



**MISE AU POINT D'UN MODELE PREVISIONNEL
D'EVOLUTION D'UNE PLAGE MACROTIDALE SOUS
L'EFFET D'UN PROCEDE DE DRAINAGE**

**MODELLING OF MACROTIDAL BEACH CHANGES UNDER
DRAINAGE EFFECT**

Programme LITEAU 2
Rapport de fin de contrat

Laboratoire :

UMR CNRS 6143 "Morphodynamique Continentale et Côtière"
24, rue des tilleuls, 14000 Caen, FRANCE

Responsable du projet de recherche : Professeur F.LEVOY

tel : (33) 02.31.56.57.44 fax : (33) 02.31.56.57.57

E-Mail : franck.levoy@unicaen.fr

ou

Station marine de Luc-sur-mer

54 rue Charcot

14530 Luc-sur-mer

tél : (33) 02.31.36.22.22 fax : (33) 02.31.36.22.

Date : 15/09/2007

Convention de recherche N°19-E/2003

Date du contrat : 22/07/2003

TABLE DES MATIERES

Synthèse	2
Résumés	12
Rapport scientifique	13

SYNTHESE

MISE AU POINT D'UN MODELE PREVISIONNEL D'EVOLUTION D'UNE PLAGE MACROTIDALE SOUS L'EFFET D'UN PROCEDE DE DRAINAGE

PROGRAMME LITEAU 2

Responsable scientifique du projet : Pr. F.LEVOY

CONTEXTE GENERAL

Face au phénomène d'érosion des côtes sableuses, qui concerne ou concernera la plupart des littoraux à brève échéance, de multiples techniques de défense contre la mer ont été développées. Compte tenu des investissements très importants que représentent les interventions sur le domaine public maritime, il est nécessaire de développer des outils permettant de prévoir l'impact des différents aménagements. Des modèles ont d'ores et déjà été élaborés pour la plupart des techniques dites « classiques » (épis, perrés, rechargement de plage...). Toutefois, aucun outils n'existe à ce jour pour prévoir l'impact d'un procédé qui tend à se développer : le drainage de plage. Cette technique se base sur le principe de la désaturation en eau de la plage pour favoriser l'infiltration des écoulements induits par les vagues et ainsi limiter l'érosion, voire permettre le dépôt des sédiments charriés par le jet de rive. La réalisation d'un modèle prévisionnel d'évolution d'une plage sous l'effet d'un procédé de drainage correspond donc à une réelle attente de la part des gestionnaires des zones côtières qui hésitent à engager des investissements lourds en l'absence de garanties sur l'efficacité et la pertinence de ce type d'aménagements.

OBJECTIFS GENERAUX DU PROJET

Les objectifs généraux du projet étaient d'étudier la technique du drainage de plage et de définir l'impact de ce procédé en domaine macrotidal (marnage supérieur à 4 mètres). Dans un second temps, le but de ce travail était de développer un outil de modélisation permettant de prévoir l'influence d'un procédé de drainage de plage en fonction des caractéristiques d'un site expérimental. Le site retenu se trouve sur les côtes de la Manche dans un secteur particulièrement influencé par l'importance du marnage atteignant huit mètres en vive-eau exceptionnelle). La commune de Villers-sur-Mer a fait appel au procédé de drainage afin d'éviter l'abaissement de l'estran et de favoriser la restauration d'une plage propice aux activités balnéaires sur son littoral. Depuis la mise en œuvre du système en 2003, l'évolution du site a fait l'objet d'un suivi scientifique régulier qui devait servir de base à l'élaboration d'un modèle réduit. Le principal objectif était donc de valider les résultats expérimentaux grâce aux données de terrain. Toutefois, en raison des nombreuses contraintes liées à la modélisation physique et aux résultats de terrain, les objectifs du projet ont été revus à mi-parcours sur les conseils du Comité Scientifique du programme. L'élaboration d'un modèle prévisionnel a donc été différée au profit d'une valorisation plus avancée des résultats de terrain. Les aspects pratiques ont cependant été conservés avec notamment une attention particulière portée à la vulgarisation des résultats scientifiques afin de faciliter la prise de décision des gestionnaires du littoral.

QUELQUES ELEMENTS DE METHODOLOGIE / DIFFICULTES RENCONTREES

Méthodologie

Une étude bibliographique concernant le procédé de drainage et les processus impliqués a tout d'abord été menée. Cette étude se base essentiellement sur des retours d'expérience issus d'installations comparables existant en domaine micro- ou méso-tidal. L'étude des processus est axée sur l'influence du swash et run up, principaux facteurs de la dynamique sédimentaire sur les hautes plages. Les travaux de modélisations existants à ce jour ont été particulièrement étudiés.

Mise au point d'un modèle prévisionnel d'évolution d'une plage macrotidale sous l'effet d'un procédé de drainage

Par la suite, les recherches ont également porté sur les expériences de modélisation en canal à houle et sur les problèmes liés aux similitudes.

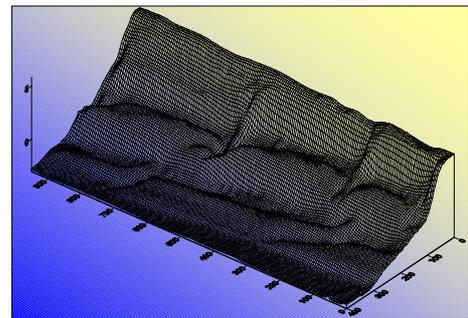
En parallèle, le suivi de l'évolution du site expérimental a été réalisé grâce à une combinaison de techniques décrites ci-dessous :

Le suivi morphologique de la plage étudiée (site de Mermoz) est réalisé par le biais de levés topométriques au D-GPS, offrant une précision centimétrique, tant en planimétrie qu'en altimétrie. Une base D-GPS a été mise en place en janvier 2003 à proximité du poste de secours et de la piscine. Le levé proprement dit est assuré par deux mobiles, équipés chacun d'un récepteur et d'une antenne GPS, ainsi que d'une radio destinée à recevoir les corrections de la base. Le premier mobile, fixé sur une remorque attelée à un quad (véhicule tout terrain léger), assure le levé topométrique de la majeure partie de l'estran. Le second mobile sert à localiser précisément les prélèvements de sédiment et à lever le niveau de sable en pied d'ouvrages.



La superficie de la zone couverte par les levés est de l'ordre de 27 ha, avec un linéaire de 900 mètres centré sur la zone d'implantation du procédé de drainage et une largeur de 300 mètres entre la digue et la cote de -3,2 m IGN₆₉. L'espacement moyen entre les points levés est de l'ordre de 10 mètres. Les mesures sont effectuées à basse mer au rythme d'un levé mensuel.

Chaque semis de points obtenu par cette technique est utilisé pour construire un Modèle Numérique de Terrain (MNT). Les MNT successifs peuvent ensuite être comparés entre eux afin d'une part de visualiser l'évolution altimétrique de la plage Mermoz et, d'autre part, de procéder à des calculs de cubatures donnant des indications sur les volumes sédimentaires déposés ou érodés sur la zone étudiée.



Dans le cadre du présent rapport, onze profils perpendiculaires à la digue-promenade ont été extraits des MNT successifs. La comparaison des profils permet également de calculer les volumes déposés ou érodés sur chaque transect. Les résultats sont alors exprimés en mètres cubes par mètre linéaire de plage.

Trente échantillons de sédiment ont également été prélevés selon dix profils perpendiculaires au trait de côte (trois échantillons par profil, à 10, 40 et 70 mètres de la digue-promenade). Quatre profils se situent sur la zone d'implantation du procédé de drainage. Les analyses granulométriques ont été effectuées au granulomètre laser Coulter LS230, au centre de Géomorphologie de l'Université de Caen ou sur colonne de tamis à la Station Marine de Luc-sur-Mer.

Afin d'évaluer au mieux l'impact réel du drainage de la plage, en distinguant les évolutions morphologiques liées au fonctionnement du système de celles liées à des événements hydro-météorologiques particuliers, le site a également fait l'objet :

Mise au point d'un modèle prévisionnel d'évolution d'une plage macrotidale sous l'effet d'un procédé de drainage

- d'un suivi hydrodynamique : une potence équipée d'un houlographe directionnel (courantomètre électromagnétique de type S4DW d'*InterOcean systems inc.*) et d'un marégraphe MORS a été mise en place le 18 avril 2003, à 330 mètres environ du trait de côte, à une cote voisine de +2 m CM (cote marine, mesurée par rapport au zéro hydrographique) ;
- de prises de vue photographiques : une webcam, fixée en haut d'un lampadaire situé à proximité du poste de secours, a pris des clichés de la plage, sur 180°. Des survols de la zone à l'aide d'un drone équipé d'un appareil photographique ont également été réalisés.

Concernant les aspects de modélisation, un canal à houle (figure 1) a été mis à disposition de l'étude par le centre de Morphodynamique Continentale et Côtière de l'Université de Caen. Il s'agit d'un réservoir d'une longueur utile de 15 mètres, d'une hauteur de 0,65 mètre et d'une largeur de 0,50 m permettant, par l'intermédiaire d'un batteur, de recréer des houles aux caractéristiques connues (hauteur, période).



Figure 1 : vue en long du canal à houle utilisé dans le cadre du programme

Les expériences en canal à houle ont consisté à déterminer l'influence de différents paramètres (granulométrie des sédiments, pente et perméabilité de la plage) sur le jet de rive. Des matériaux de taille connue ont donc été immergés dans le canal à houle afin de recréer une plage artificielle et de tester ses réactions au forçage hydrodynamique dans différentes configurations (figure 2).

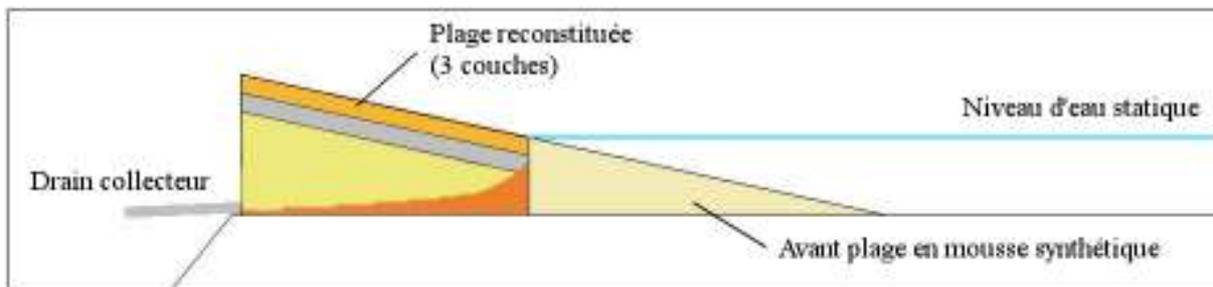


Figure 2 : schéma descriptif d'une expérience en canal à houle

Difficultés rencontrées

Suite aux premiers essais, de nombreux problèmes se sont présentés sur le dispositif expérimental du laboratoire M2C. Par ailleurs, le manque d'information venant de l'entreprise et la faible réponse de la plage au dispositif de drainage ont conduit à modifier nos objectifs initiaux. A cela s'ajoute, un doctorant bénéficiant d'une bourse CIFRE accaparé par l'entreprise, dont la présence au laboratoire fut particulièrement réduite malgré nos demandes répétées auprès de ses dirigeants. Ce manque de moyens humains a nécessité un redéploiement de personnels sur le projet à la charge du laboratoire, non pris en considération dans le budget global de l'opération.

Dans le détail, les différents problèmes rencontrés sont les suivants :

- les contraintes techniques liées au batteur ;

Deux canaux sont disponibles au laboratoire M2C. Pour des raisons de plan de charge, le canal le plus apte à reproduire des conditions hydrodynamiques de qualité n'était pas disponible. Il a fallu se replier sur un canal dont le batteur plus sommaire offrait de moindre potentialité. Le réglage du batteur utilisé n'a pas permis de reproduire une agitation avec un spectre d'énergie proche de ceux observés en nature.

- la confidentialité du dimensionnement des drains ;

La société détentrice du brevet du système de drainage, fait appel au prestataire D.G.I. (Danish Geo-Institute) pour les études de dimensionnement des drains. Nous n'avons pas pu avoir accès à ces informations considérées comme confidentielles par la société à l'origine du procédé. De fait, nous avons renoncé à une partie de la modélisation envisagée, notamment numérique, n'ayant pas les données de base pour la réaliser. En contre partie un effort supplémentaire a porté sur le suivi de terrain et les expériences en canal.

- l'absence de résultats significatifs concernant l'évolution de la plage du site expérimental de Villers-sur-Mer ;

Ce point est très important car l'objectif du projet était bien de pouvoir reproduire à l'aide d'un modèle prévisionnel l'évolution d'une plage sous l'effet d'un drainage. Outre le fait que nous ne pouvions dimensionner le drainage aussi bien sur le modèle physique que numérique (item précédent) du fait d'une absence de données sur ce point, la plage de Villers n'a pas évolué de manière significative et lisible en quatre ans ce qui a rendu plus compliquée encore la détermination de l'éventuelle influence des drains. Ceci constitue d'ailleurs un résultat de première importance à l'issue de ces recherches qu'il convient de souligner.

- les problèmes de similitudes.

Il y a là une réelle difficulté qui a été soulevée par les rapporteurs lors de l'évaluation du rapport intermédiaire. Il s'agit dans ce type de travail de définir les critères permettant de s'approcher au mieux des processus observés en nature tout en s'adaptant aux contraintes des expériences en laboratoire. L'échelle de réduction initialement choisie ($1/20^{\text{ème}}$) pour les processus hydrodynamiques n'a pas pu être appliquée aux sédiments. En effet, à cette échelle, les matériaux du modèle seraient devenus trop fins et leurs propriétés spécifiques auraient eu un impact très important sur les phénomènes d'infiltration des vagues au travers de la plage. Le choix, dans une première approche, a été fait de conserver des sédiments naturels de façon à favoriser une analogie de processus plus qu'une réelle similitude. En fait, les expériences réalisées doivent être considérées comme représentatives de l'échelle 1, avec de faibles agitations. A ce titre, malgré leur faible portée, il est toutefois possible de valoriser les résultats obtenus.

RESULTATS OBTENUS

Les principaux résultats obtenus au cours de ce projet concernent l'évolution en nature de la plage de Villers-sur-Mer sous l'impact d'un procédé de drainage. Une très grande quantité de données a été collectée sur le site et l'interprétation a abouti aux conclusions suivantes :

Depuis novembre 1998, un suivi morphologique de la plage Mermoz, sur le site même d'implantation des drains, a permis d'apprécier les fluctuations altimétriques de l'estran préalablement au démarrage du chantier. Ces levés n'ont pas permis de dégager de tendance évolutive très marquée commune à l'ensemble de la zone et une relative **stabilité du stock sédimentaire a été mise en évidence jusqu'à l'implantation du procédé de drainage.**

Le suivi réalisé après l'installation du système de drainage a ensuite permis de comparer les évolutions de la plage Mermoz, sous l'impact de ce procédé, par rapport à l'état initial décrit précédemment.

Après quatre ans de drainage de la plage, **l'évolution volumétrique et altimétrique de la plage n'a pas présenté de tendance positive nette sur la zone traitée.** Sur la même période, les secteurs adjacents non traités ont évolué plus favorablement pour des conditions d'agitation similaires. **Du point de vue de la dynamique sédimentaire et de l'évolution de la plage qui en résulte, l'influence du drainage n'a pas encore été mise en évidence.**

En revanche, un impact positif très important du drainage a été mis en évidence en terme d'**assèchement de la plage.** La zone drainée, située entre deux épis, présente nettement moins d'écoulements que les zones non traitées situées de part et d'autre. Cet assèchement peut avoir un impact non négligeable sur la fréquentation touristique de la plage et constitue de ce fait un atout pour la station balnéaire de Villers-sur-Mer. L'impact visuel du fonctionnement du procédé de drainage tend également à conforter les élus locaux dans leur choix.

Après quatre ans de fonctionnement du procédé de drainage, le bilan reste donc très mitigé quant à l'impact de cette technique dans une optique de défense contre la mer (absence de gain significatif de sédiments sur la zone traitée).

Concernant les expériences de modélisation en canal à houle, les travaux réalisés dans le cadre de cette étude ont permis de mettre en évidence l'influence de la granulométrie et de la perméabilité de surface de la plage sur les caractéristiques du jet de rive (Cf. rapport intermédiaire). Cependant, les nombreuses contraintes techniques, identifiées préalablement, n'ont pas permis de pousser plus avant le développement d'un modèle physique tel qu'il était prévu à l'origine du projet. Les échanges avec le Comité Scientifique du programme suite au rapport intermédiaire ont abouti à la définition d'objectifs moins ambitieux dans ce domaine. Ce travail pose cependant les bases d'une étude plus approfondie qui se poursuit dans le cadre d'une nouvelle thèse en cours axée sur la thématique du swash (Simon Peronne, Laboratoire M2C).

IMPLICATIONS PRATIQUES, RECOMMANDATIONS, REALISATIONS PRATIQUES, VALORISATION

Implications pratiques

Les résultats du suivi scientifique, entrepris depuis 1998, permettent de quantifier l'impact du procédé de drainage implanté à Villers-sur-Mer. Les données disponibles permettent à chacun des utilisateurs du littoral (gestionnaires publics ou privés, scientifiques, consultants...) de se faire une opinion quant à l'efficacité du procédé implanté à Villers-sur-Mer, en régime macrotidal. Les résultats ont vocation à être communiqués largement afin d'appuyer la prise de décision de ces gestionnaires.

En revanche, les opérations réalisées en laboratoire n'ont pas permis pas de reproduire l'ensemble des processus complexes observés en nature. L'expérience acquise au cours de ces travaux n'est pas pour autant dénuée d'intérêt car elle a mis en évidence la complexité des phénomènes étudiés et ces résultats sont déjà exploités dans le cadre de travaux sur les mêmes thématiques (nouvelle thèse).

Recommandations et limites éventuelles

A l'heure actuelle, les recherches réalisées ne permettent pas de prévoir et de quantifier l'évolution des plages macrotidales liée au drainage de plage. Par ailleurs, l'intérêt de la modélisation peut être remis en cause en raison de trois contraintes et faits majeurs :

- la confidentialité du dimensionnement du procédé ;
- le faible impact mesuré jusqu'à présent en nature sur le site expérimental de Villers-sur-Mer ;
- les limites techniques et la complexité des processus liés au déferlement et à l'infiltration des houles sur les plages qui apparaissent difficilement reproductibles en laboratoire.

Pour espérer aboutir à un modèle prévisionnel, les études devront se poursuivre sur le site sur une période plus longue afin de déterminer un éventuel impact significatif en terme de défense contre la mer du procédé de drainage. Dès lors que le procédé aura un impact en nature, de nouveaux travaux de modélisation pourront être envisagés.

Réalisations pratiques et valorisation

Les résultats du suivi scientifique de la plage de Villers-sur-Mer sont d'une grande importance pour les décideurs, permettant notamment d'argumenter sur le choix d'une technique en fonction des bénéfices escomptés. Cette étude a donné lieu à plusieurs échanges entre l'Université de Caen, en charge du suivi scientifique, et les partenaires publics ou privés directement intéressés par les résultats.

Ainsi, un entretien a eu lieu à la Mairie de Villers-sur-Mer en date du 25 juillet 2007 afin de recueillir l'opinion du maître d'ouvrage. M. Aubin, adjoint au Maire en charge de la plage de Villers-sur-Mer, nous a confirmé sa satisfaction quant à l'état de la plage depuis la mise en fonction du procédé. L'assèchement visible d'une partie de l'estran est notamment un point primordial pour la commune de Villers-sur-Mer. En effet, la plage est considérée

comme la « vitrine » de cette station balnéaire qui fait tout pour améliorer sa capacité d'accueil dans ce domaine.

De ce point de vue, le faible impact du drainage de plage sur la dynamique sédimentaire devient un aspect secondaire puisque le procédé n'est pas réellement utilisé en tant que moyen de défense contre la mer. L'enthousiasme des maîtres d'ouvrage est cependant tempéré par le coût de fonctionnement induit par le pompage, ainsi que par les différents incidents techniques survenus depuis l'installation du procédé.

Les résultats du suivi scientifique mis en place à Villers-sur-Mer ont également été communiqués à un bureau d'étude privé - SOGREAH consultants - particulièrement reconnu pour son expertise en terme d'aménagement du littoral et de défense contre la mer. M. Viguier, chef de la division environnement littoral de SOGREAH maritime, a donc apporté son appréciation concernant la technique de drainage de plage. Au regard des résultats obtenus depuis la mise en place du suivi scientifique à Villers-sur-Mer, M. Viguier conclut à la faible influence du drainage de plage sur l'évolution de ce site. Il met également en évidence le coût important de cette technique pour un bénéfice limité à un assèchement localisé. Il note également que le même résultat peut être obtenu par des moyens moins onéreux.

Ces différents avis viennent compléter l'aspect strictement scientifique du programme et permettent de valoriser les résultats obtenus dans un cadre plus opérationnel. La thématique développée, en rapport avec la défense contre la mer, a donc été élargie à des aspects plus socio-économiques en rapport avec les attentes des gestionnaires.

PARTENARIATS MIS EN PLACE, PROJETS, ENVISAGES

En dehors de la mairie de Villers-sur-Mer et du bureau d'étude SOGREAH consultants qui ont été associés au programme, l'ensemble du suivi de l'évolution de la plage de Villers-sur-Mer s'est fait en relation avec le CETMEF (Centre d'Etudes Techniques, Maritimes Et Fluviales du Ministère de l'Equipement, devenu MEDAD). Plusieurs rapports relatifs à ce suivi ont été produits dans ce cadre afin d'orienter la réflexion des services de l'Etat sur l'efficacité de la technique de drainage de plage en terme de défense contre la mer.

En complément des données collectées après quatre années de fonctionnement du procédé de drainage sur la plage de Villers-sur-Mer, un suivi sur le long terme a été proposé à la Mairie et au Conseil Général du Calvados. Un accord est intervenu aboutissant à la réalisation de mesures topographiques régulières (levés tri-annuels dans le cadre du suivi du littoral du Calvados pour le compte du Conseil Général 14). Ces informations, publiées sur le site Internet du Conseil Général du Calvados (www.cg14.fr), permettront de préciser l'impact du drainage de plage sur un pas de temps plus long qui intégrera mieux les fluctuations saisonnières et cycliques du régime météo-marin. L'objectif de cette démarche est de conclure sur l'efficacité du procédé à moyen et long terme.

POUR EN SAVOIR PLUS (QUELQUES REFERENCES)

- BALDOCK (T.E.), HUGHES (M.G.), DAY (K.), LOUYS (J.), 2005** : Swash overtopping and sediment overwash on a truncated beach, Coastal Engineering 2005, 13 p.
- BALDOCK (T.E.), HORN (D.P.), LI (L.), 2007** : Laboratory investigation of beach profile evolution with controlled beach groundwater elevation, Special from The Beach Drainage Workshop – Proposed paper.
- BRIERE (C.), 1999** : Etude de l'évolution d'un profil de plage en modèle physique réduit sédimentologique, Etude de préfaisabilité d'un système gravitaire de drainage des plages, Rapport de stage pour le D.E.A. de génie civil, option génie côtier, université de Nantes, 35p.+annexes.
- CHAPEL (J.), ELIOT (I.G.), BRADSHAW (M.P.) AND LOWSDALE (E.), (1979)** : Experimental control of beach face dynamics by watertable pumping. Engineering Geology, 14 pp. 29-41.
- CIAVOLA (P.), VICINANZA (D.), CASTIGLIONE (E.), CALEFFI (S.), 2007** : Performance of a beach drainage system at Lido Adriano, Ravenna, Italy, Special from The Beach Drainage Workshop – Proposed paper.
- COUTON (J-M.), 2000** : Modélisation et comportement de plage dans la perspective du développement durable. Mémoire de DEA de l'Université de Nantes. 82 p.
- COUTON (J-M.), LEVOY (F.), 2004** : Impact du drainage de plage en zone macrotidale - L'exemple de Villers-sur-mer, résultats préliminaires, VIIIèmes journées Génie Civil – Génie Côtier, Compiègne 2004, Proceedings.
- COUTON (J-M.), LEVOY (F.), MONFORT (O.), 2007** : Experience on the macro-tidal beach of Villers-sur-Mer, France, Special from The Beach Drainage Workshop – Proposed paper.
- DANISH GEOTECHNICAL INSTITUTE, 1992** : Beach Management System – Documentation, Job N°300 01414.
- ECOPLAGE, 2001** : Villers-sur-Mer, Plage Mermoz, Système Ecoplage[®], étude de faisabilité.
- GRESARC, 1998** : Le procédé de défense contre la mer Ecoplage[®] - Proposition d'adaptation en régime macrotidal et recherche d'un site d'implantation en Baie de Seine, 42 p.
- GRESARC, 2001** : Mise en œuvre du système Ecoplage[®] sur la plage de Villers-sur-Mer _ Etude d'impact, 106 p. + annexes
- GRESARC, 2005** : Installation du procédé Ecoplage[®] sur la plage Mermoz de Villers-sur-Mer : suivi scientifique et technique – rapport intermédiaire. CETMEF. 56 p.
- GRESARC, 2007** : Installation d'un procédé de drainage sur la plage Mermoz de Villers-sur-Mer : suivi scientifique et technique – Bilan après quatre années de fonctionnement. CETMEF. 65 p. + annexes
- HUGHES (S.A.), 2004** : Estimation of wave run-up on smooth, impermeable slopes using the wave momentum flux parameter, Coastal Engineering 51, pp.1085-1104.
- KOBAYASHI (N.), COX (D.T.) and WURJANTO (A.), 1990** : Permeability effects on irregular wave runup and reflection, Journal of Coastal Research, 7(1), pp. 127-136, Fort Lauderdale (Florida), ISSN 0749-0208.
- MIGNIOT (C.), 1989** : Moyens d'étude des phénomènes sédimentaires marins, estuariens et fluviaux, extrait de « Similitude », Rapport STCPMVN, LCHF, SOGREA, pp. 38-55.
- OGDEN (M.R.), WEISMAN (R.N.), 1991** : Beach stabilization using drains an experimental model study, Coastal sediments 91.
- S.M.A. INGENIERIE, 1998** : Mise en place du système Ecoplage[®] - Plage des Sables d'Olonne - Etude d'impact, 134 p.
- SATO (M.), HATA (S.), FUKUSHIMA (M.), 1994** : An experimental study on beach transformation due to waves under the operation of coastal drain system, Coastal Engineering 1994, pp.2571-2582.
- VESTERBY (H.), 1992** : Beach face dewatering – The European experience, Report of Danish Geotechnical Institute, Lyngby, Denmark, 16 p.
- VESTERBY (H.), 1995** : Beach face dewatering – The eco-friendly approach to coastal restoration, COPEDEC IV, September 1995, Rio de Janeiro.
- VESTERBY (H.), MANGOR (K.), REFSGAARD (A.), 1999** : The beach drainage concept, Development of an engineering design tool. COPEDEC V, april 1999, Cape Town, vol 2, pp.961-971.
- VESTERBY (H.), 2000** : Modelling groundwater flow in beach profiles for optimising stabilising measures, International Coastal Symposium 2000, Rotoruna, New Zealand, 24-28 april 2000, 7 p.

LISTE DES OPERATIONS DE VALORISATION ISSUES DU CONTRAT (ARTICLES DE VALORISATION, PARTICIPATIONS A DES COLLOQUES, ENSEIGNEMENT ET FORMATION, COMMUNICATION, EXPERTISES...)

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES	
Publications scientifiques parues	COUTON (J-M), LEVOY (F), 2004 : « Impact du drainage de plage en zone macrotidale : l'exemple de Villers-sur-Mer - résultats préliminaires » ; Proceedings of the VIII ^{ème} journées Génie Civil – Génie Côtier, Compiègne, France.
Publications scientifiques prévues	liées à la finalisation de la thèse de J-M Couton
COLLOQUES	
Participations passées à des colloques	* VIII ^{ème} journées Génie Civil –Génie Côtier, Compiègne, France, 2004. * The Beach Drainage Workshop, Gold Coast, Australia, 2007. * Conférence sur la gestion des littoraux, Préfecture de la Manche, avril 2005.
THESES	
Thèses en cours	* COUTON (J-M) : « Comportement morphodynamique de la plage de Villers-sur-Mer sous l'influence d'un procédé de drainage en vue de sa protection contre la mer » * PERONNE (S) : « Etude des processus du swash par imagerie »
ARTICLES DE VALORISATION-VULGARISATION	
Articles de valorisation parus	présentation du principe de drainage de plage lors : * des portes ouvertes du Laboratoire M2C ; * à la fête de la science ; * au cours des journées annuelles des doctorants.
AUTRES ACTIONS VERS LES MEDIAS	
Actions vers les médias (interviews...) effectuées	Plusieurs interviews de F.LEVOY pour France 3 - Normandie
ENSEIGNEMENT - FORMATION	
Enseignements/formations dispensés	Les résultats obtenus dans le cadre de cette étude sont communiqués dans le cadre des enseignements dispensés par le Professeur F.Levoy dans le cadre : * du MASTER Génie Côtier de l'Université de Caen – Basse-Normandie ; * de la formation « approfondissement maritime » à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.
EXPERTISES	
Expertises menées	Suivi du littoral du Calvados années 1995 à 2006 Rapport technique pour le CETMEF 2003, 2005,2007
Expertises en cours	Suivi du littoral du Calvados années 2007 - 2008
METHODOLOGIES (GUIDES...)	
méthodologies produites	
AUTRES	
Précisez...	

RESUMES

En français

RESUME

La problématique proposée se rapporte à la technique de drainage de plage utilisée dans le cadre de la défense contre la mer. Le principe de cette technique est de créer une zone désaturée en eau sur la plage permettant une meilleure absorption du jet de rive et ainsi un dépôt des sédiments. Le projet a eu pour but d'élaborer un modèle physique permettant de prévoir l'évolution d'une plage macrotidale sous l'effet d'un procédé de drainage. Le site expérimental de Villers-sur-Mer (Calvados), situé en domaine macrotidal, est équipé depuis février 2003 de cette technique. Le Laboratoire de « Morphodynamique Continentale et Côtière » de l'Université de Caen (M2C) et le « Groupe de Recherche sur les Environnements Sédimentaires Aménagés et les Risques Côtiers » (GRESARC) ont donc mis en place un suivi sur ce site avec comme objectif d'utiliser les données de terrain pour améliorer les outils de modélisation visant à prévoir l'impact d'un procédé de drainage de plage. Les données recueillies *in situ* devaient servir à calibrer le modèle physique. Le Laboratoire M2C a mis à disposition un canal à houle afin de réaliser ces expérimentations. Les contraintes techniques liées à la modélisation en laboratoire et l'absence d'impact significatif sur la topographie de la plage du procédé en nature n'ont pas permis d'aboutir à un modèle prévisionnel. Toutefois, les informations recueillies ont permis de mettre en évidence la complexité des phénomènes et de faire un premier bilan après quatre années d'exploitation du système de drainage en zone macrotidale.

MOTS CLES

Drainage de plage ; Villers-sur-Mer ; domaine macrotidal ; données de terrain ; canal à houle ; modélisation physique.

In English

ABSTRACT

This work deals with beach drainage used as a sea defence system. Beach drainage creates a dewatering zone that increases swash absorption and sediment deposit. The aim of this project was to develop a physical model to forecast the changes in beach morphology under drainage influence. The experimental site is a macrotidal beach located in Villers-sur-Mer (France). The drainage system was installed in February 2003. The University of Caen ("Morphodynamique Continentale et Côtière" or M2C Laboratory and "Groupe de Recherche sur les Environnements Sédimentaires Aménagés et les Risques Côtiers" GRESARC) managed a survey to collect field data useful for physical model calibration. The laboratory experiments take place in the M2C wave flume. Unfortunately, no predictive model was developed due to technical requirements and because of the low-changes measured during field survey in Villers-sur-Mer. Nevertheless, the experiments underline the process complexity and field work in Villers-sur-Mer brings a lot of data to highlight the beach drainage influence in macrotidal coastal environments.

KEY WORDS

Beach drainage ; Villers-sur-Mer ; macrotidal ; field data; wave flume; physical modelling.

RAPPORT SCIENTIFIQUE

MISE AU POINT D'UN MODELE PREVISIONNEL D'EVOLUTION D'UNE PLAGE MACROTIDALE SOUS L'EFFET D'UN PROCEDE DE DRAINAGE

PROGRAMME LITEAU 2

Responsable scientifique du projet : Pr. F.LEVOY