

SESSION 1
HYDRAULIQUE CÔTIÈRE
Questions – Discussions

P. BONNETON : Dynamique non-linéaire des vagues en zone de surf interne.

Question de F. Saint-Cast:

- Quelle est l'influence du coefficient de frottement sur la propagation des vagues dans la ZSI ?
- Validité des courants de retour ?

Réponse :

-Le coefficient de frottement ainsi que l'a montré Cox (1995) a très peu d'influence sur la propagation des vagues dans la ZSI et donc sur le courant de retour dont l'intensité est contrôlée par le flux de masse apportée par les vagues. En revanche le frottement joue un rôle important en zone de swash.

Question de P. Sergent:

- Comment est traitée la capture de choc dans l'équation de St-Venant ?

Réponse :

- La résolution numérique des chocs est obtenue à partir d'un schéma numérique Mac Cormack TVD.

C.BRIERE : Etude de la viabilité d'un modèle parabolique de Berkhoff au voisinage de l'embouchure de l'Adour.

Question de P. BONNETON :

- Quelle stratégie de modélisation est envisagée pour pouvoir tenir compte à la fois des problèmes de réflexion sur les structures et de déferlement sur les plages, à partir d'un Berkhoff elliptique ?

Réponse :

- La caractérisation de l'état de mer en présence d'ouvrages et de plages de pentes plus douce nécessite, à priori, plus qu'une utilisation simple d'un Berkhoff elliptique mais une utilisation emboîtée de modèles résolvant l'équation d'action de la houle (modèles dits spectraux) et de modèles basés sur la théorie linéaire (Berkhoff elliptique en l'occurrence). Les modèles spectraux permettront de caractériser la propagation jusqu'au déferlement alors que les modèles Berkhoff elliptique ou d'agitation portuaire sont mieux adaptés à la considération des réflexions sur ouvrages. Par ailleurs, une utilisation de modèles Berkhoff parabolique reste d'actualité à proximité d'ouvrages en simulation d'ondes polychromatiques.

R. CERTAIN : Déformation de la houle sur une plage à barres

Question de L. Hamm :

- L'analyse spectrale de mesure de pression en zone de déferlement est délicate. Le bruit observé sur certains spectres présentés peut résulter :
 - de faiblesses dans la fonction de transfert pression/surface libre,
 - d'un nombre de degrés de liberté trop faible.

Quelle fonction de transfert a été utilisée ici ?

Quel est le nombre de degrés de liberté des spectres présentés dans la communication ?

Réponse :

- 1) La fonction de transfert est celle issue de la théorie linéaire utilisée par Wave, le logiciel qui a permis la réalisation des spectres, transformant les fluctuations de pression en fluctuations de surface libre.
- 2) La méthodologie utilisée par Wave est celle du « bin-averaging ». La densité spectrale d'énergie contenue dans une bande fréquentielle est remplacée par une moyenne des valeurs contenues dans les bandes voisines. Le nombre de degrés de liberté est alors égal à 2 fois le nombre de valeurs utilisées pour calculer ces moyennes, soit 4 dans notre cas puisque les moyennes ont été réalisées sur 2 bandes spectrales.

Question de C. Colmard :

- Dans le dépouillement des mesures de surface libre, avez-vous estimé la houle réfléchiée dans chaque zone ?

Un bilan de l'énergie réfléctive pourrait permettre d'estimer l'énergie dissipée par la bathymétrie et proposer un modèle de fonctionnement comme on le fait pour les caissons Jarlan, les digues partielles ...

Réponse :

- Non, la réflexion de la houle par les barres n'a pas été estimée. L'article est essentiellement focalisé sur l'analyse du transfert d'énergie vers les basses fréquences. Mais, pour parfaire ce travail et déterminer le rôle des barres dans la dissipation d'énergie, il faudra effectivement faire un bilan de l'énergie réfléctive.

S. GRILLI : Modélisation non-linéaire des transformations des vagues en zone côtière.

Question de P. Bonneton:

- Y-a-t-il eu des validations du modèle potentiel avec dissipation par rapport à des expériences décrivant la variabilité temporelle des vagues en zone de surf ?

Réponse :

- A ma connaissance, mon modèle est le seul modèle potentiel complètement non-linéaire où l'on ait inclus une dissipation due au déferlement sur la base d'un critère physique (tel que le ressaut hydraulique). Les seules validations que j'ai faites jusqu'à présent en zone de surf sont pour les grandeurs moyennées sur la période présentées ici. Il n'est évidemment pas exclu de le faire pour des mesures instantanées de surface libre dans un futur proche. Il y a beaucoup de mesures disponibles. Je pense, sur la base de mon expérience de ces modèles, que la forme des vagues devrait être prédite assez précisément. Les modèles Boussinesq où l'on a ajouté de la dissipation due au déferlement montrent une bonne prédiction en zone de surf, et ils ne sont après tout qu'une approximation des équations de fluide potentiel.

Question de J. Nerzic:

- Avez-vous travaillé sur la propagation de la houle irrégulière en faible profondeur et particulièrement sur les interactions entre fréquences qui modifient fortement les caractéristiques de la houle avant la zone de surf ?

Réponse :

- Je n'ai pas personnellement appliqué mon modèle potentiel aux vagues irrégulières en faible profondeur mais je compte le faire très bientôt dans le cadre d'un de mes projets. Il y a cependant des résultats publiés (Tulin et al. ~1996, Dingemans et al. ~1998), en particulier pour des groupes de vagues et l'on voit effectivement des phénomènes très intéressants d'interactions non-linéaires et de génération de vagues longues à l'avant des groupes.

P. LUBIN : Etude du déferlement par modélisation numérique 2D et 3D.

Question de S. Grilli:

- Les modèles de type NS-VOF sont souvent pénalisés d'une forte dissipation numérique. Il aurait été intéressant, dans le cadre du calcul de l'onde périodique, de calculer les erreurs sur la forme, l'énergie et la masse de l'onde durant une propagation plus longue, par exemple de 100 périodes. Egalement il aurait été intéressant de voir l'effet du maillage sur ces résultats.

Pour le calcul de déferlement sur plage, dans le futur, comment la vague initiale, en fin de shoaling, sera-t-elle initialisée ?

Réponse :

- Le cas de la propagation de l'onde périodique a été utilisé pour montrer la validité de notre étude, limitée à un déferlement intervenant en un temps inférieur à la période de l'onde

initiale. Il est exact que dans le cas d'une onde incidente approchant une plage, il nous sera effectivement nécessaire d'évaluer la dissipation numérique de nos schémas. Une méthode de raffinement local de maillage devrait être utilisée afin de décrire plus finement l'interface air / eau. L'onde serait, a priori, initialisée dans le domaine à partir d'une solution de type soliton.

Question de C. Kharif :

- La tension superficielle est-elle prise en compte (notamment dans le cadre du déferlement déversant) ? Si oui, il faudra résoudre le problème des courants parasites.

Réponse :

- A l'heure actuelle, nous avons la possibilité de prendre en compte la tension superficielle lors de la résolution des équations de Navier-Stokes. Cependant, nous n'avons pas encore étudié son impact sur nos cas d'étude. Pour ce qui est du cas de déferlement déversant, nous l'avons généré par un déferlement légèrement plongeant, et non par un déferlement généré par des instabilités, tel que c'est réellement le cas. Nous n'avons pas encore fait l'étude de la transition entre le légèrement plongeant et le déversant. Nous ne nous sommes pour l'instant attachés qu'à montrer notre capacité à décrire correctement les différents types de déferlement. Une étude plus approfondie de ce cas précis de déferlement nous amènera effectivement à nous pencher sur le type de problème soulevé par la question, comme l'ont déjà identifié certains auteurs.

F. MURZYN: Modulation des échelles de turbulence sous l'action de la houle.

Question de A. Temperville:

- Dans vos conclusions vous quantifiez la période de l'échelle intégrale égale à la moitié de la période de la houle, ce que l'on pouvait prévoir. Mais vous ne donnez pas de quantification de l'amplitude de cette échelle intégrale en fonction des paramètres de la houle. Avez-vous le projet de le faire ?

Réponse :

- Nous avons effectué au total 9 séries de mesures. Trois périodes, trois amplitudes de houle et trois vitesses moyennes de courant différentes ont été étudiées afin d'analyser leur influence respective sur l'échelle intégrale de turbulence. L'objectif de cette présentation est de présenter une évolution générale pour quelques configurations expérimentées. Toutefois, tous les résultats de ces études ne sont pas été présentés ici mais sont disponibles dans la thèse. Ils montrent d'une part, qu'un comportement similaire est observé pour chaque série d'essais et d'autre part, qu'une augmentation de l'amplitude de la houle et une diminution de sa période conduisent à un accroissement de cette échelle intégrale.

Question de M. Mory:

- Avez-vous vérifié que les valeurs moyennées de la turbulence sur une durée de 50 vagues environ avaient suffisamment convergé ?

Réponse :

- Tous les essais généralement entrepris en canal à houle se font sur un nombre moyen de vagues compris entre 30 et 50 jugé suffisamment représentatif de l'écoulement. Il arrive même qu'on ne travaille qu'avec 10 ou 20 vagues. Pour des raisons de temps, de disponibilité du matériel expérimental et du nombre d'essais à réaliser, nous n'avons pas effectué de mesures supplémentaires portant sur un traitement statistique relatif à plus d'une centaine de vagues par exemple. En revanche, nous avons veillé à ne jamais travailler avec moins de 40 à 45 vagues suivant la période de la houle, le nombre maximum étant exactement de 54 pour la période la plus faible.

M.A. PRADAL: Application des algorithmes d'inversion de la profondeur à des données de terrain

Question de R. Boutin:

- La méthode présentée semble une alternative à d'autres méthodes de mesures bathymétriques. En terme de coût, est-elle bien positionnée ?

Que pouvez-vous dire de la précision des résultats obtenus comparativement aux autres méthodes ?

Réponse :

- Cette méthode est effectivement assez coûteuse si on la compare à de simple surveys de la bathymétrie. Cependant, il est implicite que notre méthode est appliquée dans le cas où il n'est pas pratique ou possible d'accéder aux zones côtières en question. Je pense par exemple à des applications militaires liées au « littoral warfare » et aux cas de pays du tiers monde ayant peu d'infrastructures. Pour ces cas, le facteur coût devient plus relatif. En ce qui concerne la précision, une mesure directe est évidemment plus précise qu'une mesure indirecte, cependant, à nouveau notre méthode doit être envisagée pour le cas où une mesure directe n'est pas possible.

Question de J. Bougis:

- Votre méthode peut-elle être utilisée à partir d'images satellitaires par des profondeur 0-10 m ?

Réponse :

- Je pense qu'il n'y aurait pas de problèmes majeurs à utiliser des images satellites à condition que la résolution horizontale soit suffisante. Egalement, il faudrait que les corrections de perspective et projection horizontale soient effectuées, comme c'est le cas avec les images AROSS.

F. SAINT-CAST : Modélisation des écoulements induits par la houle

Question de L. Hamm:

- Avez-vous effectué un test numérique de l'impact du courant sagittal sur la propagation des vagues ?

Réponse : Des essais numériques ont permis de montrer que les courants moyens, et en particulier le courant sagittal, étaient trop faibles pour influencer de manière significative la propagation de la houle. Le phénomène de réfraction de la houle par le courant est donc négligeable dans les configurations simulées.

Question de S. Grilli:

- Comment prenez-vous en compte le déferlement ? Avez-vous amélioré la paramétrisation de Ref-Dif ?

Réponse :

-Le déferlement des vagues est un phénomène majeur à prendre en compte sur les plage d'aquitaine. Pour cela, la propagation de la houle est simulée par l'intermédiaire du modèle « pente douce » parabolisée REFDIF proposé par Kirby (1994) et utilisant la paramétrisation du déferlement proposée par Dally (1985) et Kirby et Dalrymple (1983).

Bibliographie :

W. R. Dally and R. G. Dean and R.A. Dalrymple. *Wave height variations across beaches of arbitrary profile*, Journal of geophysical research, 90: 11917-11927, 1985.

J. T. Kirby and R. A. Dalrymple. *A parabolic equation for the combined refraction-diffraction of stokes waves by mildly varying topography*. Journal of fluid mechanics, 136:543-66, 1983.

J. T. Kirby and R. A. Dalrymple. *REF/DIF 1, Version 2.5, Documentation and User's Manual*. Center for Applied Coastal Research, Department of Civil Engineering, University of Delaware, 1994.

N. SENECHAL : Analyse de la période représentative de la houle en zone de surf.

Question de J. BOUGIS :

- Vous utilisez la théorie du bispectre pour analyser l'évolution de la houle à la côte. Dans le cadre de ce projet, c'est le spectre inverse qui est nécessaire. Avez-vous essayé de dégager des lois d'évolution pour paramétrer les coefficients du bispectre et permettre de prévoir le comportement de la houle sur un intervalle connu seulement par sa bathymétrie et ses caractéristiques hydrodynamiques globales ?

Réponse :

- Dans le cas de l'analyse de l'évolution de la houle à la côte, il est particulièrement difficile de dégager des lois d'évolution pour paramétrer les coefficients du bispectre (mais aussi du spectre) et permettre de prévoir le comportement de la houle sur un intervalle connu seulement par sa bathymétrie et ses caractéristiques hydrodynamiques globales. En effet, cette zone est le siège de nombreux phénomènes non linéaires dont les mécanismes ne sont pas encore complètement élucidés et qui se produisent sur des distances très courtes (quelques longueurs d'ondes) et particulièrement sensibles à la bathymétrie « fine » (celle susceptible de se modifier sur un cycle de marée même en présence d'une houle modérée). Ces phénomènes non linéaires confèrent à cette zone la particularité d'être particulièrement instationnaire.

Question R. BONNEFILLE:

- Comment définissez-vous la période significative ?

Réponse :

- La période significative est la période significative des vagues définies par passage au niveau moyen par valeurs décroissantes, soit la moyenne des périodes du tiers supérieur en hauteur des vagues définies par passage au niveau moyen par valeurs décroissantes ($T_{H1/3,d}$).

C.BRIERE : Etude de la viabilité d'un modèle parabolique de Berkhoff au voisinage de l'embouchure de l'Adour.

Question de J. BOUGIS :

- Vous concluez que le modèle parabolique n'est pas performant ? Cependant, il existe plusieurs formes de l'équation elliptique et celle que vous avez retenue ne tient pas compte de la dissipation visqueuse. Ensuite, il existe plusieurs formes paraboliques. Celle de Radder date de 1975, il y a mieux maintenant, en particulier en recherchant une solution projetée à l'équation elliptique « parabolique ou non » dans des axes curvilignes et en travaillant sur l'enveloppe des hauteurs.

Réponse :

- Il existe en effet plusieurs formes paraboliques et celle développée dans le modèle Ref-Dif ne se réduit pas à la formulation de Radder puisque différentes améliorations ont été apportées au modèle :

- formulation parabolique de Booij incluant un nombre plus important de termes dérivés selon l'axe longitudinal et permettant la considération d'ondes propagées dans un angle de 60° autour de la direction principale.
- relation de dispersion dont la limite rejoint respectivement, en profondeur finie, la forme de Hedges et, en grande profondeur, la relation de Stokes, et permettant la considération d'une faible non linéarité.
- extension de l'approximation de Booij par Kirby selon le principe minimax augmentant l'angle de validité autour de la direction principale de propagation.

Par ailleurs, il existe également sur maillage cartésien, régulier ou non, affiné à l'approche d'ouvrages, des solutions, à l'équation parabolique, valides pour une considération d'ondes polychromatiques.

VII^{èmes} Journées Nationales Génie Civil – Génie Côtier, Anglet, France, 15-17 Mai 2002

Cependant, lorsqu'on simule un régime d'ondes monochromatiques, celles-ci se rangent, après réfraction, selon une direction principale et, pour des périodes voisines, la réponse prend la forme d'oscillations longitudinales des hauteurs, réponse non satisfaisante pour la réalisation d'un modèle morphodynamique.