

# RAPPORT TECHNIQUE PROVISOIRE

*Modélisation et compréhension de l'influence  
des pieux de bouchots sur le littoral du Marquenterre*

Institut Polytechnique UniLaSalle

RAIN Hugo

## SOMMAIRE

RESUME .....	3
• PROBLEMATIQUE ET LOCALISATION.....	4
• SET DE DONNEES .....	5
• MODELISATION.....	5
.1. ETAT DE L'ART .....	5
.2. LA MODELISATION.....	6
• RESULTATS.....	8
• CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	10
• BIBLIOGRAPHIE.....	12

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation générale des différentes actions menées par UniLaSalle et faciès sédimentaires le long de la côte picarde, Bain et al 2017 .....	4
Figure 2 : Modélisation de la plage avec pieux sur le logiciel BlueKenue, A Meyer; P Saulet, 2016.....	5
Figure 3 : Simulation de courant avec 4 pieux perpendiculaires au courant sur BlueKenue .....	6
Figure 4 : Simulation de courant avec 4 pieux en carré sur BlueKenue. ....	7
Figure 5 : Simulation de courants avec 2 carrés de 16 pieux sur le logiciel BlueKenue .....	7
Figure 6 : Exemple de maille interpolée sur le littoral de Marquenterre sur BlueKenue .....	8
Figure 7 : Simulation hydrodynamique sans pieux sur BlueKenue.....	8
Figure 8 : Simulation hydrodynamique avec pieux sur BlueKenue .....	9
Figure 9 : schéma conceptuel de l'action de pieux .....	10

## RESUME

Le littoral du Marquenterre, situé entre les estuaires de la Somme au sud et de l'Authie au Nord, sont le siège d'activités anthropiques et récréatives liés aux infrastructures et aux différentes stations balnéaires présentes (Quend, Fort-Mahon). Ces activités, par leur nature et leur localisation, sont dépendantes du littoral et donc sensibles aux variations du trait de côte. Ces conditions viennent s'ajouter aux différentes infrastructures visant à contrôler l'avancée de la mer. Le projet Eco-plage est le plus récent et permet à la dune de se régénérer plus facilement. Ce projet, comme celui présenté ci-après, fait partie du partenariat entre UniLasalle et le littoral.

Les infrastructures étudiées lors de ce projet sont les pieux de bouchot, utilisés pour la mytiliculture, et situés sur la partie sud du littoral, à la limite de la zone Eco-plage. Ces pieux font l'objet d'interrogations sur leur impact sur les courants côtiers et sur le transit sédimentaire depuis plusieurs années, de par la superficie de la zone concernée et leur densité d'implantation. Ces interrogations ont été alimentées par des observations de terrains montrant des dépôts sableux à l'aplomb des pieux, ce qui laisse supposer que les pieux agissent comme barrage hydraulique.

Plusieurs projets ont été menés par l'institut UniLasalle suite à ces observations, afin de mieux comprendre leur influence.

Une première étude a été réalisée par des étudiants en 2016, avec pour but de mettre en évidence cette influence. Une simulation réalisée sur le logiciel Telemac avait donc montré l'évolution des courants de marée, avec et sans pieux. Les résultats montrent une variation des courants selon la marée passant d'une direction vers le Sud-Ouest à marée descendante à Nord-Est à marée montante dans des conditions normale. Ces courants sont réguliers en direction et force. L'ajout des pieux de bouchots crée plusieurs foyers d'irrégularité, à l'aplomb de ces pieux où de grosses variations de directions sont visibles. Les simulations montrent également une zone de diminution de la force des courants tout au Nord de la zone des pieux, suivi d'une augmentation générale en continuant vers le nord.

L'étude comprend aussi des études granulométriques et des mesures de courants théoriques démontrant une baisse de la force des courants suite à l'ajout des pieux dans la simulation.

Les derniers travaux datent de l'été 2019, avec cette fois l'objectif de comprendre les changements de vitesse et de direction des courants engendrés par les pieux, et appliquer ces informations pour lancer une simulation à l'échelle du littoral entier. Le logiciel Telemac a une nouvelle fois été utilisé pour réaliser des essais théoriques sur les pieux. Le support a permis de faire varier des paramètres comme la force du courant, son orientation, la disposition des pieux, ou d'autres paramètres comme les facteurs de forçages (vent, force de houle etc.). Plus d'une centaine de simulations ont été réalisées en faisant varier ces conditions, ce qui a permis des premières conclusions sur l'influence des pieux. A petite échelle, un pieu va provoquer une diminution du courant vers l'aval, mais aussi une augmentation de ce dernier de part et d'autre. Les simulations à grande échelle montrent qu'un groupe de pieux, aussi dense que dans la réalité, ralentit le courant. Ces simulations permettent donc de mieux appréhender le comportement du courant en réaction aux pieux. La suite de l'étude permettra l'application de ces observations sur d'autres paramétrages, le but final étant une application sur l'ensemble du littoral du Marquenterre. L'étude prévoit également une autre étude de courant, cette fois basée sur une étude comparative de la granulométrie sur l'ensemble du littoral.

## • PROBLEMATIQUE ET LOCALISATION

Le littoral s'étend entre deux estuaires majeurs, ceux de l'Authie et de la Somme (cf. fig. 1). Cette situation rend les courants côtiers complexes et importants à appréhender, avec des influences à la fois continentales et océaniques. A cette situation géographique s'ajoute des contraintes géologiques liées au littoral. Ce dernier est organisé en une dune sableuse, qui peut donc avancer et reculer rapidement en fonction des tempêtes et des périodes plus calmes.

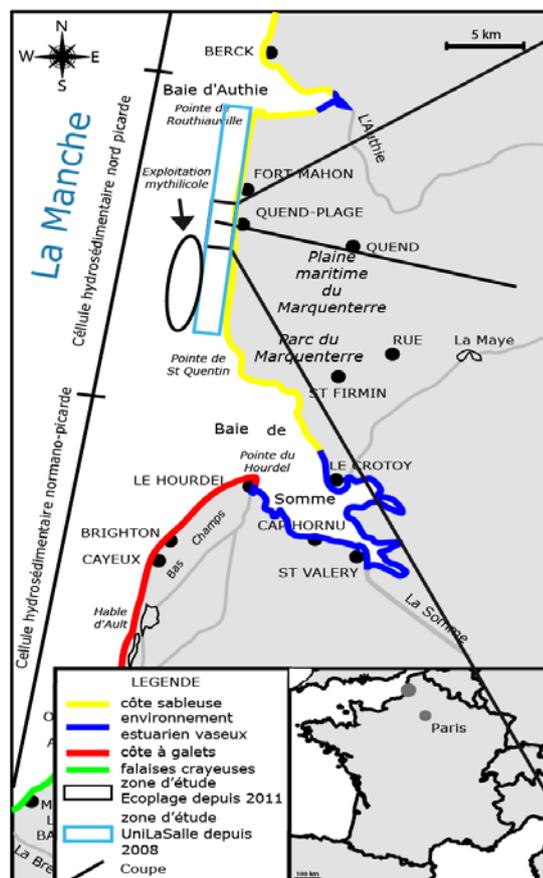


Figure 1 : Localisation générale des différentes actions menées par UniLaSalle et faciès sédimentaires le long de la côte picarde, Bain et al 2017

Ces contraintes naturelles viennent influencer sur les activités de la zone, notamment récréatives, liées aux différentes stations balnéaires présentes le long de la côte, principalement Quend et Port-Mahon-Plage. Ces activités, utilisant ou étant liées au littoral, sont donc particulièrement sensibles à l'évolution du trait de côte et à l'état de la dune. C'est l'optique de contrôle de ce trait de côte qu'a été développé le projet EcoPlage le long du littoral du Quend. Utilisant un système de drainage, il permet à la dune de se régénérer.

Dans ce système complexe s'ajoute des infrastructures posant des questions sur leur effet, c'est le cas des pieux de bouchots (cf. fig. 1) répartis sur toute la partie Sud du littoral. Es pieux, par leur ampleur, leur installation, et par les observations des exploitant, posent des questions depuis plusieurs années sur leur capacité à ralentir les courants. Leur effet sur les courants à grande échelle étant plus connu leur étude s'impose afin de mieux appréhender la situation complexe du littoral, et de faciliter le suivi du trait de côte ainsi que la préservation des différentes activités.

## • SET DE DONNEES

Les données utilisées pour cette étude sont :

- les données LiDar
- les localisation des pieux de bouchots,
- des données et observations de terrain.

Les données LiDar ont été fournies par le Réseau d'Observatoire Normand et Picard (ROL) . Elles correspondent aux données acquises lors des levés topobathymétriques acquis en 2017-2018 par le SHOM. Ces données ont été fournies suite à l'appel à projet 2019 organisé par le ROL portant sur "l'utilisation et l'analyse des données lidar de la stratégie de suivi du littoral du ROL Normandie Hauts-de-France".

Les données de localisation de pieux ont été fournies par le GEMEL. Elles ont été acquises lors d'un recensement des concessions mytilicoles en 2015.

Certaines observations de terrains ont été relevées par l'institut UniLasalle et le Syndicat Mixte Baie de Somme – Grand Littoral Picard depuis 2008.

## • MODELISATION

### .1. Etat de l'art

Les premières investigations et observations menées sur le littoral laissaient penser à des dépôts sableux accrus au niveau de pieux, de par des différences de topographie relevées par les campagnes de suivis, des discussions avec les exploitants, ou de simples observations au fil des années. Les pieux faisaient alors l'objet d'interrogations sur leur influence sur les courants.

Les premiers travaux relatifs aux pieux de bouchots remontent à 2015 (MEYER et al 2015, 2016, cf. fig. 2), où une série de simulations avait été mis en place afin de mettre en évidence les déformations de courants induites par les pieux. Deux simulations sont sorties de ce travail, montrant l'évolution des vitesses et directions des courants dans la zone Nord des pieux, à la limite avec le littoral de Quend.

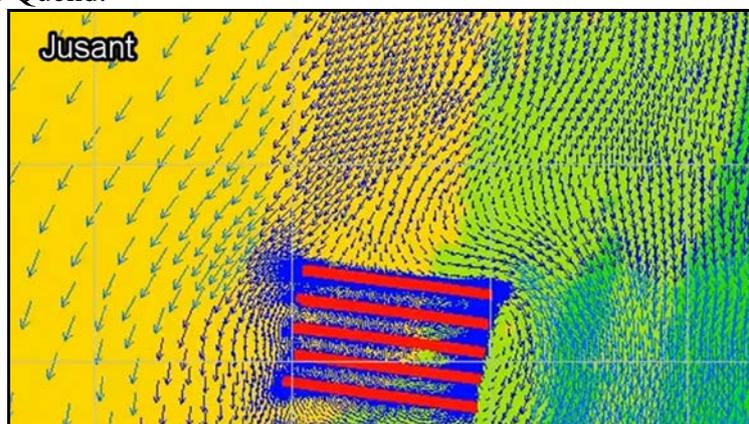


Figure 2 : Modélisation de la plage avec pieux sur le logiciel BlueKenue, A Meyer; P Saulet, 2016

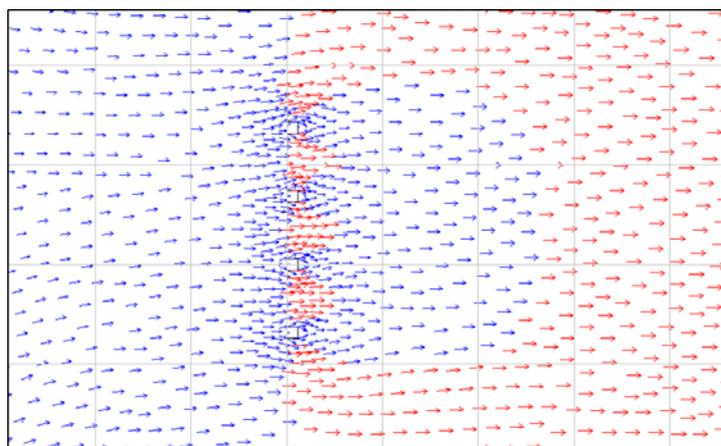
La première, simulant les courants sans les pieux, permet de visualiser les principales directions des courants de marée, avec une direction générale Sud-Ouest pour les courants de marée descendante et Nord-Est pour les courants de marée montante. La simulation montre que ces courants sont de directions et force homogène, variant toutefois avec la topographie de la plage.

Une deuxième simulation, montrant la même partie du littoral, incorpore les pieux de bouchots dans la simulation. Le résultat montre des courants beaucoup plus variables, avec des variations anormales de directions et de vitesses à plusieurs endroits. La zone des pieux est la plus hétérogène, avec de grosses variations de vitesses et de directions entre les rangées de pieux. La simulation montre également la formation de deux « zones d'ombre » correspondant à des zones définies de variations de vitesses et/ou de direction. Une première se trouve au Nord des pieux et est principalement visible pendant les marées descendantes, et la deuxième à l'Est des pieux.

Ces travaux présentent également une série de mesure de courants comparant les situations avec et sans pieux de bouchots, montrant une baisse significative des vitesses de courants.

## 2. La modélisation

Afin de comprendre et d'optimiser les simulations finales, plusieurs simulations intermédiaires ont été effectuées afin de paramétrer au mieux les agents de forçage (vent, marée) les limites du modèle ainsi que sa géométrie (cf. fig. 3, 4 et 5).



**Figure 3 : Simulation de courant avec 4 pieux perpendiculaires au courant sur BlueKenue**

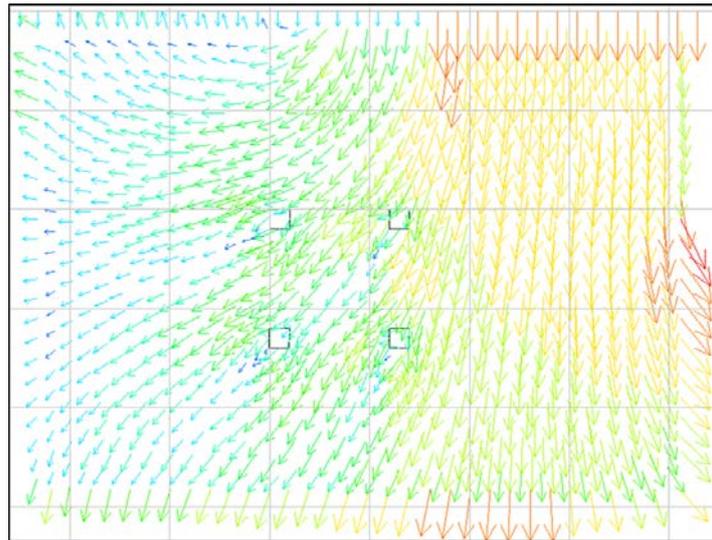


Figure 4 : Simulation de courant avec 4 pieux en carré sur BlueKenue.

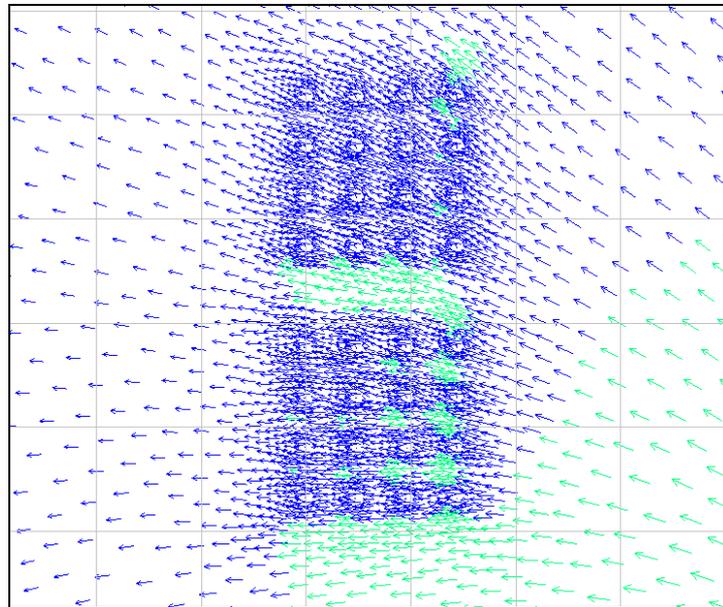


Figure 5 : Simulation de courants avec 2 carrés de 16 pieux sur le logiciel BlueKenue

Après avoir défini au mieux les paramètres, un maillage a été effectué en intégrant les données Lidar (cf. fig. 6).

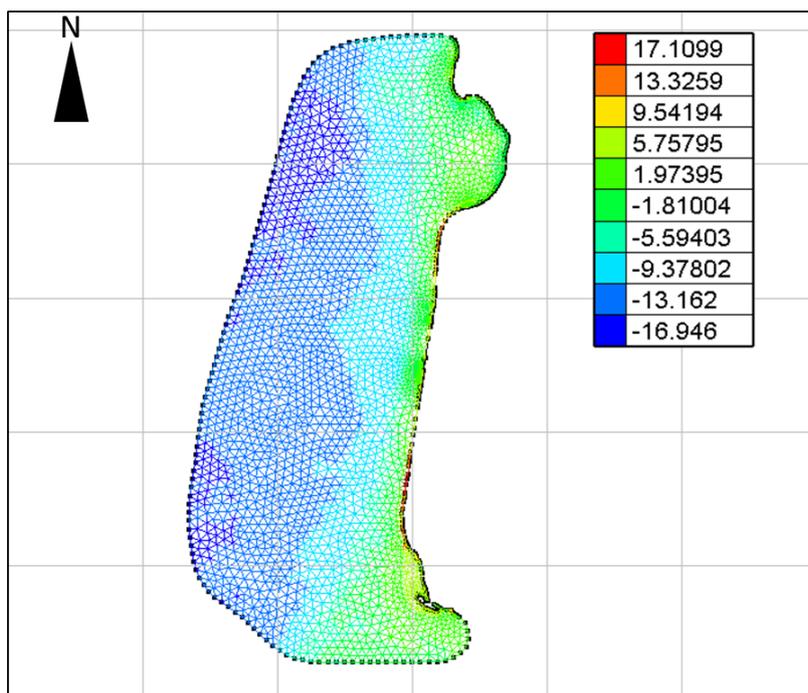


Figure 6 : Exemple de maille interpolée sur le littoral de Marquenterre sur BlueKenue

Puis deux modélisations ont été réalisées la première sans les pieux de bouchots la seconde avec.

## • RESULTATS

Ces travaux ont permis de simuler deux états à l'échelle du littoral, une première simulation sans les pieux de bouchots et une autre avec les pieux (cf. fig. 7 et 8).

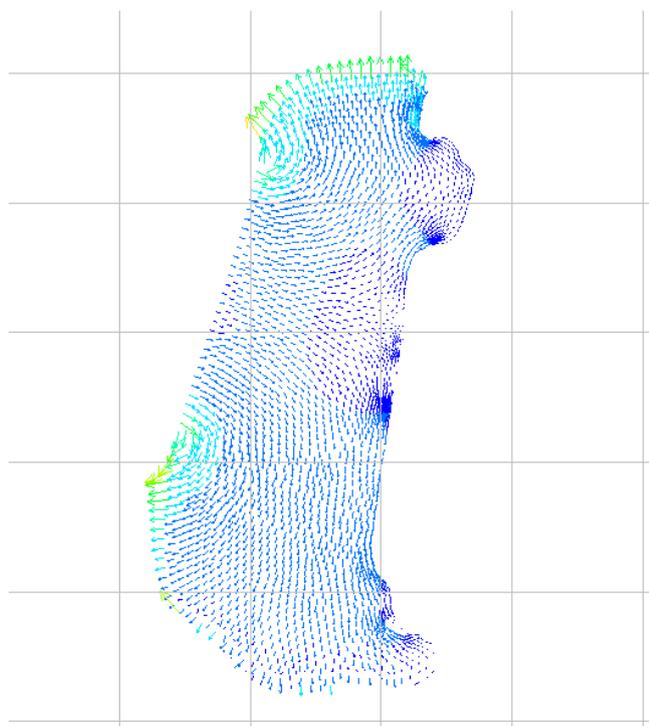
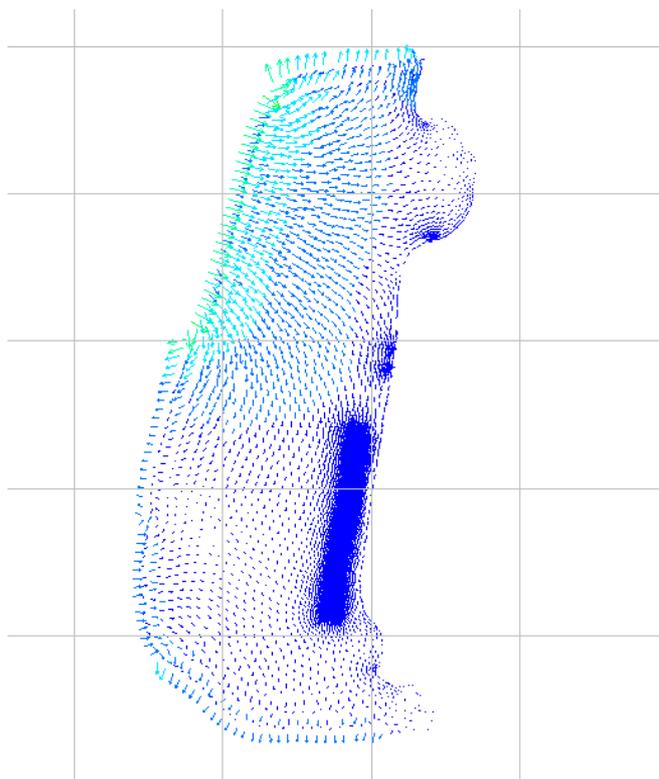


Figure 7 : Simulation hydrodynamique sans pieux sur BlueKenue



**Figure 8 : Simulation hydrodynamique avec pieux sur BlueKenue**

La première (cf. fig. 7) permet de confirmer les résultats obtenus en 2015 et 2016 à une plus grande échelle, montrant des courants de jusant orientés vers le Sud-Ouest et des courants de flot orientés vers le Nord-Est.

La seconde (cf. fig. 8) montre ces orientations de courants tidaux, mais également de fortes perturbations au niveau des pieux de bouchots ainsi que sur les digues promenades de Quend et de Fort-Mahon.

Les perturbations au niveau des pieux consistent en :

- des diminutions de vitesse derrière les pieux,
- des augmentations de vitesse au niveau des limites de concession,
- des variations de directions et d'intensité sur la zone des pieux de bouchot mais également en aval hydraulique cross et long-shore.

L'animation du modèle montre aussi des perturbations dans la propagation des courants et dans les variations de vitesses induites par les marées au niveau des pieux.

## • CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Au total plus d'une centaine de modélisations ont été réalisées afin de comprendre, d'optimiser le modèle puis de le simuler avec et sans pieux de bouchots.

Suite à la réalisation des deux modélisations globales, nous pouvons définir sur l'emprise des pieux et son pourtour immédiat :

1. une réduction des vitesses de courant sur l'emprise des pieux de bouchot,
2. une reprise long-shore des vitesses en aval hydrauliques des pieux,
3. une reprise cross-shore en aval hydraulique entre les pieux et la dune,
4. une augmentation de la vitesse entre les différentes concessions,
5. des zones d'ombre en aval hydraulique crosse et long-shore dans le périmètre immédiat (50 m) autour des pieux.

D'un point de vue hydrodynamique, cette étude nous permet de réaliser un schéma conceptuel de l'action de pieux, avec :

1. une zone en érosion au nord des pieux (secteur de Quend)
2. une zone stable entre Quend et Fort-Mahon s'entendant jusqu'à la pointe de Routhiauville,
3. une zone en accrétion au droit des pieux et à l'extrémité Est de ces derniers.

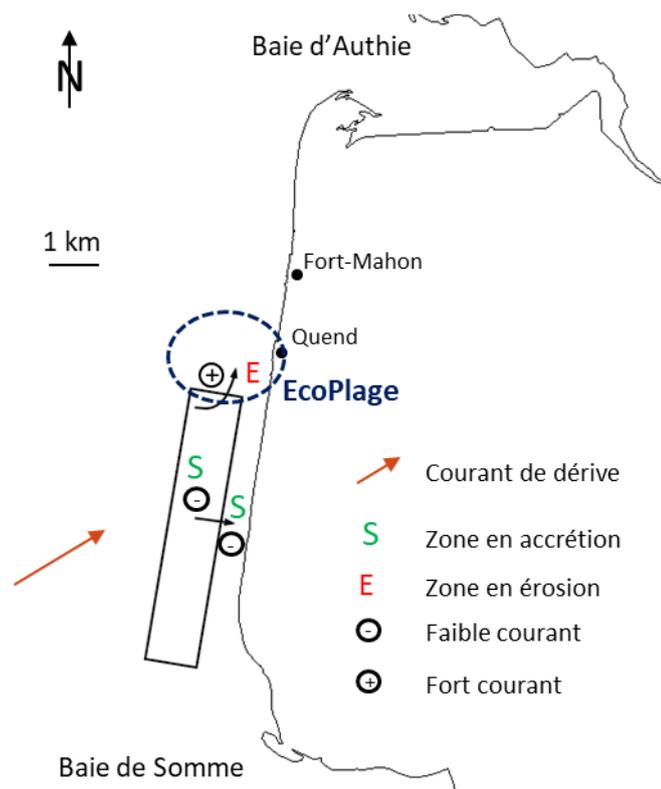


Figure 9 : schéma conceptuel de l'action de pieux

Les simulations obtenues permettent une bonne représentation des courants littoraux. Néanmoins, ces modèles restent à préciser sur différents points. Les contraintes de temps et de capacité de machine ont contraint à une limitation de précision de modèle de maille. Les futurs travaux

permettront d'affiner ce maillage, afin de mieux apprécier les effets de la topographie sur les courants à grande échelle sur les simulations du littoral

Cet affinage de la maille pourra également s'appliquer au modèle de courant sous l'effet des pieux de bouchots afin de mieux suivre les nouveaux déplacements de courants induits par les installations.

Ces simulations obtenues pourront être confrontée par les résultats de mesures granulométriques, permettant de comparer les caractéristiques des sables en différents points du littoral. Ces comparaisons permettront de créer un autre modèle de courant, qu'il sera possible de confronter à ceux déjà créés.

## • BIBLIOGRAPHIE

BAIN O., TOULLEC R., COMBAUD A., VILLEMAGNE G., BARRIER P. (2016) : FIVE YEARS OF BEACH DRAINAGE SURVEY ON A MACROTIDAL BEACH (QUEND-PLAGE, NORTHERN FRANCE). *COMPTES RENDUS GEOSCI.* 348, 411–421. DOI:10.1016/J.CRTE.2016.04.003.

MEYER A., SAULT P., TOULLEC R., COMBAUD A., BAIN O. : MODELISATION DE L'EVOLUTION DES STOCKS SABLEUX DE L'UNITE SUD DE LA CELLULE HYDROSEDIMENTAIRE NORD-PICARDE (PICARDIE, FRANCE). IN : 15EME CONGRES FRANÇAIS DE SEDIMENTOLOGIE DE CHAMBERY, FRANCE 13-15 OCTOBRE 2015.

MEYER A., SAULT P., TOULLEC R., COMBAUD A., BAIN O. : IMPACT DES PIEUX DE BOUCHOTS SUR LE TRANSIT SEDIMENTAIRE DE LA CELLULE NORD-PICARDIE (BAIE DE SOMME, FRANCE). IN 25EME REUNION DES SCIENCES DE LA TERRE, 24-28 OCTOBRE 2016.