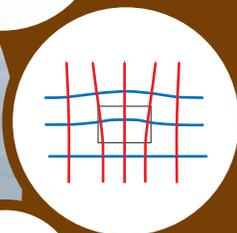
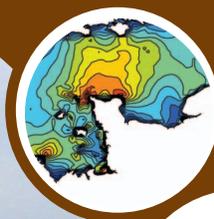


Exploitation de matériaux marins et stabilité du littoral

Bernard Latteux



$$C_p = \left[\frac{0.40}{\ln \left(\frac{d}{z_0} \right) - 1} \right]^2$$

Exploitation de matériaux marins et stabilité du littoral

Bernard Latteux
Consultant en ingénierie portuaire et côtière
Traou an Enès
22260 Quemper-Guézennec

Exploitation de matériaux marins et stabilité du littoral

Exposé des mécanismes
Recommandations sur les études à mener

Bernard Latteux

Éditions Quæ

Collection *Savoir faire*

Le bananier et sa culture

André Lassoudière

2007, 384 p.

Salmonidés d'aquaculture

De la production à la consommation

Camille Knockaert

2006, 328 p.

Analyse du génome et gestion des ressources génétiques forestières

Daniel Prat, Patricia Faivre Rampant, Emilce Prado

2006, 456 p.

Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées

Claire Doré, Fabrice Varoquaux (coord.)

2006, 812 p.

Acteurs et territoires locaux

Vers une géoagronomie de l'aménagement

Marc Benoit, Jean-Pierre Deffontaines, Sylvie Lardon

2006, 174 p.

Éditions Quæ

RD 10

78026 Versailles Cedex, France

Préface

L'Ifremer est le conseiller scientifique et technique des décideurs publics (ministères, préfetures, services déconcentrés de l'État) pour la fourniture d'avis sur les demandes de permis ou de concession d'exploitation de matériaux marins. Ces demandes comprennent des études d'impact environnemental réalisées par des bureaux d'études, pour le compte des entreprises.

L'un des aspects abordés par les études d'impact concerne les effets de l'exploitation sur la tenue du littoral et sur d'éventuelles modifications du trait de côte. Si l'intérêt porté à cet aspect environnemental est croissant, le manque de références scientifiques valides pour le traiter est patent.

C'est dans l'objectif de réaliser un état de l'art et de fournir des recommandations sur le contenu des études que l'Ifremer a confié à Bernard Latteux, spécialiste en ingénierie portuaire et côtière, la rédaction d'un ouvrage de synthèse.

Le document présenté ici n'a pas la prétention d'imposer le canevas idéal des études d'impact tant les stratégies à adopter selon les sites sont variées et les phénomènes complexes. Il a pour vocation d'éclairer au mieux ceux qui, sur le terrain, doivent apporter les arguments de l'innocuité de leur activité.

Nous espérons que cet ouvrage aura répondu à cette attente.



Florence Cayocca
Physicienne, spécialiste
du transport sédimentaire
à l'Ifremer



Claude Augris
Géologue, en charge
de l'action « granulats marins »
à l'Ifremer

Remerciements

Les remerciements s'adressent à Pierre Le Hir (Ifremer, département Dynamiques de l'environnement côtier) et Ricardo Silva Jacinto (Ifremer, département Géosciences marines) pour la relecture et la critique du manuscrit, ainsi qu'à Nelly Courtay (Ifremer, éditions Quæ) pour la correction du document et ses conseils avisés.

Sommaire

Notations	11
Introduction	15
Chapitre I - Contexte des matériaux marins en France métropolitaine	
Chapitre II - Les facteurs et les processus physiques en jeu	
Les conditions océano-météorologiques	25
Les sédiments marins et la dynamique sédimentaire	51
Chapitre III - Les impacts potentiels sur le milieu physique	
L'impact sur l'hydrodynamique	71
Les impacts sur les fonds sédimentaires	79
Chapitre IV - Les outils existants, leurs limitations, leur validation et leurs résultats	
Typologie des modèles numériques	89
Données expérimentales et application des modèles	103
Chapitre V - Choix de site d'extraction et étude de l'impact sur le milieu physique littoral	
Les types d'impact potentiel et les critères d'absence d'impact significatif	121
Un passage obligé : l'étude sur document	127
Les études détaillées	131
Étude d'impact spécifique pour les extractions en mer : suggestion d'une ébauche afférente aux aspects strictement hydrosédimentaires	139

Synthèse et conclusion	143
Lectures recommandées	153
Références bibliographiques	155

Notations

La liste qui suit a pour objet de définir les notations utilisées dans les équations du présent document. Ces différentes définitions sont portées dans le corps du texte chaque fois que la notation en question est utilisée pour la première fois ; elle n'est plus rappelée lors des utilisations suivantes.

Notation	Définition	Dimension
A	amplitude (demi-marnage) de la marée	L
C	célérité de l'onde de marée, valant \sqrt{gd}	LT ⁻¹
C _D	coefficient de traînée en courant seul	-
C _g	vitesse de groupe de la houle	LT ⁻¹
C _h	coefficient de frottement de Chézy	L ^{1/2} T ⁻¹
C _r	coefficient de réflexion de la houle	-
d	profondeur d'eau	L
d _a	profondeur de la limite de la « zone active » sous la houle	L
d _b	profondeur d'eau au déferlement	L
d _f	profondeur à laquelle cesse le mouvement de sédiment	L
d _i	profondeur de la limite inférieure du profil construit par la houle	L
d _{MV}	profondeur limite à laquelle commence le colmatage (Migniot-Viguier)	L
D	diamètre du sédiment	L
D [*]	diamètre sédimentologique du grain	-
D ₅₀	diamètre médian du sédiment	L
f	fréquence de la houle	T ⁻¹
f _{Cor}	paramètre de Coriolis	T ⁻¹

f_h	coefficient de rugosité en houle seule	-
f_p	fréquence de pic, correspondant à la densité maximale d'énergie	T^{-1}
g	accélération de la pesanteur	LT^{-2}
H	hauteur de la houle	L
H_b	hauteur de la houle au déferlement	L
$H_{b,rms}$	hauteur quadratique moyenne des vagues au déferlement	L
$H_{1/3}$	hauteur significative de la houle, définie comme la hauteur moyenne du tiers supérieur des vagues	L
$H_{1/n}$	moyenne du n ^e supérieur des vagues	L
H_i	hauteur de la houle incidente	L
H_m	hauteur moyenne des vagues	L
H_{m0}	estimation de la hauteur significative, obtenue à partir de l'intégration du spectre d'énergie	L
H_{max}	hauteur maximale de la houle	L
H_r	hauteur de la houle réfléchie	L
H_{rms}	hauteur quadratique moyenne des vagues	L
H_{sb}	hauteur significative de la houle au déferlement	L
H_{sm}	médiane annuelle de la hauteur significative	L
I_r	Nombre d'Iribarren	-
k	nombre d'onde	-
K_f	coefficient de frottement de Strickler	$L^{1/3} T^{-1}$
K_l	coefficient de transport littoral	-
K_r	coefficient de réfraction de la houle	-
k_s	coefficient de rugosité de Nikuradse	L
K_s	coefficient de shoaling	-
L	longueur d'onde de la houle	L
L_0	longueur d'onde en profondeur infinie ($= g T^2 / 2 \pi$)	L
l_s	longueur de la souille perpendiculairement au littoral	L
m	pente de la plage	-
m_b	pente de la plage entre la zone de déferlement et la côte	-
N	nombre de vagues d'un train de vagues	-
n	porosité des sédiments	-
$Q_{h,net}$	débit solide net sur la période de la houle (en volume par unité de largeur)	$L^2 T^{-1}$
Q_l	débit de transport littoral en volume de sédiments en place	$L^3 T^{-1}$
Q_{ml}	débit de transport littoral en masse apparente	MT^{-1}

Q_t	débit solide par unité de largeur (en volume)	L^2T^{-1}
R	recul du littoral	L
S	volume extrait, par mètre linéaire le long du littoral	L^2
T	période de la houle	T
$TH_{1/3}$	période associée à la hauteur significative	T
T_m	période moyenne des vagues	T
T_p	période de pic de la houle	T
T_{sm}	moyenne annuelle de la période significative	T
u	vitesse de cisaillement sur le fond	LT^{-1}
$U_{(z)}^*$	vitesse du courant à l'altitude z	LT^{-1}
U_a	vitesse maximale du courant de marée moyenné sur la verticale	LT^{-1}
U_b	vitesse minimale du courant de marée moyenné sur la verticale	LT^{-1}
U_h	maximum de la vitesse orbitale près du fond	LT^{-1}
U_{rms}	moyenne quadratique de la vitesse orbitale près du fond	LT^{-1}
V	vitesse moyenne sur la verticale	LT^{-1}
V_{cr}	vitesse critique de début d'entraînement en courant seul	LT^{-1}
V_d	vitesse du courant littoral	LT^{-1}
W_s	vitesse de chute du sédiment	LT^{-1}
z	niveau au dessus du fond	L
z_0	longueur de rugosité du fond	L
α	angle que la paroi forme avec l'horizontale	-
α_b	angle entre le rivage et la crête de houle au déferlement	-
β	pente des fonds dans le sens de l'écoulement	-
δ	épaisseur de la couche limite	L
δ_{cm}	épaisseur de la couche limite des courants de marée	L
θ	paramètre de mobilité en houle	-
θ_c	paramètre de mobilité critique	-
κ	constante de von Karman	-
λ	longueur d'onde de la houle au niveau de la souille, après extraction	L
λ_0	longueur d'onde de la houle au niveau de la souille, avant extraction	L
ν	viscosité cinématique de l'eau	L^2T^{-1}
ρ	masse volumique de l'eau	ML^{-3}
ρ_s	masse volumique du sédiment	ML^{-3}
σ	pulsation de l'onde de marée	T^{-1}

τ	contrainte de cisaillement sur le fond	$ML^{-1}T^{-2}$
τ^*	contrainte adimensionnelle de cisaillement sur le fond	-
τ_c	contrainte sous l'action du courant	$ML^{-1}T^{-2}$
τ_m	contrainte moyenne sous l'action de la houle et du courant	$ML^{-1}T^{-2}$
τ_{max}	contrainte maximale sous l'action de la houle et du courant	$ML^{-1}T^{-2}$
τ_w	contrainte maximale sous l'action de la houle	$ML^{-1}T^{-2}$
ϕ	angle entre le courant et la direction de propagation de la houle	-
ω	pulsation de la houle	T^{-1}

Introduction

Les dossiers de demande de permis d'exploitation de matériaux marins comportent un chapitre consacré à l'impact de l'exploitation sur la tenue du littoral et aux éventuelles modifications du trait de côte.

L'intérêt porté par les services de l'État sur cet aspect environnemental est croissant ; par contre, le manque de références scientifiques valides pour fournir une réponse satisfaisante est patent.

Partant de ce constat, l'Ifremer a souhaité élaborer un ouvrage de recommandations, permettant de pallier cette carence, destiné plus particulièrement à :

- établir un document de référence pour appréhender les phénomènes hydro-morpho-sédimentaires du milieu littoral et côtier ;
- évaluer les effets de l'exploitation des matériaux marins sur le littoral et leur amplitude, c'est-à-dire les interactions entre le site d'extraction (présence de souille), le transit sédimentaire et la morphologie côtière (trait de côte) ;
- asseoir un avis éclairé sur les évolutions à long terme ;
- aider les entreprises et les bureaux d'études dans la constitution de leur dossier.

Ainsi, cet ouvrage présente successivement :

- le contexte des extractions (besoins et ressources) ainsi que la réglementation actuelle ;
- un éclairage sur les processus physiques en jeu, concernant tant l'élément liquide (marée, courants et houle) que les sédiments marins (dynamique sédimentaire) ;
- les impacts potentiels sur le milieu physique ;
- les outils de modélisation existants, leurs limitations, leur validation et leurs résultats ;
- les recommandations sur le choix du site d'extraction et sur la réalisation d'études de l'impact sur le milieu littoral.

L'aperçu des processus physiques présenté dans le chapitre II n'a pas la prétention de l'exhaustivité comme pourrait l'être un cours, et ne saurait dispenser d'une recherche plus approfondie en fonction des besoins de l'étude d'impact.

Une synthèse expose en fin d'ouvrage de façon simplifiée le contenu. Cette formule autorise un survol aisé de l'ensemble du document et facilite la recherche d'informations plus détaillées dans le corps de chaque chapitre. Celui-ci s'achève par une sélection de lectures recommandées qui permettent d'approfondir les sujets abordés.

Chapitre I

Contexte des matériaux marins en France métropolitaine

