

<p>SESSION II</p> <p>DISCUSSIONS</p>

Question de M. Rieb (CETMEF) à L. Cheng.

Oil companies has designed different equipment to protect pipelines from erosion. Is it possible in further developments to use Cheng's model to test the efficiency of such methods ?

• **Réponse :**

Yes.

Commentaires et question de H. Oumeraci à L. Cheng.

You did not yet account for wave action. Will also your LES model apply for the description of scour development under waves ?

Because of the expected scale and model effects in the laboratory it will be difficult to validate the numerical model for the development of scour. Therefore, I suggest :

- to validate at least the hydrodynamic model by using a physical model with a fixed bed (including the expected scour hole !),
- to use the validated hydrodynamic model to simulate the flow field for various configurations of the scour hole (fixed bed !) in order to understand the hydrodynamic process involved before introducing the moveable bed.

• **Réponse :**

It's a good question! Local scour due to waves is very important in engineering applications. It is also an area that we would like to extend our model to. I think it is possible to apply our model for local scour due to waves, although I am sure there are much more details to be worked out. Actually we are doing this now. The preliminary results look very promising.

Thanks for the suggestions. For suggestion (1), I absolutely agree with you that validation of the numerical model is very important. This is why we chose a fixed bed case to validate our flow model, as indicated in the paper. For suggestion (2), I also agree with you that it is important to understand the hydrodynamic process involved in local scour. One way of achieving this is to simulate the flow with various fixed configurations of the scour hole.

Question de J.P. Barusseau à C. Dulou.

Quelle est l'incidence de la granulométrie des sédiments sur la distribution et la géométrie des formes sédimentaires générées ?

• **Réponse :**

L'analyse granulométrique des formes sédimentaires n'a pas été réalisée car nous utilisons initialement des sédiments monodispersés. Par contre nous avons utilisé trois granulométries

différentes et nous avons pu constater que sous l'action du déferlement, le transport global de sédiment se faisait vers la plage dans le cas du transport local par charriage et vers le large dans le cas de la suspension. Cette analyse granulométrique reste à faire en canal, en employant notamment un sédiment plus polydispersé.

Question de S. Abadie à C. Dulou.

Pensez-vous que le fait d'utiliser des vagues de l'ordre de 2 cm soit correct compte tenu de l'importance de la tension superficielle à cette échelle ?

• **Réponse :**

Dans notre modélisation de la houle et en particulier du déferlement, notre ordre de grandeur pour la hauteur de la houle est le centimètre. On peut donc effectivement avoir des problèmes de tension superficielle ou d'atténuation par viscosité. Cependant, nos critères de déferlement sont en très bon accord avec les critères que l'on peut trouver dans la littérature. Stive (1985) a d'ailleurs réalisé une expérience de comparaison d'échelles pour le déferlement et il a conclu que même à petite échelle le scaling était encore bon. Par contre, on peut se poser la question de la validité de ces résultats dans le cadre du transport sédimentaire.

Question de R. Bonnefille à T. Denot.

Avez-vous essayé de retrouver par le calcul les nombreuses mesures de marée et courants relevés sur le modèle réduit au 1/150^{ème} de l'estuaire de la Rance ? Ceci dans le but de préciser les capacités, aussi bien du modèle que du calcul, de reproduire les phénomènes hydrauliques.

• **Réponse :**

Non. Nous nous sommes appuyés sur la campagne de mesures réalisée au début de l'étude et sur des données fournies par l'usine marémotrice. Nous avons ainsi pu simuler deux périodes complètes de 3 jours dans des conditions hydrauliques différentes. Les mesures réalisées en plusieurs points de l'estuaire (entre le Chatelier et l'usine) ont permis de caler de façon satisfaisante le modèle sans faire appel aux nombreuses données du modèle réduit.

Questions de M. Bélorgey à T. Denot.

Dans votre exposé, vous avez évoqué « le long terme ». Pour vous le long terme porte sur combien d'années ?

Est-il assez « long » pour prendre en compte les évolutions (augmentation) du niveau moyen des mers ? Et dans ce cas, cette évolution (si elle a une incidence) peut-elle être prise en compte dans votre modèle ?

• **Réponse :**

Le « long terme » signifie des simulations d'un an, extrapolées ensuite à 5 ou 10 ans. Par conséquent, l'augmentation du niveau moyen des mers n'est pas prise en compte et ne pourra pas l'être.

Question de A. Temperville à T. Denot.

Dans vos perspectives vous parlez d'un ajustement de certains paramètres sédimentologiques (vitesse de chute...), entendez-vous par là, la prise en compte des phénomènes de floculation ?

• **Réponse :**

Effectivement. Les vitesses de chute en eau douce ou en eau salée sont radicalement différentes. L'estuaire de la Rance est majoritairement à caractère maritime, d'où la prise en compte de vitesses de chute tenant compte de la floculation. Mais il reste toutefois quelques incertitudes (entre différentes campagnes de mesures) qui nécessitent de tester plusieurs valeurs acceptables autour de cette vitesse de chute moyenne qui tient déjà compte de la floculation.

Question de F. Sabatier à C. Degryse.

A propos des courants, à quelle distance du swash et à quelle profondeur est installé le courantomètre et de quel type s'agit-il ?

• **Réponse :**

Le courantomètre de l'université d'Utrecht (Hollande) est un courantomètre électromagnétique, de type WL Delft Hydraulics. Il était positionné à environ 150 m de la zone d'étude, à une profondeur moyenne de 2m.

Questions de M. Benoît à C. Degryse.

Dans l'optique d'exploiter et de valoriser cette base de données in situ des plus intéressantes, avez-vous effectué ou avez-vous en projet d'appliquer des modèles numériques sur les événements hydro-sédimentaires observés ?

Dans l'affirmative quels types de modélisations envisagez-vous pour l'hydrodynamique et la dynamique sédimentaire ?

• **Réponse :**

L'exploitation des données obtenues pendant les enregistrements morphosédimentaires lors du swash a donné lieu à une collaboration avec le laboratoire de recherche HR Wallingford (UK) dans le cadre du programme européen COAST 3D. Le modèle utilisé est appelé OTTP-1d et fait partie du modèle ANEMONE (Advanced Non-linear Engineering Models for the Nearshore environment) mis au point par HR Wallingford.

OTTP-1 utilise des vitesses moyennées sur la profondeur, et les profondeurs locales. Il inclut les processus complexes de flux entrants et sortants sur plages poreuses. Les effets de perméabilité au cours du jet de rive et de la nappe de retrait, du backwash, et de réflexion de la houle sont simulés.

Remarques de R. Bonnefille à A. Berthot.

Je voudrais vous rappeler, d'une part, que la formule du CERC conduit à des débits exagérés des transports littoraux, d'autre part, que la loi de réfraction de Descartes – Snell suppose les isobathes parallèles ce qui n'est plus le cas lorsque la plage évolue.

- **Réponse :**

Pour le débit : ceci ne fait que modifier la cinétique du problème, mais pas le résultat, d'un point de vue des zones d'accrétion et d'érosion.

Pour la loi de Descartes, c'est vrai en toute rigueur, mais l'approximation peut être supposée correcte quand les variations restent faibles comparées à la longueur d'onde et tant qu'il n'y a pas de problème de caustiques (les rayons de houle se croisent et l'énergie diverge).

- Question de F. Sabatier à A. Berthot.**

Vous parlez d'évolution à long terme. La formule d'Hallermeier permet de définir la profondeur à partir de laquelle il n'y a plus de mouvement « significatif » du profil (closure depth). Or des mouvements peuvent avoir lieu à long terme au delà de cette profondeur. Votre modèle est-il valide sur 1 an, 10 ans, 100 ans ?

- **Réponse :**

La profondeur de fermeture dépend en effet du temps d'étude, puisqu'elle est reliée aux houles extrêmes, qui sont d'autant plus hautes statistiquement que la durée d'observation est grande. Elle doit donc être choisie en fonction de la durée d'étude souhaitée (sachant que cette durée est supérieure aux temps caractéristiques des évolutions cross-shore).

- Commentaire de A. Temperville à A. Berthot.**

Votre modélisation met en évidence l'influence de l'hydrodynamique, sans prendre en compte les caractéristiques du sédiment (diamètre...). Je pense que cela a une importance prépondérante sur la quantification des transports.

- **Réponse :**

C'est vrai que la nature du sédiment a une importance majeure sur le transport d'un point de vue quantitatif, notamment sur les parts respectives du transport en suspension et par charriage dans le transport global. La nature du sédiment est ici prise en compte de façon implicite dans le profil d'équilibre, qui dépend d'une part des conditions de houle, et d'autre part de la nature des sédiments.

- Questions de A. Grovel à S. Lesourd.**

Vous avez mesuré la cohésion non drainée de pic, avez-vous mesuré la cohésion non drainée remaniée ? Dans votre courbe avez-vous une asymptote horizontale ?

Vous avez mesuré avec un scissomètre en pales verticales sur l'échantillon ; avez-vous fait quelques mesures en pales horizontales ? Si oui quels sont les rapports entre les deux ?

Je note avec étonnement que pour certains échantillons vous avez sous 20 cm de la surface 40% de teneur en eau seulement et déjà des valeurs de C_u bien établies de 4 à 5 kPa ? Quelle est la nature minéralogique des vases qui sont la cause de tels résultats ?

- **Réponse :**

a- L'objectif de l'étude étant de caractériser la résistance au pic, nous n'avons ni poursuivi la mesure après le pic ni procédé à la mesure de la vase remaniée. Dans les courbes montrant l'évolution de l'angle de torsion en fonction du temps, il n'apparaît ainsi pas d'asymptote horizontale.

b- Souvent, les études basées sur l'utilisation du scissomètre sont réalisées pour des raisons pratiques de commodité (les carottes sont ouvertes en deux demi - cylindres suivant une génératrice verticale) selon un axe de rotation du support des pales confondu avec la stratification des vases. Il nous a semblé plus logique de tester la cohésion comme paramètre de résistance à la remise en suspension, donc selon un axe perpendiculaire à la stratification (i.e. pour tester ρ_{0c} selon l'horizontale).

c- Ces particularités sont tout d'abord liées à la variation de la composition granulométrique du sédiment (teneur en sable), à la structuration du sédiment (faciès de vase litée ou vase homogène) ou aux hétérogénéités, à des lentilles sableuses qui drainent l'eau interstitielle ou à la bioturbation. Notre démarche consistant à associer étude rhéologique et étude sédimentologique sur les mêmes niveaux permet d'interpréter correctement les résultats. De plus, l'étude des vases de l'estuaire de la Seine a montré, outre l'importance de la fraction silteuse, la part importante de la matière organique dans le matériel particulaire et la relative pauvreté en minéraux argileux (environ 20 % de la phase granulométrique $< 63 \mu\text{m}$).

Question de P. Farnole à A. Stépanian.

Quelle est la part des transports sédimentaires (qualitatif) : transport long - shore et transport cross - shore ?

- **Réponse :**

A l'échelle mensuelle du suivi, les mouvements sédimentaires résiduels sont appréciés à partir des évolutions morphologiques de la plage. La forte variabilité 2D des profils de plage, malgré la migration latérale des chenaux de drainage notamment au mois d'août 1999, ainsi que la relative stabilité du budget sédimentaire de la plage tendent à prouver la prédominance de la composante cross-shore du transport sédimentaire à cette échelle de temps.

Question de J.P. Barusseau à A. Stépanian.

Pour le Golfe du Lion, on observe le plus souvent un déplacement de la barre la plus proche du rivage vers celui-ci, alors que s'achève un coup de mer. Est-ce que cela se manifeste aussi à Omaha-Beach ?

- **Réponse :**

En Mai 1999, il s'est produit une tempête, durant trois jours, avec des vents de Nord-Est créant une agitation atteignant des hauteurs significatives 4m. Une campagne de mesures quotidiennes s'est déroulée pendant les deux semaines suivantes dans des conditions d'agitation faible à modérée avec des H_s variant entre 0.2 et 1m. Durant la totalité du suivi, nous n'avons pas observé de déplacement des barres vers le trait de côte, mais plutôt une

légère accréation des crêtes des barres de haute plage, qui ont acquis une forme plus dissymétrique, le flanc marin des barres présentant la pente la plus faible. Des transports sableux cross-shore vers le haut de plage (mis en évidence par traceurs fluorescents) se produisent effectivement pendant la période post-tempête, mais n'ont pas induit de déplacement en masse significatif des corps sédimentaires.