zones d'extraction en sables, afin d'anticiper les problèmes et de réguler les prélèvements.

L'année 3 de l'observatoire poursuivra ces observations et analyses et précisera les stocks et volumes sédimentaires disponibles par la mise en œuvre d'un levé géophysique.

Sommaire

1. Introduction	15
2. Méthodes d'observation mises en œuvre.....	17
2.1. LE SUIVI TOPOBATHYMETRIQUE	17
2.1.1. Acquisition des données.....	17
2.1.2. Traitements des données	21
2.2. LE SUIVI VIDEO	24
2.3. LE SUIVI DRONE	27
2.3.1. Acquisition des données.....	27
2.3.2. Précision des données	28
2.4. LE SUIVI SATELLITAIRE : L'IMAGERIE PLEIADES	30
2.4.1. Type de données et acquisitions	30
2.4.2. Traitements et applications.....	30
2.5. LE SUIVI DUNAIRE	33
2.6. LE SUIVI PHOTOGRAPHIQUE.....	33
3. Synthèse des évolutions par cellule sédimentaire	35
3.1. CONDITIONS DE FORÇAGE SUR LA PERIODE D'ETUDE	35
3.1.1. Données disponibles	35
3.1.2. Conditions météorologiques	35
3.1.3. Conditions de houle.....	37
3.1.4. Niveaux d'eau.....	39
3.1.5. Débits fluviaux	40
3.1.6. Conclusions sur les conditions de forçage de l'hiver 2014-2015.....	41
3.2. CELLULE 10 – DE LEUCATE A PORT BARCARES	42
3.2.1. Description générale de la cellule.....	42
3.2.2. Secteur 1 : Le Lydia.....	45
3.2.3. Secteur 2 : Port Barcarès Nord	53
3.3. CELLULE 9 – DE PORT BARCARES A L'AGLY	65
3.3.1. Secteur 3 : Port Barcarès Sud.....	66
3.3.2. Secteur 4 : Embouchure de l'Agly	72
3.4. CELLULE 8 – DE L'AGLY AU BOURDIGOU	78
3.4.1. Secteur B – Dunes de Torreilles.....	79
3.4.2. Secteur 5 : Torreilles	81

3.4.3. Secteur 6 : Embouchure du Bourdigou	88
3.5. CELLULE 7 – DU BOURDIGOU AU PORT DE CANET-EN-ROUSSILLON	94
3.5.1. Secteur C – Dunes de Ste Marie	95
3.5.2. Secteur 7 : Sainte-Marie	96
3.5.3. Secteur 8 : Embouchure de la Têt	105
3.5.4. Secteur 9 : Nord du Port de Canet-en-Roussillon.....	111
3.6. CELLULE 6 – DU PORT DE CANET-EN-ROUSSILLON A ST CYPRIEN.....	116
3.6.1. Secteur 10 : Sud du Port de Canet-en-Roussillon	117
3.6.2. Secteur D – Dunes de Canet-en-Roussillon	123
3.7. BILAN GLOBAL DES EVOLUTIONS	124
4. Recommandations de gestion	127
4.1. BILAN DES ACTIONS REALISEES.....	127
4.1.1. Les schémas directeurs d'aménagement du littoral.....	127
4.1.2. Synthèses de opérations réalisées et en prévision.....	128
4.2. PROPOSITIONS PAR CELLULE SEDIMENTAIRE.....	129
4.2.1. Cellule 10 – De Leucate à Port Barcarès.....	129
4.2.2. Cellule 9 – De Port Barcarès à l'Agly	130
4.2.3. Cellule 8 – De l'Agly au Bourdigou.....	131
4.2.4. Cellule 7 – Du Bourdigou au Port de Canet-en-Roussillon	132
4.2.5. Cellule 6 – Du Port de Canet-en-Roussillon à St Cyprien.....	133
4.2.6. Bilan global des recommandations	134
5. Conclusion	135
6. Bibliographie	137

Liste des illustrations

Illustration 1. Localisation de la zone d'étude et des sites de suivi - fond de carte IGN.....	16
Illustration 2. Tableau de synthèse des données collectées au cours de l'année 2 de l'OBSCAT.....	17
Illustration 3. Carte de localisation des secteurs d'étude et des profils de référence.....	19
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..	20
Illustration 5. Modes d'acquisition des données bathymétriques.....	21
Illustration 6. Etapes de traitement des données topobathymétriques	23
Illustration 7. Implantation de la webcam du Barcarès et délimitation des 5 prises de vue.....	24
Illustration 8. Exemples de prises de vue de la caméra C4 :	25
Illustration 9. Orthorectification des images, exemple de la caméra C4.	25
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.....	26
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).	26
Illustration 12. Positionnement des cibles.....	27
Illustration 13. Tableau comparatif des écarts planimétriques des points homologues référencés sur les sites de Canet en Roussillon et du Barcarès	28
Illustration 14. Tableau comparatif des écarts altimétriques sur l'ensemble des sites survolés	29
Illustration 15. Utilisations des images IGN Pléiades, suivi du trait de côte 2013 et 2014	31
Illustration 16. Suivi de la végétation dunaire par calcul NDVI.....	32
Illustration 17. Schema sélection de l'échantillon pour la classification par signatures spectrales.....	33
Illustration 18 Protocole de suivi photographique.	34
Illustration 19. Conditions météorologiques du 01/10/2013 au 01/06/2015 :	36
Illustration 20. Rose des vents à la station de Leucate.....	37

Illustration 21. Conditions de houle d'octobre 2013 à Juin 2015 :.....	38
Illustration 22. Rose des houles à Leucate d'octobre 2013 à juin 2015.	39
Illustration 23. Niveaux d'eau au marégraphe:.....	40
Illustration 24. Précipitations (mm) à Rivesaltes depuis Octobre 2013 :.....	41
Illustration 25. Débits journaliers (m ³ /j) des fleuves Têt (station Perpignan) et Agly (station Rivesaltes) depuis Octobre 2013.	41
Illustration 26. Localisation des secteurs A ; 1 et 2 au sein de la cellule 10 (fond Google Earth)	42
Illustration 27. Evolution de la végétation dunaire entre 2013 et 2014 par classification spectrale.....	43
Illustration 28. Evolution du cordon dunaire du Barcarès (Mas de l'Ille)	44
Illustration 29. Evolution du massif dunaire au nord du port du Barcarès	45
Illustration 30. Suivi photographique le Lydia.....	46
Illustration 31. Carte des traits de côte entre septembre 2014 et avril 2015 du secteur du Lydia	48
Illustration 32. Lydia N, septembre 2014 et avril 2015. Secteur du Lydia	49
Illustration 33. Lydia C, septembre 2014 et avril 2015. Secteur du Lydia	49
Illustration 34. Profil BT074006, septembre 2014 et avril 2015. Secteur du Lydia	49
Illustration 35. Carte saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre avril 2014/ septembre 2014 et septembre 2014/ avril 2015 pour le secteur du Lydia	51
Illustration 36. Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre avril 2014/ septembre 2014 et septembre 2014/ avril 2015 pour le secteur du Lydia	51
Illustration 37. Répartition temporelle des suivis vidéo et topobathymétriques .	53
Illustration 38. Suivi photographique Barcarès Nord.....	54
Illustration 39. Carte des traits de côte entre septembre 2014 et avril 2015 du secteur de Port Barcarès Nord	55
Illustration 40. Profil Port Barcarès Nord N, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Port Barcarès Nord	56
Illustration 41. Profil Port Barcarès Nord C, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Port Barcarès Nord	56
Illustration 42. Profil Port Barcarès Nord S, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Port Barcarès Nord	56
Illustration 43. Carte annuelle et saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre avril 2014/ avril 2015 et septembre 2014/ avril 2015 pour le secteur de Port Barcarès Nord	57

Illustration 44. Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre avril 2014/ septembre 2014 et septembre 2014/ avril 2015 pour le secteur de Port Barcarès Nord.....	58
Illustration 45. Conditions météo-marines lors du suivi vidéo :	59
Illustration 46 – Dates des traits de côte retenus pour l'analyse des évolutions de novembre 2015 à juin 2015.	59
Illustration 47. Evolution de la position du trait de côte de nov 2014 à juin 2015.	60
Illustration 48 – Evolution des tombolos (S) de novembre 2014 à avril 2015. ..	61
Illustration 49 – Evolution de la position du trait de côte de Janvier à juin 2015 avant et après les travaux de rechargement de fin mai/début juin.	63
Illustration 50 : Localisation des secteurs 3 et 4 au sein de la cellule 09 (fond Google Earth)	65
Illustration 51. Port Barcarès, 2005, crédit : PMCA	66
Illustration 52. Suivi photographique.....	67
Illustration 53. Carte des traits de côte entre septembre 2014 et avril 2015 du secteur de Port Barcarès Sud	68
Illustration 54. Profil Port Barcarès Sud N, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Port Barcarès Sud	69
Illustration 55. Profil Port Barcarès Sud S, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Port Barcarès Sud	69
Illustration 56. Profil BT070215, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Port Barcarès Sud.....	69
Illustration 57. Carte annuelle et saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre avril 2014/ avril 2015 et septembre 2014/ avril 2015 pour le secteur de Port Barcarès Sud	70
Illustration 58. Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre avril 2014/ septembre 2014 et septembre 2014/ avril 2015 pour le secteur de Port Barcarès Sud	71
Illustration 59. Suivi photographique de l'embouchure de l'Agly entre avril 2014 et avril 2015.....	73
Illustration 60. Carte des évolutions morphologiques de l'embouchure de l'Agly entre septembre 2014 et avril 2015.....	74
Illustration 61. Profil Agly N, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de l'Agly..	75
Illustration 62. Profil Agly S, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de l'Agly..	75
Illustration 63. Carte des volumes de sédiments déplacés entre septembre 2014 et avril 2015 pour le secteur de l'Agly	76
Illustration 64. Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre septembre 2014 et avril 2015 pour le secteur de l'Agly	77

Illustration 65. Localisation des secteurs 4, 5 et 6 au sein de la cellule 8 (fond Google Earth)	78
Illustration 66. Evolution morphologique du massif dunaire de Toreilles entre 2010 et 2014.....	79
Illustration 67. Vue aérienne de Torreilles-plage, 2011, Region Languedoc-Roussillon.	81
Illustration 68. Suivi photographique Torreilles	82
Illustration 69. Carte des traits de côte entre septembre 2014 et avril 2015 du secteur de Torreilles	83
Illustration 70. Profil BT067930, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Torreilles	84
Illustration 71. Profil Torreilles C, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Torreilles	84
Illustration 72. Profil Torreilles S, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Torreilles.....	84
Illustration 73. Carte annuelle et saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre avril 2014/ septembre 2014 et septembre 2014/ avril 2015 pour le secteur de Torreilles	86
Illustration 74. Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre avril 2014/ septembre 2014 et septembre 2014/ avril 2015 pour le secteur de Torreilles	86
Illustration 75. Suivi photographique de l'évolution de l'embouchure du Bourdigou entre avril 2014 et avril 2015	88
Illustration 76. Carte des traits de côte entre septembre 2014 et avril 2015 du secteur du Bourdigou.....	90
Illustration 77. Profil Bourdigou N, septembre 2014 et avril 2015. Secteur du Bourdigou	91
Illustration 78. Profil Bourdigou S, septembre 2014 et avril 2015. Secteur du Bourdigou	91
Illustration 79. Carte des volumes de sédiments déplacés entre septembre 2014 et avril 2015 pour le secteur du Bourdigou	92
Illustration 80. Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre septembre 2014 et avril 2015 pour le secteur du Bourdigou	92
Illustration 81 : Localisation des secteurs 7, 8 et 9 au sein de la cellule 7 (Fond Google Earth)	94
Illustration 82. Evolution de la végétation dunaire entre 2013 et 2014 par classification spectrale	95
Illustration 83. Evolution morphologique du massif dunaire de Sainte-Marie entre 2010 et 2015.....	96

Illustration 84. Plage Nord de Sainte Marie (les Marendes) après la tempête de novembre 2014,12-2014, OBSCAT.....	98
Illustration 85. Suivi photographique Sainte Marie.....	98
Illustration 86. Carte des traits de côte entre septembre 2014 et avril 2015 du secteur de Sainte-Marie	100
Illustration 87. Profil BT063940, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Sainte Marie la Mer	101
Illustration 88. Profil BT064040, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Sainte Marie la Mer	101
Illustration 89. Profil Sainte Marie C, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Sainte Marie la Mer	101
Illustration 90. Profil Sainte Marie S, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Sainte Marie la Mer	102
Illustration 91. Profil la Crouste N, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Sainte Marie la Mer	102
Illustration 92. Carte annuelle et saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre avril 2014/ septembre 2014 et septembre 2014/ avril 2015 pour le secteur de Sainte Marie La Mer.....	103
Illustration 93. Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre avril 2014/ septembre 2014 et septembre 2014/ avril 2015 pour le secteur de Sainte Marie La Mer	104
Illustration 94. Suivi photographique Têt. A) Embouchure de la Têt, profil Nord, OBSCAT avril 2014 (image de gauche) ; B) Embouchure de la Têt, profil Nord, OBSCAT septembre 2014 (image de droite)	105
Illustration 95. Rive Nord de la Têt, érosion la dune et apport en débris (bois flotté) durant l'hiver, OBSCAT, avril 2015.....	106
Illustration 96 - Carte des évolutions morphologiques de l'embouchure del'Agly entre septembre 2014 et avril 2015.....	107
Illustration 97 - Profil Têt N, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de la Têt.	108
Illustration 98 - Profil Têt S, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de la Têt.	108
Illustration 99. Carte des volumes de sédiments déplacés entre septembre 2014 et avril 2015 pour le secteur de la Têt	109
Illustration 100. Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre septembre 2014 et avril 2015 pour le secteur de la Têt.....	110
Illustration 101. Suivi photographique Canet Nord. A) Photographie profil Nord, plage du Sardinal (image en haut à gauche), octobre 2014, OBSCAT; B) Photographie profil Sud plage du Sardinal après la tempête de novembre 2014 (image en haut à droite), décembre 2014, Réseau Tempête ; C) Photographie profil Sud, plage du Sardinal, avril 2014, OBSCAT.....	111

Illustration 102. Carte des traits de côte entre septembre 2014 et avril 2015 du secteur de Canet-en-Roussillon Nord.....	113
Illustration 103. Profil BT061140, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Canet Nord.....	114
Illustration 104. Profil Port Canet Nord S, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Canet Nord	114
Illustration 105. Carte annuelle et saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre avril 2014/ avril 2015 et septembre 2014/ avril 2015 pour le secteur de Canet-en-Roussillon Nord.....	115
Illustration 106. Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre avril 2014/ septembre 2014 et septembre 2014/ avril 2015 pour le secteur de Canet-en-Roussillon Nord.....	116
Illustration 107 : Localisation du secteur 10 au sein de la cellule 6 (fond Google Earth).....	117
Illustration 108. Photographie aérienne de Canet-en-Roussillon, 20011, Région Languedoc-Roussillon.	118
Illustration 109. Suivi photographique Canet Sud. A) Port Canet Sud, profil Nord (image de gauche), avril 2015, OBSCAT ; B) Port Canet Sud, Porfil Sud (image de droite), avril 2015, OBSCAT.	118
Illustration 110. Carte des traits de côte entre septembre 2014 et avril 2015 du secteur de Canet-en-Roussillon Sud	120
Illustration 111. Profil Canet Sud N, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Canet Sud.....	121
Illustration 112. Profil Canet Sud S, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Canet Sud.....	121
Illustration 113. Carte annuelle et saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre septembre 2014 avril 2015 pour le secteur de Canet-en-Roussillon Sud.....	122
Illustration 114. Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre avril 2014/ septembre 2014 et septembre 2014/ avril 2015 pour le secteur de Canet-en-Roussillon Sud	122
Illustration 115. Evolution de la végétation dunaire par classification spectrale	123
Illustration 116. Evolution morphologique du massif dunaire de Canet-en-Roussillon entre 2010 et 2014.....	124
Illustration 117. Carte de synthèse des évolutions du secteur entre septembre 2014 et avril 2015	126
Illustration 118 - Tableau de synthèses des recommandations pour la cellule 10 Port Leucate à Port Barcarès.	130
Illustration 119 - Tableau de synthèses des recommandations pour la cellule 9 Agly à Barcarès Sud.....	131

Illustration 120 - Tableau de synthèses des recommandations pour la cellule 8 Agly au Bourdigou.	132
Illustration 121 - Tableau de synthèses des recommandations pour la cellule 7 du Bourdigou au port de Canet-en-Roussillon.....	133
Illustration 122 - Tableau de synthèses des recommandations pour la cellule 6 du port de Canet-en-Roussillon à St Cyprien.	134

Liste des annexes

Annexe 1. Carte topobathymétriques avril 2014, septembre 2014 et avril 2015	141
Annexe 2. Carte des évolutions du trait de côte entre 1962 et avril 2015.....	149
Annexe 3. Synthèse des opérations d'aménagements et de gestion réalisées	161
Annexe 4 Méthodologie de calcul des marges d'erreur des volumes sédimentaires déplacés entre deux campagnes topo-bathymétriques	167

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 Communauté d'Agglomération (PMCA), dont les 4 communes côtières (Le Barcarès, Torreilles, Sainte-Marie, 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 depuis 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). Ce projet, cofinancé par l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, PMCA et la dotation 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 2 présente un diagnostic de l'état de la dynamique sédimentaire sur les sites identifiés par PMCA comme « sensibles » sur la zone d'étude en termes de gestion de son trait de côte. 13 sites ont été traités, dont 10 sites de plage et 3 sites 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, sur chaque cellule sédimentaire, une synthèse de l'évolution récente des sites sera proposée, ainsi qu'une analyse des modes de gestion actuels accompagnée de propositions d'actions complémentaires.

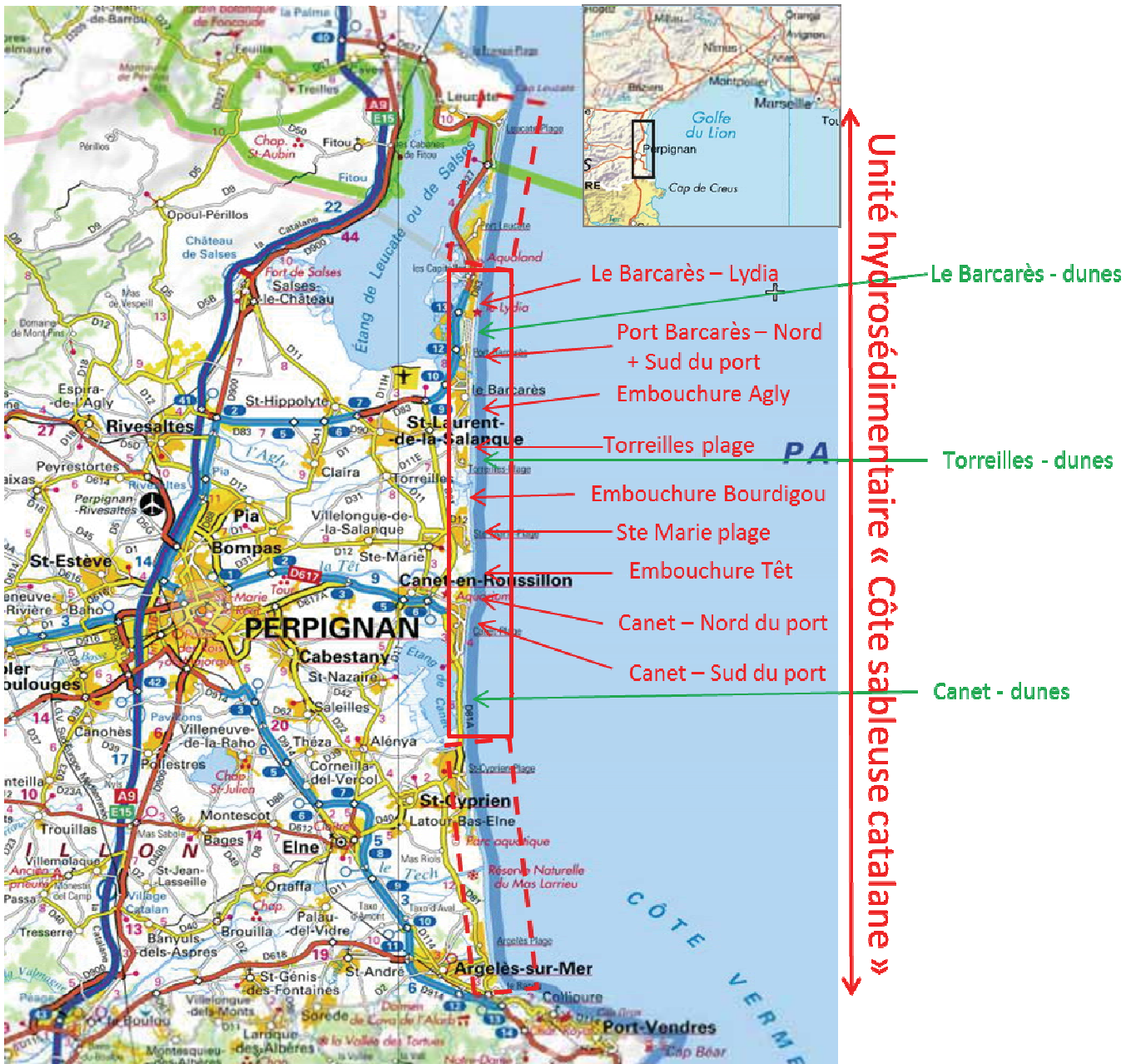


Illustration 1. Localisation de la zone d'étude et des sites de suivi - fond de carte IGN

2. Méthodes d'observation mises en œuvre

Le tableau ci-dessous fait la synthèse des différents types d'indicateurs observés dans le cadre de l'année 2 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 spatiale (Pléiades)	CNES/IGN	Ensemble du secteur d'étude
	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	Levés drone photogrammétrique	Ecocéanodrone	Mas de l'Isle/ Torreilles/Canet/+ dunes embryonnaires du Lydia/ Port Barcarès/Ste Marie
	Imagerie spatiale (Pléiades)	CNES/IGN	
	Lidar 2011	DREAL LR	
Morphologie des embouchures	Photo-interprétation	BRGM	Agly /Bourdigou/ Têt
	Levés topo-bathymétriques	BRGM	
	Levés drone photogrammétrique	Ecocéanodrone	
	Imagerie spatiale (Pléiades)	CNES/IGN	
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 et de dunes
Paysage	Suivi photographique	BRGM	Sites sensibles

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

2.1. LE SUIVI TOPOBATHYMETRIQUE

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 (avril/ mai). Des levés ponctuels peuvent également avoir lieu après un événement météorologique de forte intensité afin de réaliser un suivi post-tempête.

La zone d'étude est découpée en 10 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 2 de l'Observatoire de la côte sableuse catalane, ont été réalisées pour la campagne pré-hivernale en septembre 2014, et pour la campagne post-hivernale d'avril à mai 2015. 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 GPS¹ / GNSS²) Trimble R6 en mode différentiel RTK³ connecté en GSM⁴ via le réseau ORPHEON⁵. Seul le secteur du Lydia nécessite 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 levés sont enregistrés au fur et à mesure que l'opérateur marche le long du trait de trait de côte (Cf. Illustration 4C.).

¹ *Global Positioning System*

² *GNSS : Global Navigation Satellite System*

³ *Real Time Kinematic,*

⁴ *GSM : Global System for Mobile communications*

⁵ <http://reseau-orpheon.fr/>

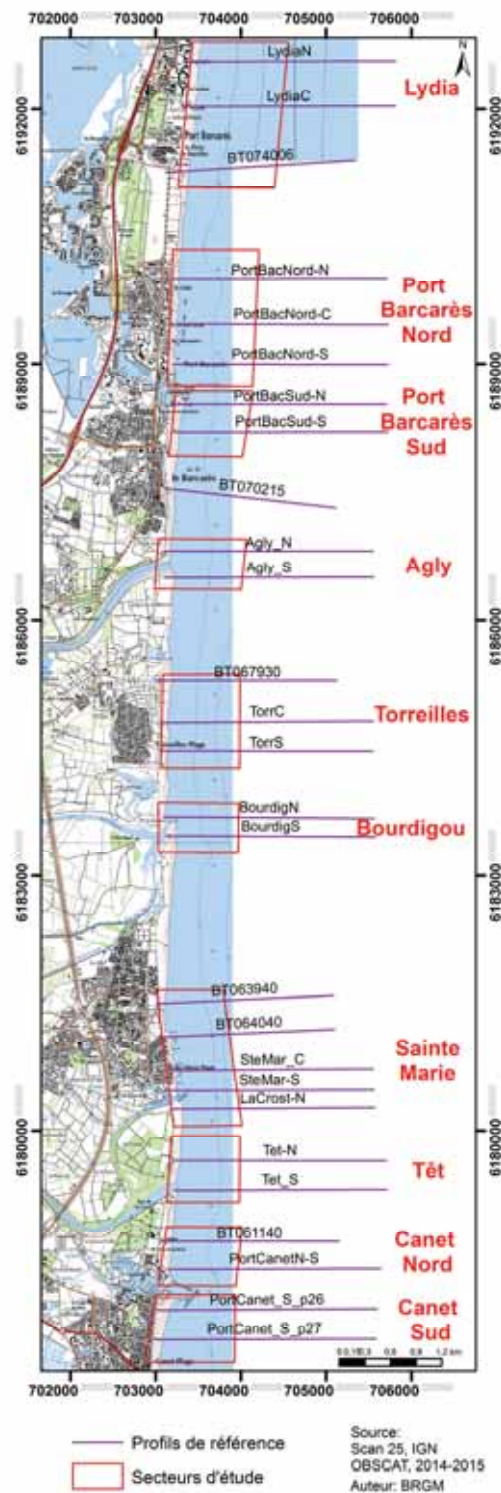


Illustration 3. Carte de localisation des secteurs d'étude et des profils de référence.



Source: OBSCAT, 09-2014/ 04-2015

Auteur : BRGM

Illustration 4. Modes d'acquisition des données topographiques.

A) Levé DGPS sur quad, OBSCAT, 07-04-2015 ; B) Levé DGPS avec perche, OBSCAT, 08-04_2015 ; Levé DGPS, avec sac à dos, OBSCAT, 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.).

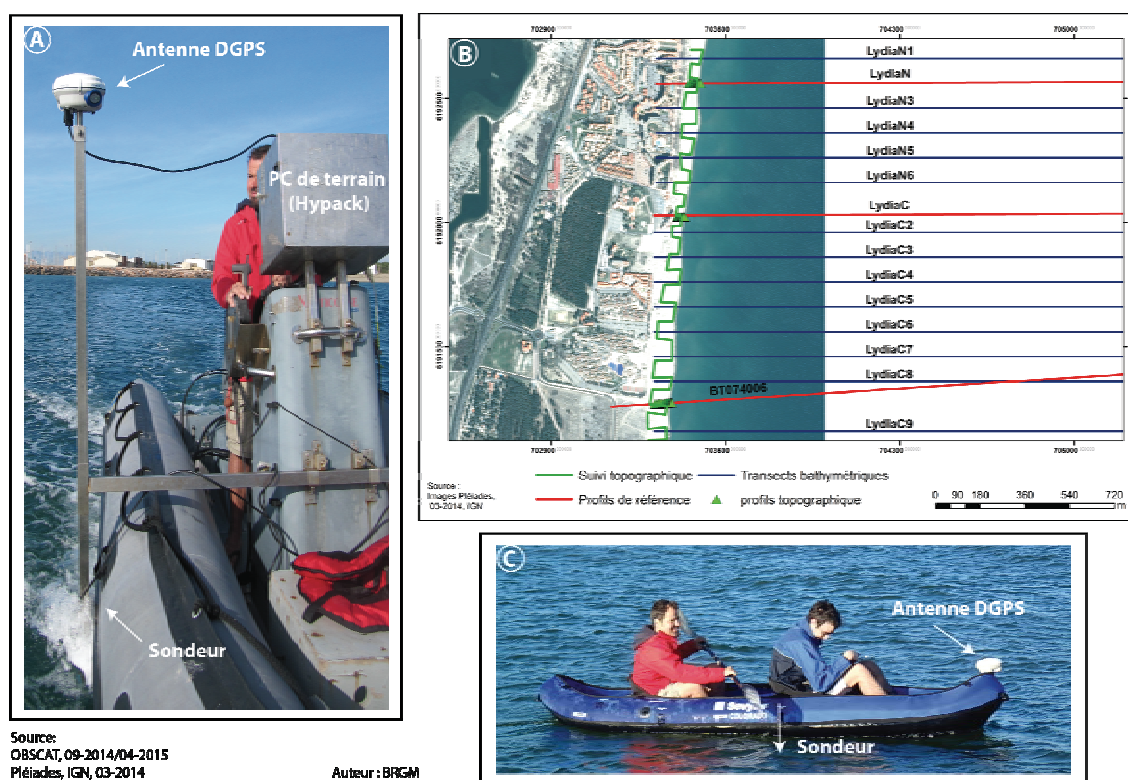


Illustration 5. Modes d'acquisition des données bathymétriques.

A). Acquisitions bathymétriques en mer ; B) Transects Bathymétriques ; C) Acquisition bathymétriques dans les embouchures.

2.1.2. Traitements 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 sont appliquées 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 septembre 2014 et d'avril 2015, la moyenne a été calculée sur un intervalle de quarante données.

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

Traitements

Le traitement des données topobathymétriques 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 (Cf. Annexe 1) ;
- les profils de référence (ou profils de plage topobathymétriques) ;
- les cartes et modèles numériques de terrain (MNT) topobathymétriques ;
- les cartes différentielles des volumes de sédiments déplacés.

Une succession d'étapes est nécessaire afin de 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, évitant de créer des « zones nulles ». Par ailleurs, les données altimétriques correspondants 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 d'avril 2015, 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 Mark et al. (2002), développée en annexe (Cf. Annexe 4).

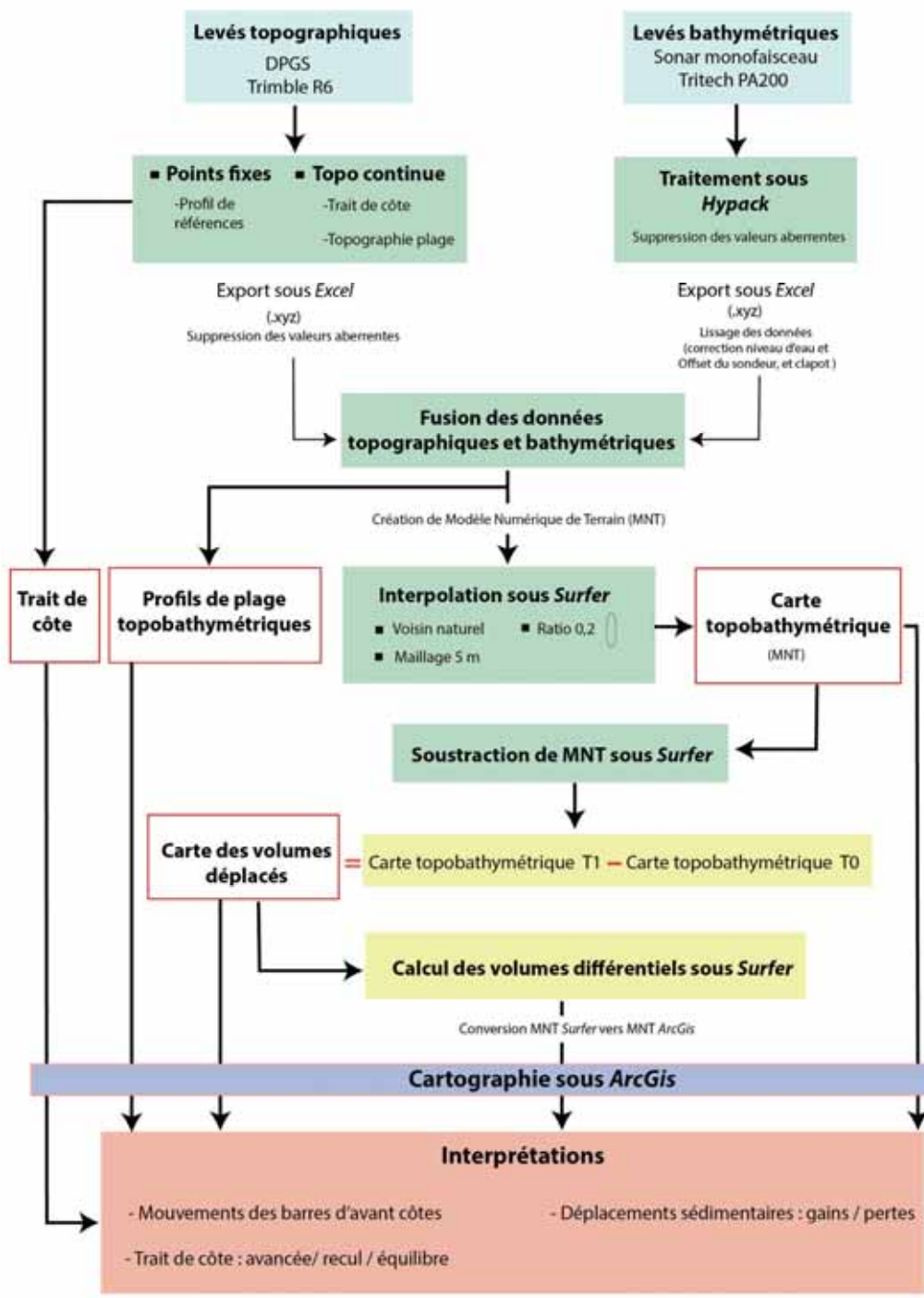


Illustration 6. Etapes de traitement des données topobathymétriques

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).

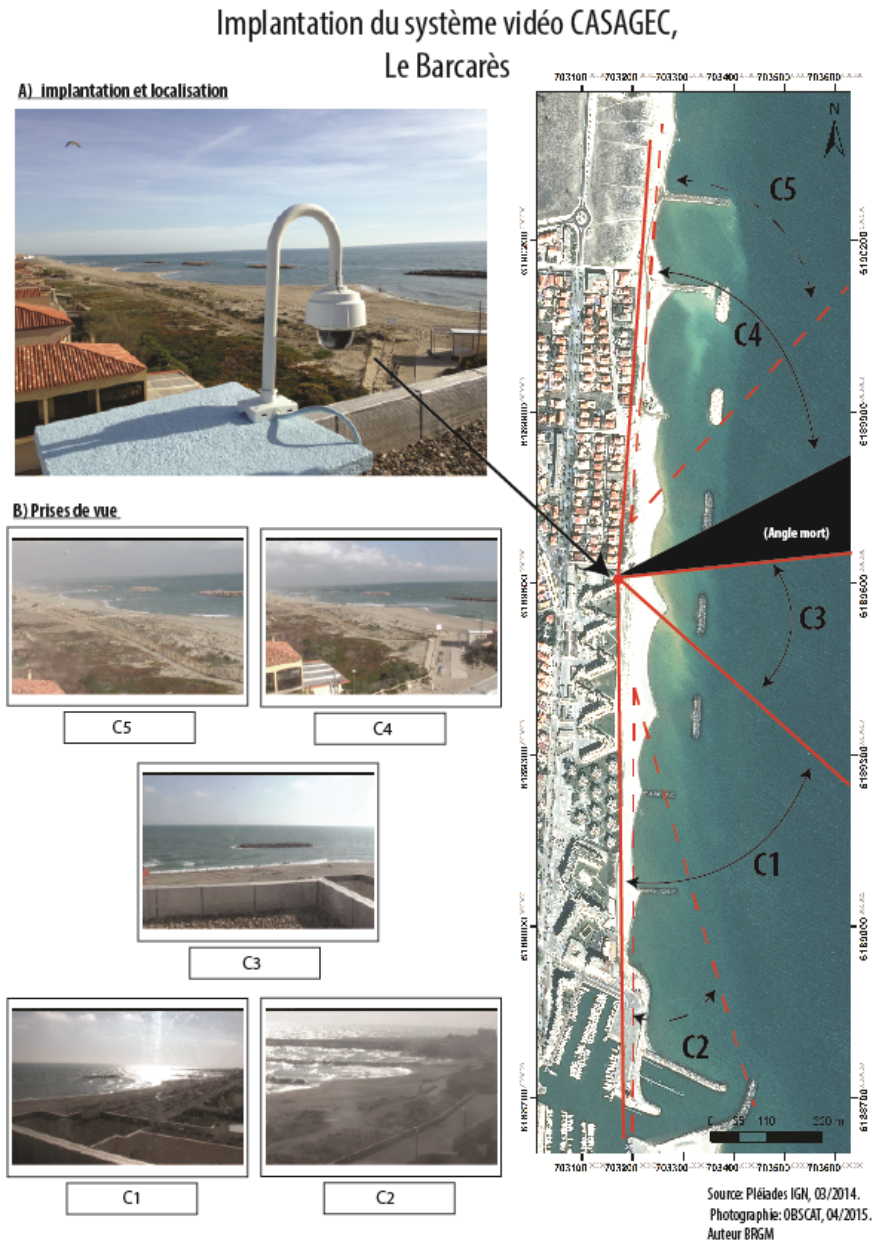


Illustration 7. Implantation de la webcam du Barcarès et délimitation des 5 prises de vue

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



Illustration 8. Exemples de prises de vue de la caméra C4 : à 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 photogramétrique permet d'ortho-rectifier ces images, passant ainsi d'une image oblique brute, à une image métrique plane (Cf. Illustration 9).

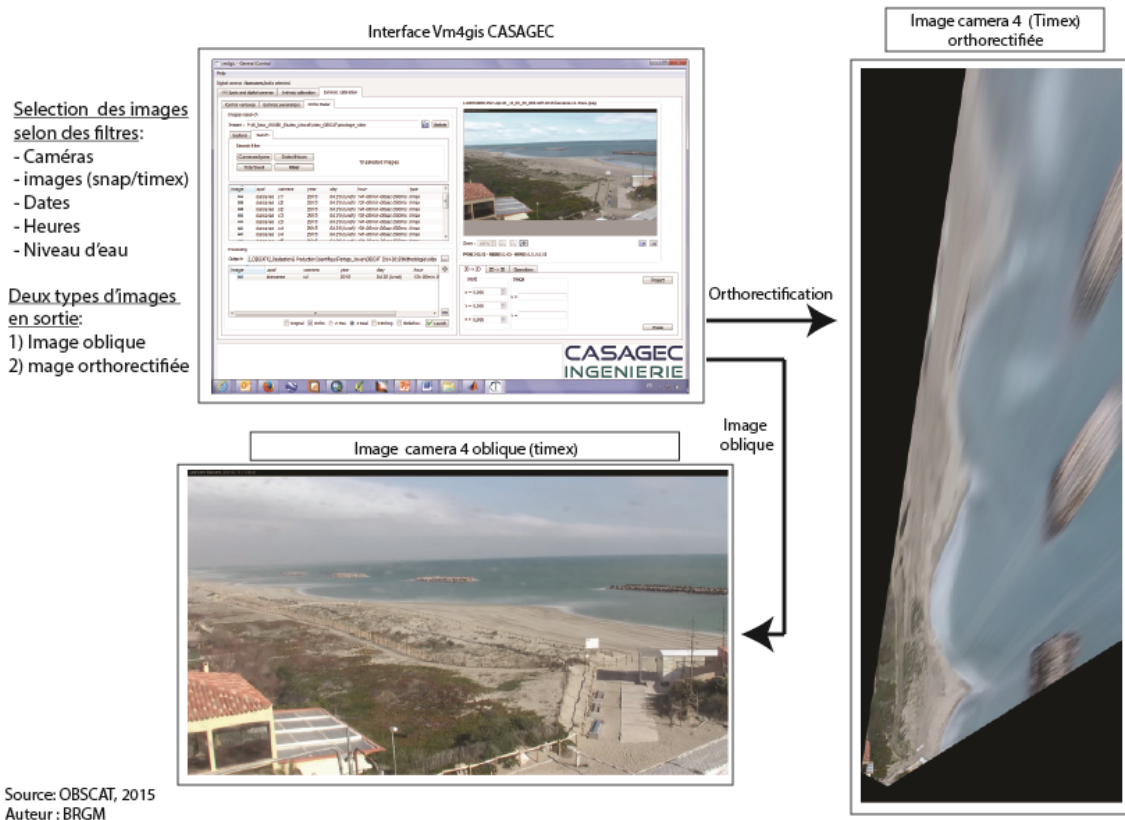


Illustration 9. Orthorectification des images, exemple de la caméra C4. En haut à gauche, interface de traitement, en bas, image moyennée oblique, à droite : image plane (ortho-rectifiée).

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

La résolution cross-shore (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.

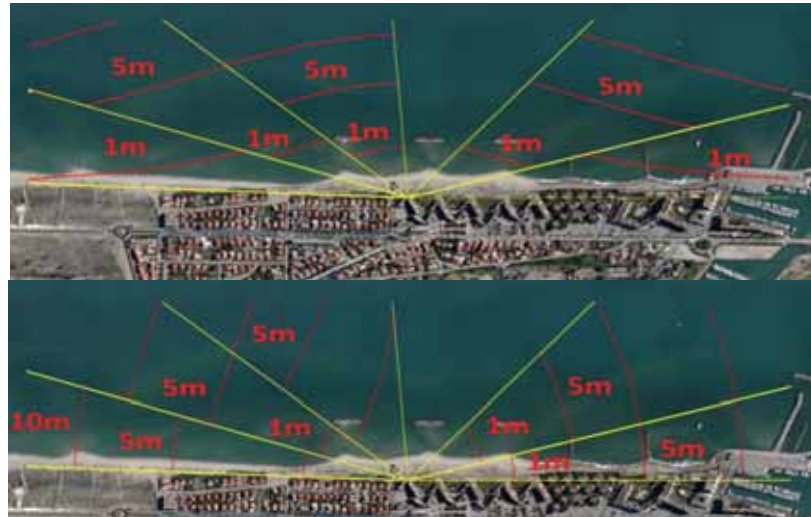


Illustration 10. Résolution de l'image ortho-rectifiée dans la direction perpendiculaire (cross-shore, en haut) et parallèle (longshore, en bas) au trait de côte.

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

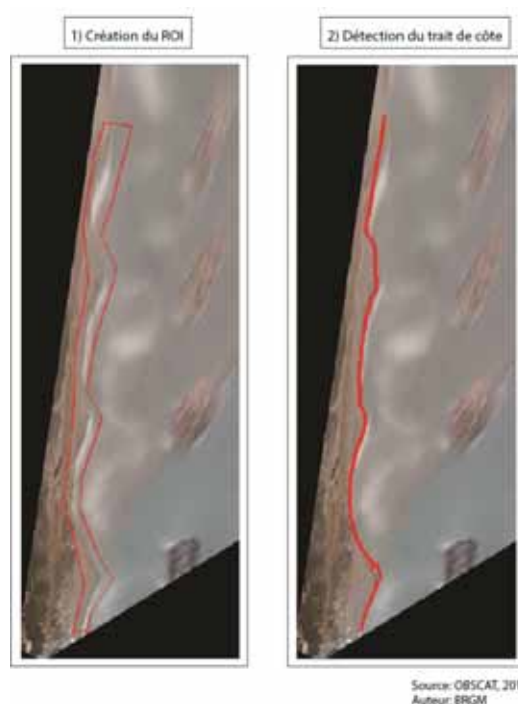


Illustration 11. Détection automatique de la position du trait de côte sur une image rectifiée et combinée (composée des prises de vues de plusieurs caméras).

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 DRONE

2.3.1. Acquisition des données

Le suivi drone a pour objectif d'acquérir des orthophotographies ainsi que des modèles numériques de surface (MNS) afin de mieux représenter la géomorphologie des secteurs étudiés.

Deux campagnes ont été réalisées par la société Océanodrone :

- la première entre le 22 et le 24 septembre 2014 a permis de couvrir les plages de Toreilles, du Barcarès et de Canet en Roussillon mais également trois embouchures, celle du Bourdigou, de la Têt et de l'Agly.
- la deuxième, s'étend sur une période plus longue en raison de conditions météorologiques défavorables (vents forts). Les levés ont été réalisés entre début avril et fin mai 2015 et concernent à nouveau les trois embouchures précédemment citées ainsi que trois nouveaux secteurs de plage, Sainte-Marie, Port-Barcarès et du Lydia.

L'acquisition des données a été faite par un hexacoptère possédant un système embarqué open source adrupilot et la prise de vue a été faite en automatique. La première campagne a opté pour un recouvrement latéral d'au moins 40% et longitudinal d'au moins 75% contre 70% et 80% pour la deuxième campagne.

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'hexacoptère d'autre part.

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

Les cibles (carré de 40 cm avec damier) ont donc été levés 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 (Illustration 12).

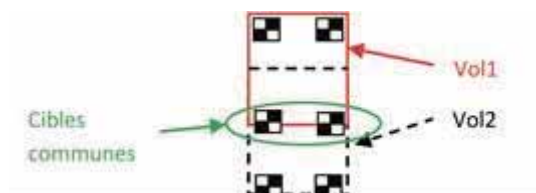


Illustration 12. Positionnement des cibles

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 orthomosaïques) aux formats désirés.

2.3.2. Précision des données

Une comparaison avec des données dites de référence a permis de quantifier la précision altimétrique et planimétrique des données acquises avec le drone.

Écarts planimétriques

L'identification de points homologues sur une orthophotographie de l'IGN (2012) ainsi que sur celle acquise avec le drone permet de comparer leurs coordonnées et ainsi quantifier ces écarts. Cette analyse ne peut se faire uniquement sur les secteurs présentant des objets fixes tels que des routes, murets, bâtiments facilement reconnaissables d'une image à l'autre. C'est pourquoi seuls les secteurs du Barcarès et de Canet en Roussillon font l'objet de cette analyse (Illustration 13).

	Comparaison de points identifiés visuellement entre l'ortho de 2012 et l'ortho réalisée par drone					
	Nombre de points utilisés	Distance minimale (m)	Distance maximale (m)	Distance moyenne (m)	Médiane (m)	Ecart type (m)
<i>Canet en Roussillon</i>	20	0.10	1.87	0.84	0.76	0.51
<i>Barcarès</i>	19	0.10	1.48	0.80	0.78	0.36

Illustration 13. Tableau comparatif des écarts planimétriques des points homologues référencés sur les sites de Canet en Roussillon et du Barcarès

Ces écarts étant sensiblement du même ordre, il est possible d'émettre l'hypothèse que le protocole utilisé aura permis d'obtenir des écarts identiques sur les autres secteurs.

Écarts altimétriques

La mesure de points au GPS différentiel (GNSS) sur les mêmes secteurs que ceux survolés par le drone ont permis de quantifier les écarts altimétriques.

Comparaison des altitudes entres les points mesurés au GPS différentiel et les altitudes données par le MNS réalisé par le drone							
	Nombre de points utilisés	Ecart minimal	Ecart maximal	Ecart moyen	Médiane	Ecart type	Erreur moyenne quadratique
Barcarès	3136	-1.86	5.44	-0.04	-0.08	0.44	0.44
Canet en Roussillon	18	0.18	0.58	0.38	0.4	0.1	0.4
Torreilles	19	-0.18	0.09	-0.02	-0.02	0.07	0.07
Bourdigou	5579	-8.31	49.79	0	-0.05	1.11	1.11
Têt	1550	-3.25	0.54	-0.27	-0.01	0.67	0.72
Sainte Marie	711	-0.91	0.42	-0.18	-0.16	0.29	0.35

Illustration 14. Tableau comparatif des écarts altimétriques sur l'ensemble des sites survolés

Analyse des données

Les données ainsi acquises dans le cadre du suivi drone ont été comparées avec le Modèle Numérique de Surface obtenu en 2010 (Lidar) afin d'évaluer l'évolution des massifs dunaires. Afin d'évaluer la vulnérabilité des zones situées en arrière du cordon dunaire, une analyse de l'évolution temporelle des surfaces situées au-dessus de la cote +3m NGF ainsi que celle concernant la crête de dune ont été menées.

Cependant, compte-tenues des imprécisions altimétriques, les erreurs associées aux variations surfaciques peuvent être importantes.

Sur Torreilles, comme sur le Barcarès, l'écart moyen étant inférieur à 10 cm, l'écart surfacique des zones situées au-dessus de +2.95 m NGF et +3.05 m NGF a été utilisé afin d'estimer les imprécisions de surface, soit une erreur de l'ordre de +/- 1 700 m².

Sur Sainte-Marie, l'écart moyen étant inférieur à 20cm, l'écart surfacique des zones situées au-dessus de +2.9 m NGF et +3.1 m NGF a été utilisé afin d'estimer les imprécisions de surface soit une erreur associée de l'ordre de +/- 3 500 m².

Sur Canet-en-Roussillon, l'écart moyen étant inférieur à 40 cm, l'écart surfacique des zones situées au-dessus de +2.8 m NGF et +3.2 m NGF a été utilisé afin d'estimer les imprécisions de surface soit une erreur de l'ordre de +/- 14 000 m². Ces écarts sont importants et pas forcément représentatifs de la réalité, le nombre de points de comparaison étant limité et très localisé

2.4. LE SUIVI SATELLITAIRE : L'IMAGERIE PLEIADES

L'intérêt des images satellitaires est de pouvoir couvrir l'ensemble de la zone d'étude de l'observatoire, contrairement aux levés topobathymétriques qui se limitent aux sites sensibles.

2.4.1. Type de données et acquisitions

Pléiades est un satellite à défilement quasi-polaire qui fournit une imagerie de très haute résolution sur 4 bandes spectrales (rouge, bleu, vert, proche infrarouge). Ces images sont bien adaptées pour la cartographie sous SIG d'indicateurs en milieu littoral, notamment le suivi du trait de côte et suivi de la végétation (Mallet et *al.*, 2012). La résolution des images est de l'ordre de 50 cm.

Ces données sont accessibles à partir du portail <http://www.geo-airbusds.com>.

Les données obtenues dans le cadre de l'étude concernent 2014 et 2013 :

- 2014 :
 - o 22 février 2014, de Canet-en-Roussillon à l'Agly
 - o 6 mars 2014, de l'Agly au Lydia
- 2013 :
 - o 22 avril 2013, de port Barcarès Nord à Canet-en-Roussillon

2.4.2. Traitements et applications

Le suivi du trait de côte

Le suivi du trait de côte est opéré par photo-interprétation, sous ArcGis sur l'ensemble des quatre communes de l'observatoire. La limite du trait de côte retenue est la même que lors des relevés de terrain soit la limite de jet de rive.

La digitalisation du trait de côte est effectuée pour chaque image. Les traits de côte obtenus peuvent ensuite être comparés dans une même carte géoréférencée pour évaluer l'évolution annuelle de cet indicateur (*Cf.* Illustration 15).

Les résultats en termes de différentiels globaux entre 2013 et 2014 (avancée/recul) ne sont pas présentés dans ce rapport qui couvre spécifiquement la période 2014-2015 mais seront incorporés dans la base cartographique en ligne de l'OBSCAT (<http://obscat.fr/cartographie>).

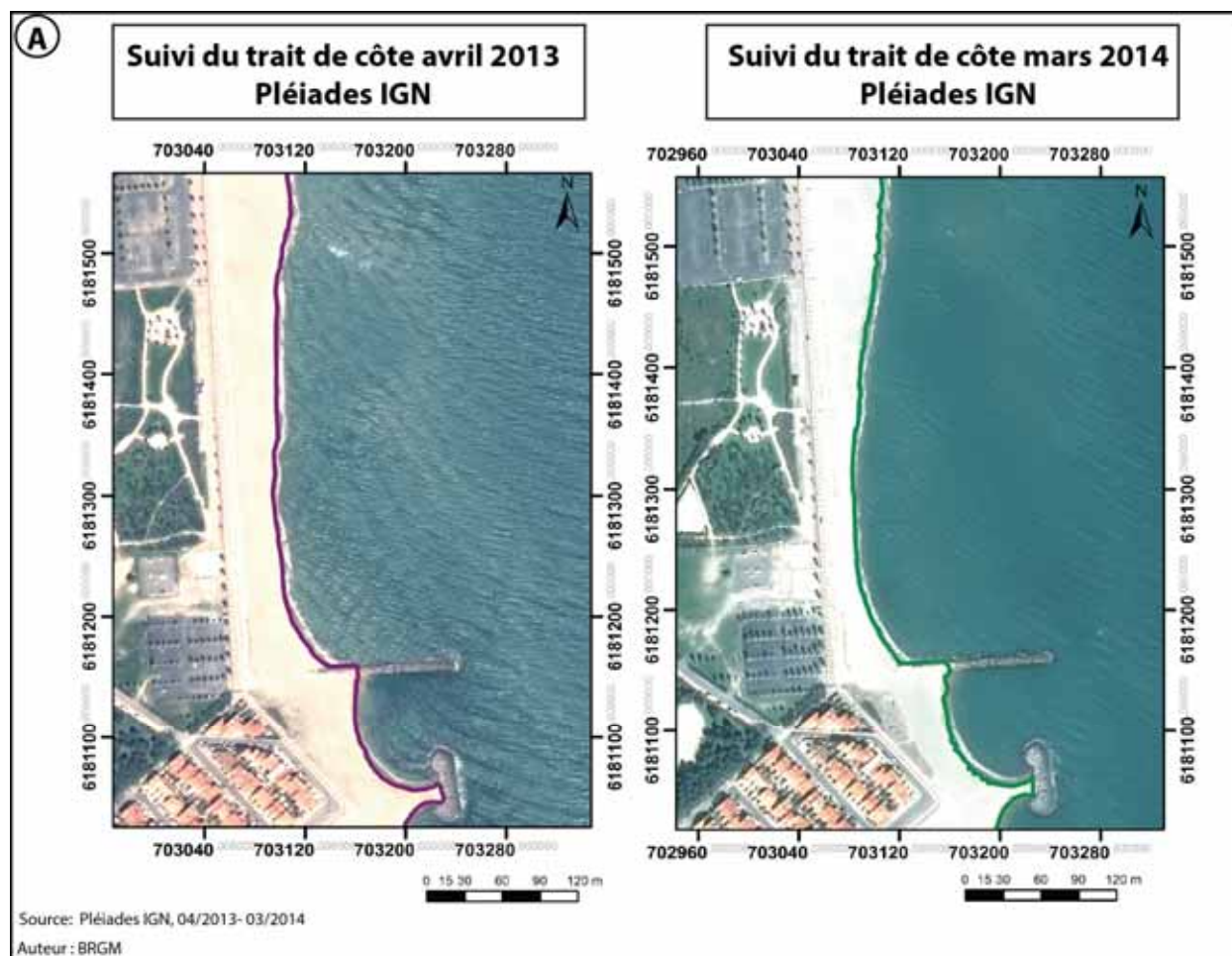


Illustration 15. Utilisations des images IGN Pléiades, suivi du trait de côte 2013 et 2014

Téledétection spatiale et suivi de la végétation dunaire

A travers le traitement des images pléiades il est possible d'obtenir des informations sur l'évolution de la végétation dunaire. Les deux méthodologies utilisées dans le cadre de l'OBSCAT sont le calcul de l'indice de végétation normalisée (NDVI) et la classification spectrale des formations végétales et des faciès (Cf. Illustration 16).

- Le NDVI, est un indicateur de la santé de la végétation, qui mesure l'activité chlorophyllienne des végétaux. Ce calcul s'appuie sur les écarts de réflectance entre les différentes bandes spectrales qui traduisent des surfaces de natures différentes et une activité chlorophyllienne plus ou moins importante (Lafond et al., 2014). Le NDVI repose essentiellement sur les propriétés optiques de la végétation dans le rouge et le proche infrarouge. En présence de végétation la réflectance augmente dans le proche infrarouge, et diminue dans le rouge. Les valeurs du NDVI sont comprises en théorie entre -1 et +1 (Lafond et al., 2014):

[-1 ; 0] Formations autre que la végétation (bâtiments, sol, etc.)

[0,11 ; 0,3] Formations végétales, plus la valeur est élevée plus le couvert végétal est dense

[0,3 ; 0,7] Dune grise

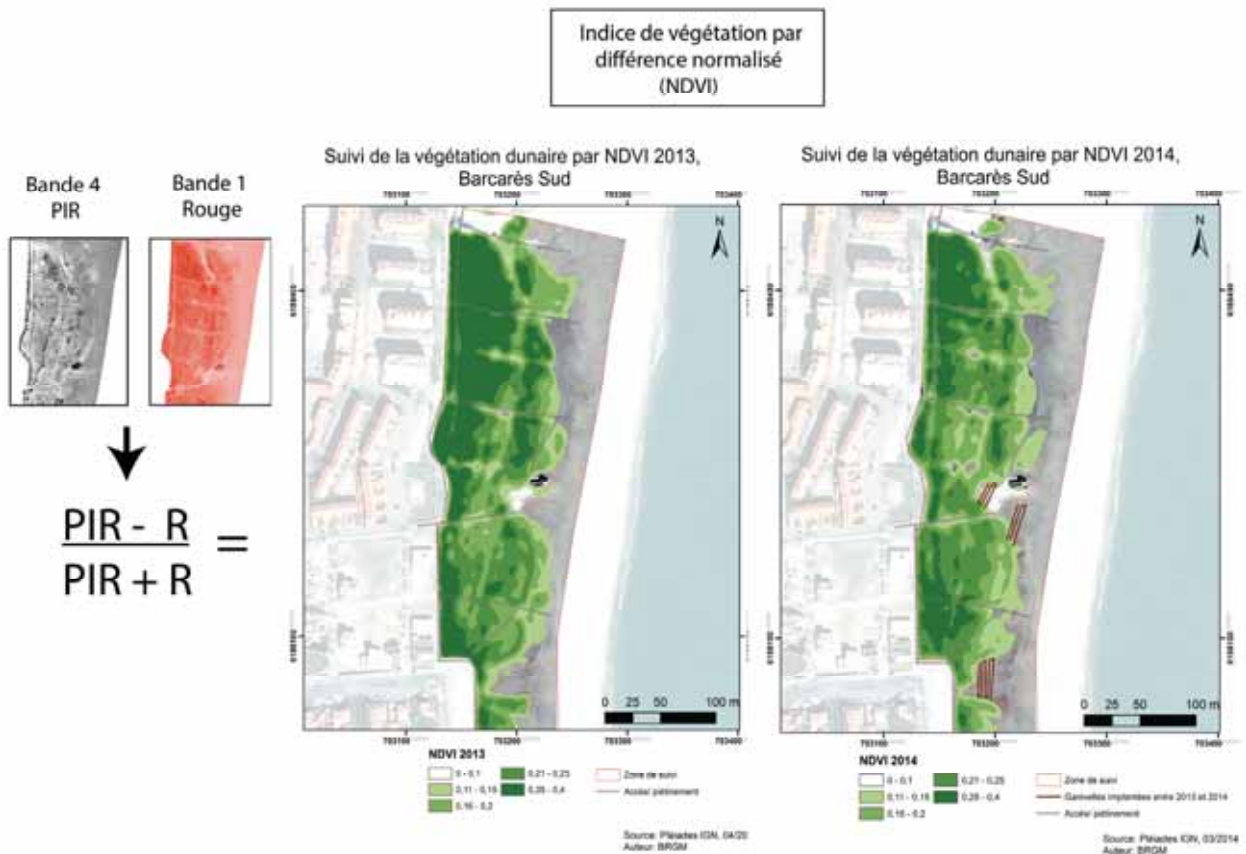


Illustration 16. Suivi de la végétation dunaire par calcul NDVI

Cette approche permet de suivre l'évolution de la santé de la végétation dunaire, constituant ainsi un outil d'aide à la gestion du cordon dunaire, en ciblant par exemple les secteurs de végétation dégradée. Cependant afin d'obtenir un traitement et des résultats comparables, le traitement atmosphérique des images réalisé en amont (avant livraison des images) doit être modifié. Cette procédure n'a pas été possible dans le cadre de cette campagne, les résultats apparaissent alors comme moins précis, mais ils permettent de dégager une tendance générale.

- La classification spectrale, s'appuie sur l'identification de faciès (type de végétation, sables, etc.) à partir d'un échantillon. Cette procédure a été réalisée sur le logiciel @ESRI ArcGis. Ensuite les signatures spectrales de ces échantillons sont calculées, puis analysées par l'outil de vraisemblance maximal (Spatial Analyst). Cette procédure permet de classer l'ensemble de l'image selon les signatures spectrales correspondant à l'échantillon de base. Dans cette étude trois classes ont été retenues :

- Végétation Stabilisée ;
- Végétation embryonnaire ;
- Sables.

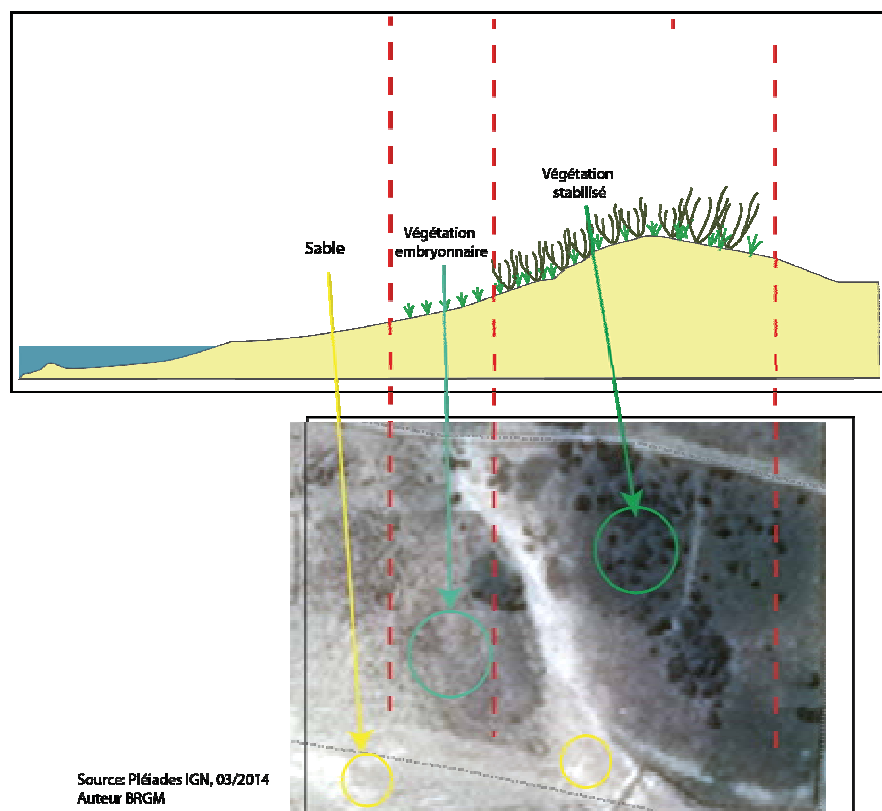


Illustration 17. Schema sélection de l'échantillon pour la classification par signatures spectrales

2.5. LE SUIVI DUNAIRE

Le suivi dunaire a été réalisé en comparant deux modèles numériques de surface (MNS), un acquis grâce à la technologie LIDAR en 2010 et celui acquis par drone en 2014 et 2015 en fonction des secteurs étudiés.

Des différentiels altimétriques ont ainsi été calculés afin d'estimer les pertes et les gains observés au cours de la période séparant les deux levés.

Afin d'évaluer la vulnérabilité des zones situées en arrière des massifs dunaires, l'évolution des morphologies supérieures à +3 m NGF et de la crête du cordon dunaire a également été prise en compte. L'objectif étant d'observer le cordon dunaire pouvant faire obstacle à la submersion marine et d'observer l'apparition des brèches et leur évolution au cours du temps.

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.

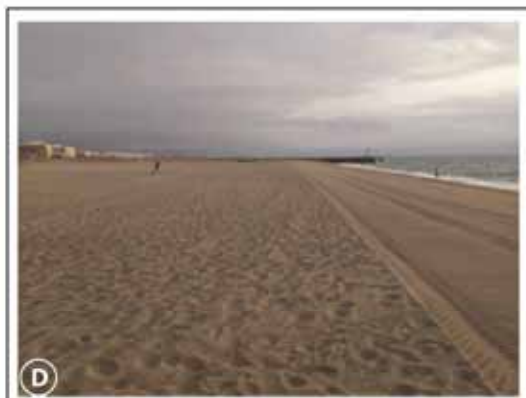
Ce suivi s'appuie sur le protocole mise en place dans le cadre du Réseau Tempête (De la Torre *et al.*, 2015). La campagne d'avril 2015 est marquée par l'application de ce protocole de suivi photographique sur les sites sensibles (secteur, profil de référence, zone d'intérêt particulier)

afin d'uniformiser le type et la localisation des clichés, d'optimiser les comparaisons dans le temps et d'alimenter la base de donnée photographique (Cf. Illustration 18).

1. Photographies panoramiques du secteur



2. Photographie du profil du secteur



3. Photographie des profils de référence et des points d'intérêts



Auteur: BRGM

Illustration 18 Protocole de suivi photographique.

A) Le Lydia, panoramique Nord, OBSCAT, 27-01-2015; B) Le Lydia, panoramique Est, OBSCAT, 27-01-2015; C) Le Lydia, panoramique Sud, OBSCAT, 27-01-2015; D) Port Barcarès Sud, profil Nord, OBSCAT, 27-01-2015; E) Agly Sud, profil de référence, OBSCAT, 28-04-2015.

3. Synthèse des évolutions par cellule sédimentaire

3.1. CONDITIONS DE FORÇAGE SUR LA PERIODE D'ETUDE

Les campagnes 2014 et 2015 ont eu lieu respectivement en avril 2014, septembre 2014 et avril-mai 2015. Elles encadrent donc la saison hivernale 2014-2015. Les parties suivantes présentent les données disponibles pour caractériser les conditions météo-marines de cette saison. Les conditions météo-marines sont présentées d'octobre 2013 à juin 2015 pour permettre la comparaison des deux hivers 2013-2014 et 2014-2015.

3.1.1. Données disponibles

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

- des données issues des houlographes de Leucate et Banyuls, propriétés de la DREAL Languedoc-Roussillon, mises à disposition via le réseau CANDHIS ;
- des données issues des marégraphes de Port-Vendres et Port-La-Nouvelle, mises à disposition via le Réseau REFMAR ;
- des données anémométriques de Leucate, mise à disposition via le site Météociel.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 ;
- des simulations de la marée théorique à Port-Vendres à l'aide du logiciel WXTide.

3.1.2. Conditions météorologiques

La vitesse des vents mesurée à la station de Leucate (Illustration 19) indique l'existence de vents puissants tout au long de l'année. Les vents moyens atteignent régulièrement des vitesses de 60-70 km/h, et les rafales peuvent atteindre près de 140 km/h. C'est le régime de tramontane qui prédomine avec plus de 55% du temps entre les deux campagnes. Les vents les plus puissants sont principalement les vents de tramontane et secondairement les vents de sud-est (Illustration 20). Les températures de l'air et de l'eau suivent les saisons. La température de l'eau est de l'ordre de 12°C en hiver et atteint jusqu'à 25°C en été. La température de l'air est de l'ordre de 5-6°C en hiver, atteignant parfois plus de 30°C en été.

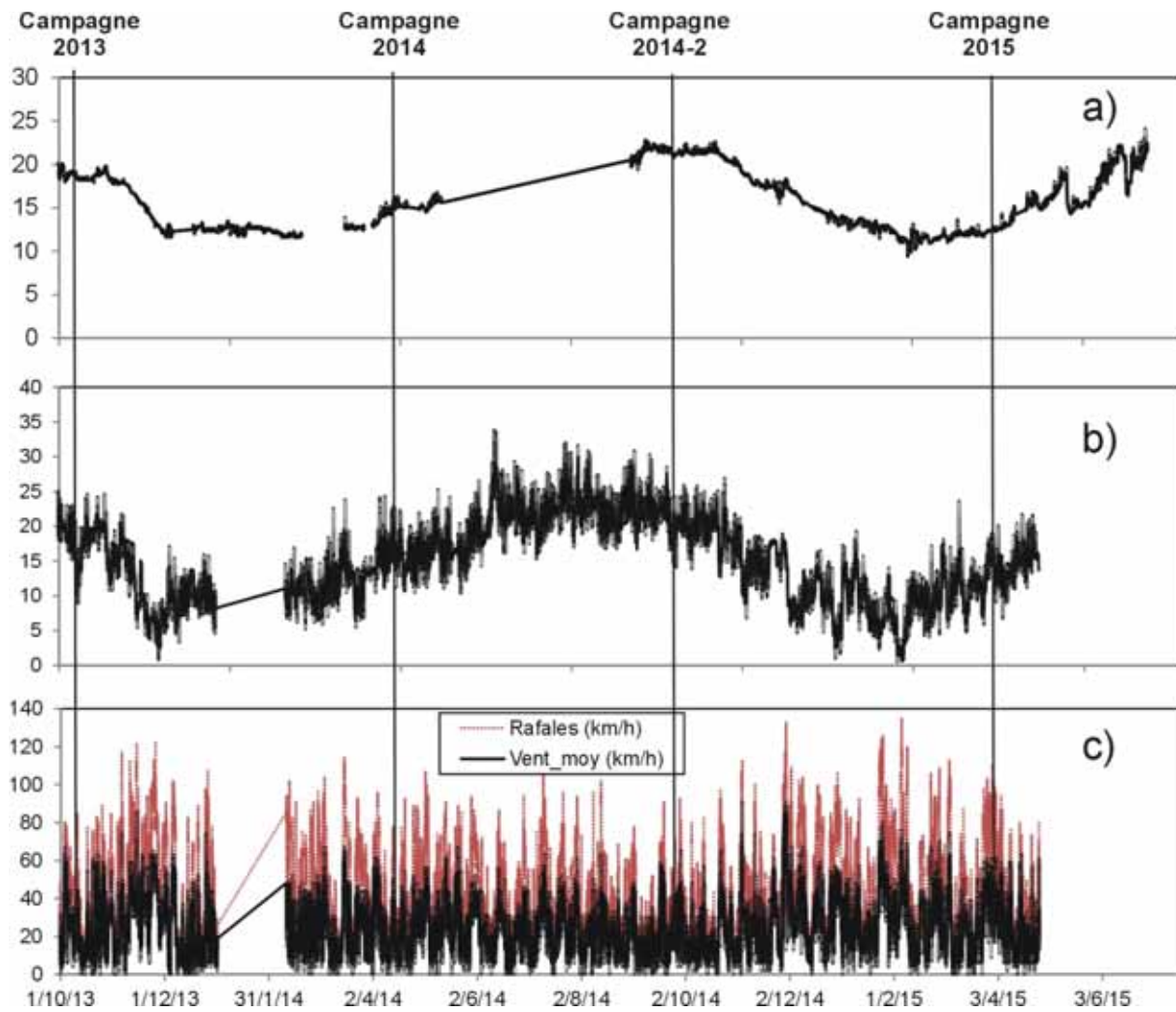


Illustration 19. Conditions météorologiques du 01/10/2013 au 01/06/2015 :

- a) Température de l'eau (d°) à la bouée de Leucate; b) Température de l'air (d°) à la station de Leucate ; c) Vitesse du vent (km/h) à la station de Leucate.

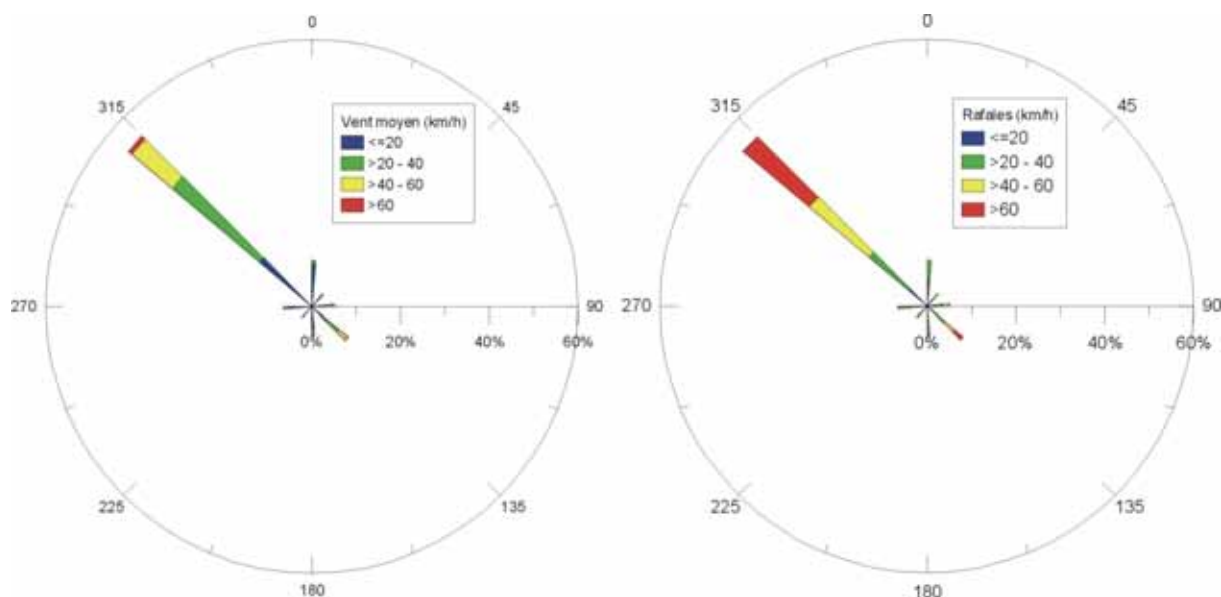


Illustration 20. Rose des vents à la station de Leucate vent moyen (à gauche) et rafales (à droite). Source : météociel.

3.1.3. Conditions de houle

L'illustration 21 présente les conditions d'agitation depuis octobre 2013. Ces conditions sont relativement modérées. A l'exception de la tempête de fin novembre 2014, aucun coup de mer ne dépasse une hauteur significative de 3 m. Cette tempête de fin novembre était une tempête d'Est, avec des hauteurs significatives de la houle atteignant près de 4.5 m sur le littoral roussillonnais. Un événement secondaire a eu lieu le 21 mars 2015 (Hs de l'ordre de 3 m de SE). Il faut également noter que si peu de tempêtes ont été observées, l'automne 2014 a été marqué par une succession de coups de mer d'amplitude moyenne ($2\text{ m} < \text{Hs} < 3\text{ m}$) avec des phases de répit très limitées entre ces événements. A l'exception de quelques coups de mer, la période des vagues reste courte (6 s en moyenne).

La puissance de la houle est restée faible durant tout l'hiver 2014-2015, la plus grosse tempête du 27 Novembre atteignant à peine 30% de la puissance longitudinale dégagée lors de la tempête de mars 2013. Malgré la dominance du régime de tramontane qui peut engendrer des vagues vers le sud, la puissance longitudinale indique clairement une prédominance de la puissance vers le nord (positive). Cela signifie que la dérive littorale résultante entre les deux campagnes est orientée vers le nord.

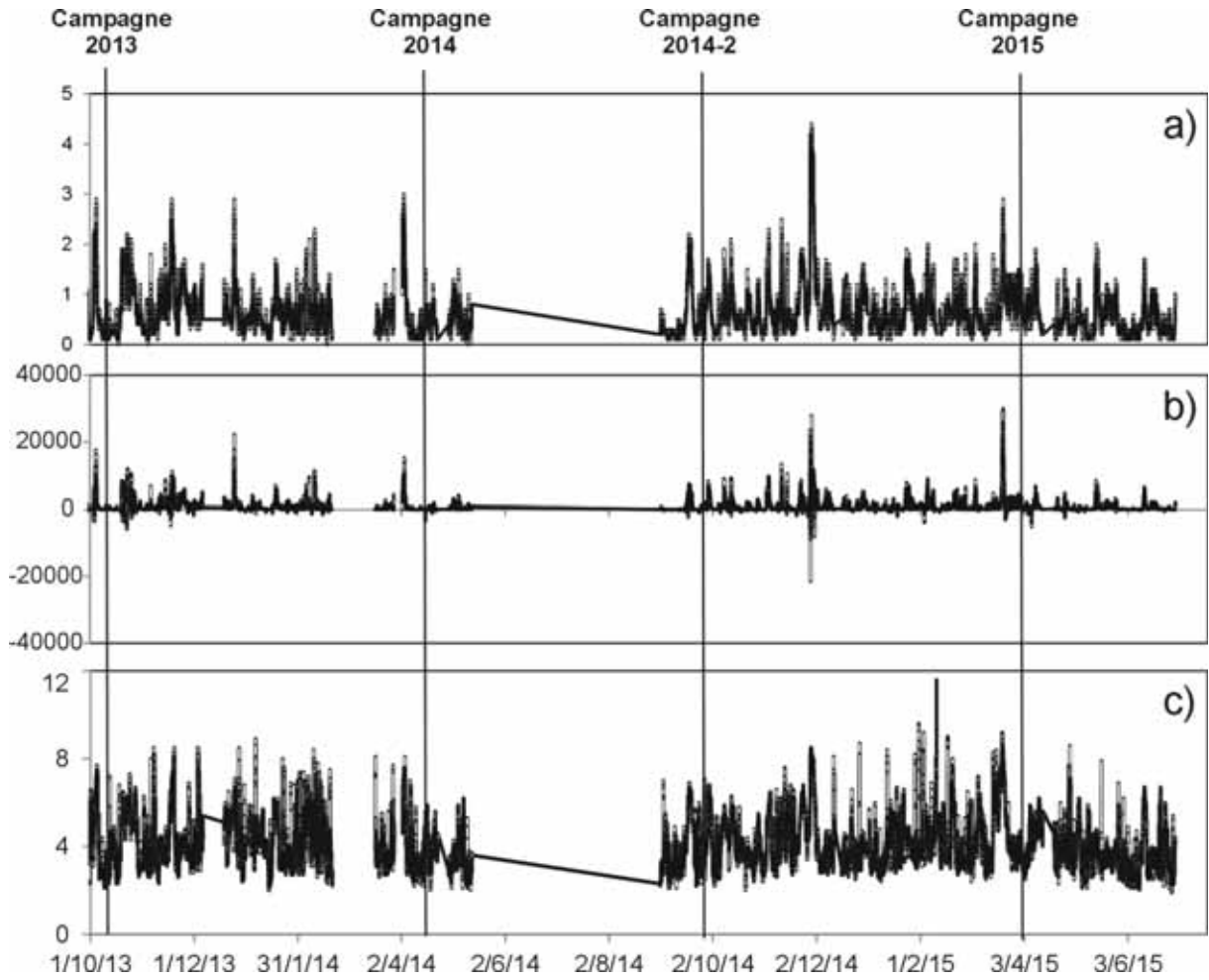


Illustration 21. Conditions de houle d'octobre 2013 à Juin 2015 :

a) Hauteur significative à Leucate (m) ; b) Puissance longitudinale de la houle ($J.m^{-1}.s^{-1}$, positive vers le nord) et c) période de la houle (s). source : Houlographe de Leucate, DREAL, CANDHIS.

La répartition directionnelle des houles à Leucate (Illustration 22) confirme la prédominance des conditions du quart Sud-Est. Les houles les plus énergétiques (supérieures à 3 m) proviennent principalement de l'est-sud-est. On note une forte proportion de houles de nord-ouest qui sont générées par la tramontane sur la courte distance qui sépare la côte des houlographes. Elles peuvent induire une circulation dirigée vers le sud à la côte, mais elles restent toutefois peu énergétiques en raison du faible fetch (Illustration 21)

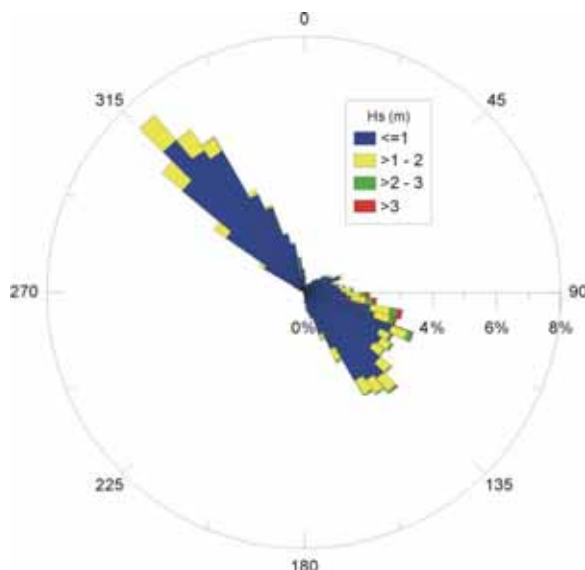


Illustration 22. Rose des houles à Leucate d'octobre 2013 à juin 2015.

3.1.4. Niveaux d'eau

Les données de niveaux d'eau en provenance des marégraphes de Port-Vendres et Port-La-Nouvelle sont utilisées à titre indicatif pour évaluer l'occurrence de niveaux marins élevés pendant la période de suivi (Illustration 23). Le niveau marin maximal (0.95 m NGF) a été atteint lors de la tempête du 28 novembre 2014. Les autres coups de mer de la période ne dépassent pas 0.55 m NGF. On note que les niveaux mesurés sont légèrement supérieurs à Port-Vendres qu'à Port-La-Nouvelle, ce qui résulte probablement d'effets d'ondes stationnaires déjà constatés dans le port de Port-Vendres. Globalement, les niveaux élevés sont synchrones sur les deux sites et d'ampleur quasi-équivalente, ce qui permet donc de les considérer valides sur l'ensemble du territoire de l'OBSCAT.

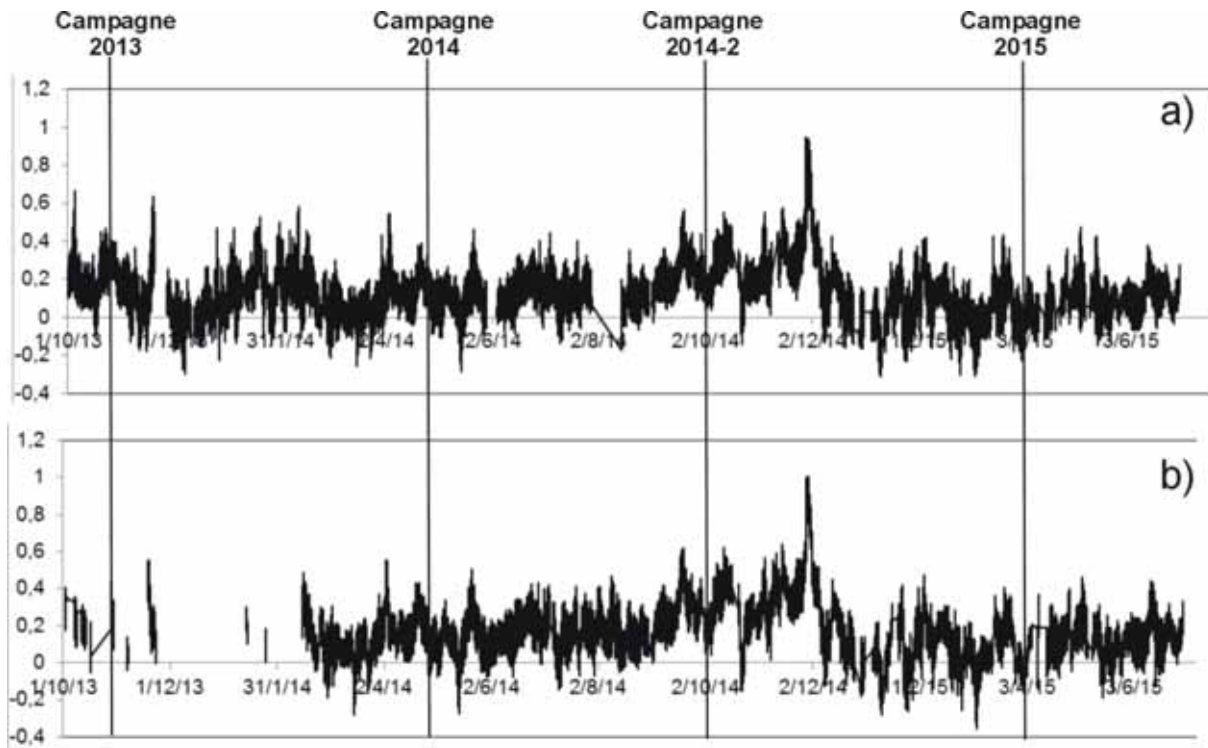


Illustration 23. Niveaux d'eau au marégraphe:

a) Port-Vendres (niveau marin mesuré en m NGF) ; b) Port-La-Nouvelle (m NGF). Source : Marégraphes Refmar, www.ioc-sealevelmonitoring.org.

3.1.5. Débits fluviaux

Les crues sur les bassins versants des fleuves du Roussillon peuvent générer un transport sédimentaire (le plus souvent argileux) vers la côte et une surélévation du plan d'eau en cas de concomitances avec une tempête marine.

Si l'hiver 2013-2014 avait été relativement peu humide, les précipitations lors de l'hiver 2014-2015 sont relativement importantes, notamment lors de l'événement de fin novembre (plus de 250 mm de cumul mensuel, Illustration 24). Le cumul maximal sur 24h en novembre atteint près de 150 mm, soit le double des maximaux de l'hiver précédent.

En conséquence, les débits de la Têt et de l'Agly sont plus importants avec la crue de novembre, 4 fois plus importante en débit que le maximum de l'hiver précédent (Illustration 25), et une crue moins importante le 22 mars 2015, qui atteint les débits observés lors de la crue de novembre 2013.

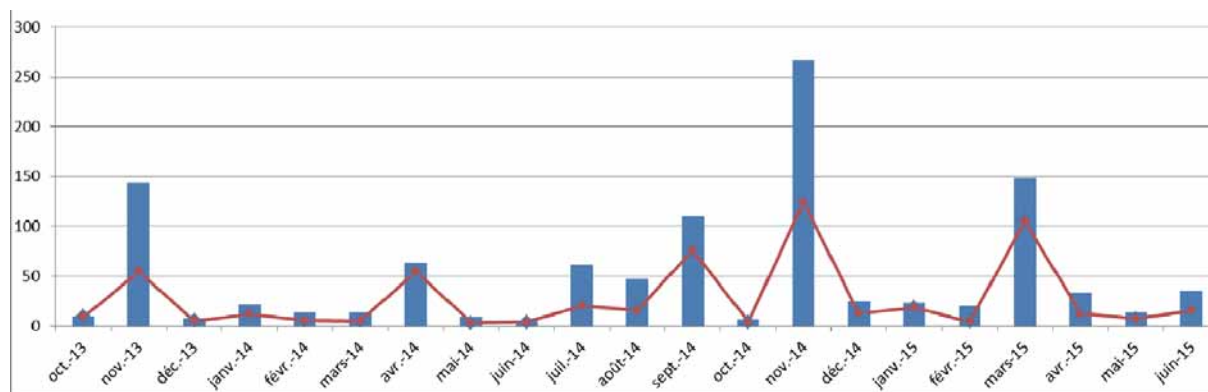


Illustration 24. Précipitations (mm) à Rivesaltes depuis Octobre 2013 : en bleu cumul mensuel, en rouge maximum sur 24h. Données infoclimat.fr.

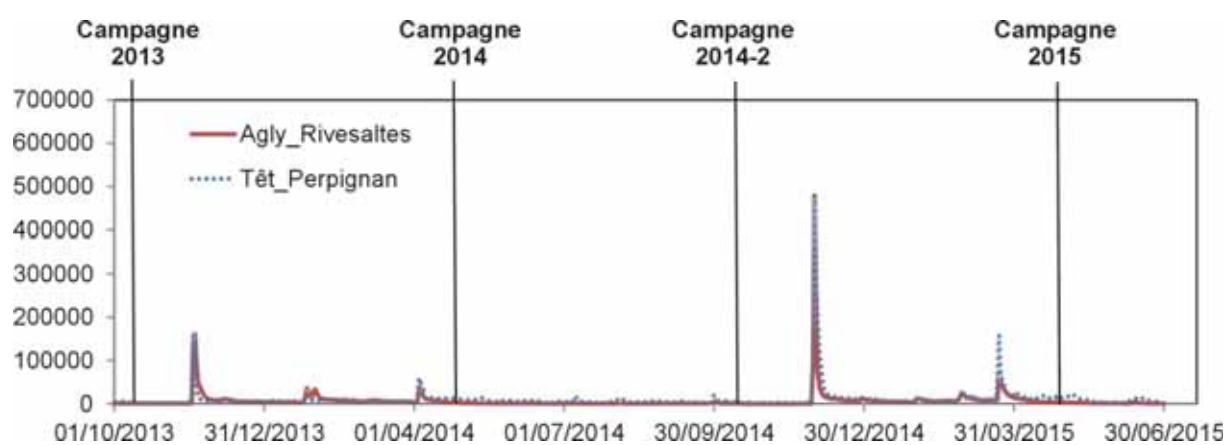


Illustration 25. Débits journaliers (m³/j) des fleuves Têt (station Perpignan) et Agly (station Rivesaltes) depuis Octobre 2013.

Données SPC Méditerranée Ouest.

3.1.6. Conclusions sur les conditions de forçage de l'hiver 2014-2015.

Lors de l'hiver 2013-2014, les conditions météorologiques et océanographiques sont restées modérées. L'hiver 2014-2015 est légèrement plus énergétique avec un événement majeur fin novembre (Hs~ 4.5 m) et une succession de petits coups de mer (Hs entre 2 et 3 m) à l'automne 2014. La saison a également été caractérisée par des précipitations plus importantes sur les bassins versants, et des débits importants aux embouchures qui sont susceptibles d'avoir modifié ou remanié les dépôts sableux.

Le régime de tramontane est prédominant et souvent caractérisé par des vents forts de nord-ouest, susceptibles de mobiliser le sable de la dune vers la plage ou de la plage vers l'avant-plage.

Les niveaux marins maximaux ont atteint 0.95 m NGF lors de la tempête de fin novembre, et sont restés de l'ordre de 0.55 m NGF pour les autres coups de mer. La tempête de novembre reste à priori la seule à avoir eu un niveau suffisant pour impacter le haut de plage et les cordons dunaires durant l'hiver 2014-2015.

3.2. CELLULE 10 – DE LEUCATE A PORT BARCARES

3.2.1. Description générale de la cellule

Cette cellule comprend le littoral situé entre les ports du Barcarès et de Leucate, soit une grande partie du littoral de ces deux communes.



Illustration 26. Localisation des secteurs A ; 1 et 2 au sein de la cellule 10 (fond Google Earth)

La majeure partie du littoral de cette cellule est urbanisée, à l'exception des 47 ha du Mas de l'Isle (entre Port Barcarès et le Lydia) appartenant au Conservatoire du littoral. Ce secteur dunaire fait l'objet de mesures de protection depuis 2010. Les secteurs du Lydia et de Port Barcarès représentent à eux deux un important enjeu urbain et touristique.

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'épi 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.

Secteur A – Dunes de Le Barcarès Secteur du Mas de l'Ille

Evolution de la végétation

L'évolution de la végétation entre 2013 et 2014 sur le secteur du Mas de L'Isle montre un recul de végétation stabilisée au profit d'une végétation embryonnaire qui progresse. Cette végétation embryonnaire progresse notamment entre les zones colonisée par de la végétation stabilisée. Ce recul de la végétation stabilisée peut être lié à la fragilisation du cordon dunaire au cours des épisodes de tempête durant l'hiver 2013-2014. Cependant la progression de la végétation embryonnaire peut avoir pour origine la mise en place de protections dunaire sur ce secteur, favorisant ainsi la reconquête végétale.



Source: Pléiades 2013/ 2014

Auteur : BRGM

Illustration 27. Evolution de la végétation dunaire entre 2013 et 2014 par classification spectrale

Evolution sédimentaire

L'évolution du massif dunaire culminant au-dessus de +3 m NGF entre 2010 et 2014 montre une régression importante puisque la superficie du cordon concerné passe de 32 632 m² en 2010 à 16 545 m² en 2014. Sur la moitié sud, cette perte semble correspondre principalement à une érosion du front dunaire qui pourrait être associé à l'évènement de tempête survenu le 05

mars 2013. Il est également intéressant de constater que ce secteur est celui où la largeur de la plage est la plus faible (Illustration 28). Par contre, sur la partie située plus au nord, la perte de surface semble affecter également l'arrière de la dune. Cette perte pourrait être causée par le piétinement de la zone limitant le développement de la végétation qui ne peut alors plus freiner le transport éolien. Cependant, comme les écarts altimétriques sont de l'ordre d'une vingtaine de centimètres et donc proches des incertitudes liées à la mesure, ces observations seront confirmées par les mesures des prochaines campagnes.

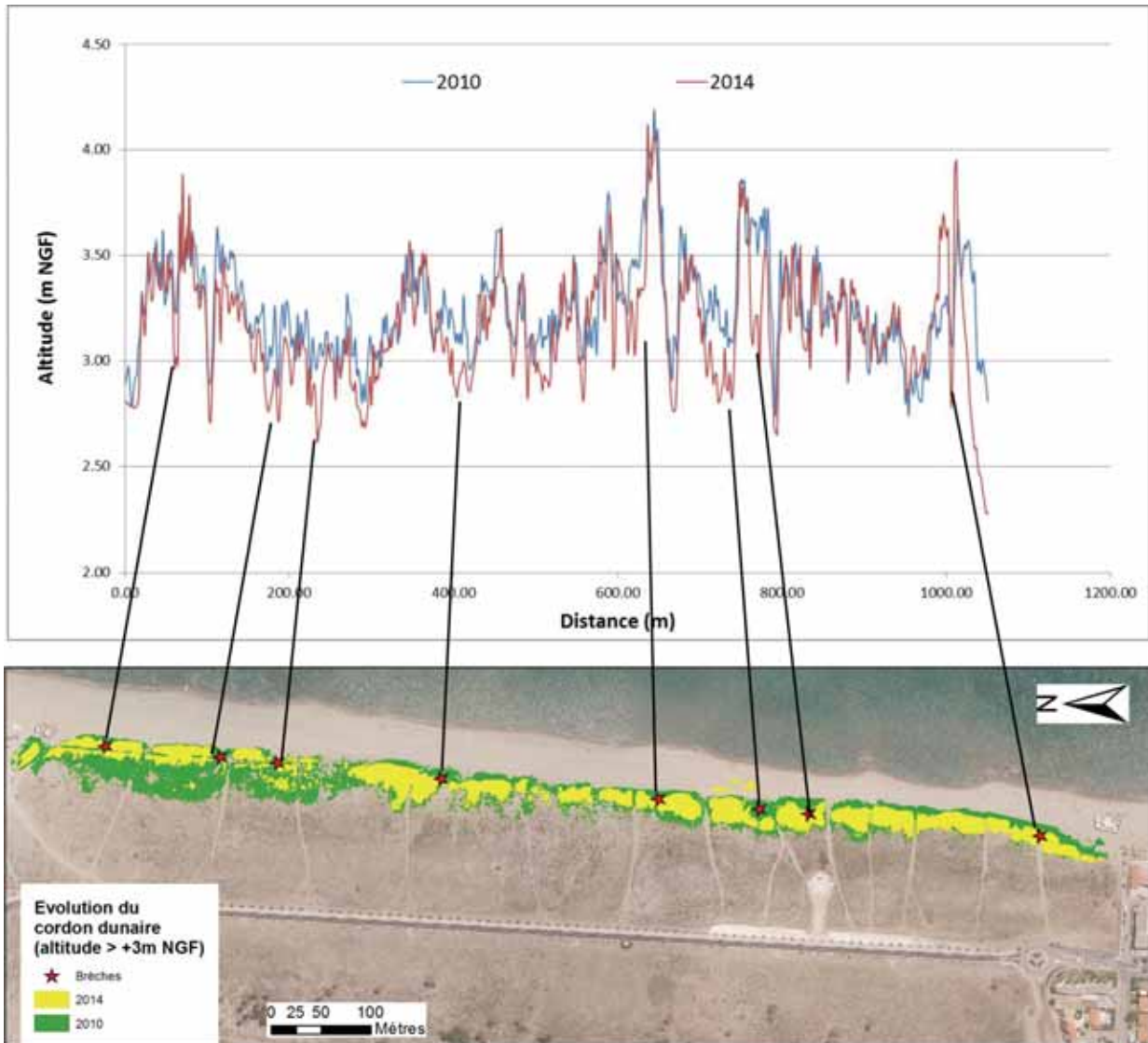


Illustration 28. Evolution du cordon dunaire du Barcarès (Mas de l'Ille)

L'évolution de la crête de dune sur ce secteur montre d'une manière générale que les points bas se sont creusés sur plusieurs dizaines de centimètres d'altitude sur des distances de l'ordre d'une dizaine de mètres au cours de ces 5 dernières années avec par endroit l'apparition de nouvelles brèches (Illustration 28).

Secteur urbanisé

Concernant le secteur urbanisé situé au nord du port, le constat est beaucoup plus favorable puisque la superficie des secteurs se trouvant au-dessus de la cote +3 m NGF reste constante

entre 2010 (19 765 m²) et 2015 (19 382 m²) et concerne plus de la moitié de la surface totale du massif dunaire (de l'ordre de 38 000 m²). La crête de dune semble même gagner en altitude au nord, alors que sur le reste du massif l'évolution est plutôt stable. Il est tout de même à noter une érosion importante localisée sur deux secteurs distincts avec un abaissement du cordon de plus d'un mètre d'altitude sur plusieurs dizaines de mètres (Illustration 29), qui résulte peut-être d'un reprofilage pré-ou post-tempête.

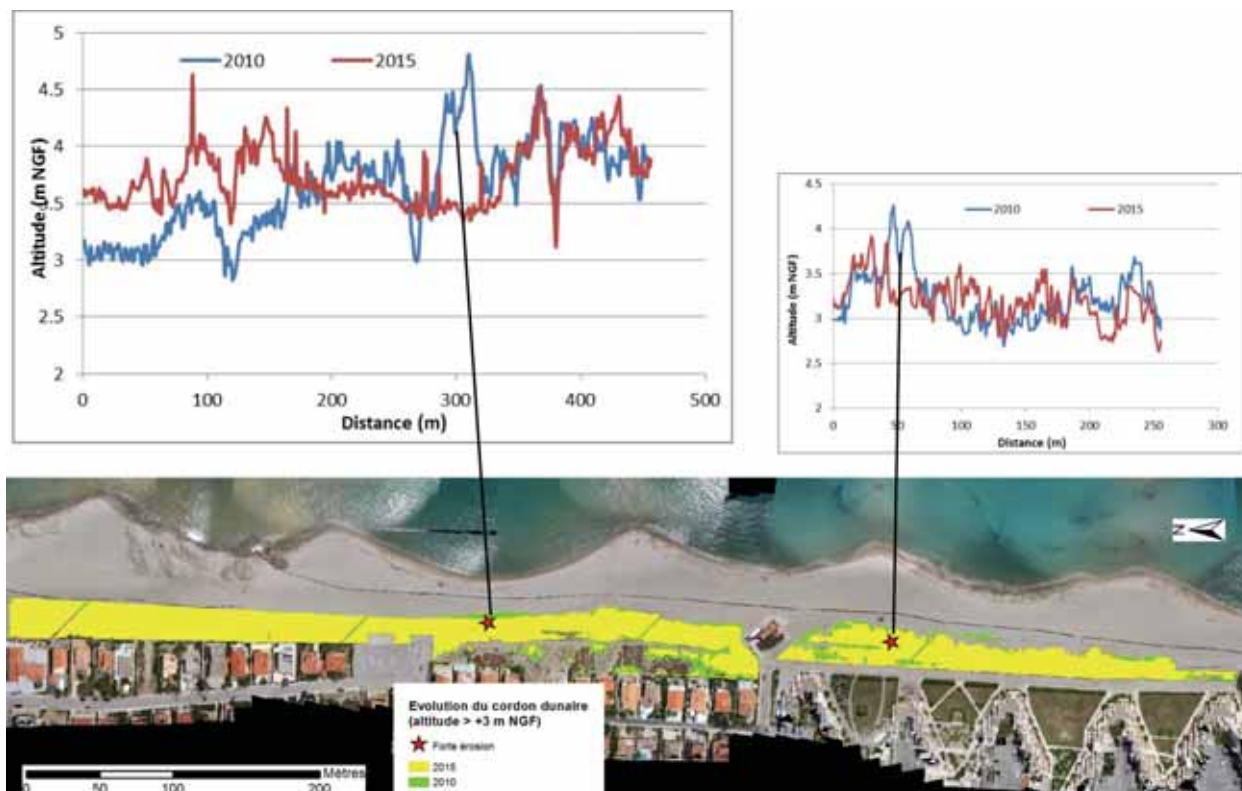


Illustration 29. Evolution du massif dunaire au nord du port du Barcarès

L'accrétion au nord est probablement le reflet des travaux d'aménagement avec la mise en place de casiers en ganivelles en avant du massif dunaire (en Octobre et novembre 2014) et éventuellement du rechargement en sable réalisé au moment du levé.

Ce massif dunaire, du fait de son altitude relativement élevée (la crête de dune culmine à +3.50 m NGF en moyenne), devrait jouer son rôle de protection des zones urbanisées en arrière du cordon. Les aménagements mis en place devraient également conforter ce rôle, il est cependant à noter que, sur certains secteurs, la végétation se fait moins dense, ce qui pourrait favoriser l'érosion.

3.2.2. Secteur 1 : Le Lydia

Le secteur du Lydia s'étend sur près de 1,5 km des Portes du Roussillon au Sud, jusqu'à l'extrémité Nord de la résidence les Marines. Sur l'ensemble de la zone, l'arrière plage est caractérisée par des formations dunaires reliques en phase de réhabilitation, délimitées dans leur partie supérieure par une zone urbaine (promenade, esplanade du Lydia et résidences).

La partie émergée de la plage est relativement étroite (en moyenne entre 10 m et 50 m) et présente un profil fortement incliné, ainsi qu'une berme de plage très marquée. Soulignons néanmoins que cette tendance est nettement moins marquée dans la partie sud du secteur.



Illustration 30. Suivi photographique le Lydia
 Vue aérienne de la plage du Lydia, 2011 (haut et gauche - source Région Languedoc-Roussillon) ; profil sud après la tempête du 28 novembre 2014 (haut et droite - OBSCAT) ; rechargement ponctuel en avril 2015 (bas et gauche – OBSCAT) ; profil de plage nord post-hivernale en avril 2015 (bas et droite- OBSCAT)

Evolution annuelle et saisonnière du trait de côte

Les coups de mers de l'hiver combinés à la tempête de novembre 2014, ont impacté la morphologie de la plage à la fois dans sa partie émergée et immergée, se répercutant directement sur la position du trait de côte.

Toutefois, le trait de côte sur le secteur du Lydia se singularise par une évolution discontinue dans le temps, présentant une alternance entre des phases d'avancées et de reculs (De La Torre et *al.*, 2014). Depuis 2008, la position du trait de côte recule au droit du bateau Lydia. Cependant, on assiste, entre 2014 et 2015, à un déplacement de ce « hot spot » d'érosion vers le nord. Ainsi, la plage a perdu une largeur de près de 12,5 m au cours de l'hiver 2014 – 2015 (Cf. Illustration 31). En parallèle, la zone située au sud du bateau, caractérisée par une forte érosion depuis 2008, présente une accrétion de l'ordre de 20 m entre septembre 2014 et avril 2015. Cette tendance doit être mise en relation avec les rechargements ou reprofilages réguliers de la zone, ainsi qu'avec le déplacement des cornes de la barre interne d'environ 150 m depuis la zone située au sud du bateau vers le nord, aujourd'hui déficitaire (Balouin, 2015 ; De La Torre et *al.*, 2014).

L'évolution de la plage émergée durant l'hiver reflète globalement un abaissement de l'avant plage sur la plus grande partie du secteur, d'environ -1 m à -50 cm selon le secteur (Cf. Illustration 32, Illustration 33, Illustration 34). Cet abaissement favorise ponctuellement un déplacement de sédiments vers le bas de plage. Ces secteurs sont également alimentés par un transit *crosshore* du stock sableux de la barre interne vers la partie immergée du bas de plage.

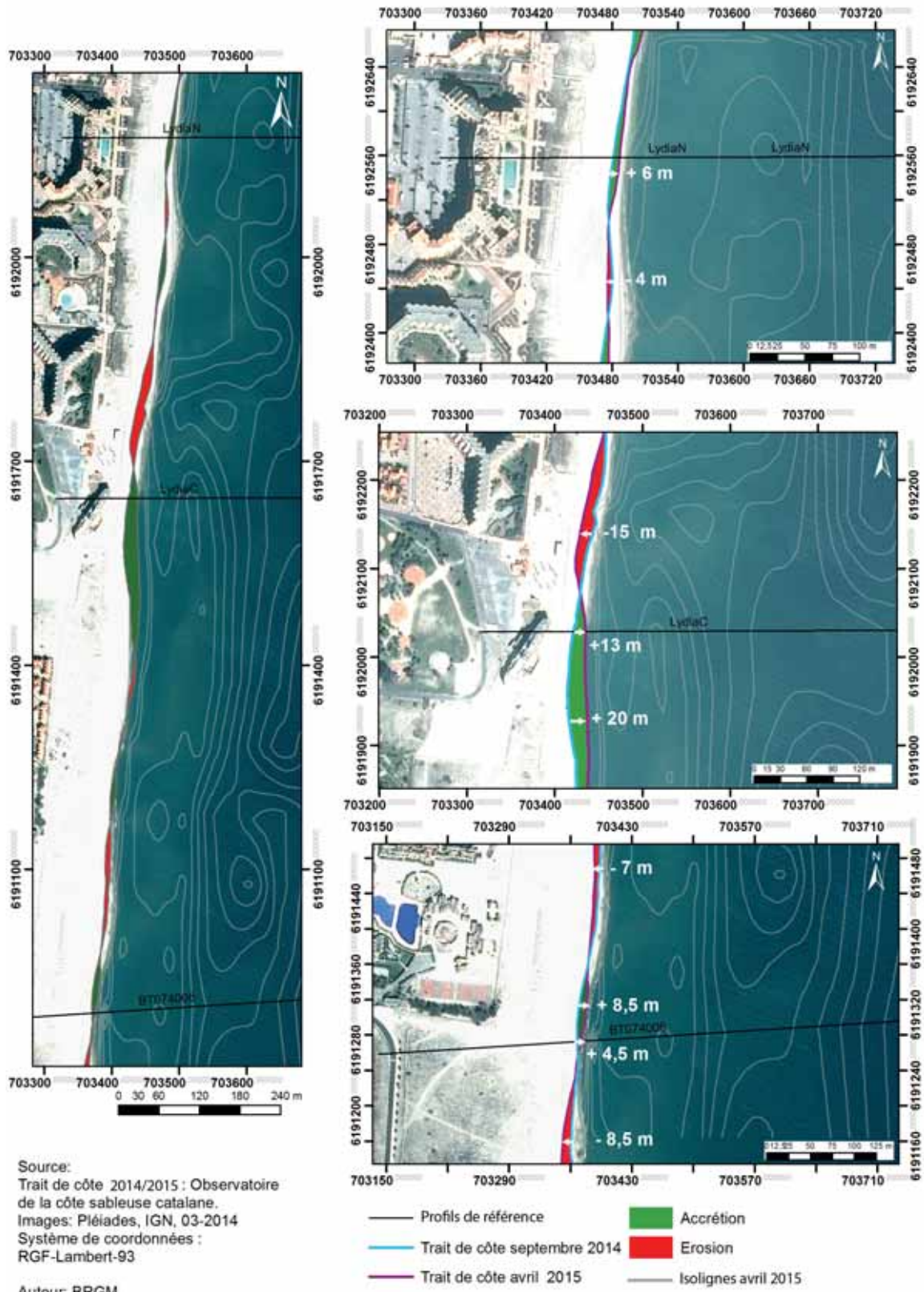


Illustration 31. Carte des traits de côte entre septembre 2014 et avril 2015 du secteur du Lydia

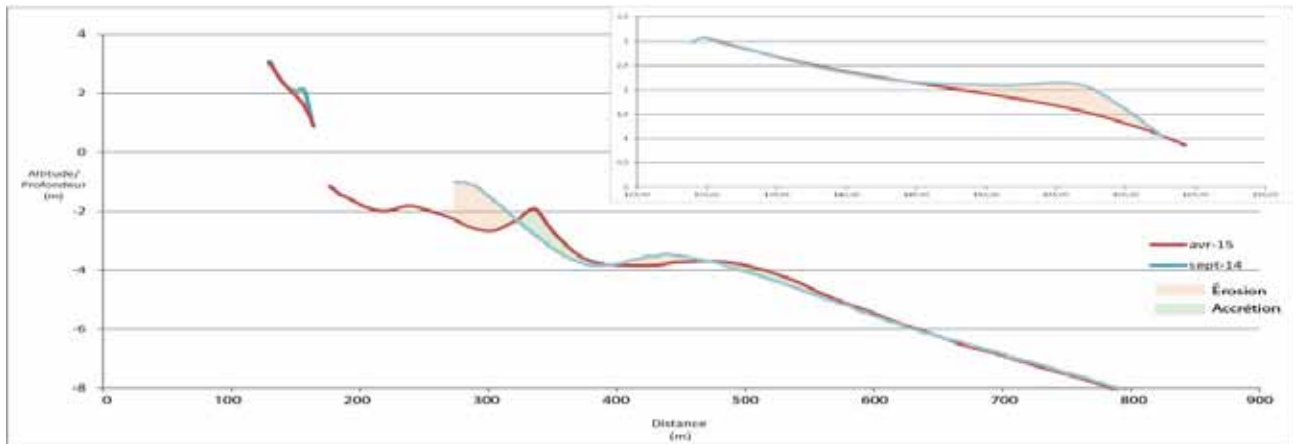


Illustration 32. Lydia N, septembre 2014 et avril 2015. Secteur du Lydia

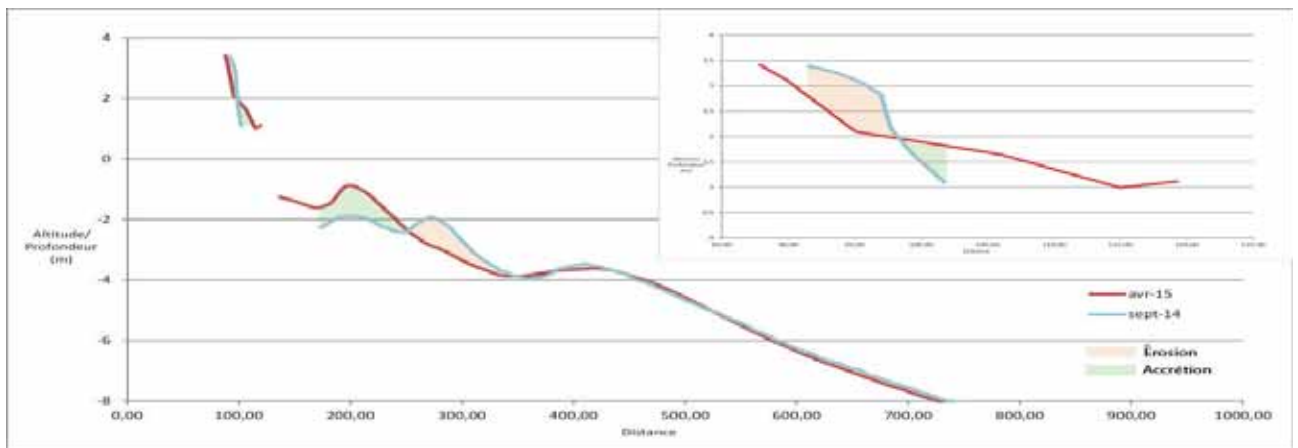


Illustration 33. Lydia C, septembre 2014 et avril 2015. Secteur du Lydia

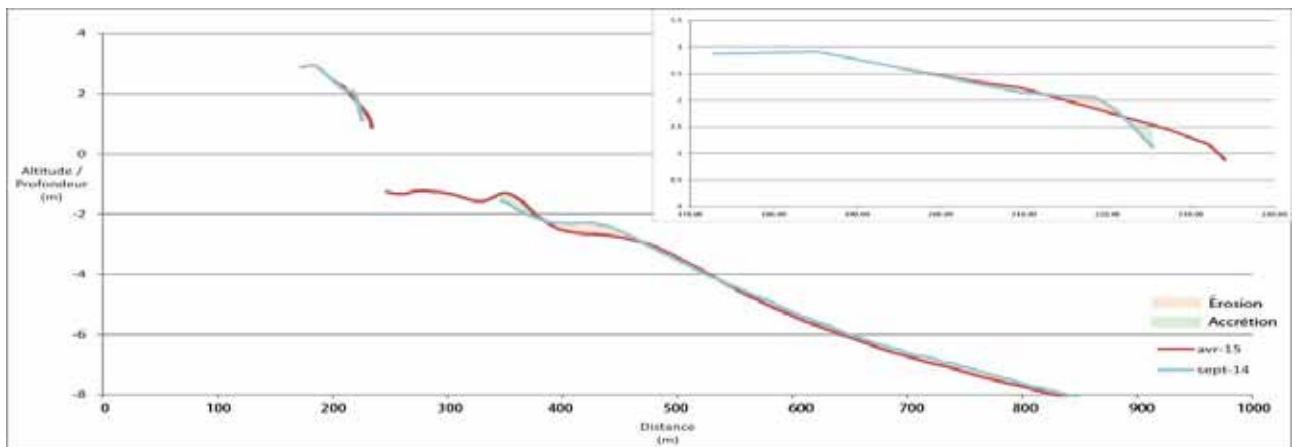


Illustration 34. Profil BT074006, septembre 2014 et avril 2015. Secteur du Lydia

Déplacements sédimentaires saisonniers et annuels

La morphologie des barres d'avant côte sur le secteur est très dynamique avec une importante variabilité saisonnière et annuelle. La barre externe, relativement stable, forme de grands croissants d'environ 400 m de longueur d'onde, avec de faibles variations de position (Balouin, 2015). Bien plus dynamique, la barre interne se caractérise par une forte irrégularité et une évolution rapide de sa géométrie, formant des barres transverses. Les bancs de sables qui la constituent, décrivent à la fois des déplacements sédimentaires et des fluctuations du stock sableux par échange avec la plage émergée ou avec la barre externe.

Entre avril 2014 et septembre 2015, le bilan sédimentaire est positif sur l'ensemble de la zone avec un total de 22 278 m³. Toutefois, notons que la plage émergée présente un bilan sédimentaire négatif (Cf. Illustration 36). Sur cette période, on note également d'importants gains au niveau du bas de plage (Cf. Illustration 35).

Entre septembre 2014 et avril 2015 le bilan sédimentaire sur l'ensemble du secteur est positif avec un total de 201 423 m³. La plage émergée présente un bilan sédimentaire nettement positif, avec un total de 15 198 m³ de septembre 2014 à avril 2015 (Cf. Illustration 35). Il faut néanmoins souligner que sur cette période, ce gain se concentre essentiellement sur la moitié sud de la plage émergée. A l'inverse, le bas de plage sur cette même zone sud est en déficit, supposant un transfert de sable depuis le bas vers le haut de plage pendant une tempête. Le nord du secteur est relativement stable au niveau de la plage émergée, à l'exception du principal secteur en érosion au droit du Lydia. Le recul au niveau du trait de côte, s'accompagne logiquement d'un important déficit sédimentaire, qui se poursuit sur la partie immergée de la zone.

Les principaux mouvements sédimentaires au niveau de la plage immergée s'opèrent à proximité de la barre interne. Sous l'influence de la dérive littorale Sud-Nord, associée à la répétition des houles de sud durant la période hivernale, la barre interne décrit un mouvement de déplacement vers le nord. Ainsi, la migration de la barre, ajoutée à une houle de direction sud, peuvent expliquer le recul du trait de côte au droit des fosses interne de la barre, à l'image « du hot spot » au droit du Lydia et du nord du secteur. Dans ces zones, où la barre interne est moins marquée ou discontinue, l'énergie de la houle n'est que faiblement dissipée et le déferlement a lieu au plus près de la côte. Au niveau de ces fosses internes, les courants de retraits sont également plus forts.

On note également de faibles gains sableux au niveau de la barre externe, que l'on pourrait attribuer à des transits localisés entre la barre interne et la barre externe.

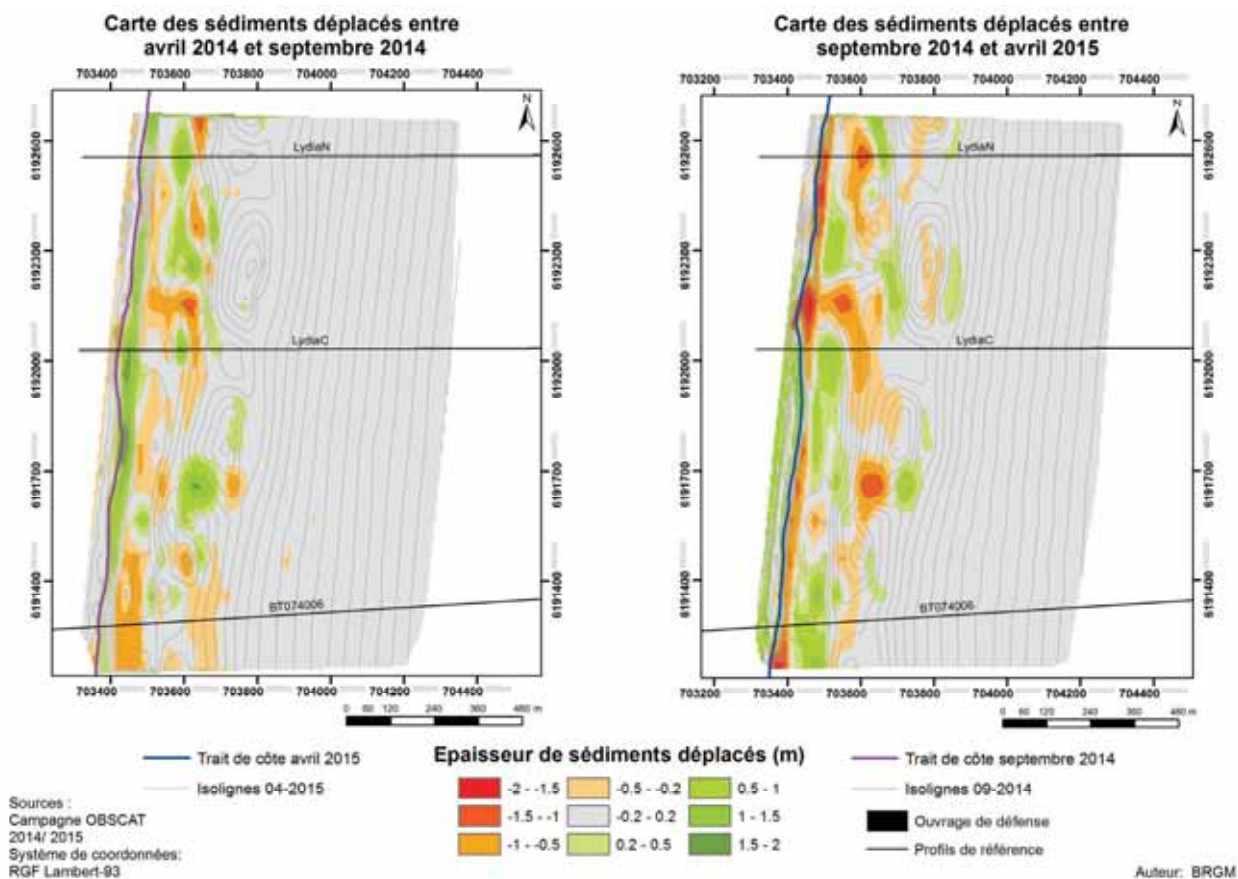


Illustration 35. Carte saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre avril 2014/ septembre 2014 et septembre 2014/ avril 2015 pour le secteur du Lydia

Lydia Avril 2014 / Septembre 2014					
Zone	Surface(m ²)	Accrétion (m3)	Erosion (m3)	Total (m3)	Marge d'erreur (m3)
Zone Complète	1383495	128 078	-105 799	22 278	7 885
Zone Immergée	1313547	121 499	-98 689	22 809	6 343
Zone émergée	69948	6 579	-7 110	-531	1 542

Lydia Septembre 2014/ Avril 2015					
Zone	Surface(m ²)	Accrétion (m3)	Erosion (m3)	Total (m3)	Marge d'erreur (m3)
Zone Complète	1301121	279 621	-78 198	201 423	63 143
Zone Immergée	1228941	257 228	-71 002	186 225	61 475
Zone émergée	72180	22 393	-7 195	15 198	1 668

Illustration 36. Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre avril 2014/ septembre 2014 et septembre 2014/ avril 2015 pour le secteur du Lydia

Bilan

La saison hivernale se solde par un abaissement global du haut de plage, et par des transits plus ou moins marqués selon les secteurs, à la fois de la barre interne vers le bas de plage, et de la barre interne vers la barre externe.

À l'échelle du secteur, le bilan sédimentaire de septembre 2014 à avril 2015 s'avère positif, tant pour la plage émergée que pour la plage immergée, soit environ 201 423 m³ de sable déplacés au total, ce qui correspond à une épaisseur supplémentaire de 15 cm à 20 cm en moyenne sur la zone. On notera toutefois que ce bilan positif peut être lié aux rechargements artificiels éventuels et aux reprofilages effectués sur le secteur, ainsi que potentiellement ceux réalisés au Nord du Port-Barcarès.

Les principaux secteurs d'érosion, en termes de recul du trait de côte et de volumes déplacés, sont essentiellement localisés sur deux zones sur toute la période étudiée :

- Au niveau du bateau Lydia.
- Au nord du secteur, au niveau du profil Lydia N.

Le déplacement du « hot spot » d'érosion du bateau Lydia vers le nord est lié à la mobilité de la barre interne d'environ 150 m. La zone située au sud du Lydia, bien qu'elle aussi impactée par la tempête de novembre, montre une accrétion notable avec une avancée du trait de côte de l'ordre de 20 m, imputable au déplacement de la corne de barre.

3.2.3. Secteur 2 : Port Barcarès Nord

Le secteur du Port Barcarès Nord est délimité au sud par les ouvrages portuaires et au nord par la jonction entre une zone résidentielle et le Mas de l'Isle. L'ensemble du secteur s'étend sur près de 1,3 km, englobant du Sud au Nord les plages des Miramars, du Grand Large et du Lido. La morphologie de la plage est en grande partie influencée par des ouvrages de défenses : enrochements et jetée portuaires, 2 épis et 6 brise-lames. De plus, depuis 2008 ce secteur fait l'objet de rechargements réguliers (Cf. Annexe 3). L'implantation de 3 brise-lames en 1994, suivis de 3 brise-lames de plus en 2014, induit la formation d'une série de tombolo au droit de ces ouvrages et d'un creusement de la plage entre les ouvrages. Le transit sédimentaire, conditionné par la dérive littorale Sud-Nord, est en grande partie bloqué en limite de cellule par la jetée sud du port, au droit de laquelle se concentre un important stock de sable.

La morphologie de ce secteur est très dynamique, avec une forte variabilité selon les conditions de forçage hydrodynamiques et une adaptation de la plage suite à l'implantation de nouveaux ouvrages de défenses en 2014. Ainsi, l'évolution du secteur de Port Barcarès sera abordée à deux échelles de temps. Premièrement, à l'aide du suivi sur une année et sur la saison hivernale en utilisant les données des 3 dernières campagnes topobathymétriques OBSCAT ; puis dans un second temps, sur la période novembre 2014 – juin 2015, avec les données vidéos, permettant un suivi régulier à plus haute fréquence (Cf. Illustration 37).

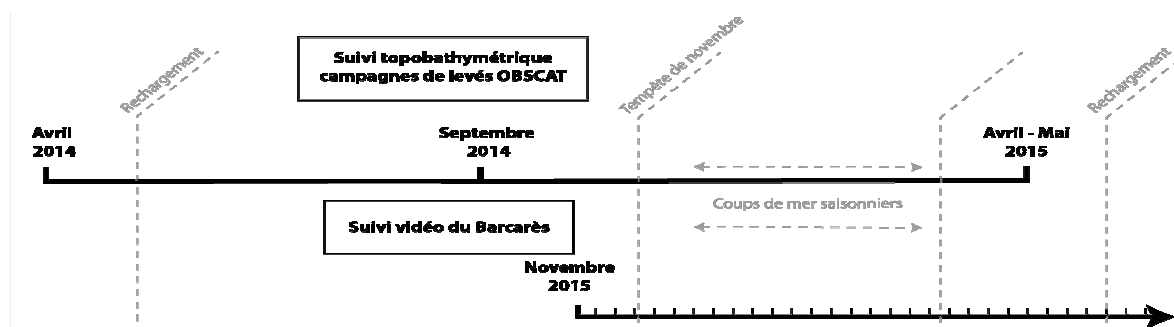


Illustration 37. Répartition temporelle des suivis vidéo et topobathymétriques

Le profil de plage est caractérisé par des pentes douces et des bermes parfois très marquées, notamment au sud du secteur et sur les flancs des tombolos. L'arrière plage est délimitée à l'Ouest par une promenade qui jalonne des résidences de bord de mer. La partie sud de cette même promenade est protégée par des cordons d'enrochements, partiellement dégradés (Cf. Illustration 38.A). De la plage du Grand large à l'extrémité nord du secteur, l'arrière plage laisse place à des formations dunaires reliques ou embryonnaires protégées par des ganivelles et des barrières, au contact de la zone résidentielle (Cf. Illustration 38.B).

Compte-tenu de la présence des ouvrages, la morphologie des barres ne présente pas de géométries régulières. La barre externe est relativement irrégulière, décrivant des croissants d'environ 350 m de longueur d'onde, situé entre 150 m et 250 m de la côte, approximativement entre -4 m et -6 m de profondeur. La barre interne est très peu marquée, voire inexistante, sur ce secteur.



Illustration 38. Suivi photographique Barcarès Nord

A) Photographie du cordon d'enrochement endommagé en arrière plage au sud du secteur, 07 avril 2015, OBSCAT (image de gauche) ; B) Photographie du rechargement de la plage du Lido, 1er juin 2015, OBSCAT (image de droite)

Evolution annuelle saisonnière du trait de côte

Ce secteur pourtant en érosion chronique, présente une avancée globale du trait de côte entre septembre 2014 et avril 2015. Cette progression reste cependant variable selon les secteurs et largement conditionnée par l'action des nouveaux ouvrages de défenses et surtout des rechargements en sable. On mesure ainsi une avancée de 35 m au nord du secteur entre septembre 2014 et avril 2015, au droit de l'avant-dernier brise-lame et des valeurs comprises entre +6 m et +3 m dans la partie médiane du secteur (Cf. Illustration 39). Les plus fortes progressions du trait de côte sont enregistrées au niveau des crêtes de tombolos. En comparaison, les parties les plus incurvées des croissants de plage se caractérisent localement par de faibles avancées de l'ordre de quelques mètres (moins de 5 m), et ponctuellement par de faibles reculs inférieurs à 5 m (Cf. Illustration 39). Au Sud du secteur, le trait de côte est relativement stable à l'exception de la zone située entre la jetée du port et le premier épi de plage. Entre les deux dernières campagnes, on y mesure une progression du trait de côte de 17 m (Cf. Illustration 39). Soulignons que cette zone fait également l'objet de rechargements d'urgence après la tempête de novembre 2014.

L'évolution saisonnière de la plage émergée se traduit également par un abaissement général du haut de plage, compris entre -1,5 m au Sud et 50 cm au Nord. Cette tendance, nettement moins marquée dans la partie centrale du secteur, s'accompagne d'un engraissement généralisé du bas de plage (Cf. Illustration 41). La berme de jet de rive est remodelée, enregistrant une avancée de plusieurs mètres, ainsi qu'une accrétion comprise entre 50 cm et 1,5 m de hauteur (Cf. Illustration 40, Illustration 42).

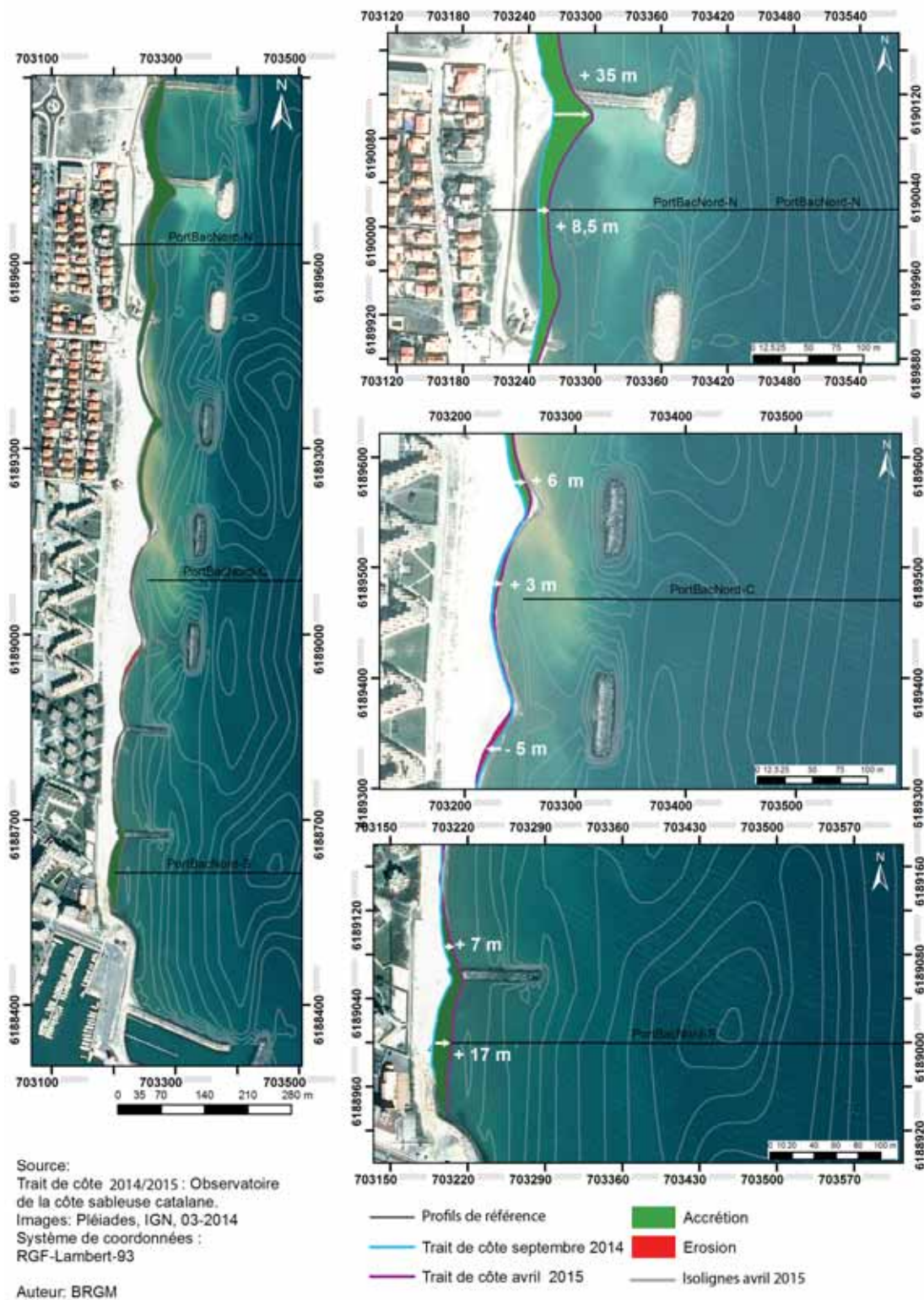


Illustration 39. Carte des traits de côte entre septembre 2014 et avril 2015 du secteur de Port Barcarès Nord

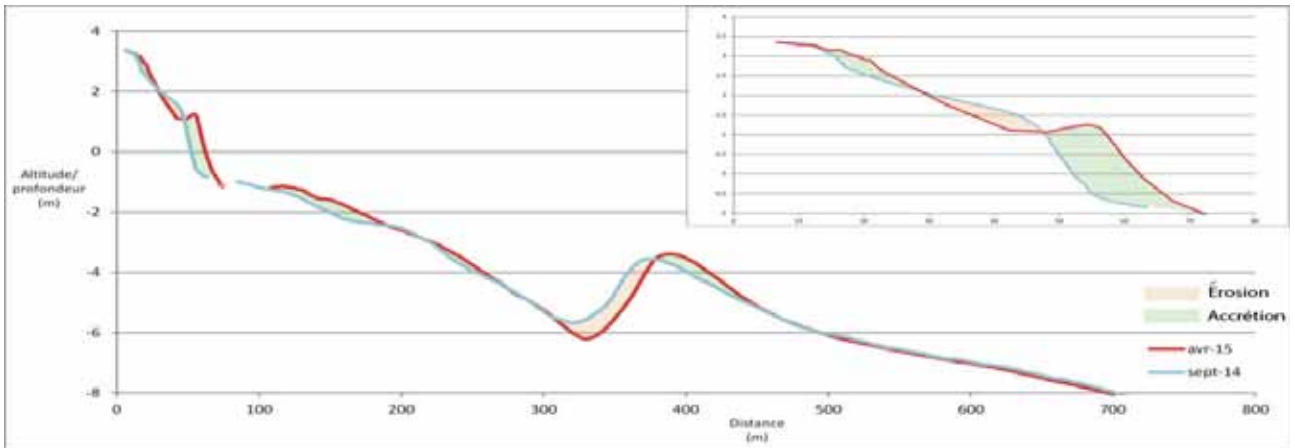


Illustration 40. Profil Port Barcarès Nord N, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Port Barcarès Nord

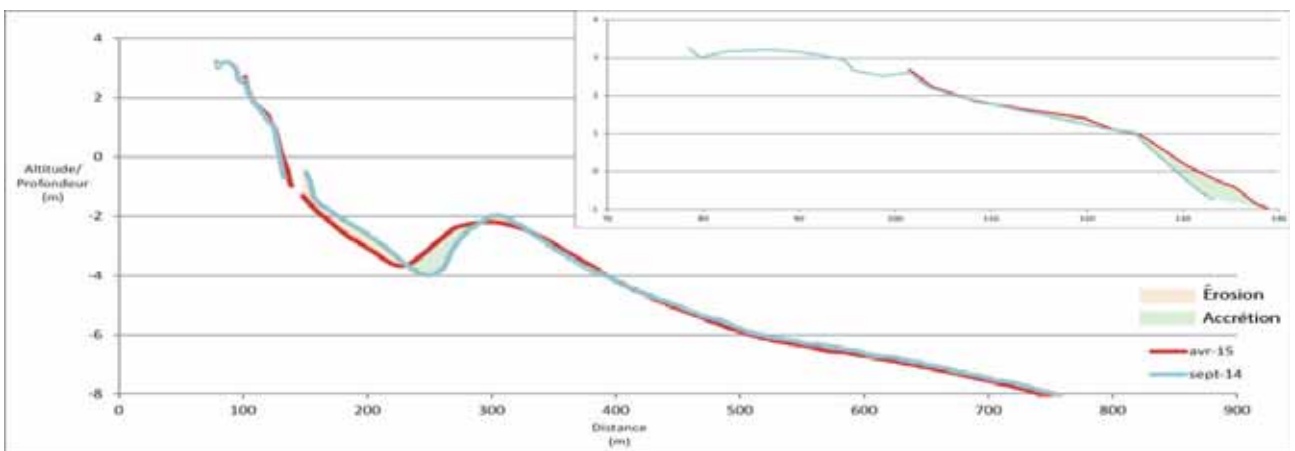


Illustration 41. Profil Port Barcarès Nord C, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Port Barcarès Nord

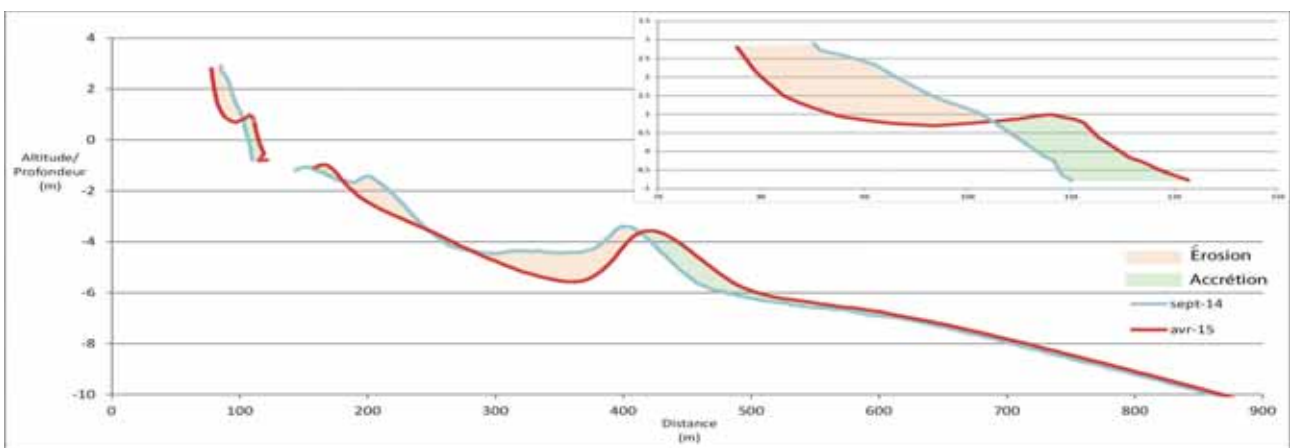


Illustration 42. Profil Port Barcarès Nord S, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Port Barcarès Nord

Déplacements sédimentaires saisonniers

Le bilan sédimentaire de la partie émergée de la plage se révèle positif entre septembre 2014 et avril 2015 avec un volume déplacé total de 60 017 m³ (Cf. Illustration 44). Les volumes relatifs aux zones en érosion de la plage émergée apparaissent en comparaison comme particulièrement faibles (Cf. Illustration 43). Les secteurs présentant un engraissement important se concentrent logiquement dans les zones de rechargements réguliers, notamment au nord du secteur au droit des 3 brise-lames les plus récents (Cf. Illustration 43).

La comparaison des cartes des sédiments déplacés sur l'ensemble de la période (avril 2014 à avril 2015), met en évidence l'impact des rechargements au niveau des bilans sédimentaires. L'évolution de la plage immergée, présente globalement un bilan positif entre septembre 2014 et avril 2015 de l'ordre de 235 803 m³ (Cf. Illustration 44). Le gain sédimentaire au niveau de la barre externe suppose un échange entre plage émergée rechargée et plage immergée.

Ces déplacements de sédiments sont notamment liés à la mobilité *crossshore* de la barre externe d'environ 100 m vers le large au droit des profils N et S (Cf. Illustration 42). Les zones caractérisées par une perte en sédiment sont principalement localisées au niveau des fosses externes du système de barre. On observe de manière ponctuelle des pertes sédimentaires localisées entre les crêtes de tombolos et les brise-lames du sud du secteur. Il apparaît également que la partie sud du secteur présente une évolution relativement stable sur toute la période, comparativement au secteur nord. Les rechargements sableux semblent avoir participé à la fois à un engraissement de la plage émergée et de la barre externe.

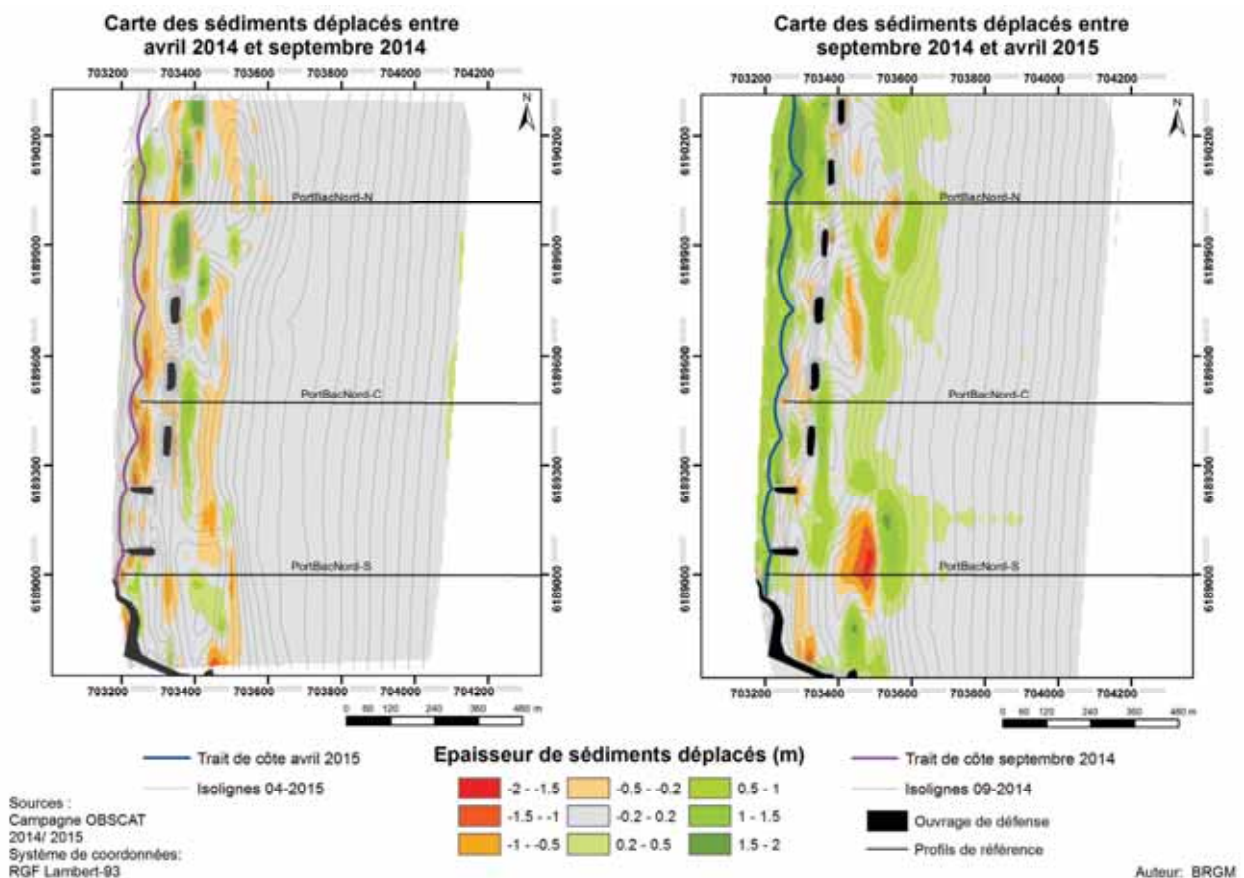


Illustration 43. Carte annuelle et saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre avril 2014/ avril 2015 et septembre 2014/ avril 2015 pour le secteur de Port Barcarès Nord

Port Barcarès Nord 09-2014/04-2014					
Zone	Surface(m ²)	Accrétion (m3)	Erosion (m3)	Total (m3)	Marge d'erreur (m3)
Zone Complète	1466063	98 084	-96 498	1 586	4 130
Zone Immergée	1401157	88 819	-92 348	-3 528	2 196
Zone émergée	64906	9 264	-4 150	5 114	1 934

Port Barcarès Nord 09-2014/04-2015					
Zone	Surface(m ²)	Accrétion (m3)	Erosion (m3)	Total (m3)	Marge d'erreur (m3)
Zone Complète	1498440	365 271	-59 310	305 961	30 893
Zone Immergée	1424924	305 131	-59 187	245 944	28 600
Zone émergée	73516	60 140	-123	60 017	2 293

Illustration 44. Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre avril 2014/ septembre 2014 et septembre 2014/ avril 2015 pour le secteur de Port Barcarès Nord

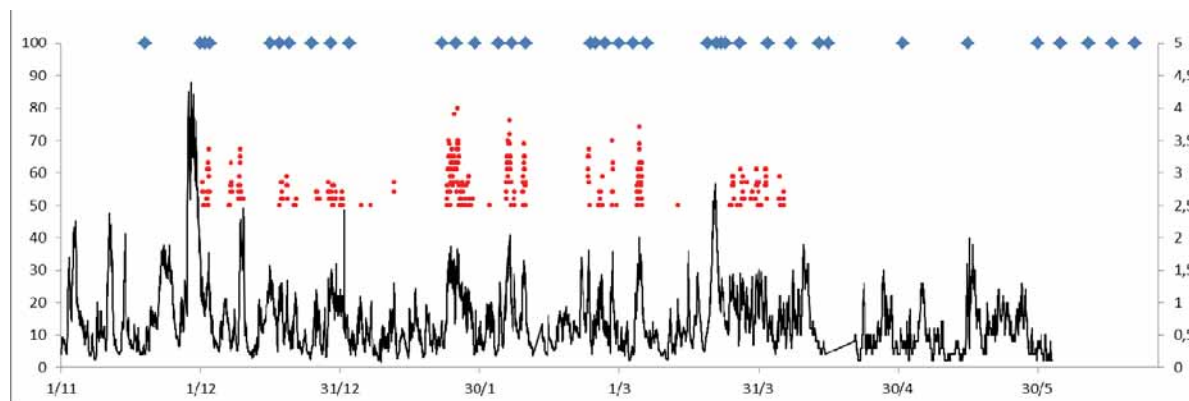
Suivi par vidéo du littoral du Barcarès entre novembre 2014 et juin 2015

Le système d'imagerie vidéo permet de restituer la position du trait de côte sur la période de novembre 2014 à Juin 2015. Au cours de cette période, les conditions météo-marines ont été variables avec l'alternance de coups de mer, de forte tramontane et une tempête majeure fin novembre 2014. Les paragraphes suivants présentent successivement les conditions météo-marines et les évolutions du trait de côte observées en réponse à ces forçages.

- **Conditions météo-marines**

Les conditions hydrodynamiques et météo-marines sont décrites dans le chapitre 3.1. On s'intéresse ici uniquement aux forçages météo-marin qui peuvent avoir une influence sur l'évolution du trait de côte au niveau du Barcarès du mois de nov 2014 au mois de Juin 2015. L'illustration 45 présente la hauteur significative de la houle pendant cette période, ainsi que les vitesses moyennes des vents de secteur NO (Tramontane). L'automne 2014 a été en moyenne peu énergétique. Toutefois, une succession de plusieurs coups de mer avec des hauteurs de vagues de l'ordre de 2 à 3 m ont eu lieu. L'événement le plus important de l'hiver est la tempête du 28 novembre pendant laquelle les hauteurs significatives des vagues ont dépassé les 5 m.

Ces phases de coups de mer et tempêtes ont alterné avec des phases de forts vents, principalement de tramontane avec des vitesses moyennes dépassant les 80 km/h. Ces événements de vents de N-NO peuvent avoir un impact significatif sur le littoral du Barcarès car, presque parallèles à la côte, ils entraînent un courant de surface dirigé vers le sud et donc contraire à la dérive littorale dominante.



*Illustration 45. Conditions météo-marines lors du suivi vidéo :
Hauteur significative de la houle (m, en noir, échelle de droite), vitesse moyenne de la tramontane (km/h en rouge, échelle de gauche) et dates des traits de côte extraits de la vidéo (en bleu)*

- **Evolution du trait de côte de novembre 2014 à Juin 2015**

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 46 indique les 38 dates retenues pour l'analyse.

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

Illustration 46 – Dates des traits de côte retenus pour l'analyse des évolutions de novembre 2014 à juin 2015.

Description des évolutions du trait de côte

L'illustration 47 présente l'ensemble des traits de côtes analysés. La comparaison des différentes positions du trait de côte permet de dégager des grandes tendances d'évolution :

- On observe une plus grande variabilité au nord où l'équilibre suite à la mise en place des brise-lames n'est pas encore atteint. L'amplitude de la position du trait de côte est importante et atteint des valeurs de 60 m au niveau des tombolos et de l'ordre de 36 m dans les baies. Au sud, où les brise-lames sont plus anciens, l'amplitude maximale entre

la situation hivernale et estivale est de l'ordre de 25 m. Ces amplitudes traduisent une forte variabilité saisonnière du site : en hiver, la plage atteint une largeur très limitée (quelques mètres) ; en été, suite à un processus de « reconstruction » naturelle, la plage regagne du sable et atteint en moyenne 40-50 m de large ;

- Suite à la tempête majeure de fin novembre 2014, on observe une bonne récupération naturelle de la plage qui regagne localement jusqu'à 30 m de largeur au nord. Cette récupération reste toutefois irrégulière avec une très bonne re-croissance des tombolos qui avaient été complètement lissés par la tempête, mais des baies qui récupèrent beaucoup moins bien, voire pas du tout pour celle située juste au nord du poste de secours ;
- Le rechargement de début juin 2015 a eu pour effet principal de remplir les baies de la zone nord, la position des tombolos restant à peu près identique.



*Illustration 47. Evolution de la position du trait de côte de nov 2014 à juin 2015.
A gauche : tous les traits de côte sélectionnés sur la période (voir Illustration 46) ; à droite : traits de côte du début de suivi (19/11/2014), juste après la tempête de fin novembre (01/12/2014), au printemps avant (15/05/2015) et après le rechargement (04/06/2015).*

- **Comportement de la plage dans la zones des nouveaux brise-lames pendant la période hivernale**

Une analyse spécifique a été menée dans le secteur nord où trois brise-lames ont été installés en 2014 afin d'analyser les conditions météo-marines favorisant le développement des tombolos et de mieux comprendre les effets relatifs des tempêtes et des épisodes de tramontane sur ces ouvrages.

Le premier constat concerne la progression des tombolos. En effet, sur la période de novembre à avril, on observe une avancée du trait de côte (position X, positive vers l'Est) au niveau de la pointe du tombolo (cf. Illustration 48). Cette avancée, sur la période d'étude, est de l'ordre de 40 m. Toutefois, cette évolution n'est pas constante et on observe des phases de recul, notamment lors des coups de mer les plus importants (fin novembre et mi-mars). D'après les données recueillies, il semble qu'une hauteur significative des vagues au large soit nécessaire pour entraîner une régression du tombolo. A contrario, on observe une accélération de l'avancée des tombolos pendant les épisodes de tramontane les plus puissants, l'avancée pouvant atteindre une dizaine de mètres en quelques heures.

La position nord-sud (Y) des pointes de tombolos varie beaucoup moins dans le temps et les déplacements les plus importants (de l'ordre de 20 m) sont observés soit lors des tempêtes obliques, soit lors des périodes de forts vents de NNE.

Le vent de NNE dans le secteur induit une dérive littorale inverse (vers le sud) qui contribue probablement à remobiliser le sable au nord vers le secteur des brise-lames, favorisant le développement des tombolos.

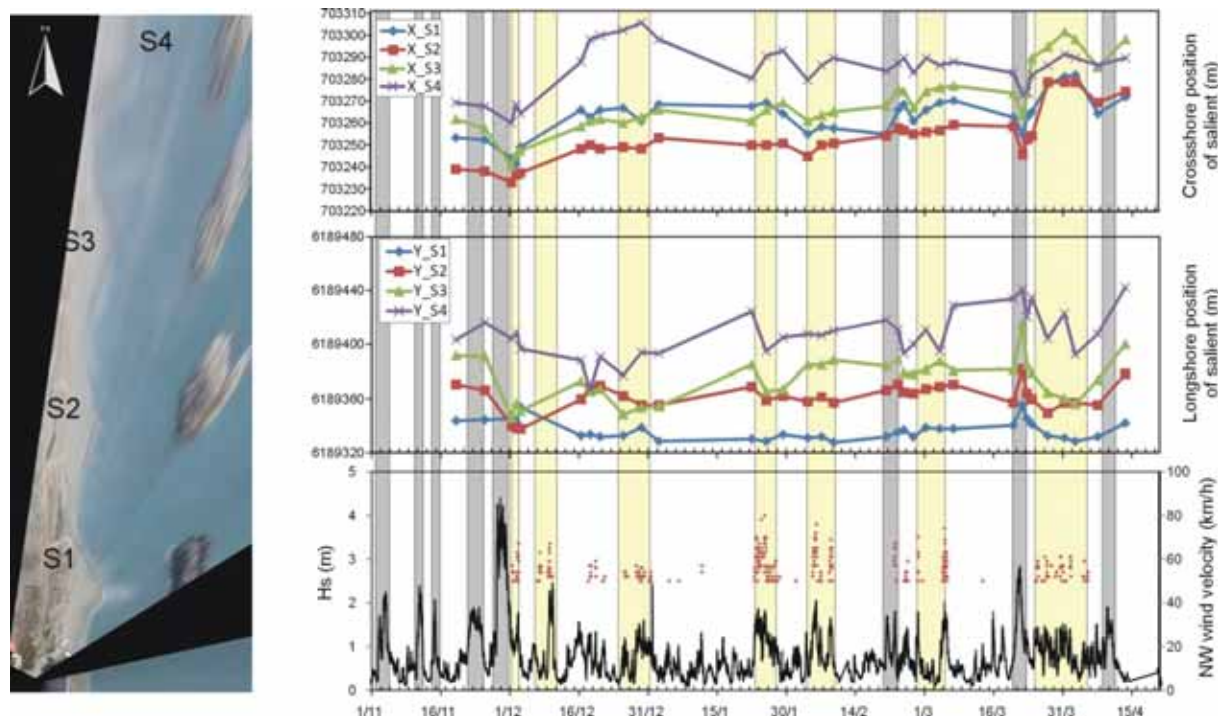


Illustration 48 – Evolution des tombolos (S) de novembre 2014 à avril 2015.

A gauche : position des quatre tombolos suivis ; à droite : en haut, évolution de la position transversale (en haut) et longitudinale (au milieu) des tombolos ; en bas : conditions météo-

marine (hauteur significative de la houle en noir et vitesse des vents de tramontane en pointillés rouges).

Ce suivi à haute fréquence dans la zone des nouveaux brise-lames permet d'une part de quantifier la progression des tombolos, et d'identifier les mécanismes qui favorisent leur développement. Les analyses sont à poursuivre pour mieux comprendre les transferts sableux des baies (entre les brise-lames) vers les tombolos, qui semblent s'effectuer à volume constant (sans perte de surface de plage émergée), mais en entraînant un recul prononcé du trait de côte dans les baies.

Ce recul, résultat inévitable après l'installation de brise-lames, augmente la vulnérabilité des zones situées entre les ouvrages et devra faire l'objet d'une analyse spécifique pour évaluer la pertinence de ce type d'ouvrage.

- **Effet du rechargement de début juin 2015 sur la position du trait de côte**

L'analyse des traits de côte de la zone des nouveaux brise-lames de janvier à juin 2015 (cf Illustration 49) permet d'observer la reconstruction naturelle de la plage au printemps, et l'effet du rechargement sur l'évolution de la plage.

De février à avril 2015 (traits de côte du rouge à l'orange), on observe une avancée progressive du trait de côte, que ce soit sur les tombolos ou dans les baies. En mai, un léger recul est observé au niveau des tombolos. Le rechargement de fin mai/début Juin a pour effet principal de linéariser le trait de côte par un remplissage des baies et une progression plus modérée des tombolos. Les deux premières baies sont ainsi comblées par le rechargement avec un élargissement de la plage de l'ordre de 20 m.

Au cours du mois de juin, le stock de sable rechargé est repris par l'hydrodynamique locale, et une nouvelle progression des tombolos est observée, au détriment des baies qui fournissent le sédiment.

Ainsi, le trait de côte au niveau des baies retrouve rapidement (en 2 semaines) sa position printanière pré-rechargement. Le stock sableux apporté contribue donc à l'objectif majeur d'un ouvrage en brise-lames qui est la génération d'une zone de faible agitation propice à la création des tombolos. Il est probable que tant que les tombolos ne seront pas entièrement constitués, c'est-à-dire n'atteindront pas l'ouvrage, leur croissance s'effectuera au détriment des baies où le recul devrait se poursuivre.

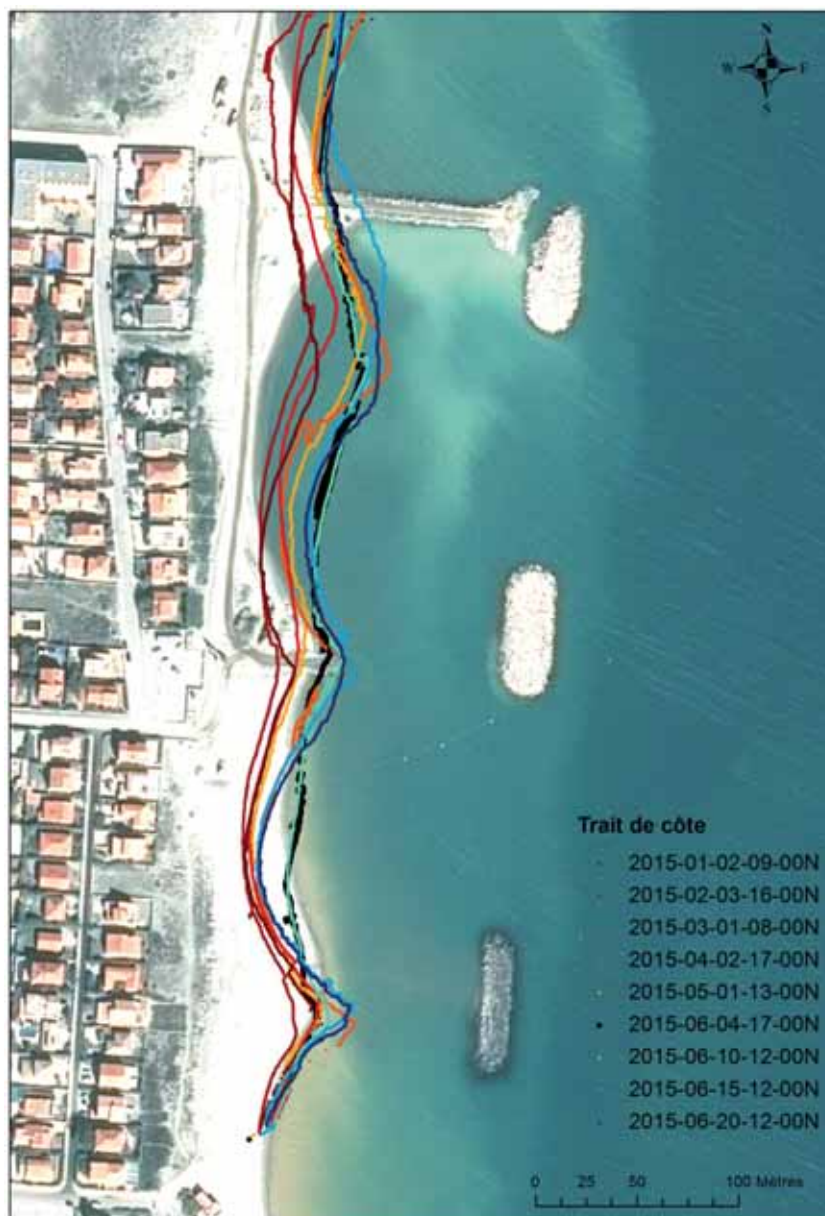


Illustration 49 – Evolution de la position du trait de côte de Janvier à juin 2015 avant et après les travaux de rechargement de fin mai/début juin.

Bilan

L'évolution du secteur de Port Barcarès nord se traduit par une nette accrétion sur l'ensemble de la zone entre septembre 2014 et avril 2015, s'accompagnant d'un bilan sédimentaire positif (293 027 m³). On constate un abaissement généralisé du haut de plage, au profit du bas de plage et de l'engraissement de la berme de plage sur plusieurs mètres. L'évolution de la plage immergée se caractérise par une barre interne très peu marquée, et un mouvement *crosshore* de la barre externe vers l'Est.

La partie Nord du secteur, se distingue par une importante avancée du trait de côte résultant de l'action combinée des rechargements en sables et de l'implantation des brise-lames. A l'inverse la partie sud du secteur est relativement stable.

Le système de suivi vidéo installé à l'automne 2014 sur la plage du Barcarès a permis d'analyser à haute-fréquence l'évolution du trait de côte dans le secteur protégé par des brise-lames. Les résultats obtenus, sur une période de quelques mois, restent préliminaires, mais permettent néanmoins de tirer des grandes tendances sur l'évolution de la plage :

- La zone des anciens brise-lames présente une mobilité du trait de côte été-hiver limitée (inférieure à 16 m) par rapport à la zone des nouveaux brise-lames, ce qui suggère que l'équilibre post-travaux n'est toujours pas atteint au Nord ;
- La reconstruction naturelle de la plage au printemps est efficace, avec une avancée du trait de côte pouvant atteindre 30 m localement ;
- La croissance des tombolos attendue derrière les brise-lames est observée. Elle peut atteindre localement jusqu'à 40 m. Cette croissance n'est pas continue et dépend de l'occurrence de tempêtes (avec des vagues supérieures à 2 m au large) et des coups de tramontane forts qui diminuent ou augmentent respectivement l'avancée du trait de côte au niveau des tombolos ;
- L'avancée des tombolos s'effectue au détriment des zones de baies (entre les brise-lames) où le recul est observé. Ce recul est notamment observé suite au rechargement avec un transfert de sable des baies vers les tombolos en quelques jours. Tant que le système n'aura pas atteint sa situation d'équilibre dynamique, un recul dans les baies est probable.

3.3. 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 secteurs 3 et 4.



Illustration 50 : Localisation des secteurs 3 et 4 au sein de la cellule 09 (fond Google Earth)

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 de Barcarès. Cet ouvrage participe au blocage du transit sédimentaire, favorisant une zone d'accumulation au droit de la jetée. Cette zone est régulièrement utilisée comme source d'extraction pour alimenter 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 y sont présentes, à environ 250 m et 500 m.

3.3.1. Secteur 3 : Port Barcarès Sud

À l'échelle des trois dernières campagnes OBSCAT, ce secteur se distingue par une relative stabilité. Cependant l'évolution du secteur est en grande partie contrôlée par la présence de la jetée portuaire et par les prélèvements récurrents afin d'alimenter les plages du secteur 2. Ces opérations de prélèvement utilisent la méthode du *by-pass*, afin de rétablir le transit sédimentaire perturbé par la jetée portuaire. Les dernières opérations de ce type remonteraient au printemps 2014 (avant la campagne OBSCAT) et au mois de juin 2015 (après la campagne OBSCAT). Le profil BT070215, localisé au sud du secteur se situe en dehors de la zone d'influence de la jetée sud du port de Barcarès (Cf. Illustration 53 ; Illustration 56).

Le secteur de Port Barcarès Sud, est caractérisé par une plage de 30 m de large au Nord, se réduisant progressivement en direction du sud, jusqu'à atteindre moins de 10 m (Cf. Illustration 53). Le profil de plage est marqué par un haut de plage plan, avec une berme de plage relativement raide.

Au-delà des dynamiques saisonnières des barres d'avant côte, aucune tendance interannuelle ne semble apparaître dans le comportement des barres internes, celles-ci migrent sur un intervalle de 100 m au nord et de 200 m au sud et peuvent certaines années quasiment disparaître (De La Torre et al., 2014). La barre externe située à environ 300 m de la côte et à 5 m de profondeur, décrit des larges croissants de 400 m de longueur d'onde (Cf. Annexe 1. Carte topobathymétriques avril 2014, septembre 2014 et avril 2015). A l'échelle pluriannuelle, l'évolution de la mobilité de la barre externe suit une tendance générale de mouvement en direction du large, ainsi qu'un mouvement longitudinal vers le Nord (De La Torre *et al.*, 2014).



Illustration 51. Port Barcarès, 2005, crédit : PMCA



Illustration 52. Suivi photographique

A) Port Barcarès Sud, profil nord, avril 2015, OBSCAT ; B) Port Barcarès Sud, profil sud, avril 2015, OBSCAT

Evolution saisonnière du trait de côte

L'évolution du trait de côte entre septembre 2014 et avril 2015 se caractérise principalement par une succession de plusieurs zones en érosion, ponctuellement entrecoupées par d'étroites zones d'accrétion. Le recul du trait de côte, compris entre -12 m et -3 m, est plus fort aux extrémités nord et sud du secteur (Cf. Illustration 53). L'extrémité nord, constituant une zone de prélèvement en sable, on constate un recul important au niveau du bas de plage, ainsi qu'un engraissement au niveau de la berme d'environ 30 cm. Au niveau des zones présentant une avancée du trait de côte, on mesure en moyenne une accrétion de 4 m à 8 m (Cf. Illustration 53).

Cette alternance de secteur en érosion et en accrétion est à mettre en lien avec la morphologie des barres internes, décrivant en avril 2015 des formes transverses reliées à la plage émergée (Cf. Annexe 1. Carte topobathymétriques avril 2014, septembre 2014 et avril 2015). Au cours de l'hiver, la barre interne se reconstitue progressivement et se linéarise, notamment grâce à un important apport sédimentaire. La zone de jonction entre la barre interne et la plage émergée, est relativement stable entre septembre 2014 et avril 2015 (Cf. Illustration 54 ; Illustration 55 ; Illustration 56). A l'inverse, les extrémités nord et sud de cette barre correspondent à des zones de recul du trait de côte.

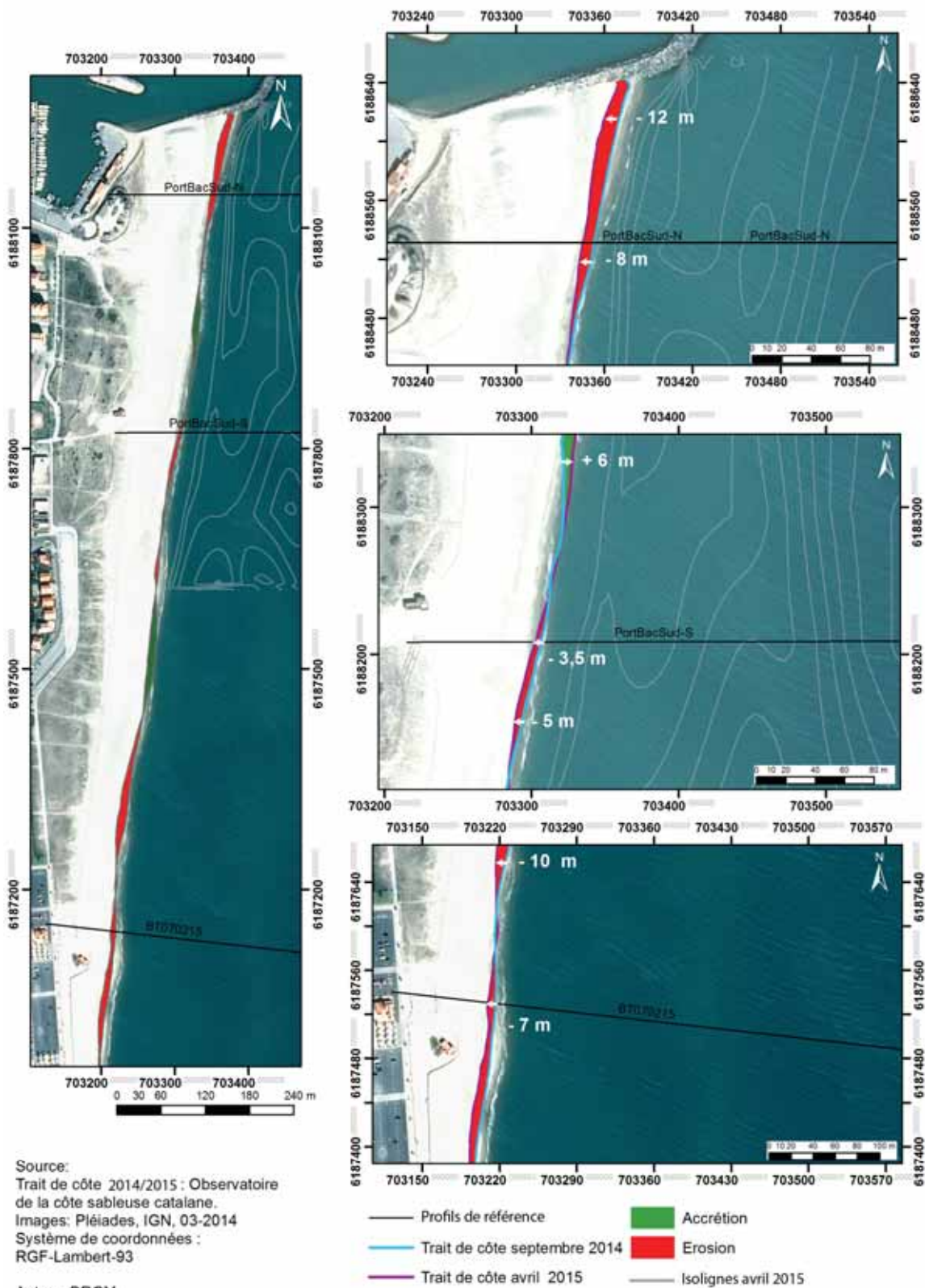


Illustration 53. Carte des traits de côte entre septembre 2014 et avril 2015 du secteur de Port Barcarès Sud

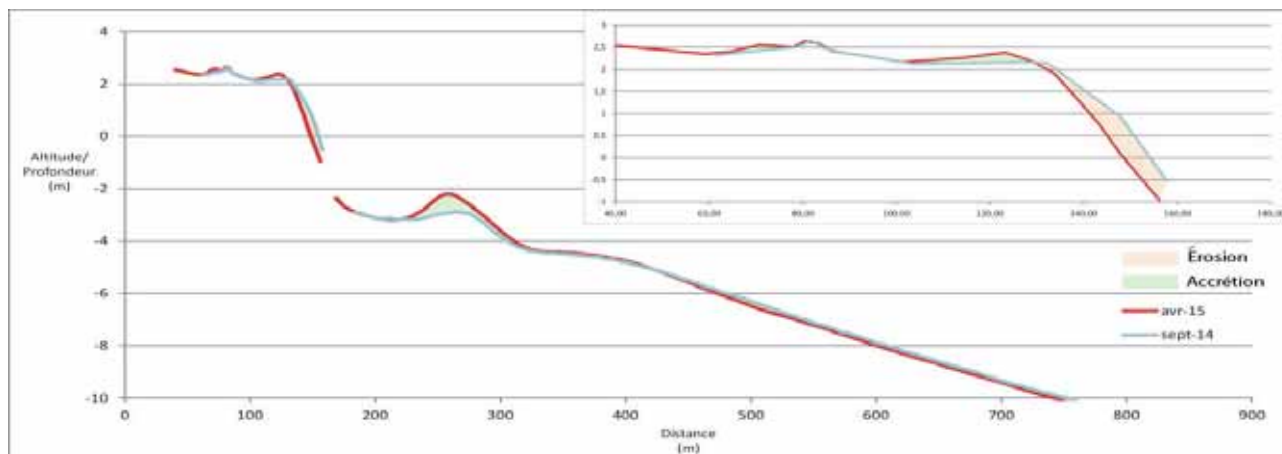


Illustration 54. Profil Port Barcarès Sud N, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Port Barcarès Sud

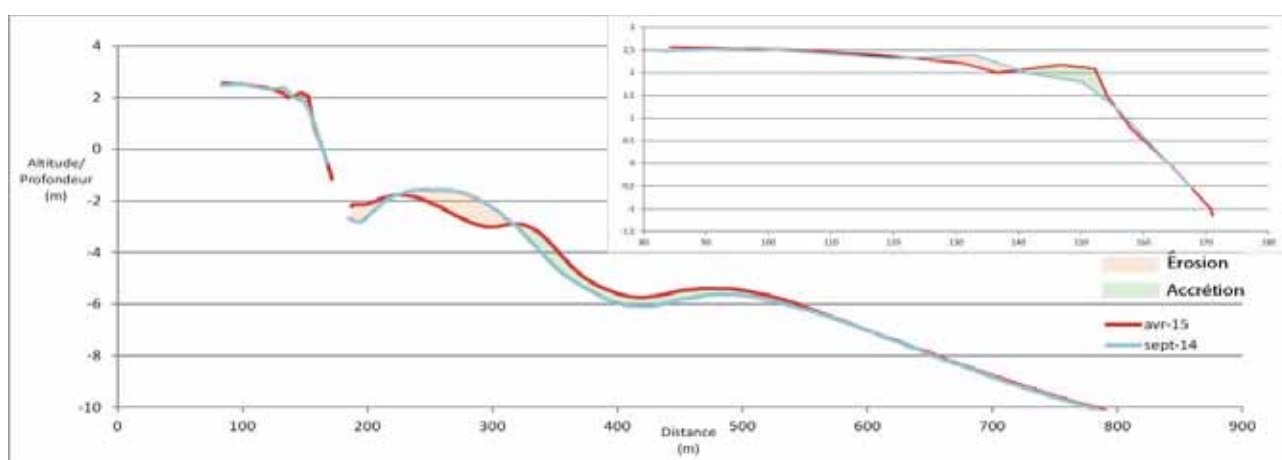


Illustration 55. Profil Port Barcarès Sud S, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Port Barcarès Sud

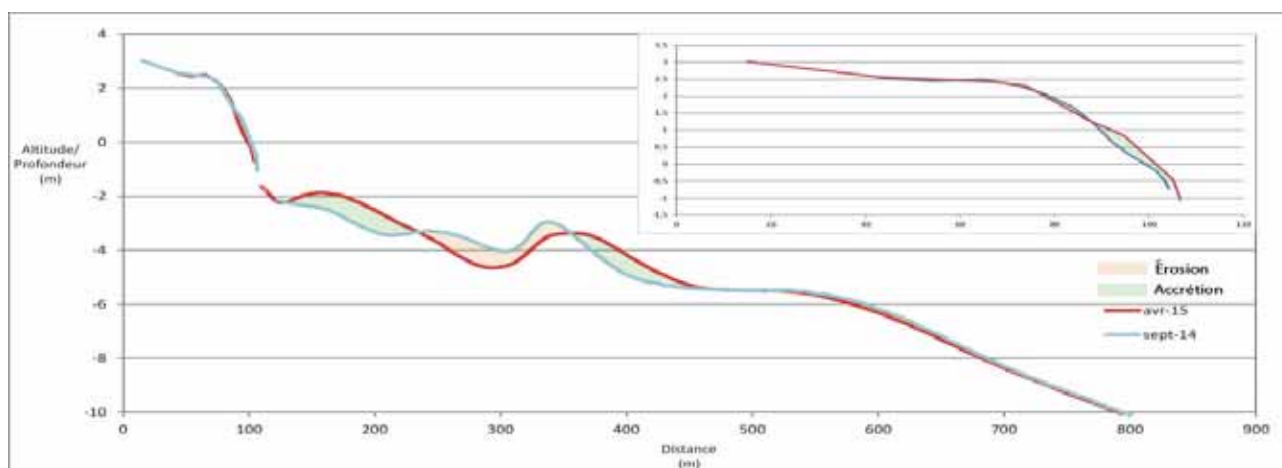


Illustration 56. Profil BT070215, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Port Barcarès Sud

Déplacements sédimentaires saisonniers

La période d'avril 2014 à septembre 2015 est marquée par d'importants prélèvements en sables (d'environ 20 000 m³), qui se traduisent par un bilan sédimentaire négatif de -10 897 m³. Les zones de gain sédimentaire sont relativement faibles et réparties de manière éparse (Cf.

Illustration 58). Au cours de la période hivernale, on observe plusieurs zones de pertes sédimentaires très localisées. Tout d'abord au niveau de la zone de prélèvement, aussi bien au niveau de la plage émergée que du bas de plage. Puis, au Sud du profil Port-Barcarès Sud (Cf. illustration 49), une seconde zone en perte sédimentaire, correspondant à la fosse du système de barre d'avant côte.

Entre septembre 2014 et avril 2015, la majeure partie des déplacements sédimentaires s'observent au niveau de la plage immergée. Le bilan sédimentaire positif de l'ordre de 82 354 m³ de la plage immergée pourrait être lié aux alluvions charriés par l'Agly durant les crues hivernales (cf. Illustration 57 ; Illustration 58). De plus, le repositionnement des flèches sableuses de l'embouchure ont potentiellement pu entraîner un mouvement de transit, via la dérive littorale, vers le nord profitant ainsi au secteur de Port Barcarès Sud.

Ainsi on observe un repositionnement des barres d'avant côte sur l'ensemble du secteur (Cf. Illustration 57). La barre interne jusqu'alors chaotique, se repositionne progressivement, enregistrant une accrétion d'environ 1 m de hauteur au nord, et de 1,5 m au niveau du profil BT070215 (Cf. Illustration 56). On mesure également un engraissement de la barre externe, mobilisée par des mouvements *longshore* et *offshore* relativement faibles et inférieurs à 50 m.

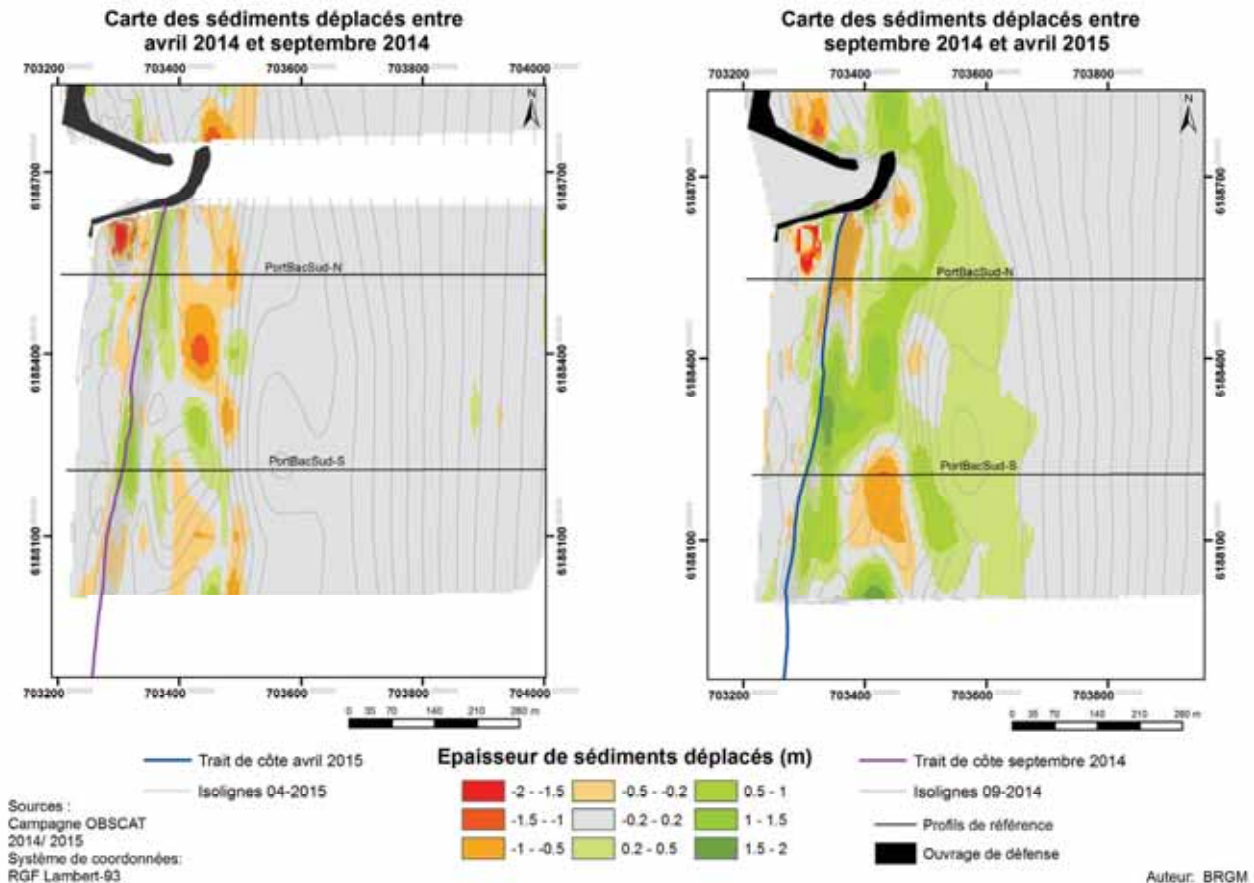


Illustration 57. Carte annuelle et saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre avril 2014/ avril 2015 et septembre 2014/ avril 2015 pour le secteur de Port Barcarès Sud

Port Barcarès Sud 04-2014/09-2014					
Zone	Surface(m ²)	Accrétion (m3)	Erosion (m3)	Total (m3)	Marge d'erreur (m3)
Zone Complète	495429	25 242	-36 140	-10 897	1 003
Zone Immergée	446763	22 103	-29 489	-7 386	477
Zone émergée	48665	3 139	-6 650	-3 511	526

Port Barcarès Sud 09-2014/04-2015					
Zone	Surface(m ²)	Accrétion (m3)	Erosion (m3)	Total (m3)	Marge d'erreur (m3)
Zone Complète	507581	100 960	-20 669	80 291	16 553
Zone Immergée	457900	96 892	-14 538	82 354	14 437
Zone émergée	49681	4 068	-35 207	-31 138	2 117

Illustration 58. Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre avril 2014/ septembre 2014 et septembre 2014/ avril 2015 pour le secteur de Port Barcarès Sud

Bilan

L'évolution annuelle du prisme sableux du secteur de Port Barcarès Sud est principalement marquée par deux dynamiques sédimentaires :

- L'extraction de 20 000 m³ de sable au nord du secteur par *by-pass* en mai et juin 2014 (Cf tableau Gestion littoral et pratiques) ;
- L'apport de sédiments, issus de l'embouchure de l'Agly, par la dérive littorale.

Premièrement, le prélèvement sédimentaire participe au remodelage du profil, notamment au niveau du bas de plage, se traduisant localement par un recul du trait de côte. L'alternance des zones en érosion et en accrétion du secteur est également contrôlée par la morphodynamique des barres d'avant côte car la barre interne jusqu'alors irrégulière se linéarise progressivement. Les portions marquées par une discontinuité de la barre interne en phase de reconstruction, sont alignées sur les zones d'érosion, tandis que les cornes de la barre en contact avec la plage émergée favorisent une stabilité, voir une avancée du trait de côte (Cf. Illustration 53 ; Annexe 1).

3.3.2. Secteur 4 : Embouchure de l'Agly

L'évolution annuelle de l'embouchure de l'Agly se caractérise par une forte variabilité qui se traduit notamment par l'expulsion du corps sableux qui obstrue régulièrement l'embouchure. Les rives nord et sud de l'embouchure sont toutes deux endiguées. La présence de ces ouvrages a pour effet de limiter les déplacements longitudinaux de l'embouchure, et entraîne également une zone d'accumulation au Sud et une zone d'érosion au Nord.

Entre avril 2014 et septembre 2014 on passe d'une embouchure partiellement fermée, au comblement total de l'embouchure, puis entre septembre 2014 et avril 2015 à une embouchure largement dégagée (Cf. Illustration 59 ; Illustration 60). Cette mobilité du corps sableux influence en grande partie les faciès et le bilan sédimentaire du secteur.

L'avant-côte est caractérisée par une barre externe relativement stable, formant un croissant dans l'alignement de l'embouchure à environ 600 m de la côte. La barre interne est nettement plus dynamique et irrégulière. Elle est située entre 300 m et 400 m de la côte. La barre interne présente une géométrie variable et complexe parfois associée à une succession de corps sableux, qui gravitent autour du pro-delta de l'Agly.

Septembre 2014 : la partie émergée de la flèche sableuse est rectiligne et ferme quasi-totalement l'embouchure (Cf. Illustration 59 ; Illustration 60). Elle s'étire sur près de 200 m de linéaire, sur une largeur comprise entre 25 m au Sud à quelques mètres au Nord. Le bas de plage de la flèche sableuse côté mer et des plages Nord et Sud, est assez pentu avec une berme bien marquée (Cf. Illustration 61 ; Illustration 62).

Avril 2015 : le corps sableux émergé est caractérisé par une forme évasée, scindée en deux parties, chacune enracinée sur les rives Nord et Sud de l'embouchure. Son évolution au cours de l'hiver est principalement marquée par l'ouverture de la flèche qui se traduit à la fois par un dépôt dans la partie interne de l'embouchure et un dépôt massif côté mer. Une petite flèche sableuse est en reformation depuis la rive Nord (Cf. Illustration 59 ; Illustration 60). Elle présente des pentes relativement douces, avec une berme peu prononcée. La plage sud enregistre une légère accrétion, ainsi qu'une linéarisation du bas de plage. La même tendance s'observe au niveau du bas de plage directement au Nord de l'embouchure. Plus au Nord, les pentes deviennent plus pentues et la berme plus marquée (Cf. Illustration 61 ; Illustration 62).



Illustration 59. Suivi photographique de l'embouchure de l'Agly entre avril 2014 et avril 2015

Evolution saisonnière du trait de côte

Au Nord, sur 200 m de linéaire on mesure un recul du trait de côte d'environ 15 m (Cf. Illustration 60). Ce recul du trait de côte s'accompagne d'un abaissement du bas de plage d'environ 1,5 m. En parallèle, on mesure un engraissement localisé du haut de plage de 50 cm (Cf. Illustration 61).

Au Sud de l'embouchure, on note la présence d'une zone d'accumulation sur près de 300 m de linéaire, enregistrant en moyenne une avancée du trait de côte de 12 m, entre septembre 2014 et avril 2015 (Cf. Illustration 60). Au niveau du profil sud, on observe un engraissement du haut de plage d'environ 50 cm, accompagné par un abaissement du bas de plage et d'un recul de la berme de quelques centimètres (Cf. Illustration 61 ; Illustration 62).

L'évolution du trait de côte semble contrôlée à la fois par la rythmicité du colmatage/déblaiement du corps sableux qui obstrue l'embouchure et par l'implantation des digues de calibrage, notamment la digue sud qui peut agir comme un épi de plage, favorisant une zone d'accumulation au sud et une zone d'érosion au nord.

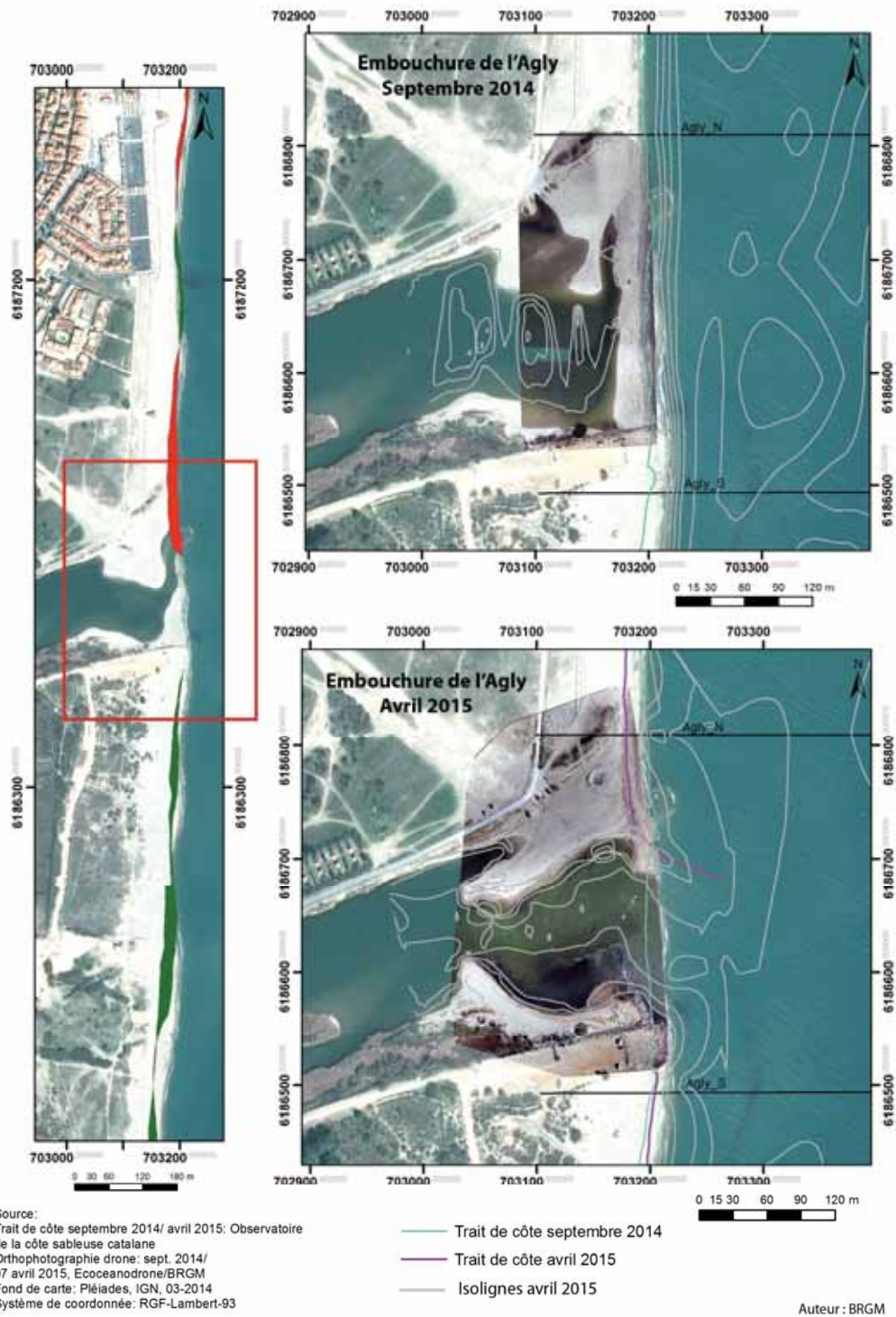


Illustration 60. Carte des évolutions morphologiques de l'embouchure de l'Agly entre septembre 2014 et avril 2015⁶

⁶ Nb. En raison de l'importante mobilité des flèches sableuses de l'embouchure de l'Agly et de la Têt entre les deux campagnes OBSCAT (septembre 2014 et avril 2015), le différentiel trait de côte « en érosion/ en accrétion », appliqué aux autres secteurs, n'a pas été retenu afin de conserver une bonne visibilité de la mobilité saisonnière des flèches sableuse.

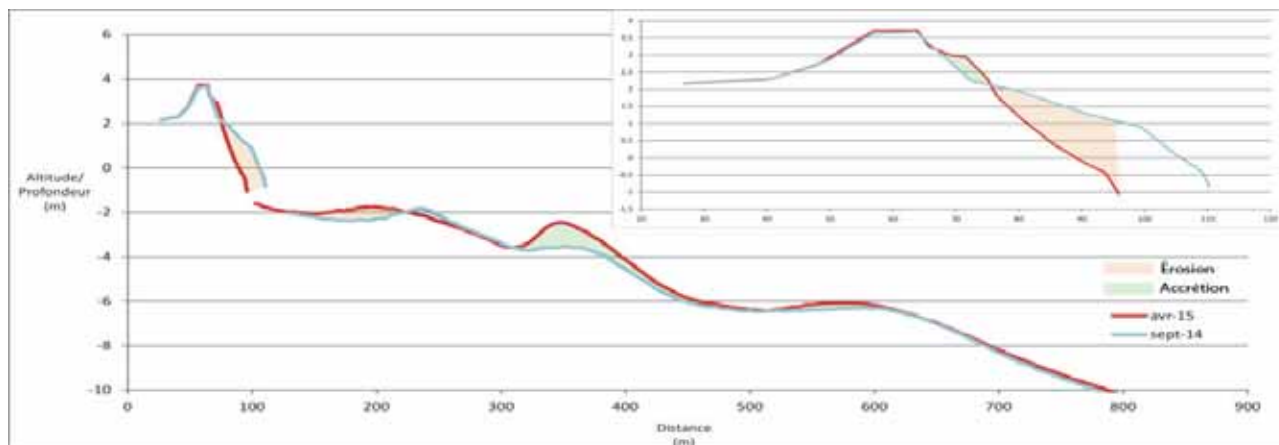


Illustration 61. Profil Agly N, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de l'Agly

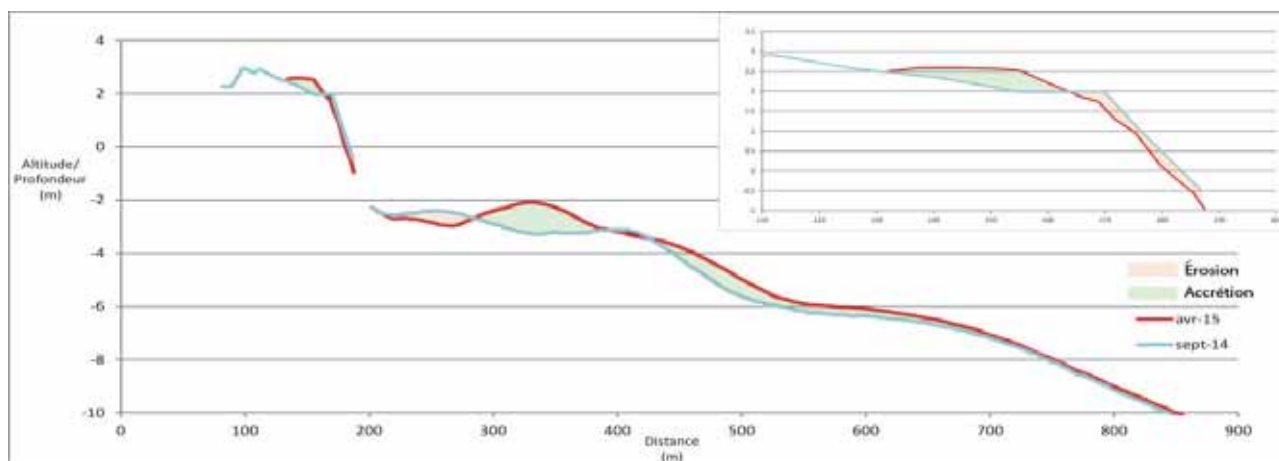


Illustration 62. Profil Agly S, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de l'Agly

Déplacements sédimentaires saisonniers

Le bilan sédimentaire du secteur est également contrôlé par l'évolution du corps sableux de l'embouchure. Le déblaiement de la flèche sableuse colmatant l'embouchure, entraîne une importante mobilité sédimentaire, qui va venir alimenter l'ensemble du secteur (Cf. Illustration 63). Ainsi sur la partie émergée du corps sableux, on a un bilan sédimentaire négatif entre septembre 2014 et avril 2015 de $-10\,873\text{ m}^3$, tandis qu'au niveau de la plage immergée le bilan sédimentaire est positif avec un total de $74\,432\text{ m}^3$ (Cf. Illustration 64).

On mesure un engraissement de l'avant côte compris entre 50 cm et 1 m, au niveau de la barre externe et de manière plus marquée sur la barre interne (Cf. Illustration 63). Au niveau du profil nord, cette accrétion est essentiellement localisée au niveau de la barre interne, qui migre vers le Nord. Sur le profil sud, l'engraissement de l'avant côte se traduit par une accrétion de la barre interne d'environ 1,5 m, suivie d'une accrétion générale d'environ 50 cm sur la zone Est de l'avant côte. Cette progression traduit aussi un mouvement de la barre vers la côte (Cf. Illustration 62).

Les dépôts sableux du delta de l'Agly sont situés plus au nord, dans l'axe de l'embouchure, ce qui traduit l'expulsion sédimentaire lors des crues de novembre 2014 et mars 2015. Ce fait étant également attesté par la présence d'une flèche perpendiculaire au trait de côte, ancrée sur la rive nord (Cf. Illustration 63).

Les deux principales zones de pertes en sédiments sont localisées dans la zone d'embouchure et au sur la plage nord (Cf. Illustration 63). Au niveau de l'embouchure, on observe un déplacement des bancs de sable vers l'amont, traduisant une remontée d'une partie du sable de la flèche à l'occasion d'une tempête. En parallèle, le bas de plage au Nord de l'embouchure est également marqué par une importante perte en sédiments sur tout le linéaire. Ce recul est probablement à mettre en relation avec l'ouverture de la flèche. L'embouchure fermée en septembre 2014, permettait un transfert sédimentaire par la dérive littorale du sud vers le nord, qui n'est plus possible en avril 2015 du fait de l'ouverture et de la création de flèche perpendiculaire au trait de côte, pouvant également piéger une partie des mouvements sableux.

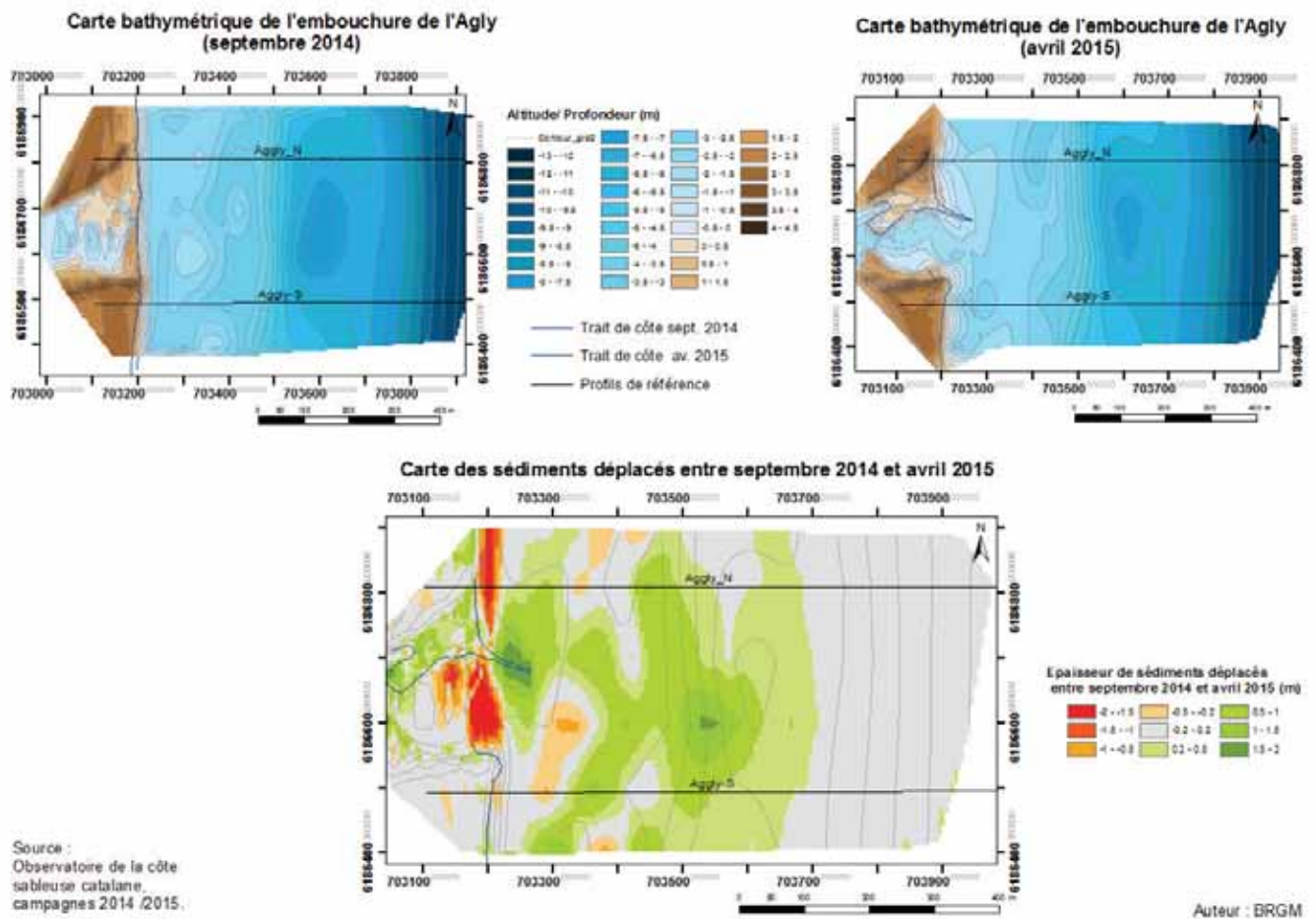


Illustration 63. Carte des volumes de sédiments déplacés entre septembre 2014 et avril 2015 pour le secteur de l'Agly

Agly	Période	Volume des bancs de sables émergés	Différentiel sept. 2014- av. 2015	Marge d'erreur (m3)
	sept. 2014	25 968	-10873	853
	av. 2015	15 095		

Zone immergée (Agly)	Surface (m²)	Accrétion (m3)	Erosion (m3)	Total (m3)	Marge d'erreur (m3)
	369 242	112 230	-37 797	74 432	6 193

Illustration 64. Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre septembre 2014 et avril 2015 pour le secteur de l'Agly

Bilan

Le secteur de l'embouchure de l'Agly est principalement contrôlé par l'alternance du colmatage et du déblaiement de l'embouchure qui se répercute sur l'ensemble de la zone. Entre septembre 2014 et avril 2015, on assiste à un déblaiement de l'embouchure qui s'accompagne d'une réorganisation de la flèche sableuse et du pro-delta vers le nord (dans l'axe de l'embouchure). Une migration des bancs d'embouchure vers l'amont indique l'effet potentiel de la tempête de fin novembre 2014 qui pourrait avoir contribué à l'ouverture partielle de la flèche. L'expulsion sédimentaire importante observée sur le delta de l'Agly résulte quant à elle probablement des crues du 30 novembre et de mars 2015. Le volume déposé sur l'avant côte étant bien supérieur aux érosions constatées dans la zone d'embouchure, on peut supposer que les crues ont également contribué à des apports depuis l'amont, probablement prélevés dans la partie la plus distale du fleuve .

A l'issue de l'hiver, deux tendances distinctes se dégagent au niveau du trait de côte :

- Au Sud, on mesure une progression du trait de côte malgré un abaissement du bas de plage. Cette tendance peut être liée à la fois aux apports en sédiments de l'embouchure et à la digue de calibrage sud, qui pourrait favoriser une accumulation.
- Au Nord, la plage se distingue par une nette tendance à l'érosion avec un recul du trait de côte de -15 m. La rive nord démaigrit en raison de l'interruption du transit par ouverture de la flèche, mais devrait bénéficier du remaniement progressif des dépôts de crue sur le pro-delta.

3.4. CELLULE 8 – DE L'AGLY AU BOURDIGOU

Cette cellule comprend les embouchures du Bourdigou et de l'Agly, ainsi que le littoral de la commune de Torreilles-Plage, soit les secteurs 5 et 6, ainsi que le secteur B.



Illustration 65. Localisation des secteurs 4, 5 et 6 au sein de la cellule 8 (fond Google Earth)

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 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, même si les levés 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.

3.4.1. Secteur B – Dunes de Torreilles

L'évolution du massif dunaire entre 2010 et 2014 concernant les secteurs situés au-dessus de la cote +3 m NGF montre une hétérogénéité avec les extrémités Nord et Sud qui semble globalement préservées alors qu'au centre l'ensemble du massif s'abaisse de près de 50 cm d'altitude sur une distance de l'ordre de 300 m (Illustration 66). En termes de superficie, la surface dont l'altitude est supérieure à +3 m NGF passe de 33 675 m² en 2010 à 19 935 m² en 2014. Ce volume de 13 740 m³ (marge d'erreur estimée à +/- 1 700 m³), correspond à une perte d'environ 40% de la surface initiale (précision de +/- 5%). Sur ce secteur, la largeur de la plage est plutôt réduite et montre des stigmates de brèches récentes.

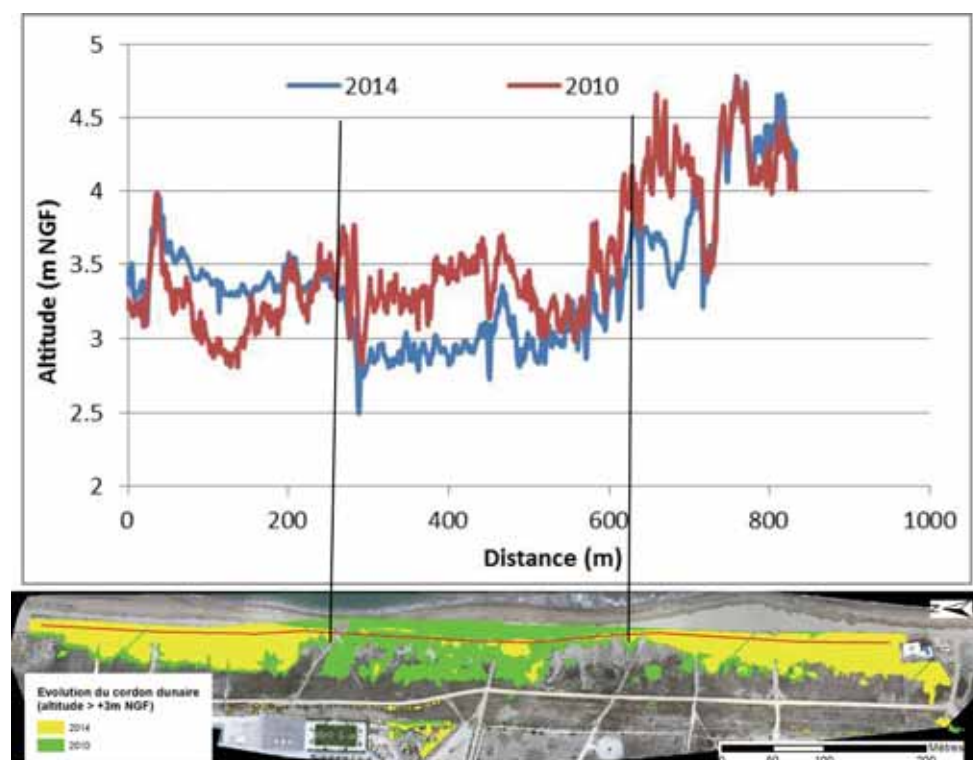


Illustration 66. Evolution morphologique du massif dunaire de Torreilles entre 2010 et 2014

Compte tenu de ces résultats, il sera important de mettre en place des actions de protection et de revégétalisation du cordon dunaire sur cette portion centrale qui présente une plus grande vulnérabilité aux épisodes fortement énergétiques.

3.4.2. Secteur 5 : Torreilles

A l'issue des quatre dernières campagnes OBSCAT, le secteur de Torreilles (cf. illustration 66) apparaît comme un secteur majoritairement enclin à l'érosion. Toutefois, ce secteur présente une forte variabilité interannuelle. La répartition des secteurs d'érosion et d'accrétion fluctue dans le temps aussi bien à l'échelle annuelle que saisonnière.

Le secteur de Torreilles se caractérise par une alternance de portions de plage relativement large (environ 30 m entre le trait de côte et la première végétation), et des portions très étroites de moins de 10 m de large avec des fortes pentes (Cf. Illustration 69). Ces zones relativement étroites sont principalement localisées dans la partie centrale du secteur, tandis que les portions de plages plus larges sont réparties aux extrémités Nord et Sud.

Le profil de plage présente des pentes relativement fortes, avec une berme bien marquée (Cf. Illustration 70 ; Illustration 71 ; Illustration 72). L'arrière plage se distingue par la présence d'un cordon dunaire relativement important. Le bas de plage est localement très pentu. La morphologie de l'avant côte se caractérise par une barre interne dynamique et discontinue qui ne présente pas de formes régulières. Elle est soumise à un mouvement *longshore* de direction nord. La barre externe, elle aussi discontinue, présente une morphologie relativement complexe et peu marquée. Elle se situe à 400 m de la côte à une profondeur estimée entre 4,5 m et 5,5 m (Cf. Illustration 70 ; Annexe 1).

Ce secteur apparaît comme particulièrement vulnérable aux aléas érosion et submersion. En effet, au-delà de l'érosion récurrente, plusieurs franchissements et brèches du cordon dunaire durant des épisodes de tempête ont précédemment entraîné une submersion de l'arrière plage. La réhabilitation du cordon dunaire, déjà initiée et prochainement complétée par de nouveaux projets, a pour objectif de limiter les impacts des événements météo-marins de forte intensité sur les enjeux environnementaux et touristiques de la zone.



Illustration 67. Vue aérienne de Torreilles-plage, 2011, Région Languedoc-Roussillon.



Illustration 68. Suivi photographique Torreilles

*A) Photographie du secteur Nord de Torreilles (image de gauche), avril 2015, OBSCAT ;
B) Photographie du secteur Sud de Torreilles avant le ramassage des dépôt de tempête en haut de plage (image de droite,) avril 2015, OBSCAT*

Evolution saisonnière du trait de côte

L'hiver 2014-2015 est marqué par une érosion renforcée sur la majorité du secteur. On mesure un recul du trait de côte échelonné entre -4 m et -10 m (Cf. Illustration 69). Ces secteurs en érosion sont principalement localisés au niveau des portions de plage relativement raides. Seules quelques zones présentent une avancée maximale de 7 m. Ces secteurs, très localisés, correspondent aux racines de la barre interne en contact direct avec la plage émergée, favorisant ainsi des pentes plus douces (Cf. Annexe 1).

On peut souligner que la partie sud du secteur enregistre le recul du trait de côte le plus important du secteur (-10 m). Cependant, bien que l'on mesure un taux de recul plus faible au nord de la partie centrale du secteur (-3 m), cette zone apparaît bien plus vulnérable car la largeur de la plage y est déjà très faible (Cf. Illustration 69). En cas de tempête, l'énergie de la houle n'est que faiblement dissipée au niveau de l'avant côte, car la barre interne et la barre externe y sont discontinues. Ainsi, à quelques mètres de la côte on atteint une profondeur de l'ordre de -3 m (Cf. Annexe 1). Le déferlement y est donc plus important, de même que les courants de retrait. Le prisme sableux émergé est potentiellement plus lourdement impacté, tout comme le cordon dunaire.

Ce recul du trait de côte se manifeste également par un abaissement global de la berme et du bas de plage. On y mesure un démaigrissement moyen compris entre -1 m et -1,5 m d'épaisseur (Cf. Illustration 70 ; Illustration 71 ; Illustration 72). Cette évolution entraîne une accentuation des pentes déjà bien marquées du profil de plage. En parallèle, on mesure une accrétion du haut de plage d'environ 50 cm au niveau des profils Torreilles C et Torreilles S, liée aux apports sableux en cas de franchissement de berme de jet de rive (Cf. Illustration 70 ; Illustration 71 ; Illustration 72).

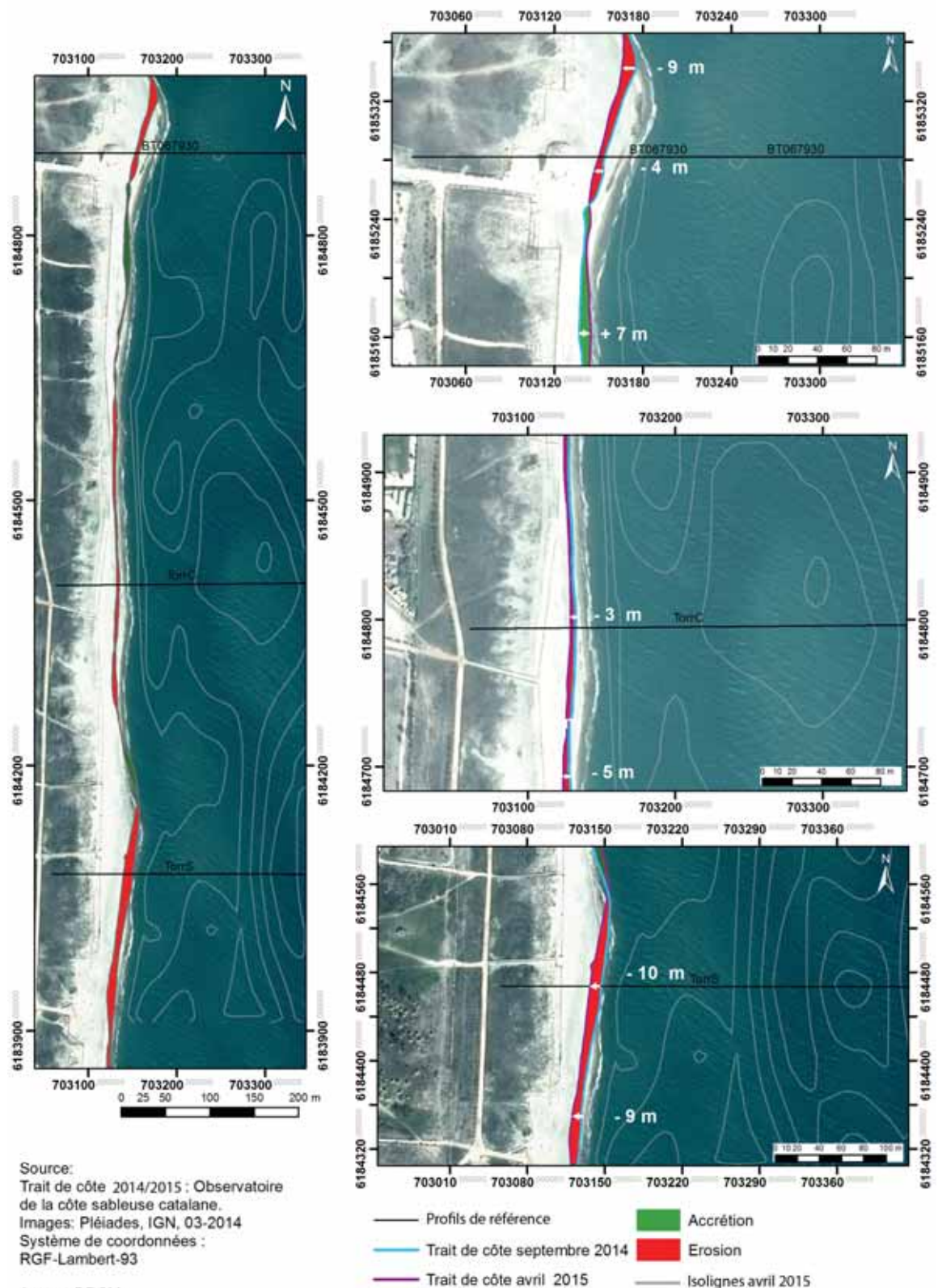


Illustration 69. Carte des traits de côte entre septembre 2014 et avril 2015 du secteur de Torreilles

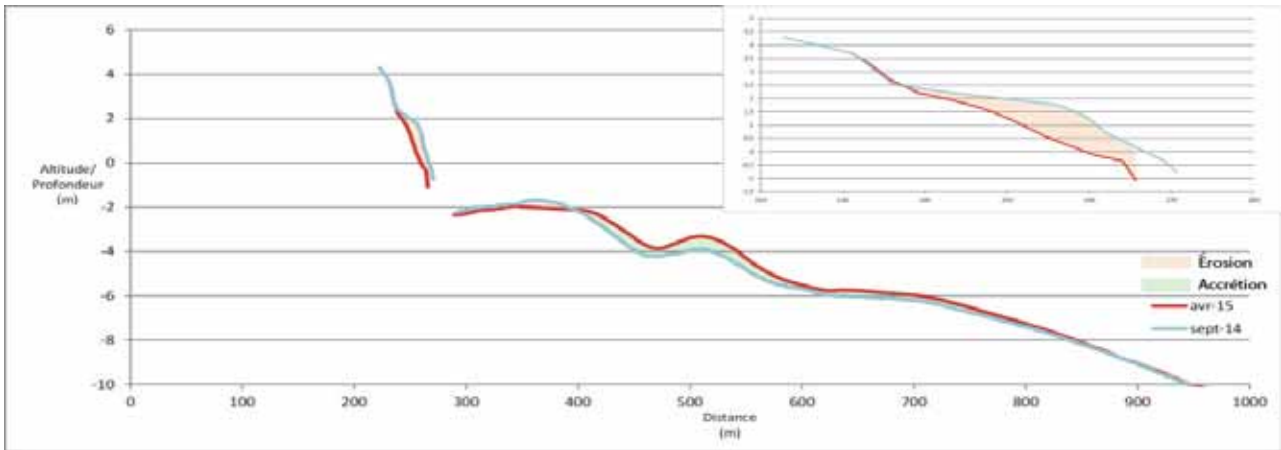


Illustration 70. Profil BT067930, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Torreilles

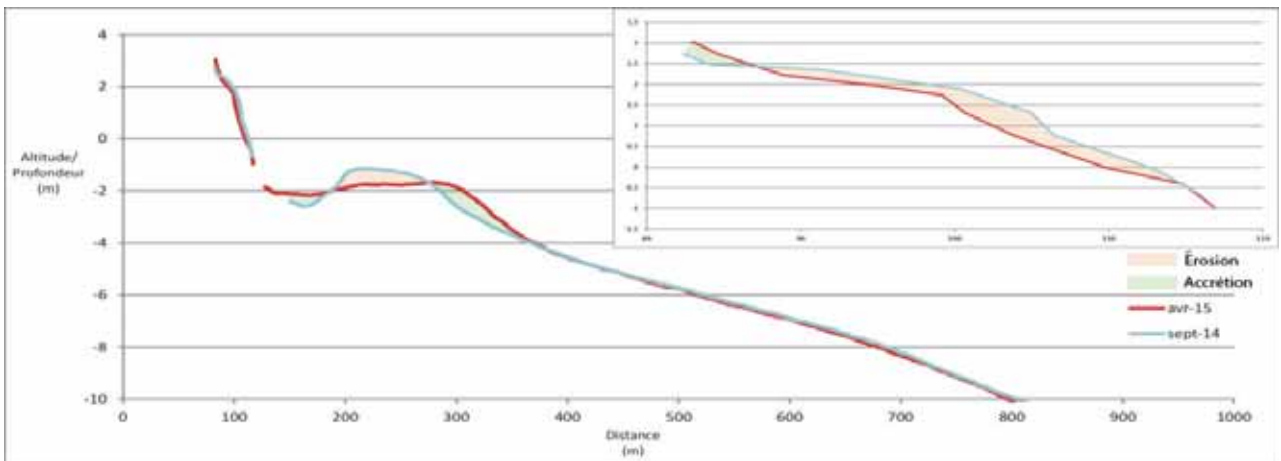


Illustration 71. Profil Torreilles C, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Torreilles

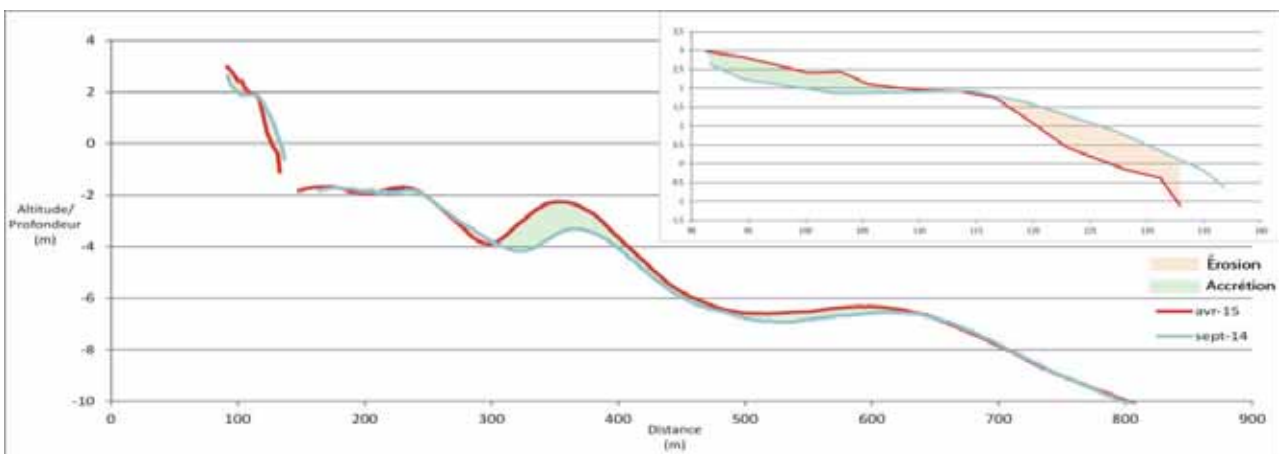


Illustration 72. Profil Torreilles S, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Torreilles

Déplacements sédimentaires saisonniers

A l'issue de la période estivale (avril 2014 à septembre 2014) le bilan sédimentaire du secteur de Torreilles est négatif avec un volume total de $-49\,164\text{m}^3$ pour l'ensemble de la zone (Cf. Illustration 74). Les pertes en sédiments de la plage émergée sont principalement localisées dans le Sud du secteur (Cf. Illustration 73). Les zones de gains ne présentent pas de valeurs très élevées et sont réparties de manière éparse, en lien avec les mouvements de barres.

La période couvrant septembre 2014 et avril 2015 se solde par un bilan sédimentaire nettement positif, de l'ordre de $126\,757\text{m}^3$ (Cf. Illustration 74). On peut supposer que l'apport sédimentaire entre la période estivale et l'hiver 2014-2015, peut être lié aux crues hivernales et aux alluvions charriés par le Bourdigou, dont l'embouchure se situe au sud de Torreilles. On peut également supposer que ces gains peuvent avoir pour origine les sédiments issus de l'érosion du cordon dunaire.

Au nord de la partie centrale du secteur, on observe une zone de perte majeure qui est continue entre la plage émergée et la plage immergée. On y enregistre des pertes de l'ordre de -2 m d'épaisseur (Cf. Illustration 73 ; Illustration 70). Comparativement, d'autres zones de pertes sédimentaires sont visibles bien que moins importantes, notamment au niveau du bas de plage aux extrémités nord et sud du secteur.

Les principaux gains de volume de l'avant côte correspondent à une réorganisation du système de barre, bien plus marquée au niveau de la barre externe que de la barre interne. Cette réorganisation est principalement fonction des apports sédimentaires hivernaux, et d'une migration *longshore* de la barre de près de 30 m vers le Nord (Cf. Illustration 73; Annexe 1) .

Dans la partie nord, les gains en sédiments se manifestent par de faibles épaisseurs comprises en 0,2 m et 0,5 m, répartis sur une zone étendue, notamment à proximité de la barre externe. Au centre du secteur, le déplacement de volume suit un mouvement *crossshore*, depuis la barre interne vers la barre externe (Cf. Illustration 73 ; Illustration 71). Enfin, dans la partie sud, on mesure une nette accréation de la barre externe de près de 2 m probablement liée aux apports issus des crues, tandis que la barre interne reste stable (Cf. Illustration 73 ; Illustration 72).

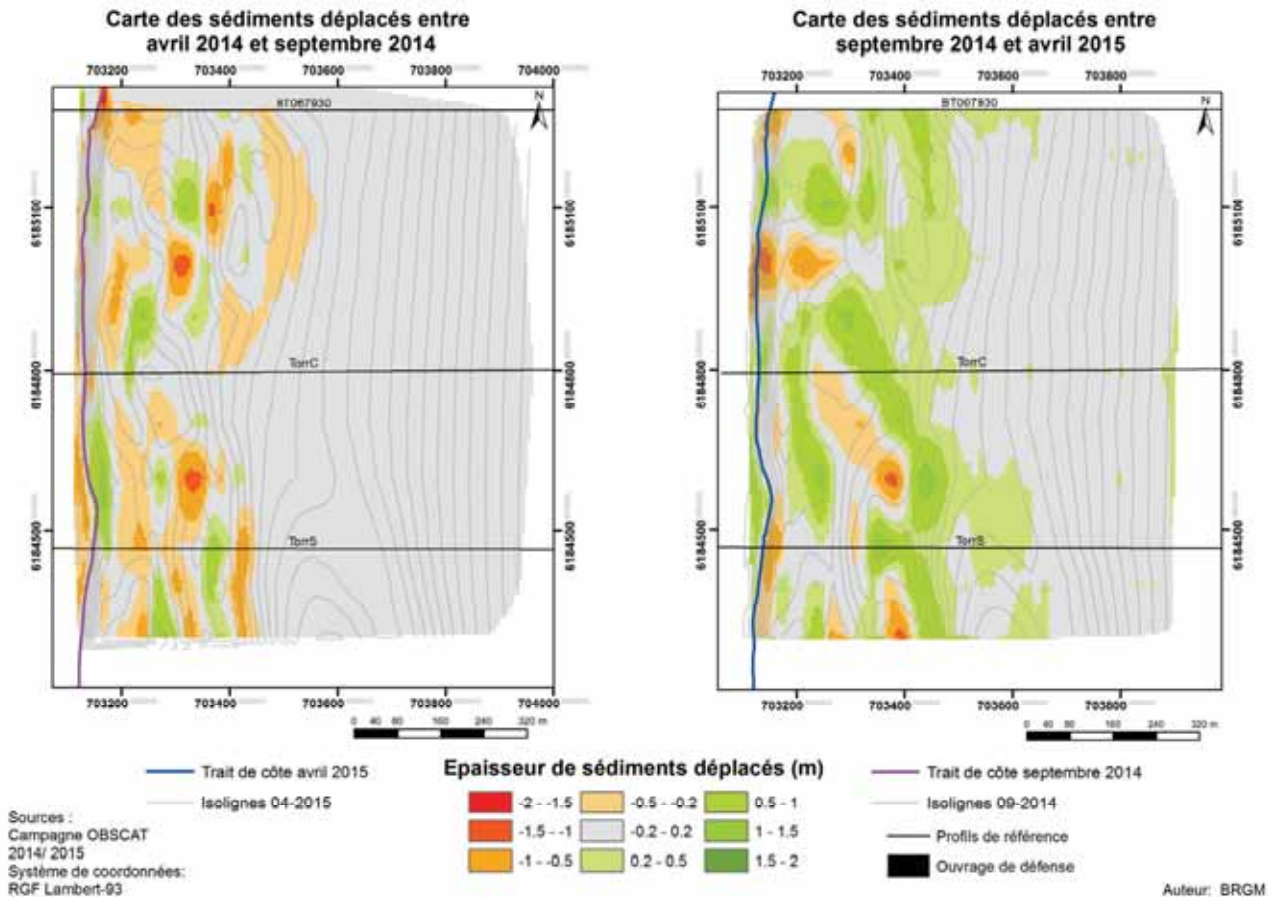


Illustration 73. Carte annuelle et saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre avril 2014/ septembre 2014 et septembre 2014/ avril 2015 pour le secteur de Torreilles

Torreilles 04-2014 /09-2014					
Zone	Surface(m ²)	Accrétion (m3)	Erosion (m3)	Total (m3)	Marge d'erreur (m3)
Zone Complète	852421	51 274	-100 438	-49 164	1 289
Zone Immergée	828146	49 292	-94 644	-45 352	3 101
Zone émergée	24275	1 982	-5 794	-3 812	-1 813

Torreilles 09-2014/04-2015					
Zone	Surface(m ²)	Accrétion (m3)	Erosion (m3)	Total (m3)	Marge d'erreur (m3)
Zone Complète	764350	157 962	-31 205	126 757	16 379
Zone Immergée	744380	152 671	-28 793	123 878	16 133
Zone émergée	19969	5 291	-2 412	2 878	246

Illustration 74. Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre avril 2014/ septembre 2014 et septembre 2014/ avril 2015 pour le secteur de Torreilles

Bilan

L'évolution du secteur de Torreilles, entre avril 2014 et avril 2015 est principalement marquée par :

- Un recul du trait de côte sur la majorité du secteur, avec une alternance de zones en érosion (entre -3 m et -10 m) et en accrétion ($> + 7$ m) ;
- Un renforcement de la vulnérabilité de certaines zones déjà menacées ;
- Un apport sédimentaire favorisant potentiellement la réorganisation des barres d'avant côte ;
- Une fragilisation du cordon dunaire dans la partie centrale du secteur ;
- Une forte mobilité du stock sableux des barres d'avant-côte.

La barre externe peu marquée et discontinue, associée à l'irrégularité de la barre interne favorise une érosion plus marquée sur certaines zones. Ce recul du trait de côte implique localement une vulnérabilité accrue pour les secteurs présentant des portions de plages étroites, accentuant une fragilisation du cordon dunaire et potentiellement le risque de submersion.

De manière générale, on observe une nette tendance de recul du bas de plage ainsi qu'un engraissement du haut de plage. Cet engraissement est probablement lié à un apport sableux des petits fonds lors du franchissement de la berme.

La dynamique des barres d'avant côte se distingue par un mouvement *longshore* de direction Nord et une faible mobilité vers l'Est. On mesure également un engraissement notable sur la période septembre 2014 avril 2015, lié à un important apport sédimentaire probablement imputable aux crues hivernales, qui pourrait favoriser la reconstitution des barres d'avant côte.

3.4.3. Secteur 6 : Embouchure du Bourdigou

L'embouchure du Bourdigou est caractérisée par une large flèche sableuse qui s'étire sur plus de 700 m du Nord au Sud. L'embouchure est fixée depuis 1976 par des digues de calibrage implantées sur les rives Nord et Sud. La digue sud participe au blocage du transit sédimentaire vers le nord. Ce secteur fait l'objet d'extraction ponctuelle notamment au Sud de l'embouchure. Depuis 2013, la tendance générale du secteur est caractérisée par une érosion assez marquée au sud, et une stabilisation de la plage au Nord.

L'avant côte du secteur du Bourdigou se distingue par une barre externe en croissant peu marquée et continue, s'estompant vers le Nord au niveau de l'embouchure. Les barres internes le plus souvent au nombre de deux, sont en revanche fragmentées et irrégulières. La plage est caractérisée par un bas de plage de pente importante, une berme bien marquée et un haut de plage de pente très faible voir inversé au Sud.

Sur la période d'étude, l'évolution de l'embouchure se traduit par un comblement partiel l'embouchure en septembre 2014, suivi d'un déblaiement opéré au cours de l'hiver.



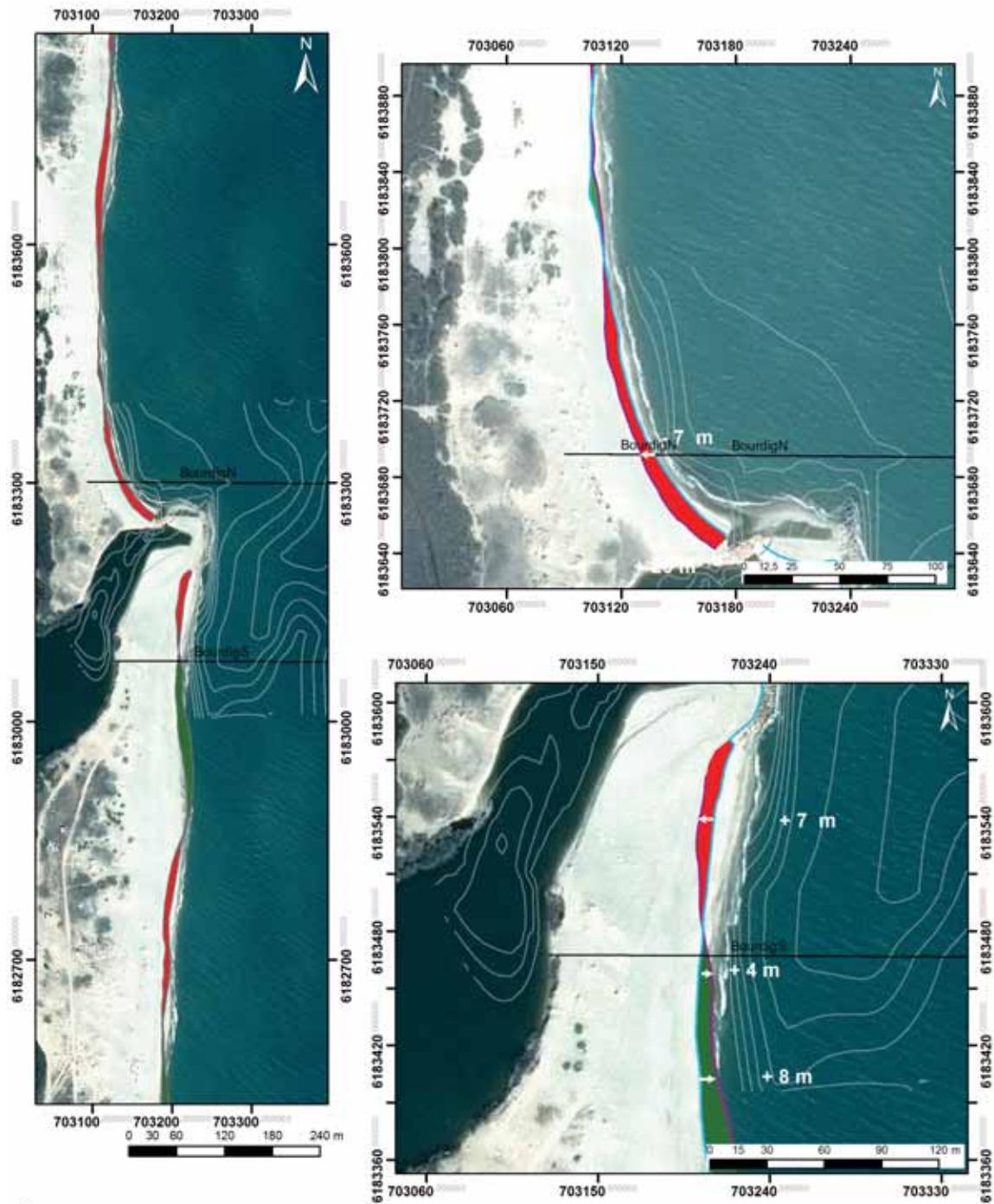
Illustration 75. Suivi photographique de l'évolution de l'embouchure du Bourdigou entre avril 2014 et avril 2015

Evolution saisonnière du trait de côte

Entre septembre 2014 et avril 2015, l'évolution du trait de côte sur le secteur est caractérisée par une alternance entre des zones en érosion et en accrétion. Au droit des ouvrages de défenses, aussi bien au Sud qu'au Nord, on mesure un recul du trait de côte moyen de 7 m. L'alternance entre zone d'érosion et d'accrétion est plus marquée au sud, passant d'une avancée du trait de côte comprise entre 4 m et 8 m, sur environ 100 m, à une zone de recul au droit de l'épi sud.

Le Nord de l'embouchure se distingue par une importante érosion qui s'accompagne, entre septembre 2014 et avril 2015, d'un abaissement significatif du haut de plage d'environ 1 m. On passe ainsi d'un profil de plage avec une berme peu prononcée, à une berme très marquée. La tendance érosive de cette zone peut s'expliquer par la présence des ouvrages de défenses qui bloquent le transit sédimentaire vers le Nord. Le profil sud se distingue par une évolution de la plage émergée bien moins importante. On observe un faible abaissement du haut de plage, de moins de 50 cm.

Dans la partie sud du secteur, cette tendance peut s'expliquer en partie par l'organisation de la barre interne. La portion de plage en accrétion se situe dans le prolongement de la barre interne qui vient s'enraciner au niveau de la côte, tandis que la portion de plage en érosion est dans l'alignement de la fosse interne. Premièrement, on peut supposer que la racine de la barre va favoriser un engraissement et protéger cette portion de plage lors des coups de mer. Le déferlement ayant lieu au niveau de la barre plutôt que directement sur la côte. A l'inverse, la portion de la barre précédant la fosse interne est moins marquée, l'atténuation de la houle y sera moins importante. De plus, au niveau de la fosse interne les courants de retrait sont plus importants et peuvent potentiellement déplacer plus de sédiments déjà mobilisés par le déferlement.



Source:
 Trait de côte 2014/2015 : Observatoire
 de la côte sableuse catalane.
 Images: Pléiades, IGN, 03-2014
 Système de coordonnées :
 RGF-Lambert-93

Auteur: BRGM

- Profils de référence
- Trait de cote septembre 2014
- Trait de cote avril 2015
- Accrétion
- Erosion
- Isolignes avril 2015

Illustration 76. Carte des traits de côte entre septembre 2014 et avril 2015 du secteur du Bourdigou

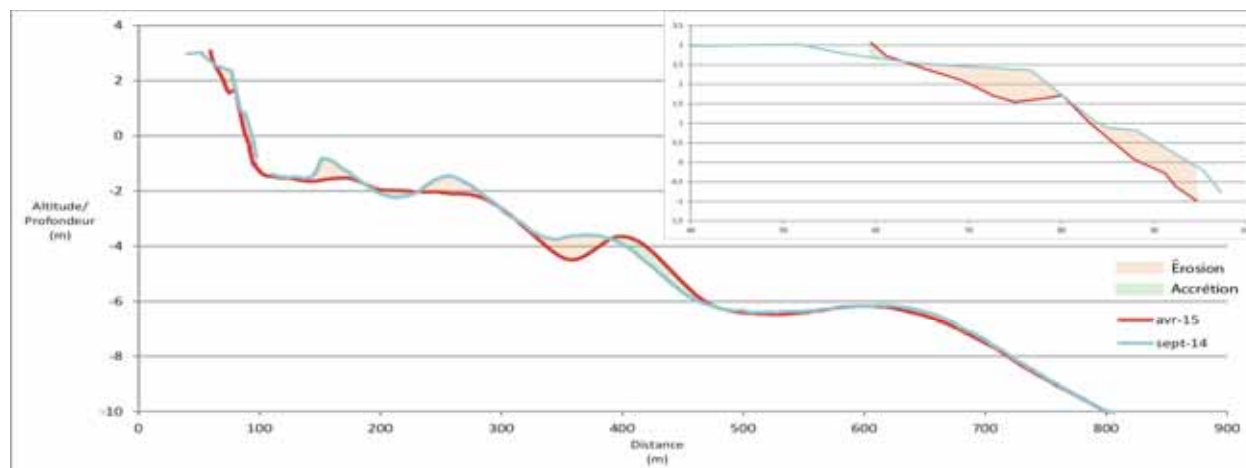


Illustration 77. Profil Bourdigou N, septembre 2014 et avril 2015. Secteur du Bourdigou

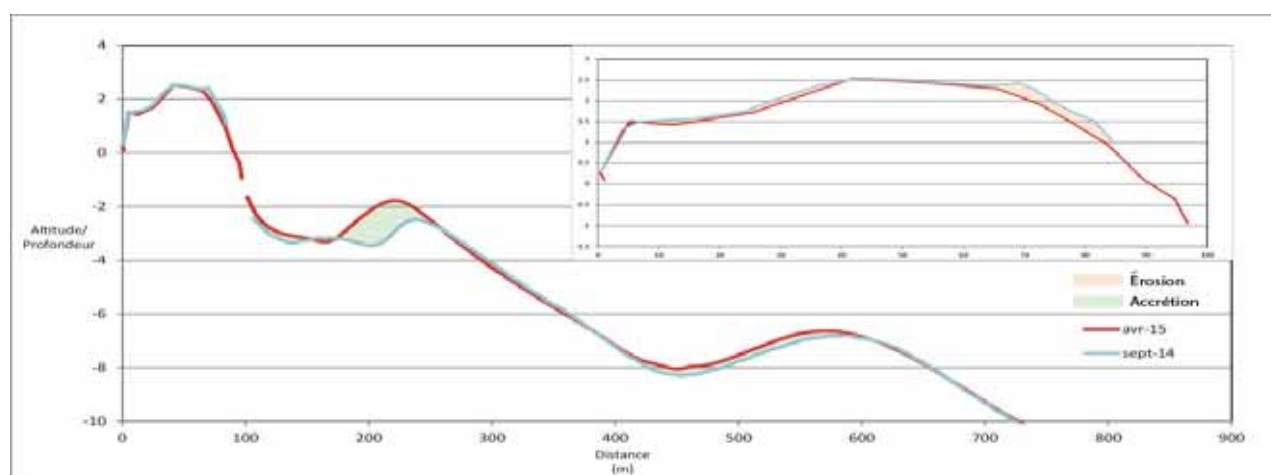


Illustration 78. Profil Bourdigou S, septembre 2014 et avril 2015. Secteur du Bourdigou

Déplacements sédimentaires saisonniers

L'évolution de la plage immergée se distingue par une forte variabilité de la barre interne, en partie activée par un déplacement vers le Nord d'environ 100 m (Cf. Annexe 1). Au niveau du profil nord, on observe une linéarisation et une disparition des barres internes située entre 200 m et 300 m de la côte, ainsi qu'un léger déplacement vers le large de la barre située à 400 m de la côte (Cf. Illustration 77 ; Illustration 78). Au niveau du profil sud, on mesure un engraissement de la barre interne d'environ 2 m, ainsi qu'une faible accrétion au niveau de la barre externe. Cette évolution au Sud semble résulter principalement de la légère migration des barres d'avant-côte vers le Nord (Cf. Illustration 79).

A l'issue de l'hiver le bilan sédimentaire du secteur est positif au niveau de la plage immergée avec un total de 16 563 m³, alors que la plage émergée enregistre un déficit sédimentaire avec un total de -31 546 m³ (Cf. Illustration 80).

On remarque des pertes significatives en sédiments localisées au droit de la digue sud, sur le haut et le bas de plage, mais également au Nord de l'embouchure, dans la zone déblayée

durant l'hiver. Au niveau de l'avant côte, les zones de pertes sont essentiellement localisées au niveau des fosses internes (Cf. Illustration 79).

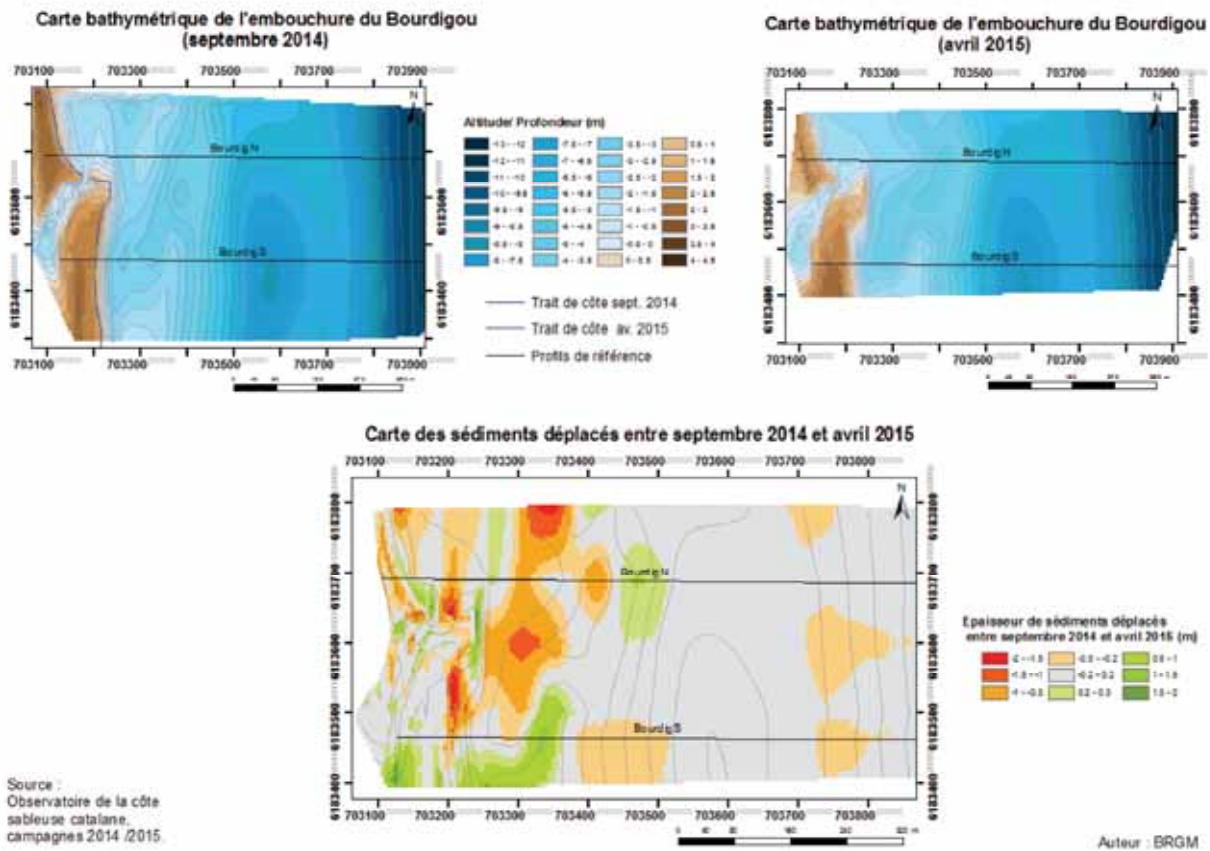


Illustration 79. Carte des volumes de sédiments déplacés entre septembre 2014 et avril 2015 pour le secteur du Bourdigou

Bourdigou	Période	Volume des bancs de sables émergés	Différentiel sept, 2014- av, 2015	Marge d'erreur (m3)
	sept. 2014	70 757	-25 547	8272
av. 2015	45 210			

Zone immergée (Bourdigou)	Surface (m²)	Accrétion (m3)	Erosion (m3)	Total (m3)	Marge d'erreur (m3)
	292 689	53 209	-36 646	16 563	8 329

Illustration 80. Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre septembre 2014 et avril 2015 pour le secteur du Bourdigou

Bilan

L'influence des crues hivernales et de la rythmicité colmatage/déblaiement de cette petite embouchure ne semble pas déterminante sur ce secteur d'embouchure dont l'évolution semble plutôt contrôlée par les dynamiques des barres internes et l'impact des ouvrages de défense.

La période septembre 2014 à avril 2015, est caractérisée par une érosion significative au nord et au droit des ouvrages de défenses, qui se traduit par un déficit sédimentaire de la plage émergée. Cette érosion peut en partie être due au déblaiement lors de la crue de novembre 2014 qui a interrompu le by-pass de l'embouchure par le petit banc sableux souvent accroché à l'ouvrage sud. Le Sud du secteur est caractérisé par une alternance de zones en érosion et en accrétion, qui est fonction de la dynamique des barres internes. De manière plus globale, l'érosion du secteur nord est principalement liée à l'implantation des digues de calibrage qui bloquent le transit sédimentaire, comme en témoigne le décrochement de plus de 100 m entre le trait de côte au Sud et au Nord.

L'évolution de l'avant côte se traduit par un engraissement de la barre interne au Sud et une stabilité de la barre externe. Les barres internes sont dynamiques, irrégulières et discontinues, se déplaçant progressivement vers le nord.

3.5. 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 secteurs 7, 8 et 9.



Illustration 81 : Localisation des secteurs 7, 8 et 9 au sein de la cellule 7 (Fond Google Earth)

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, la commune ayant privilégié les rechargements en sable et la mise en place de protections types ganivelles afin de favoriser la reconstitution du cordon dunaire. 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 un zone peu urbanisée et peu artificialisée jusqu'à l'embouchure du Bourdigou.

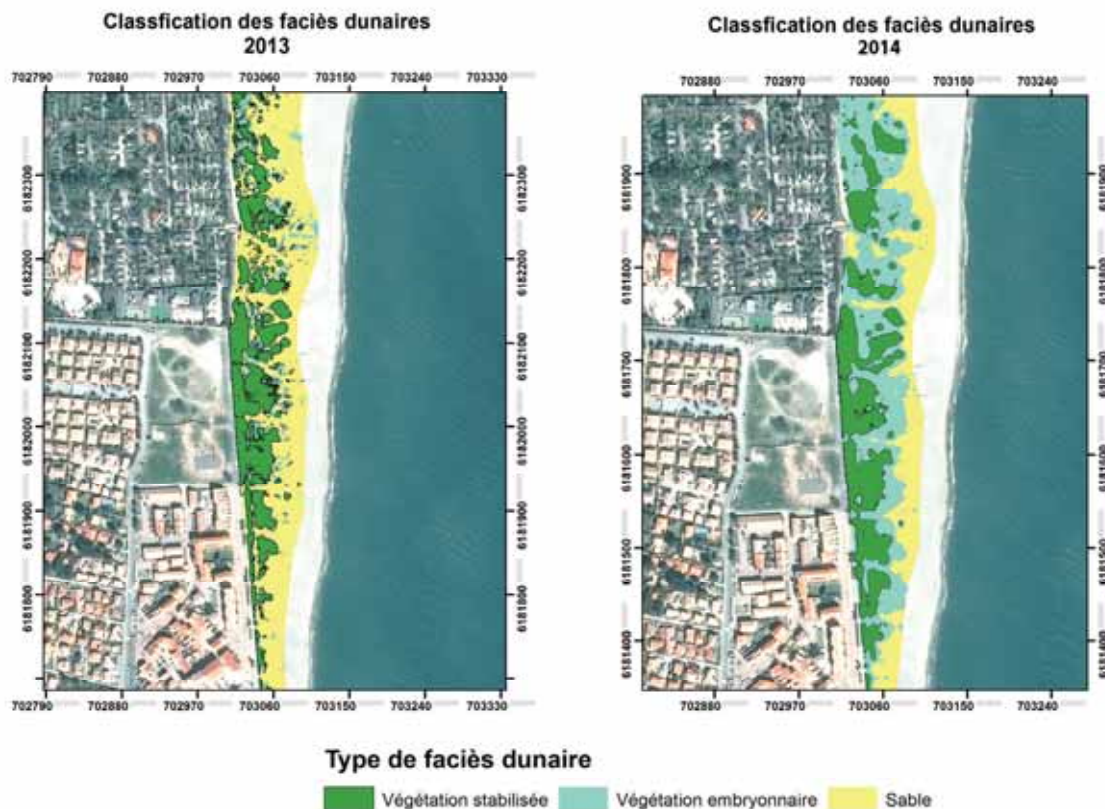
Les jetées portuaires de Canet, et de Sainte Marie perturbent le transit sédimentaire en le bloquant au droit des jetées. Ainsi, le Nord du port de Canet présente un déficit chronique en sable, de la même manière que Sainte Marie plage. A l'inverse, les zones situées au sud de ces ouvrages enregistrent une accumulation continue.

Les passes des zones portuaires, le sud du port de Saint Marie, ainsi que les embouchures du Bourdigou et de la Têt constituent des secteurs potentiels de prélèvements en sables pour les opérations de rechargements.

3.5.1. Secteur C – Dunes de Ste Marie

Evolution de la végétation

L'évolution de la végétation dunaire entre 2013 et 2014 sur le secteur de Sainte Marie se distingue par une nette progression de la végétation embryonnaire sur l'ensemble du secteur, avec une densification de la végétation stabilisée. Cette tendance est notamment très marquée au nord du secteur.



Source: Pléiades 2013/ 2014

Auteur : BRGM

Illustration 82. Evolution de la végétation dunaire entre 2013 et 2014 par classification spectrale

Evolution sédimentaire

Le massif dunaire de Sainte Marie présente une relative stabilité entre 2010 et 2015 excepté sur l'extrémité nord qui s'étend sur un linéaire proche de 300 m. Sur ce secteur, le cordon dunaire qui culminait au-dessus de la cote +3 m NGF voir +3.50 m NGF en 2010 a subi une érosion significative de plus de 0.60 m et culmine en 2015 entre +2.30 m et 2.75 m (Illustration 83). On note en 2015 un recul de la végétation de l'ordre d'une dizaine de mètres vers l'intérieur des terres (Illustration 83).

L'érosion sur ce secteur rend d'autant plus vulnérable le camping situé en arrière de la plage vis-à-vis des assauts de la mer et notamment face au phénomène de submersion marine.

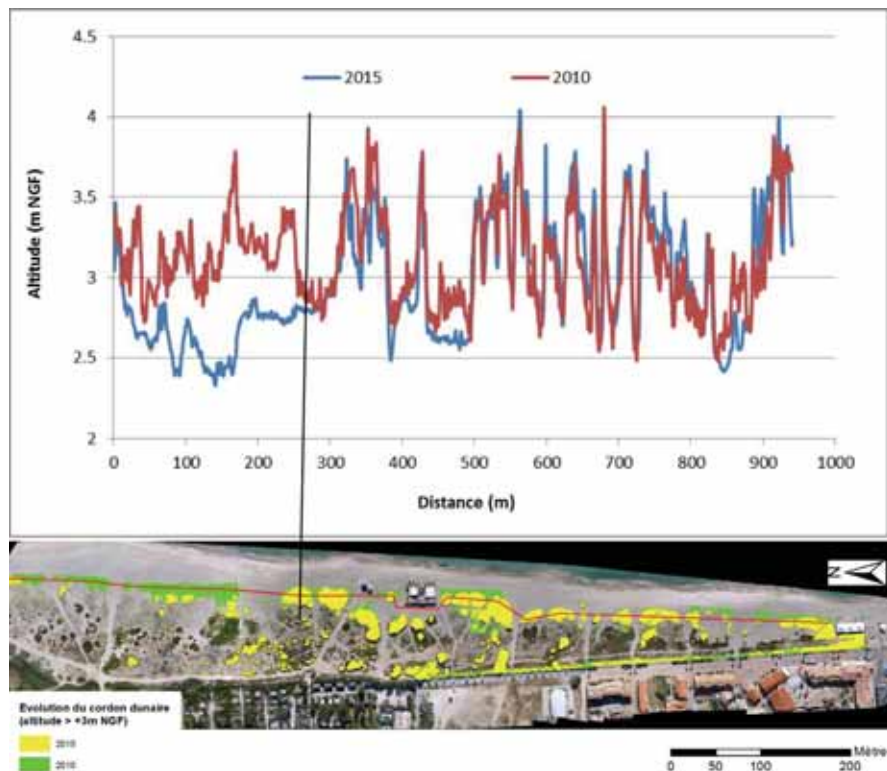


Illustration 83. Evolution morphologique du massif dunaire de Sainte-Marie entre 2010 et 2015

En termes de superficie, cette évolution reste tout de même limitée puisque sur les 13 882 m² qui dépassaient la cote de +3 m NGF en 2010, seuls 1 300 m² n'atteignent plus cette cote en 2015, ramenant la superficie totale à 12 579 m². Compte tenu des incertitudes estimées à +/- 3 500 m², cette évolution montrerait plutôt une stabilité en termes de surface du massif dunaire, même si au Nord l'érosion semble bien réelle.

3.5.2. Secteur 7 : Sainte-Marie

Le secteur de Sainte Marie se caractérise par un cordon littoral fortement urbanisé, où se succèdent au Nord du port 4 épis et 2 brise-lames, suivis plus au Nord d'une zone peu artificialisée jusqu'à l'embouchure du Bourdigou. Ces aménagements ont été implantés en réponse au démaigrissement de la plage dû à l'érosion chronique de cette zone abritant en arrière plage le centre-ville de Sainte Marie. Cette zone présente un déficit en sable en raison de la jetée portuaire qui bloque le transit sédimentaire et une faible capacité de résilience (retour naturel à l'équilibre) en raison de l'artificialisation du haut de plage. Cependant,

l'efficacité de ces ouvrages de défenses semble limitée. L'érosion y est certes moins importante, mais elle est toujours présente. Cette succession d'ouvrages de défenses favorise en outre l'érosion d'une zone située au nord du dernier épi de plage. En avril 2014, cette zone présentait une importante falaise d'érosion, avec un recul du trait de côte de -10 m, entre octobre 2013 et avril 2014 (De La Torre et al., 2014).

La tempête de novembre 2014 a lourdement impacté cette zone déjà sensible. Au lendemain de la tempête, le trait de côte a reculé de près de 20 m, occasionnant des dégâts matériels au niveau de la promenade située en crête du haut de plage (Cf. Illustration 84). Un rechargement d'urgence a été mis en place à la suite de la tempête. Au cours de l'hiver, plusieurs reprofilages de plage sont opérés afin de protéger les zones vulnérables des coups de mer⁷.

La morphologie générale de la plage n'est pas homogène sur l'ensemble du secteur :

Au sud du Port (La Crouste) : le profil de plage est caractérisé par des fortes pentes, qui s'inversent en haut de plage. L'arrière plage est constituée d'un cordon dunaire végétalisé et stabilisé. La berme de plage est bien marquée, de même que les barres internes et externes. La barre interne est très proche de la côte, à moins de 150 m et à une profondeur de -2 m NGF, tandis que la barre externe est à plus de 400 de la côte, à -6 m NGF (Cf. Illustration 86 ; Annexe 1).

Du Nord du port au dernier épi nord : la morphologie hétérogène la plage est contrôlée par l'implantation des ouvrages de défense. Le linéaire sableux se caractérise par une succession de croissants de plage dont les cornes se rattachent au niveau des ouvrages, formant des tombolos au droit des brise-lames (Cf. Illustration 86 ; Annexe 1). Le profil de plage de la partie incurvée du croissant, décrit une pente relativement prononcée qui tend à s'inverser en haut de plage, avec une berme peu marquée. L'arrière plage laisse place à une zone urbaine (maisons et restaurants) ponctuellement protégée par des cordons d'enrochements. On note aussi une étroite zone végétalisée au droit du dernier épi. La barre interne se situe à 200 m de la côte, à 2 m de profondeur et la barre externe à environ 600 m, à -6 m NGF.

Zone au nord du dernier épi : Cette zone ayant récemment été remaniée et reprofilée, elle présente une morphologie atypique. Le haut de plage est rehaussé et présente une pente relativement faible jusqu'à la falaise d'érosion très marquée (Cf. Illustration 86). Le bas de plage se caractérise par une pente douce. L'avant côte se distingue par une barre interne très prononcée à environ 350 m de la côte, à -2,5 m de profondeur, et une barre externe bien marquée située à 600 de la côte, à -6 m (Cf. Annexe 1).

⁷ Ce type de reprofilage de plage consiste à rehausser artificiellement le haut de plage en constituant un ou plusieurs bourrelets sableux afin de limiter l'impact des vagues sur les aménagements situés en arrière.



Illustration 84. Plage Nord de Sainte Marie (les Marendes) après la tempête de novembre 2014, 12-2014, OBSCAT.



*Illustration 85. Suivi photographique Sainte Marie
A) Plage Nord de Sainte Marie (les Marendes), rechargement d'urgence et reprofilage de plage post-tempête (image de gauche), avril 2015, OBSCAT ; B) Plage du centre-ville de Sainte Marie, reprofilage artificiel de la plage pour l'hiver (image de droite), avril 2015, OBSCAT.*

Evolution saisonnière du trait de côte

L'évolution du trait de côte entre les deux dernières campagnes se traduit par une avancée générale du secteur. Cependant cette progression est en grande partie artificielle, et imputable aux rechargements.

La zone au nord des ouvrages, est la plus lourdement touchée par la tempête de novembre. Enregistrant un recul régulier depuis 2013, elle présente une avancée du trait de côte comprise en 5 m et 10 m entre septembre 2014 et avril 2015 (Cf. Illustration 86). Soulignons que c'est sur cette zone que s'est concentrée une grande partie du rechargement post-tempête (Cf. Illustration 84). Au droit de l'épi le plus au Nord, on mesure néanmoins un faible recul de - 3 m. Plus au Sud, les portions de plage situées entre les épis et brise-lames montrent également une avancée du trait de côte comprise entre 2,5 m et 7 m (Cf. Illustration 86).

La zone située au Sud du port enregistre un recul de 6 m, au droit de la jetée, suivi au Sud d'une large zone d'avancée, avec une progression du trait de côte de l'ordre de 10 m. L'érosion enregistrée sur cette zone est peut être liée aux prélèvements en sables opérés pour recharger les plages du nord (Cf. Illustration 86).

Cette avancée globale du trait de côte s'accompagne au Nord d'une progradation de la berme d'environ 1,5 m et d'un abaissement du haut de plage de 50 cm (Cf. Illustration 87). Au niveau du profil BT064040 (Cf. Illustration 88), on mesure un abaissement du haut de plage et du bas de plage de l'ordre de -50 cm de hauteur. A l'inverse, le profil Sainte Marie C (Cf. Illustration 89), montre une accrétion du haut de plage d'environ 50 cm, sur une dizaine de mètres. Enfin le profil Sainte Marie S (Cf. Illustration 90) se distingue par une forte diminution du haut de plage de -1,5 m.

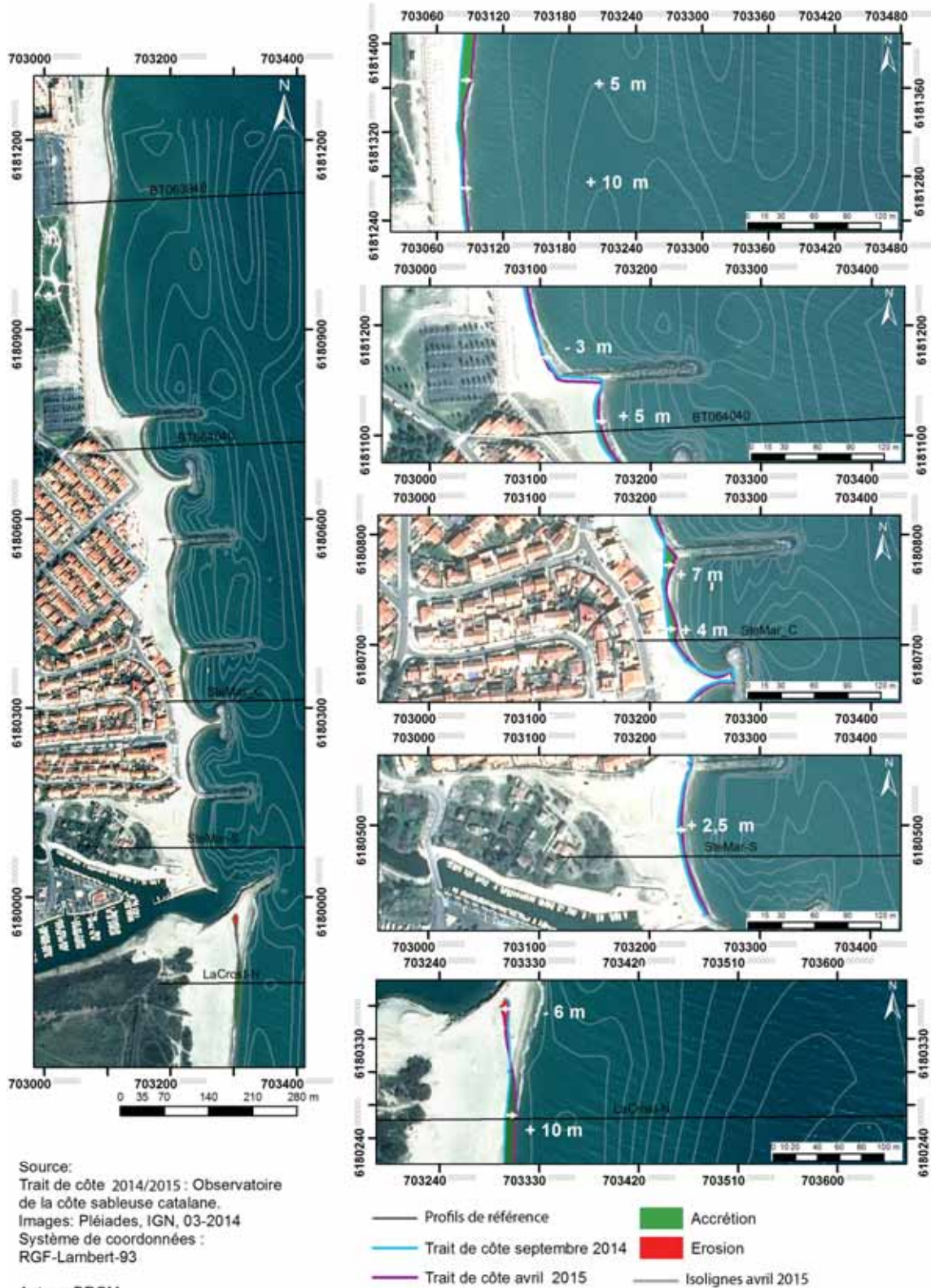


Illustration 86. Carte des traits de côte entre septembre 2014 et avril 2015 du secteur de Sainte-Marie

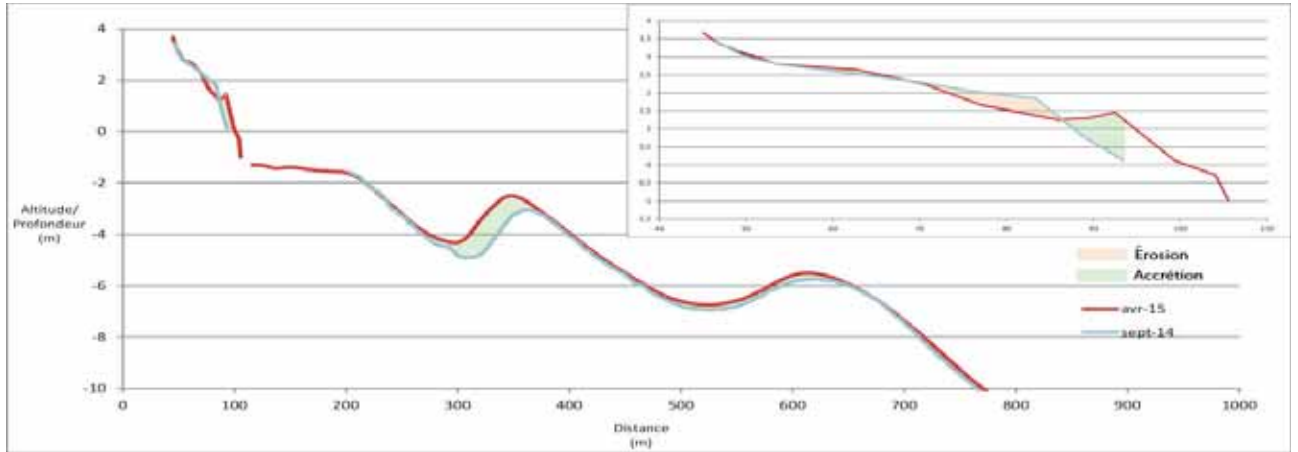


Illustration 87. Profil BT063940, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Sainte Marie la Mer

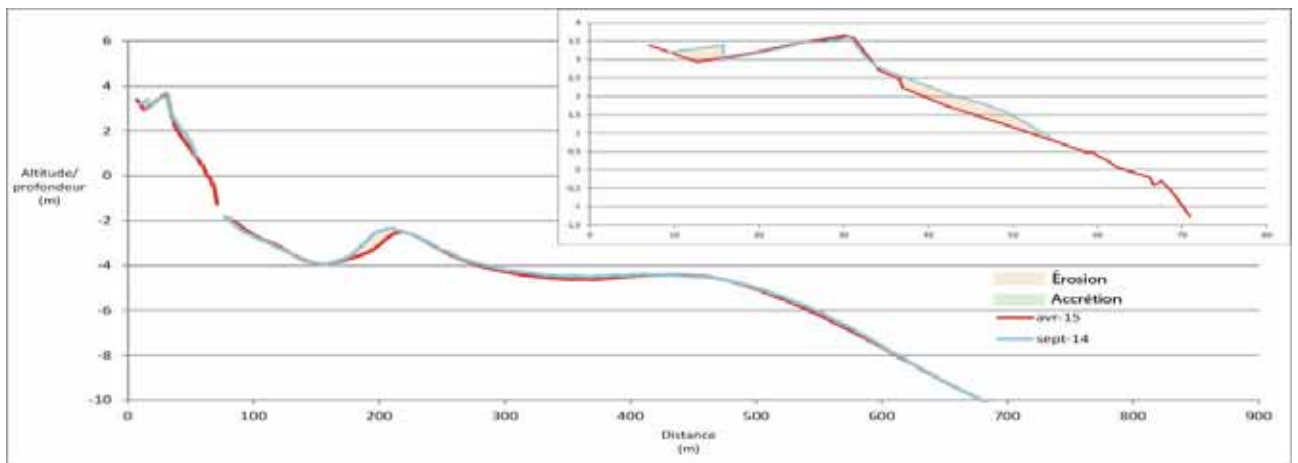


Illustration 88. Profil BT064040, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Sainte Marie la Mer

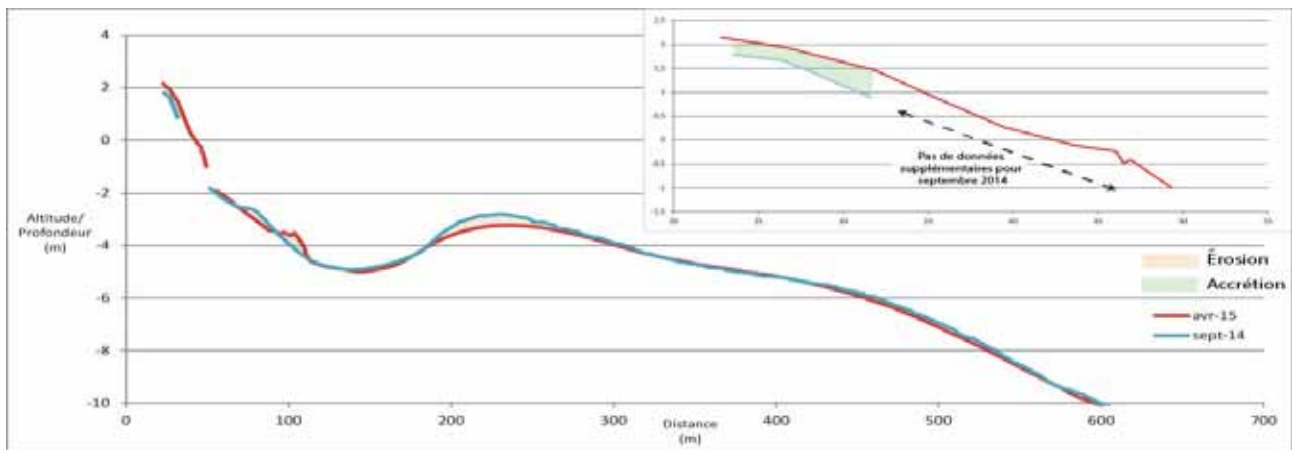


Illustration 89. Profil Sainte Marie C, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Sainte Marie la Mer

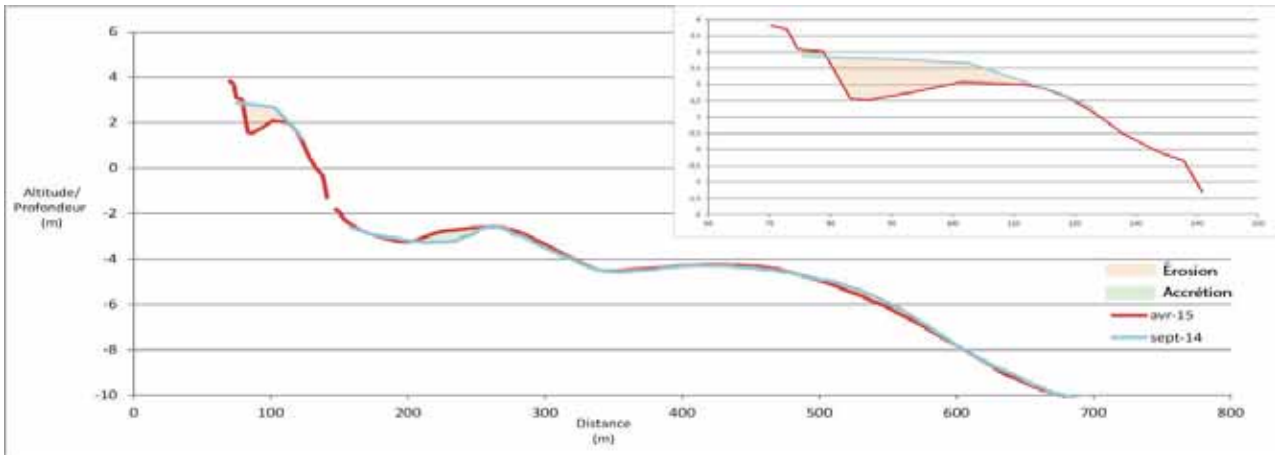


Illustration 90. Profil Sainte Marie S, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Sainte Marie la Mer

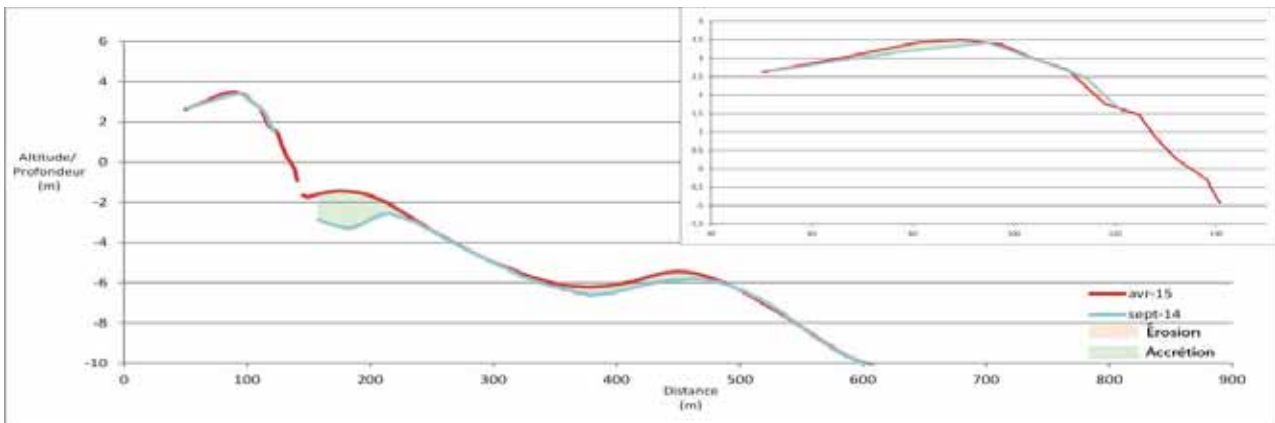


Illustration 91. Profil la Crouste N, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Sainte Marie la Mer

Déplacements sédimentaires saisonniers

Le bilan sédimentaire du secteur est positif sur toute la période aussi bien d'avril 2014/ septembre 2014, avec un total de 63 778 m³, qu'entre septembre 2014/avril 2015, avec un total de 91 586 m³ (Cf. Illustration 93). Toutefois, on mesure un renforcement de l'érosion de la plage émergée entre ces deux saisons, passant de -2 373 m³ à -25 254 m³ (Cf. Illustration 93). On note, de la même manière, une progression des gains sédimentaires au niveau de la plage immergée passant de 66 151 m³ durant l'été 2014 à 116 840 m³ durant l'hiver suivant (Cf. Illustration 93).

Au centre du secteur, les pertes de volumes de la plage émergée se concentrent principalement sur le haut de plage (Cf. Illustration 92). Les principaux secteurs enregistrant des pertes de volumes au cours de la saison estivale, voient ces pertes perdurer, voire se renforcer comme c'est le cas au droit des épis et des brise-lames (Cf. Illustration 92). De plus, sur la carte des volumes déplacés entre septembre 2014 et avril 2015, on distingue nettement la zone de prélèvement au sud du port.

Ce bilan sédimentaire est en grande partie influencé par l'évolution de l'avant côte. Premièrement, on observe que la barre externe est stable, positionnée à 600 m de la côte, décrivant de large croissant de 600 m de longueur d'onde. La barre interne évolue de manière variable selon le secteur (Cf. Illustration 92). Au Nord on observe une accrétion de la barre interne, associé à un mouvement *crossshore* de 100 m vers la côte. Au centre du secteur, la

barre interne est relativement stable. Les cornes des barres sont localisées à environ 200 m et 300 m de la côte dans l'alignement des ouvrages de défenses. Au Sud du port, on observe un gain important, de 1,5 m au niveau de la barre interne, située à proximité de la côte.

On note également pour la période septembre 2014/ avril 2015 que les zones de gains se concentrent en grande partie sur la barre interne et la barre externe (Cf. Illustration 92). Ces gains, compris globalement entre 0,2 m et 1 m, sont liés aux déplacements *longshore* vers le Nord, assez marqués au Sud du secteur, et aux déplacements *crossshore* depuis la plage émergée vers la barre interne, et depuis la barre interne vers la barre externe en lien avec la tempête de novembre 2014.

L'apport en sédiment au niveau de la plage immergée peut ainsi être attribué aux rechargements de la plage émergée qui vont également venir l'alimenter au niveau des barres. On peut éventuellement penser qu'une partie de ces apports sédimentaires peuvent avoir pour origine les alluvions de la Têt et le remaniement des bancs de sables constituant son embouchure.

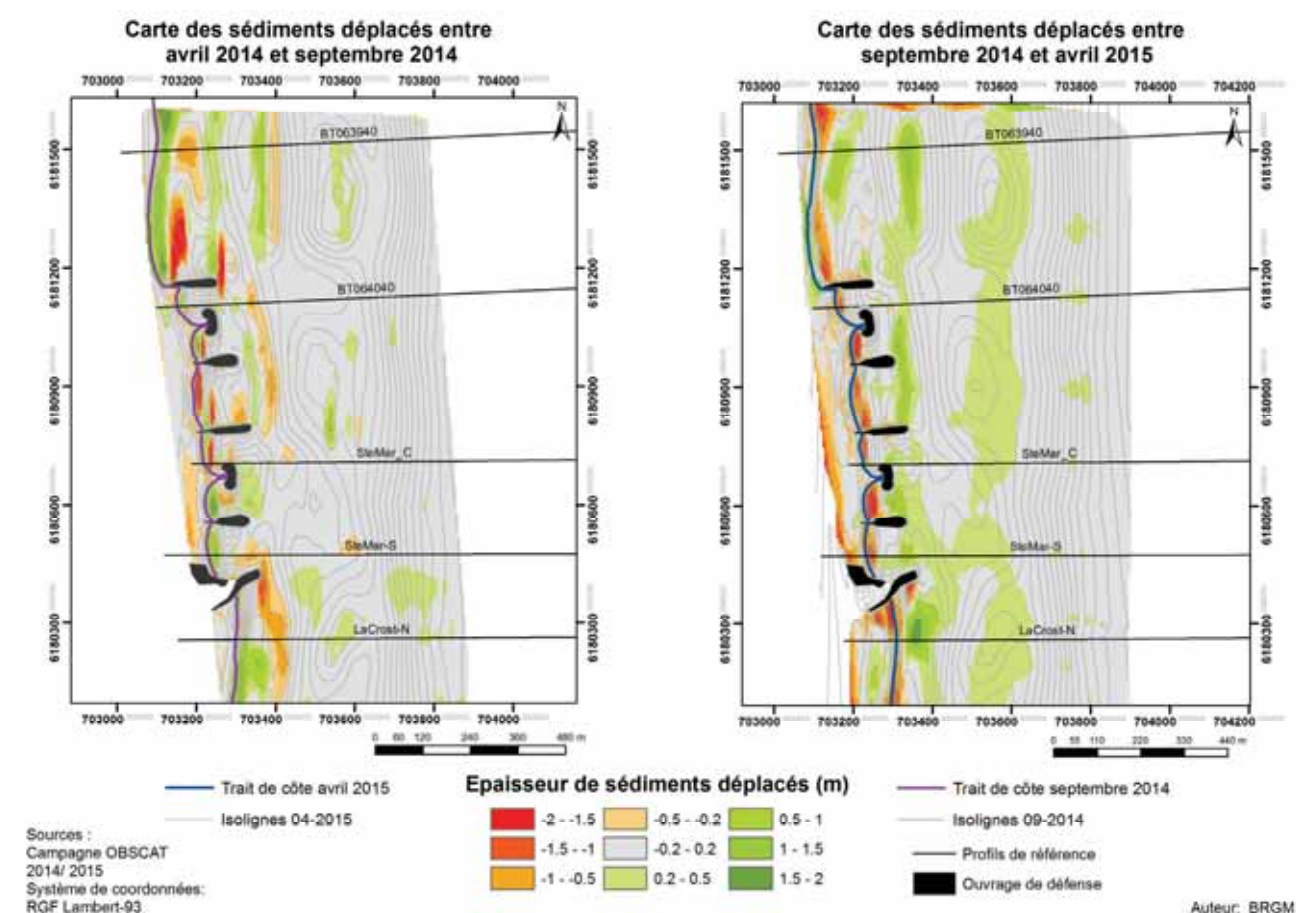


Illustration 92. Carte annuelle et saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre avril 2014/ septembre 2014 et septembre 2014/ avril 2015 pour le secteur de Sainte Marie La Mer

Sainte Marie 04-2014/09-2014					
Zone	Surface(m ²)	Accrétion (m3)	Erosion (m3)	Total (m3)	Marge d'erreur (m3)
Zone Complète	1138050	128 109	-64 331	63 778	6 367
Zone Immergée	1044875	119 997	-53 847	66 151	3 632
Zone émergée	93175	8 112	-10 485	-2 373	2 735

Sainte Marie 09-2014/04-2015					
Zone	Surface(m ²)	Accrétion (m3)	Erosion (m3)	Total (m3)	Marge d'erreur (m3)
Zone Complète	1247304	182 466	-90 879	91 586	43 416
Zone Immergée	1127901	173 695	-56 855	116 840	41 002
Zone émergée	119403	8 771	-34 024	-25 254	2 414

Illustration 93. Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre avril 2014/ septembre 2014 et septembre 2014/ avril 2015 pour le secteur de Sainte Marie La Mer

Bilan

L'évolution du secteur de Saint Marie est principalement marquée par une érosion récurrente, imputable au déficit sédimentaire engendrée par la jetée portuaire qui bloque le transit sédimentaire. Cette érosion qui peut être qualifiée de « mécanique » est localement renforcée par les effets contraires des ouvrages de défenses. A cela s'ajoute une érosion de tempête, qui bien que ponctuelle, est très destructrice sur les zones déjà fragilisées.

Ainsi, sur l'ensemble de la période entre avril 2014 et avril 2015 on retiendra plusieurs éléments caractérisant l'évolution du secteur :

- Un linéaire côtier hétérogène, en grande partie influencé par les ouvrages de défense, avec une érosion récurrente au droit des épis de plage et entre les brise-lames.
- Un lourd impact de la tempête de novembre 2014, qui participe à un renforcement de l'érosion du haut et du bas de plage.
- La zone située au nord du dernier épi, déjà vulnérable, a été lourdement touchée, nécessitant un rechargement d'urgence et un reprofilage de plage.
- Le bilan sédimentaire positif est largement influencé par les rechargements annuels et post-tempête.
- Un engraissement de l'avant côte à l'issue de l'hiver, lié aux apports sédimentaires de la Têt mobilisés par la dérive littorale, et aux rechargements de la plage émergée via un mouvement *offshore*.

3.5.3. Secteur 8 : Embouchure de la Têt

L'embouchure de la Têt 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 2014 et avril 2015, l'embouchure de la Têt s'est repositionnée de plus de 200 m vers le sud.

D'un point de vue morphologique, cette embouchure se distingue par une longue flèche sableuse qui prend racine sur la rive sud, mesurant du Nord au Sud plus de 500 m en septembre 2014 et environ 300 m en avril 2015. Une brèche s'est formée à l'emplacement actuel de l'embouchure, favorisant la sédimentation de la partie nord. L'extrémité nord de la flèche sableuse s'est en conséquence progressivement colmatée en s'adossant à la rive nord. La formation de la brèche a probablement eu lieu lors de la crue du 30 novembre 2014, suffisamment violente pour entailler la flèche sableuse.

Ce secteur est caractérisé par une barre externe peu marquée au sud, disparaissant complètement au nord, ainsi que par une barre interne quasiment continue sur toute la longueur du secteur. Au sud, le bas de plage présente une pente importante, une berme bien marquée et un haut de plage en pente inversée. Au nord, du fait de l'embouchure, la plage présente des géométries très variables suivant les années.



Illustration 94. Suivi photographique Têt. A) Embouchure de la Têt, profil Nord, OBSCAT avril 2014 (image de gauche) ; B) Embouchure de la Têt, profil Nord, OBSCAT septembre 2014 (image de droite)



Illustration 95. Rive Nord de la Têt, érosion la dune et apport en débris (bois flotté) durant l'hiver, OBSCAT, avril 2015.

Evolution saisonnière du trait de côte

Au niveau de l'embouchure, l'évolution du trait de côte est relativement complexe, et est principalement contrôlée par les variations de la flèche sableuse. Au-delà de la diminution de la longueur de la flèche, celle-ci subit également une réduction de sa largeur d'environ 10 m et une légère migration vers les terres. On mesure également un recul du trait de côte compris entre 3 m et 5 m, au niveau de la partie Sud de la flèche, ainsi qu'un important démaigrissement de 1,5 m du haut de plage côté embouchure.

La rive nord change complètement de géométrie entre septembre et avril 2015. L'adossement de l'extrémité nord de l'ancienne flèche entraîne une progradation du trait de côte de plus de 70 m au niveau du profil nord. La morphologie de la plage est irrégulière, ponctuée de plusieurs falaises d'érosions très marquées.

Aux extrémités sud et nord du secteur, au-delà de l'embouchure de la Têt, deux zones présentent une progression du trait de côte comprise entre 2 m et 8 m.

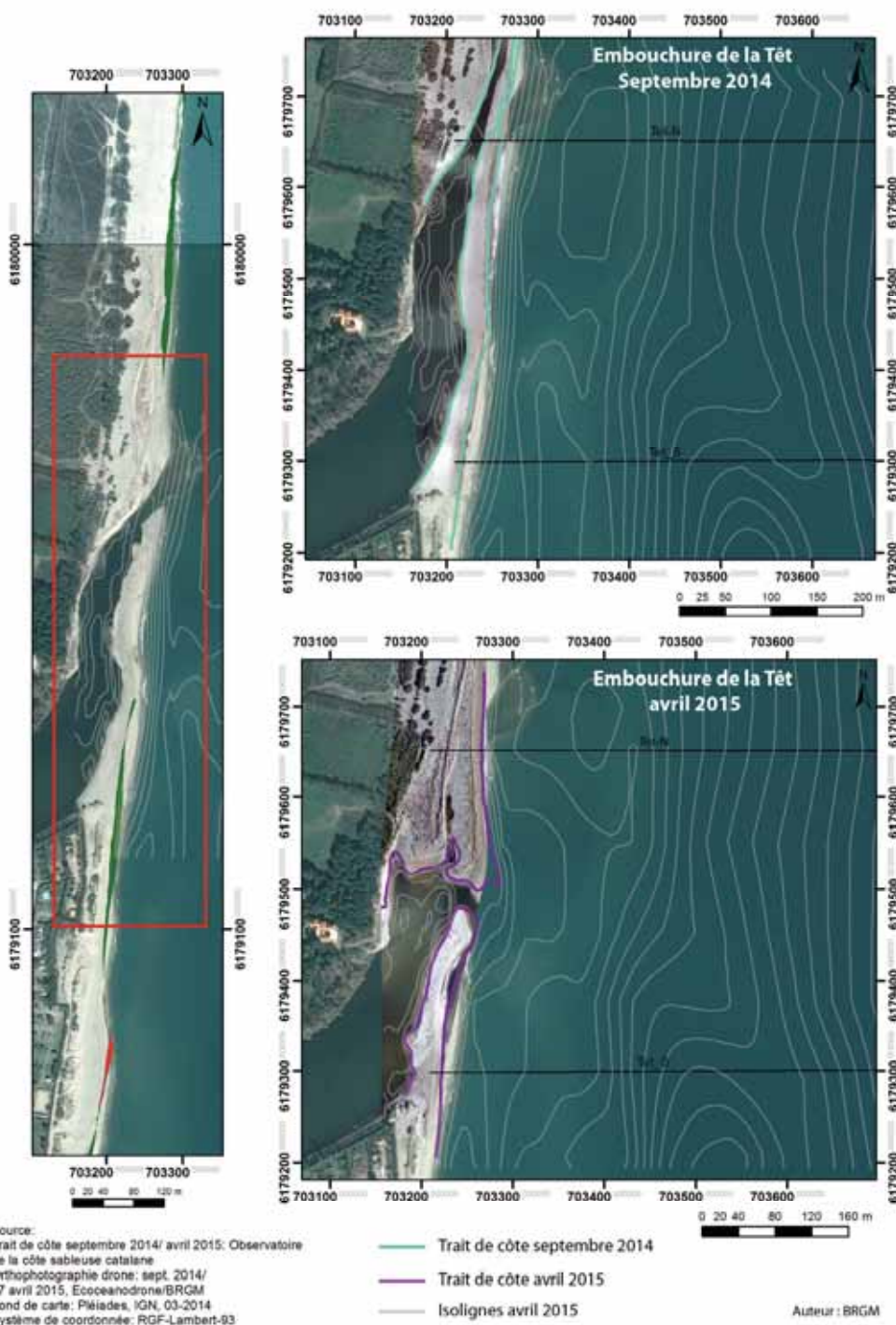


Illustration 96 - Carte des évolutions morphologiques de l'embouchure de l'Agly entre septembre 2014 et avril 2015⁸

⁸ Nb. En raison de l'importante mobilité des flèches sableuses de l'embouchure de l'Agly et de la Têt entre les deux campagnes OBSCAT (septembre 2014 et avril 2015), le différentiel trait de côte « en érosion/ en accrétion », appliqué aux autres secteurs n'a pas été retenu afin de conserver une bonne visibilité de la mobilité saisonnière des flèches sableuse.

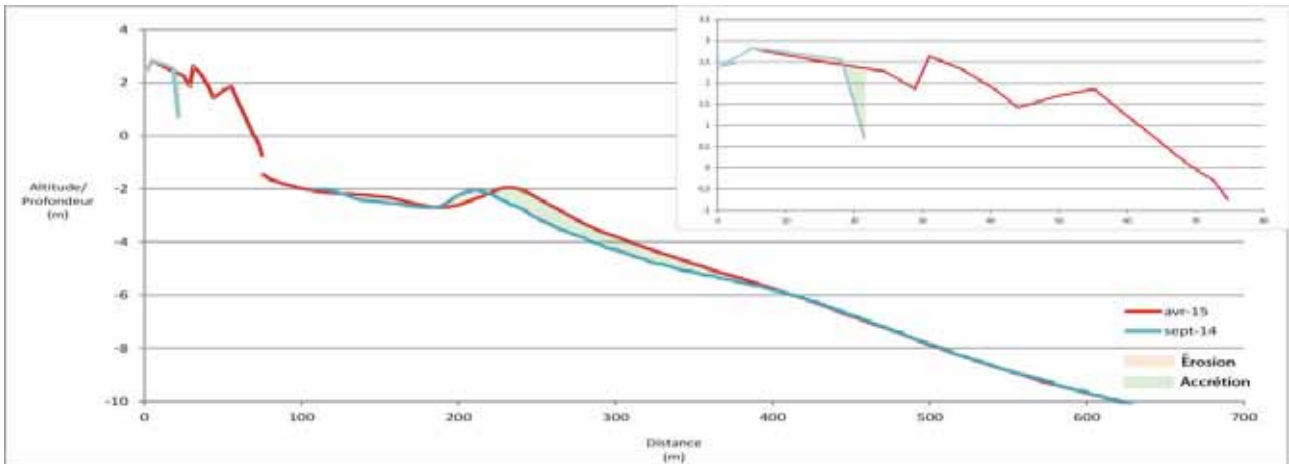


Illustration 97 - Profil Têt N, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de la Têt.

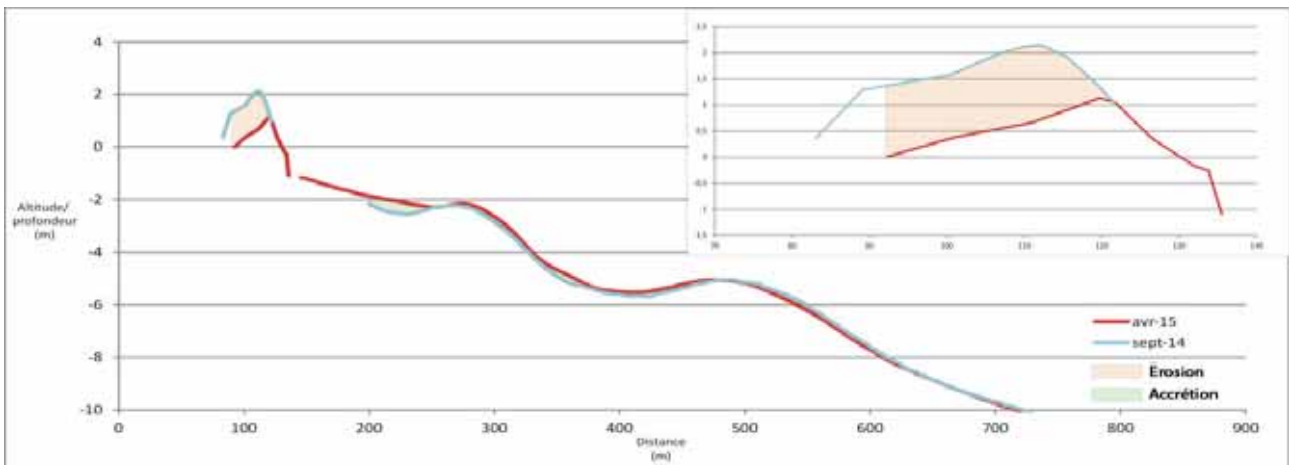


Illustration 98 - Profil Têt S, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de la Têt.

Déplacements sédimentaires saisonniers

Sur les profils nord et sud, la morphologie de la plage immergée ne présente pas de variations aussi marquée que la plage émergée. La partie du secteur se caractérise par une relative stabilité de l'avant côte. Au Nord, on mesure un engraissement d'environ 1 m de la barre interne, accompagnée d'une mobilité *crossshore* en direction du large de moins de 10 m.

Les principales évolutions de l'avant côte sont localisées au niveau du pro-delta de la Têt au centre du secteur. La réouverture de l'embouchure a permis le dépôt d'un delta sableux sur le delta préexistant qui présentait un faible volume avant l'hiver. Ainsi, cette zone enregistre d'importants gains sédimentaires compris entre 1 m et 1,5 m, associant la barre interne, les sédiments expulsés à l'issue du creusement de la brèche et les alluvions de la Têt.

On mesure également des gains significatifs au niveau de l'arrière plage de la partie nord du secteur. Cette accrétion est probablement liée aux dépôts de tempêtes et aux alluvions de crues, déposés par l'action combinée de l'énergie du cours d'eau et de la houle, plaquant ces sédiments en arrière plage lors du franchissement de la berme.

Au niveau de la partie sud de la flèche, on mesure des pertes au niveau de la plage émergée et du bas de plage, correspondant au recul du trait de côte et au déplacement vers la terre de la

flèche, résultant probablement de franchissement lors de la tempête de fin novembre 2014. Au Nord du secteur, on observe une importante zone en déficit sédimentaire. Cette portion de plage correspond à la partie la plus étroite de l'ancienne flèche sableuse, de très faible amplitude, qui pourrait avoir été évacuée au cours d'un coup de mer.

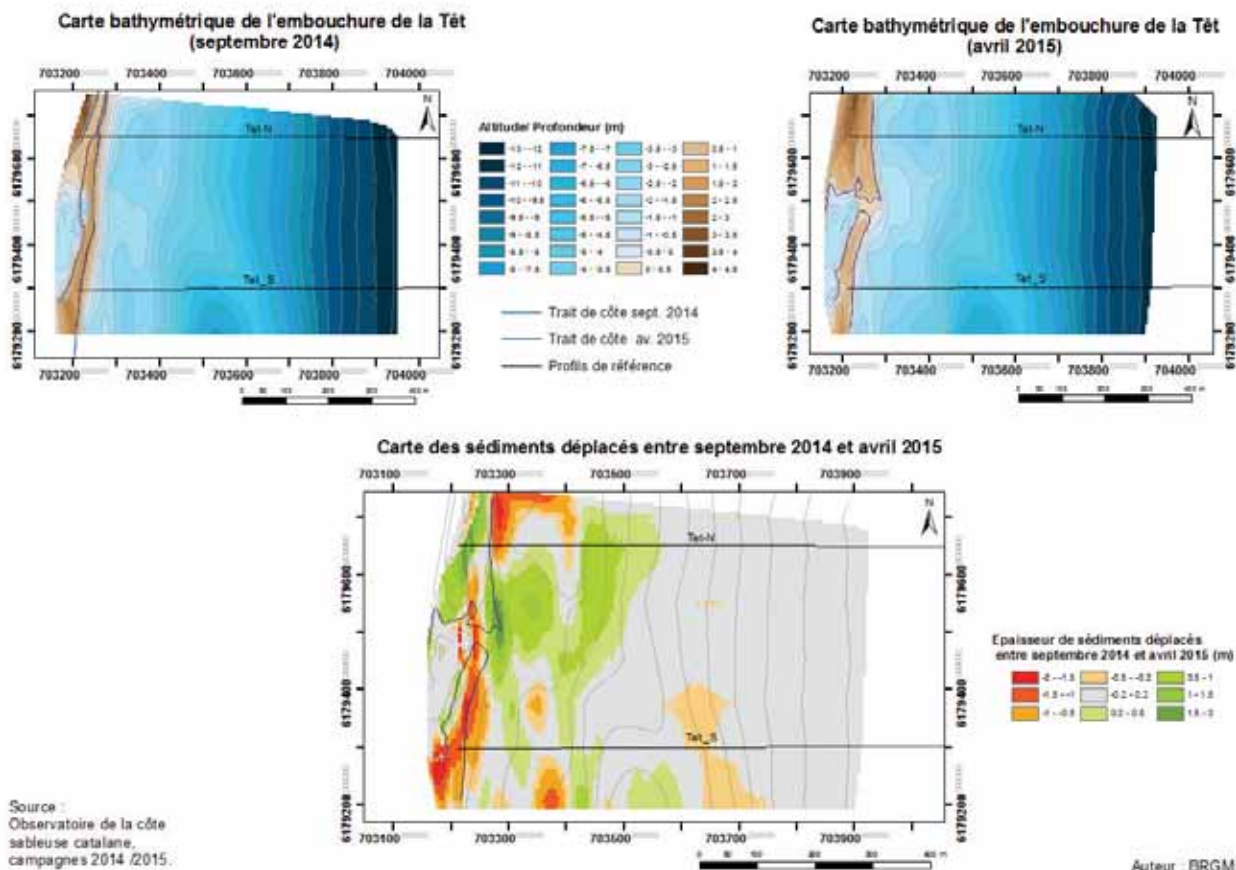


Illustration 99. Carte des volumes de sédiments déplacés entre septembre 2014 et avril 2015 pour le secteur de la Têt

Têt	Période	Volume des bancs de sables émergés	Différentiel sept. 2014- av. 2015	Marge d'erreur (m3)
	sept, 2014	25 243	5 088	9 092
	av, 2015	30 331		

Zone immergée (Têt)	Surface (m ²)	Accrétion (m3)	Erosion (m3)	Total (m3)	Marge d'erreur (m3)
	362 455	45 435	-43 865	1 570	13 600

Illustration 100. Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre septembre 2014 et avril 2015 pour le secteur de la Têt

Bilan

L'évolution saisonnière de l'embouchure de la Têt est principalement marquée par la brèche dans la flèche sableuse, qui repositionne l'embouchure dans l'axe du fleuve. La partie nord de la flèche déjà en phase de colmatage a fusionnée avec la plage préexistante et bénéficié par ailleurs des dépôts de tempêtes et de crues. Ce repositionnement de la flèche sableuse se répercute sur l'ensemble du secteur qui enregistre :

- Un démaigrissement et un recul du trait de côte au niveau du Sud de la flèche sableuse qui recule dans l'embouchure
- Une progradation de la rive Nord de plus de 70 m
- Une modification de la morphologie du pro-delta de la Têt

Les crues, les tempêtes et coups de mer hivernaux, ont favorisé le repositionnement de la flèche sableuse, entraînant également un bilan sédimentaire positif. Les apports sédimentaires apportés par la Têt, notamment au cours des crues, ont participé à un engraissement de l'avant côte et de l'arrière plage de la rive nord. L'important by-pass sédimentaire réalisé à l'occasion de cette brèche devrait bénéficier dans les mois à venir à tout le littoral situé plus au nord.

3.5.4. Secteur 9 : Nord du Port de Canet-en-Roussillon

Le secteur situé au Nord du port de Canet-en Roussillon s'étend sur près de 500 m, entre la jetée portuaire au Sud et le phare au Nord. Cette zone est caractérisée par un linéaire côtier sinueux, esquissant de légères formes de croissants, dont la largeur fluctue entre 20 m au Sud (entre le trait de côte et la première végétation) et 40 m plus au Nord (Cf. Illustration 102). La plage est délimitée à l'Ouest par un cordon dunaire protégé par plusieurs rangées de ganivelles depuis 2009.

Le transit sédimentaire du secteur est contrôlé par la jetée du port de Canet bloquant le sable en amont de la dérive littorale. Ainsi, le secteur situé au Nord du port se retrouve en déficit. Le sable arraché à la plage émergée n'est que faiblement renouvelé par la dérive littorale. Au cours des quatre dernières campagnes OBSCAT, ce secteur apparaît comme particulièrement vulnérable à l'érosion. La plage du Sardinal, est très fréquentée durant la période estivale et le démaigrissement de la plage tend à menacer ces activités touristiques (largeur de plage nécessaire à l'installation des restaurants de plage par exemple). De plus, le démaigrissement de la plage, renforce la vulnérabilité du cordon dunaire, notamment durant les événements météo-marins de fortes intensités (Cf. Illustration 101).



Illustration 101. Suivi photographique Canet Nord. A) Photographie profil Nord, plage du Sardinal (image en haut à gauche), octobre 2014, OBSCAT; B) Photographie profil Sud plage du Sardinal après la

*tempête de novembre 2014 (image en haut à droite), décembre 2014, Réseau Tempête ;
C) Photographie profil Sud, plage du Sardinal, avril 2014, OBSCAT.*

D'un point de vue morphologique ce secteur est sujet à une importante variabilité saisonnière, notamment au niveau de la plage émergée :

Entre avril 2014 et septembre 2014, le profil de plage se distingue par une pente relativement forte en haut de plage et une berme de plage assez marquée au Sud du secteur qui s'adoucit progressivement vers le Nord (Cf. Illustration 103).

En avril 2015 : la plage semble avoir été reprofilée, soit artificiellement, soit par la tempête de novembre et les autres coups de mer hivernaux. Le haut de plage présente des pentes bien plus douces, et relativement homogènes sur l'ensemble du secteur. La berme est également peu marquée. Le bas de plage s'est également adouci sur l'ensemble de la zone, à l'exception du centre du secteur qui présente une étroite portion avec des pentes plus prononcées (Cf. Illustration 103 ; Illustration 104).

Sur l'ensemble de la période avril 2014 / avril 2015, l'avant côte se distingue par une barre externe stable, bien marquée au sud mais disparaissant progressivement vers le Nord. Elle se situe à 550 m de la côte, à environ -7 m de profondeur (Cf. Illustration 103). En comparaison, la barre interne apparaît comme irrégulière et bien plus dynamique. Cette barre interne fragmentée s'échelonne sur 3 niveaux entre 100 m et 300 m de la côte et ne conserve pas de forme continue entre avril 2014 et avril 2015 (Cf. Annexe 1). Cette partie de l'avant côte est particulièrement mobile. Par exemple, la fosse présente au niveau du profil BT061140 en avril 2014 s'est progressivement comblée en septembre 2014 puis en avril 2015 (Cf. Illustration 103. Profil BT061140, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Canet Nord Illustration 103).

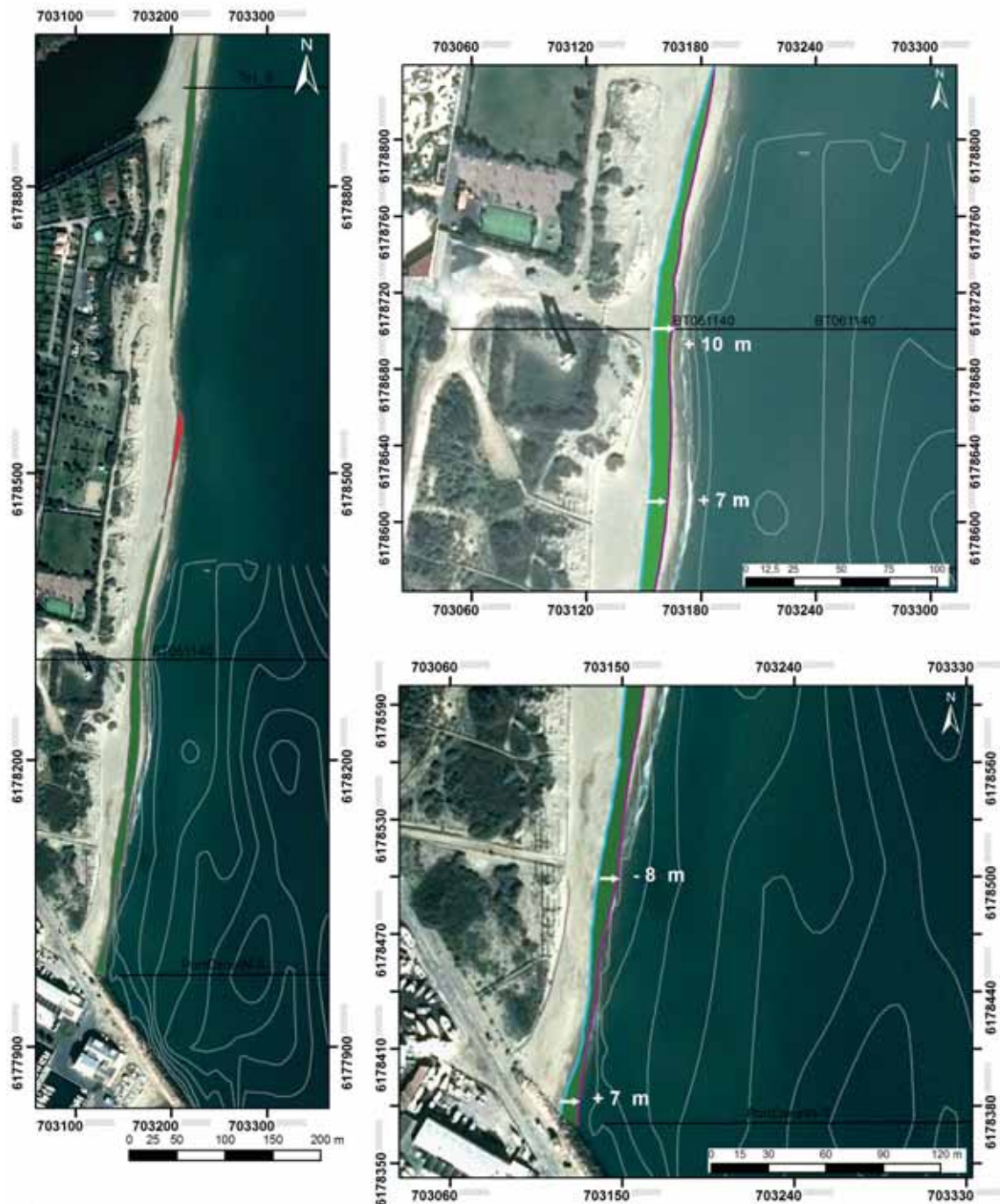
Evolution saisonnière du trait de côte

L'évolution du trait de côte sur cette zone est variable. Entre 2000 et 2014, on mesure un recul du trait de côte d'environ 50 m. Or, entre septembre 2014 et avril 2015, on observe une nette progression de la plage (Cf. Illustration 102). Cette tendance est plus importante au Nord du secteur, enregistrant une avancée de 9,5 m. Tandis que la partie Sud du secteur enregistre une avancée du trait de côte comprise entre 3,5 m et 7 m (Cf. Illustration 102).

Cette progression s'accompagne d'un engraissement du haut de la plage au Nord de l'ordre de 1 m. La berme prograde également de plusieurs mètres, et s'adoucit aussi bien au Nord qu'au Sud du secteur (Cf. Illustration 102).

L'avancée du trait côte au niveau du secteur de Canet Nord peut donner lieu à plusieurs hypothèses :

- Un rechargement et un reprofilage artificiels post-tempête, qui aurait eu pour effet un engraissement du haut et du bas de plage, favorisant l'adoucissement du profil et la progression du trait de côte ;
- Un remaniement et un reprofilage naturels de la plage à l'issue de la tempête de novembre. Suite à la tempête et à l'érosion du haut de plage et du cordon dunaire, les sédiments mobilisés ont potentiellement pu être déplacés du haut de plage jusqu'au bas de plage et l'avant côte.



Source:
 Trait de côte 2014/2015 : Observatoire
 de la côte sableuse catalane.
 Images: Pléiades, IGN, 03-2014
 Système de coordonnées :
 RGF-Lambert-93

Auteur: BRGM

- Profils de référence
- Trait de cote septembre 2014
- Trait de cote avril 2015
- Accrétion
- Erosion
- Isolignes avril 2015

Illustration 102. Carte des traits de côte entre septembre 2014 et avril 2015 du secteur de Canet-en-Roussillon Nord

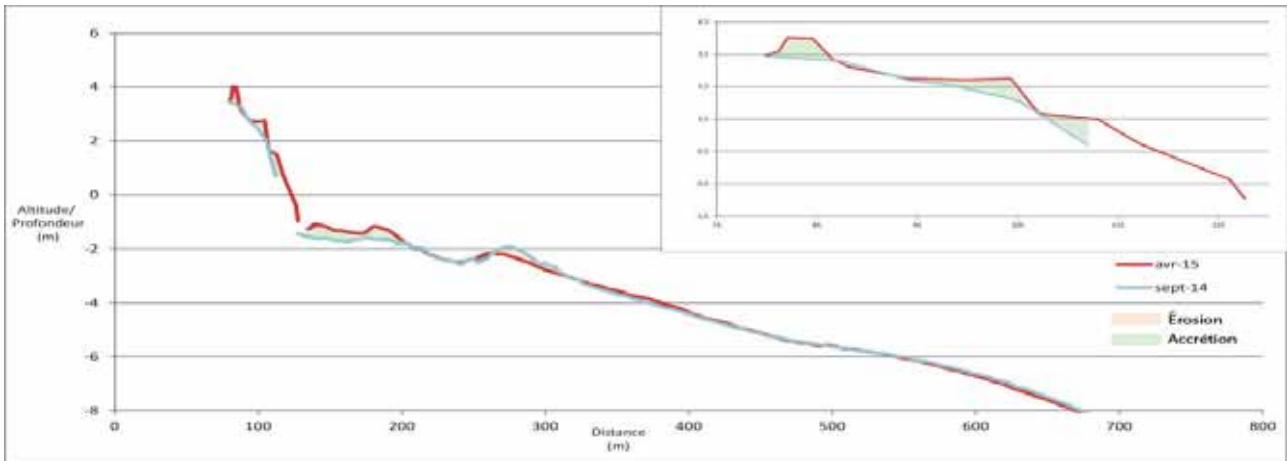


Illustration 103. Profil BT061140, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Canet Nord

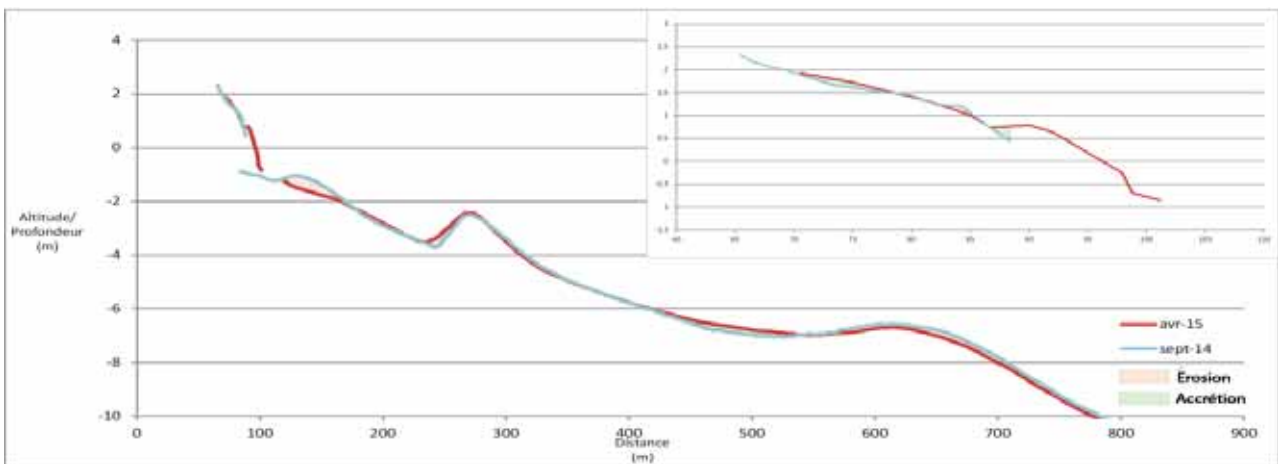


Illustration 104. Profil Port Canet Nord S, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Canet Nord

Déplacements sédimentaires saisonniers

La période d'avril à septembre 2014 se solde par un bilan sédimentaire négatif de $-41\,959\text{ m}^3$ sur l'ensemble du secteur (Cf. Illustration 106). Les pertes de volumes les plus importantes sont principalement localisées au niveau du bas de plage. On enregistre les valeurs les plus fortes au Nord du profil Port Canet Nord S, avec des pertes maximales comprises entre -2 m et $-1,5\text{ m}$ d'épaisseurs. D'autres secteurs, moins significatifs, enregistrent des pertes de l'ordre de $-0,5\text{ m}$ / $-0,2\text{ m}$ notamment au niveau des barres internes et de la barre externe (Cf. Illustration 105). Les zones de gains sont peu étendues et relativement faibles. On observe un gain net au droit de la jetée portuaire, et de manière plus faible au niveau de certaines cornes des barres internes.

La période septembre 2014/avril 2015, décrit une tendance inverse, avec un bilan sédimentaire positif de $79\,448\text{ m}^3$ de sédiments déplacés sur l'ensemble de la zone (Cf. Illustration 106). On observe d'importants gains volumétriques en bas de plage, notamment dans la partie Nord du secteur, atteignant des valeurs maximales comprises entre 1 m et $1,5\text{ m}$ d'épaisseurs (Cf. Illustration 105). L'avant-côte enregistre majoritairement un gain de volumes, sur une large

surface. Les cornes des barres internes s'épaississent également. Certaines zones présentent des pertes de volumes, de manière ponctuelles au niveau de la plage émergée avec des valeurs relativement faibles ($-1\ 205\ m^3$) mais aussi dans l'alignement des cornes des barres au niveau de la plage immergée (Cf. Annexe 1). On peut supposer que le bilan sédimentaire positif peut être induit par des apports de sables liés au curage du chenal du port et aux sédiments charriés par les crues hivernales.

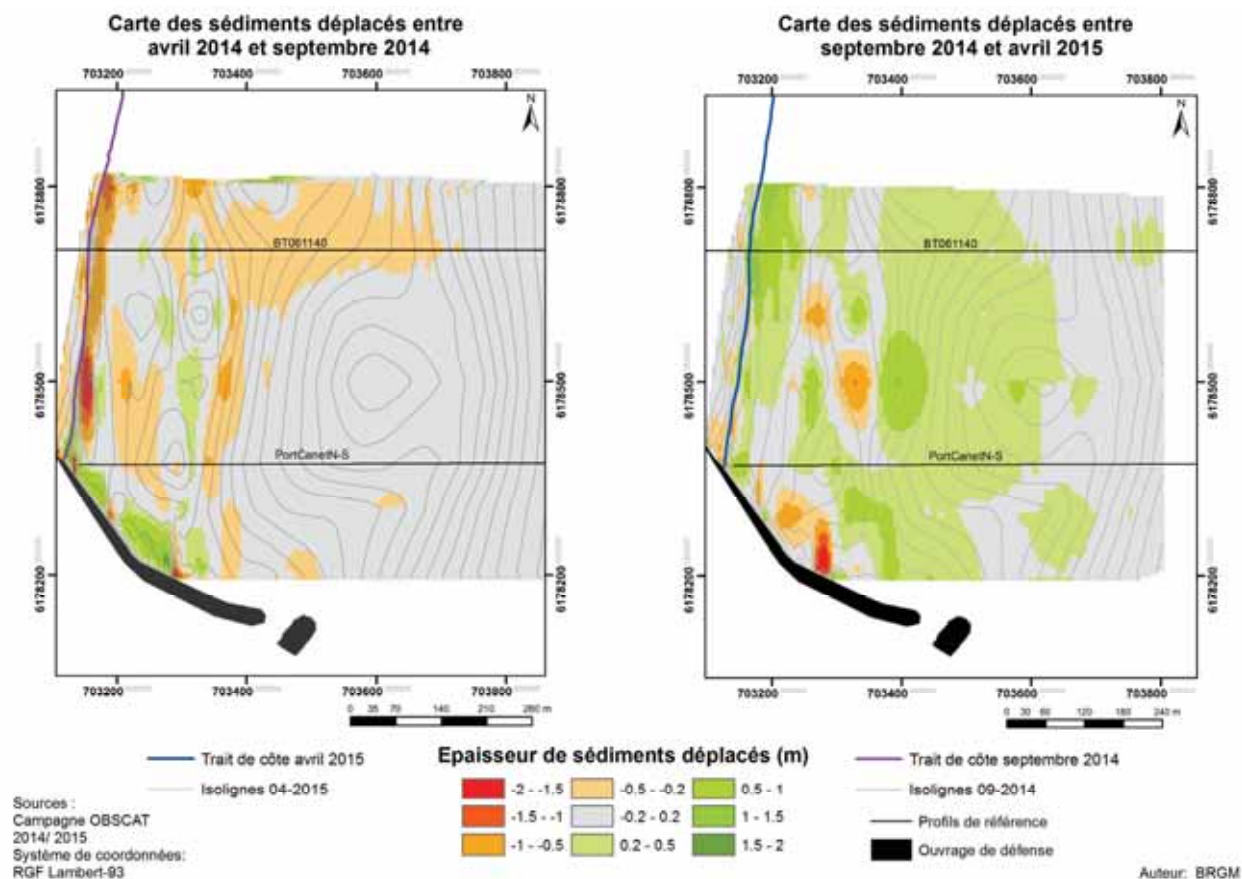


Illustration 105. Carte annuelle et saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre avril 2014/ avril 2015 et septembre 2014/ avril 2015 pour le secteur de Canet-en-Roussillon Nord

Canet Nord 04-2014/09-2014					
Zone	Surface(m ²)	Accrétion (m ³)	Erosion (m ³)	Total (m ³)	Marge d'erreur (m ³)
Zone Complète	489468	22 764	-64 722	-41 959	2 190
Zone Immergée	476144	21 830	-61 067	-39 237	1 840
Zone émergée	13324	934	-3 655	-2 721	351

Canet Nord 09-2014/04-2015					
Zone	Surface(m ²)	Accrétion (m3)	Erosion (m3)	Total (m3)	Marge d'erreur (m3)
Zone Complète	398960	92 264	-12 816	79 448	5 813
Zone Immergée	383809	90 897	-11 611	79 286	5 221
Zone émergée	15151	1 367	-1 205	162	592

Illustration 106. Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre avril 2014/ septembre 2014 et septembre 2014/ avril 2015 pour le secteur de Canet-en-Roussillon Nord

Bilan

L'évolution du secteur de Canet Nord est à la fois contrôlée par la présence de la jetée portuaire et par les événements météo-marins de forte intensité. A l'échelle annuelle le site se distingue par une forte variabilité morphologique et dynamique. On observe un adoucissement du profil de plage émergée ainsi qu'une réorganisation des barres internes.

Sur la période septembre 2014 / avril 2015 le secteur se caractérise par une avancée significative du trait de côte, comprise entre 3,5 et 9,5 m. Pourtant ce secteur enregistre depuis 2009 une érosion récurrente. Cette tendance récente à l'accrétion, qui s'est affirmée au cours de l'hiver, peut être liée à :

- **la combinaison de dynamiques naturelles :**
 - mobilisation des sédiments déplacés pendant les tempêtes et reprofilage de la plage
 - réorganisation de la barre interne
 - apport sédimentaire extérieur à la cellule (contournement de la jetée ou dérive localement inversée ou apports liés aux crues hivernales)
- **Ou engendré par des interventions humaines :**
 - rechargement artificiel post-tempête
 - reprofilage de plage

On ne peut pas non plus exclure la combinaison de ces deux facteurs.

3.6. 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. Cette cellule est caractérisée par une zone très urbanisée au Nord, correspondant à 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).

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. 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, cette cellule ne fait pas l'objet d'un suivi ancien (Raynal et Certain, 2011).



Illustration 107 : Localisation du secteur 10 au sein de la cellule 6 (fond Google Earth)

3.6.1. Secteur 10 : Sud du Port de Canet-en-Roussillon

Le Secteur Sud du port de Canet-en-Roussillon, s'étend sur près de 500 m du Nord au Sud depuis la jetée portuaire. Ce site ne fait l'objet de relevés dans le cadre de l'OBSCAT que depuis septembre 2014, ainsi seules deux campagnes de levés s'y sont déroulées.

Le prisme sableux émergé mesure en moyenne 200 m de large au Nord, et 120 m au Sud. Le linéaire côtier est légèrement sinueux, décrivant de petits croissants, auxquels viennent

s'enraciner les cornes des barres internes (cf. illustration 108). L'arrière-plage est fortement anthropisée. Les immeubles et autres bâtiments sont séparés de la plage par une longue promenade qui borde le haut de plage sur tout le linéaire. Le haut de plage est homogène et relativement plan. La pente est très douce avec une berme peu marquée.

Au Nord, la barre interne se situe à 200 m de la côte, à -2 m de profondeur et est très peu marquée. La barre externe se situe à 300 m de la côte, à -4 m. Au Sud, la barre interne est légèrement plus prononcée. Les barres interne et externe y sont relativement peu espacées, se situant respectivement à moins de 200 m et 400 m de la côte.

Durant l'hiver, plusieurs « barrières » à sédiments (toile tendue entre des pieux) sont disposées sur le haut de plage, afin de limiter les déplacements de sables liés à l'érosion éolienne. Des nettoyages de plage mécaniques sont également opérés régulièrement et renforcés durant l'été.



Illustration 108. Photographie aérienne de Canet-en-Roussillon, 20011, Région Languedoc-Roussillon.



Illustration 109. Suivi photographique Canet Sud. A) Port Canet Sud, profil Nord (image de gauche), avril 2015, OBSCAT ; B) Port Canet Sud, Profil Sud (image de droite), avril 2015, OBSCAT.

Evolution saisonnière du trait de côte

L'évolution du trait côte de ce secteur est relativement stable, alternant entre des phases d'avancées et de légères et ponctuelles phases de recul inférieures à 5 m. De manière générale, ce secteur est considéré comme étant en accrétion, notamment en raison de la jetée portuaire qui favorise l'accumulation.

Entre septembre 2014 et avril 2015, le trait de côte de la zone Sud du port de Canet décrit une avancée générale comprise en 9,5 m et 22 m. Cette progradation du trait de côte s'accompagne au niveau du profil Nord par une accrétion du haut de plage de 0,5 m, ainsi que d'un mouvement d'abaissement et de progradation de la berme de jet de rive d'environ 10 m. Le profil Sud, décrit la même tendance de mobilité de la berme et du haut de plage.

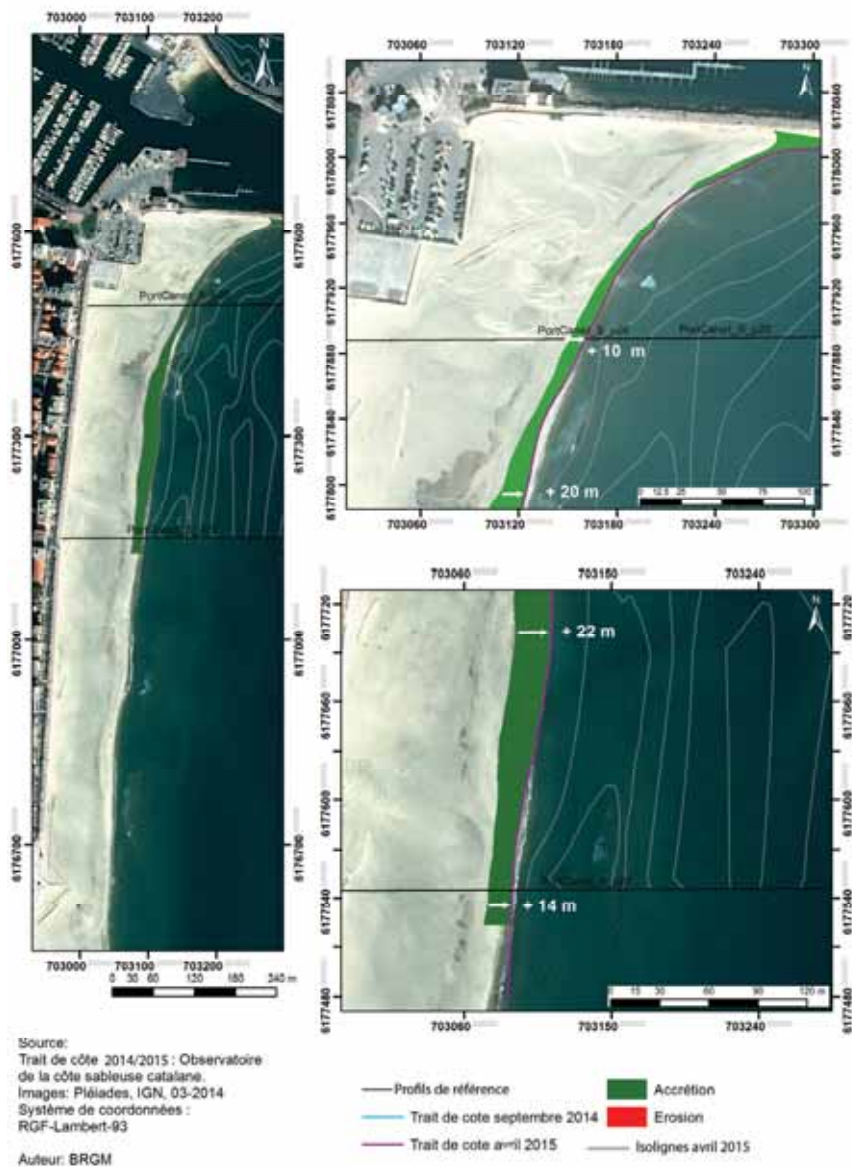


Illustration 110. Carte des traits de côte entre septembre 2014 et avril 2015 du secteur de Canet-en-Roussillon Sud

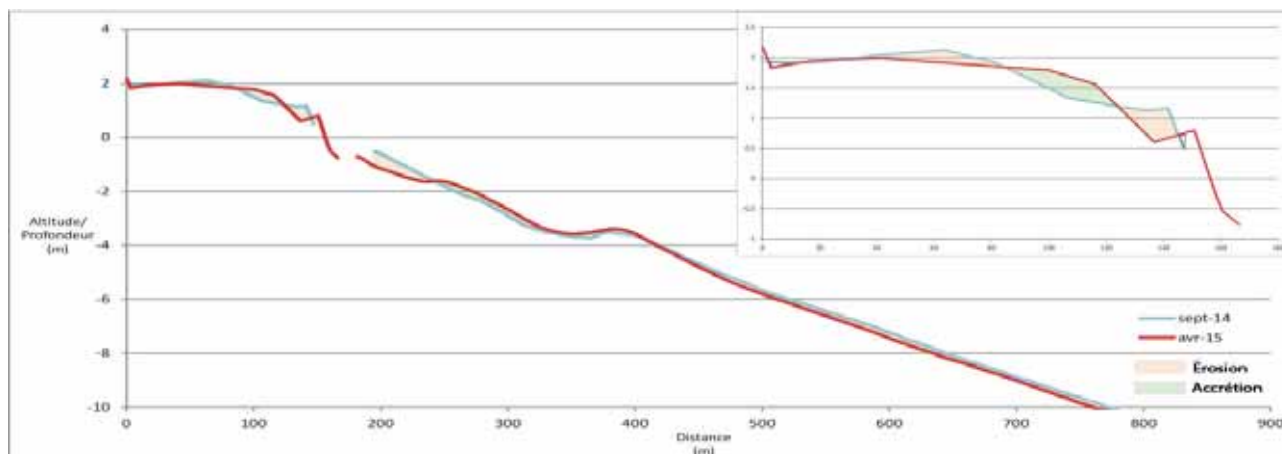


Illustration 111. Profil Canet Sud N, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Canet Sud

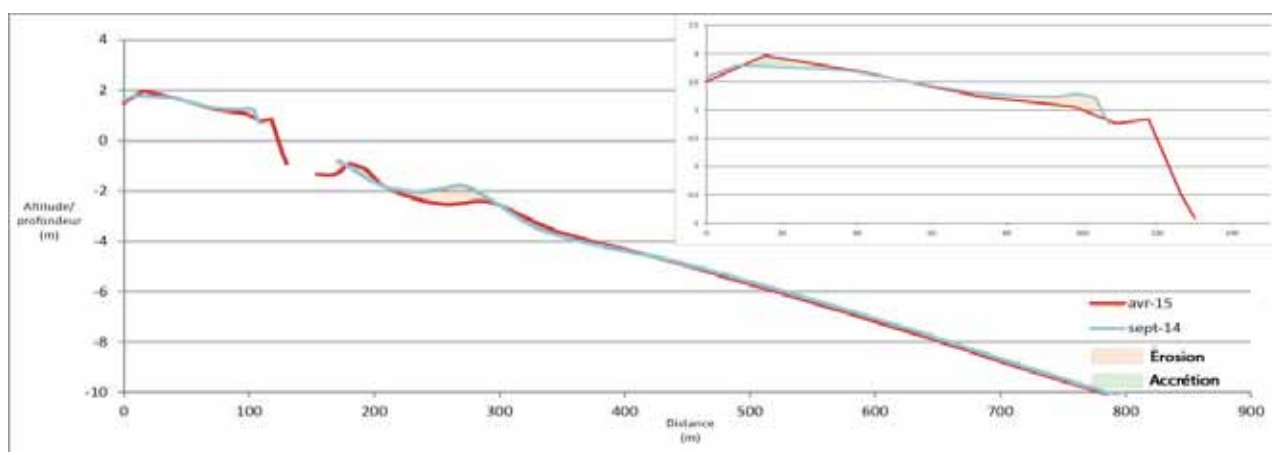


Illustration 112. Profil Canet Sud S, septembre 2014 et avril 2015. Secteur de Canet Sud

Déplacements sédimentaires saisonniers

Le bilan sédimentaire du secteur à l'issue de l'hiver est positif avec un total de 41 017 m³ de gains volumétriques sur l'ensemble de la zone. On note toutefois des pertes de sédiments significatives au niveau de la plage émergée de -9 429 m³. Les valeurs les plus fortes se concentrent au Nord du profil Port Canet Sud Nord. Cette zone se distingue également par sa faible avancée du trait de côte comparativement au reste du secteur (progression d'environ 1 m). Ces pertes en sédiments peuvent potentiellement être liées à des mouvements de sédiments causés par une érosion éolienne (Tramontane), par une érosion marine occasionnée au cours de tempête ou de coups de mer hivernaux, ou par des prélèvements artificiels bien qu'aucune information n'ait été recensée sur le sujet. Les gains de volumes sont essentiellement répartis sur l'avant côte, au niveau de la corne de la barre interne, puis sur la barre externe.

,
au

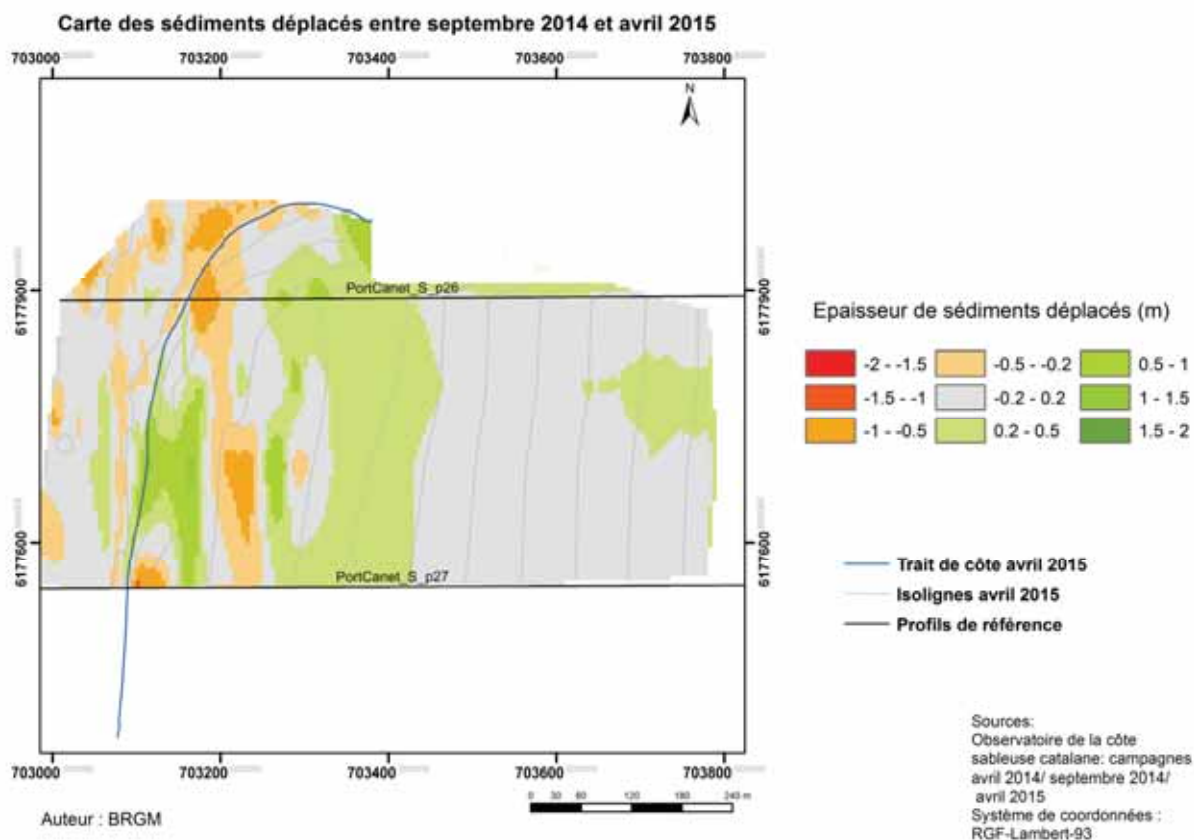


Illustration 113. Carte annuelle et saisonnière des volumes de sédiments déplacés entre septembre 2014 avril 2015 pour le secteur de Canet-en-Roussillon Sud

Canet Sud 09-2014/04-2015					
Zone	Surface(m²)	Accrétion (m3)	Erosion (m3)	Total (m3)	Marge d'erreur (m3)
Zone Complète	317328	60 344	-19 327	41 017	3 977
Zone Immergée	258222	57 473	-9 898	47 575	2 264
Zone émergée	59106	2 871	-9 429	-6 558	1 713

Illustration 114. Tableaux de synthèse des volumes de sédiments déplacés entre avril 2014/ septembre 2014 et septembre 2014/ avril 2015 pour le secteur de Canet-en-Roussillon Sud

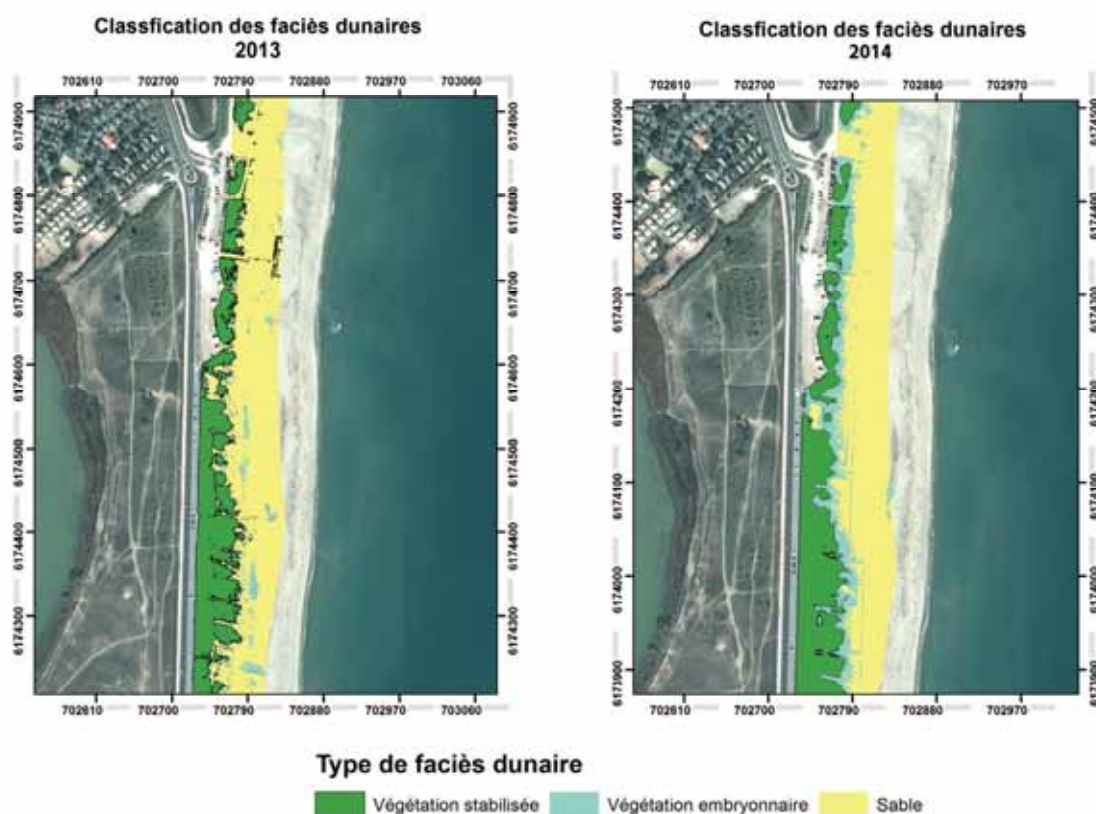
Bilan

Le secteur situé au Sud du port de Canet-en-Roussillon, suit une tendance continue d'accrétion. Cette tendance se traduit à la fois par une avancée du trait de côte comprise entre 10 m et 22 m, et par un engraissement au niveau des cornes des barres interne et un accrétion générale de la barre interne.

3.6.2. Secteur D – Dunes de Canet-en-Roussillon

Evolution de la végétation

L'évolution de la végétation entre 2013 et 2014 sur le secteur de dune de Canet en Roussillon tend à montrer une progression de la végétation embryonnaire sur la majeure partie de la zone. Cette progression est notamment concentrée à l'Est du cordon dunaire, et au niveau des jonctions entre zone de végétation stabilisée.



Source: Pléiades 2013/ 2014

Auteur : BRGM

Illustration 115. Evolution de la végétation dunaire par classification spectrale

Evolution sédimentaire

Le massif dunaire de Canet-en-Roussillon est le seul massif qui présente une évolution morphologique marquée par une progression des secteurs culminant au-dessus de la cote +3m NGF. En effet, leur superficie passe de 31 691 m² en 2010 à 35 193 m² en 2014. Compte tenu des incertitudes liées à ce calcul, on pourra considérer ce secteur à l'équilibre. Cette évolution est intéressante car ce massif fait partie des rares sites ayant bénéficié d'aménagement de protection depuis maintenant plusieurs années. Les installations réalisées en 2006 en vue de limiter les effets du piétinement semblent porter leurs fruits.

Cependant, cette amélioration de la situation est à relativiser car ces aménagements ne permettent toujours pas d'éviter la création de nouvelles brèches dans le cordon. En 2014, trois secteurs semblent particulièrement touchés avec des pertes altimétriques comprises entre 1.10

m et 1.80 m sur plusieurs mètres de large. Sur ces secteurs, le cordon dépasse à peine la cote de +1.50 m NGF (Illustration 116).

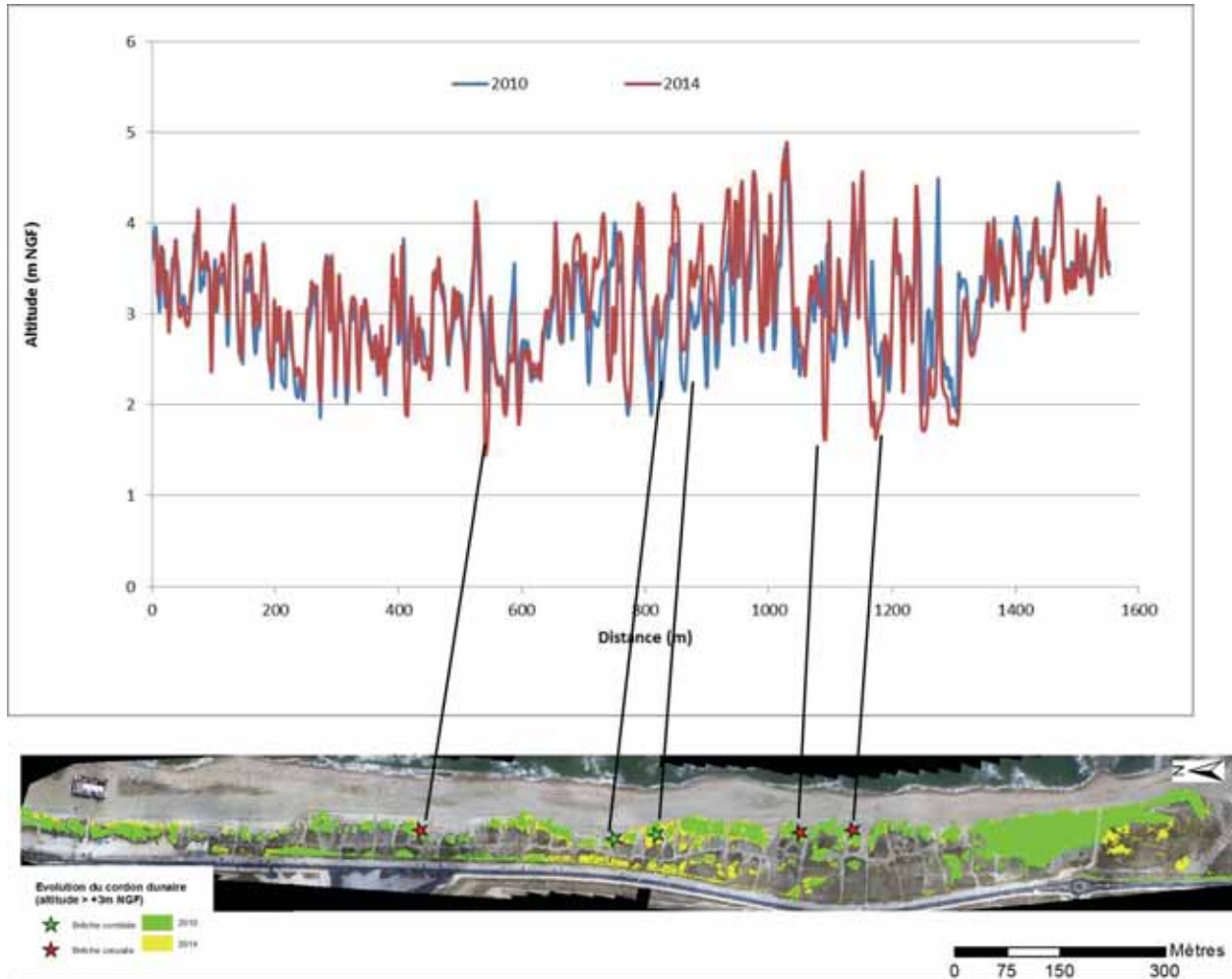


Illustration 116. Evolution morphologique du massif dunaire de Canet-en-Roussillon entre 2010 et 2014

Sur d'autres secteurs, on peut constater une tendance inverse avec le comblement de certaines brèches avec un gain altimétrique de l'ordre de 0.70 m.

Malgré un front dunaire pouvant subir des impacts lors d'évènements tempétueux, le massif dunaire de Canet-en-Roussillon présente une évolution positive en lien avec les aménagements entrepris depuis 2006.

3.7. BILAN GLOBAL DES EVOLUTIONS

Le suivi des dynamiques littorales entre septembre 2014 et avril 2015 est marqué par l'impact des tempêtes hivernales de novembre 2014 et dans une moindre mesure de mars 2015. Ces tempêtes ont accentué l'érosion sur une partie du secteur d'étude, mais associées à la crue de fin novembre, ont également participé à un apport sédimentaire au niveau de la plage immergée.

Le bilan sédimentaire est globalement positif sur l'ensemble de la zone à l'exception de l'embouchure du Bourdigou. Les apports en sédiments précédemment évoqués, y sont pour

beaucoup, de même que les rechargements en sables effectués qui améliorent localement le bilan au niveau du Barcarès et de Sainte-Marie.

Le bilan de l'évolution du trait de côte est hétérogène, sur l'ensemble du territoire de l'OBSCAT ainsi qu'à l'échelle de chacun des secteurs. On retrouve sur une grande partie du secteur d'étude une alternance entre de zones de recul et d'avancée du trait de côte. Cette dynamique a principalement pour origine la morphologie et l'agencement des barres les unes par rapport aux autres. Localement cet agencement peut aussi bien favoriser un engraissement de plage qu'accentuer l'érosion du secteur.

Plusieurs zones de forte érosion se détachent, notamment au droit du bateau sur le secteur du Lydia, au niveau du parking sur le secteur de Barcarès Sud, à Torreilles dans l'alignement du stade, et enfin à Sainte Marie au droit de l'épi Nord.

D'autres zones, présentant une érosion chronique au cours des dernières campagnes OBSCAT, se distinguent, à l'issue de l'hiver 2014/2015, par une avancée significative du trait de côte. Cette tendance a pour principale origine les rechargements artificiels opérés après la tempête de novembre 2014 et ne traduit donc pas l'évolution naturelle.

L'évolution du cordon dunaire est elle aussi très variable selon le secteur, cependant la tendance générale à l'issue de l'hiver tend à montrer une fragilisation du cordon dunaire dans des secteurs pourtant protégés. Soulignons toutefois que les cordons dunaires reliques des zones urbaines du Barcarès et de Sainte-Marie, réhabilités entre 2013 et 2014, progressent et se stabilisent progressivement.

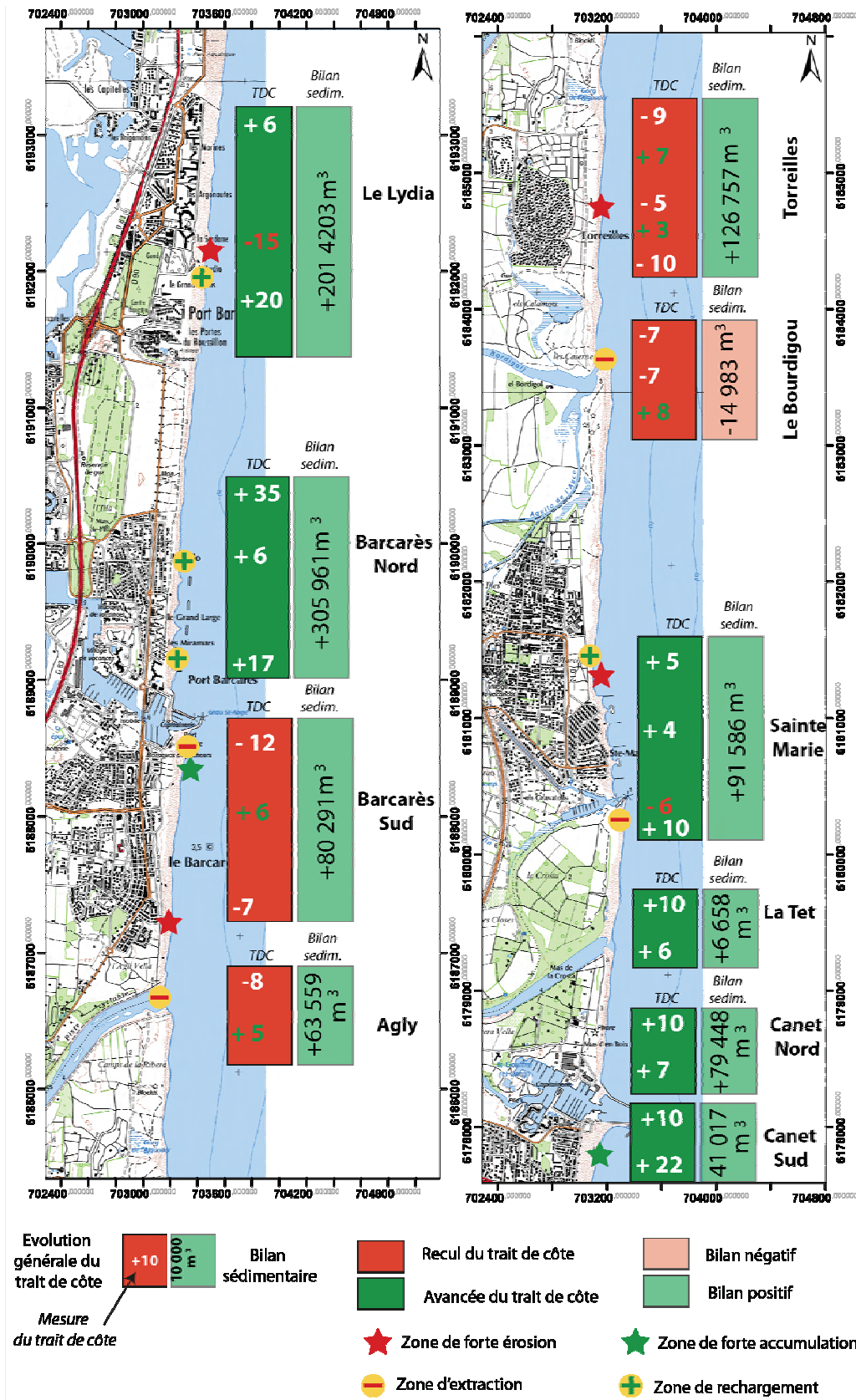


Illustration 117. Carte de synthèse des évolutions du secteur entre septembre 2014 et avril 2015

4. Recommandations de gestion

4.1. BILAN DES ACTIONS REALISEES

4.1.1. Les schémas directeurs d'aménagement du littoral

En 1983, un Syndicat Mixte regroupant la Région et les Départements a été créé pour remplacer la Mission Racine. Par la suite, de 2000 à 2004, une mission du littoral a été créée en vue de coordonner les actions des collectivités régionales, départementales et surtout communales. De 2002 à 2003, un plan de développement durable du littoral a été mis en place pour prendre en compte l'érosion et bâtir un schéma régional de gestion de l'érosion.

Ce schéma fournit les orientations stratégiques pour la gestion de l'érosion (<http://littoral.languedocroussillon.fr>). La Mission Interministérielle d'Aménagement du Littoral (MIAL) a également été créée pour poursuivre l'action menée par la Mission Racine. Elle possède un rôle moteur dans l'évolution des politiques de protection du littoral en Languedoc-Roussillon.

Au cours des années 2000, dans l'objectif de mettre en place les modes de gestion les plus adaptés au contexte hydrosédimentaire et socio-environnemental, des Schémas Directeurs de Protection du Littoral (SDPL) ont été réalisés. Les différents SDPL présents sur le territoire de PMCA et dans ses environs sont les suivants :

- SDPL de Saint Cyprien réalisé par BCEOM en 2000,
- SDPL de l'Agly à cap Leucate par BCEOM en 2003,
- SDPL de la Têt à l'Agly par Sogreah en 2007.

Actuellement aucun SDPL n'existe ou est en projet dans le secteur de Canet-en-Roussillon.

Ces documents présentent les grandes lignes des aménagements du littoral à réaliser sur le secteur, se déclinant en différentes phases et scénarios, à court terme et moyen terme. Ces phases comprennent aussi bien l'implantation d'ouvrages de défenses « lourds », que la mise en place de pratiques de gestion « douces ». Une grande partie des opérations en prévision sur le secteur, sont préconisées dans l'attente de la disponibilité des gisements sableux identifiés dans les projets BEACHMED/ ESPEXS⁹, ou de tout autre sources d'apport en sédiment disponible en grande quantité.

⁹ Le projet BEACHMED (2006) est un projet INTERREG MED de recherche de gisements sableux marins au large sur le plateau continental, dans le but de réaliser des extractions afin d'entretenir les littoraux en érosion à travers des rechargements massifs. Le projet ESPEXS (2012), CPER 2007-2013, prend la suite du projet BEACHMED, et s'oriente sur la collecte d'éléments sur le contexte environnemental de la zone, la ressource halieutique et les impacts liés à la mise en exploitation de ce stock sédimentaire.

4.1.2. Synthèses de opérations réalisées et en prévision

La majeure partie des aménagements du littoral languedocien sont hérités de la mission Racine (1963-1983), ayant impulsée le développement du tourisme et l'avènement des stations balnéaires dans la région (Jouvin, 2008). Ainsi, de nombreuses infrastructures littorales, à l'instar des jetées portuaires ou des ouvrages de défenses lourds, découlent de cette politique de valorisation et de développement de la côte (Durand, 1999 ; De La Torre *et al.*, 2014). A partir de 2002, l'Etat et la Région encouragent l'arrêt de l'artificialisation du littoral et la gestion de l'érosion par des techniques souples et réversibles dont le rechargement de plage.

Sur le territoire du PMCA, on répertorie différents types de protection. Premièrement, des ouvrages lourds en enrochement de type épis, brise-lames et protection de haut de plage, des digues de port et de fleuve en enrochement. Deuxièmement, des procédés « doux » ou réversibles, essentiellement de type ganivelles et rechargements en sable.

Les schémas directeurs d'aménagements du littoral préconisent ces deux grands types d'installations. Ainsi, depuis 2003, différentes opérations et aménagements du littoral ont été recensés, certains dans la continuité du schéma directeur, d'autres sont encore à l'état de projets. Enfin, certaines opérations hors cadre du schéma directeur ont également été observées, répondant le plus souvent à des actions d'urgence. Un tableau de synthèse de ces différentes opérations d'aménagements est présenté en annexe (Cf. Annexe 3).

Les opérations réalisées en accords avec les schémas directeurs d'aménagements (Cf. Annexe 3) s'orientent principalement autour de rechargements régulier en sables, par extraction des zones d'accumulation au droit des ouvrages portuaire ou au niveau des embouchures, et par des réhabilitations de cordons dunaires. Seule exception, le secteur de Port Barcarès Nord, avec l'ajout de 3 nouveaux brise-lames au Nord de la zone en 2014, associé à des rechargements annuels.

Les opérations en prévision inclus dans les schémas directeurs d'aménagements (Cf. Annexe 3), concernent l'ensemble des préconisations de recul stratégique (recul de la piste de danse du Lydia, réalignement du parking du Barcarès, etc.), ainsi que l'ajout ou la réfection d'ouvrages de défenses « lourds », et enfin les opérations de recalibrage des embouchures (Agly et Bourdigou). Ces opérations font actuellement l'objet d'études complémentaires ou études d'impacts. Par exemple, le projet de d'aménagement de Sainte Marie plage préconise l'allongement du brise-lame Sud, ainsi que l'implantation soit d'une butée de pied en géotextile ou en enrochements, soit la construction de 5 brise-lames supplémentaires.

Les opérations hors cadre des schémas directeurs d'aménagements (Cf. Annexe 3), sont principalement des pratiques liées à la gestion du littoral réalisées de manière ponctuelle ou annuelle. La constatation de ces opérations ressort d'observations réalisées au cours des campagnes OBSCAT, de la comparaison de différentes sources bibliographiques, ou de sources informelles. Il s'agit notamment d'opérations ponctuelles de rechargement et de reprofilage de plages, avant ou après une tempête ; d'opérations de rechargement annuels, à l'image du by-pass réalisé chaque année au niveau du port Barcarès ; la mise en place de protection du cordon dunaire, notamment sur le secteur de Canet-en-Roussillon (ne bénéficiant pas de schéma directeur d'aménagement littoral). Dans un registre différent mais qui joue un rôle sur l'évolution du littoral, on peut également ajouter à cette liste les opérations de nettoyage mécanique des plages qui ont lieux sur une grande partie du territoire.

4.2. PROPOSITIONS PAR CELLULE SEDIMENTAIRE

4.2.1. Cellule 10 – De Leucate à Port Barcarès

1. **Zone Urbanisée sans ouvrages de défenses, secteur du Lydia** (Cf. Illustration 118). La dynamique érosive du secteur de Lydia se traduit par une alternance de portion de plage en érosion et en accrétion. Les points majeurs d'érosion sont mouvant d'une saison à l'autre et sont principalement contrôlés par la position des barres d'avant côte. Les rechargements réguliers, associés à des rechargements et aux reprofilages plus ponctuels en prévision, ou après, un coup de mer semblent être la solution adaptée sur le secteur, permettant de suivre le comportement des barres et la migration des points d'érosion. Un nettoyage raisonné des plages doit être réalisé de manière à ne pas augmenter la vulnérabilité du site aux tempêtes. La réhabilitation du cordon dunaire, par reconquête végétale et piégeage du sable déjà initiée doit être poursuivie. La stabilisation et l'engraissement du cordon dunaire permet de renforcer cette zone tampon en cas de coup de mer. Concernant, les enjeux directement menacés par l'érosion, à l'image de la piste de danse du Lydia, on peut envisager une adaptation de cette structure au contexte érosif et aux coups de mer hivernaux, ou sa relocalisation à plus ou moins long terme.
2. **Milieu naturel, secteur du Mas de l'Isle** (Cf. Illustration 118). La réhabilitation du cordon dunaire de la zone déjà engagée doit être poursuivie.
3. **Zone urbanisée avec ouvrages de défenses, secteur de Port Barcarès Nord** (Cf. Illustration 118). Le recul du trait de côte chronique du secteur semble être compensé par l'action conjointe des ouvrages de défenses « lourds » et des rechargements réguliers. Cependant, il apparaît que la partie Nord du secteur n'est pas encore stabilisée. Il est nécessaire de suivre en particulier l'évolution des tombolos et des creux de baies afin d'adapter la fréquence et les volumes des rechargements de la zone. Une attention particulière doit être également portée à l'extrémité nord du secteur, après le dernier brise-lame. Le déportement du phénomène érosif sur cette zone n'étant pas exclu. De plus, la faisabilité d'un suivi spécifique par vidéo portant sur l'efficacité de l'épi sud pourrait être engagée. La réhabilitation du cordon dunaire, par reconquête végétale et piégeage du sable déjà initiée doit être poursuivie et étendue au Sud du secteur. Cette réhabilitation est cruciale pour maximiser le rôle de zone tampon du cordon dunaire.

Cellules hydrosédimen	Secteurs d'étude	Situation / bilan	Pratiques de gestion et solutions envisagées	Recommandations
Cellule 10 Port Barcarès à Port Leucate	Lydia	Alternance érosion accrétion - "Hot spot" d'érosion variables selon les dynamiques des barres.	Rechargements; gestion du cordon dunaire; Nettoyage de plage ; Relocalisation esplanade.	<p>1. Zone urbanisée sans ouvrages (Lydia): Poursuivre les rechargements ponctuels, éviter les aménagements en dur; Poursuivre gestion du cordon dunaire; Envisager recul stratégique des enjeux menacés à court ou moyen termes.</p> <p>2. Milieu naturel : poursuivre gestion du cordon dunaire, préservation et reconquête végétale.</p> <p>3. Zone urbanisée avec ouvrages (Barcarès): Poursuivre les rechargements d'entretiens; Poursuivre la reconquête végétale et l'entendre au sud; Suivi (vidéo) sur l'efficacité des épis au sud; Suivi sur l'éventuel report de l'érosion au nord des brise-lames.</p>
	Mas de l'Isle	Stabilisation et reconquête végétale	Gestion du coron dunaire (mise en défens)	
	Port Barcarès Nord	Erosion chronique nord du port compensée par les aménagements et les rechargements; Création de tombolo au droit des brise-lames.	Gestion cordon dunaire; Ajouts brise-lames; Rechargements (extraction Agly et by-pass); Nettoyage de plage.	

*Opérations en prévision

Illustration 118 - Tableau de synthèses des recommandations pour la cellule 10 Port Leucate à Port Barcarès.

4.2.2. Cellule 9 – De Port Barcarès à l'Agly

- 1. Zone d'accumulation au Sud du port, secteur de Port Barcarès Sud (Cf. Illustration 119).** Le secteur présente sur le long terme une accumulation. A l'échelle saisonnière, l'impact des extractions en sables entraînent un léger recul du trait de côte au Nord de la zone. Des prélèvements raisonnés, par by-pass, doivent se poursuivre pour alimenter la zone en déficit au Nord du port.
- 2. Centre-ville du Barcarès, secteur de Port Barcarès Sud (Cf. Illustration 119).** Une partie des infrastructures constituant le centre-ville du Barcarès sont situées dans l'alignement d'une portion de plage étroite, plus exposée à l'énergie de la houle en raison de la position des barres d'avant côte. Le cordon dunaire très étroit sur cette portion de plage doit être réhabilité puis étendu à la partie Sud du parking, et associé à une relocalisation du parking à moyen terme. Cette zone, comprise entre deux secteurs d'étude OBSCAT, doit également faire l'objet d'un suivi régulier. Dans l'attente d'une relocalisation, des rechargements en sables doivent être privilégiés en fonction du contexte érosif. La ré-ouverture de l'embouchure lors de l'hiver 2014-2015 devrait favoriser un apport naturel vers le nord limitant probablement les phénomènes érosifs pendant une durée limitée. Afin de limiter l'érosion de cette zone il convient également de limiter le nettoyage mécanique de la plage.
- 3. Embouchure de l'Agly (Cf. Illustration 119).** Ce secteur présente une forte variabilité, rythmée par des cycles de colmatage et de déblaiement de l'embouchure. Les bancs de sables de ce secteur étant utilisés comme zones d'extraction, le principal enjeu concerne la gestion du stock sableux disponible. Les prélèvements doivent se poursuivre, tout en suivant les éventuels impacts induits par ces extractions. Le projet de recalibrage des digues des rives Nord et Sud devrait faire l'objet d'une réflexion notamment sur l'efficacité et le rapport coûts/bénéfice de ces travaux, puisque la configuration actuelle permet un by-pass sédimentaire naturel lorsque l'embouchure est fermée par sa flèche.

Cellules hydrosédimentaires	Secteurs d'étude	Situation / bilan	Pratiques de gestion et solutions envisagées	Recommandations
Cellule 9 Agly à Port Barcarès Sud	<i>Port Barcarès Sud</i>	Tendance à l'accumulation au Nord, avec zone en érosion au sud avec forts enjeux.	Gestion du cordon dunaire; Nettoyage de plage; <i>Relocalisation parking centre ville; Relocalisation poste de secours.</i>	1. Accumulation Sud du port: Poursuivre les prélèvements raisonnés (suivi). 2. Centre ville: favorable à un réalignement du parking associé à une réhabilitation du cordon dunaire élargie au sud; Suivi régulier de la zone sud; Limiter le nettoyage mécanique. 3. Embouchure : Poursuivre les prélèvements en sables; réflexion sur l'efficacité du recalibrage.
	<i>Embouchure Agly</i>	Alternance colmatage/déblaiement de l'embouchure. Secteur en accrétion au Sud et zone en érosion au Nord.	Extraction au niveau de l'embouchure; <i>Recalibrage embouchure de l'Agly.</i>	

**Opérations en prévision*

Illustration 119 - Tableau de synthèses des recommandations pour la cellule 9 Agly à Barcarès Sud.

4.2.3. Cellule 8 – De l'Agly au Bourdigou

- Village des Sables, secteur de Torreilles** (Cf. Illustration 120). L'évolution de ce secteur montre une forte tendance à l'érosion, avec une variabilité des secteurs en érosion exposant de manière inégale différentes zones du secteur. Ces zones vulnérables présentant des dunes déjà fragilisées sont d'autant plus menacées par les risques d'érosion et de submersions. La mobilité des points d'érosion est conditionnée par la dynamique des barres d'avant côte se déplaçant vers le Nord. Ainsi, les rechargements annuels et ponctuels apparaissent comme la protection la plus adaptée associée aux reprofilages de plage, pouvant suivre le déplacement de ces points délicats. L'attention particulière portée au cordon dunaire est essentielle afin de réduire la vulnérabilité du secteur. L'entretien des différents outils de protection du cordon dunaire doit se poursuivre, de même que la consolidation des zones fragilisées, notamment à travers des rechargements. Afin de limiter l'érosion de cette zone il convient de limiter le nettoyage mécanique de la plage.
- Embouchure du Bourdigou** (Cf. Illustration 120). Ce secteur est conditionné par les dynamiques marines et alluviales, ainsi que par l'implantation des ouvrages de défense qui délimitent l'embouchure. La flèche sableuse qui constitue l'embouchure connaît une forte variabilité annuelle et saisonnière. Le suivi de ce secteur permet d'étudier l'évolution du stock sableux de l'embouchure faisant l'objet d'extractions régulières. Bien que l'on enregistre un recul du trait de côte sur la zone, contrôlée par l'interaction de la position des barres, du pro-delta du Bourdigou et par l'épi sud de l'embouchure, ce secteur ne présente pas d'enjeux spécifiques. Le projet de recalibrage de l'embouchure et du réalignement du trait de côte soulève des questionnements. En raison de la grande largeur de la zone en amont, il semble peu probable que la réouverture saisonnière naturelle se fasse en cas de suppression des digues (sauf crue exceptionnelle). Par ailleurs, la forme de la jetée sud permet un by-pass naturel, ce qui ne serait pas forcément le cas d'une jetée perpendiculaire au trait de côte.

Cellules hydrosédimentaires	Secteurs d'étude	Situation / bilan	Pratiques de gestion et solutions envisagées	Recommandations
Cellule 8 Bourdigou à l'Agly	Torreilles	Tendance à l'érosion; Variabilité des "hot spot" d'érosion selon les dynamiques des barres. Exposition au risque de submersion en cas de brèche ou de franchissement cordon	Rechargements; Reprofilage; Nettoyage de plage; Gestion du cordon dunaire (réhabilitation et entretiens)	<p>1. Torreilles Village des sables: Entretien des ganivelles; poursuivre les rechargements ponctuels et le reprofilage de plage; rechargement du cordon dunaire ne pas implanter d'ouvrage en dur; Limiter le nettoyage mécanique.</p> <p>2. Embouchure : Poursuivre les extractions en sables raisonnées; Réflexion sur l'utilité des ouvrages de calibrages ; Questionnement sur l'intérêt d'un réalignement du linéaire.</p>
	Embouchure Bourdigou Nord	Alternance colmatage/déblaiement de l'embouchure. Alternance de secteur en érosion/ accrétion au Sud et au Nord	Extractions; Recalibrage de l'embouchure et réalignement du linéaire côtier	

*Opérations en prévision

Illustration 120 - Tableau de synthèses des recommandations pour la cellule 8 Agly au Bourdigou.

4.2.4. Cellule 7 – Du Bourdigou au Port de Canet-en-Roussillon

- Sainte Marie centre, secteur de Sainte Marie** (Cf. Illustration 121). Ce secteur présente une forte tendance à l'érosion accentuée localement par la présence d'ouvrages de défenses « lourds ». Plusieurs projets sont à l'étude afin d'étendre l'emprise des ouvrages de défense au Nord. Dans cette zone déjà fortement anthropisée, les projets d'aménagements prévus dans l'attente de l'exploitation d'importants gisements sableux, doivent limiter au maximum les aménagements irréversibles à l'image des brise-lames. Une analyse coûts/bénéfices sur l'implantation de brise-lames supplémentaires ou d'une butée de pied associée à des rechargements, devrait être mise en place pour comparer cette solution à d'autres options basées uniquement sur des rechargements d'entretien, mais plus réguliers, et associés à des reprofilages de plages.
- Zone d'accumulation à l'embouchure de la Têt, secteur de Sainte Marie Sud et Têt** (Cf. Illustration 121). Ce secteur fait l'objet d'extraction en sable pour alimenter les plages Nord de Sainte Marie. Les extractions ne menacent pas particulièrement le secteur. Le recul du trait de côte mesuré au droit de la jetée n'est pas significatif par rapport à la zone. La Crouste, est actuellement un terrain privé relativement sauvage. Aucun enjeu notable n'étant menacé par l'érosion du secteur, l'acquisition foncière de ces terrains, de même que la réhabilitation du cordon dunaire ne semble pas nécessaire. La position du méandre de l'embouchure Têt et sa tendance à un allongement vers le nord peut potentiellement menacer sur le long terme la zone d'habitation privé actuellement protégé par du tout-venant. La position du méandre au niveau de l'embouchure interne pourrait faire l'objet d'un suivi.
- Zone au Nord du port de Canet** (Cf. Illustration 121). La dynamique de cette zone est principalement contrôlée par la présence de la jetée portuaire de Canet associé à la morphologie de l'avant côte. Sur le long terme, ce secteur présente une érosion chronique, mais sur la dernière campagne on mesure une progression significative du trait de côte. Dans ce secteur, relativement coupé des apports sédimentaires de la dérive littorale Sud-Nord, il faut privilégier les rechargements annuels et post-tempêtes, ainsi que la préservation et l'entretien du cordon dunaire.

Cellules hydrosédimen	Secteurs d'étude	Situation / bilan	Pratiques de gestion et solutions envisagées	Recommandations
Cellule 7 Port Canet nord au Bourdigou	<i>Sainte Marie Nord du Port</i>	Tendance à l'érosion entre les ouvrages et au Nord du dernier épi	Rechargement ponctuel d'urgence ; Reprofilage de plage; By-pass; Nettoyage de plage; Extension 1er brise-lame; Implantation au Nord de brise-lames ou butée de pied en	<p>1. Sainte Marie Centre: Poursuivre les rechargements et reprofilages. Eviter l'implantation de nouveaux brise-lames. Réflexion coûts/bénéfices entre implantation d'une butée de pied en géotextile et augmenter la fréquence des rechargements</p> <p>2. Sud du Port Sainte Marie: Pas d'intérêt clair à l'acquisition foncière et à la protection dunaire car enjeux limités. Privilégier un laisser faire. Surveiller la position du méandre au niveau zone d'habitations privées dans l'embouchure interne.</p> <p>3. Nord du Port de Canet: Poursuivre les rechargements ponctuels les reprofilages; Maintenir la préservation du cordon dunaire.</p>
	<i>Sainte Marie Sud</i>	Zone d'accumulation avec érosion ponctuel en lien avec les extraction	Extractions; Acquisition foncières; Gestion du Cordon dunaire	
	<i>Embouchure de la Têt</i>	Variabilité de la flèche sableuse.	Mise en place (probablement privé) d'encrochements en tout venant.	
	<i>Canet Nord du port</i>	Echelle saisonnière: alternance entre phases d'érosion et d'accrétion. Echelle annuelle: tendance à l'érosion	Rechargements; reprofilage de plage; gestion du cordon dunaire; Nettoyage de plage	

*Opérations en prévision

Illustration 121 - Tableau de synthèses des recommandations pour la cellule 7 du Bourdigou au port de Canet-en-Roussillon.

4.2.5. Cellule 6 – Du Port de Canet-en-Roussillon à St Cyprien

- Milieu naturel, secteur Canet sud** (Cf. Illustration 122). Le cordon dunaire situé entre le grau de Canet-Saint Nazaire et la zone urbaine de Canet-en-Roussillon fait déjà l'objet d'une réhabilitation et d'une protection. Ce type de gestion doit se poursuivre afin de consolider le cordon dunaire et l'entretien des systèmes de piégeages en place depuis de nombreuses années doit être assuré pour éviter la perte de leur efficacité
- Sud du port de Canet, Secteur Canet sud** (Cf. Illustration 122). Cette zone d'accumulation présente une évolution constante, enregistrant une progression du trait de côte régulière. Certaines portions de plages pourraient éventuellement faire l'objet d'extractions pour alimenter le secteur de Canet Nord, sous réserve que le stock sableux au sud se reconstitue naturellement.

Cellules hydrosédimentaires	Secteurs d'étude	Situation / bilan	Pratiques de gestion et solutions envisagées	Recommandations
Cellule 6 Grau de Canet au Port de Canet	<i>Canet Sud du port</i>	Zone d'accumulation continue	Nettoyage de plage; Pièges à sédiments (éoliens); Gestion du cordon dunaire	<ol style="list-style-type: none"> 1. Milieu naturel: Maintenir la protection du cordon dunaire au Sud de Canet; 2. Sud du port: Envisager des extractions de sables au droit de la jetée afin de réaliser un by-pass avec le secteur de Canet Nord

Illustration 122 - Tableau de synthèses des recommandations pour la cellule 6 du port de Canet-en-Roussillon à St Cyprien.

4.2.6. Bilan global des recommandations

A l'issue de l'année 2 de l'OBSCAT, les recommandations pouvant être apportées en matière de gestion et d'aménagement du littoral sont principalement axées autour de méthodes de protection « douces ». L'accent est principalement mis sur des rechargements associés à un reprofilage de plage et à la réhabilitation du cordon dunaire.

Le lien entre les zones d'érosion et la mobilité des barres d'avant-côte a été en particulier mis en évidence (Torreilles, Lydia), avec une migration progressive vers le Nord. Ainsi, la solution à apporter se doit d'être mobile également. Un rechargement associé à des rechargements ponctuels, sous réserve de stock sableux disponible, apparaît comme la solution la plus adaptée. A ce titre, un suivi particulier doit être poursuivi sur les zones d'extraction en sable, afin d'anticiper et de réguler les prélèvements.

En parallèle, la réhabilitation des cordons dunaires, bien que déjà initiée sur une partie du territoire, doit s'étendre aux secteurs à fort enjeux. Dans ces zones, le cordon dunaire peut potentiellement reprendre son rôle de zone tampon en cas de tempête, limitant ainsi les risques et les dégâts au niveau des zones urbaines installées en arrière plage.

Enfin, les sites présentant une forte concentration d'ouvrages de défenses, doivent faire l'objet de suivis réguliers pour anticiper les effets collatéraux inévitables de ces ouvrages. Dans ces secteurs, il est recommandé de limiter l'implantation d'ouvrages supplémentaires et de privilégier des rechargements de plage.

5. Conclusion

L'année 2 de l'observatoire de la côte sableuse catalane a permis de compléter les observations initiées en année 1 (topo-bathymétrie) par des levés complémentaires permettant de mieux appréhender la dynamique côtière à plus grande échelle (images satellites) mais aussi à plus haute fréquence (images vidéos). Dans les zones difficiles d'accès (dunes, embouchures), les moyens d'acquisition ont été adaptés avec le recours à une embarcation légère pour la bathymétrie et la mise en œuvre de levés drones photogrammétriques pour la topographie.

Le bilan des observations entre septembre 2014 et avril 2015 est marqué par l'impact des tempêtes hivernales de novembre 2014 et, dans une moindre mesure, de mars 2015. Ces tempêtes ont accentué l'érosion sur une partie du secteur d'étude, mais associées aux crues de fin novembre, ont également participé à un apport sédimentaire au niveau de la plage immergée.

Le bilan sédimentaire est globalement positif sur l'ensemble de la zone à l'exception de l'embouchure du Bourdigou. Les apports en sédiments, précédemment évoqués, y sont pour beaucoup, de même que les rechargements en sable effectués au niveau du Barcarès et de Sainte-Marie qui, s'ils ne modifient pas le stock sédimentaire sur l'intégralité du territoire, modifient localement les bilans de chaque site.

Plusieurs zones de forte érosion se détachent, notamment au droit du bateau sur le secteur du Lydia, au niveau du parking sur le secteur de Barcarès Sud, à Torrelles dans l'alignement du stade, et enfin à Sainte-Marie, au droit de l'épi Nord.

D'autres zones, présentant une érosion chronique au cours des dernières campagnes OBSCAT font au contraire apparaître, à l'issue de l'hiver 2014/2015, une avancée significative du trait de côte. Cette tendance a pour principale origine les rechargements artificiels opérés après la tempête de novembre 2014.

Bien que très variable selon les secteurs, la tendance générale des cordons dunaires à l'issue de l'hiver tend à montrer une fragilisation dans des secteurs pourtant protégés. Soulignons toutefois que les cordons reliques ou embryonnaires des zones urbaines du Barcarès et de Sainte Marie, réhabilités entre 2013 et 2014, progressent et se stabilisent progressivement.

Les recommandations pouvant être apportées en matière de gestion et d'aménagement du littoral sont principalement axées autour de méthodes de protection « douces ». L'accent est principalement mis sur des rechargements associés à un reprofilage de plage et à la réhabilitation du cordon dunaire.

Le lien entre les zones d'érosion et la mobilité des barres d'avant-côte a été en particulier mis en évidence (Torrelles, Lydia), avec une migration progressive vers le Nord. Ainsi, la solution à apporter se doit d'être mobile également. Un rechargement associé à des rechargements ponctuels, sous réserve de stock sableux disponible, apparaît comme une solution à court terme.

Un suivi particulier doit être poursuivi sur les zones d'extraction en sables, afin d'anticiper et de réguler les prélèvements.

L'année 3 de l'observatoire poursuivra ces observations et analyses et précisera les stocks et volumes sédimentaires disponibles par la mise en œuvre d'un levé géophysique.

6. 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. Thèse de Doctorat, Université de Perpignan, 253 p.

Balouin Y. (2015) – Synthèse des connaissances sur les phénomènes d'érosion de Torrelles-plage et du Lydia. Rapport d'expertise. Rapport BRGM/RP-64567-FR. 18 p., 15 ill.

Balouin Y., et Belon, R., 2012. Evaluation des submersions marines lors des tempêtes en Languedoc-Roussillon – Atlas cartographique. Rapport BRGM/RP-61306-FR ; 124 p.

Balouin Y., De La Torre Y., et Tirard E., 2011. Les tempêtes marines sur le littoral du Languedoc-Roussillon – Caractérisation et faisabilité d'un réseau de surveillance des tempêtes et de leurs impacts. Rapport BRGM/RP-59516-FR, 75 p.

Barneoud V., 2009. Etude des espaces littoraux de Leucate (11) et Le Barcarès (66) - Eléments de géographie physique territoriale et historique des modifications anthropiques (1848-2008). 34 p.

BCEOM 2003. Etude générale pour la protection du littoral de l'Agly au Cap Leucate.

Bourrin F., 2007. Variabilité et devenir des apports sédimentaires par les fleuves côtiers : cas du système têt - littoral Roussillonnais dans le golfe du lion. Thèse de Doctorat, Université de perpignan, 305 p.

Conseil Général 34 (2008). Atlas du littoral - Département de l'Hérault et Golfe du Lion - Gestion intégrée des zones cotières Méditerranéennes - sous projet ICZM-MED (Beachmed-e).

De la Torre Y., Bélon R., Balouin, Y. et Bodéré G. (2015) – « Réseau Tempête » Languedoc-Roussillon 2013-2014. Rapport final. BRGM/RP-64178-FR, 35 p.

Durand P., 1999. L'évolution des plages de l'ouest du Golfe du Lion au XXème siècle. Thèse de doctorat en géographie physique, Université Lumière Lyon 2, 462 p.

EID Méditerranée, 2010 a. Module 1 : Gérer durablement le Littoral - Etudes stratégiques et perspectives sur l'évolution des risques littoraux - Action 1 : Inventaire et évaluation des écosystèmes dunaires et des aménagements de protection douce sur le littoral du Languedoc-Roussillon - Phase 1 : Synthèse bibliographique et mise en place d'une méthodologie d'évaluation. 49 p.

EID Méditerranée, 2010 c. Gérer durablement le Littoral -Etudes stratégiques et perspectives sur l'évolution des risques littoraux - Module 2 : Stratégies d'adaptation - Action 3 : Le nettoyage des plages, problèmes et solutions - Phase 1 : L'état des pratiques aujourd'hui en Languedoc-Roussillon. 91 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, 385p.

Jouvin P., 2008. La mission racine (1963-1983) et 45 ans d'aménagement du littoral languedocien. Séminaire des Sites et Paysages, 3 p.

Lafon V., DeHouck A., Robinet A., Marieu V., Curti C., Durou N., 2014. Détection d'indicateurs géomorphologiques littoraux par télédétection à très haute résolution spatiale, XIIIe journées nationales Génie Côtier – Génie Civil

Mallet C., Lafon V., Desprats J-F., 2007. Cartographie des faciès géomorphologiques du littoral aquitain à partir des données FORMOSAT-2, BRGM/RP-53101-FR, Rapport final, 69 p.
Mark R., Byrnes, Jessica L. Baker, and Feng Li, 2002. Quantifying Potential Measurement Errors and Uncertainties Associated with Bathymetric Change Analysis. US Army Corps of Engineers', ERDC/CHL CHETN-IV-50, 17 p.

Monaco A., Ludwig W., 2009. Le Golfe du Lion - Un observatoire de l'environnement en Méditerranée.

Raynal O., Certain, R. et Guerinel, B., 2011. Les pratiques de gestion des sédiments dans le Languedoc-Roussillon. in Rapport de tâche A1 du Plan de Gestion des Sédiment du Languedoc-Roussillon, 49 p.

Safege, 2010. Recherche de Gisements sableux. Rapport provisoire, 99 p.

SHOM (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine), 2012. Ouvrage de marée. Références Altimétriques Maritimes – Cotes du zéro hydrographique et niveaux caractéristiques de la Marée. Edition 2012. 104 p.

SMNLR BRL, 2003. Orientations stratégiques pour la gestion de l'érosion en Languedoc-Roussillon.

Sogreah, 2007. Protection du littoral de la Têt à l'Agly - Phase 1 : Bilan de l'évolution du trait de côte. N°1711612 R1-rev.2, 103 p.

Sogreah, 2011. Actualisation de l'aléa érosion en Languedoc-Roussillon. N°1713060, 176 p.

Annexe

Annexe 1. Carte topobathymétriques avril 2014, septembre 2014 et avril 2015 .141

SECTEUR 1 – LE LYDIA.....	142
SECTEUR 2- PORT BARCARES NORD	143
SECTEUR 3 – PORT BARCARES SUD	144
SECTEUR 5 – TORREILLES	145
SECTEUR 7 – SAINTE MARIE LA MER.....	146
SECTEUR 9 – NORD DU PORT DE CANET EN ROUSSILLON	147
SECTEUR 10 – SUD DU PORT DE CANET EN ROUSSILLON	148

Annexe 2. Carte des évolutions du trait de côte entre 1962 et avril 2015.....149

SECTEUR 1 – LE LYDIA.....	150
SECTEUR 2 – PORT BARCARES NORD	151
SECTEUR 3 – PORT BARCARES SUD	152
SECTEUR 4 – EMBOUCHURE DE L'AGLY	153
SECTEUR 5 – TORREILLES	154
SECTEUR 6 – EMBOUCHURE DU BOURDIGOU	155
SECTEUR 7 SAINTE MARIE LA MER.....	156
SECTEUR 8 – EMBOUCHURE DE LA TET	157
SECTEUR 9 – NORD DU PORT DE CANET EN ROUSSILLON	158
SECTEUR 10 – SUD DU PORT DE CANET EN ROUSSILLON	159

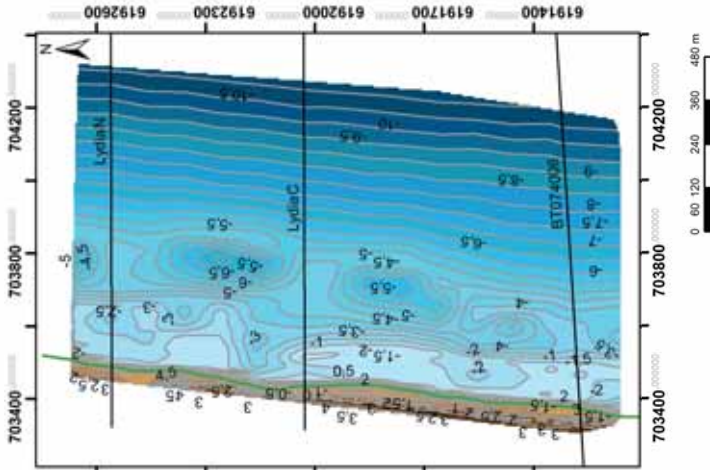
Annexe 3. Synthèse des opérations d'aménagements et de gestion réalisées..161

TABLEAU DE SYNTHÈSE DES OPERATIONS D'AMENAGEMENTS ET DE GESTION DU LITTORAL SUR LE SECTEUR D'ETUDE DEPUIS 2003	162
--	-----

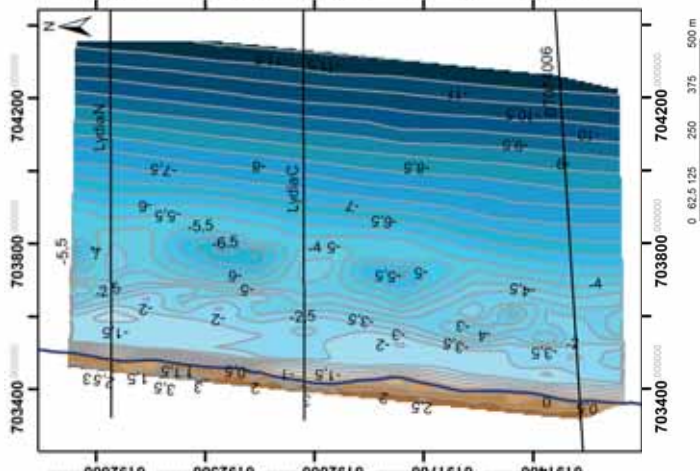
Annexe 1. Carte topobathymétriques avril 2014, septembre 2014 et avril 2015

Secteur 1 – Le Lydia

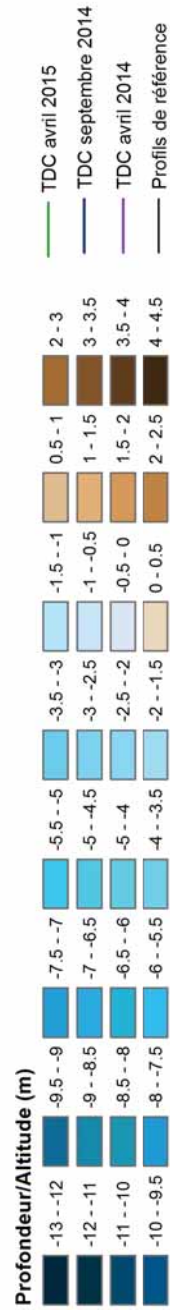
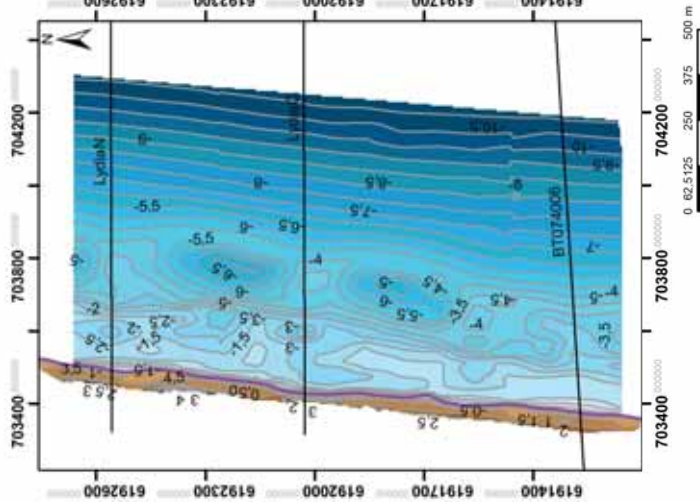
Carte bathymétrique avril 2015



Carte bathymétrique septembre 2014



Carte bathymétrique avril 2014

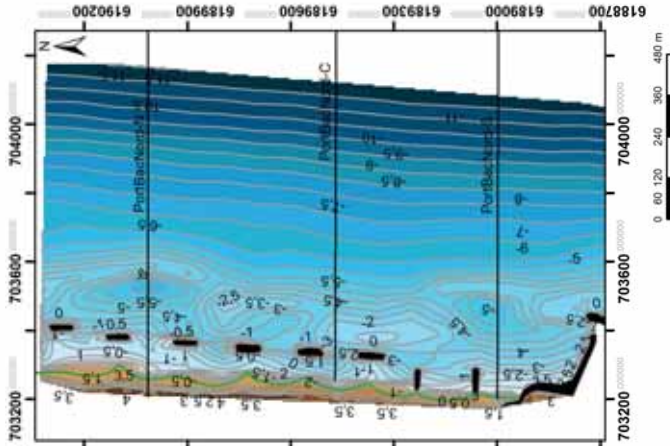


Auteur : BRGM

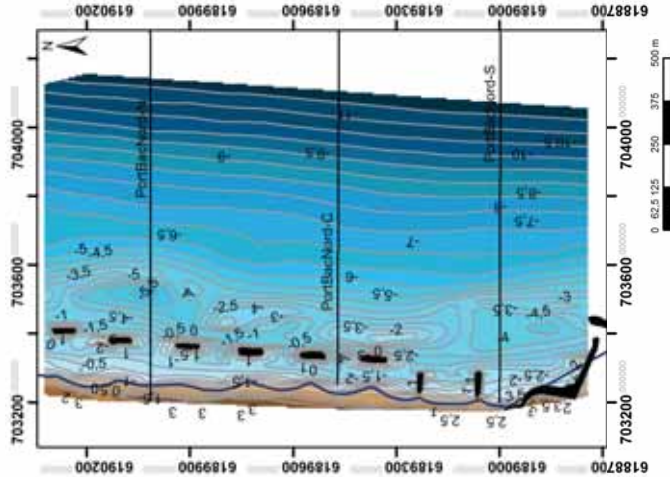
Source :
 Observatoire de la côte
 sableuse catalane,
 campagnes 2014/ 2015

Secteur 2- Port Barcarès Nord

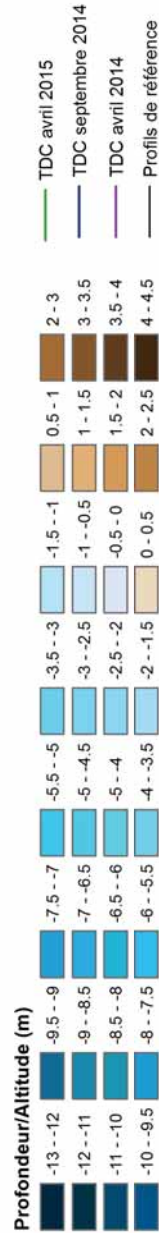
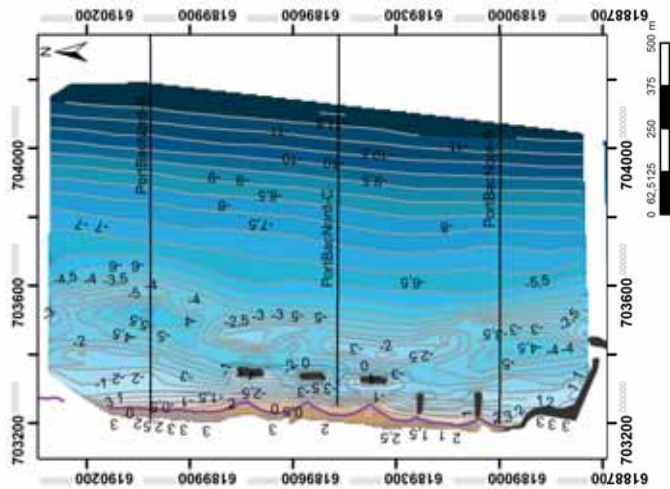
Carte bathymétrique avril 2015



Carte bathymétrique septembre 2014



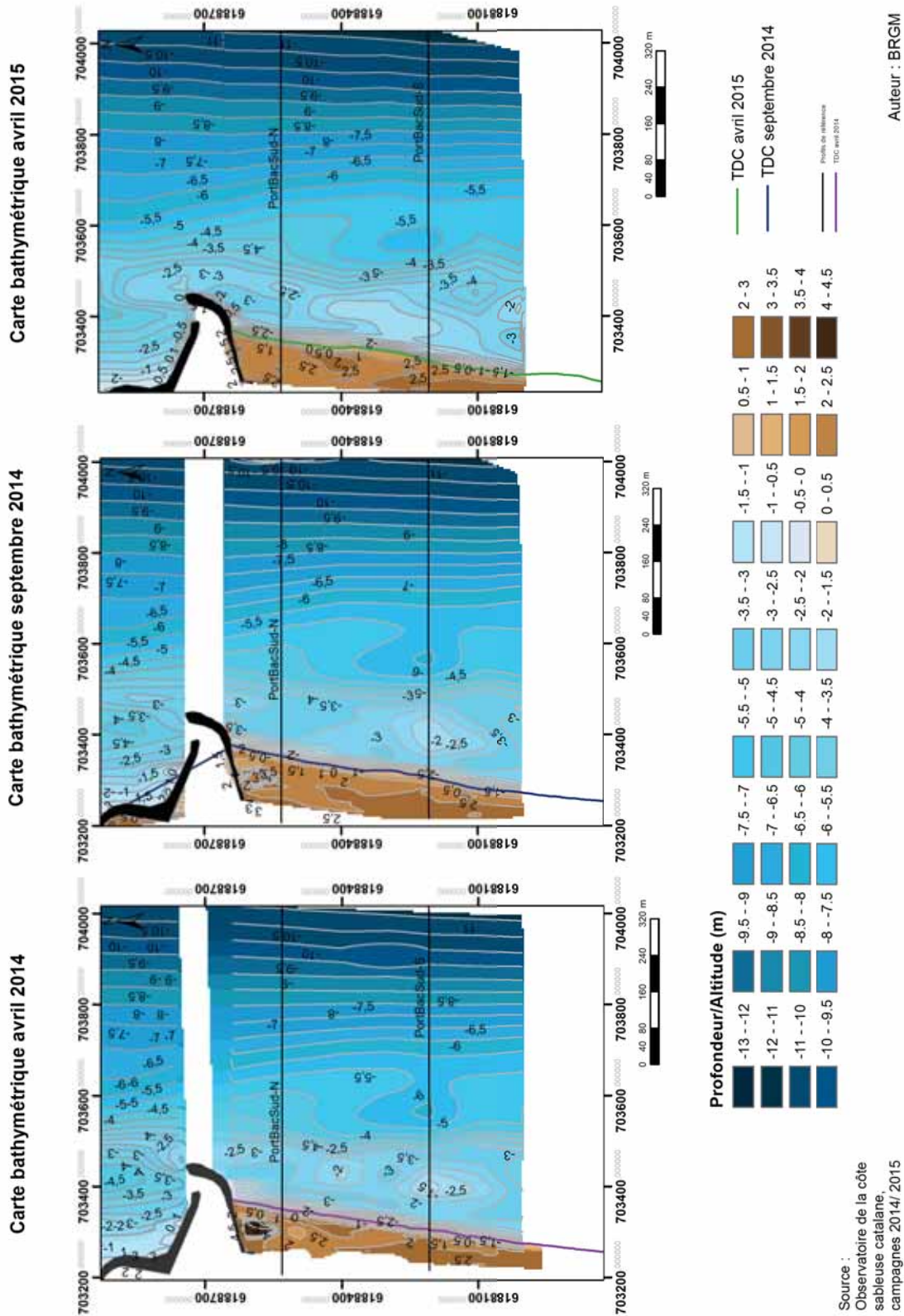
Carte bathymétrique avril 2014



Source :
Observatoire de la côte
sabluse catalane,
campagnes 2014/ 2015

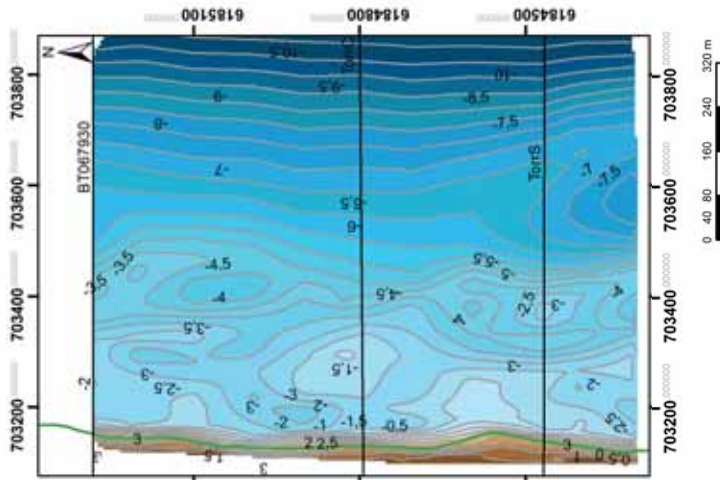
Auteur : BRGM

Secteur 3 – Port Barcarès Sud

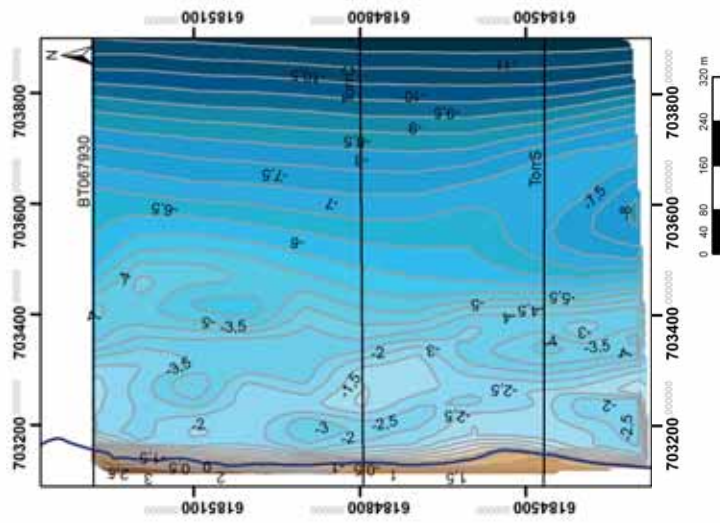


Secteur 5 – Torrelles

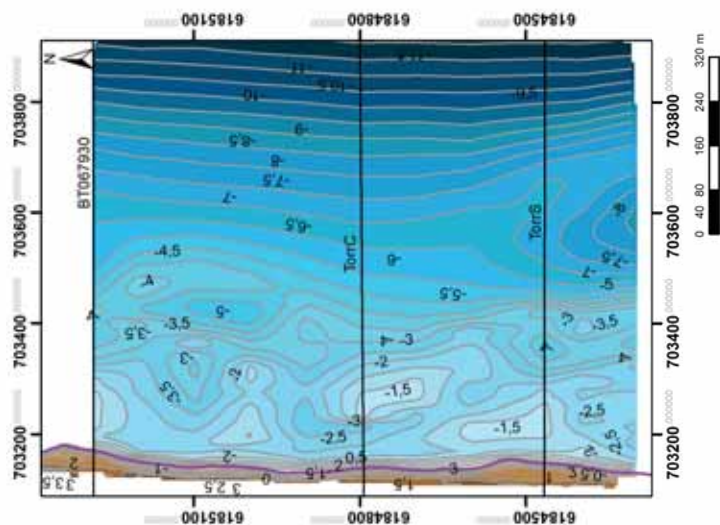
Carte bathymétrique avril 2015



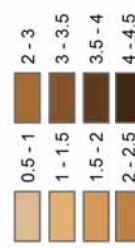
Carte bathymétrique septembre 2014



Carte bathymétrique avril 2014



Profondeur/Altitude (m)

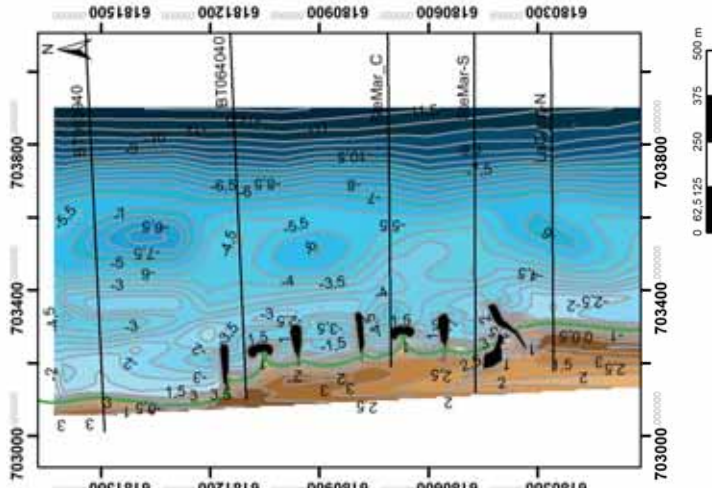


Auteur : BRGM

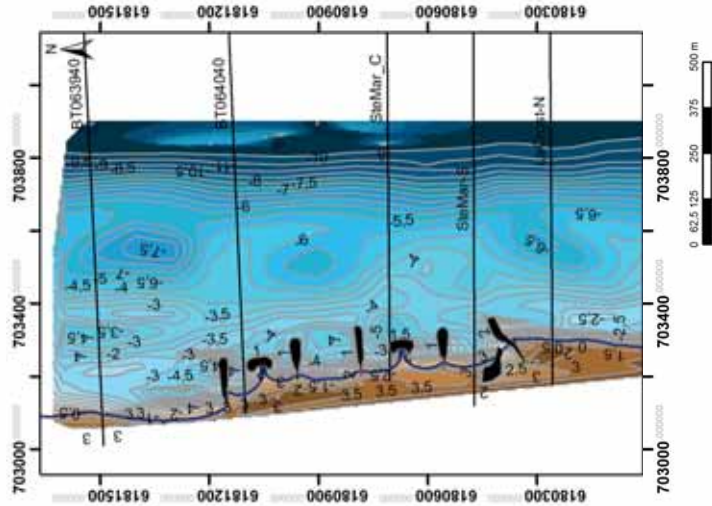
Source :
Observatoire de la côte
sabluse catalane,
campagnes 2014/ 2015

Secteur 7 – Sainte Marie la Mer

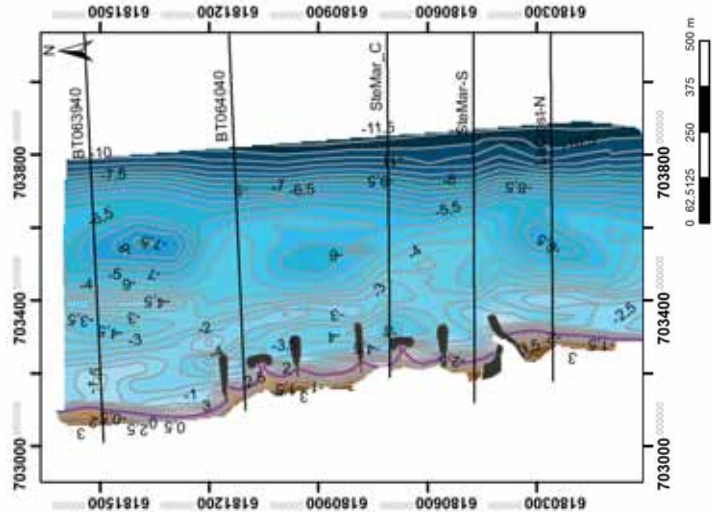
Carte bathymétrique avril 2015



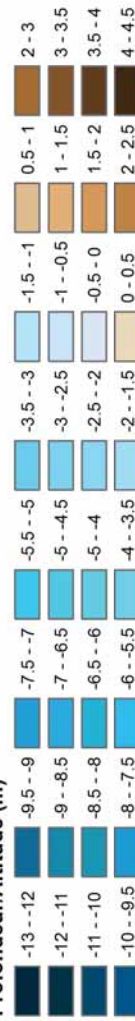
Carte bathymétrique septembre 2014



Carte bathymétrique avril 2014



Profondeur/Altitude (m)



TDC avril 2015

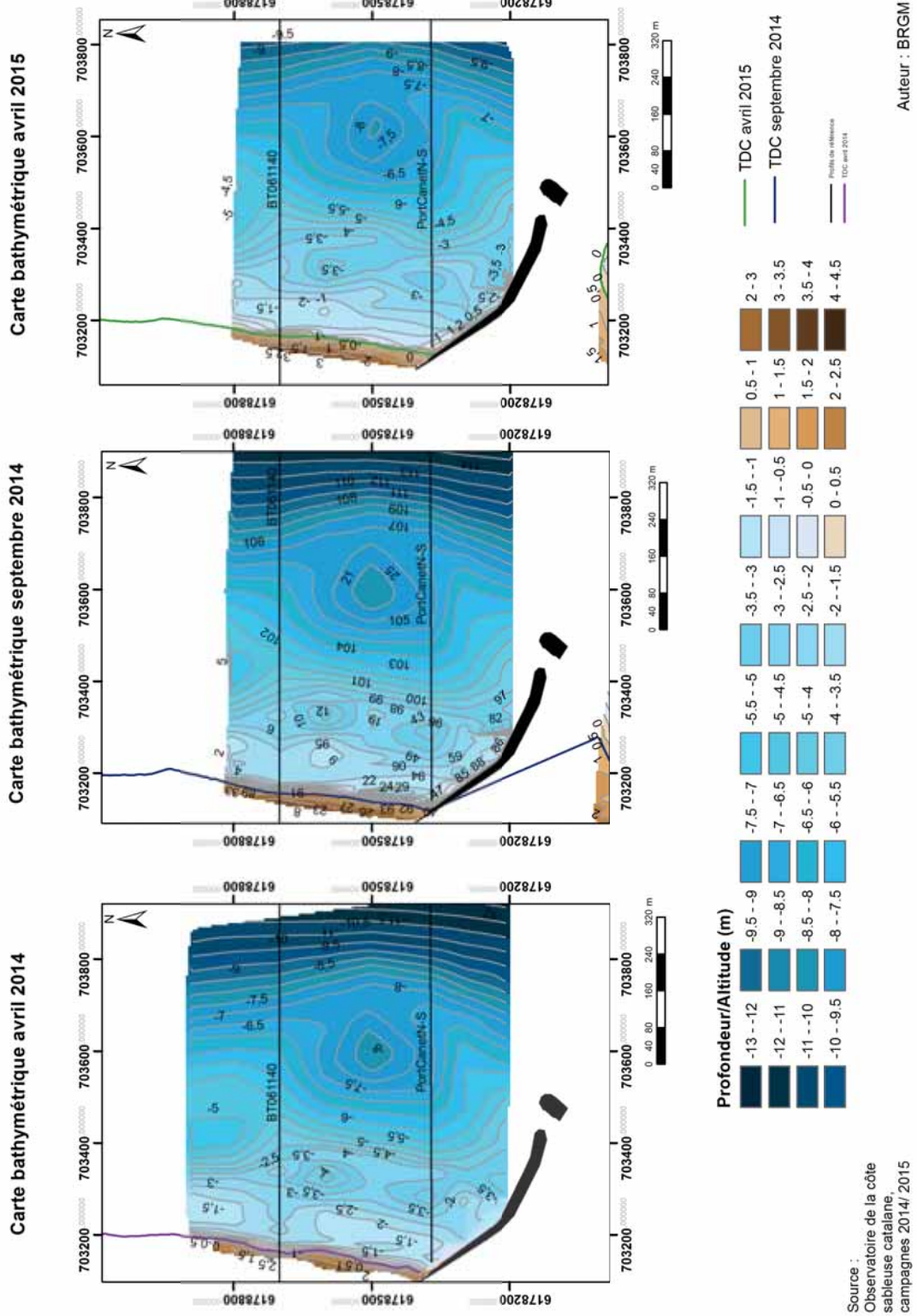
TDC septembre 2014

Points de référence
TDC avril 2014

Auteur : BRGM

Source :
Observatoire de la côte
sabluse catalane,
campagnes 2014/ 2015

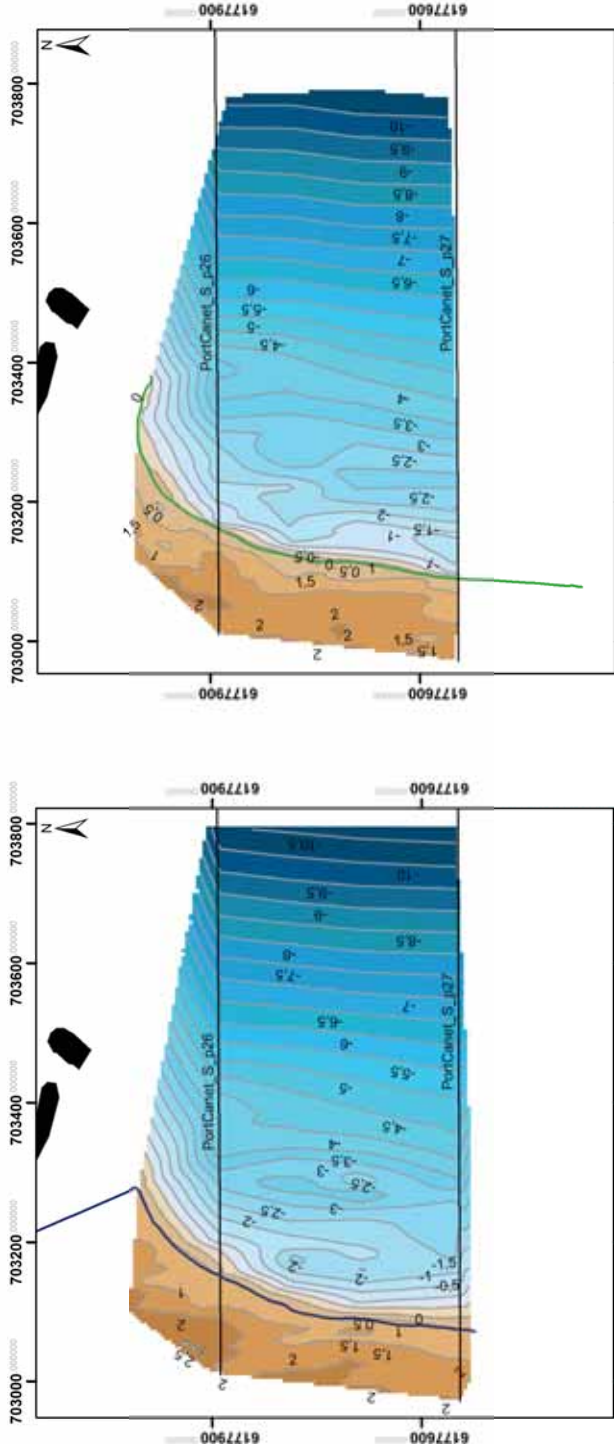
Secteur 9 – Nord du Port de Canet en Roussillon



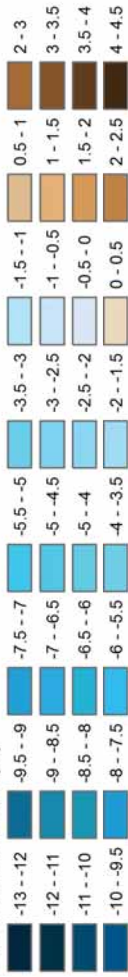
Secteur 10 – Sud du Port de Canet en Roussillon

Carte bathymétrique avril 2015

Carte bathymétrique septembre 2014



Profondeur/Altitude (m)



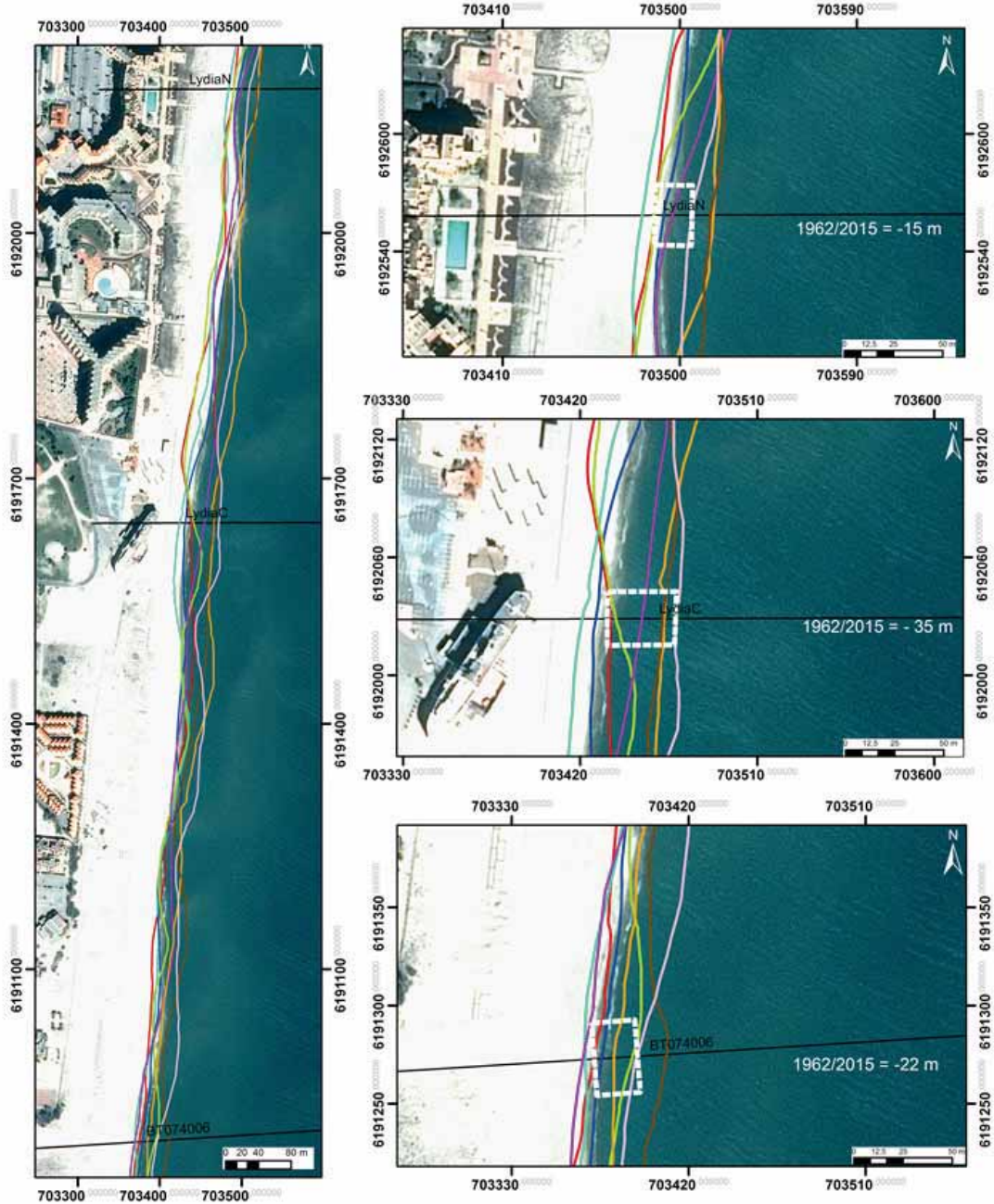
TDC avril 2015
 TDC septembre 2014
 Profils de référence

Source :
 Observatoire de la côte
 sableuse catalane,
 campagnes 2014/ 2015

Auteur : BRGM

Annexe 2. Carte des évolutions du trait de côte entre 1962 et avril 2015

Secteur 1 – Le Lydia

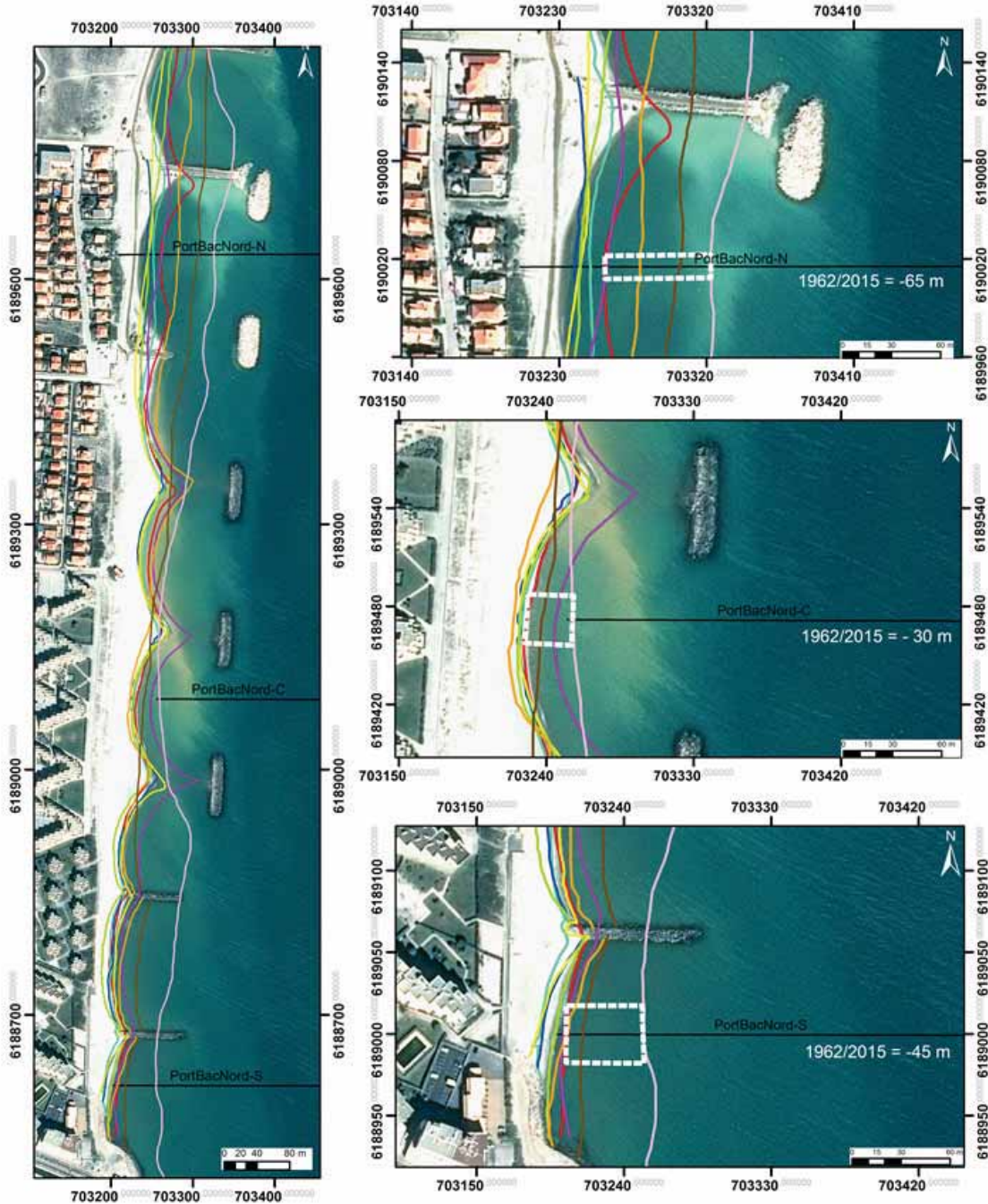


Source:
 Trait de côte 2013-2015: Observatoire
 de la côte sableuse catalane.
 Trait de côte 1962-2009: DREAL LRO
 Images: Pléiades, IGN, 03-2014
 Système de coordonnées :
 RGF-Lambert-93

Auteur: BRGM

- Trait de côte 1962
- Trait de Cote octobre 2013
- Trait de côte 1977
- Trait Cote avril 2014
- Trait de côte 1995
- Trait de côte septembre 2014
- Trait de côte 2000
- Trait de côte avril 2015
- Trait de côte 2009
- Profils de référence

Secteur 2 – Port Barcarès Nord

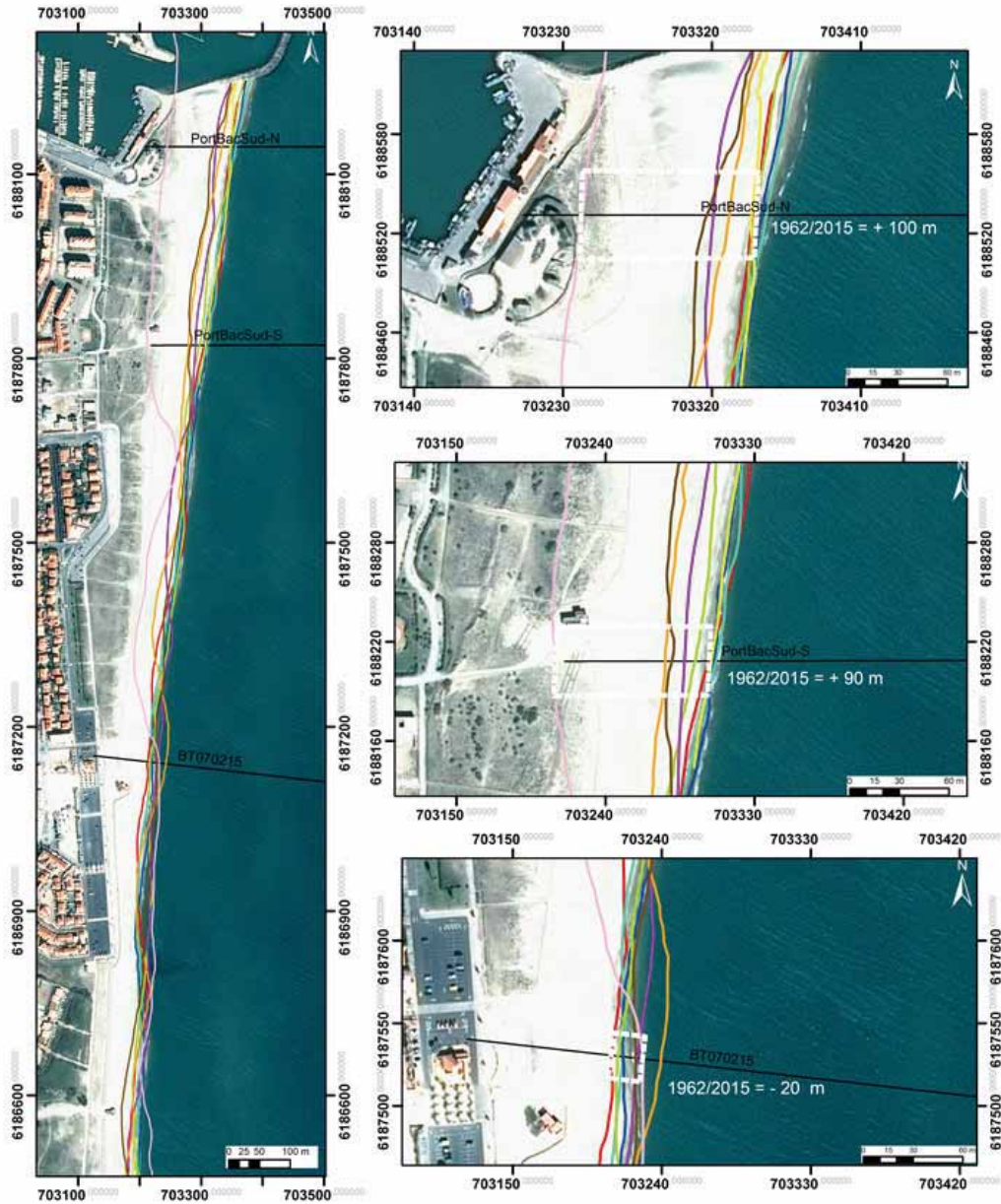


Source:
 Trait de côte 2013-2015: Observatoire
 de la côte sableuse catalane.
 Trait de côte 1962-209: DREAL LRO
 Images: Pléiades, IGN, 03-2014
 Système de coordonnées :
 RGF-Lambert-93

Auteur: BRGM

- Trait de côte 1962
- Trait de Cote octobre 2013
- Trait de côte 1977
- Trait Cote avril 2014
- Trait de côte 1995
- Trait de côte septembre 2014
- Trait de côte 2000
- Trait de côte avril 2015
- Trait de côte 2009
- Profils de référence

Secteur 3 – Port Barcarès Sud

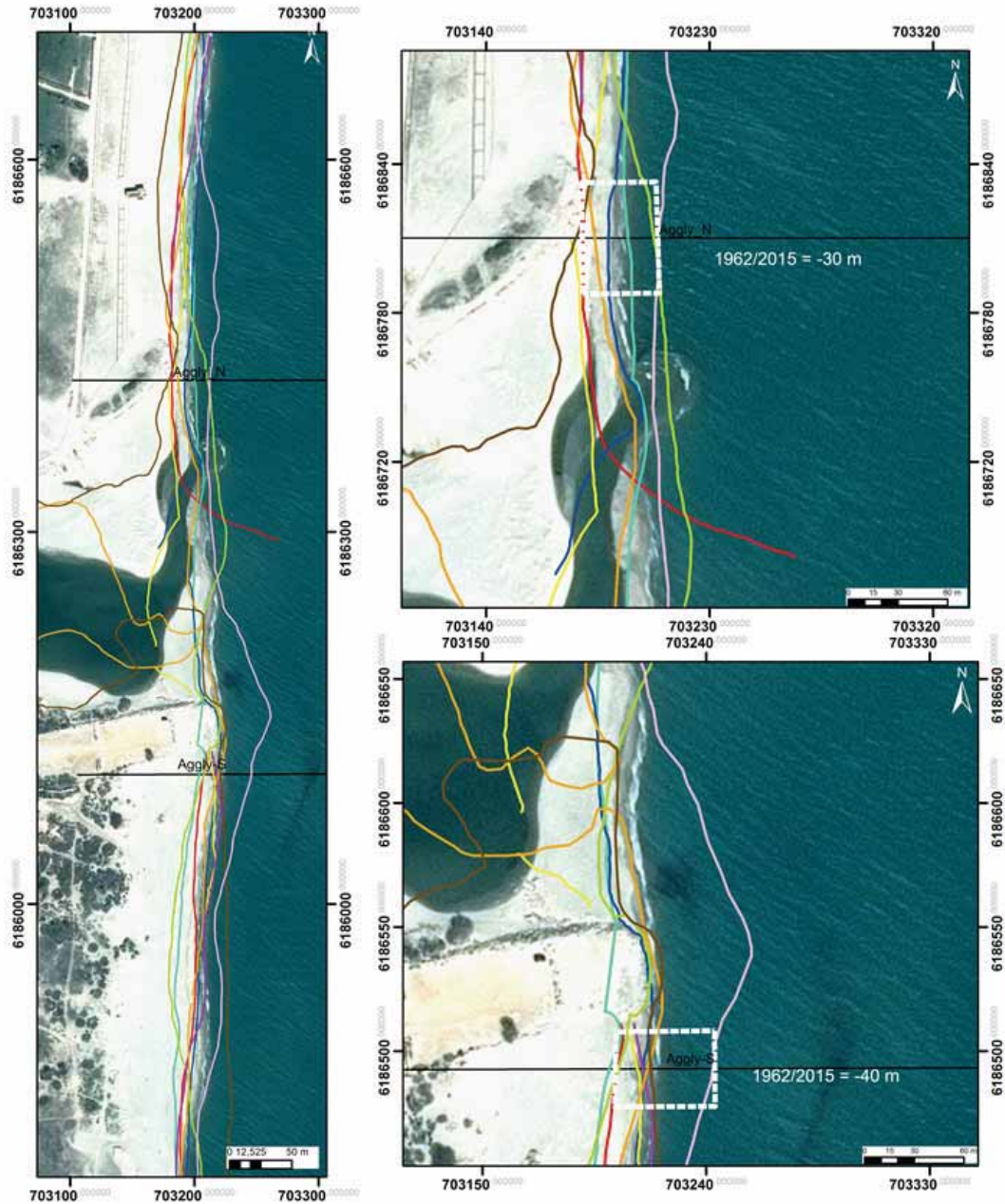


Source:
 Trait de côte 2013-2015: Observatoire
 de la côte sableuse catalane.
 Trait de côte 1962-2009: DREAL LRO
 Images: Pléiades, IGN, 03-2014
 Système de coordonnées :
 RGF-Lambert-93

Auteur: BRGM

- Trait de côte 1962
- Trait de côte 1977
- Trait de côte 1995
- Trait de côte 2000
- Trait de côte 2009
- Trait de Cote octobre 2013
- Trait Cote avril 2014
- Trait de côte septembre 2014
- Trait de côte avril 2015
- Profils de référence

Secteur 4 – Embouchure de l’Agly

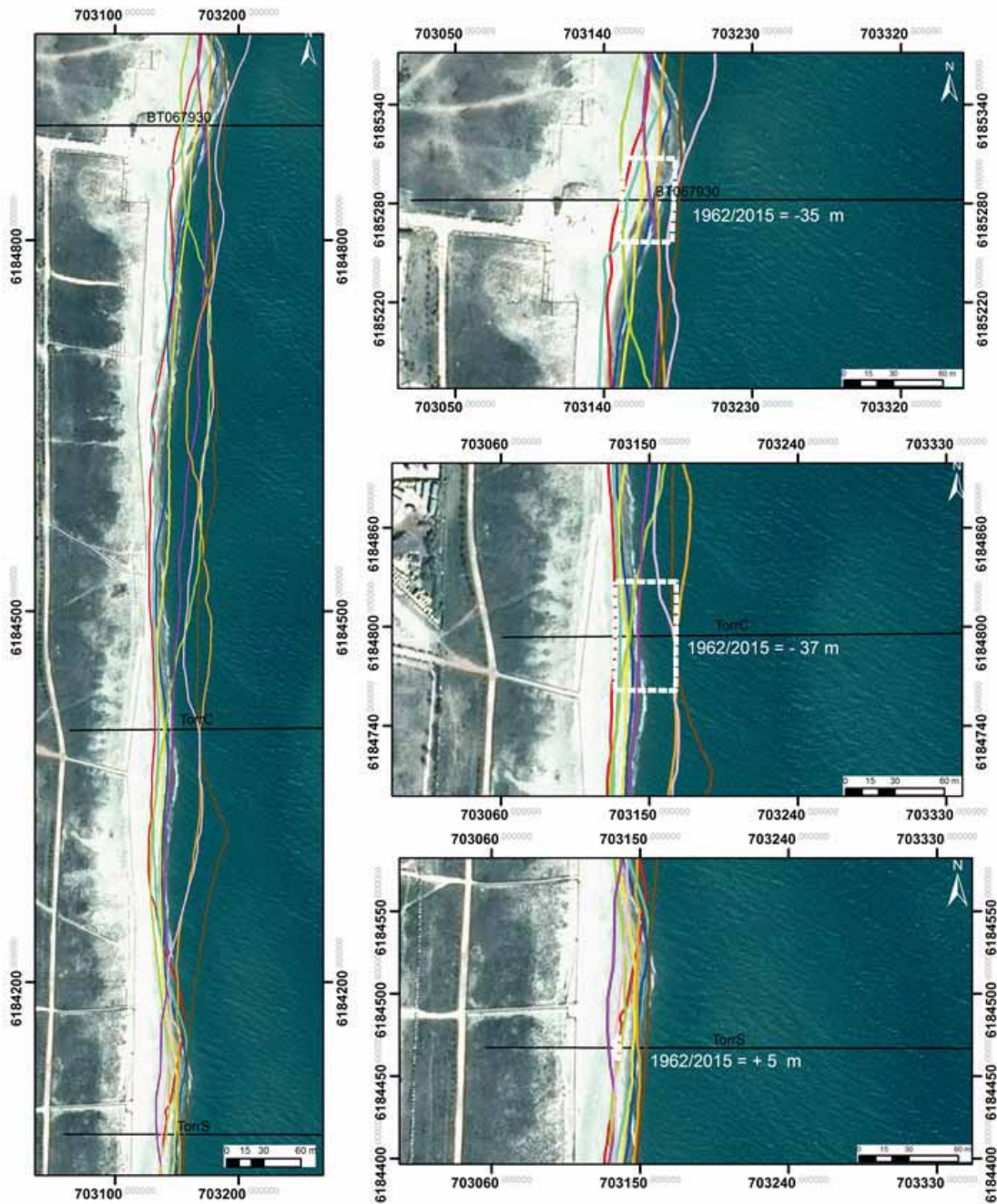


Source:
 Trait de côte 2013-2015: Observatoire
 de la côte sableuse catalane.
 Trait de côte 1962-209: DREAL LRO
 Images: Pléiades, IGN, 03-2014
 Système de coordonnées :
 RGF-Lambert-93

Auteur: BRGM

- Trait de côte 1962
- Trait de Cote octobre 2013
- Trait de côte 1977
- Trait Cote avril 2014
- Trait de côte 1995
- Trait de côte septembre 2014
- Trait de côte 2000
- Trait de côte avril 2015
- Trait de côte 2009
- Profils de référence

Secteur 5 – Torrelles

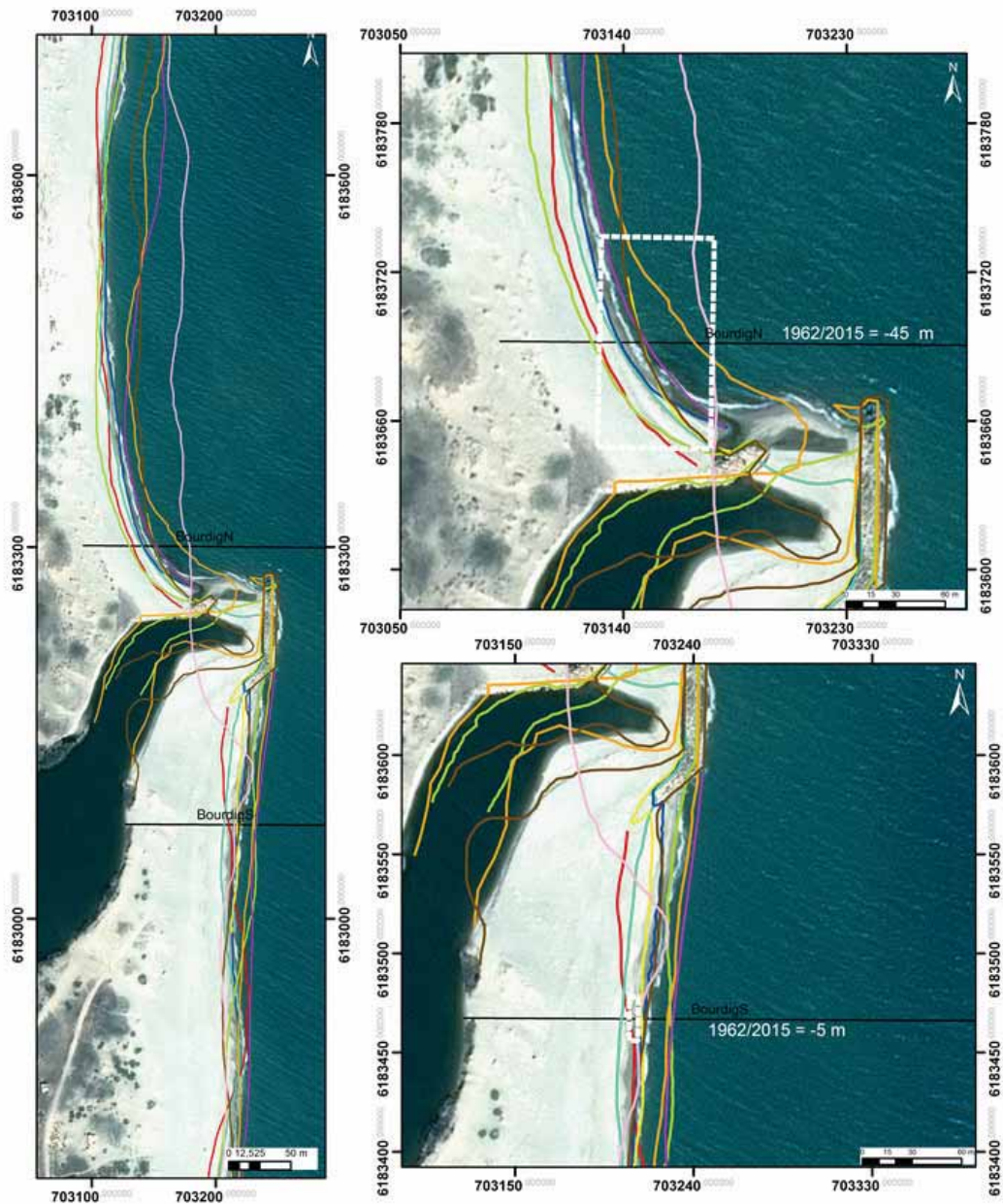


Source:
 Trait de côte 2013-2015: Observatoire
 de la côte sableuse catalane.
 Trait de côte 1962-209: DREAL LRO
 Images: Pléiades, IGN, 03-2014
 Système de coordonnées :
 RGF-Lambert-93

Auteur: BRGM

- Trait de côte 1962
- Trait de côte 1977
- Trait de côte 1995
- Trait de côte 2000
- Trait de côte 2009
- Trait de Cote octobre 2013
- Trait Cote avril 2014
- Trait de côte septembre 2014
- Trait de côte avril 2015
- Profils de référence

Secteur 6 – Embouchure du Bourdigou

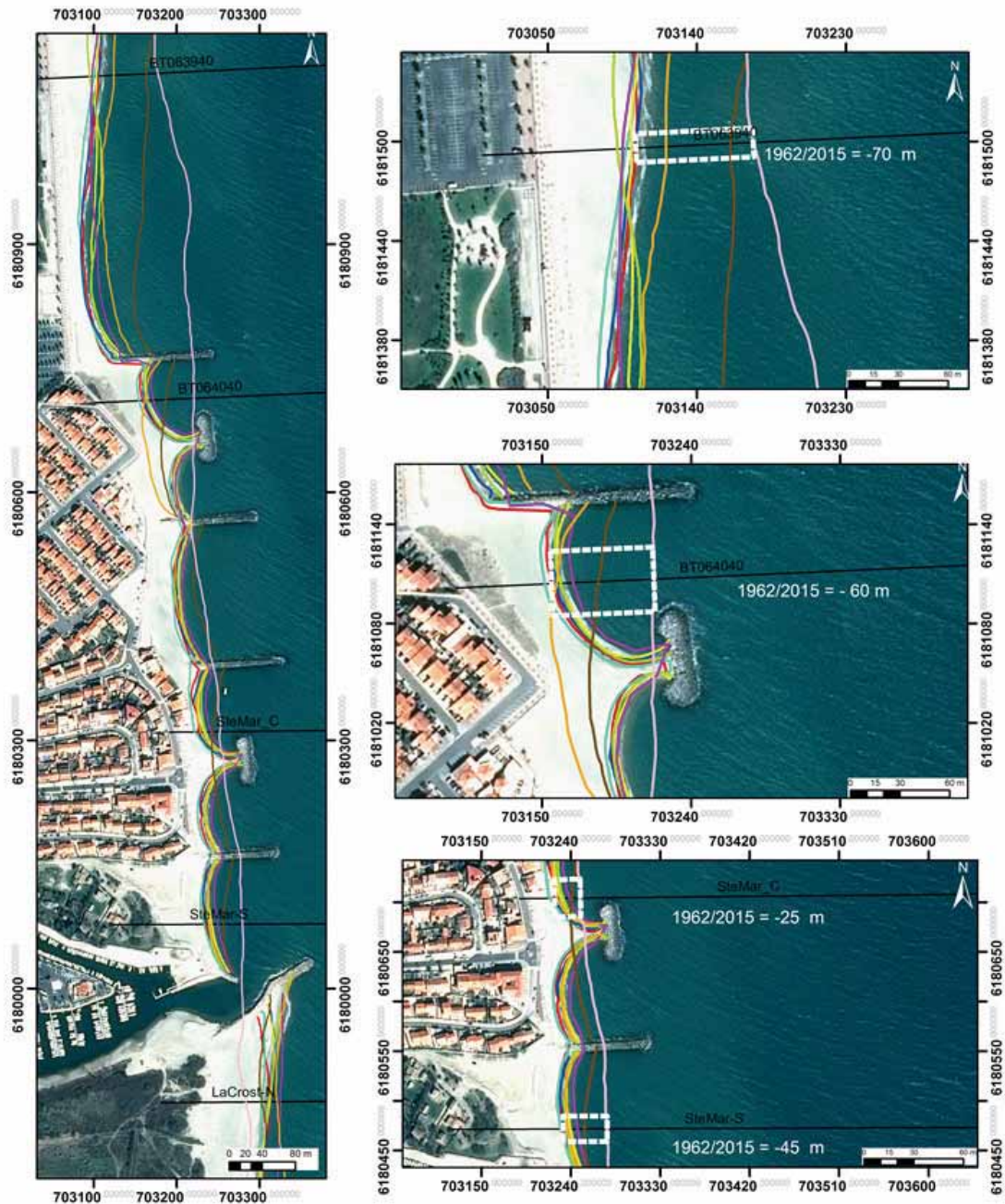


Source:
 Trait de côte 2013-2015: Observatoire
 de la côte sableuse catalane.
 Trait de côte 1962-209: DREAL LRO
 Images: Pléiades, IGN, 03-2014
 Système de coordonnées :
 RGF-Lambert-93

Auteur: BRGM

- Trait de côte 1962
- Trait de Cote octobre 2013
- Trait de côte 1977
- Trait Cote avril 2014
- Trait de côte 1995
- Trait de côte septembre 2014
- Trait de côte 2000
- Trait de côte avril 2015
- Trait de côte 2009
- Profils de référence

Secteur 7 Sainte Marie la Mer

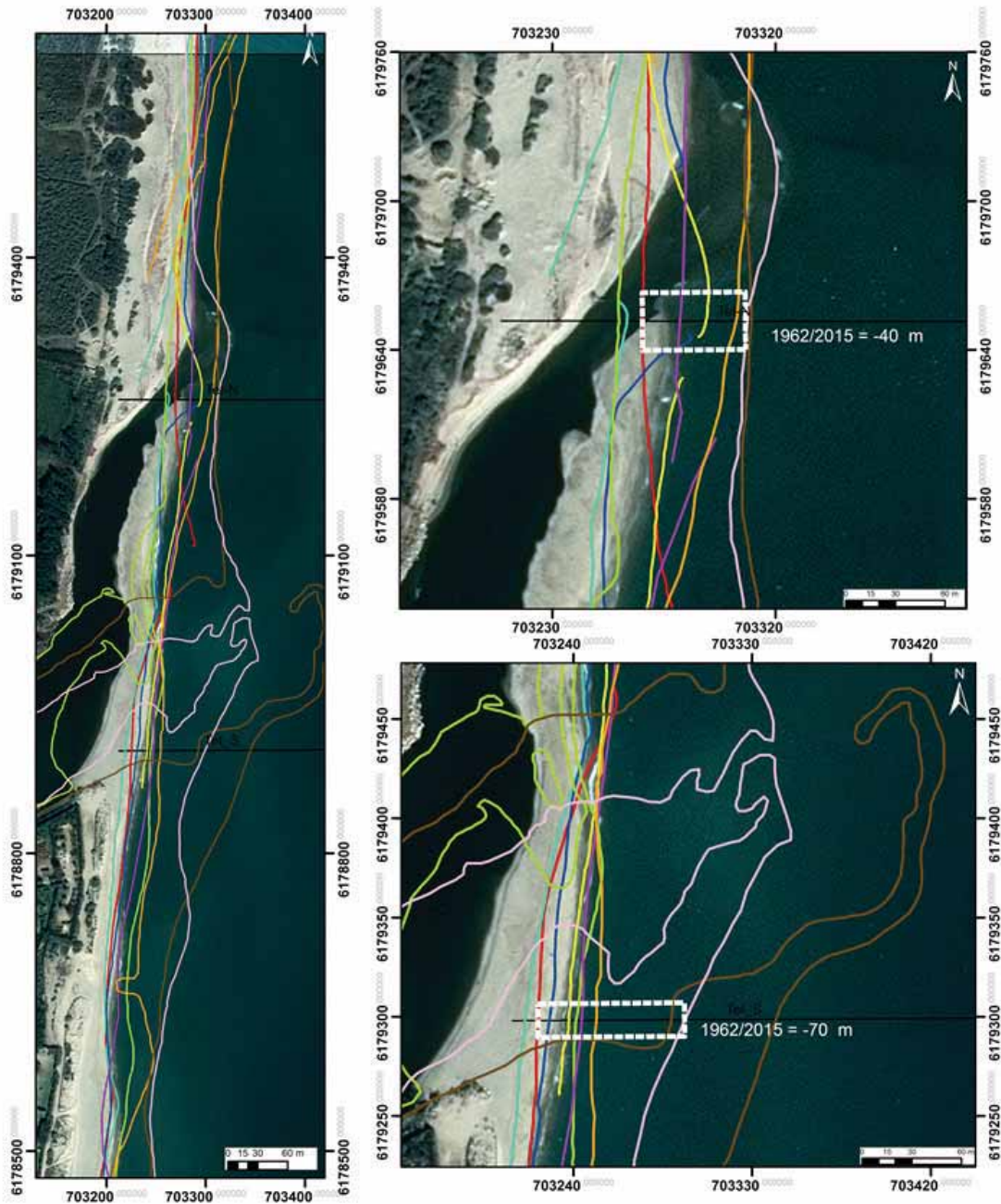


Source:
 Trait de côte 2013-2015: Observatoire
 de la côte sableuse catalane.
 Trait de côte 1962-2009: DREAL LRO
 Images: Pléiades, IGN, 03-2014
 Système de coordonnées :
 RGF-Lambert-93

Auteur: BRGM

- Trait de côte 1962
- Trait de Cote octobre 2013
- Trait de côte 1977
- Trait Cote avril 2014
- Trait de côte 1995
- Trait de côte septembre 2014
- Trait de côte 2000
- Trait de côte avril 2015
- Trait de côte 2009
- Profils de référence

Secteur 8 – Embouchure de la Têt

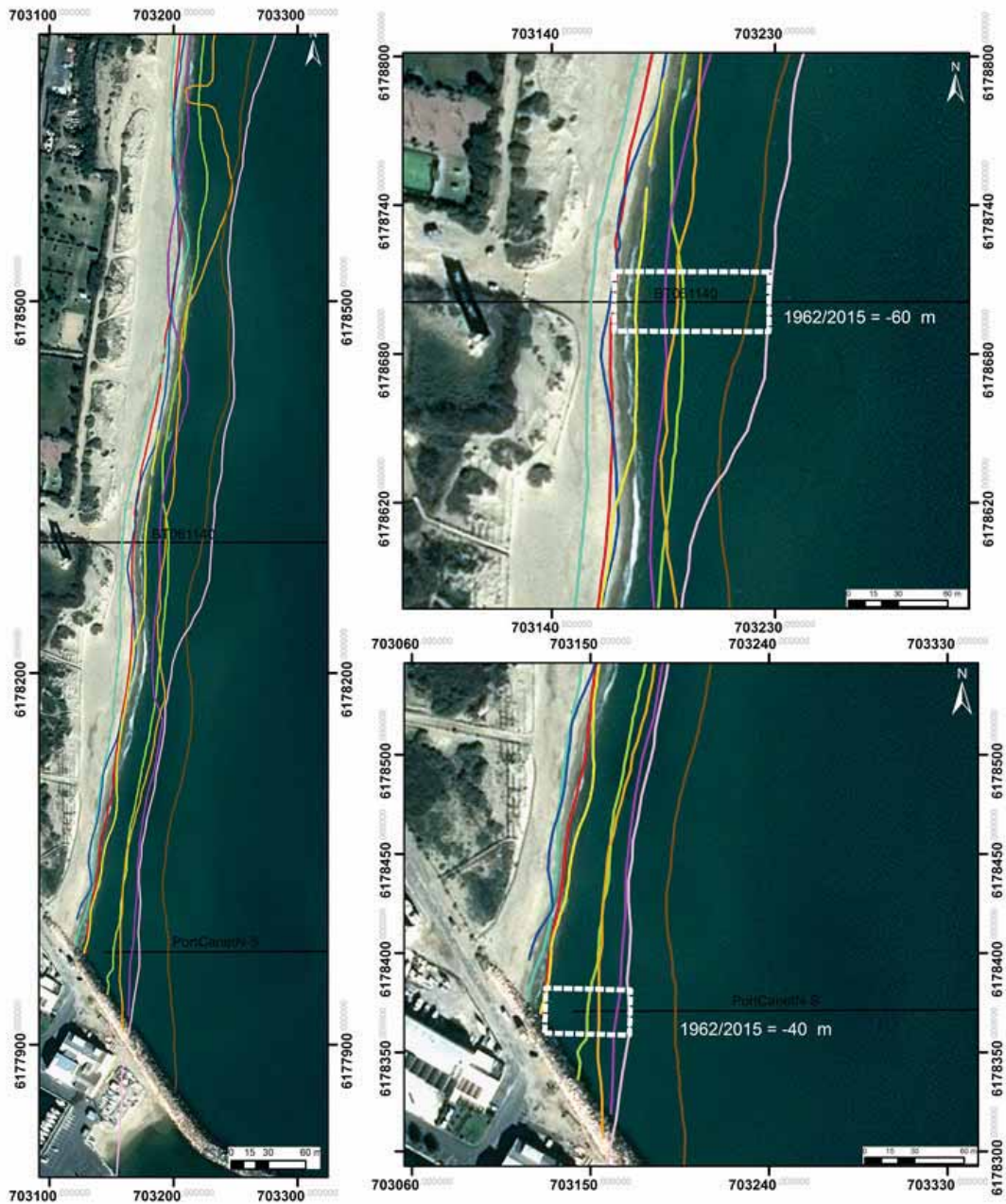


Source:
 Trait de côte 2013-2015: Observatoire
 de la côte sableuse catalane.
 Trait de côte 1962-2009: DREAL LRO
 Images: Pléiades, IGN, 03-2014
 Système de coordonnées :
 RGF-Lambert-93

Auteur: BRGM

- Trait de côte 1962
- Trait de côte 1977
- Trait de côte 1995
- Trait de côte 2000
- Trait de côte 2009
- Trait de Cote octobre 2013
- Trait Cote avril 2014
- Trait de côte septembre 2014
- Trait de côte avril 2015
- Profils de référence

Secteur 9 – Nord du Port de Canet en Roussillon



Source:
 Trait de côte 2013-2015: Observatoire
 de la côte sableuse catalane.
 Trait de côte 1962-209: DREAL LRO
 Images: Pléiades, IGN, 03-2014
 Système de coordonnées :
 RGF-Lambert-93
 Auteur: BRGM

- Trait de côte 1962
- Trait de côte 1977
- Trait de côte 1995
- Trait de côte 2000
- Trait de côte 2009
- Trait de Cote octobre 2013
- Trait Cote avril 2014
- Trait de côte septembre 2014
- Trait de côte avril 2015
- Profils de référence

Secteur 10 – Sud du Port de Canet en Roussillon



Source:
 Trait de côte 2013-2015: Observatoire
 de la côte sableuse catalane.
 Trait de côte 1962-209: DREAL LRO
 Images: Pléiades, IGN, 03-2014
 Système de coordonnées :
 RGF-Lambert-93

Auteur: BRGM

- Trait de côte 1962
- Trait de Cote octobre 2013
- Trait de côte 1977
- Trait Cote avril 2014
- Trait de côte 1995
- Trait de côte septembre 2014
- Trait de côte 2000
- Trait de côte avril 2015
- Trait de côte 2009
- Profils de référence

Annexe 3. Synthèse des opérations d'aménagements et de gestion réalisées

Tableau de Synthèse des opérations d'aménagements et de gestion du littoral sur le secteur d'étude depuis 2003

Cellule 10 - Port Barcarès à Port Leucate

Cellules hydrosédimentaires	Secteurs d'étude	Schéma directeur d'aménagements				
		localisation/ lieu-dit	type d'aménagement	Description	Date de réalisation	Sources
Cellule 10 Port Barcarès à Port Leucate	Lydia	Portes du Roussillon aux Argonautes	Mise en défens du milieu naturel	Reconquête végétale et mise en défens du milieu naturel en haut de plage	2005	SIVOM Leucate- Barcarès, 2003, <i>Etude générale pour la protection du littoral de l'Agly à Cap Leucate</i>
		Le Lydia	Rechargement	Rechargement 3 000m3 avec des prélèvements en sables au niveau de la passe du port	2008	Sogreah, 2007; Raynal et Certain, 2011
		Le Lydia	Rechargement	Rechargement 3 000m3 avec des prélèvements en sables au niveau de la passe du port	2008	Sogreah, 2007; Raynal et Certain, 2011
		Le Lydia	Rechargement	Rechargement ponctuel observé	avr-15	Campagne OBSCAT printemps 2015
		Portes du Roussillon/ Argonautes	Recul stratégique	Modification piste de danse du Lydia	En prévision	SIVOM Leucate- Barcarès, 2003, <i>Etude générale pour la protection du littoral de l'Agly à Cap Leucate</i>
	Port Barcarès Nord	Mas de l'Isle	Mise en défens du milieu naturel	Reconquête végétale et mise en défens du milieu naturel	2013	SIVOM Leucate- Barcarès, 2003, <i>Etude générale pour la protection du littoral de l'Agly à Cap Leucate</i>
		Nord du port (Les Miramars)	Epi en enrochements	Epi latéral 30 m jetée nord du Port (Rechargement complémentaire à la mis en place de l'épi)	En prévision	SIVOM Leucate- Barcarès, 2003, <i>Etude générale pour la protection du littoral de l'Agly à Cap Leucate</i>
		Plage du Lido	Rechargement	Rechargement de 10 000 m3 avec des prélèvements en sables au niveau de l'Agly	2010	Sogreah, 2007; Raynal et Certain, 2011
		Plage du Lido	Rechargement	Rechargement de 5 000 m3 avec des prélèvements en sables au niveau de l'Agly	2008	Sogreah, 2007; Raynal et Certain, 2011
		Nord du port (Les Miramars)	Rechargement	Rechargement avec les produits de dragage du port	2011-2012-2013	SIVOM Leucate- Barcarès, 2003, <i>Etude générale pour la protection du littoral de l'Agly à Cap Leucate</i>
		Nord du port (Les Miramars)	brise-lames en enrochements	3 brise-lames	2014	SIVOM Leucate- Barcarès, 2003, <i>Etude générale pour la protection du littoral de l'Agly à Cap Leucate</i>
		Nord du port (Les Miramars)	Mise en défens du milieu naturel	Reconquête végétale et mise en défens du milieu naturel en haut de plage observée	2014	Campagne OBSCAT 2014
		Zone Portuaire	Rechargement / By-Pass	Rechargement annuel. Mise en place d'un système de <i>by-pass</i> en la zone d'accrétion au sud du port et la zone situé au niveau des brises lames	(printemps) 2014-2015	Campagne OBSCAT, printemps 2014-2015

Légende	Opération réalisée prévue par le schéma directeur d'aménagement	Opération en prévision prévue par le schéma directeur d'aménagement	Opération réalisée hors du schéma directeur d'aménagement

Cellule 9 - Agly à Port Barcarès Sud

Cellules hydrosédimentaires	Secteurs d'étude	Schéma directeur d'aménagements				
		localisation/ lieu-dit	Type d'aménagement	Description	Date de réalisation	Sources
Cellule 9 Agly à Port Barcarès Sud	Port Barcarès Sud	Centre ville / place du marché à la jetée sud du port	Recul stratégique	Réalignement du parking qui est construit sur le haut de plage	En prévision	SIVOM Leucate- Barcarès, 2003, <i>Etude générale pour la protection du littoral de l'Agly à Cap Leucate</i>
		Centre ville / place du marché au à la jetée sud du port	Mise en défens du milieu naturel	Reconquête végétale et mise en défens du milieu naturel de haut de plage	2014	SIVOM Leucate- Barcarès, 2003, <i>Etude générale pour la protection du littoral de l'Agly à Cap Leucate</i>
	Embouchure Agly	Zone de 200 m au nord de l'embouchure	Mise en défens du milieu naturel	Reconquête végétale et mise en défens du milieu naturel de haut de plage, canalisation des piétons et voitures	2014	PMCA, 2007, <i>Protection du littoral de la Têt à l'Agly, Phase III Schéma directeur d'aménagement</i>
		Zone de 200 m au nord de l'embouchure	Rechargement	Rechargements avec sables prélevés au débouché de l'Agly	Réalisé	PMCA, 2007, <i>Protection du littoral de la Têt à l'Agly, Phase III Schéma directeur d'aménagement</i>
		Zone de 200 m au nord de l'embouchure	Réfection épi	Raccourcissement de l'épi	en discussion	PMCA, 2007, <i>Protection du littoral de la Têt à l'Agly, Phase III Schéma directeur d'aménagement</i>
		Zone de 200 m au nord de l'embouchure	Recul stratégique	Aménagement / déplacement du poste de secours	En prévision	PMCA, 2007, <i>Protection du littoral de la Têt à l'Agly, Phase III Schéma directeur d'aménagement</i>
		Embouchure	Recalibrage des digues	Reconstruction des musoirs des digues de calibrage de l'Agly. Recalibrage général et rechargement des extrémités des digue sur 80 m	En prévision	PMCA, 2007, <i>Protection du littoral de la Têt à l'Agly, Phase III Schéma directeur d'aménagement</i>

Légende	Opération réalisée prévue par le schéma directeur d'aménagement	Opération en prévision prévue par le schéma directeur d'aménagement	Opération réalisée hors du schéma directeur d'aménagement
---------	---	---	---

Cellule 8 – Bourdigou à l'Agly

Cellules hydrosédimentaires	Secteurs d'étude	Schéma directeur d'aménagements				
		localisation/ lieu-dit	Type d'aménagement	Description	Date de réalisation	Sources
Cellule 8 Bourdigou à l'Agly	Torreilles	Cordon dunaire de Torreilles	Rechargement	Apports en sable dans les zones basses et les brèches de crête de cordon (>+3m IGN69)	Réalisé	PMCA, 2007, <i>Protection du littoral de la Têt à l'Agly, Phase III Schéma directeur d'aménagement</i>
		Cordon dunaire de Torreilles	Mise en défens du milieu naturel	Réhabilitation cordon dunaire, réfection des ganivelles et doublement des rangées d'ouvrages de stabilisation et de piégeage. Canalisation des accès.	(1998) - 2009	PMCA, 2007, <i>Protection du littoral de la Têt à l'Agly, Phase III Schéma directeur d'aménagement</i>
	Embouchure Bourdigou Nord	Embouchure	Recalibrage / extraction	Réalignement du trait de côte par extraction du sable sur l'embouchure. Déplacement des ouvrages.	en discussion	PMCA, 2007, <i>Protection du littoral de la Têt à l'Agly, Phase III Schéma directeur d'aménagement</i>

Légende	Opération réalisée prévue par le schéma directeur d'aménagement	Opération en prévision prévue par le schéma directeur d'aménagement	Opération réalisée hors du schéma directeur d'aménagement
---------	---	---	---

Cellule 7 – Port de Canet au Bourdigou

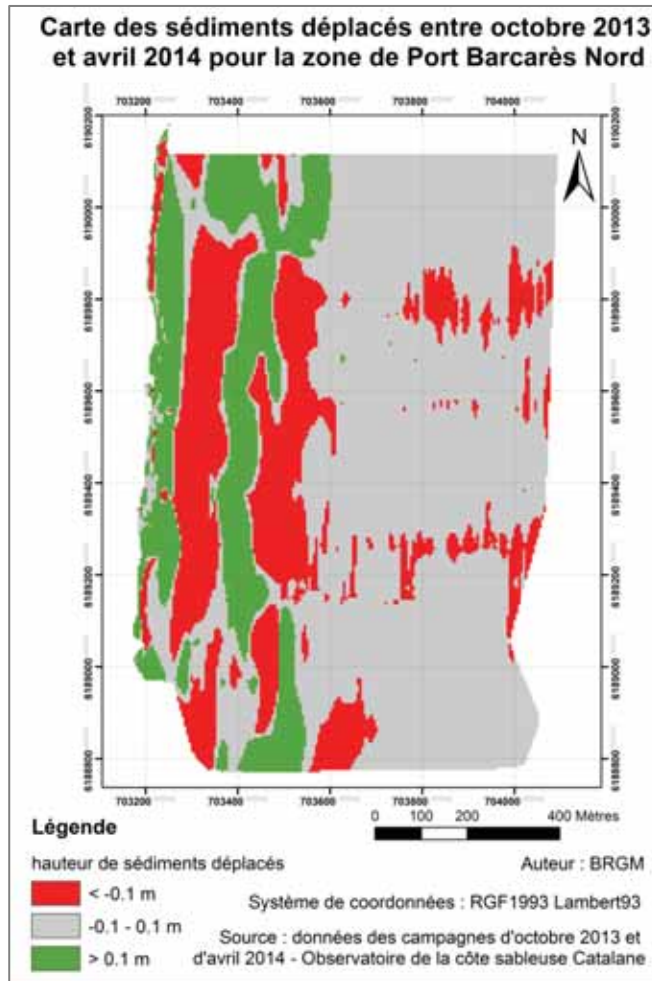
Cellule 7 Port Canet nord au Bourdigou	Embouchure Bourdigou SUD	Zone de 500 m au sud de l'embouchure du	Extraction	Réalignement du trait de côte par extraction du sable autour de l'embouchure du Bourdigou	En prévision	PMCA, 2007, Protection du littoral de la Têt à l'Agly, Phase III Schéma directeur d'aménagement	
	Sainte Marie Nord du Port	Zone au Nord des brise-lames	Rechargement	Rechargement avec matériaux extrait de l'embouchure du Bourdigou et issus du dragage du port	2003 (15 500 m3) - 2004 (11 200 m3) - 2005-2006(2500 m3)-2007(20 000		PMCA, 2007, Protection du littoral de la Têt à l'Agly, Phase III Schéma directeur d'aménagement
		Zone au Nord des brise-lames	Butée de pied en géotextile ou ajout de 5 brise-lames	Mise en place soit d'un géotube immergé ou d'ouvrages en enrochements (associé à des rechargements)	En prévision		PMCA, 2007, Protection du littoral de la Têt à l'Agly, Phase III Schéma directeur d'aménagement
		Zone d'implantation des ouvrages actuel	Extension des brises lames	Allongement du brise-lames situé le plus proche du port d'environ 30 m	En prévision		PMCA, 2007, Protection du littoral de la Têt à l'Agly, Phase III Schéma directeur d'aménagement
		Au nord du dernier épi	Rechargement / travaux	Rechargement d'urgence observé et travaux de réfection de la plage suite à la tempête de novembre 2014	Hiver 2014/2015		Observation OBSCAT, 2015
		Zone de 500 m au nord du port	Reprofilage de plage	Reprofilage d'urgence de la plage en prévision de tempête hivernale	Hiver 2014/2015		Observation OBSCAT février 2015
	Sainte Marie Sud	Sud du port / Nord du port	Réfection digue	Allongement et réfection de la digue principale du port	En prévision		PMCA, 2007, Protection du littoral de la Têt à l'Agly, Phase III Schéma directeur d'aménagement
		Plage centre	Rechargement	Rechargement ponctuel observé	avr-15		Campagne OBSCAT printemps 2015
		Sud du port / Nord du port	Rechargement / By-Pass	Rechargement par by-pass estimé à 20 000 m3 /an, et reparti entre les ouvrage situés au Nord du port	annuel		PMCA, 2007, Protection du littoral de la Têt à l'Agly, Phase III Schéma directeur d'aménagement
		Du sud du port à l'embouchure de la Têt	Recul stratégique	Acquisition foncière	En prévision		PMCA, 2007, Protection du littoral de la Têt à l'Agly, Phase III Schéma directeur d'aménagement
		Du sud du port à l'embouchure de la Têt	Mise en défens du milieu naturel	Réhabilitation corton dunaire, mise en place de ganivelles. Reconquête végétale. Canalisation des accès.	En prévision		PMCA, 2007, Protection du littoral de la Têt à l'Agly, Phase III Schéma directeur d'aménagement
		Embouchure/ limite de propriété privé	Enrochement /digue protection	Enrochement en tout venant afin de protéger la propriété (origine probablement privé)	inconnu		Observation OBSCAT, avril 2015
		Bancs de sable au niveau de l'embouchure	Extraction	Opération de prélèvement pour les rechargements prévus au nord des ouvrages de Sainte Marie	En prévision		PMCA, 2007, Protection du littoral de la Têt à l'Agly, Phase III Schéma directeur d'aménagement
	Canet Nord du Port	Plage nord	Rechargements	Rechargements en sable. Zone d'extraction port. Volume 60 000 m3	2005-2006-2007		Sogreah, 2007; Raynal et Certain, 2011
		Plage nord	Mise en défens du milieu naturel et maillage de ganivelles	Reconquête végétale et mise en défens du milieu naturel avec pose de ganivelles et canalisation des accès	2008		EID, 2012
		Plage nord	Paillage	épandages de roseaux coupés ou fixation d'un filet géotextile biodégradable sur le sable	2008		EID, 2011
		Plage nord	Rechargement	Apports sableux au niveau des cordons dunaires	2008		EID, 2012
	Légende	Opération réalisée prévue par le schéma directeur d'aménagement		Opération en prévision prévue par le schéma directeur d'aménagement		Opération réalisée hors du schéma directeur d'aménagement	

Cellule 6 – Grau de Canet au Port de Canet

Cellules hydrosédimentaires	Secteurs d'étude	Schéma directeur d'aménagements				
		localisation/ lieu-dit	Type d'aménagement	Description	Date de réalisation	Sources
Cellule 6 Grau de Canet au Port de Canet	Canet Sud du port	<i>Pas d'informations</i>				
	Canet Dune	Dune sud de Canet	Mise en défens du milieu naturel et maillage de ganivelles	Reconquête végétale et mise en défens du milieu naturel avec pose de ganivelles et canalisation des accès	mai 2007 à sept 2008	PMCA, 2015 (entretien)
Légende	Opération réalisée prévue par le schéma directeur d'aménagement		Opération en prévision prévue par le schéma directeur d'aménagement		Opération réalisée hors du schéma directeur d'aménagement	

Annexe 4

Méthodologie de calcul des marges d'erreur des volumes sédimentaires déplacés entre deux campagnes topo-bathymétriques



Les marges d'erreurs des calculs de volume ont été obtenues par une méthode présentée dans Mark et *al.* (2002). Le principe est de calculer le volume total de sédiments déplacés (soit la somme des valeurs absolues des volumes en accrétion et en érosion) pour les zones où la hauteur de sédiments déplacés est comprise dans l'intervalle d'erreur des données.

Dans le cadre des deux campagnes réalisées pour l'observatoire de la côte sableuse Catalane la marge d'erreur des données bathymétriques et topographiques est estimée à 10 cm. Les volumes ont donc été calculé pour l'ensemble des zones où les déplacements sédimentaires sont compris entre -10 cm et 10 cm (zones en grises sur la carte). Les calculs ont été réalisés sous ArcGis. Le tableau ci-dessous, présente le détail des volumes calculés et des marges d'erreurs pour la zone de Port Barcarès Nord.



Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34 - www.brgm.fr

Direction régionale Languedoc-Roussillon
1039 rue de Pinville
34000 Montpellier
France
Tél. : 04 67 15 79 80