

SESSION II DISCUSSIONS

1. Question de M. Sanchez à M. Mory et coll.

Dans votre document écrit, aucune relation n'est faite entre les paramètres caractéristiques des vases (cohésion, rigidité initiale) et les résultats observés en laboratoire. Est-ce que ces relations ont été étudiées dans votre projet ou pas.

Réponse

La contrainte de longueur a fait que les informations sur les caractéristiques de la vase n'ont pas été fournies dans l'article. Nous avons tenté de pallier à ce défaut dans notre présentation orale. Des mesures des paramètres de la vase (composition, rigidité) ont été effectuées en parallèle à notre étude par de Croutte, Galissaires et Ham (rapport interne Sogréah, 1996). Pour la rigidité, ces mesures dépendent d'un protocole et ne peuvent être extrapolées à notre expérience. En outre, la mesure de la rigidité n'est pas une mesure de la contrainte de résistance à l'érosion, en dépit d'une corrélation entre ces deux quantités (Migniot, 1989).

2. Remarque de R. Bonnefille à M. Mory et coll.

Nous rappelons aux auteurs que des études d'érosion de vase de la Gironde ont déjà été effectuées au LNH à Chatou dans les années 70, dans une conduite circulaire bouclée de façon à bien connaître u_* .

Réponse

Nous remercions M. Bonnefille pour cette référence que nous ne connaissons pas. Si les travaux de M. Migniot sont bien connus, les travaux au LNH dans les années 70 n'ont pas tous été aussi largement diffusés.

3. Remarque de R. Bonnefille à R. Boutin

Il est rappelé à l'auteur que plus d'une centaine de mesures de vitesses de propagation, de séparations de concentration, etc., ont été effectuées au LNH à Chatou. Ces mesures peuvent éventuellement vous intéresser.

Réponse

Les études réalisées au LNH à Chatou dans le passé (dans les années 60/70) et évoquées par Monsieur Bonnefille m'intéressent bien évidemment. Malheureusement, plus aucune des données de l'époque ne semble disponible au LNH. Des études sur les courants de turbidité ont également été menées au LCHF.

Il avait été mis en évidence qu'une mixture de densité ρ_m mise en contact avec de l'eau claire sur une hauteur H , était soumise à une vitesse initiale de propagation $V=K (g'H)^{0.5}$ avec $g'=g(\rho_m-\rho_o)/\rho_m$ l'accélération réduite de la pesanteur, ρ_o la masse spécifique de l'eau et g l'accélération de la pesanteur.

Les expériences que j'ai présentées sont différentes de celles réalisées à l'époque dans le sens où toute la phase initiale (chute puis impact au fond) est prise en compte.

4. Questions de D. Levacher à R. Boutin

4.1.- Vous avez parlé du traitement appliqué aux vases utilisées pour vos essais, de quel type de traitement s'agit-il ?

4.2.- Avez-vous fait des analyses concernant les polluants contenus dans les vases de Seine (polluants métalliques) ? Il serait intéressant de coupler les études que vous menez, à la migration de ces polluants.

Réponses

4.1.- Les vases ont été tamisées à 125 μm et traitées au permanganate de potassium pour neutraliser la fraction organique. De plus, pour suivre les phénomènes, cette vase a été marquée par de l'indium 113 métastable.

4.2.- Des analyses régulières des teneurs en principaux polluants (Hg, Cd, As, Pb, Cr, Cu, Zn, Ni, PCB) sont faites sur les matériaux à draguer. Les études que j'ai entreprises pourraient bien évidemment être enrichies par la prise en compte des phénomènes de chimisorption et de relargage.

5. Question de O. Briand à K. Bosser et coll.

Avez-vous pris en compte les apports solides de la rivière ?

Réponse

La charge solide de la Grande Rivière n'est pas connue précisément. Néanmoins la taille des blocs présents dans le lit de la rivière (> 1 m de diamètre) témoigne de l'importance de la charge solide.

6. Question de R. Bonnefille à K. Bosser et coll.

La figure 2 montre que la répartition des hauteurs de houles annuelles semble être une loi de Rayleigh. Est-ce fortuit ? Ou s'agit-il d'un phénomène à étudier ?

Réponse

Les conditions de houle qui ont servi à l'élaboration de cette figure furent exceptionnellement fortes, ce qui peut expliquer que la répartition des hauteurs suivent une loi de Rayleigh.

7. Question de D. Levacher à K. Bosser et coll.

Pouvez-vous justifier les incertitudes sur l'estimation des volumes des sédiments ? Vous avez précisé lors de l'exposé 20% alors que dans l'article vous avez écrit des volumes avec des précisions allant de 33% à 40% (§ 5.2).

Réponse

Voir la réponse à la question 8.

8. Question de M. Naciri à K. Bosser et coll.

Quelle est l'incertitude sur le bilan des sédiments calculés entre deux dates compte tenu de la précision de la mesure GPS ?

Réponse commune aux questions 7 et 8

L'imprécision sur le calcul des volumes de l'avant-côte est de l'ordre de 40%, ce qui explique que les différences de volumes calculées soient dans la marge d'erreur.

9. Remarque de R. Bonnefille à K. Hosseini et coll.

Il est suggéré aux auteurs d'essayer de rechercher si on satisfait la loi classique : $Q_s = K(C) f(\tau_o - \tau_{oc})$.

Réponse

C'est vrai que dans notre communication ici présentée, aucune loi n'est ajustée pour Q_s , cependant à la figure 4 on montre Q_s en fonction de τ_o et de C . Au cours de nos travaux nous observons qu'une loi exponentielle comme celle proposée par Mehta et Partheniades (référence 9.1), est celle qui suit au plus

près les mesures. Cette loi est de la forme suivante : $Q_s = Q_{s0} \exp[\alpha(\tau_o - \tau_{oc})/\tau_{oc}]$, où Q_{s0} est une valeur de référence du taux d'érosion, α un paramètre de la loi qui, dans notre cas, est proportionnel à la racine carrée de la cohésion non drainée c_u du sédiment ($\alpha = k c_u^{0.5}$), et τ_{oc} est la tension de cisaillement critique d'érosion, proportionnelle à c_u . Enfin, on note que c_u est proportionnel à la sixième puissance de la concentration C .

Référence 9.1 : Mehta A.J. and Partheniades E., « Resuspension of deposited cohesive sediment beds », 18th coastal engineering conference, Vol. 2 Cape Town, South Africa, pp 1569-1588, 1982.

10. Questions de R. Boutin à K. Hosseini et coll.

10.1.- Comment pratiquement accéder aux flocons qui sont des structures fragiles ?

10.2.- Le c_u de l'article est-il le même que celui des géotechniciens ?

Réponses

10.1.- Voir la réponse à la question 11.

10.2.- La cohésion non drainée c_u mentionnée dans notre communication est effectivement la même que celle des géotechniciens, mais les appareils de mesures utilisés sont spécialement conçus pour mesurer des valeurs très faibles de celle-ci.

11. Question de M. Mory à K. Hosseini et coll.

Vous présentez des mesures sur la taille et la densité des flocons recueillis dans un piège à sédiments. Comment ces flocons ont-ils été recueillis et caractérisés (appareils, etc.) ?

Réponse commune aux questions 10.1 et 11

La réponse à cette question est nécessairement longue car il faut décrire une procédure de mesures.

Dans le but de mesurer la masse volumique des copeaux de vase érodés, on a préparé 11 solutions de masses volumiques différentes en diluant dans de l'eau des quantités variables de sel et de sucre. Les masses volumiques de ces liquides étalons varient entre 1183 et 1383 kg m⁻³.

Un copeau de vase immergé dans l'eau est attrapé sans être touché, par aspiration dans un tube en verre de 5 mm de diamètre intérieur. En mettant ce tube dans une position verticale, le copeau chute par gravité pour se positionner dans la partie inférieure du tube en contact avec l'air ambiant.

Quand l'on immerge la partie inférieure de ce tube dans une éprouvette remplie d'un liquide, soit le copeau reste dans le tube et l'on déduit que sa densité est

inférieure à celle du liquide, soit le copeau chute dans éprouvette et l'on déduit alors que le copeau est plus dense que le liquide.

Ainsi, la mesure de la masse volumique d'un copeau de vase se fait en immergeant la partie inférieure d'un tube en verre contenant ce copeau, dans les liquides étalons. Les immersions se font en passant des liquides les plus denses vers les moins denses. Quand le copeau chute dans un liquide, on conclut que sa masse volumique est supérieure à celle du liquide où il chute mais inférieure à celle du dernier liquide où il flotte.

Par ailleurs, la taille des copeaux immergés dans l'eau, est mesurée avec un régllet transparent collé à un verre de montre, qui moyennant un support est posé 1 cm au-dessus du copeau à mesurer.

Une description plus claire et détaillée des appareils utilisés et de la mesure elle-même sera disponible dans la thèse de K. Hosseini qui sera présentée à l'université de Nantes en 1999.

12. Question de O. Briand à F. Levoy et coll.

Quelles sont les conditions d'apparitions du mascaret sur la haute slikke ?

Réponse

Les remises en suspension des sédiments de la haute slikke ont lieu principalement à l'arrivée du flot, entre 2 heures et 1 heure avant la pleine mer. Le facteur important est la faible épaisseur de la tranche d'eau sur laquelle les courants de flot, assez rapides, vont pouvoir transporter de grandes quantités de sédiments. Les pics de turbidité s'observent au niveau du mascaret qui apparaît généralement pour des marées de vive-eau moyenne, à partir de coefficients compris entre 80 et 90.

13. Questions et remarque de R. Bonnefille à K. Spielmann et coll.

13.1.- La comparaison des résultats du modèle avec les courants de retour calculés par le modèle de Miche a-t-elle été faite ?

13.2.- Les auteurs ne sont-ils pas gênés d'utiliser un modèle de houle irrotationnelle et d'introduire de la turbulence sur toute la profondeur ?

13.3.- Pourquoi utiliser la formule de transport de Bailard qui ne semble pas donner les meilleurs résultats par rapport aux autres formulations ?

Remarque.- Attention, l'utilisation de la vitesse de chute déterminée en eau calme n'est pas toujours valable en écoulement turbulent modélisé par la formule de Rouse.

Sans réponse de la part des auteurs

14. Question de P. Forget à K. Spielmann et coll.

Pouvez-vous préciser comment la turbulence due aux vagues est introduite dans votre modèle.

Sans réponse de la part des auteurs

15. Question de R. Boutin à E. Akouango et coll.

Donner la définition de ϕ .

Réponse

L'utilisation de l'échelle des ϕ pour indiquer la dimension des particules d'un sédiment est en même temps une difficulté et une simplification.

C'est une difficulté (petite) parce qu'elle nécessite un calcul supplémentaire à partir de la dimension métrique. La dimension ϕ d'un grain est, en effet, le cologarithme en base 2 de la dimension en millimètres. Également par le fait que l'esprit doit s'habituer à considérer que plus la valeur est grande (algébriquement) plus le grain est petit et inversement.

C'est une simplification car la courbe granulométrique n'est de forme "gaussienne" (c'est cependant rarement une courbe de Gauss) que lorsqu'on prend la précaution de représenter les dimensions sur une échelle logarithmique. Dès lors, si l'on veut entrer dans le détail des triages qui représentent les poids relatifs des différentes classes granulométriques (par le calcul des indices de "triage", d'"asymétrie", d'"angulosité"), il faut adopter une formulation logarithmique de la dimension. Tous les indices calculés à partir des percentiles métriques n'ont aucun sens.

16. Question de O. Briand à E. Akouango et coll.

Pensez-vous qu'il soit possible d'effectuer un suivi topo continu (sur profil) durant la tempête et quels moyens pourrait-on utiliser ?

Réponse

Oui, il existe des systèmes pour faire des profils continus pendant une tempête. Ce sont des engins robustes, "automobiles", roulant sur le fond, de grandes dimensions, complexes et coûteux. Un prototype fonctionne sur le site qui a fourni la base de données la plus complète à ce jour (Duck en Caroline du Nord). Dans le cadre d'un projet MAST III auquel participe le CREC de l'université de Caen, un système similaire doit être utilisé en Europe.

17. Question de M. Benoît à E. Akouango et coll.

Pour la modélisation numérique de l'évolution du profil de plage vous avez utilisé une approche monodimensionnelle. Ne pensez-vous pas que les effets bidimensionnels (courants de déferlement induisant un transport parallèle au trait de côte, par exemple) peuvent être significatifs, surtout dans les épisodes de tempêtes ? Envisagez-vous d'appliquer une modélisation numérique bidimensionnelle ?

Réponse

Nous pensons que la description de la circulation littorale, comme celle de ses effets notamment sur la morphogénèse et le transport sédimentaire, est presque toujours non pas mono -ni même bi- mais tridimensionnelle. De module variable au cours du temps, les composantes transversale et longitudinale du vecteur courant ont également une répartition spatiale fluctuante. La localisation des courants d'arrachement, la présence d'ondes d'infragravité (ondes de bord) induisent aussi une hétérogénéité bi ou tridimensionnelle. Le rôle des micromorphologies (par exemple les festons des barres d'avant-côte quand ils existent) modifient les conditions de la réfraction. Enfin sur la tranche du dièdre d'eau pré-littoral, la répartition des courants vers la côte ou vers le large n'est pas la même, notamment au large des brisants.

Nous avons conscience de cette situation et, en conséquence, de l'insuffisance de notre approche qui doit évidemment être relayée par de véritables modélisateurs, conscients eux aussi de la nécessité d'un regard "naturaliste". Sans doute le modèle idéal doit-il être une boîte à outils dans laquelle le modélisateur idéal choisit les outils les mieux adaptés, négligeant tel ou tel modèle de processus inutile dans le cas étudié. Peut-être faudra-t-il développer des modèles globaux intégrant des synthèses de modèles de processus (et non pas les empilant ou les additionnant). Tout ceci pour répondre que nous souhaitons participer à l'amélioration des approches tridimensionnelles, un des objectifs de l'orientation "transferts sédimentaires sur les littoraux sableux" du PNOC.

18. Questions de O. Thual à J.L. Devenon et coll.

18.1.- Dans l'expression de la fonction de coût J on peut envisager de remplacer l'intégration sur le temps par une somme discrète correspondant aux instants d'observation par photographie aérienne. Avez-vous envisagé cette modification ?

18.2.- Quel est le rapport entre l'intervalle de temps séparant deux observations et le temps de diffusion ou d'advection ?

Réponses

18.1.- Lors de la discrétisation du problème, la norme L^2 continue est remplacée par la norme euclidienne classique des vecteurs dans un espace vectoriel de dimension finie. L'algorithme matriciel présenté minimise donc effectivement une expression de la fonction de coût, $\|\vec{Y} - \hat{Y}\|^2$, qui est une somme des carrés des écarts entre résultats du modèle et observations, limitée aux instants d'observation du système.

18.2.- L'intervalle de temps séparant deux observations est petit devant le temps caractéristique de diffusion du système. Leur rapport est inférieur à 10^{-1} .

19. Question de M. Sanchez à I. Brenon et coll.

L'utilisation de la théorie de Kynch afin de modéliser le tassement des vases dans les modèles hydrosédimentaires est peu courante. Pourriez-vous me dire ce qui a motivé IFREMER pour utiliser cette théorie dans ses propres modèles.

Réponse

Le modèle de tassement des vases ne résout que l'équation de conservation de la masse. Selon la théorie de Kynch, on suppose que, localement, dans la colonne de sédiment, le taux de sédimentation ne dépend que de la concentration locale. Cette formulation est très simplifiée, dans l'attente de relations de constitution validées, en particulier pour la contrainte effective. Ce choix n'est donc pas définitif.

D'autre part, ce choix de discrétisation du modèle en couche a été dicté par les exigences du modèle de qualité de l'eau, qui serait peu adaptable avec un modèle iso-concentration (Sanchez, 1992) par exemple.

20. Question de M. El Haji à I. Brenon et coll.

Quel est l'impact de la variation saisonnière du débit fluvial (périodes d'étiage et de crue) sur le comportement du bouchon vaseux ?

Réponse

Ainsi que cela a été présenté antérieurement (Brenon, 1997), le modèle simule un déplacement vers l'aval en crue et vers l'amont en étiage, conformément aux observations. En raison du resserrement des sections en amont et de la réduction des dépôts pour les faibles débits, c'est en étiage que les concentrations calculées sont les plus fortes.

21. Question de D. Levacher à I. Brenon et coll.

Dans votre modélisation, est-il possible d'intégrer aisément les lois de tassement de vases développées récemment, thèses de Sanchez (1992) et de Ouraq (1996) basées sur les approches de Kynch, Been et Sanchez (KBS) ?

Réponse

Dans notre modèle, il est possible d'intégrer toute loi de tassement. Par le passé, une formulation de Gibson avait d'ailleurs été utilisée (Le Hir and Karlikow, 1992).