

Estimation du transport longitudinal sur le littoral de l'Île d'Oléron

Julien BAILLS¹, Didier RIHOUEY¹, Floriane BOGUN¹

1. CASAGEC INGENIERIE, 18 rue Maryse Bastié, Zone de Maignon, 64600 Anglet, France.

contact@casagec.fr

Résumé :

L'île d'Oléron, avec une superficie de 175 km², est la plus grande île de la façade atlantique. La Communauté de Communes de l'île d'Oléron souhaite améliorer ses connaissances sur le fonctionnement des cellules hydro-sédimentaires autour de l'île. L'objectif de ce travail est d'estimer le transport longitudinal sur la côte Ouest de l'île d'Oléron. La première étape de ce travail fut d'appréhender les conditions de houle impactant le site d'étude. L'analyse des données des états de mer a permis de définir des classes de houle avec une technique de segmentation (RIHOUEY *et al.*, 2008). Un modèle numérique couplé TELEMAC-TOMAWAC a été mis en place sur l'ensemble des Pertuis Charentais et l'estuaire de la Gironde. La validation du modèle a été réalisée par comparaison entre les prédictions et mesures fournies par le SHOM pour différents marégraphes de la zone d'étude et les résultats du modèle numérique pour des événements "courants" et "extrêmes". Afin d'estimer les flux sédimentaires longitudinaux autour de l'île, une approche innovante a été mise en œuvre sur la base de la formulation de BAYRAM *et al.*, (2007) qui permet d'intégrer les courants liés au déferlement des vagues et aux courants induits par la marée et les vents. Plusieurs profils ont été disposés sur le littoral de l'île. Pour chaque simulation, les houles et vitesses ont été récupérées au niveau des différents profils à chaque instant du cycle de marée afin d'estimer le flux sédimentaire sur un cycle de marée. Ainsi, connaissant les probabilités d'occurrence des différentes classes de houle, le flux sédimentaire à l'année a pu être estimé. Certains profils présentent une partie rocheuse, le flux sédimentaire a été calculé sur la bande sableuse (transport "réel"). Toutefois, le transport potentiel est également donné si l'on considérait l'ensemble du profil dans l'estimation du flux sédimentaire. Ce travail a montré que, plus un secteur est exposé à la houle, plus le flux sédimentaire est important. De plus, sur la façade Ouest de l'île, le transport longitudinal s'opère exclusivement en direction du Sud. Les flux sédimentaires ainsi calculés ont alors été comparés et discutés au regard de l'état de l'art en particulier sur le secteur de St-Trojan (BAXERRES (1978), BIZIEN (1998) et BERTIN *et al.*, (2008)).

Mots-clés :

Île d'Oléron, Classes de houle, Transport longitudinal, Modélisation numérique 2D.

Thème 2 – Dynamique sédimentaire

1. Introduction

Les flux sédimentaires au niveau de l'île d'Oléron ont été étudiés au travers de nombreuses études et en particulier au niveau de Saint-Trojan.

Le LCHF (1987) a estimé des flux sédimentaires de l'ordre de 20 000 à 30 000 m³/an en direction du Sud sur la façade occidentale (de Chassiron à Vert-Bois) et de l'ordre de 15 000 m³/an en direction du Sud-Est sur la façade continentale. Sur le secteur particulier de Saint-Trojan, en lien avec le changement de morphologie des fonds (plage uniquement sableuse), un transit de l'ordre de 500 000 m³/an a été estimé. Sur ce site, BAXERRES (1978) a notamment évalué un flux de 533 200 m³/an et BIZIEN (1998) de l'ordre de 525 000 m³/an. Plus récemment, WEBER (2004) a estimé les transits sédimentaires au niveau de Saint-Trojan comme compris entre 150 000 et 200 000 m³/an. BERTIN *et al.*, (2008) a calculé le transit littoral annuel au niveau de Saint-Trojan. Grâce à la formule de KAMPHUIS (1991), les valeurs de transport annuel ont alors été estimées de 82 000 m³ à 145 000 m³ entre 1997 et 2004. Ces nouvelles valeurs de transport par dérive littorale sont 3 à 6 fois inférieures aux anciennes estimations.

L'objectif de ce travail est d'évaluer le transport longitudinal notamment sur les secteurs exposés de l'île d'Oléron et en particulier au niveau des estrans mixtes (sables / roches). Dans le cadre de cette étude, la formulation de BAYRAM *et al.* (2007) a été utilisée. L'intérêt de cette formule réside dans la prise en compte des principaux paramètres régissant le transport longitudinal et la remise en suspension des sédiments comme notamment l'énergie du déferlement de la houle, les caractéristiques des sédiments (vitesse de chute, porosité) mais également les courants de marée.

Ainsi afin d'estimer les flux sédimentaires, la méthodologie mise en œuvre dans le cadre de cette étude a consisté en la mise en place et la validation d'un modèle numérique TELEMAC-TOMAWAC des pertuis charentais. Pour des raisons de temps de calcul, l'utilisation d'un modèle numérique a nécessité la caractérisation de la climatologie en plusieurs classes de houle. Ces différents scénarios ont donc été modélisés pour des marées de vive et morte-eau. Les résultats issus de ce travail ont dans un premier temps été validés grâce à ceux obtenus par BERTIN *et al.*, (2008) au niveau de Saint-Trojan, puis appliqués à cinq autres secteurs autour de l'île présentant pour leur part un estran mixte (rocheux et sableux).

2. Présentation du site d'étude

2.1 Description du site d'étude

L'île d'Oléron, avec une superficie de 175 km², est la plus grande île de la façade atlantique. Son littoral s'étend sur 90 kilomètres dont notamment environ 30 kilomètres anthropisés et 30 kilomètres de cordons dunaires. La Communauté de Communes de l'île d'Oléron souhaite améliorer ses connaissances sur le fonctionnement des cellules hydro-sédimentaires autour de l'île et donc connaître les flux sédimentaires long-shore autour

de l'île. Dans le cadre de cette étude, six secteurs d'intérêt ont été définis (St-Trojan, La Cotinière, Les Huttes, St-Denis, Proires et Le Douhet, voir figure 1). Les côtes Nord-Ouest et Nord-Est de l'île (de la Cotinière au Douhet) ont la particularité de disposer d'un platier rocheux et d'une bande sableuse parfois relativement étroite.

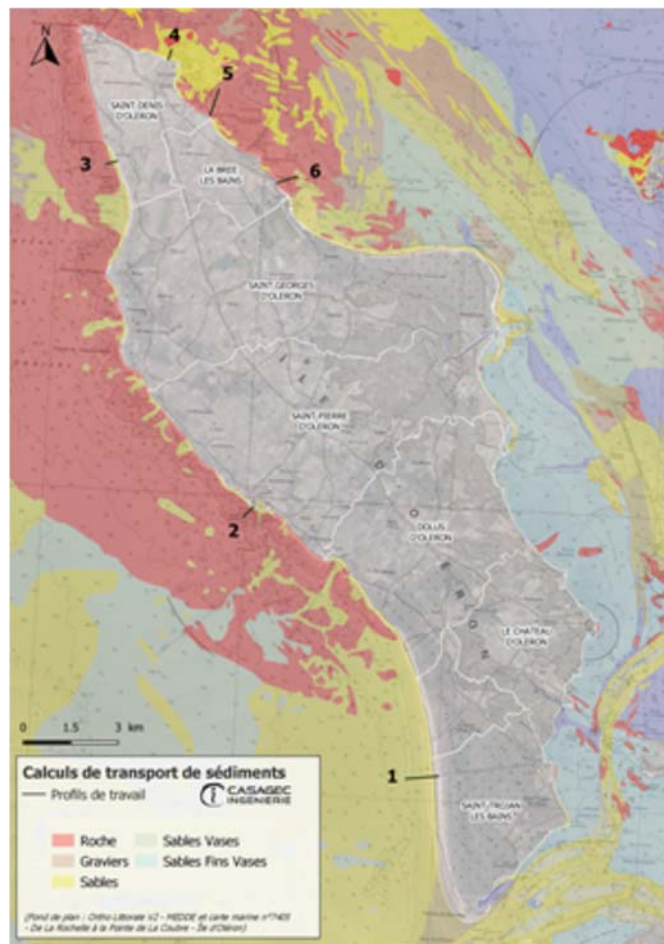


Figure 1. Présentation des secteurs d'études
(1. St-Trojan, 2. Cotinière, 3. Huttes, 4. St-Denis, 5. Proires, 6. Douhet).

2.2 Climatologie des états de mer

Afin de réaliser une analyse statistique de la houle au droit d'un site donné, il est nécessaire d'utiliser une base de données la plus longue possible. Deux bases de données de simulations numériques rétrospectives ont ainsi été utilisées, à savoir :

- BoBWA-H couvrant la période de 1958 à 2002,
- HOMERE couvrant la période 1994 à 2014.

L'analyse de ces deux bases de données a permis d'appréhender la climatologie moyenne des états de mer rencontrés au large de l'île d'Oléron et de définir des classes de houle (voir tableau 1) avec une technique de segmentation par les k-moyennes (RIHOUEY *et al.*, 2008).

Thème 2 – Dynamique sédimentaire

Tableau 1. Classes de houle et probabilités d'occurrence.

ID Classe	HS (m)	Tp (m)	Dirp (°)	Probabilité d'occurrence (%)
Sud-Ouest	2,6	14	257	3,8
Ouest 1	2,4	13	270	22,8
Ouest 2	1,6	10	278	11,4
Ouest 3	2,5	13	282	10,7
Nord-Ouest 1	1,7	11	289	32,7
Nord-Ouest 2	1,3	10	298	11,9
Nord-Ouest 3	1,1	9	305	5,1

3. Description du modèle numérique

Le modèle hydrodynamique 2DH couvre les pertuis charentais et l'estuaire de la Gironde. Le maillage a été raffiné (jusqu'à 2m) autour de l'île d'Oléron sur la base des données topographiques LiDAR disponibles. *In fine*, le maillage comprend 72564 nœuds de calculs soit 135933 mailles. La validation du modèle a été réalisée par comparaison entre les prédictions et mesures fournies par le SHOM pour différents marégraphes de la zone d'étude et les résultats du modèle numérique pour des événements "courants" et "extrêmes" (tempête Xynthia). Les résultats du modèle numérique sont très proches des prédictions du SHOM pour une marée astronomique en période de vive-eau ou de morte-eau. Le modèle a également été validé en vitesse au niveau de St-Trojan par confrontation avec les mesures de BERTIN *et al.*, (2008), figure 2.

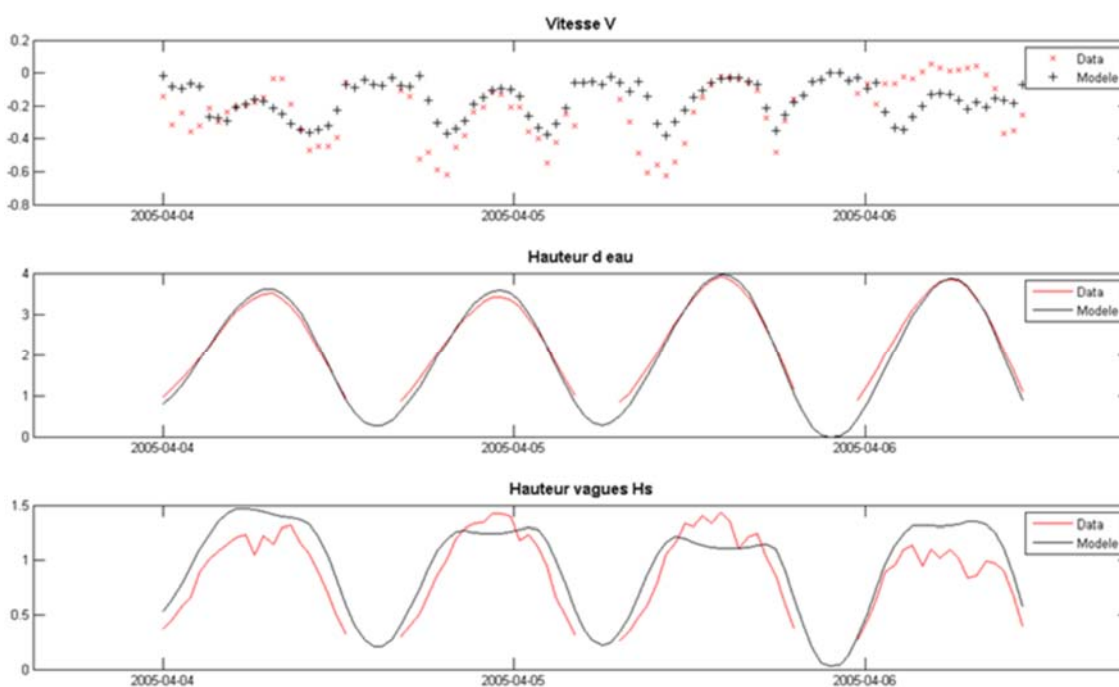


Figure 2. Calage du modèle en vitesse avec la campagne de BERTIN *et al.*, (2008).

4. Estimation du transport longitudinal

4.1 Méthodologie

Afin d'estimer les flux sédimentaires longitudinaux autour de l'île, une approche innovante a été mise en œuvre sur la base de la formulation de BAYRAM *et al.*, (2007) qui permet d'intégrer les courants liés au déferlement des vagues et aux courants induits par la marée et les vents :

$$Q_{lst} = \frac{\varepsilon}{(\rho_s - \rho)(1 - a)gw_s} F\bar{V} \quad (1)$$

avec : ε , paramètre de remise en suspension des sédiments ; ρ_s , densité du sédiment ; ρ , densité de l'eau de mer ; a , porosité ; g , gravité ; w_s , vitesse de chute des sédiments ; \bar{V} , facteur de transport par les courants liés aux vagues, au vent et à la marée. Dans l'application, le facteur \bar{V} est la vitesse moyenne longitudinale dans la zone de déferlement.

F est le facteur de mise en mouvement des sédiments sous l'action des vagues qui vaut $F = E_b C_{ab} \cos \theta_b$ avec θ l'angle entre la direction de la houle et la perpendiculaire à la côte,

$$E_b = \frac{1}{8} \rho g H_b^2 \quad (2)$$

$$C_{gb} = \sqrt{g \frac{H_b}{\gamma_b}} \quad (3)$$

avec γ_b , indice de déferlement, pris égal à 0,78 et H_b , hauteur significative de la houle au niveau du point de déferlement.

L'approche innovante réside en deux points :

- Les paramètres H_b et \bar{V} sont issus d'extraction des résultats du modèle numérique 2DH au cours d'un cycle de marée complet.
- Dans le cas des configurations d'estran mixte (rocheux et sableux), les calculs sont effectués au niveau de la bande sableuse dont l'emprise varie au cours de la marée.

Ainsi, sur une côte uniquement sableuse, les flux sédimentaires sont calculés en considérant l'espace qui s'étend entre le point de déferlement de la houle (H_b) et la côte.

Lorsqu'un platier rocheux est présent, la situation est différente, figure 3. Selon les conditions d'agitation et le niveau d'eau, le point de déferlement des vagues peut être localisé au-dessus du substrat rocheux, ne permettant pas la reprise de sable. Dans ce cas de figure, le transport sédimentaire "réel" peut être distingué du "potentiel" :

- Transport réel : comprend uniquement la zone au niveau de laquelle des sédiments peuvent être repris par la houle ;
- Transport potentiel : considère l'espace global qui s'étend entre le point de déferlement et la côte sans prendre en compte la nature du substrat.

Thème 2 – Dynamique sédimentaire

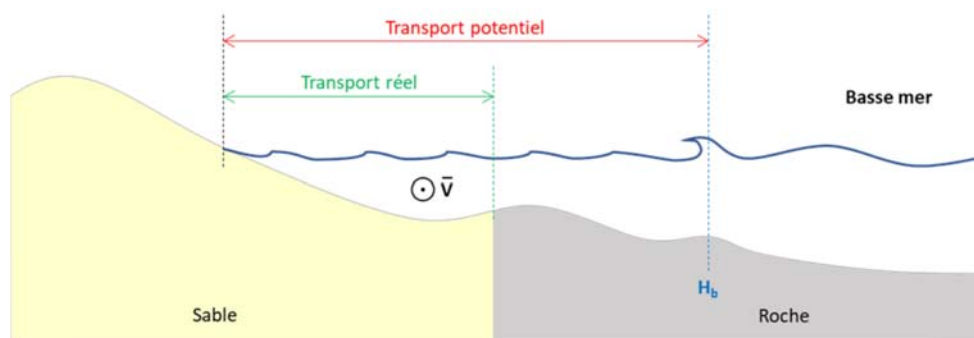


Figure 3. Schéma illustrant les transports sédimentaires sur une côte sableuse avec un platier rocheux.

4.2 Application au littoral oléronais

Pour chaque simulation (sept classes de houle les plus probables), les houles et vitesses ont été récupérées au niveau des différents profils à chaque instant du cycle de marée afin d'estimer le flux sédimentaire sur un cycle de marée. Ainsi, connaissant les probabilités d'occurrence des différentes classes de houle, le flux sédimentaire à l'année a pu être estimé. Au total, six secteurs ont été étudiés et un profil a été défini par secteur (St-Trojan, La Cotinière, Les Huttes, St-Denis, Proires et Le Douhet).

Sur le secteur de St-Trojan, les houles de Nord-Ouest et d'Ouest génèrent des vitesses et donc un transport de sédiment vers le Sud (voir tableau 2). Seules des houles de Sud-Ouest entraînent un transport de sédiment vers le Nord. Ainsi sur le secteur de St-Trojan, le flux sédimentaire est estimé à environ 222 111 m³ vers le Sud.

Tableau 2. Estimation du flux sédimentaire sur le secteur de St-Trojan.

St-Trojan		Q cycle tidal (m ³)*		Q total (m ³)
Classe de houle	% occurrence	VE	ME	- 222 111
NO1	32,7	-183,3	-179,1	- 43 274
NO2	11,9	-65,4	-59,4	- 5 428
NO3	5,1	-28,5	-22,1	- 943
O1	22,8	-436,8	-555,4	- 82 626
O2	11,4	-306,2	-285,8	- 24 649
O3	10,7	-1235,1	-1303,4	- 99 212
SO	3,8	+1184,2	+1266,9	+ 34 020

* Suivant l'orientation du profil étudié, une valeur positive correspond à un flux vers le Nord ou vers l'Est et une valeur négative à un flux vers le Sud ou vers l'Ouest.

Le tableau 3 ci-après donne les flux sédimentaires calculés au niveau des différents profils, sur lesquels sont parfois distingués le transport potentiel et le transport réel.

En effet, certains profils présentent une partie rocheuse et donc le flux sédimentaire est calculé sur la bande sableuse (transport "réel"). Toutefois, le transport potentiel est également donné si l'on considérait l'ensemble du profil dans l'estimation du flux sédimentaire. Au regard des résultats, les points suivants peuvent être retenus :

- Plus un secteur est exposé à la houle, plus le flux sédimentaire est important ;
- Sur la façade Ouest de l'île, le transport longitudinal s'opère exclusivement en direction du Sud ;
- Sur les secteurs de St-Denis et de Proires, le transport potentiel est plus faible que le transport réel. En effet, sur ces secteurs, les courants longitudinaux (vers l'Est) sont concentrés sur la bande sableuse alors que des recirculations en lien avec la marée sont observées sur l'ensemble du profil ;
- Au niveau de la Cotinière, le transport réel est beaucoup plus faible que le transport potentiel à cause de la faible largeur de la bande sableuse sur ce profil.

Tableau 3. Estimation du flux sédimentaire sur les différents profils étudiés, (+ : transport vers le Nord ou l'Est ; - : transport vers le Sud ou l'Ouest).

	<i>Transport potentiel (m³)</i>	<i>Transport "réel" (m³)</i>	<i>Direction</i>
<i>1 - St-Trojan</i>	<i>- 222 111</i>	<i>- 222 111</i>	<i>Sud</i>
<i>2 - La Cotinière</i>	<i>- 115 962</i>	<i>- 16 298</i>	<i>Sud</i>
<i>3 - Les Huttes</i>	<i>- 45 949</i>	<i>- 21 947</i>	<i>Sud</i>
<i>4 - St-Denis</i>	<i>+ 8 568</i>	<i>+ 11 241</i>	<i>Est</i>
<i>5 - Proires</i>	<i>+ 3 104</i>	<i>+ 5 990</i>	<i>Est</i>
<i>6 - Le Douhet</i>	<i>- 6 720</i>	<i>- 3 741</i>	<i>Sud</i>

5. Conclusion et discussion

Dans le cadre de ce travail, différents outils mathématiques et numériques ont été mis en place et appliqués au littoral de l'île d'Oléron : construction et validation d'un modèle numérique 2DH (couplage courants / houles) sur les pertuis charentais, application de la formule de BAYRAM *et al.* (2007) permettant l'estimation des flux sédimentaires notamment au niveau des secteurs présentant un estran mixte (rocheux / sableux).

L'application de la formule de BAYRAM *et al.* (2007) estime un flux sédimentaire de l'ordre de 220 000 m³/an au niveau de St-Trojan. Cette valeur semble en accord avec les travaux plus récents de WEBER (2004) et BERTIN *et al.*, (2008) par rapport aux valeurs bien plus importantes des études de BAXERRES (1978) et BIZIEN (1998). Sur les autres sites, ce travail permet d'affiner ou de confronter les valeurs de flux sédimentaires relativement anciennes du LCHF (1987). Sur la partie occidentale de l'île, au niveau des sites de la Cotinière et des Huttes, les flux sédimentaires estimés sont en accord avec les valeurs du LCHF (1987) en précisant les flux à 17 000 m³/an sur la Cotinière et

Thème 2 – Dynamique sédimentaire

22 000 m³/an sur les Huttes. Sur ces sites, la faible largeur de la bande sableuse limite le transport longitudinal sur le littoral (avec des flux "potentiels" de 2 à 7 fois supérieurs aux flux estimés "réels"). Sur la partie continentale, la formule de BAYRAM *et al.* (2007) fournit des valeurs plus faibles que celles proposées par le LCHF (1987). Sur St-Denis, les résultats obtenus sont tout de même assez proches de ceux du LCHF (1987). Sur les sites de Proires et du Douhet, les flux sédimentaires estimés sont relativement faibles en lien avec la faible exposition des sites aux houles et les recirculations liées aux courants de marée.

6. Références bibliographiques

BAXERRES P. (1978). *Etude morphologique et sédimentologique de la côte atlantique de Saintonge de la pointe sud de l'Ile d'Oléron à la Pointe de la Courbe (France)*. Thèse de doctorat, Thesis number n. 1456, Université de Bordeaux 1, 247 p.

BAYRAM A., LARSON M., HANSON H., (2007). *A new formula for the total longshore sediment transport rate*. Coastal Engineering, Vol. 54, no. 9, pp 700-710. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2007.04.001>

LCHF, BELLESSORT B., MIGNIOT C. (1987). *Catalogue sédimentologique des côtes françaises de la Baie du Mont-Saint-Michel à la frontière Espagnole*. Collection de la Direction des Etudes et recherches d'électricité de France, Ed. Eyrolles, 559 p.

BERTIN X., CASTELLE B., CHAUMILLON E., BUTEL R., QUIQUE R. (2008). *Longshore transport estimation and inter-annual variability at a high-energy dissipative beach: St-Trojan beach, SW Oléron island, France*. Continental Shelf Research, Vol. 28(10–11), pp 1316-1332. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2008.03.005>

BIZIEN R. (1998). *Evolution morphodynamique d'une passe tidale : Le Pertuis de Maumusson*. Mémoire de D.E.A. de l'université de Bordeaux I, 39 p.

KAMPHUIS J.W. (1991). *Alongshore sediment transport rate*. Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, Vol. 117(6), pp 624-640. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-950X\(1991\)117:6\(624\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-950X(1991)117:6(624))

RIHOUEY D., BLANGUY A., DUGOR J., DAILLOUX D. (2008). *Technique vidéo appliquée à la topographie de la plage intertidale*. X^{èmes} Journées Nationales Génie Civil – Génie Côtier, Sophia Antipolis, pp 625-634. <https://doi.org/10.5150/jngcgc.2008.060-R>

WEBER N. (2004). *Morphologie, architecture des dépôts, évolution séculaire et millénaire du littoral charentais*. Thèse de doctorat, Université de la Rochelle, 357 p.