



Université de Bretagne Sud _ Faculté des sciences et sciences de l'ingénieur
Université de Huelva _ Laboratoire de géologie côtière

Licence Sciences de la Vie et de la Terre
3ème année
Parcours sciences de l'environnement

Analyse de profils d'une plage à barre naturelle versus anthropisée à court et long terme à Matalascañas au Sud-Ouest de l'Espagne

Charlotte Delatour

Rapport présenté le 8 juin 2016

Sous la direction de :

Juan Antonio Morales Gonzales

Tuteur de stage :

Mouncef Sedrati

Année 2015/2016

Remerciements

Primero, dar las gracias a Juan Antonio Morales por acogerme tan bien como lo ha hecho, por su buen humor, sus consejos, y por todo lo que he descubierto en esta experiencia gracias a el.

Un immense merci à Mouncef Sedrati pour m'avoir offert l'opportunité de faire un stage de recherche, pour m'avoir fait rencontrer Juan, pour m'avoir permis de faire mon stage en Espagne et d'avoir été si disponible pour me conseiller.

Mes remerciements à l'UBS qui organise des stages pour tous les étudiants en licence 3 et qui nous permettent ainsi de nous impliquer différemment dans notre travail et de nous ouvrir de nouvelles portes.

Enfin, merci à mes parents de m'avoir offert la chance de faire ce stage à l'étranger et de l'avoir rendu si agréable.

Abréviations

P1, P2, P3 : profils 1, 2, 3

Eth : Energie du train de houle

Tp : Période

Hs : Hauteur significative

HA : Hauteur absolue

PMVE : pleine mer de vives eaux

PMME : pleine mer de mortes eaux

NM : niveau moyen

BMME : Basse mer de mortes eaux

BMVE : Basse mer de vives eaux

FH : facteurs hydrodynamiques

Table des figures

Figure 1 Schéma de la formation d'une barre	7
Figure 2 Zoom sur la zone d'étude de l'Espagne à Matalascañas	8
Figure 3 Rose des houles majoritaires.....	9
Figure 4 Plage de Matalascañas et position des profils.....	10
Figure 5 Trépied et échelle utilisés pour la modélisation des profils.....	10
Figure 6 Mise en place de l'Aquapod	11
Figure 7 Evolution du profil 1 du 25/04/2016 au 06/05/2016.....	12
Figure 8 Evolution du profil 2, anthropisé, du 25/04/2016 au 06/05/2016.....	12
Figure 9 Evolution du profil 3, semi anthropisé, du 25/04/2016 au 06/05/2016	13
Figure 10 Vue aérienne du profil 1 et 2 et des 2 premiers épis (Google earth, 2013)	13
Figure 11 Vue aérienne du dernier épi et du profil 3	14
Figure 12 Superposition des trois profils au 25/04/2016	14
Figure 13 Comparaison de P1 (gauche) et P3 (droite) entre 2015 et 2016 à un an d'intervalle	14
Figure 14 Mise en relation de la hauteur d'eau et de l'énergie du train de houle au foreshore et au large	15
Figure 15 Direction des facteurs hydrodynamiques (houles, courants, vent) du 25/04/16 au 06/05/16.....	15
Figure 16 Vitesse du vent au large en m/s	16
Figure 17 Vitesse du courant au foreshore.....	17

Liste des tableaux

Tableau 1 récapitulatif des directions des houles et courants et indication de la dérive littorale résultante	16
---	----

Sommaire

I.	Préambule	6
II.	Présentation de la plage.....	8
A.	Caractéristiques du site	8
B.	Localisation géographique.....	8
C.	Conditions hydrodynamiques	9
1)	La marée	9
2)	La houle	9
3)	Les courants	9
4)	Le facteur anthropique.....	10
III.	Méthodologie	10
A.	La topographie	10
B.	Les données hydrodynamique en bord de plage et au large	11
IV.	Résultats	12
A.	Topographie.....	12
1)	Profils des 3 transects du 25/04/2016 au 06/05/2016.....	12
2)	Vue aérienne des profils	13
3)	Comparaison des trois profils au 25/04/2016	14
4)	Comparaison de P1 et P3 entre 2015 et 2016.....	14
B.	Environnement hydrodynamique en 2016.....	15
1)	Hauteur d'eau et énergie de la houle en foreshore et au large.....	15
2)	La direction des facteurs hydrodynamiques	15
3)	Vitesse du vent et vitesse du courant.....	16
V.	Interprétation et discussion.....	17
A.	Dynamique du profil 1 (Figure 7).....	17
B.	Dynamique du profil 2 (Figure 8).....	18
C.	Dynamique du profil 3 (Figure 9).....	18
D.	Etude sur le long terme (Figure 13).....	18
E.	Comparaison des trois profils (Figure 12).....	19
VI.	Conclusion.....	19

Résumé

La plage de Matalascañas est située sur les bords du golfe de Cadix au Sud-Ouest de l'Espagne. Cette plage très touristique pendant l'été présente des structures sédimentaires appelées barres. Celles-ci, impliquent une dynamique complexe en interagissant avec les facteurs hydrodynamiques de la zone. La plage a subi la mise en place d'une batterie d'épis dans les années 80 ; aménagement nécessaire à la réduction de l'érosion massive de cette partie du littoral. Un problème persiste malgré tout aujourd'hui car la majorité de l'estran reste humide entre deux marées hautes sur tout le segment urbanisé de la côte. Cette problématique peut engendrer des répercussions sur l'économie des commerçants et habitants de Matalascañas. Une étude sur du long et court terme a donc été menée pour comparer des profils à différents points de la plage et d'analyser les facteurs hydrodynamiques (marée, houle, courants, vent). Une grande variabilité dans la dynamique de ces profils a pu être mise en évidence ; les facteurs hydrodynamiques en étant l'origine. De plus, les aménagements impactent la dynamique et aggravent le problème d'humidité de la zone ; ils sont donc non adaptés.

Abstract

The Matalascañas beach is located on the shores of the gulf of Cadix in southwestern Spain. It's a very popular beach during the summer and it has singular sedimentary structures called bars. These involve complex dynamics by interactions with the area hydrodynamic. A set of breakwaters was established during the 80's ; structure needed to reduce the massive erosion of this coastline part. Despite it, there is a problem because the majority of the foreshore stays wet between two high tides in front of the urbanized coastal segment. It could impact the economy of owners and traders of Matalascañas. A study was conducted on the short and long term to compare profiles on different points of the beach and to analyze the area hydrodynamic (tide, waves, currents, wind). A large variability in the dynamics of these profiles has been demonstrated ; caused by the hydrodynamic factors. Moreover, the breakwaters impact the dynamic and exacerbate the problem of moisture sand ; they are not suitable.

I. Préambule

La côte Sud-Ouest de l'Espagne est le littoral le plus dynamique du pays notamment en ce qui concerne sa géomorphologie. L'université de Huelva, accueille un pôle de géologie, centré sur l'étude du littoral sous tous ses aspects : sédimentologie, géomorphologie, géochimie, géodynamique ; et se place au centre de cette côte dynamique comptant le Guadiana, le rio Piedras, l'Odiel et le Tinto et enfin le Guadalquivir. L'équipe a en parti pour objectif de nourrir les connaissances en matière de dynamique côtière afin de pouvoir répondre, ensuite, à des problématiques d'aménagement. La complexité de ce type d'étude réside en les nombreux facteurs entrant qui se modifient mutuellement. Ceux-ci, dans le cas de cette côte, mettent en place un ensemble de structures particulières qu'on appelle barres intertidales. Celles-ci sont des amas de sable allongés construits par la mer ou le vent qui se situent sur l'estran. Les barres sont en perpétuelle mouvement et on les retrouve au quatre coins du monde : Carrabelle beach en Floride, dans les grands lacs en Amérique du nord, à Terschelling aux Pays-Bas, au Danemark, sur la plage de Blackpool au Royaume Uni, etc... (Arnold E., 1972). Elles sont engendrées par un stock conséquent de sédiment et une dynamique tidal, de houle et de courant particulier.

Les barres peuvent être de 4 origines (W.F. Tanner, 1995): Elle peuvent être édifiées grâce à la houle qui remonte le sédiment, présente sur des plages semi-dissipative où les conditions sont calmes. Les barres sont longues, parallèles à la côte, peu marqué et sont présentes entre 5 et 25 barres ou en système : plus de 250. C'est le type le plus commun.

Les secondes sont construites par des vagues qui produisent un courant plus important vers le large ce qui implique que les sédiments fins sont érodés et que la barre « résiduelle » est constituée majoritairement de sédiments grossier, de coquillages et de galets. Ce n'est donc pas un apport qui construit la barre mais bien une érosion.

Il existe aussi des barres de tempête qui sont souvent isolées, d'une hauteur de 5 à 10m et qui sont plus ou moins bombées.

Enfin, des barres de type dunaire peuvent apparaître par le biais du vent, avec une apparence mamelonné à l'extérieur et des caractéristiques granulométriques d'origine éolien. Ce type de barre peut apparaître à l'intérieur ou de manière adjacente à un système tel que les deux premiers.

Komar(1976,p.32) (W.F.Tanner, 1995) pose le postulat que toute les plage à barre nécessite la formation des barres lorsqu'elles sont submergées. L'augmentation de la barre se fait par apport de sédiment par les vagues.

L'apparition d'une barre serait donc due à la variation du niveau marin. Celui-ci peut être engendré par le cycle lunaire, El niño ou encore le cycle solaire. Mais le processus d'édification d'une barre

ne peut se faire que sur une plage semi-dissipative. Cette variation de hauteur d'eau engendre la réduction des zones de shoaling, de surf et de swash. La zone de shoaling n'est donc plus assez longue pour dissiper efficacement l'énergie de la houle. Les vagues qui arrivent au niveau de la nouvelle zone de swash ont une puissance plus importante qu'auparavant puisque l'énergie contenue n'a pas été dissipée par le frottement avec le substrat de la zone de shoaling (la profondeur étant trop importante). Le déferlement d'une grande puissance remobilise donc plus de sédiment vers le haut de plage et le caractère circulaire des ondes de houle forme la barre. Lorsque le niveau redescend la partie érodée à l'arrière de la barre constitue la dépression qui accompagne chaque barre et une nouvelle barre peut se former. La période moyenne entre la formation de deux barres est de l'ordre de 50 ans. (W.F.Tanner). Les barres protègent le haut de plage de l'érosion impliquant une perte d'énergie de la houle qui passe au-dessus.

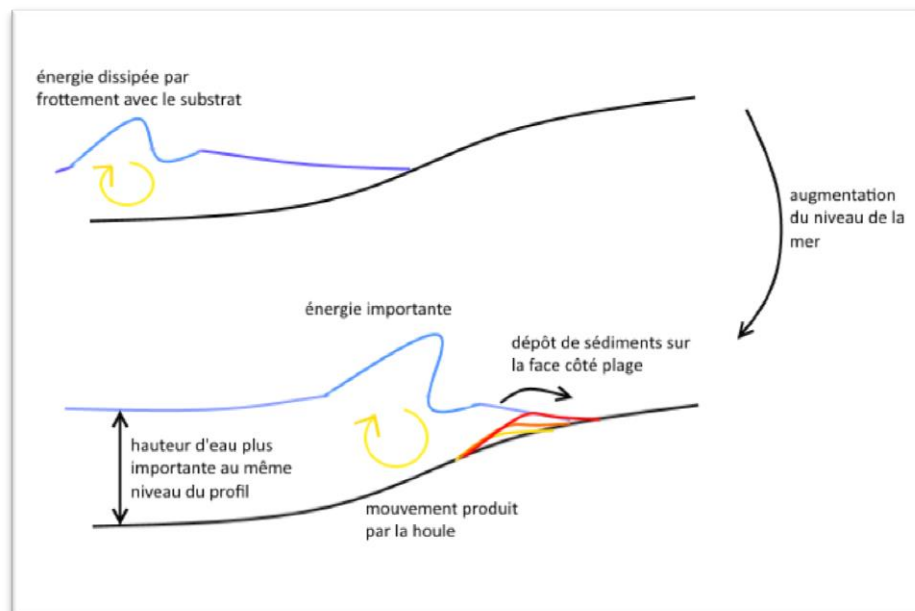


Figure 1 Schéma de la formation d'une barre

L'étude porte donc sur la dynamique et la géomorphologie d'une plage à barre qui présente des épis dû à une érosion de la côte. L'intérêt de cette étude réside en sa singularité et le fait que cette plage soit soumise à des problématiques d'ordre économiques et environnementales. En effet, cette plage touristique a subi des aménagements afin de limiter son érosion et elle nécessite dorénavant des aménagements pour palier son caractère saturé en eau. En effet, constamment humide, la plage attire moins les vacanciers ce qui peut impacter les commerçants et les locations alentours. La bonne compréhension de la dynamique de la plage est donc nécessaire pour ensuite élaborer un nouveau plan d'aménagement.

II. Présentation de la plage

A. Caractéristiques du site

Cette côte présente les plus larges plages de toute l'Espagne, le bassin sédimentaire étant relié à la côte. Les grandes rivières acheminent les sédiments jusqu'à la mer et furent formées après le dernier maximum glaciaire. La remontée des eaux a engendré l'érosion de la côte grignotant celle-ci vers l'intérieur des terres et transformant les petites rivières en large ria développant ainsi des circulations estuarienne et les promontoires de la côte en falaise. Cette érosion a été facilitée par le caractère peu végétalisé de ces terres essentiellement constituées de sable légèrement cimenté du Néogène et du quaternaire. Les taux de décharge de sédiments les plus importants sont ceux du Guadiana : $144\text{m}^3/\text{s}$ et du Guadalquivir : $185\text{ m}^3/\text{s}$ (Ramirez, Morales ; 2007). Malgré cette grande quantité de sédiment, la construction dans les années 60 de 65 barrages a considérablement réduit la capacité de transport et de redistribution des sédiments. La côte comporte maintenant des zones d'érosion massive et des zones en très fortes accrétion. C'est ainsi, que de nouveaux aménagements ont été pensés et mis en place sur la côte du Golf de Cadix.

B. Localisation géographique

La plage de Matalascañas se trouve sur ce golf au Sud-Ouest de l'Espagne au niveau du parc naturel de Doñana, entre l'estuaire du tinto/odiel et du Guadalquivir, elle est donc influencée par ces deux estuaires ainsi que celui du Guadiana et de l'océan Atlantique.

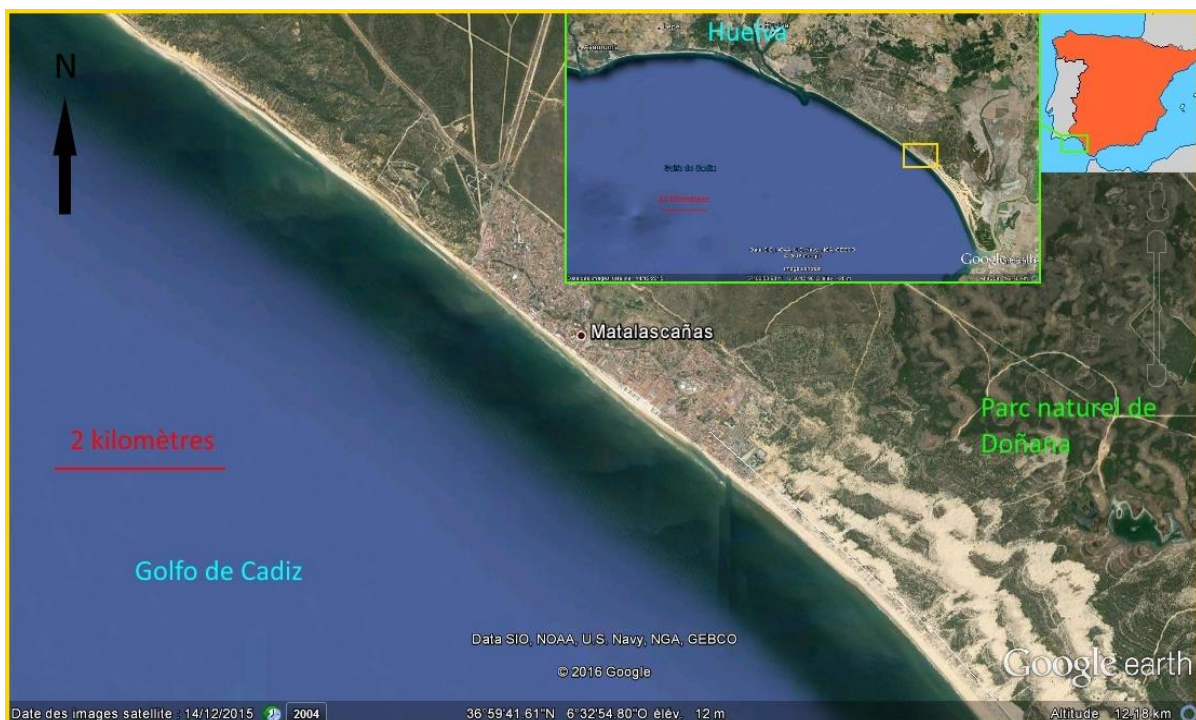


Figure 2 Zoom sur la zone d'étude de l'Espagne à Matalascañas

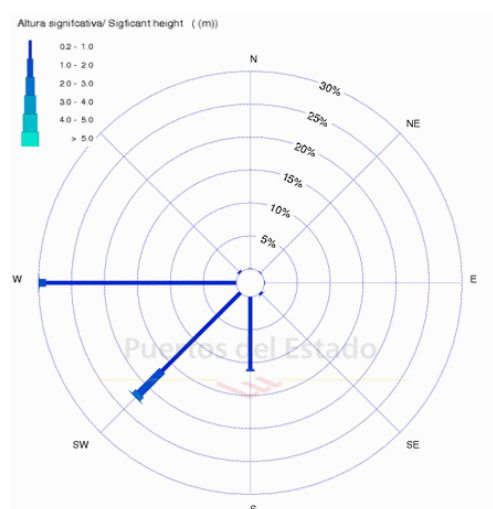
La plage est orientée Nord-Ouest / Sud-Est avec une inclinaison de 128° (Google earth). Elle charrie énormément de monde durant la période estivale et a subi des aménagements pour lutter contre son érosion. Ainsi, une série d'épis perpendiculaire à la ligne de la plage ont été mis en place dans les années 80 (bloc de roche) et ainsi permettent de retenir le sédiment.

La zone est urbanisée sur 5 km de long, a une faible pente sableuse adossée à une falaise de 10m de haut. La côte souffre de la densité des immeubles construits en bords de mer qui appliquent une pression telle qu'elle augmente la capacité d'érosion.

C. Conditions hydrodynamiques

1) La marée

Le régime des marées est mésotidal à mésotidal supérieur (Ramirez, Gonzales ; 2007) avec un marnage moyen d'environ 2m (Ramirez, Gonzales ; 2009) et avec un maximum de 3,6m. L'onde de



marée se propage du sud vers le nord à une vitesse d'environ 26 km/h (Ramirez, Gonzales ; 2009). Les hauteurs absolues des principaux niveaux de la mer dans cette zone sont : pleine mer de vives eaux : 3,18m ; pleine mer de mortes eaux : 2,3m ; niveau moyen : 1,75m ; basse mer de mortes eaux : 0,85m et basse mer de vives eaux : 0,40m.

2) La houle

Figure 3 Rose des houles majoritaires

La houle provient donc majoritairement de l'Ouest et du Sud-Ouest et arrivent perpendiculairement à la côte. Les vagues qui arrivent sont d'énergie moyenne, 75 % des vagues n'excèdent pas 0,5m (Ramirez, Morales, 2007). Elles varient selon les saisons de manière importante ; en décembre et janvier elles deviennent plus énergétiques. Le régime des houles est directement relié au régime des vents. Au printemps et en été, la houle a une hauteur significative d'environ 0,7m et une période de 6s. En automne et en hiver, les dépressions d'atlantique augmentent Hs à 1,5m mais la fréquence est diminuée (Tp : 10s) (Ramirez, Morales ; 2009). (puertos.es)

3) Les courants

Les courant longitudinaux permettent un important déplacement de sédiment vers l'est avec un transport annuel de 180 000 à 300 000 m³/an (Ramirez, Morales ; 2007)

4) Le facteur anthropique

La concentration importante d'habitation et de vacanciers à Matalascañas durant l'été font parti des facteurs externes qui façonnent la plage durablement.

III. Méthodologie

Dans le but de comprendre et d'analyser la dynamique de la plage de Matalascañas, la comparaison de profils à différents points de la côte et leur mise en relation avec des données hydrodynamiques permettent l'ébauche d'une réponse à la problématique et une étude à la fois sur du court terme et du long terme. On souhaite donc comparer la dynamique de la plage de Matalascañas côté naturel en amont des épis avec un profil entre deux épis qualifié d'anthropisé. Le troisième profil, encore sous l'influence des épis, présente une dynamique différente étant en position aval des épis mais retrouvant déjà un caractère semi naturel.



Figure 4 Plage de Matalascañas et position des profils

A. La topographie



Les profils de ces trois transects ont été modélisés pendant 8 jours (du 25 au 29 avril et les 3, 4 et 6 mai) grâce à un trépied muni d'une longue vue et d'une règle de 3m. Les altitudes ont été mesurées tous les mètres (indiqué par le biais d'une corde) à partir de la tête de station jusqu'au niveau de l'eau en prenant toujours pour référence la ligne d'horizon. Les altitudes ont ensuite été converties en hauteur absolue.

Figure 5 Trépied et échelle utilisés pour la modélisation des profils

Les volumes de sédiments ont été calculés grâce à Profiler 3.0 XL. L'étude sur le long terme a été permise grâce au jeu de données obtenu par Grégoire Paulay du 5 au 11 mai (Paulay G, 2015).

B. Les données hydrodynamique en bord de plage et au large

Des Wave-Gauge, appareils muni de capteurs de pression, ont été positionné au point le plus bas du transect (à marée basse) sur les trois transects. Malheureusement, les données n'étaient pas disponibles pour les 3 derniers jours au profil 1 pour cause de vol et pour les deux derniers jours pour le profil 3 pour cause de vandalisme.

Malgré cela, les données des Wave-Gauge n'ont pas été incluses dans le rapport car le jeu de données du courantomètre était suffisant. Celui-ci, un Aquadop a été positionné les cinq premiers jours à côté du capteur de pression du profil 1 et les trois derniers jours à côté du capteur de pression du profil 2. Il enregistrait la hauteur d'eau, la direction, Hs et Tp de la houle ainsi que la vitesse et la direction des courants.



Les énergies des trains de houle au large et au foreshore ont été calculées via cette formule (Brown J., 1989) :

$$E_{th} = (\frac{1}{8} \times \rho \times g \times H^2) / T$$

Figure 6 Mise en place de l'Aquapod

Les données d'une bouée SIMAR (5035021, disponible sur le site puertos.es) au large de Matalascañas ont été récupérées sur ces 8 jours pour pouvoir identifier les variations des facteurs externes entre le large et la zone de foreshore. On a donc pu récupérer les données de Hs, Tp et direction de la houle et la vitesse ainsi que la direction du vent.

IV. Résultats

A. Topographie

1) Profils des 3 transects du 25/04/2016 au 06/05/2016

Les indications de PMVE, PMME, NM, BMME et BMVE n'ont pas été indiqués sur les graphiques car toutes les hauteurs absolues ont été calculées par rapport à des données erronées. La comparaison entre profils reste possible.

Profil 1

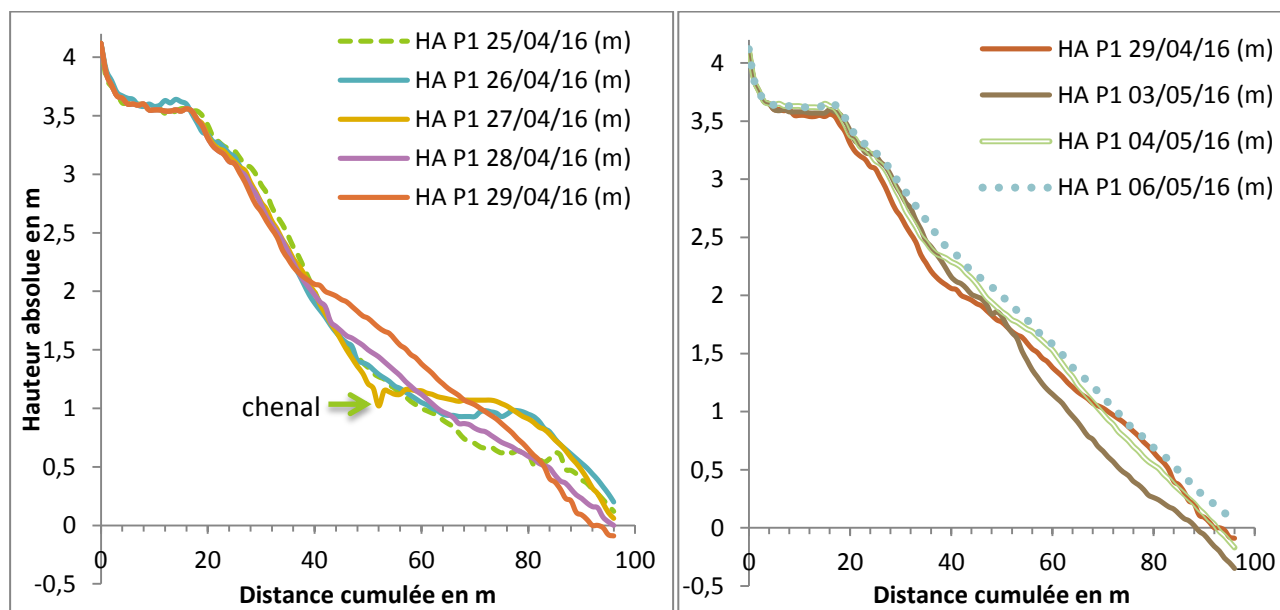


Figure 7 Evolution du profil 1 du 25/04/2016 au 06/05/2016

Les premiers jours, la barre du profil P1 va s'intensifier, montée vers le haut de plage et un chenal va apparaître. Puis à partir du 28, le profil s'aplanit totalement.

Profil 2

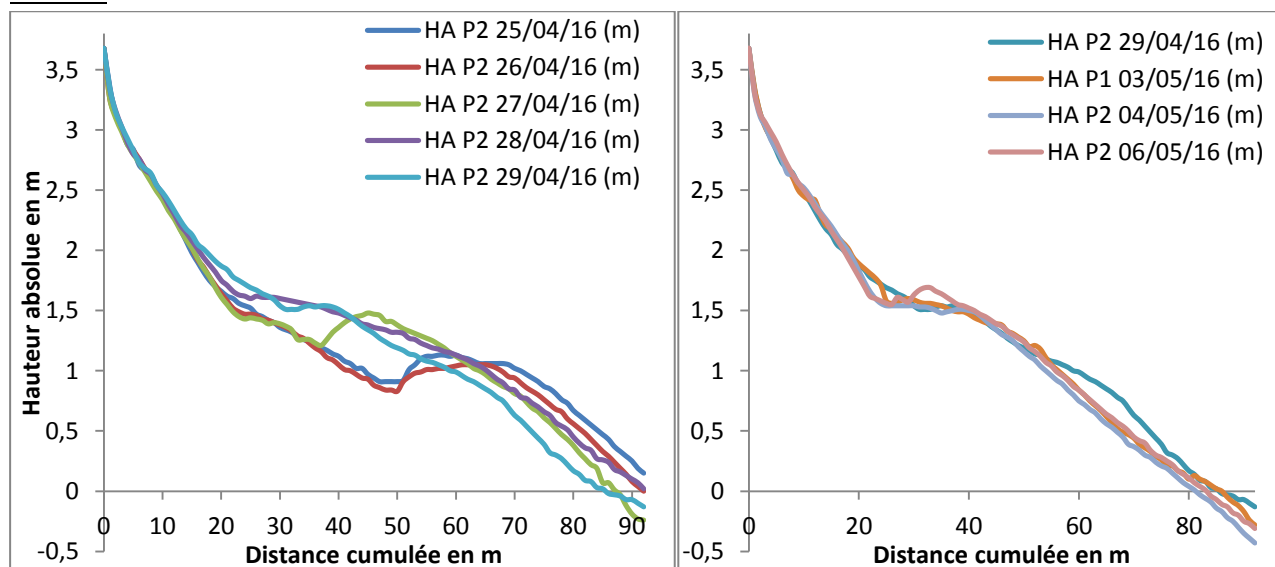


Figure 8 Evolution du profil 2, anthropisé, du 25/04/2016 au 06/05/2016

Pour le profil 2, il n'y a pas de grande variation entre le 25 et le 26 ; une barre est présente en bas de plage. Ensuite, la barre va migrer vers le haut les 27 et 28. La barre est aplani puis va doucement se reformer plus en haut de plage avec des rides de houle importantes en amont.

Profil 3

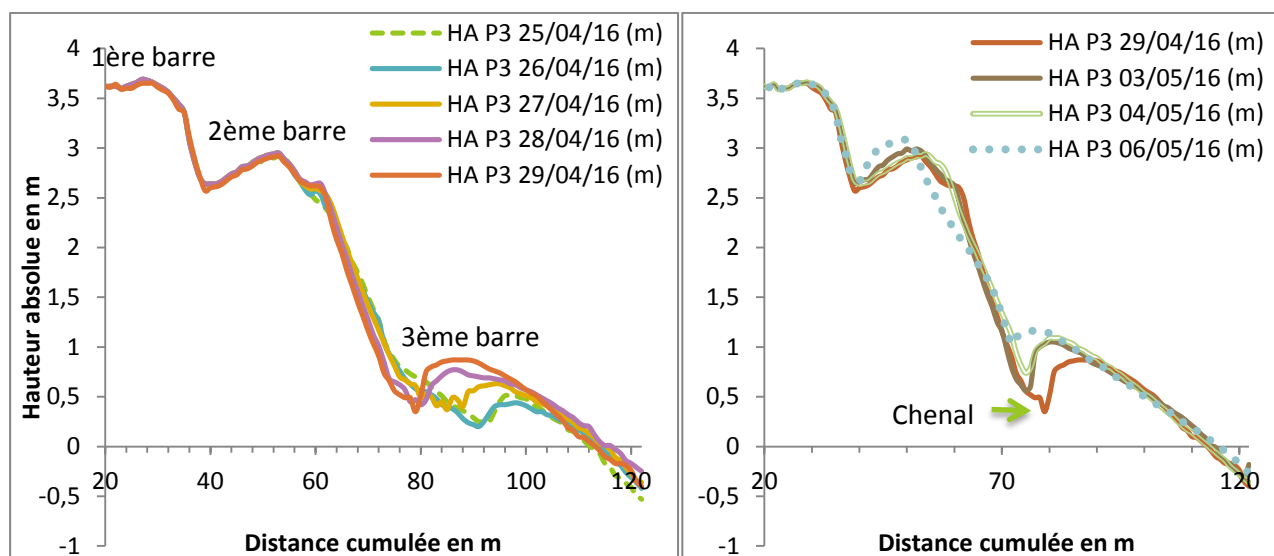


Figure 9 Evolution du profil 3, semi anthropisé, du 25/04/2016 au 06/05/2016

Le profil 3 est marqué par la présence de 3 imposantes barres. Les deux premières sont stables excepté le dernier jour où la deuxième barre va reculer vers le haut de plage. En ce qui concerne la troisième barre, celle-ci va migrer constamment vers le haut de plage avec une vitesse plus importante la deuxième semaine. Un chenal important apparaît suite au 28/04. De plus, des mega ripples se forment du 26 au 27.

Les volumes calculés ont mis en avant une relative stabilité de la quantité de sédiments avec de très légères variations. En effet, un gain de 4,4 % par rapport au 25/04 est observé le 06/05 au P1 tandis qu'une perte de 1,5% et un gain de 1,7% sont observés respectivement au P2 et P3. (voir annexes)

2) Vue aérienne des profils



Cette vue montre la fin de la partie naturelle de la plage, le début de la batterie d'épis et l'étendue de la partie humide et sec de l'estran. La barre « naturelle » s'arrête au niveau de la tour puis est comme parsemée. On peut voir aussi la densité de touriste qui se concentre sur la partie sèche de la plage.

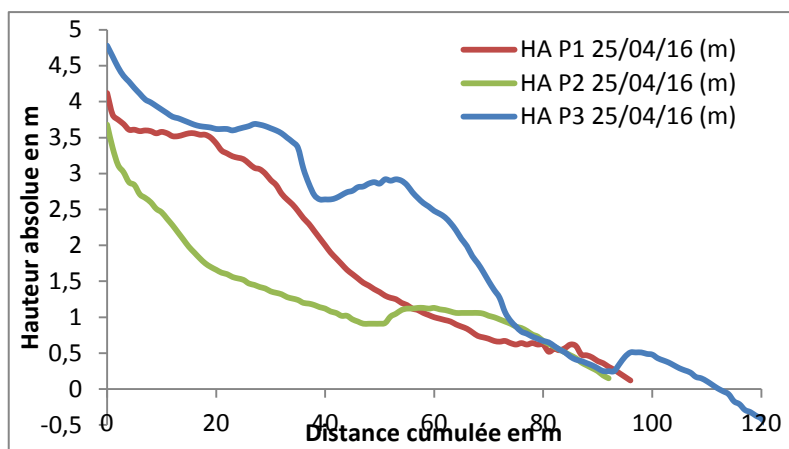
Figure 10 Vue aérienne du profil 1 et 2 et des 2 premiers épis (Google earth, 2013)



Cette vue aérienne plus éloignée, indique l'emplacement du dernier épi de Matalascañas et du profil 3. Une érosion conséquente de la plage est visible au Sud de l'épi ainsi que la barre identifiable via les vagues qui se forment par-dessus.

Figure 11 Vue aérienne du dernier épi et du profil 3

3) Comparaison des trois profils au 25/04/2016



La superposition des 3 profils le 25/04 montre une différence considérable dans les volumes de sédiment mais aussi dans l'altitude de ceux-ci. En effet, P3 a une HA moyenne plus importante que P1 qui est plus importante que P2. L'ordre des volumes suit aussi cette

logique.

Figure 12 Superposition des trois profils au 25/04/2016

4) Comparaison de P1 et P3 entre 2015 et 2016

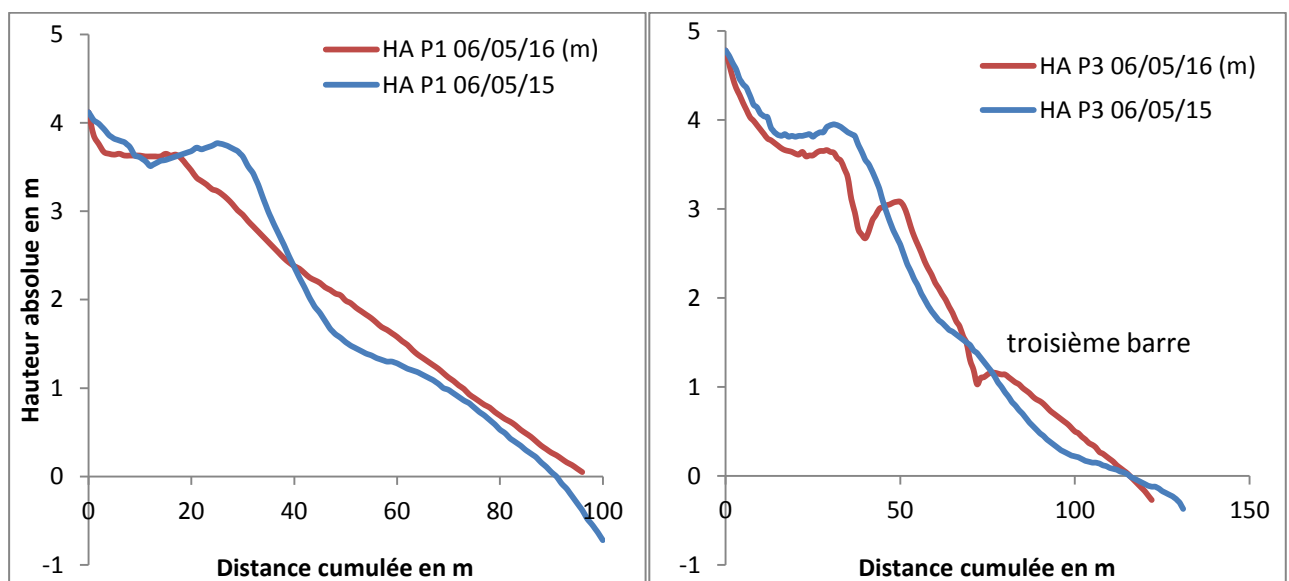


Figure 13 Comparaison de P1 (gauche) et P3 (droite) entre 2015 et 2016 à un an d'intervalle

En P1, une érosion du haut du profil est observable et l'aplanissement de celui-ci. En P3, il y a eu l'apparition de 2 barres en 1 an ; la troisième barre étant moins mature que les deux autres. Le calcul des moyennes de volumes sur 2015 et 2016 indique qu'on passe de 469m³ à 472m³ en P1 et de 636m³ à 613m³ pour le profil 3.

B. Environnement hydrodynamique en 2016

1) Hauteur d'eau et énergie de la houle en foreshore et au large

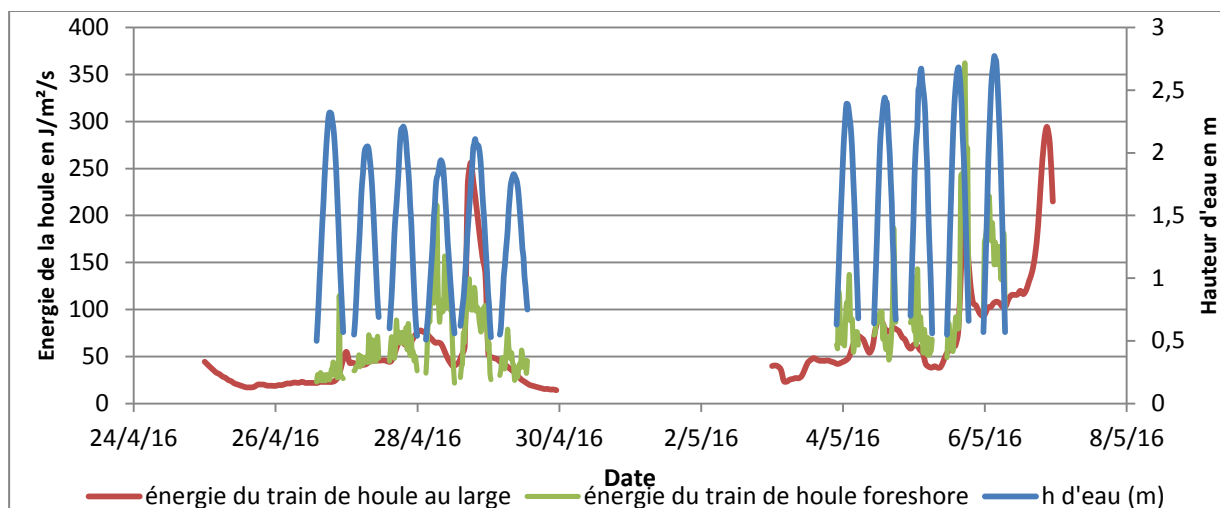


Figure 14 Mise en relation de la hauteur d'eau et de l'énergie du train de houle au foreshore et au large

Quatre pics d'énergie sont survenus quasiment à marée haute au foreshore les 28/04, 5/05 et 6/05. Le marnage a diminué la première semaine et augmenté la deuxième. Deux pics de houle au large se sont produits dans la nuit du 28 au 29 et le 5/05.

2) La direction des facteurs hydrodynamiques

La direction de la houle et des courants au foreshore ont été enregistrées en P1 la première semaine et en P2 la deuxième semaine. Le résumé de ce graphique se trouve au Tableau 1.

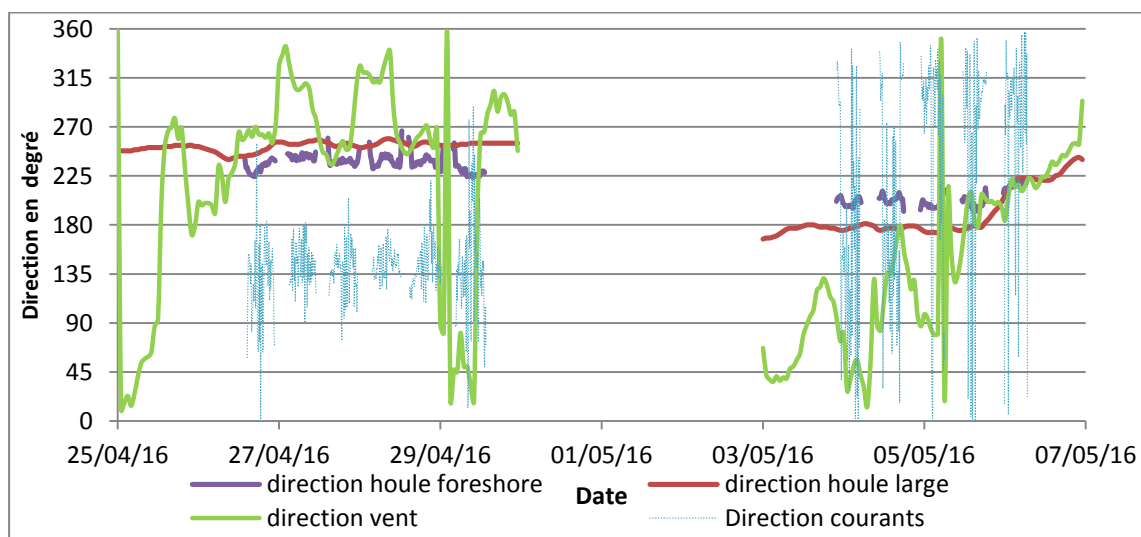


Figure 15 Direction des facteurs hydrodynamiques (houles, courants, vent) du 25/04/16 au 06/05/16

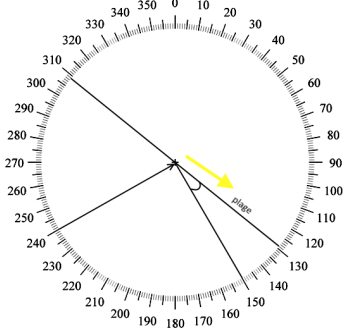
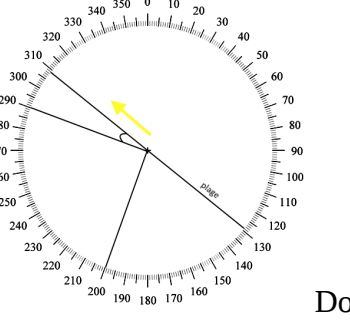
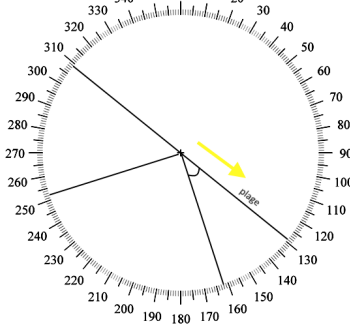
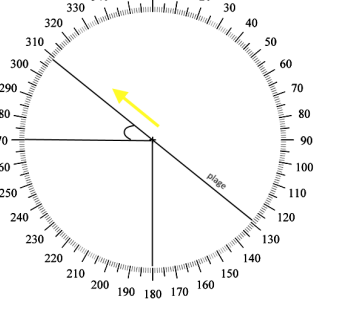
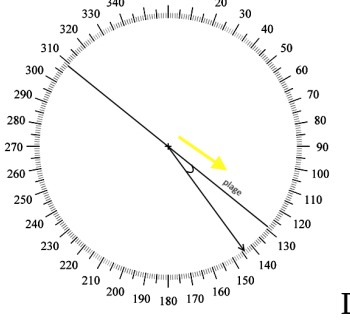
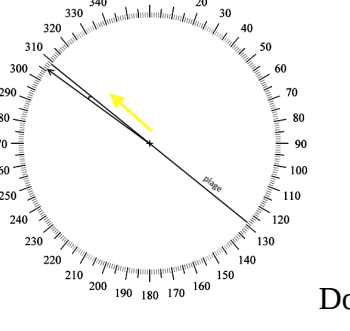
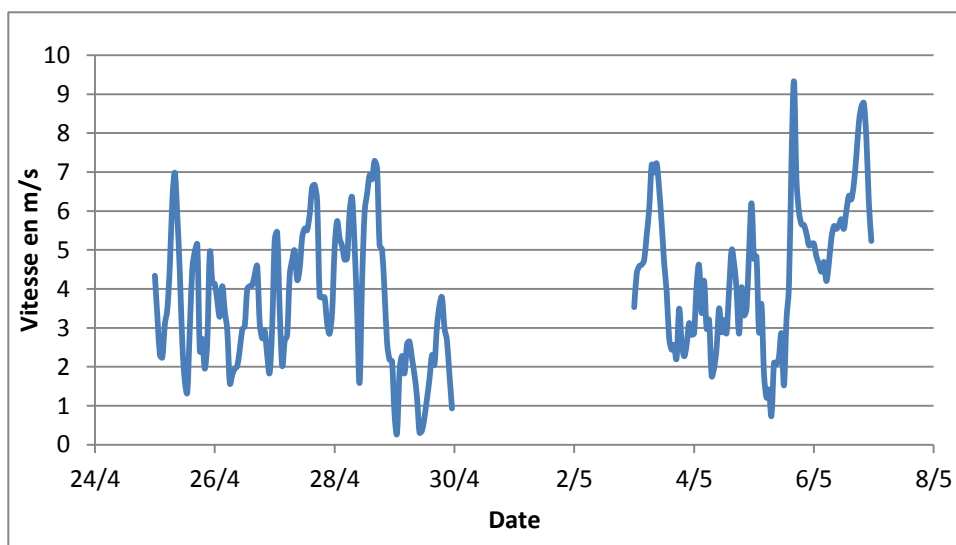
	Direction moyenne du 25 au 29/04/16	Direction moyenne du 03/05/16
Houle en bord de plage	 données à P1	 Données à P2
Houle au large		
Direction du courant	 Données à P1	 Données à P2

Tableau 1 récapitulatif des directions des houles et courants et indication de la dérive littorale résultante

3) Vitesse du vent et vitesse du courant



La vitesse du vent est restée stable jusqu'au 29 où le vent est tombé. Puis la deuxième semaine la vitesse du vent a eu tendance à augmenter.

Figure 16 Vitesse du vent au large en m/s

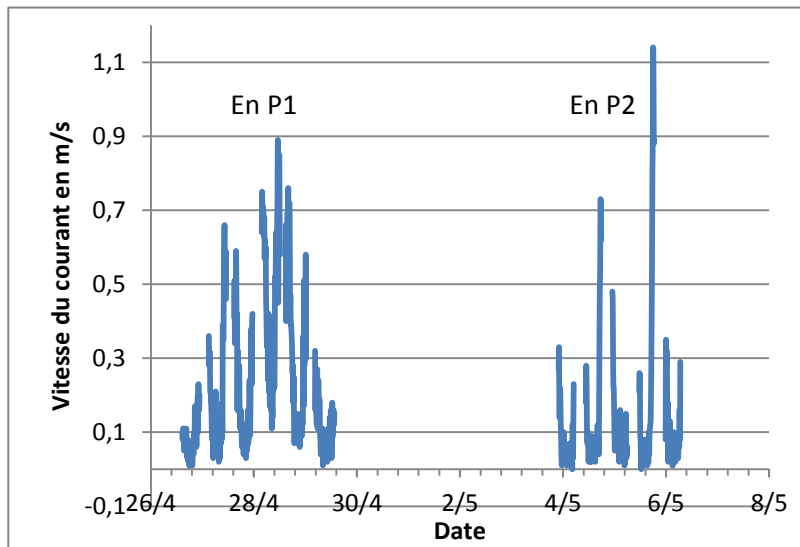


Figure 17 Vitesse du courant au foreshore

La première semaine, en P1, le courant a d'abord accéléré puis décéléré. Le pic de vitesse s'est produit dans la journée du 28. Ensuite, durant la deuxième semaine, en P2, la vitesse est restée relativement faible avec un pic le 4/05 et le 5/05.

V. Interprétation et discussion

A. Dynamique du profil 1 (Figure 7)

Durant la première semaine, les facteurs hydrodynamiques engendrent une dérive littorale du Nord-Ouest vers le Sud-Est-ce qui implique un apport en sédiment ; étant présent en amont du profil. Les 25, 26 et 27 avril, cet apport en sédiment et les conditions calmes ont permis de former une barre, de la remonter vers le haut de plage et d'intensifier sa forme en creusant un chenal côté terre. Le 28, un pic d'énergie de surcroît à marée haute, a cassé la barre et a redistribué le sédiment de manière homogène (Figure 14). La hauteur approximative des vagues atteindra alors 1,34 m (annexes), hauteur suffisante pour réduire la barre. Les trois derniers jours, le marnage va augmenter, et l'énergie des houles, la vitesse du courant et la vitesse du vent seront plus importants que la première semaine. De plus, la dérive littorale s'inversant, et passant de Sud-Est vers Nord-Ouest, l'apport de sédiment est réduit car il y a relativement peu de sédiment au Sud-Est du profil 1. L'homogénéisation du profil le 28, a inhibé le potentiel de formation de la barre car c'est un processus lent qui nécessite une amorce et qui, la deuxième semaine, n'a pas les facteurs hydrodynamiques adéquates à sa formation. La barre du profil 1 est donc probablement déjà impactée par l'épi lorsqu'il y a une dérive littorale SE->NO.

B. Dynamique du profil 2 (Figure 8)

Du 25 au 26, peu de changement ont été observé dû à la faible énergie des facteurs hydrodynamiques (Figure 14) et du faible apport en sédiment dû à la présence de l'épi en amont du profil 2. Puis l'augmentation de l'énergie, notamment des courants, et la présence de l'épi déviant la direction des vagues de manière à ce qu'elles arrivent perpendiculairement à la plage, ont intensifié la forme de la barre et ont creusé une rigole côté terre. Les conditions étant probablement similaires à celles du profil 1, on assiste à une homogénéisation du profil les 28,29, 3 et 4. La formation de rides de vagues ces 4 jours est la conséquence de l'augmentation du marnage et une énergie de la houle et des courants qui augmentent durant cette période. Le dernier jour, la reformation d'une petite barre est le fruit d'un ensemble de paramètres favorables à cette reconstruction.

C. Dynamique du profil 3 (Figure 9)

Au profil 3, la disponibilité en sédiment est présente quel que soit l'orientation de la dérive littorale (Figure 11). Elle est même plus importante lorsqu'elle est SE->NO. De nouveau, le 25 et le 26, peu de différence sont observables pour les mêmes raisons qu'au profil 1 et 2. Les 27 et 28 l'augmentation de la vitesse des courants et de l'énergie de la houle va remonter la 3^{ème} barre vers le haut de plage. Et le 29, l'énergie importante de la houle à marée haute va accentuer la 3^{ème} barre et former un chenal. Les 3 et 4 l'énergie moyenne des facteurs hydrodynamiques couplée à une disponibilité plus importante en sédiment dû à l'inversement de la dérive littorale ainsi que l'augmentation du marnage permettent la remontée de la 3^{ème} barre vers le haut de plage de manière conséquente. Le dernier jour, des conditions plus extrêmes de vents on remontée la 2^{ème} barre vers le haut de plage (Figure 16).

D. Etude sur le long terme (Figure 13)

Sur un intervalle d'un an, des modifications de la morphologie de la plage ont été observé notamment sur le profil P1 où le haut de plage a subi une érosion importante et un aplanissement de la surface. Les moyennes des volumes indiquent malgré tout une accrétion au profil 1 qui est constamment alimenté en sédiment par la dérive littorale majoritaire (NO->SE). A l'inverse, les moyennes de volume montrent une érosion du profil 3 qui finalement perd probablement du sable par le facteur éolien qui le pousse plus vers les terres. Une autre explication peut être envisagée car le profil 3 étant proche du dernier épi, la répercussion de ce dernier peut se faire sentir car il retient

le sédiment normalement mobile par la dérive et qui arrive finalement plus au Sud-Est du profil. On remarque sur la photo (Figure 11) qu'un important déficit en sédiment est présent au Sud-Est du dernier épi.

E. Comparaison des trois profils (Figure 12)

La différence d'altitude entre P2 d'un côté et P1 et P3 de l'autre est marquante. En effet, P2 a une altitude largement plus faible c'est pourquoi la mer remonte plus haut vers les immeubles en comparaison avec les deux autres profils. La surface de plage inondée lors de la marée haute est donc plus importante. De plus, le niveau étant plus bas, la nappe phréatique affleure lorsque le sol est gorgé d'eau. Cela explique la constante humidité de cette partie de plage qui est trop basse par rapport au niveau 0 de la mer. Cette constatation indique que les épis malgré le fait qu'ils retiennent le sédiment en amont, empêche celui-ci de se répartir en aval de l'épi. Les vagues et courants, lorsqu'ils sont énergétiques et dirigés perpendiculairement à la plage, continuent d'éroder la plage qui perd un peu plus d'altitude au fil du temps.

VI. Conclusion

Il semble que les trois transects soient impactés par la batterie d'épis. Sur les photos aériennes, on peut visualiser l'impact des épis et observer qu'ils ont une incidence en amont et en aval. C'est pour cela que leur réactions face aux variations des facteurs hydrodynamiques ont des similarités. En effet, lorsque les FH ont une énergie très faible, les profils ne changent pas (2 premiers jours). Lorsqu'on augmente un peu l'énergie cela fait migrer la barre vers le haut de plage tant qu'il y a un vent de mer. Lorsque les conditions deviennent extrêmes cela peut casser les barres et les aplanir dans le cas de P1 et P2 où s'il y a toujours beaucoup de sédiment, intensifier d'avantage les barres. C'est ainsi qu'en P1 la barre est présente mais peut facilement disparaître ; la barre en P2 est présente mais de manière moins marquée ; et en P3 il y a 3 barres et de nouvelles qui se construisent doucement dans la partie la plus souvent inondée de l'estran. Cependant, les barres en P3 pourraient se former plus rapidement sans les épis en amont.

L'érosion est moins importante qu'il n'y paraît au premier abord mais reste malgré tout non négligeable en P2 en dépit de la présence des aménagements. On peut se demander si leur efficacité dans le cas de cette plage est réelle. Le profil P2 s'inscrit dans une partie de la plage qui a déjà subi une érosion importante et qui, du fait de la réduction de son altitude, ainsi que de la présence des immeubles en bordure de plage, continue tout de même de s'éroder.

De plus, la nappe phréatique qui affleure maintient la plage humide, ce qui facilite son érosion. En effet, un sable sec aura moins de facilités à être érodé.

La réduction de l'apport en sédiment dû à des barrages et digues installés en amont (Guadiana et la digue Juan Carlos Ier) et la montée du niveau moyen de la mer ne permettent pas de combler le déficit en sédiment à Matalascañas. Les épis, construits pour retenir le sédiment sont non efficaces lorsque des vague puissantes et perpendiculaires à la côte atteignent la plage. Il n'y a donc qu'un apport important de sédiment qui pourrait réduire cette érosion où l'édification d'une barre « artificielle » qui limiterait l'impact des vagues de grande énergie.

Afin d'analyser plus en profondeur l'évolution de ces profils, il faudrait ajouter les données des Wave-Gauge et de mesurer les directions des houles et courants au même moment et aux trois profils. Enfin, le suivi sur du long terme du profil P2 pourrait affirmer ou infirmer les hypothèses présentées dans ce rapport.

Bibliographie

Pinot J., Barre, océanographie, Encyclopædia Universalis,
<http://www.universalis.fr/encyclopedie/barre-oceanographie/>, version (05/2016)

Brown J. et al., 1989. Waves, tides and shallow-water processes. Editeurs The open university, 187 p.

Arnold E., 1972. Beaches and coasts. C.A.M King 2d edition, 339-345

Paulay G, 2015. Morphodynamique d'une plage naturelle vs anthropisée : la plage de Matalascañas_Sud de l'Espagne. 37p

Ramirez R. et al., 2007. The impact of man on the morphodynamics of the Huelva coast (SW Spain). Journal of Iberian Geology, 34, 313-327.

Ramirez R., Morales J.A., Cantano M., 2009. Estudio morfodinámico del litoral de la urbanización de Matalascañas. Nuevas contribuciones sobre geomorfología litoral, 7p.

Tanner W.F., 1995. Origin of beach ridges and swales. Marine Geology, 129, 149-161p.

Annexes

