



Suivi de la dynamique sédimentaire à partir d'un système vidéo : le cas des tombolos de Valras-Plage

Vincent MAZEIRAUD¹, Damien DAILLOUX¹

1. CASAGEC INGENIERIE, 18 rue Maryse Bastié, Zone de Maignon,
64600 Anglet, France.
mazeiraud@casagec.fr

Résumé :

Le littoral de Valras-Plage s'est doté depuis 1985 de nombreux d'ouvrages de protection pour lutter contre les phénomènes d'érosion. Malgré ces ouvrages, le secteur central du dispositif de protection composé de brise-lames situés à l'Est immédiat de l'épi en enrochements présente depuis 2010 une tendance érosive prononcée avec la quasi-disparition de 3 tombolos. Le suivi vidéo en place depuis 2008 a permis de mettre en évidence la diminution progressive des largeurs des tombolos sur des rythmes allant de -1,6 m/an au droit du BL1 à -8,9 m/an au droit du BL4. L'érosion de la plage au droit de l'épi favorisée par la présence d'un courant sagittal se développant le long de l'épi doit entraîner un rééquilibrage au recul des formes en plan des plages situées à l'arrière immédiat des brise-lames. Des apports de sables à hauteur de 15 000 m³ au maximum et préférentiellement accompagnés du remplacement de l'épi en enrochements par un brise-lames forain de 60 m pourraient permettre d'apporter une réponse durable à l'érosion de ce secteur spécifique.

Mots-clés : Valras-Plage, Erosion, Tombolos, Brise-Lames, Epi, Vidéo, Suivi, Rechargement, Sable.

1. Introduction

Les premiers signes d'érosion du littoral sur Valras-Plage – commune située sur la côte sableuse du Languedoc-Roussillon dans le département de l'Hérault - se sont manifestés après l'allongement des digues du débouché de l'Orb en 1977. La construction progressive d'ouvrages de protection a été la réponse à cette problématique et aujourd'hui le littoral est protégé par un réseau de 13 brise-lames, un épi et une butée de pied en enrochements et en géotextiles sur la partie la plus à l'Ouest vers la commune de Vendres (figure 1).

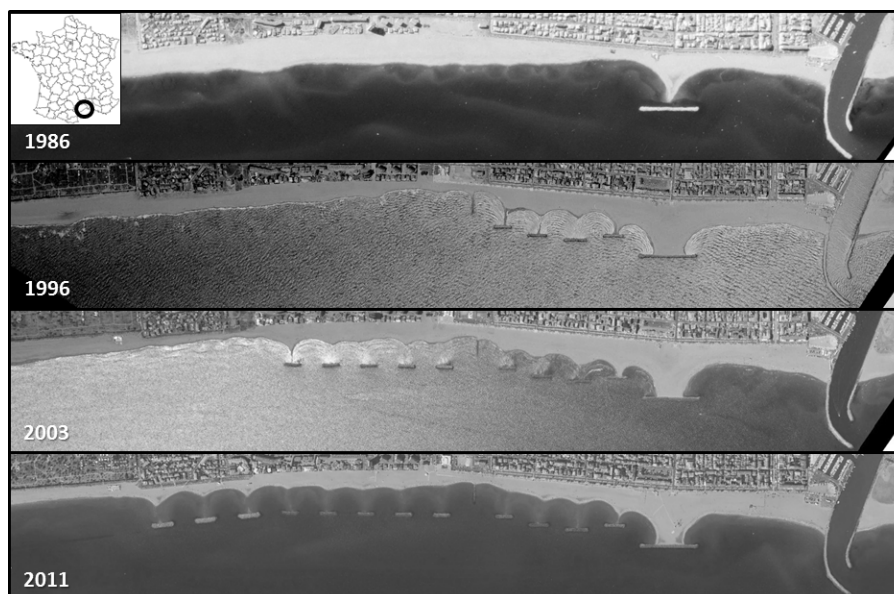


Figure 1. Localisation du littoral de Valras-Plage et prises de vues aériennes du séquençage de la construction des ouvrages de protection (source : 1986, 1996 et 2003 IGN ; 2011 Ortho Littorale V2 - MEDDE).

Alors que les structures sédimentaires de type tombolos se développent en Méditerranée au droit de brise-lames forains sont généralement très stables et peu évolutives dans le temps (ARTELIA/BRGM, 2011), les informations de suivi produites par la station de caméras vidéo CASAGEC mise en place au niveau de de la tour Belle Horizon en 2008 (RIHOUEY *et al.*, 2009 ; MAZEIRAUD *et al.*, 2010 ; CASAGEC, 2014) ont permis de mettre en évidence, à partir de l'hiver 2009/2010, une très nette tendance à l'érosion sur le secteur particulier de l'épi en enrochements et des 4 brise-lames situés à l'Ouest immédiat de cet épi (figure 2).

Sur ce secteur, le recul du trait de côte (position instantanée de la ligne d'eau) a entraîné une nette baisse de la surface de plage créant ainsi des désagréments liés à la forte fréquentation balnéaire de cette zone (CASAGEC, 2014). En parallèle, la diminution de la largeur de la plage laisse craindre une augmentation de l'exposition de l'urbanisation de première ligne en période de tempêtes hivernales.



Figure 2. Présentation du domaine d'étude suivi par le système vidéo, et mise en évidence du recul du trait de côte entre l'été 2009 et 2010.
(2011 ho Littorale V2 - MEDDE).

2. Conditions naturelles sur le littoral de Valras-Plage

La marée est de type diurne à inégalité diurne avec un marnage pouvant atteindre +0,41 m au port de Sète lors des plus hautes marées astronomiques (SHOM, 2014). L'énergie de houle est modérée avec une hauteur significative (H_s) moyenne de 0,7 m et une période pic (T_p) moyenne d'environ 5 s. La houle de tempête est supérieure à 3 m ($H_{s/1an} = 4,3$ m) et peut atteindre jusqu'à 7 m au houlographe de Sète. Le climat de houle est dominé par des vagues de provenance SE. Les vagues associées aux tempêtes n'excèdent pas 3,5% d'occurrence et arrivent principalement du secteur ESE (77% d'occurrence), quasi frontalement à la côte, alors que les houles de S sont moins fréquentes (16% d'occurrence). Les principaux événements de tempêtes sont souvent associés à des vents de mer engendrant une surcote importante qui peut atteindre 0,85 m (période de retour annuelle). Les sédiments de la plage sèche sont des sables fins à moyens dont le diamètre médian est compris entre 0,250 mm et 0,350 mm (SOGREAH, 2005). Le transit littoral sur la zone est orienté d'Est en Ouest et estimé entre 15000 m³/an et 20000 m³/an en moyenne (SOGREAH, 1991 ; SOGREAH, 1996 ; BCEOM, 2004).

3. Evolution des plages au droit de l'épi en enrochements et des 4 brise-lames situés à l'Ouest immédiat de l'épi

3.1 Matériel de suivi

Dans le cadre de cette étude, seules les données vidéo de la partie Est du domaine de couverture ont été considérées pour suivre une zone comprise entre l'épi en

Thème 2 – Dynamique sédimentaire

enrochements jusqu'au quatrième brise-lames (BL) situé plus à l'Est (zone rouge figure 2). Sur cette zone, la précision de la mesure vidéo dans le sens cross-shore est sub-métrique sur l'intégralité du linéaire considéré alors que la résolution long-shore varie entre 1 m à proximité de la station et 10 m à l'extrémité Est (BL1).

Dans le but de réaliser une analyse diachronique de l'évolution du trait de côte, la base de données des images vidéo a été filtrée en fonction des niveaux d'eau ($0,41 \pm 0,04$ m) et des conditions de houle ($H_s \leq 0,6$ m, $T_p \leq 5,5$ s). La précision de la mesure résulte donc de la somme de la variation transversale du plan d'eau en fonction des filtres appliqués, à laquelle s'ajoute la résolution transversale du système vidéo. Au final, la précision cross-shore résultante est de l'ordre de ± 4.5 m sur l'ensemble du trait de côte. Une série de 160 images (~2 images par mois) a ainsi pu être isolée entre Mars 2008 et Septembre 2014. Les positions des traits de côte sont extraites des images à partir d'un algorithme automatisé basé sur une technique de segmentation (DAILLOUX, 2008). Les résultats sont ensuite utilisés pour analyser : (i) l'évolution de la position cross-shore du trait de côte le long de 10 profils disposés au niveau des apex et des creux des tombolos des BL1 à BL4 ainsi que de part et d'autre de l'épi ; (ii) l'évolution de la surface de plage (limite haute fixée par le perré maçonné de haut de plage) (figure 2).

3.2 Évolution des tombolos des BL1 à BL4 et de la plage de l'épi

Alors qu'une tendance régulière à l'érosion est observable sur la plage à l'amont immédiat de l'épi (recul de 14 m entre 2008 et 2014 sur des taux moyens constants au cours du temps de l'ordre de $-3,4$ m/an), les résultats mettent en évidence une modification très nette de l'évolution des tombolos à partir de 2010 (tableau 1, figure 3a).

Tableau 1. Résultats statistiques de l'évolution de la position du trait de côte au niveau des creux et des apex des différents tombolos, et en amont et aval de l'épi.

		Taux d'évolution m/an		Bilan Recul 2008-
		Ante 2010	Post 2010	2014 (m)
BL1	Creux Amont	0.5	-1.2	-5.0
	Apex	11.3	-6.3	-9.4
BL2	Creux Amont	2.0	-1.0	-1.0
	Apex	8.8	-9.8	-30.3
BL3	Creux Amont	0.4	-2.8	-12.6
	Apex	2.9	-10.3	-43.5
BL4	Creux Amont	0.9	-4.7	-20.8
	Apex	7.1	-10.8	-38.2
Epi	Creux Amont	-0.7	-3.1	-16.2
	Apex	0.5	-1.7	-6.9

Ainsi, d'une situation de stabilité tant au niveau des creux que des apex, les tombolos sont entrés dans une séquence érosive très nette avec des taux de recul de l'ordre de 2,4 m/an en moyenne au niveau des creux et de -9,3 m/an en moyenne au niveau des apex. De plus, les taux d'érosion augmentent d'Est (BL1) en Ouest (BL4) passant ainsi de 6,3 m/an au droit du BL1 à -10,8 m/an au droit du BL4. Il en résulte une disparition quasi-totale des tombolos situés au droit des BL4 et BL3 à la fin de la période de suivi. Les érosions des tombolos ont finalement entraîné une baisse significative de la surface de plage de l'ordre de 1400 m²/an soit une perte totale d'environ 6500 m² depuis 2010 (figure 3b).

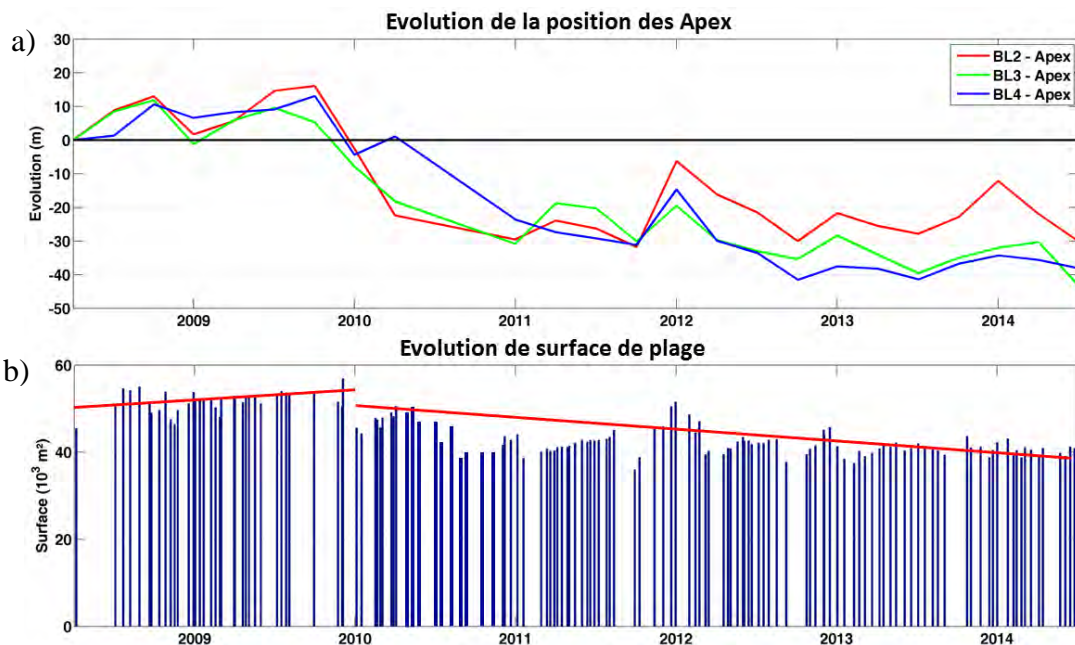


Figure 3. (a) Evolution de la position du trait de côte au niveau des apex des tombolos BL2, BL3 et BL4. (b) Evolution de la surface de plage au niveau de la zone d'étude.

4. Mécanismes possibles des évolutions régressives des tombolos des BL1 à BL4 de Valras-Plage

Les érosions observées des 4 tombolos de Valras-Plage situés à l'amont transit de l'épi en enrochements restent une réponse singulière à la fois sur le littoral de Valras-Plage (les tombolos plus à l'Est et à l'Ouest restent stables au cours du temps) et sur le reste du littoral méditerranéen français. Un mécanisme possible pouvant expliquer la disparition progressive des tombolos est donné en suivant.

La zone de l'épi - directement ouverte aux tempêtes - favorise la présence d'un courant sagittal se développant le long de l'ouvrage et permettant le transport et l'évacuation des sédiments vers le large (figure 4). Il en résulte l'érosion régulière du trait de côte observée sur la période d'étude. Ces érosions chroniques au niveau d'épis de protection en enrochements ont pu être mises en évidence sur d'autres sites méditerranéens

français (SAMAT, 2007). Le recul du trait de côte au niveau de l'enracinement de l'épi doit entraîner un rééquilibrage régulier au recul des formes en plan des tombolos. Le tombolo du premier brise-lames (BL4) tend à se rééquilibrer en premier ce qui entraîne une modification en chaîne des formes en plan des tombolos successifs. Ce rééquilibrage progressif de tombolo en tombolo peut expliquer le taux d'érosion plus importants au niveau du BL4 qu'au niveau du BL1.

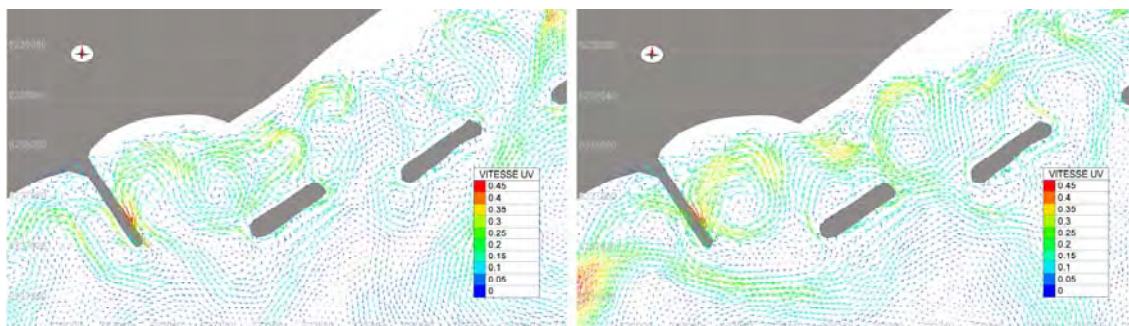


Figure 4. Exemple de champ de courant de déferlement sur le domaine d'étude, $H_s=1$ m, $T_p = 6$ s, Niveau d'eau +1 mNGF, 145°N (à gauche), 155°N (à droite).

5. Propositions de solutions d'intervention

De manière à retrouver les formes en plan initiales des 4 tombolos et une surface de plage compatible avec la forte fréquentation balnéaire estivale, plusieurs propositions de solutions d'intervention pourraient être envisagées.

Une première solution consisterait à réaliser un rechargement en sables de manière à retrouver la situation de la plage antérieure à 2010. Les volumes à mobiliser seraient de l'ordre de 10 000 m³ et pourraient provenir d'un dragage de la zone en engraissement des petits fonds de la plage des Orpellières à l'Est immédiat du débouché de l'Orb. Cette solution ne modifiera pas les conditions hydrodynamiques locales et les tendances érosives se maintiendront une fois le rechargement réalisé. Avantages : coûts plus faibles mais pérennité dans le temps moins longue.

Une seconde solution consisterait à remplacer l'épi par un brise-lames forain de 60 m de long localisé à l'extrémité de l'actuel épi et à réaliser un rechargement en sables à hauteur de 15 000 m³. Cette solution permettrait d'homogénéiser le système de protection actuel tout en permettant le développement d'un nouveau tombolo intermédiaire sur lequel les tombolos voisins viendraient s'appuyer. Cette solution permettrait de stabiliser durablement le secteur. Inconvénients : coûts plus élevés mais plus durable (figure 5).

Ces solutions seront à étudier en détail d'un point de vue de leur faisabilité technique, financière, réglementaire et environnementale, ainsi que de leur compatibilité avec les documents d'orientations stratégiques locaux et nationaux (MIAL, 2003 ; MEDDE, 2012).

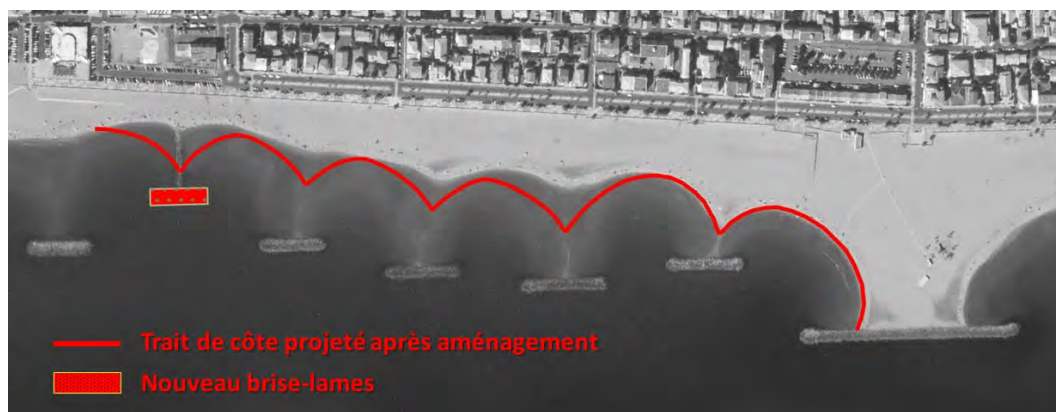


Figure 5. Solution de remplacement de l'épi par un nouveau brise-lames forain et réponse attendue de la plage avec des rechargements à hauteur de 15 000 m³.

6. Conclusions

Le suivi vidéo au niveau du littoral de Valras-Plage a permis de quantifier les érosions au niveau de 4 tombolos situés au centre du dispositif en place de défense contre l'érosion. La présence de l'épi central entre les batteries de brise-lames semble être un facteur favorisant la perte des sédiments vers le large en période de tempête et donc l'érosion de la plage. En réponse à ce recul localisé du trait de côte au niveau de l'épi, les structures sédimentaires de type tombolos se réorganisent progressivement par une nouvelle recherche de positions d'équilibre statique. Ce phénomène entraîne des reculs réguliers de la plage ce qui génère des désagréments au niveau de leur exploitation balnéaire en été mais aussi une plus grande exposition des enjeux de première ligne lors des tempêtes hivernales.

Des solutions ont finalement été proposées afin de remédier à ce problème avec des niveaux d'efficacité et des coûts de mise en œuvre variables.

7. Références bibliographiques

- ARTELIA/BRGM (2011). *Actualisation de l'aléa érosion en Languedoc-Roussillon*. Rapport. n°1713060 d'octobre 2011.
- BCEOM (2004). *Etude générale pour la protection du littoral de l'Orb à Aude - Phases 1, 2 et 3*. Rapport d'étude.
- CASAGEC (2014). *Exploitation des données acquises entre 2008 et 2014 par la station vidéo de Valras-Plage(Hérault)*. Rapport établi pour le compte du Conseil Général de l'Hérault.
- DAILLOUX D. (2008). *Video measurements of the Adour plume dynamic and its surface water optical characteristics*. Thèse doctorale, Université de Pau et des Pays de l'Adour, 169 p.
- MAZEIRAUD V., VIGUIER J., PAIREAU O., RIHOUEY D., DAILLOUX D., DUGOR J. (2010). *Protection du littoral de Valras-Plage et de Vendres (Hérault) par*

Thème 2 – Dynamique sédimentaire

- une digue sous-marine : suivi des évolutions du trait de côte un an après réalisation.* JNGCGC 2010, Les Sables d'Olonne, pp 593-600. <http://dx.doi.org/10.5150/jngcgc.2010.069-m>
- MEDDE (2012). *Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte. Vers la relocalisation des activités et des biens.*
- MIAL (2003). *Orientations stratégiques pour la gestion de l'érosion marine en Languedoc-Roussillon.*
- RIHOUEY D., DUGOR J., DAILLOUX D., MORICHON D. (2009). *Application of remote sensing video systems to engineering works monitoring.* Journal of Coastal Research, SI 56 (Proceedings of the 10th International Coastal Symposium). Lisbon, Portugal.
- SAMAT O. (2007). *Efficacité et impact des ouvrages en enrochement sur les plages microtidales. Le cas du Languedoc et du delta du Rhône.* Thèse doctorale, Université Aix-Marseille I, 264p.
- SHOM (2014). *Références altimétriques maritimes – Ports de France métropolitaine et d'outre-mer.*
- SOGREAH (1991). *Protection du littoral Ouest de Valras.* Rapport n°512991 établi pour le compte de la commune de Valras-Plage.
- SOGREAH (1996). *Protection du littoral Ouest de Valras.* Rapport n°511500 établi pour le compte de la commune de Valras-Plage.
- SOGREAH (2005). *Mission de maîtrise d'œuvre relative à la conception et réalisation de travaux de protection du littoral de l'Orb à l'Aude.* Rapport n°1711475 établi pour le compte des communes Valras-Plage et Vendres.