



## TABLE DES MATIERES

<i>Avant-propos</i> .....	3
<i>Tables des matières</i> .....	5
<b>Chapitre I: Houles régulières</b>	
I.1 Houle régulière.....	9
I.1.1 Définition .....	9
I.1.2 Classification .....	10
I.2 Equations caractéristiques d'une houle régulière.....	11
I.2.1 Hypothèses de base .....	11
I.2.2 Conditions aux limites.....	12
I.2.3 Vitesse et accélération de la houle.....	14
I.2.4 Déplacement des particules d'eau .....	15
I.2.5 Pression à la surface .....	18
I.2.6 Energie.....	19
I.2.7 Vitesse de groupe .....	19
I.2.8 Discussion .....	21
I.3 Modèles de houles linéaires .....	23
I.3.1 Houle d'Airy.....	23
I.3.2 Houle de Gerstner (houle trochoïdale) .....	25
I.4 Modèles de houles non-linéaires .....	26
I.4.1 Houle de Stokes.....	26
I.4.2 Houle de Stokes du second ordre .....	27
I.4.3 Houle Cnoïdale.....	34
I.4.4 Ondes solitaires ( <i>Solitary waves</i> ) .....	38
I.4.5 Fonction courant ( <i>Stream function</i> ).....	40
I.4.6 Tsunami.....	43
<b>Chapitre II: Houles irrégulières et houle réelles</b>	
Introduction.....	45
II.1 Théorie de la houle irrégulière.....	46
II.1.1 Méthode statistique d'analyse de la houle irrégulière.....	46
II.1.1.1 Analyse vague par vague .....	46
II.1.1.2 Paramètres statistiques de calcul.....	47
II.1.2 Méthode spectrale .....	49
II.2 Méthodes de calcul de la densité spectrale .....	51
II.2.1. Méthode d'autocorrélation .....	51
II.2.2 Transformée de Fourier Rapide (FFT).....	52
II.3 Modèles de densité spectrale .....	52

II.3.1	Modèle Pierson-Moskowitz (PM)	52
II.3.2	Modèle Bretschneider	54
II.3.3	Modèle spectral ISSC (Bretschneider modifié)	54
II.3.4	Modèle spectral ITTC	55
II.3.5	Modèle JONSWAP	56
II.3.6	Modèle de Liu	58
II.3.7	Modèle de Sverdrup et Munk (méthode semi-empirique)	59
II.4	Analyse statistique de la houle aléatoire	61
II.4.1	Passage par des points singuliers	61
II.4.2	Distribution des hauteurs caractéristiques des vagues	62
II.4.3	Distribution des périodes des vagues	65
II.4.4	Distribution conjointe des hauteurs et périodes des vagues	66
II.4.5	Distribution de Weibull	66
II.4.6	Prévision de la houle	66
II.4.7	Ajustement par analyse probabiliste et statistique	67
II.5	Houle en bassin bidimensionnel et tridimensionnel	71

### Chapitre III: Déferlement et transformations de la houle

Introduction	75	
III.1	Description du phénomène de déferlement	75
III.2	Réfraction par profondeur ( <i>Shoaling</i> )	76
III.3	Différents types de déferlement	78
III.4	Conditions du déferlement	80
III.4.1	Critères de formation de déferlement	80
III.4.2	Dissipation d'énergie du déferlement	83
III.4.3	Hauteur du <i>Run-up</i>	85
III.5	Réfraction de la houle	87
III.6	Réflexion de la houle	90
III.7	Diffraction de la houle	93
III.7.1	Méthode de calcul des plans de diffraction	94

### Chapitre IV: Transport sédimentaire en milieu estuarien

Introduction	97	
IV.1	Classification des sédiments	97
IV.1.1	Classification de Wentworth et Echelle " $\phi$ " de Krumbein	97
IV.1.2	Paramètres statistiques	101
IV.1.3	Viscosité moléculaire et cinématique	107
IV.1.4	Porosité du milieu	109
IV.1.5	Écoulement Darcy et post-Darcy	110

IV.2	Vitesse de chute	112
IV.2.1	Vitesse de chute d'une particule libre	112
IV.2.2	Vitesse de chute entravée	115
IV.3	Sédiments cohésifs	118
IV.3.1	Concentration	119
IV.3.2	Diffusion	119
IV.3.3	Comportement des vases	121
IV.3.4	Mesure du flux	121
IV.4	Sédiments non-cohésifs	122
IV.4.1	Frottement du fond	122
IV.4.2	Critère d'entraînement des particules	123
IV.4.3	Diamètre sédimentologique	127
IV.4.4	Profondeur de fermeture	128
IV.5	Dynamique de la zone de jet de rive ( <i>swash</i> )	130
IV.5.1	Définition	130
IV.5.2	Caractéristiques cinématiques	131
IV.6	Profil d'équilibre d'une plage	131
IV.6.1	Modèle de Dean (1977)	132
IV.6.2	Modèle de Moore (1982)	133
IV.7	Prédiction des conditions d'érosion et de dépôts des sédiments	134
IV.8	Contraintes de radiation et courant	135
IV.8.1	Contraintes de radiation	135
IV.8.2	Calcul de surcote ( <i>wave setup</i> )	136
IV.8.3	Courants littoraux	137
IV.9	Courants de retour	143
IV.9.1	Génération d'un courant	143
IV.9.2	Combinaison de la houle et du courant	143
IV.10	Transport sédimentaire par charriage	145
IV.10.1	Débit solide par charriage	145
IV.10.2	Formation des rides et dunes	150
IV.11	Transport sédimentaire par suspension	151
IV.11.1	Modèle de diffusion turbulente	151
IV.12	Écoulement en milieu estuarien	154
IV.12.1	Généralités sur les mouvements liquides dans les estuaires	154
IV.12.2	Modèle de conservation de masse et courants de densité	155
IV.12.3	Barrage de fermeture en estuaire	156

<b>Chapitre V: Ouvrages de protection et de défense</b> .....	161
Introduction.....	162
V.1 Approches de dimensionnement d'un ouvrage côtier.....	163
V.2 Mesures de protection du littoral.....	163
V.2.1 Fronts de mer.....	167
V.2.2 Principe de fonctionnement des brise-lames.....	172
V.2.3 Principe de fonctionnement des épis.....	174
V.2.4 Autres types d'épis.....	174
V.2.4.1 Epis en Y.....	174
V.2.4.2 Epis en L et T.....	174
V.3 Différents types de digues.....	174
V.3.1 Eléments d'une digue à talus.....	174
V.3.2 Digue à talus conventionnelle.....	176
V.3.3 Digue à talus conventionnelle avec mur de couronnement.....	176
V.3.4 Digue à berme.....	176
V.3.5 Digue submergée.....	177
V.3.6 Digue mixte horizontalement.....	177
V.3.7 Digue mixte verticalement.....	177
V.3.8 Digue en caisson.....	178
V.4 Dimensionnement d'une digue à talus conventionnelle.....	180
V.4.1 Paramètres caractéristiques d'une digue.....	180
V.4.2 Stabilité d'une digue.....	182
V.4.2.1 Formule d'Hudson (1959).....	182
V.4.2.2 Formule de Van Der Meer (1988).....	184
V.4.2.3 Conception d'un musoir.....	193
V.5 Digue à talus avec mur de couronnement.....	194
V.5.1 Différents types de murs de couronnement.....	196
V.5.2 Approche fondamentale du franchissement.....	198
V.5.3 Méthode d'Owen (1980) types de murs de couronnement.....	200
V.5.4 Méthode du Taw (2002).....	204
V.6 Analyse de la rupture d'une digue.....	207
V.6.1 Mécanismes de rupture.....	207
V.6.2 Calculs aux états limites.....	208
V.6.3 Erosion régressive (phénomène de renard).....	212
V.7 Modélisation physique.....	212
V.7.1 Aperçu générale.....	212
Références bibliographiques.....	217

## CHAPITRE I

### HOULES REGULIERES

#### I.1 HOULE REGULIERE

##### I.1.1 Définition

On considère, que la houle est le résultat d'un ensemble d'ondulations ou de vagues parallèles identiques qui s'accroissent avec l'augmentation de la vitesse du vent et qui se traduit par un transport d'énergie. La houle représente aussi, un groupement de vagues résultant d'une propagation d'ondes de surface, qui se propagent à l'interface eau-atmosphère.

Les forces de rappel qui s'opposent à la perturbation sont essentiellement résultantes des effets de tension superficielle dans le cas de présence de faibles longueurs d'ondes. Contrairement les forces de pression et de gravité sont effectives pour les grandes longueurs d'ondes (ondes de gravité). Le mouvement de la houle est caractérisé par les paramètres suivants (figure I.1):

- L'amplitude  $H$  : dénivellation maximale entre la crête et le creux
- La longueur d'onde  $L$  : distance qui sépare deux creux ou deux crêtes successives.
- La période  $T$  : intervalle de temps qui sépare les passages de deux crêtes consécutives au même point.
- La profondeur  $d$  : paramètre de contrôle des processus physiques affectant les vagues.

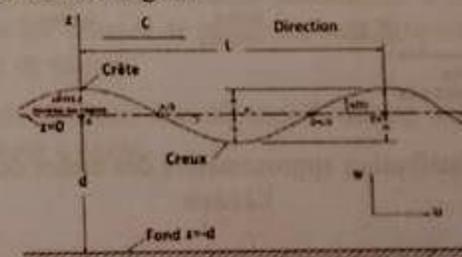


Figure I.1 Caractéristiques d'une houle régulière