



Protection du littoral de Valras-Plage et de Vendres (Hérault) par une digue sous-marine : suivi des évolutions du trait de côte un an après réalisation

Vincent MAZEIRAUD¹, Jacques VIGUIER¹, Osanne PAIREAU¹,
Didier RIHOUEY², Damien DAILLOUX², Jérémy DUGOR²

1. SOGREAH Maritime, 10 rue Gutenberg 33697 Mérignac, France.

vincent.mazeiraud@sogreah.fr

2. CASAGEC, UFR Sciences Anglet, 1 allée du parc Montaury, 64600 Anglet, France.

didier.rihouey@univ-pau.fr

Résumé :

En mai 2008 s'est achevée la construction de la première section d'une digue sous-marine de protection du littoral de Valras-Plage et de Vendres. L'objectif de cet ouvrage était double : d'une part limiter les érosions de la plage au droit de l'ouvrage par réduction à la fois du transport longitudinal et transversal et, d'autre part, maintenir une part conséquente du transit littoral pour alimenter le littoral situé plus à l'Ouest. Les évolutions diachroniques des positions du trait de côte depuis la mise en place de l'ouvrage ont pu être suivies grâce à la présence d'une station de suivi vidéo monitoring. Il est ainsi possible d'avoir un premier retour sur expérience sur le fonctionnement de la structure dans un contexte où ces ouvrages deviennent une alternative de plus en plus courante aux structures classiques de lutte contre l'érosion de type brise-lames ou épis.

Mots-clés :

Valras-Plage – Vendres – Erosion – Rechargement – Dignes sous-marine – Enrochements – Géotextiles – Evolution du trait de côte – Suivi vidéo

1. Introduction

Les communes de Valras-Plage et de Vendres sont situées sur la côte sableuse du Languedoc-Roussillon dans le département de l'Hérault. La zone d'intérêt est localisée à l'Ouest immédiat des digues du débouché de l'Orb sur un linéaire d'environ 3,0 km (figure 1).

Les premiers signes d'érosion du littoral se sont manifestés sur Valras-Plage après l'allongement des digues du débouché de l'Orb en 1977 ce qui a conduit la collectivité à progressivement construire des ouvrages de protection. Aujourd'hui, l'ensemble de littoral de Valras-Plage situé à l'Ouest du débouché de l'Orb est protégé par un réseau de 13 brise-lames et un épi. Les érosions se déplaçant sur la commune mitoyenne de Vendres, il a été décidé d'y construire en 2008/2009 une digue sous-marine dans le double objectif suivant : d'une part, limiter les érosions de la plage au droit de l'ouvrage

Thème 4 – Vulnérabilité du littoral

par réduction à la fois du transport longitudinal (par écrêtement de la houle) et transversal (par blocage physique du charriage du sable) et, d'autre part, maintenir une part conséquente du transit littoral pour alimenter le littoral situé plus à l'Ouest.

Afin de suivre les évolutions du trait de côte sur l'ensemble de la zone, une station vidéo a été implantée sur site en 2007 au niveau de Valras-Plage. La résolution des caméras ayant été augmentée en juillet 2008, la station permet maintenant de correctement suivre les évolutions de la plage au droit de la digue sous-marine ainsi que légèrement plus à l'Ouest sur la zone actuellement non protégée que l'on qualifiera de zone « naturelle » dans le reste du document.

L'objet de cet article est de décrire les évolutions de la plage au droit de la première section de la digue sous-marine construite en 2008 afin d'avoir un retour sur expérience d'un an environ après construction. Ce suivi est important dans le sens où les seules structures de ce type sont sur des sites étrangers (Italie, Etats-Unis, Australie, Corée du Nord...) dans des conditions hydrosédimentaires généralement différentes de celles que l'on peut rencontrer sur les côtes méditerranéennes françaises.

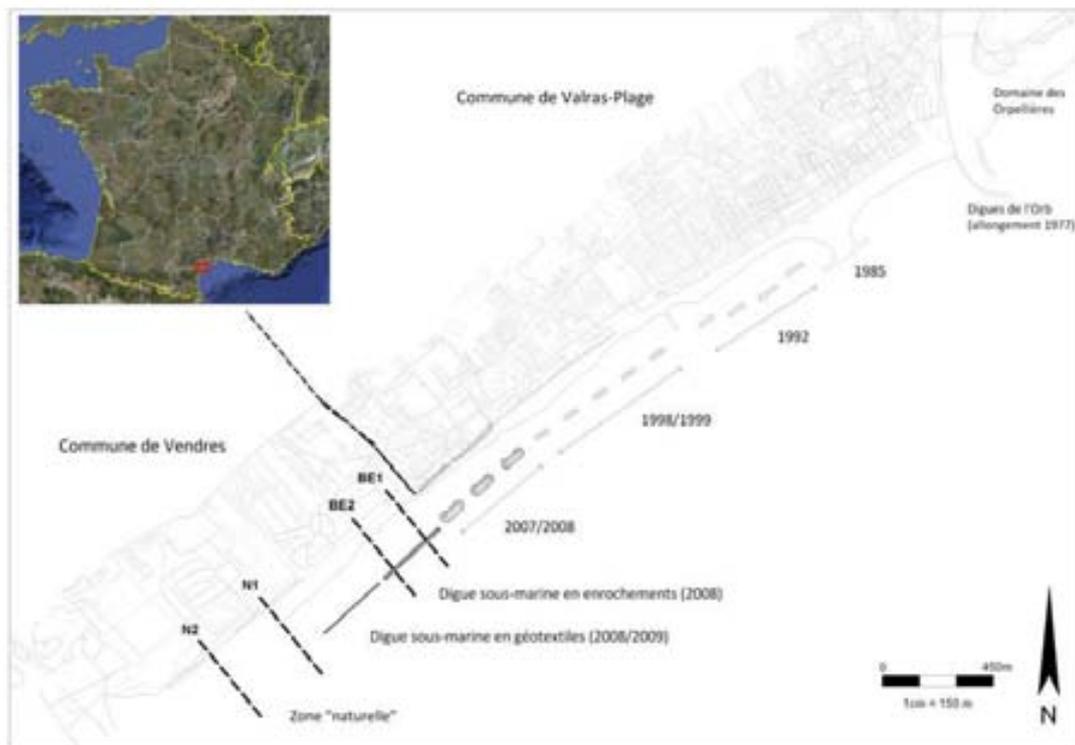


Figure 1. Localisation du littoral de Valras-Plage et de Vendres et historique de la création des ouvrages de protection.

2. Conditions naturelles sur le littoral de Valras-Plage et de Vendres

La marée est de type diurne à inégalité diurne avec un marnage pouvant atteindre +0,47m au port de Sète lors des plus hautes marées astronomiques (SHOM, 2009). Le

niveau moyen est situé à +0,123 m NGF (Nivellement Général de la France). A cela peut se rajouter des surcotes météorologiques importantes qui ont atteint +1,0 m NGF en novembre 1982, +1,06 m NGF en décembre 1997 et +0,85 m NGF en décembre 2003 (mesures faites au marégraphe du port de Sète). Les agitations peuvent être connues grâce aux enregistrements du houlographe omnidirectionnel n° 03401 de Sète Marseillan géré par le CETMEF (mesures du 21/10/1988 au 29/01/2001). Le régime moyen donne des agitations inférieures à 0,5 m pendant 30% du temps, à 1,0 m pendant 70% du temps et supérieures à 2,0 m pendant près de 17% du temps en moyenne.

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. Les travaux de construction de la digue sous-marine

Le système de protection actuel se termine à l'Ouest par une digue sous-marine de 540 m de long parallèle au littoral et entièrement située au droit de la commune de Vendres. Cette digue est composée de deux sections successives séparées par un espace de 25 m. La première section de 300 ml, construite entre mars et mai 2008, est constituée d'enrochements de 2-4 tonnes disposés en bi-couche et reposant sur une sous-couche en 50-300 kg. Une semelle anti-affouillement d'une largeur de 3,0 m a été placée de manière à assurer la stabilité du pied de l'ouvrage (figure 2a). La seconde section de 240 ml, construite entre avril 2008 et mai 2009, a été réalisée par une succession de 8 boudins géotextiles remplis de sables (figure 2b). L'ensemble de l'ouvrage a été construit dans des fonds de l'ordre de -3,50 m à -4,0 m IGN.

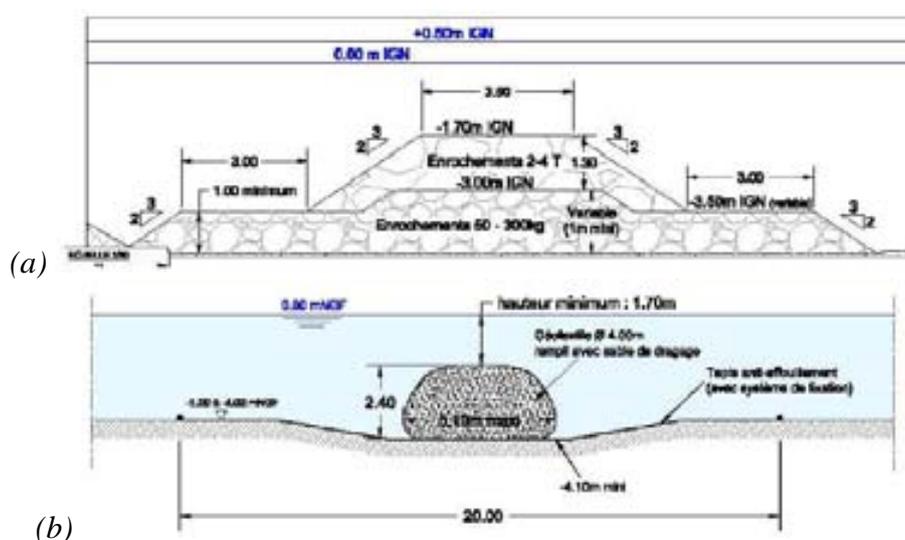


Figure 2. Coupe-types de la butée de pied. (a) Section Est en enrochements. (b) Section Ouest en boudins géotextiles.

Thème 4 – Vulnérabilité du littoral

Un rechargement de la plage de 36000 m³ en provenance des sables accumulés contre la digue Est du débouché de l'Orb a été réalisé au droit de la section en enrochements entre janvier et mai 2008. Les sables provenaient du dragage des petits fonds au droit du domaine des Orpellières sur la zone d'accumulation contre la digue Est de l'Orb.

4. Suivi vidéo du trait de côte du littoral de Valras-Plage/Vendres

4.1 Description du système de suivi vidéo

Un système de suivi vidéo CASAGEC a été installé sur Valras-Plage en septembre 2007 dans le cadre du projet Européen INTERREG BEACHMED-e piloté par le Conseil Général de l'Hérault (GAUFRES *et al.*, 2008 ; RIHOUEY *et al.*, 2009). La station vidéo, composée de 4 caméras CCD de 0,8 Megapixels, est implantée à une altitude de 47 m au sommet d'une tour résidentielle située à 1,5 km à l'Ouest de l'Orb. Deux caméras CCD sont orientées vers la partie Ouest de la plage et couvrent ainsi un linéaire côtier de 2,0 km environ (figure 3). Les caméras permettent d'acquérir des images dites "timex" exposées sur 10 minutes. Ces images permettent donc de moyenniser sur cette période la position de la limite supérieure du jet de rive et de lisser la surface de l'eau.

4.2 Détection de la position de l'interface eau/plage

La détection de la position de l'interface eau/plage nécessite successivement :

- la rectification dans le domaine plan (projection plane Lambert III Sud) des images acquises par les caméras à l'aide de points de contrôle relevés sur le terrain à partir d'un DGPS centimétrique et l'utilisation d'une technique de photogrammétrie (TRUCCO & VERRI, 1998),
- la mise en œuvre d'un algorithme de détection des contours basé sur une technique de segmentation (MORICHON *et al.*, 2007 ; DAILLOUX 2008) permettant de séparer sur l'image les pixels "secs" de la partie sableuse et les pixels "humides" de la partie maritime.

La position "instantanée" de l'interface eau/plage ainsi détectée est fonction du niveau d'eau incluant la marée, la pression atmosphérique, le vent et les conditions d'agitation. Cette position est donc généralement différente du trait de côte à proprement parlé défini dans le cadre de cette étude comme l'intersection du niveau moyen de la mer (cote +0,123 m NGF) avec la plage. Pour limiter l'influence du niveau d'eau sur la position des traits de côte détectés, les images utilisées ont été sélectionnées sur des périodes de calmes caractérisées par des variations du niveau de la mer de 0,20 m au maximum d'après les mesures faites au marégraphe de Sète (GAUFRES *et al.*, 2008).

4.3. Erreurs sur la position du trait de côte détecté

Rectification des images :

Au niveau de la plage, la rectification des images dans le domaine plan induit des erreurs transversales inférieures à $\pm 0,5$ m sur l'ensemble du domaine et des erreurs longitudinales allant de $\pm 0,5$ m à $\pm 5,0$ m respectivement à 500 m et environ 1,5 km de la station (RIHOUEY *et al.*, 2009), (figure 3).

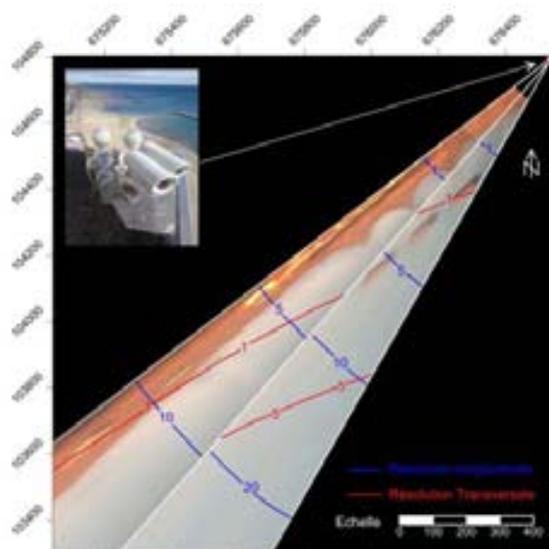


Figure 3. Carte de résolution des caméras Ouest de la station de vidéo de Valras-plage.

Détection de l'interface eau/plage :

Lors de l'installation et de la modification de la station, l'interface eau/plage a été relevée au DGPS centimétrique suite à la calibration des caméras (RIHOUEY, 2007). L'erreur engendrée par le processus de détection a été évaluée à $\pm 1,0$ m.

Position réelle du trait de côte :

L'erreur induite par la variation du niveau de l'eau sur le positionnement du trait de côte au niveau de la plage de Valras-Plage a été évaluée à l'aide de profils topobathymétriques locaux. Les résultats montrent une erreur transversale comprise entre $\pm 1,0$ m et $\pm 6,0$ m selon les pentes de la zone intertidale (GAUFRES *et al.*, 2008). Finalement, l'erreur transversale commise lors du processus de localisation du trait de côte est comprise entre $\pm 2,5$ m et $\pm 7,5$ m ($\pm 5,0$ m en moyenne).

5. Evolution du trait de côte au niveau de la digue sous-marine en enrochements

L'évolution de la position du trait de côte au niveau de la digue sous-marine en enrochements a été analysée sur les profils BE1 et BE2 à l'aide de 69 traits de côte détectés entre décembre 2007 et décembre 2009 (figure 4). Ces évolutions ont été comparées à celles de la zone « naturelle » située à l'Ouest immédiat de la butée en

Thème 4 – Vulnérabilité du littoral

géotextiles (profils N1 et N2). Sur ces profils, seules les informations disponibles à partir de fin juillet 2008 ont été retenues en raison de l'optimisation de la résolution du système d'acquisition à cette date.

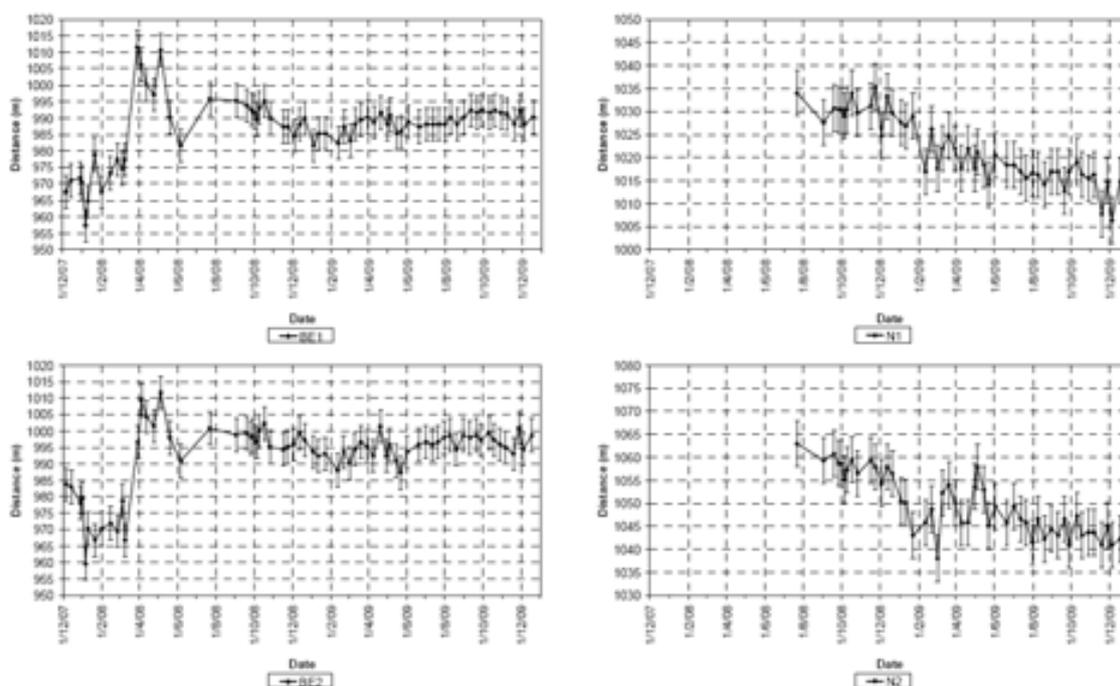


Figure 4. Evolution du trait de côte au droit de la butée en enrochements (profil BE1 et BE2) et sur la zone naturelle (profils N1 et N2).

L'effet du rechargement est clairement observable avec une nette avancée du trait de côte de l'ordre de 35 m sur BE1 et de 40 m sur BE2. Dans les mois qui suivent ce rechargement, le trait de côte subit un recul de l'ordre de 15 à 20 m mais qui est à rattacher avec la recherche par la plage de son profil d'équilibre naturel. A l'issue de cette phase, on peut observer que la plage reste relativement stable au cours de l'ensemble de l'année 2009.

Au niveau de la zone naturelle, l'analyse des positions respectives du trait de côte met en évidence un comportement distinct avec une tendance généralisée à l'érosion d'autant plus forte que l'on se trouve près de la limite Ouest de la digue sous-marine en géotextiles (profil N1). Entre août 2008 et décembre 2009, le recul du trait de côte est de l'ordre de 25 m sur N1 et de 20 m sur N2.

6. Conclusions

Environ un an après la mise en place de la digue sous-marine en enrochements et du rechargement de la plage de 36000 m³ en son droit, nous pouvons mettre en évidence sur cette zone une bonne stabilité du trait de côte (après le recul de ré-équilibrage "naturel" post-rechargement). Cependant, les érosions se maintiennent plus à l'Ouest ce

qui laisse à penser que même les structures immergées bloquent une grande partie du transit littoral.

L'analyse diachronique des positions des traits de côte détectés avec le système vidéo doit donc être poursuivie afin d'observer d'une part si les érosions sur la zone naturelle se maintiennent ou si la configuration immergée de l'ouvrage de protection permet de les limiter et, d'autre part, comment se comporte le littoral au droit de la digue sous-marine en géotextiles.

En parallèle, il serait intéressant de procéder à des inspections régulières des ouvrages afin de suivre les éventuels mouvements de blocs ou l'intégrité du géotextile. Finalement, l'instrumentation vidéo pourrait être aussi utilisée pour travailler à l'analyse des extensions de la zone de jet de rive à la fois sur les zones protégées et non protégées.

7. Références bibliographiques

BCEOM (2004). *Etude générale pour la protection du littoral de l'Orb à Aude - Phases 1, 2 et 3*. Rapport d'étude.

DAILLOUX D. (2008). *Video measurements of the Adour plume dynamic and its surface water optical characteristics*. Thèse, Université de Pau et des Pays de l'Adour, 169 p.

GAUFRES P., ANDRES B., TROUVILLIEZ A., RIHOUEY D. DUGOR J. (2008). *Application de la video pour le suivi de l'impact des travaux de défense du littoral de Valras-Plage (Hérault)*. X^{èmes} Journées Nationales du Génie Côtier-Génie-Civil, Sofia Antipolis, pp 543-552. doi:10.5150/jngcgc.2008.052-G

LAMBERTI A., ARCHETTI R., KRAMER M., PAPHITIS D., MOSSO C., DI RISIO M. (2005). *European experience of low crested structures for coastal management*. Coastal Engineering 52, pp 841-866. doi:10.1016/j.coastaleng.2005.09.010

MORICHON D., DAILLOUX D., AARNINKHOF S., ABADIE S. (2007). *Using a shore based video system to hourly monitor storm water plumes (Adour River, Bay of Biscay)*. Journal of Coastal Research, 24, pp 133-140. doi:10.2112/06-0705.1

RANASINGHE R., TURNER L.I. (2006). *Shoreline response to submerged structures: a review*. Coastal Engineering 53, pp 65-79. doi:10.1016/j.coastaleng.2005.08.003

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.

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.

Thème 4 – Vulnérabilité du littoral

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°1711475R2 établi pour le compte du groupement des communes de Valras-Plage et de Vendres.

SOGREAH (2008). *Maîtrise d'œuvre pour la conception et la réalisation d'ouvrages de protection des plages de la Croisette*. Rapport n°1711623 établi pour le compte de la Ville de Cannes.

TRUCCO E., VERRI A. (1998). *Introductory Techniques for 3-D Computer Vision*. Prentice Hall, Inc.