

Law of spreading of the crest of a breaking wave

M. LE BARS ^a, P. LE GAL ^a, T. NICOLAS ^a, T. JAMIN ^a, S. ZEMENZER ^a AND Y. POMEAU ^b

a. Institut de Recherche sur les Phénomènes Hors Equilibre, 49 rue F. Joliot-Curie, 13384, Marseille

b. Ecole Normale Supérieure, Laboratoire de Physique Statistique, F-75231 Paris 05

Résumé :

Dans une vaste gamme de conditions, les vagues de l'océan déferlent. Ceci peut être perçu comme la manifestation d'une singularité dans la projection horizontale de la dynamique de la surface fluide en mouvement sous l'effet des déplacements du fluide sous-jacent. Nous montrons que, pour des vagues d'eau peu profonde, au seuil du déferlement, celui-ci se propage le long de la crête comme la racine carrée du temps. Ceci est tout d'abord dérivé d'une analyse théorique qui est ensuite comparée avec des résultats expérimentaux. L'accord est excellent [1]. Nous avons ensuite exploré une autre configuration où des vagues de grande profondeur sont générées par un batteur de forme parabolique. La focalisation des fronts paraboliques (tout comme en optique) induit des interférences mais aussi une croissance remarquable de l'amplitude des vagues qui déferlent même si leur amplitude initiale est faible. Dans ce cas, un élargissement du déferlement proportionnel à la puissance $3/2$ du temps est prévu par la forme du « cusp de Huygens » de la parabole génératrice (voir la visualisation par ombroscopie de la figure 1).

Abstract :

In a wide range of conditions, ocean waves break. This can be seen as the manifestation of a singularity in the horizontal projection of the dynamics of the fluid surface, moving under the effect of the fluid motion of the underlying fluid. We show that, for shallow water waves at the onset of breaking, the breaking expands in the span-wise direction as the square root of time. This is first derived from a theoretical analysis and then compared with experimental findings. The agreement is excellent [1]. We then explore another configuration where deep water waves are generated by a parabolic wave maker. The focusing of the initially parabolic fronts induces interferences and also a remarkable growth of the waves that break even if their initial amplitude is small. In this case a widening of the breaking proportional to the power $3/2$ of time is expected following the Huygens cusp shape of the parabola (see the shadowgraph visualization of figure 1).

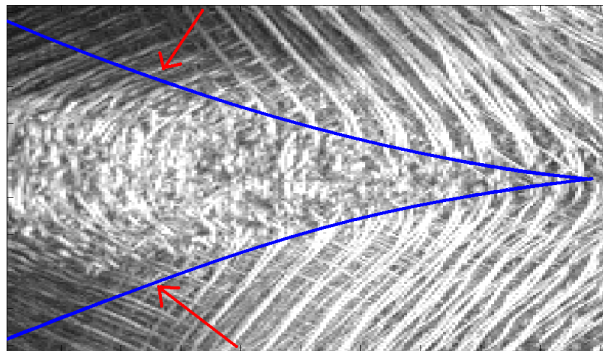


FIG. 1 – Superposition d'images successives obtenues par ombroscopie qui montre la focalisation et le déferlement d'une vague. L'évasement du déferlement semble relié au « cusp de Huygens » (lignes bleues) .

Mots clefs: déferlement, vagues, singularité, focalisation

References

[1] Pomeau Y., Jamin T., Le Bars M., Le Gal P., Audoly B. Law of spreading of the crest of a breaking wave. PROC R SOC A 464 , 1851-1866, 2008.