



HAL
open science

Etude expérimentale des régimes hydrodynamiques consécutifs à une “ rupture de barrage ” et interactions avec une plage plane

José Barale, Elena Domingo Sánchez, Laurent Lacaze, Dominique Astruc

► **To cite this version:**

José Barale, Elena Domingo Sánchez, Laurent Lacaze, Dominique Astruc. Etude expérimentale des régimes hydrodynamiques consécutifs à une “ rupture de barrage ” et interactions avec une plage plane. CFM 2015 - 22e Congrès Français de Mécanique, Aug 2015, Lyon, France. pp.1-5. hal-03662123

HAL Id: hal-03662123

<https://hal.science/hal-03662123v1>

Submitted on 9 May 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Open Archive TOULOUSE Archive Ouverte (OATAO)

OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in: <http://oatao.univ-toulouse.fr/>
Eprints ID : 15890

To cite this version :

Barale, José and Domingo Sanchez, Elena and Lacaze, Laurent and Astruc, Dominique *Etude expérimentale des régimes hydrodynamiques consécutifs à une « rupture de barrage » et interactions avec une plage plane.* (2015) In: 22e Congrès Français de Mécanique, 24 August 2015 - 28 August 2015 (Lyon, France)

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository administrator: staff-oatao@listes-diff.inp-toulouse.fr

Etude expérimentale des régimes hydrodynamiques consécutifs à une « rupture de barrage » et interactions avec une plage plane

J. BARALE^{a,b}, E. DOMINGO SÁNCHEZ^{a,b}, L. LACAZE^{a,b} et D. ASTRUC^{a,b}

a. Université de Toulouse ; INPT ; IMFT (Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse) ;
Allée Camille Soula, F-31400 Toulouse, France ; jose.barale@imft.fr
b. CNRS ; IMFT ; F-31400 Toulouse, France ;

Résumé :

L'objet de ce travail est de caractériser les écoulements générés par l'ouverture rapide d'une vanne séparant le canal en deux parties remplies à des niveaux différents. A l'autre extrémité du canal est disposée une plage imperméable plane. Les paramètres variés durant cette étude sont les deux hauteurs d'eau de part et d'autre de la vanne et la pente de la plage. Un dispositif de métrologie optique permet la mesure à haute fréquence de la position de la surface libre. Plusieurs régimes distincts sont mis en évidence. Ce travail constitue une étude préparatoire à l'utilisation d'un dispositif à deux vannes pour étudier les processus hydrodynamiques sédimentaires dans la zone de 'jet de rive' d'une plage sableuse.

Abstract :

The aim of this work is to study the various flow regimes resulting from a 'dam-break' event, i.e. a sudden opening of a thin plate separating two water reservoirs of different depths. The experiment is conducted in a flume with a plane beach at the opposite side. The parameters varied in the present study are the two water levels and the beach steepness. A video system is used to extract the position of the free surface at high frequency. Several different regimes are distinguished. This work is preliminary to a more extended study of the hydrodynamics and sediment transport in the swash zone using a double-gate system.

Mots clefs : lâcher de barrage, plage, étude expérimentale

1 Introduction

Les processus hydrodynamiques qui modifient la bathymétrie de la zone de "jet de rive" (« swash zone ») des plages sableuses, zone alternativement balayée par la houle, demeurent assez largement incompris. En particulier, la relation entre les caractéristiques du forçage hydrodynamique et la réponse, morphologie de la plage qui résulte du transport sédimentaire par l'écoulement, est mal

établie. Des expériences menées en laboratoire à grande échelle, dans le grand canal à houle CIEM de Barcelone (100m de longueur, 3 m de largeur) avec un spectre de houle aléatoire de type Jonswap en situation globalement érosive ont montré l'existence d'événements particuliers responsables d'une forte variation du fond sableux. Alsina et al. (2012) et Cáceres et al. (2012) ont pu mettre en évidence à l'aide de mesures en un point, des événements particuliers, responsables d'une évolution spectaculaire de la position verticale de la plage dans la zone de "swash". Astruc et al. (2012) ont montré, à l'aide de mesures en temps réel de la totalité de la zone de "swash", que l'évolution de la morphologie de cette zone présentait une forte variabilité spatiale d'une part et une forte variabilité temporelle (processus érosion et accrétion successifs) aux temps courts (quelques minutes) en dépit de la tendance générale sur un temps long à une érosion quasi-monotone. Afin d'identifier les causes de ces évolutions bathymétriques, Astier et al. (2012) ont utilisé un forçage de houle bi-chromatique pour simplifier le forçage en entrée de la zone de "swash". Cependant la durée limitée de ces expériences n'a pas permis à ce jour d'analyser finement ces événements.

Ces études montrent alors la nécessité de mieux comprendre la dynamique d'événements isolés tout au plus constitués de deux vagues consécutives. Pour cela nous souhaitons générer une vague unique ou deux vagues successives impactant une plage à l'aide d'un dispositif expérimental original. Il consiste en un canal en verre équipé de deux vannes mobiles définissant deux réservoirs de dimensions réglables, dont le relèvement rapide (l'une après l'autre) permet la génération de deux ressauts propagatifs avec un déphasage également réglable. Ce dispositif vise à la caractérisation du système couplé fluide/grains par des méthodes de mesures optiques adaptés : suivi lagrangien de particule, mesure de hauteur d'eau par ombroscopie et mesure du champ de vitesses fluide par PIV.

Mais, avant d'étudier l'interaction entre les deux ressauts propagatifs, nous avons caractérisé les régimes hydrodynamiques résultant de l'ouverture d'une vanne unique. Cette présentation se focalise sur cette première étape.

2 Montage expérimental et instrumentation

Pour ce faire, nous avons procédé à des mesures dans un canal de dimensions 4,0 m (longueur totale) \times 0,23 m (largeur) \times 0,5 m (hauteur), équipé d'une plage plane à une extrémité (Fig. 1), et muni d'une vanne unique pouvant être relevée manuellement, constituée d'une plaque mince en plexiglas (5 mm d'épaisseur).

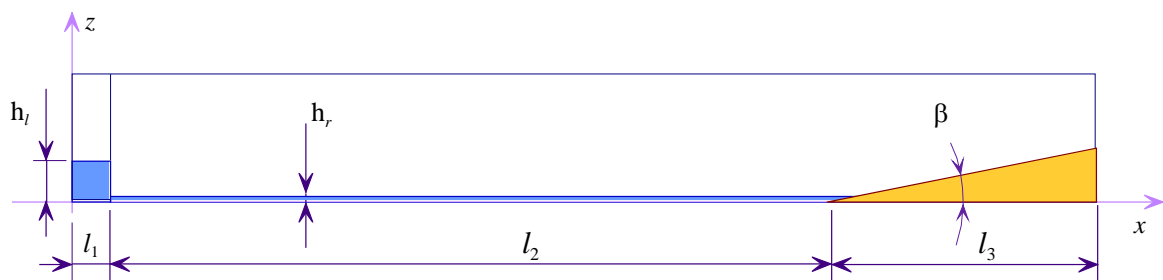


Figure 1. Schéma du dispositif

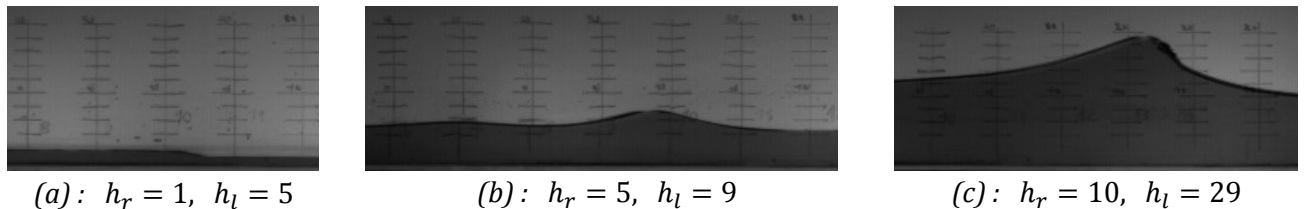
En position basse, cette vanne délimite un réservoir étanche de longueur fixe $l_1 = 0,15$ m. Les paramètres variables de l'expérience sont h_r , h_1 , et β , où h_r représente la hauteur d'eau côté plage, h_1 la hauteur d'eau dans le réservoir et β la pente de la plage ($\tan \beta = 1/10, 1/8$ et $1/5$). Certaines mesures ont été doublées pour vérifier la reproductibilité des phénomènes observés en dépit du caractère manuel de l'ouverture. Le Tableau 1 donne l'ensemble des couples de hauteurs d'eau qui ont été utilisés. Les valeurs soulignées sont les valeurs retenues pour étudier l'interaction avec les plages de pente non nulle.

h_r (cm)	h_l (cm)
<u>1</u>	<u>5, 15, 20</u>
<u>2</u>	<u>6, 11, 16</u>
<u>5</u>	<u>9, 14, 19</u>
10	14, 19, 24, 29

Tableau 1. Valeurs des hauteurs d'eau dans la partie droite et gauche du canal pour les différentes expériences.

Afin de détecter la surface libre de l'écoulement, nous avons choisi une méthode d'ombroscopie. Pour cela, nous avons éclairé un écran blanc placé derrière le canal et nous avons filmé la scène avec une caméra rapide (Mikroton Motion BLITZ Cube) équipée d'un objectif de 35 mm et placée de l'autre côté. Le champ de la caméra couvrait environ la moitié du canal. Tout au long de l'enregistrement, la fréquence d'acquisition est 100 images par seconde, la taille de chaque image étant de 1280×412 pixels avec 256 niveaux de gris. Pour améliorer le traitement qui a suivi, nous avons augmenté le contraste eau/air en colorant le fluide à l'aide d'un colorant (Rouge Azorubine E122). Les images ont été traitées pour détecter la surface libre afin d'étudier l'évolution temporelle du front de l'écoulement. Compte tenu de la résolution de la caméra et de la taille du champ, la précision de la mesure de la position verticale de la surface libre est estimée à environ $\pm 1,5$ mm dans la zone à fond plat.

2 Résultats

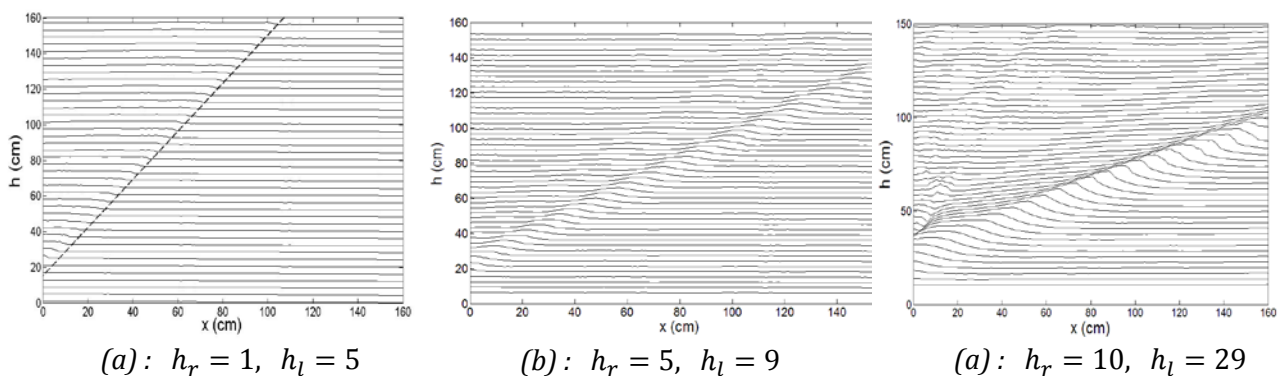


(a) : $h_r = 1$, $h_l = 5$

(b) : $h_r = 5$, $h_l = 9$

(c) : $h_r = 10$, $h_l = 29$

Figure 2. Hauteurs d'eau dans la partie droite et gauche du canal.



(a) : $h_r = 1$, $h_l = 5$

(b) : $h_r = 5$, $h_l = 9$

(a) : $h_r = 10$, $h_l = 29$

Figure 3. Evolution temporelle de la surface libre pour les différents régimes. Chaque courbe correspond au profil de la surface libre pour un temps t fixé. La succession des courbes sont décalées les unes des autres, verticalement.

En faisant varier les valeurs de h_r et h_l on a pu observer différents régimes d'écoulement générés à partir de l'ouverture de la vanne et esquisser une première typologie des écoulements à partir de la forme de la surface libre. Nous avons distingué trois types de régime d'écoulements (Figure 2 : a, b et c) correspondant à différents régimes asymptotiques :

a) un ressaut hydraulique propagatif ("bore") (Fig. 2a) se forme dans les situations correspondant où $\Delta h = h_l - h_r$ et h_r sont relativement petits devant l_1 . Ce régime est typiquement un régime d'eau peu profonde ou la non-linéarité domine la dispersion.

b) une onde solitaire (soliton) (ou une onde cnoïdale) (Fig. 2b) lorsque Δh et h_r restent relativement faibles devant l_1 mais pour h_r significativement plus grand que dans le cas a). Cet état est typique d'un équilibre entre non-linéarité et une dispersion,

c) une vague propagative déferlante (déferlement glissant sur la Fig. 2c) pour des Δh et h_r grands devant l_1 . Ce régime est caractérisé par une forte dispersion et forte non-linéarité. Il est à noter que ce régime peut se transformer lors de sa propagation en ressaut propagatif (i.e. régime (a)) tout comme on peut aussi l'observer en situation naturelle.

Sur la figure 3, nous avons représenté l'évolution temporelle de la surface libre pour chacun des cas. Dans le cas du ressaut propagatif (Fig. 2a), nous pouvons observer qu'après un court transitoire, la célérité du front est remarquablement constante. La célérité et la hauteur du front montrent une bonne adéquation aux valeurs théoriques obtenues par une approche « eau peu profonde » (Stansby 1998).

Le dispositif métrologique utilisé permet également de caractériser la dynamique de la surface libre lors de l'évènement de « swash » lui-même. Nous avons représentés un exemple de cette dynamique (Fig. 5 et 6) lorsque l'évènement de « swash » est provoqué par un ressaut propagatif (régime (a)) car c'est la situation que nous allons privilégier par la suite compte tenu à la fois de sa simplicité et de sa représentativité.

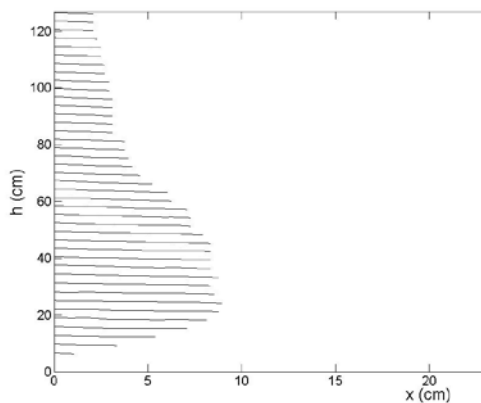


Figure 4. Surface libre de l'écoulement lors d'un évènement de « swash ». On observe la montée de l'eau, puis son retour (pente de 5% $h_r = 2$, $h_l = 6$).

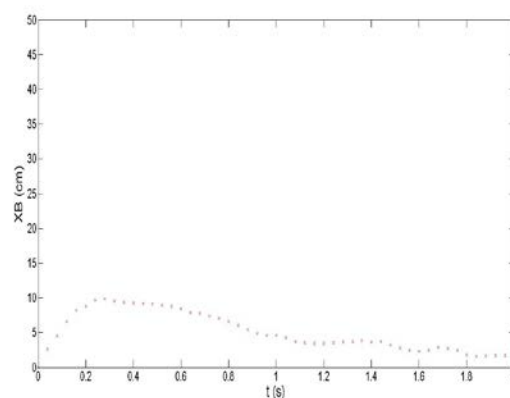


Figure 5. Position du front de l'écoulement sur la plage en fonction du temps (pente de 5% $h_r = 2$, $h_l = 6$).

Nous pouvons, en particulier, noter la forte asymétrie entre les phases de montée et de descente du front d'eau. Cette situation, induite par la dissipation dans la zone de swash, joue un rôle primordial dans le processus de transport en zone littorale. Une description fine de cette dynamique en fonction des paramètres du système est alors proposée.

3 Conclusion

Dans ce travail, nous avons étudié les différents régimes consécutifs à l'ouverture subite d'une vanne séparant un canal en deux parties avec des hauteurs d'eau différentes (lâcher de barrage) et nous avons esquissé une typologie des régimes observés. Nous avons identifié trois régimes, dont un régime correspondant à un ressaut hydraulique propagatif ("bore"), qui intervient dans des conditions "shallow water" qui est le régime que nous souhaitons privilégier pour l'étude future de la zone de "swash" à l'aide du dispositif à deux vannes.

Références

- [1] J.M. Alsina, I. Cáceres, M. Brocchini, and T.E. Baldock. An experimental study on sediment transport and bed evolution under different swash zone morphological conditions. *Coastal Engineering*, 68 :31–43, 2012
- [4] J. Astier, D. Astruc, L. Lacaze, and O. Eiff. Investigation of the swash zone evolution at wave time scale. *Coastal Engineering Proceedings*, 1(33), 2012. ISSN 2156-1028. URL <http://journals.tdl.org/icce/index.php/icce/article/view/6718>.
- [3] D. Astruc, S. Cazin, E. Cid, O. Eiff, L. Lacaze, P. Robin, F. Toublanc, and I. Cáceres. A stereoscopic method for rapid monitoring of the spatio-temporal evolution of the sand-bed elevation in the swash zone. *Coastal Engineering*, 60 :11–23, 2012.
[doi:10.1016/j.coastaleng.2011.08.007](https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2011.08.007)
- [2] I. Cáceres and J.M. Alsina. A detailed, event-by-event analysis of suspended sediment concentration in the swash zone. *Continental Shelf Research*, 41 :61–76, 2012
- [5] P.K. Stansby, A. Chegini and T.C.D. Barnes, The initial stages of dam-break flow. *Cambridge University Press*, 1998.