

Aménagements et changement climatique sur un lido en érosion : approche prospective et paysagère sur le secteur des Aresquiers

Delphine BOULET ¹, Mathieu GERVAIS ¹, Hugues HEURTEFEUX ¹,
Claudine LOSTE ², Maïté BEULLIER ³

1. EID Méditerranée, Pôle littoral, 165 avenue Paul Rimbaud, 34000 Montpellier, France.
dboulet@eid-med.org
2. Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres, 165 avenue Paul Rimbaud, 34000 Montpellier, France.
c.loste@conservatoire-du-littoral.fr
3. Atelier de Paysage Claude Chazelle, 6 Boulevard Aristide Briand, 43100 Brioude, France.
maite.beullier@chazellepaysage.com

Résumé :

Le Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres et le pôle littoral de l'EID Méditerranée ont signé une convention de coopération en 2019 en vue de renforcer la connaissance scientifique sur l'aménagement et l'évolution géomorphologique du lido des Aresquiers, situé sur les communes de Frontignan et de Villeneuve-lès-Maguelone. L'idée générale est de regarder comment a et va évoluer ce lido et de se doter d'outils pédagogiques et prospectifs : les photomontages réalistes.

Afin de retracer l'historique et le fonctionnement géomorphologique du site, un travail de récupération des données, bibliographiques, topo bathymétriques et satellites, a été mené. Une approche prospective croisant la règle de BRÜNN (1962) à une projection de la position du trait de côte futur en se basant sur le recul "actuel", a été réalisée. Au recul lié seulement à l'érosion, les prévisions du GIEC ont été prises en compte afin d'intégrer l'effet de la montée du niveau marin aux échéances 2050 et 2150.

Le diagnostic réalisé a permis de mettre en évidence que le lido reculait aujourd'hui vers la lagune mais qu'il ne perdait que faiblement en superficie. Les pertes côté mer étant compensées par des gains coté lagune. Ce constat est certainement valable pour les prochaines décennies à venir. Enfin ce projet visait à associer les acteurs du site tout au long de la démarche. La dernière réunion de présentation leur a permis de découvrir les scénarios d'évolution du lido traduits graphiquement, sous forme de photomontages, par un cabinet paysagiste. Ainsi 6 planches ont été présentées et ont permis d'amorcer des débats quant à la gestion du site et au devenir ou à la conception de certains aménagements actuels ou futurs.

Mots-clés : Erosion, Changement climatique, Lido, Projection, Trait de côte, Photomontage.

Thème 7 – Risques côtiers

1. Introduction

Les sites littoraux appartenant au Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres sont des terrains parfois soumis aux aléas littoraux : submersion marine et/ou érosion principalement. De nombreux travaux estiment les rythmes de recul du trait de côte et les pertes foncières causées par ces deux aléas. Il s'agit par exemple de l'atlas produit par le CEREMA à la demande du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire présentant une cartographie de l'indicateur national de l'érosion côtière. Par ailleurs les effets avérés du changement climatique, comme l'augmentation du niveau des mers, viendraient accélérer cette perte de territoires face à la mer. Pour autant dans les rapports ou atlas issus de ces travaux, il s'agit généralement de représentations cartographiques 2D ou 3D qui, quand bien même leur pertinence scientifique, ne permettent pas au lecteur de se projeter dans le paysage et d'avoir une représentation claire des changements opérés sur l'environnement.

C'est pour cette raison qu'il a été décidé, sur un site emblématique du Conservatoire : le lido des Aresquiers, de tenter de traduire des prévisions issues d'une approche scientifique en représentation graphique, par l'intervention d'un cabinet paysagiste. L'intérêt est également de mesurer l'adhésion des acteurs et gestionnaires du site à ce type de supports qui, par leur réalisme visuel, bousculent les habitudes et les sensibilités en matière de concertation.

2. Site d'étude et méthodologie

2.1 Dynamiques et fonctionnement du site

Le lido des Aresquiers, ainsi que tout le cordon littoral reliant Sète à Palavas, a été formé pour l'essentiel par le déplacement des sédiments issus des embouchures du Rhône sous l'action des houles et du courant de dérive littorale. Suite à la fermeture du cordon estimée vers 7350 BP selon RAYNAL *et al.* (2009), l'apport du matériel depuis la Camargue va fortement diminuer et le système sédimentaire littoral de Sète à Palavas s'isoler de l'influence des apports nouveaux en sable par la dérive depuis les cordons littoraux plus à l'est. En réponse, le cordon va reculer vers l'intérieur des terres durant les épisodes de franchissement et submersion. Le lido aurait ensuite trouvé une position plus stable, approximativement proche à celle d'aujourd'hui, il y a 1800 ans BP (RAYNAL, 2008). Aujourd'hui deux directions de fortes houles dominant dans la région, liées aux tempêtes venant du sud et de l'est-sud-est. En moyenne pourtant, sur plusieurs années, le déplacement du sable suit un schéma relativement stable dans la cellule sédimentaire présentée en figure 1. La cellule constitue un volume de sable isolé qui n'a pas la possibilité d'être alimenté par des apports externes ou depuis les sites voisins. Ce site est dès lors sensible à l'érosion mais présente toutefois une singularité du fait de la présence d'un plateau rocheux au large sur des fonds entre -5 et -12 m, ce qui contribue à la

diffraction et réfraction des houles de tempêtes, et à la réduction des courants et d'une partie des impacts au niveau de la plage.



Figure 1. Fonctionnement de la dérive littorale sur le secteur Aresquiers-Palavas (EID Méditerranée d'après KULLING, 2017).

Pour faire face à ce risque érosif, le lido a connu plusieurs phases d'aménagements depuis les années 1980. Des travaux précurseurs à l'époque, avec l'implantation des premiers épis de la région en 1948, ont rapidement montré leurs limites et laissé place à d'autres modes de gestion plus souples.

2.2 Méthodologie suivie

Afin de suivre l'évolution de la position du trait de côte sur une période très longue, les données de l'étude de SABATIER et HANOT (2012) sur les largeurs de plage entre 1895 et 2009 ont été réutilisées et mises à jour. Elles ont été complétées par un nouveau travail d'étude de l'évolution des largeurs de plage entre 2009 et 2018 d'après les images aériennes récentes de l'IGN (2009, 2012, et 2015) et les dernières images satellites très haute résolution Pléiades (2017 et 2018 ; © IGN, CNES et Airbus). Comme pour le travail ancien, les images sélectionnées ont toutes été prises à la fin de la période estivale, où la largeur de la plage est en principe à son maximum. En ce qui concerne les projections, elles sont basées sur les rythmes érosifs observés entre 2000 et 2018, les concepts scientifiques actuels de dynamique sédimentaire littorale (recul par overwashes de tout le cordon...) et sur les dernières prévisions du GIEC quant à la montée du niveau marin (application de la loi de Brüun décrite ci-après). Deux scénarios temporels ont été choisis : 2050 pour le court terme, en situation post tempête ; et 2150 pour le long terme, en situation de beau temps, avec la mise en place d'une politique de retrait des enjeux (habitations et canal en particulier).

Thème 7 – Risques côtiers

2.2.1 Prise en compte de prévisions du GIEC

D'après les prévisions du GIEC-IPCC (2019), la montée du niveau de la mer sera d'environ +0,15 à +0,30 m d'ici 2050, et d'environ +0,55 à +0,60 m d'ici 2100 par rapport à la situation actuelle, ceci sur la base d'un 'scénario d'émission "réaliste" et impliquant des politiques de modération. Au-delà, les scénarios impliquent une très forte incertitude. Si l'on considère la tendance du scénario pessimiste (RCP 8.5), ce qui sous-entend qu'il n'y ait pas d'application réelle de politique de régulation, le niveau de la mer se situera entre 0,8 m et 2,5 m d'ici 2200, et 2 m et 5,2 m d'ici 2400 (GIEC-IPCC, 2019). D'après GOODWIN *et al.*, (2018), le résultat serait plus pessimiste.

Il a donc été décidé de choisir le scénario "pessimiste" d'augmentation des émissions des gaz à effet de serre (GES) sur la tendance actuelle, sans politiques de limitation :

- En 2050 : Prévision du GIEC d'augmentation du niveau moyen des mers entre 0,15 et 0,35 m : peu de variabilité en raison de l'inertie du système et de l'échéance courte : *Choix retenu : +0,3 m du niveau marin (NM) en 2050*
- En 2150 : Prévision du GIEC d'augmentation du niveau moyen des mers entre 0,54 et 2 m : variabilité plus importante en fonction des politiques globales de réduction des GES mises en œuvre d'ici là : *Choix retenu : +1,5 m du NM en 2150*

2.2.2 Intégration de la loi de Brüun dans l'évaluation du recul du trait de cote

D'après les marégraphes, la mer est montée en 2010 de 18 centimètres par rapport à 1900. Cette montée du niveau marin se traduit d'après les concepts théoriques par un recul d'environ 15-20 m du trait de côte sur tous les sites, soit un recul de moins de 0,2 m / an du trait de côte . Cette valeur est déduite de la théorie de Brüun (avec une pente de l'avant côte de 1%), qui d'après la communauté scientifique doit être pris comme un simple ordre de grandeur. Néanmoins, si le rôle du niveau de la mer n'a pas encore été prégnant dans l'adaptation du littoral face à l'érosion, ce paramètre sera à l'avenir certainement un des moteurs essentiel des mouvements du trait de côte.

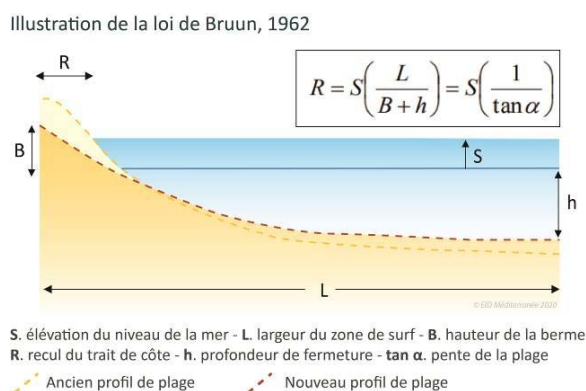


Figure 2. Illustration de la loi de Brüun (1962), EID Méditerranée (2020).

Ainsi pour projeter la position du trait de côte futur, le recul "actuel", c'est-à-dire celui de 2000-2018, a été mesuré tous les 100 m le long du littoral de Frontignan à Palavas grâce à un tracé de profils régulièrement espacés et perpendiculaires au trait de côte. Ces taux locaux de reculs sont extrapolés linéairement à des échéances plus longues pour tenir compte de la poursuite des phénomènes d'érosion. Au recul vers les terres lié seulement à l'érosion, un recul généralisé de 20 m est alors rajouté afin de tenir compte de l'effet de l'accélération de la montée du niveau marin pour 2050, et un recul généralisé de 200 m pour 2150 où la montée du niveau marin deviendra certainement le facteur prépondérant. Pour la première échéance, la translation du profil est légèrement amoindrie (règle de Brunn avec pente de 1%) afin de ne pas exagérer l'impact du niveau de la mer déjà en cause aujourd'hui, mais pour la seconde, la translation est légèrement augmentée par rapport à l'équation afin de tenir compte de l'effet aggravateur des overwashes, non pris en compte dans le modèle de Brüun.

3 Résultats

3.1 L'érosion sur le secteur historique et actuelle

En moyenne, la plage a reculé de 90 m en 123 ans. Plus de 75 % de cette érosion s'est produite lors du premier tiers de temps (sans ouvrage), durant la période 1895-1935.

Sur la zone urbanisée du littoral, à l'ouest du site d'étude, l'érosion historique était moins importante, certainement en raison de la protection offerte par le plateau des Aresquiers, malgré la divergence des directions de dérive (Figure 1). La construction de nombreux épis a fixé le trait de côte, mais plusieurs études ont montré que l'avant-côte sur cette zone urbaine continuait de s'éroder (BRUNEL *et al.*, 2012).

Si nous pouvons retenir que l'érosion est un phénomène généralisé sur le site d'étude, elle semble affecter principalement les zones non-naturellement protégées par le plateau des Aresquiers. Les ouvrages de protection en dur sur la plage ont en partie joué leur rôle de "casier" à sable, mais cette rétention des sédiments a clairement constitué un problème pour la stabilité des sites naturels voisins en aval-dérive. Aussi, les ouvrages pourraient avoir aggravé l'érosion des fonds à proximité immédiate et cet amaigrissement se révèle par le découverture de plus en plus clair des dalles de roche autour des barres d'avant-côte, aujourd'hui isolées les unes des autres et posées directement sur le substratum entre Frontignan et les Aresquiers.

3.2 L'approche prospective : situation pressentie

Du point de vue général, le paysage de l'arrière littoral et des étangs n'aura certainement pas radicalement changé en 2050 (DURAND & HEURTEFEUX, 2006). Ce sont essentiellement les bordures des étangs actuels, et les biotopes de zones humides comme les espaces de sansouïres et certains prés salés qui devront s'adapter. En 2150, la montée probable du NM de +1,5 m implique une inondation claire et permanente de toutes les

Thème 7 – Risques côtiers

zones basses de l'arrière-littoral, ce qui risque de menacer certaines habitations périphériques des centres urbains. Concernant l'inondation dans les terres en 2150 et la forte modification des lagunes et zones humides, il reste une forte incertitude sur la réponse des plaines périphériques quant à la remontée et la salinisation des nappes d'eau souterraines, qui pourrait aussi participer à modifier le paysage et les espaces naturels, et leur critère plus ou moins inondable / zones humides.

En ce qui concerne le cordon littoral, la projection du trait de côte montre clairement un recul du cordon en 2050, et toutes les dunes actuelles du lido devront se reformer plus dans les terres après percée et recul du cordon dans la lagune par overwashes. Les digues artificielles auront certainement "les pieds dans l'eau" car ces aménagements sont constitués par un socle de matériaux en enrochements. En 2150, tout le cordon aura été libéré de ses habitations ce qui permet au sable et au prisme littoral de reculer d'au moins 150 m sous l'action motrice des houles (et d'au moins 200 m dans les zones naturelles du cordon où se produisent les overwashes).

3.3 L'approche prospective : résultats graphiques

Deux illustrations ci-dessous présentent les résultats obtenus sur le même secteur suivant les deux scénarios retenus. Il s'agit du pont des Aresquiers, situé en limite Est de l'urbanisation de Frontignan et sur lequel une route est actuellement protégée par un cordon de galets et une batterie d'épis.



Figure 3. Situation du pont des Aresquiers en 2050 post tempête (Atelier de Paysage Claude Chazelle d'après EID Méditerranée).

En 2050 le cordon de galet est fragilisé et a reculé vers la route avec des ruptures par endroit (Figure 3). A l'arrière du cordon, des galets et du sable sont projetés sur la route et dans la lagune ; les épis dégressifs implantés dans les années 2010 dans l'espoir de fixer le trait de côte sont, au moment de la tempête, sous l'eau.



Figure 4. Situation du pont des Aresquiers en 2150 post tempête (Atelier de Paysage Claude Chazelle d'après EID Méditerranée).

En 2150 le secteur des Aresquiers a retrouvé un fonctionnement naturel : cordon de basse altitude, végétation basse, mouvements sableux et ouverture d'overwashes fréquents vers la lagune, et quelques rares habitats dunaires secs par endroit (Figure 4).

Les enjeux et aménagements présents en 2015 (épis, cordon de galets et route principalement) ont été soit déconstruits, soit submergés. La montée du niveau marin se fera également ressentir dans la lagune avec une submersion des berges les plus basses. La végétation du bois des Aresquiers est en partie remplacée, en bord de lagune, par des habitats naturels de type sansouïre avec des espèces résistantes à la salinité.

A l'issue de la réunion de restitution de la phase 1 du projet qui ne présentait que les fondements scientifiques des scénarios (constat de l'érosion, overwashes...), un exercice avait été proposé à l'auditoire: il s'agissait d'imaginer, et de représenter graphiquement sur des fonds de cartes, le devenir futur du site des Aresquiers et en particulier la position du lido suite à la poursuite des phénomènes d'érosion des sédiments de la plage immergée/émergée et de la montée du niveau de la mer avec le réchauffement climatique. La majorité des participants avait anticipé et intégré le roulement du lido sur lui-même ainsi que l'ouverture de brèches. De la même façon, personne n'envisageait une disparition complète du lido, même en 2150, et très peu d'entre eux envisageaient un maintien des enjeux à cette échéance.

4. Conclusions

Cet article présente une démarche technique sur la projection du trait de côte à des échéances longues mais aussi, et surtout, un exemple de méthode de diffusion des résultats pour sensibiliser le grand public et les gestionnaires/décideurs aux enjeux de demain. Pour cela des panneaux de photomontage réalistes ont été créés pour accompagner des expositions/débats.

La deuxième réunion de restitution notre projet visait à présenter les résultats cartographiques et leur interprétation paysagère par le cabinet paysagiste. Le réalisme, la

Thème 7 – Risques côtiers

beauté et la pertinence des photomontages présentés ont été soulignés. Par la suite, les résultats produits ont été présentés à d'autres collectivités, services de l'Etat et gestionnaires. Un vade-mecum de cette méthodologie a été produit pour permettre à d'autres acteurs de reproduire ce type de support et de communiquer clairement et de manière robuste sur les effets attendus dans les années à venir sur le littoral sableux méditerranéen.

5. Références bibliographiques

- BRUNEL C., CERTAIN R., ALEMAN N., RAYNAL O., BARUSSEAU J.P., SABATIER F. (2012). *Atlas de l'évolution des fonds et des budgets sédimentaires séculaires de l'avant-côte du Languedoc-Roussillon (1895/1984/2009)*, Publication CEFREM, 27 p.
- BRÜUN P. (1962). *Sea-level rise as a cause of shore erosion*. ASCE, Journal of the Waterways and Harbours Division, Vol. 88, Issue 1, pp 117–130.
- DURAND P., HEURTEFEUX H. (2006). *Impact de l'élévation du niveau marin sur l'évolution future d'un cordon littoral lagunaire : une méthode d'évaluation. : Exemple des étangs de Vic et de Pierre-Blanche (littoral méditerranéen, France)*. Annales de Géomorphologie, pp 221-244.
- GIEC-IPCC (2019) - OPPENHEIMER M., GLAVOVIC B.C., HINKEL J., VAN DE WAL R., MAGNAN A.K., ABD-ELGAWAD A., CAI R., CIFUENTES-JARA M., DE CONTO R.M., GHOSH T., HAY J., ISLA F., MARZEION B., MEYSSIGNAC B., SEBESVARI Z. (2019). *Sea level rise and implications for low-lying islands, coasts and communities*. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, Chapter 4, [H.-O. Pörtner et al., (eds.)], 169 p.
- GOODWIN P., BROWN S., HAIGH I.D., NICHOLLS R.J., MATTER J.M. (2018). *Adjusting mitigation pathways to stabilize climate at 1.5°C and 2°C rise in global temperatures to year 2300*. Earth's Future, 6, pp 601-615. <https://doi.org/10.1002/2017EF000732>
- KULLING B. (2017). *Déformation du rivage et dérive littorale des plages du Golfe du Lion*. Thèse de doctorat de l'université Aix-Marseille, laboratoire CEREGE. 281 p.
- RAYNAL O., BOUCHETTE F., CERTAIN R., SERANNE M., DEZILEAU L., SABATIER P., LOFI J., BUI XUAN HY A., BRIQUEU L., PEZARD P., TESSIER B. (2009). *Control of alongshore-oriented sand spits on the dynamics of a wave-dominated coastal system (Holocene deposits, northern Gulf of Lions, France)*. Marine Geology, Vol. 264, Issues 3–4, pp 242-257. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2009.06.008>
- RAYNAL O. (2008), *Architecture de dépôts et facteurs de contrôle d'un système côtier à faible apports sédimentaires – le littoral languedocien (Golfe du lion, Sud de France)*. Thèse de doctorat à l'université Montpellier II. 188 p.
- SABATIER F., HANOT B. (2012). *Les variations du ravage du Languedoc-Roussillon entre 1895 et 2009*. Rapport de synthèse de phase 2, 52 p.