



Amélioration du calcul de la fraction des vagues déferlantes dans le logiciel SWAN

Luc HAMM¹, Hafedh HAJJI², Vincent MAZEIRAUD³

1. Sogreah Consultants, 6 rue de Lorraine, 38130 Echirolles, France.
luc.hamm@sogreah.fr
2. GlobOcean, 3 boulevard Clémenceau, 83300 Draguignan, France
hafedh.hajji@globocean.fr
3. Sogreah Consultants, Le Rubis, 10 rue Gutenberg, 33697 Mérignac, France.
vincent.mazeiraud@sogreah.fr

1. Introduction

Le logiciel SWAN de calcul de la génération et la propagation des états de mer en zone côtière est distribué gratuitement par l'université de technologie de Delft (Pays-Bas). Il bénéficie de ce fait des nouveaux développements effectués régulièrement par une communauté de chercheurs actifs ce qui en fait un outil attractif pour les besoins de la recherche mais aussi de l'ingénierie côtière. Le présent travail s'est intéressé plus particulièrement à la mise à jour des formulations de la perte d'énergie dans la zone de déferlement programmées dans la présente version de référence (40.72) qui reposent sur l'approche spectrale paramétrique proposée par BATTJES et JANSSEN (1978, en raccourci BJ78). Un important travail scientifique d'amélioration de cette formulation a été effectué durant les 15 dernières années aboutissant à des progrès notables dans deux domaines : le calcul par très faible profondeur et l'estimation de la fraction de vagues déferlantes.

Nous présentons ici une synthèse des récents développements parus dans la littérature débouchant sur un choix de formulations nous paraissant les plus pertinentes. Des résultats de calculs de validation montrant les acquis mais aussi les limitations de ces nouvelles formulations sont ensuite présentés.

2. Synthèse des différentes formulations proposées

La formulation BJ78 utilise une représentation simplifiée d'un état de mer caractérisée par une période de pic, une direction de pic et une hauteur énergétique moyenne H_e , dénommée improprement H_{rms} par certains auteurs. Cette hauteur énergétique se relie à la hauteur significative spectrale (H_{m0}) par la relation $H_e = H_{m0}/(2^{1/2})$. Son développement passe par l'estimation paramétrique de la fraction de vagues déferlantes (paramètre Q_b représentatif du niveau de déferlement de l'état de mer) et par une expression analytique de l'énergie dissipée (E_d). Le paramètre Q_b est obtenu en faisant une hypothèse sur la répartition des vagues déferlantes et non-déferlantes dans une distribution initiale de Rayleigh valable en dehors de la zone de déferlement et en

DOI: 10.5150/cmcm.2009.010

choisissant une hauteur de vague maximale (H_m) permettant de repérer les vagues déferlantes.

Différentes approches ont été publiées dans la littérature pour ces deux paramètres (Q_b et E_d). Elles ont été récemment passées en revue et synthétisées par APOTSOS *et al.* (2008) qui les a de plus testées sur un grand nombre de plages naturelles. Nous renvoyons les lecteurs à cet article de synthèse pour obtenir le détail des différentes formulations. Nous avons passé cette synthèse au crible de notre expérience et nous en proposons la lecture critique suivante :

Les différents travaux s'accordent pour dire que l'utilisation d'une distribution de Rayleigh complète et non plus tronquée comme dans le modèle BJ78 est plus fidèle à la réalité naturelle. JANSSEN et BATTJES (2007) ont montré d'autre part que leur formulation est la seule consistante pour obtenir une fraction de vagues déferlantes valant 1 à la côte. C'est donc cette formulation que nous avons retenu ici.

L'estimation de la hauteur de vague maximale s'effectue fréquemment par la formule simplifiée $H_m = \gamma h$ (avec h la hauteur d'eau totale incluant le set-up et γ paramètre empirique calé par comparaison avec des mesures et fixé à 0,73 dans SWAN) qui n'est valable que pour les faibles hauteurs incidentes conduisant à des déferlements en eau peu profonde. Pour les grosses tempêtes au cours desquelles le H_{mo} peut atteindre 10 m ou plus, c'est la formule de Miche modifiée par BATTJES et JANSSEN (1978) qui est plus adaptée. C'est donc cette formulation que nous avons utilisé ici.

Les recommandations concernant les valeurs du paramètre γ à utiliser sont inégalement fondées selon les auteurs. Nous avons retenu ici le paramétrage le plus récent proposé par APOTSOS *et al.* (2008) qui relie le paramètre γ à la hauteur de la houle au large H_o sur une base purement empirique offrant un comportement satisfaisant des différents modèles sur une large gamme de profils d'avant-plage et de conditions de houle (H_o inférieur à 3 m). Elle s'écrit :

$$\gamma = a + b \tanh(c H_o) \quad , \text{ avec : } \begin{cases} a = 0,3 \\ b = 0,45 \\ c = 0,9 \text{ m}^{-1} \end{cases} \quad (1)$$

Notons que cette synthèse d'APOTSOS *et al.* (2008) n'aborde pas la question de la validation du calcul de la fraction de vagues déferlantes qui est en général assez sous-estimée par SWAN. Les études récentes omettent cette difficulté se concentrant uniquement sur le calcul de H_{mo} . Ce point est abordé plus spécialement dans la présente étude.

3. Tests de la nouvelle formulation

La nouvelle formulation succinctement décrite a donc été implémentée dans le logiciel SWAN et utilisée sur trois séries de mesures en laboratoire et en nature. Il est vite apparu que le point-clé ici reposait sur le choix pertinent du paramètre γ . Différents tests

de sensibilité à ce paramètre ont donc été effectués pour aboutir au choix d'une formulation unique parmi toutes celles proposées par APOTSOS *et al.* (2008). La figure 1 présente les résultats obtenus sur un cas-test de laboratoire à petite échelle décrit par STIVE (1985). On observe que la formulation de base de SWAN surestime les hauteurs et sous-estime la fraction des vagues déferlantes. La nouvelle formulation corrige ces deux défauts de manière presque parfaite ce qui n'est pas toujours le cas. L'accord est en effet moins bon sur le test MS40 correspondant à une houle plus cambrée mais reste largement meilleur que la formulation de base.

Nous avons également présenté sur la figure 1 à titre d'information le calcul du set-up, c'est-à-dire de la surélévation du niveau moyen dans le déferlement (paramètre ETA) qui est disponible en option dans SWAN. On observe que dans ce cas la nouvelle formulation dégrade le calcul de cette variable.

Le second cas-test présenté ici concerne une mesure faite à Duck (Caroline du Nord) lors de l'expérience DUCK85 (EBERSOLE & HUGHES, 1987). La figure 2 présente l'état de mer le plus énergétique mesuré (DUCK 041510) pour lequel les deux formulations sont comparables du point de vue des hauteurs. La nouvelle formulation améliore considérablement le calcul de la fraction des vagues déferlantes. Son défaut résiduel, se situe au niveau de l'adoucissement de la pente d'avant-plage à $x=55$ m qui déclenche automatiquement une baisse de cette fraction ce qui n'est pas observé en nature.

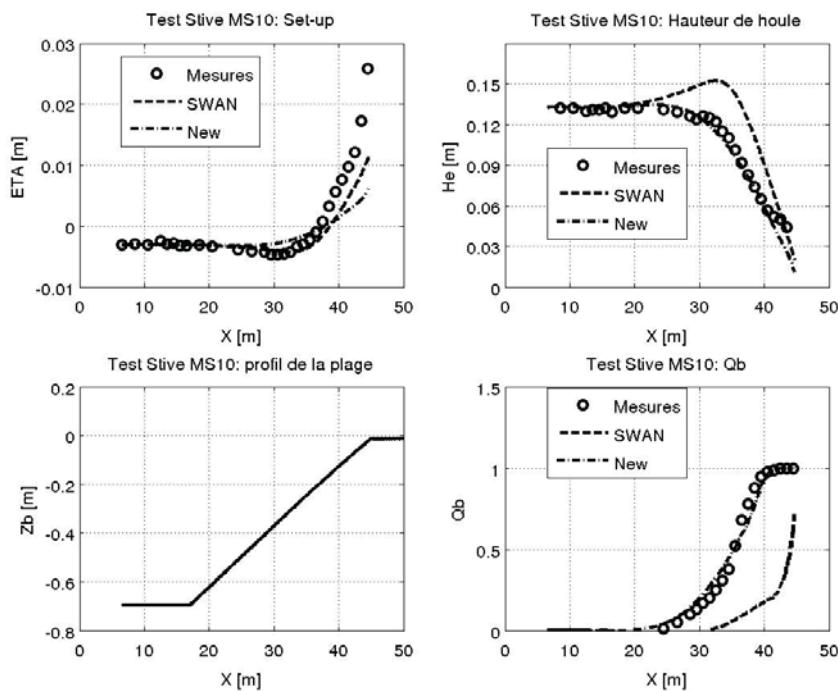


Figure 1. Calcul de la hauteur énergétique moyenne (He), du set-up (ETA) et de la fraction des vagues déferlantes (Qb). Test MS10 de STIVE, 1985

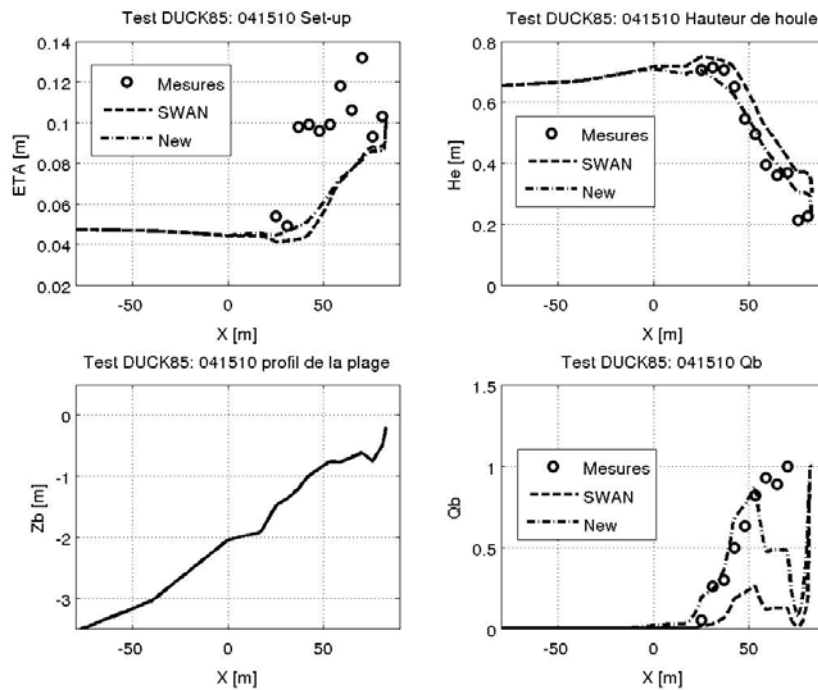


Figure 2. Calcul de la hauteur énergétique moyenne (He), du set-up (ETA) et de la fraction des vagues déferlantes (Q_b). Mesure DUCK 041510

4. Références bibliographiques

- APOTSOS A., RAUBENHEIMER B., ELGAR S., GUZA R.T. (2008). *Testing and calibrating parametric wave transformation models on natural beaches*. Coastal Engineering, 55, pp 224-235.
- BATTJES J.A., JANSSEN J.P.F.M. (1978). *Energy loss and set-up due to breaking of random waves*. Proc. Int. Conf. on Coastal Eng., ASCE, pp 569-587.
- EBERSOLE B.A., HUGHES S.A. (1987). DUCK 85 photopole experiment. Report M.P. 87-12, CERC, Coastal Research Center, Vicksburg, MS, USA
- JANSSEN T.T., BATTJES J.A. (2007). *A note on wave energy dissipation on steep beaches*. Coastal Engineering, 54, pp 711-716.
- STIVE M.J.F. (1985). *A scale comparison of waves breaking on a beach*. Coastal Engineering, 9, pp 151-158.