

# EFFETS DES OBSTACLES IMMERGES SUR LA VAGUE DE TSUNAMI ET SON RUN-UP

*Houssam Eddine TOUHAMI<sup>1</sup>, Mohamed Cherif KHELLAF<sup>2</sup>*

1. LEGHYD, *Faculté de Génie Civil, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, BP 32 El Alia, Babezzouar, Alger, Algérie, 16111.*

*htouhami@usthb.dz*

2. LEGHYD, *Faculté de Génie Civil, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, BP 32 El Alia, Babezzouar, Alger, Algérie, 16111.*

*mckhellaf@yahoo.fr*

## **Résumé :**

Une simulation numérique de l'onde solitaire de tsunami à une dimension est présentée, et ce en utilisant la théorie non linéaire de Boussinesq. La première étape consiste à valider le modèle numérique en utilisant les résultats expérimentaux obtenus par (SYNOLAKIS, 1987) comme données de base. Des vagues déferlantes et non déferlantes, à profondeur d'eau variable, sont simulées sur une plage uniforme de pente 1:19.85 ; avec un obstacle trapézoïdal immergé à mi- profondeur. L'obstacle a des pentes de 1:2.5 de part et d'autre et une largeur en crête égale au dixième de la profondeur d'eau. L'intervalle de l'amplitude de l'onde solitaire utilisé est (0.005-0.36) fois la profondeur d'eau, et la profondeur de la crête d'obstacle est (0.01-0.5) fois la profondeur d'eau.

**Mots-clés :** Tsunami, COULWAVE, Obstacles immergés, Onde solitaire.

## **1. INTRODUCTION**

La mise en place des digues immergées, se présente comme l'une des solutions judicieuses qui vise à protéger les plages touristiques et les ports de plaisance. Contrairement aux brises vagues, ces digues ne présentent aucune gêne à la navigation.

Le problème d'interaction entre onde solitaire et obstacles sur une pente uniforme a été abordé par (CHANG *et al.*, 2009 ; HSIAO & LIN, 2010 ; JIANHONG *et al.*, 2013).

Cette étude consiste à faire une comparaison entre l'enregistrement de la sonde placée derrière l'obstacle, et celle placée dans la même position en absence d'obstacle, et ce pour chacune des profondeurs de crête. En utilisant une régression multiple non linéaire par la méthode du maximum de vraisemblance,

nous avons pu établir un modèle mathématique qui estime la valeur du run-up en fonction de l'amplitude de la vague, et la profondeur de la crête d'obstacle.

## 2. METHODES

### 2.1 Profil du fond

Le profil du fond est unidimensionnel et a une bathymétrie horizontale régulière qui se termine par une plage en pente de 1:19.85 (figure 1). Au milieu de la plage exactement à mi profondeur se trouve un obstacle trapézoïdal avec des pentes de 1:2.5 à ses deux extrémités. Noter que  $d$  est la profondeur de l'eau,  $L$  et  $H$  sont respectivement la longueur et l'amplitude de l'onde solitaire,  $P$  est la profondeur de l'obstacle et  $R$  est la valeur verticale du Run-up,  $S$  représente la sonde qui mesure la variation de la hauteur de l'eau dans le temps après l'obstacle. Noter aussi que la largeur du sommet de l'obstacle est de l'ordre de  $d/10$  et  $\cot(\beta)=19.85$ .

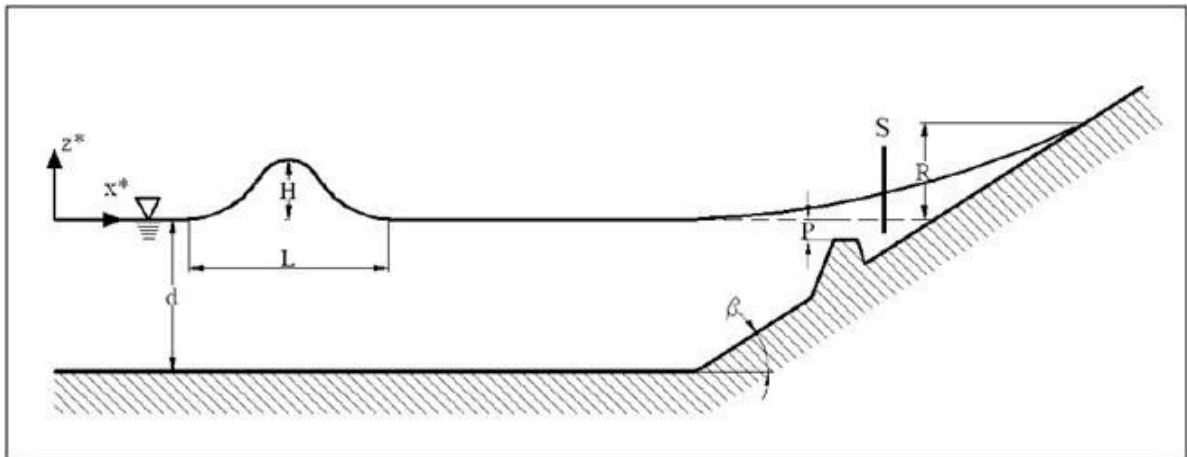


Figure 1. Le profil de fond.

### 2.2 Modèle numérique

Le modèle utilisé dans cette étude est celui de Cornell University Long and Intermediate wave modeling package (COULWAVE) (LYNETT & LIU, 2002). COULWAVE a été développé afin de modéliser la propagation et le run-up des vagues longues et intermédiaires, en utilisant la théorie non linéaire des ondes et dispersives (i.e., les équations non linéaires de Boussinesq) tel que décrit par (LYNETT & LIU, 2002).

### 3. RESULTATS

#### 3.1 Enregistrements de la sonde

Pour voir le comportement de la vague non déferlante de Synolakis ( $H/d = 0.0185$ ) vis-à-vis d'un obstacle immergé nous avons fait varier la profondeur adimensionnelle de la crête de l'obstacle ( $P/d = 0.01-0.17$ ) et comparer les enregistrements de la sonde **S** (figure 1) placée juste après l'obstacle avec ceux de la sonde placée au même endroit en absence d'obstacle (TOUHAMI & KELLAF, 2011). Les résultats obtenus sont présentés sur la figure 2.

On voit clairement dans la figure l'effet de l'obstacle sur la forme de la vague, ainsi que la diminution de son amplitude  $P/d = 0.01-0.03$  (figures 2 a), b) et c)). Ceci est expliqué par le déferlement de la vague sur l'obstacle. Dans les figures d), e), et f) ( $P/d = 0.06-0.09$ ) la vague ne déferle pas mais on remarque toujours l'effet de l'obstacle qui va retarder la vague (la dispersion). A partir de  $P/d = 0.09$  on voit clairement que l'effet de l'obstacle disparaît, mis à part quelques perturbations après le retour de la vague.

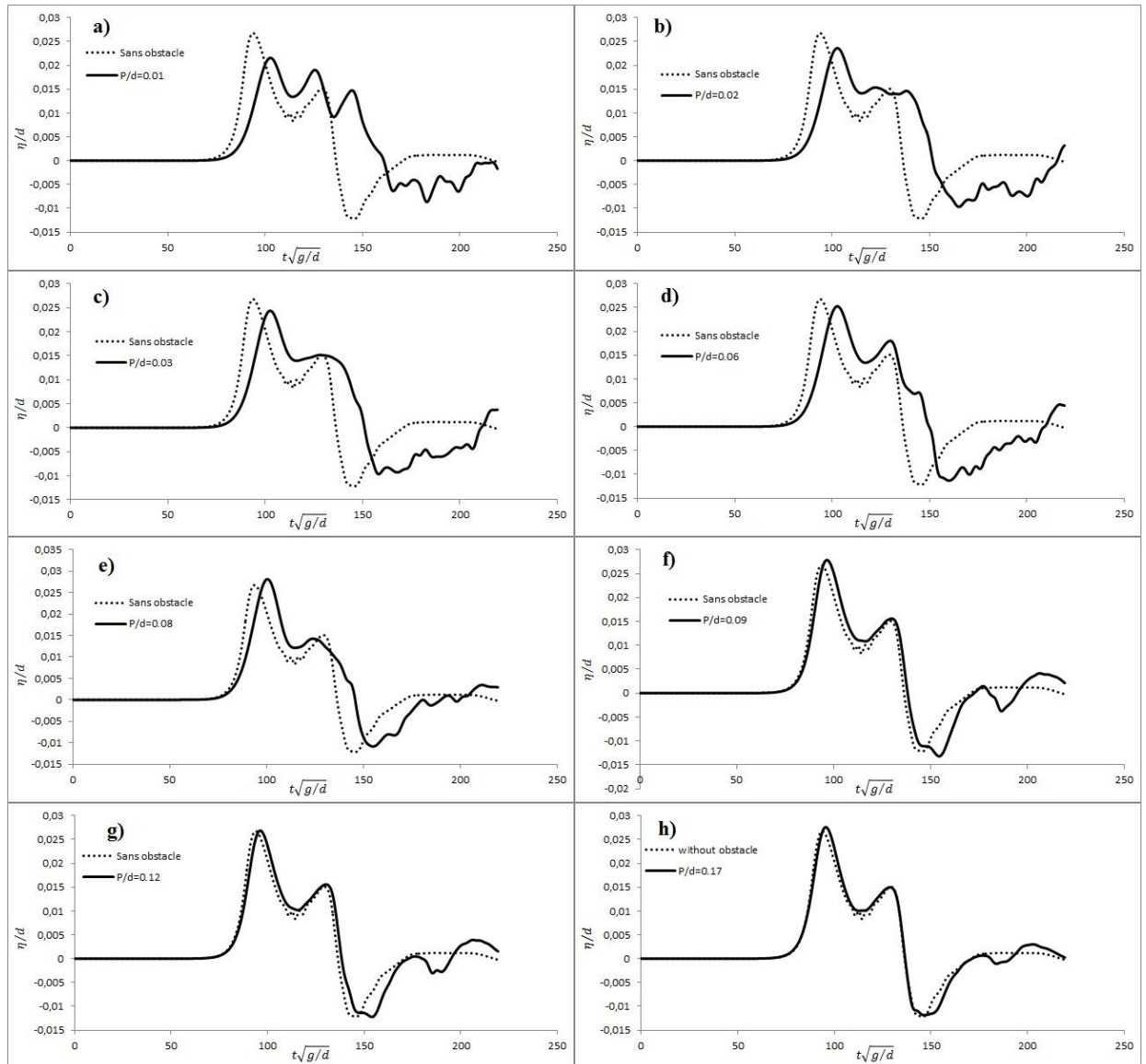


Figure 2. Enregistrement de la sonde **S** ( $H/d = 0.0185$ ) pour les profondeurs a)  $P/d=0.01$ , b)  $P/d=0.02$ , c)  $P/d=0.03$ , d)  $P/d=0.06$ , e)  $P/d=0.08$ , f)  $P/d=0.09$ , g)  $P/d=0.12$ , h)  $P/d=0.17$ .

### 3.2 Le run-up

La figure 3 présente l'évolution du run-up en fonction de l'amplitude de la vague pour plusieurs profondeurs de crête de l'obstacle. On trouve dans l'axe des abscisses la valeur adimensionnelle de l'amplitude et dans l'axe des ordonnées la valeur adimensionnelle du run-up. Les courbes représentées sur la figure 3 ont pour les profondeurs :  $P/d = 0.03$ ,  $P/d = 0.05$ ,  $P/d = 0.07$ ,  $P/d = 0.09$  et  $P/d = 0.5$  (sans obstacle). Les carreaux représentent les résultats expérimentaux de (SYNOLAKIS, 1987), et la ligne discontinue (modèle de régression) représente

l'équation (1), obtenue par régression non linéaire multiple utilisant la méthode du maximum de vraisemblance, avec un coefficient de détermination  $R^2 = 0.98$ .

$$\frac{R}{d} = 1.223702 \times \left( \sin\left(\frac{P}{d}\right) \right)^{0.091982} \times \left( \sin\left(\frac{H}{d}\right) \right)^{0.562787} \quad (1)$$

Les courbes présentées dans la figure 3 Montrent clairement que le modèle représenté par l'équation (1), décrit bien l'évolution du run-up de la vague déferlante ( $H/d > 0.05$ ) (SYNOLAKIS, 1987). Tandis que ce n'est pas le cas pour les valeurs ( $H/d < 0.05$ ).

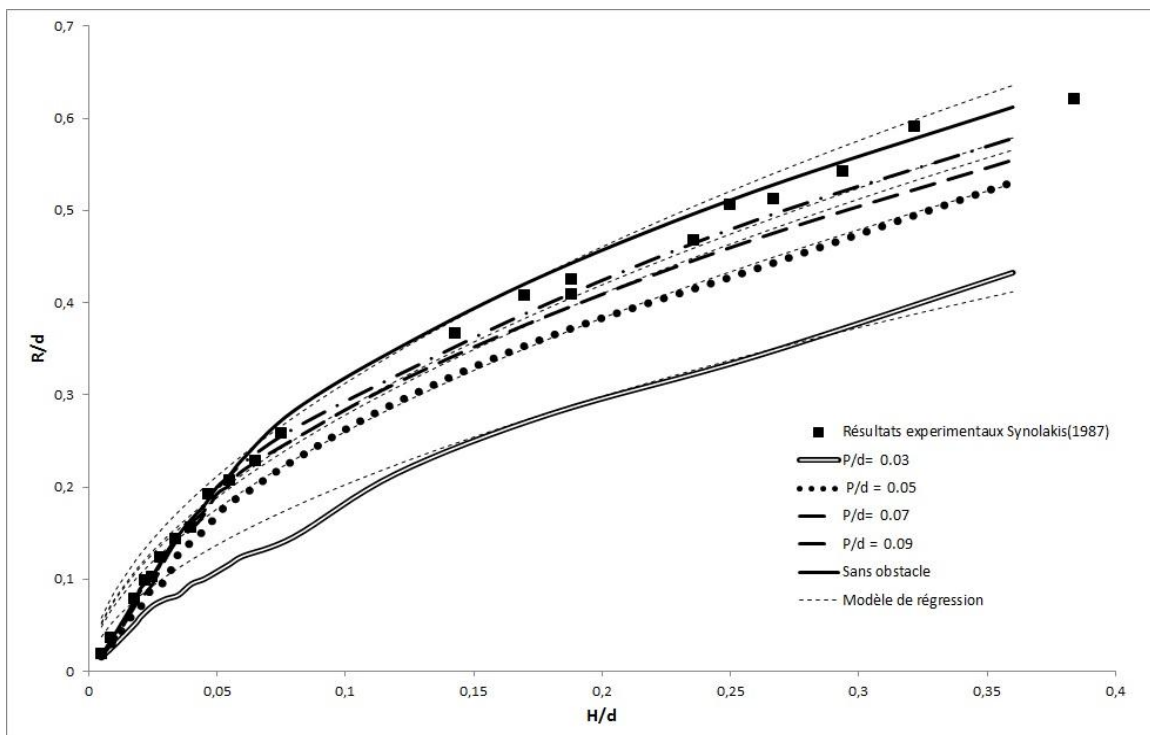


Figure 3. Evolution du run-up en fonction de l'amplitude pour plusieurs profondeurs de crête de l'obstacle.

#### 4. CONCLUSIONS

Cette étude a montré que les obstacles immergés ont un effet assez important dans l'atténuation des vagues de tsunami, et la diminution de leurs run-up. De ce fait ils peuvent réduire considérablement le risque d'inondation, sans présenter une gêne à la navigation, surtout dans les plages et les ports de plaisance qui ne demandent pas une grande profondeur.

## 5. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CHANG Y., HWANG K., HWUNG H. (2009). *Large-scale laboratory measurements of solitary wave inundation on a 1:20 slope*. Coastal Engineering. Vol. 56, pp 1022-1034. <http://dx.doi.org/10.1016/j.coastaleng.2009.06.008>

HSIAO S.-C., LIN T.-C. (2010). *Tsunami-like solitary waves impinging and overtopping an impermeable seawall: Experiment and {RANS} modeling*. Coastal Engineering, Vol. 57(1), pp 1-18. <http://dx.doi.org/10.1016/j.coastaleng.2009.08.004>

JIANHONG Y., DONGSHENG J., REN W., CHANGQI Z. (2013). *Numerical study of the stability of breakwater built on a sloped porous seabed under tsunami loading*. Applied Mathematical Modelling, Vol. 37(23), pp 9575-9590. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apm.2013.05.006>

LYNETT P., LIU P. (2002). *A two-dimensional, depth-integrated model for internal wave propagation over variable bathymetry*. Wave Motion. Vol. 36, pp 221-240. [http://dx.doi.org/10.1016/s0165-2125\(01\)00115-9](http://dx.doi.org/10.1016/s0165-2125(01)00115-9)

TOUHAMI H.E., KHELLAF M.C. (2011). *Aspects de la modélisation numérique des tsunamis*. Conférence Méditerranéenne Côtière et Maritime Edition 2, Tanger, Maroc, pp 103-106. <http://dx.doi.org/10.5150/cmcm.2011.022>

SYNOLAKIS C.E., (1987). *The runup of solitary waves*. J. Fluid Mech., Vol. 185, pp 523-545. <http://dx.doi.org/10.1017/s002211208700329x>