



## Avant-propos

Cette fiche relative aux données de run-up a été rédigée dans le cadre du Groupe de travail « Tempêtes et submersions historiques » et plus particulièrement au sein du sous-groupe « Types de données » réunissant plusieurs organismes, et dont l'objectif est de mutualiser les informations de tempêtes et submersions historiques, capitaliser les connaissances et expertiser les données associées à des événements historiques.

Cette fiche relative aux données de run-up fait partie d'un catalogue de données pour accompagner et comprendre la base de données relatives aux tempêtes historiques. Cet état de l'art pourrait nécessiter d'être complété en fonction de besoins ou applications particulières.

L'élaboration de cette fiche, fruit d'un travail collaboratif et pluridisciplinaire, a été pilotée par Franck Mazas (ARTELIA).

Nous remercions également ici l'ensemble des personnes ayant collaboré avec leurs contributions écrites et/ou leurs relectures : Héloïse Michaud (Shom), Xavier Kergadallan (Cerema), Luc Hamm (Artelia), Sabine Cavellec (Cerema), Aurélie Maspataud (BRGM).

Les termes suivis d'un astérisque\* sont définis dans un glossaire spécifique associé au catalogue de données.

## Résumé

Le *run-up*\* marque l'effet des vagues sur le niveau marin près du rivage, en particulier à la plage. Il se distingue lorsque l'on considère la surface libre le long d'un profil de plage sur une durée de l'ordre de 20 min. Côté large, la moyenne de cette surface libre correspond au niveau au repos\*, qui inclut les variations dues à la marée astronomique et à la surcote atmosphérique autour du niveau moyen à long terme. En se dirigeant vers la plage, dans la zone de *shoaling*\*, un abaissement du niveau moyen, dit *set-down*\*, est constaté puis, après enclenchement du déferlement, une élévation progressive, appelé *set-up*\*, qui fait que le niveau moyen\* à la plage est plus élevé que le niveau au repos. À la plage, le va-et-vient des vagues n'ayant pas déferlé est appelé jet de rive\*, ou *swash*\*.

Ces deux composantes, statique (*set-up*) et dynamique (jet de rive / *swash*), constituent le *run-up* qui détermine ainsi le niveau instantané de la surface libre à la plage. Enfin, le jet de rive comprend à la fois une composante à haute fréquence (correspondant aux vagues elles-mêmes) et une composante à basse fréquence, de quelques minutes de période, générée par le déferlement.

Le *run-up* joue ainsi un rôle important dans les submersions par franchissement ou débordement sur les plages.



## Caractéristiques de la donnée

### Définition

*Note préalable :* la présente fiche s'intéresse uniquement au run-up sur une plage.

### Généralités sur le niveau

Le niveau d'eau est influencé par de nombreux phénomènes physiques, et à la plage il peut ainsi être considéré comme la superposition des composantes suivantes ([Erreur ! Source du renvoi introuvable.](#)) :

- le niveau moyen\*, qui peut être défini sur de nombreuses échelles de temps et est soumis à des fluctuations à ces mêmes échelles : tendance de long-terme (remontée eustatique liée au changement climatique notamment), oscillations décennales, variations saisonnières, etc. ;
- la marée astronomique\*, qui est un phénomène déterministe liée aux variations de l'attraction gravitationnelle du système Terre-Lune-Soleil (voir [fiche «Prédiction de marée »](#)) ;
- la surcote\* ou décote\* météorologique, générée par l'évolution dans le temps et l'espace de la pression atmosphérique et du vent (voir [fiches « Surcote », « Vent » et « Pression atmosphérique »](#));
- les seiches\* côtières, des oscillations d'un bassin ou d'une baie à basse fréquence (périodes de la dizaine de minutes à 1 heure environ) d'origine atmosphérique ;
- la surcote liée au déferlement\* des vagues (*wave set-up\**) ;
- le jet de rive\* (*swash\**), causé par le va-et-vient sur la plage des vagues n'ayant pas déferlé ;
- des phénomènes exceptionnels, causés par des séismes, éruptions volcaniques, glissements de terrain, météo-tsunamis etc.

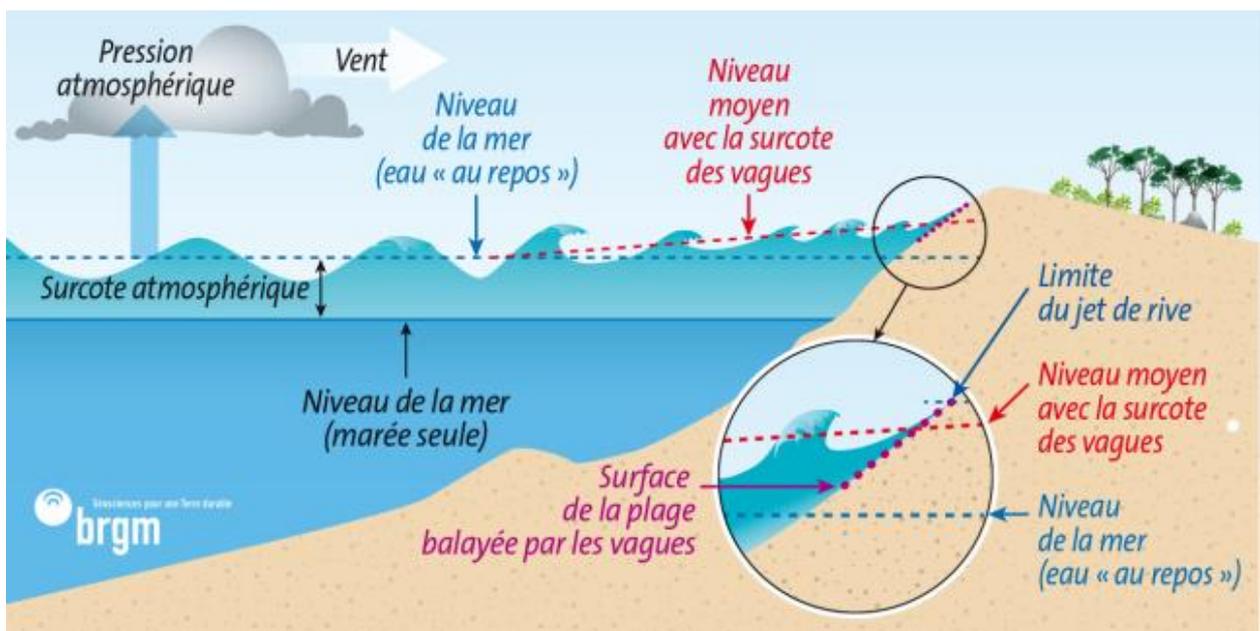


Figure 1 - Composante du niveau marin instantané à la plage (source : BRGM)



## Définition du *run-up*

Dans la plupart des cas d'application pratique sur une plage, sont donc distingués, à l'échelle temporelle d'un état de mer (de l'ordre de 20 min à 1 h) :

- Le **niveau de la mer au repos\*** (*still water level*)\*, résultant de la fluctuation du niveau de la mer autour du niveau moyen\* à long terme due aux effets astronomiques (marée) et atmosphériques (surcote ou décote) ;
- Sa **surélévation due à l'action des vagues** : le ***run-up R***, qui se décompose en :
  - Sa partie **statique** : le ***wave set-up***  $\bar{\eta}$ ,
  - Sa partie **dynamique** : le **jet de rive** ou ***swash S***.

Le *set-up* est ainsi la différence entre le niveau de surface libre moyenné sur la durée d'un état de mer et le niveau de la mer au repos, tandis que le *run-up* est l'élévation maximale de la surface libre instantanée à la plage par rapport au niveau de la mer au repos.

## Set-up

Le *set-up* est causé par la dissipation de l'énergie due entre autres au déferlement des vagues incidentes induit par la profondeur. Sur un profil de plage classique, il prend d'abord une valeur légèrement négative (on parle alors de *set-down*) avant d'augmenter progressivement jusqu'à atteindre sa valeur maximale à la plage ([Erreur ! Source du renvoi introuvable.](#)).

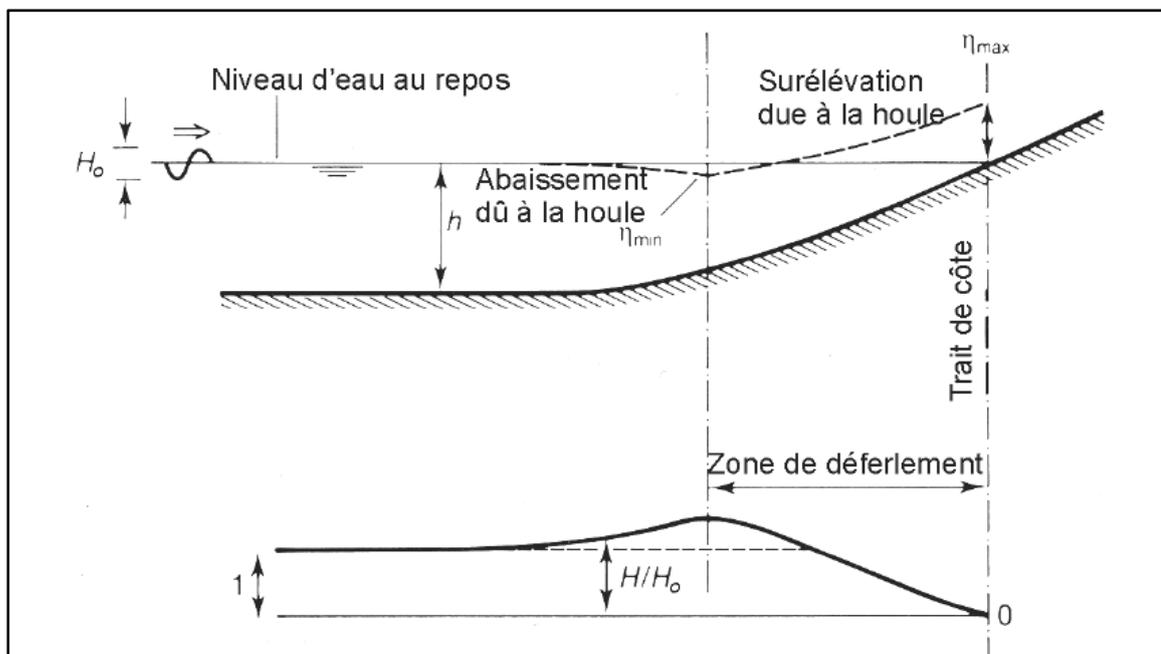


Figure 2 - Surélévation due à la houle (source : Manuel Enrochements, CIRIA-CUR-CETMEF, 2009)



## RUN-UP

Dans la zone littorale (où prennent place la levée par les fonds, ou *shoaling*, le déferlement et le frottement sur le fond), la transformation des vagues induit des gradients de la contrainte de radiation, qui est le flux de quantité de mouvement liée au mouvement orbital des vagues. Ces gradients causent un transfert de cette contrainte de radiation vers la colonne d'eau, modifiant ainsi l'élévation moyenne du plan d'eau. Le *set-down* advient dans la zone de levée (*shoaling*), lorsque la hauteur des vagues augmente. Au déclenchement du déferlement, lorsque la hauteur des vagues diminue, le niveau moyen remonte, pour devenir *set-up* quand il passe au-dessus du niveau moyen au repos ([Erreur ! Source du renvoi introuvable.](#)).

### Jet de rive

Après l'effondrement des vagues sur la plage par déferlement, la phase finale de la propagation des vagues forme un mouvement de va-et-vient dont la phase ascendante et décélérante est le jet de rive ([Erreur ! Source du renvoi introuvable.](#)). Le niveau maximal atteint définit alors le niveau de *run-up*.

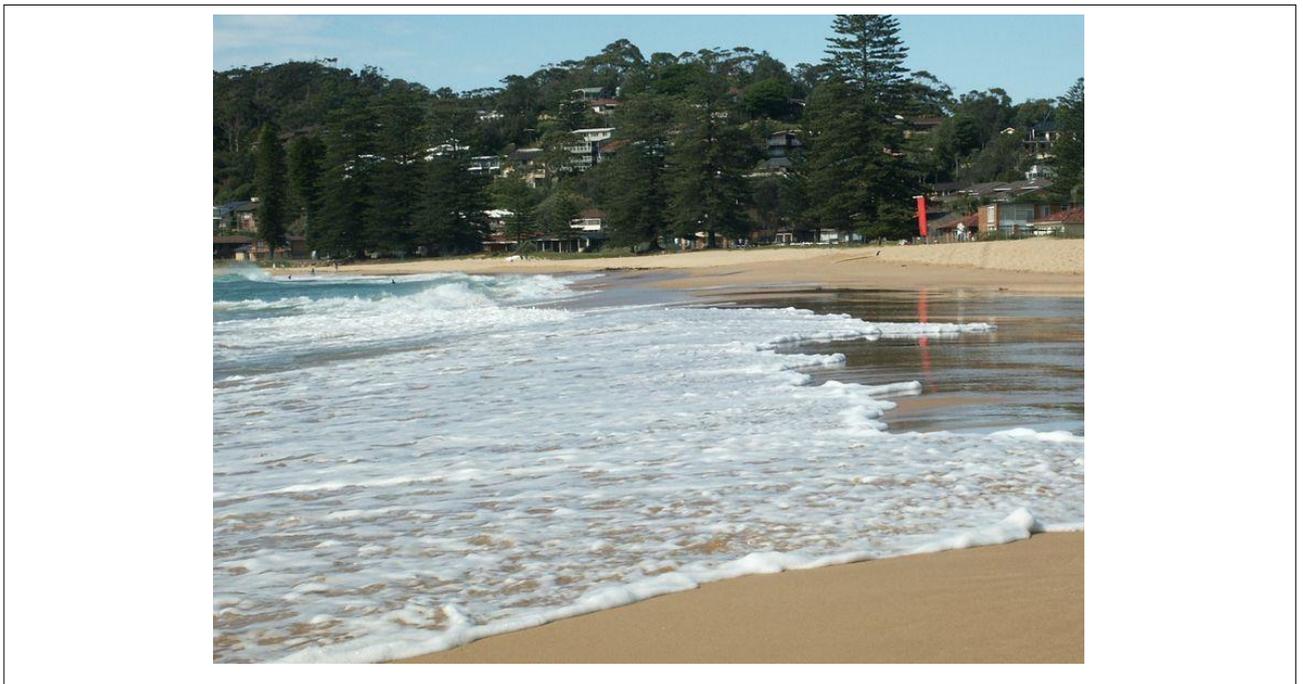


Figure 3 - Jet de rive sur une plage (source : [coastalwiki.org](http://coastalwiki.org))

Le jet de rive comprend les oscillations à haute fréquence correspondant aux vagues, mais aussi des oscillations à basse fréquence (de l'ordre de 30 secondes à 5 minutes) due à la hauteur variable des groupements de vagues arrivant dans la zone de déferlement ([Erreur ! Source du renvoi introuvable.](#)). Cette oscillation est nommée *surf-beat*\* ; son apparition est favorisée par le groupement des vagues, propres aux houles océaniques s'étant propagées sur de longues distances. Ce phénomène peut avoir une importance en termes de submersion et de franchissement, car il induit une augmentation temporaire de la hauteur d'eau permettant aux vagues de se propager plus avant sur la plage et donc d'atteindre des niveaux de *run-up* maximaux plus élevés.

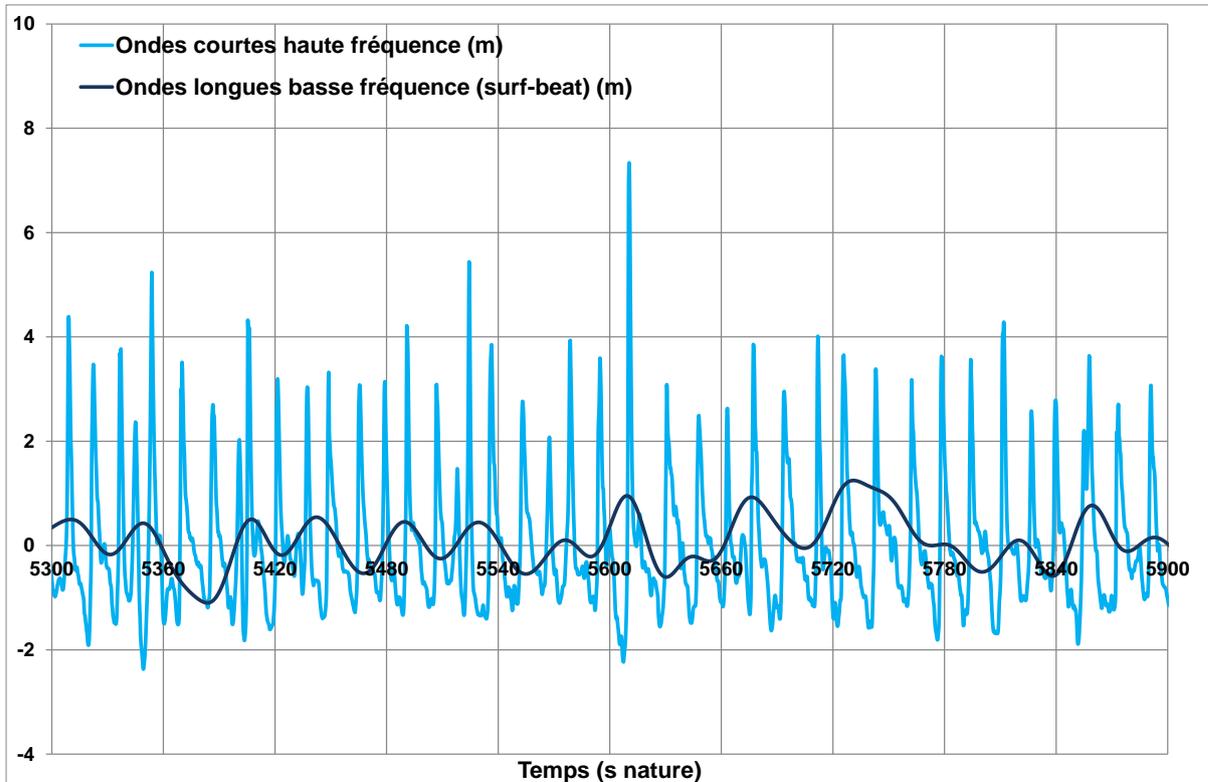


Figure 4 : Mesure du surf-beat en laboratoire (source : ARTELIA, 2011)

### Niveau de *run-up*

Le niveau de *run-up* étant une variable temporelle qui évolue en continu au rythme des vagues, il est utile de traiter le signal de façon statistique pour en tirer notamment les paramètres suivants :

- Niveau de *run-up* maximal  $R_{max}$  : niveau maximum atteint sur une durée de 10 à 20 minutes ;
- Niveau de *run-up* 2 % : valeur dépassée par le *run-up* 2 % du temps sur une durée de 10 à 20 minutes.

Lorsque le niveau de *run-up* excède le niveau du haut de plage (par exemple, crête du cordon dunaire), on parle de submersion par franchissement, et quand le niveau de *set-up* excède le niveau du haut de plage, on parle de submersion par débordement (voir *fiche* « **submersion** »).



## Moyen(s) d'acquisition sur le terrain

### Mesures en nature

Les scientifiques ont développé plusieurs techniques expérimentales pour mesurer le *run-up* en nature en fonction de la nature du terrain, du marnage et du climat des vagues. Elles consistent à coupler l'excursion du jet de rive sur la côte étudiée et l'altimétrie\* de cette côte.

Guza et Thornton (1982) ont mesuré le *run-up* sur des plages californiennes. Ils ont utilisé des câbles électriques résistifs allant jusqu'à 80 m de long et posés sur des supports de 3 cm d'épaisseur. Les mesures ont donc été filtrées puis analysées sur une durée de 17 min en calculant la variance du signal puis sa valeur significative spectrale en séparant les parties haute et basse fréquence avec une fréquence de coupure de 0.05 Hz. Ils ont alors observé que la partie haute-fréquence du *run-up* était saturée alors que la partie basse fréquence augmentait linéairement avec la hauteur significative spectrale des vagues incidentes.

En parallèle de ces mesures, des prises de vue photographiques en time-lapse ont été également effectuées (Holman et Guza, 1984). Cette méthode fut perfectionnée en technique vidéo et une comparaison des deux méthodes, publiée par Holland (1995) a mis en évidence l'importance de l'épaisseur des supports des sondes dans les mesures de *run-up*. En faisant varier cette épaisseur entre 3 et 25 cm, ils ont remarqué une augmentation du *run-up* lorsque l'épaisseur diminuait, la vidéo donnant toujours la mesure de *run-up* la plus importante (épaisseur nulle du support). Cette technique vidéo peu coûteuse a permis des suivis à long-terme.

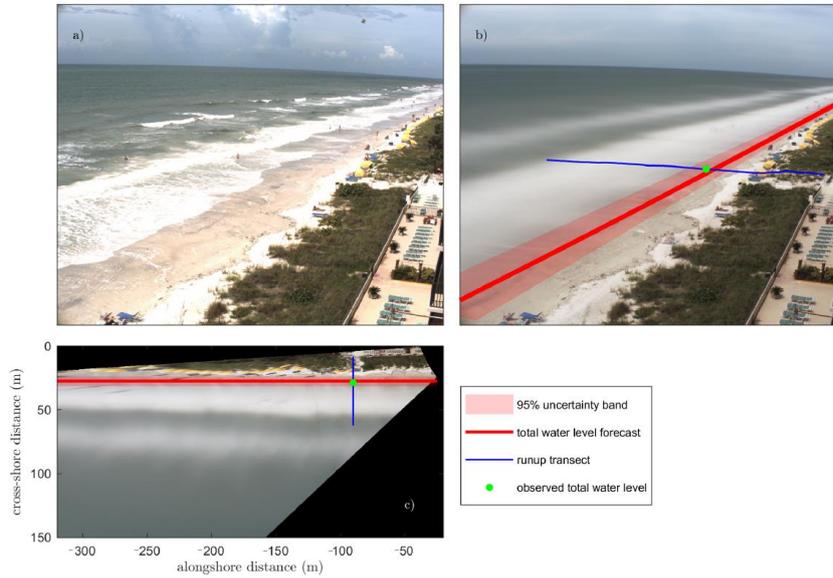
La télédétection par imagerie optique digitalisée fut développée pour obtenir des suivis à long-terme de mesure du *run-up* et autres processus hydro et morfo-dynamiques dans la zone de déferlement. Suite à de premiers essais dans les années 80 (Holman, 1986), elle fut améliorée d'abord sous la forme du système ARGUS comportant 4 à 5 caméras numériques couvrant 4 à 6 kilomètres de littoral à 180 degrés et offrant une qualité d'image élevée en combinaison avec une résolution de pixels détaillée (Holman et Stanley, 2007). Environ trente plages dans le monde sont équipées d'un tel système qui fournit en permanence des données de la zone de déferlement jusqu'au *run-up*.

La technique vidéo a notamment été utilisée en France lors de l'expérience ECORS sur la plage du Truc Vert en 2008 (Senechal *et al.*, 2011) ([Figure 5 et 6](#)).

Plus récemment, un réseau de recherche international sur l'imagerie côtière (*The Coastal Imaging Research Network (CIRN)*) a été créé en 2016 pour proposer des programmes de formation et des outils logiciels en diffusion libre sur ces techniques vidéo (Palmsten et Brodie, 2022).

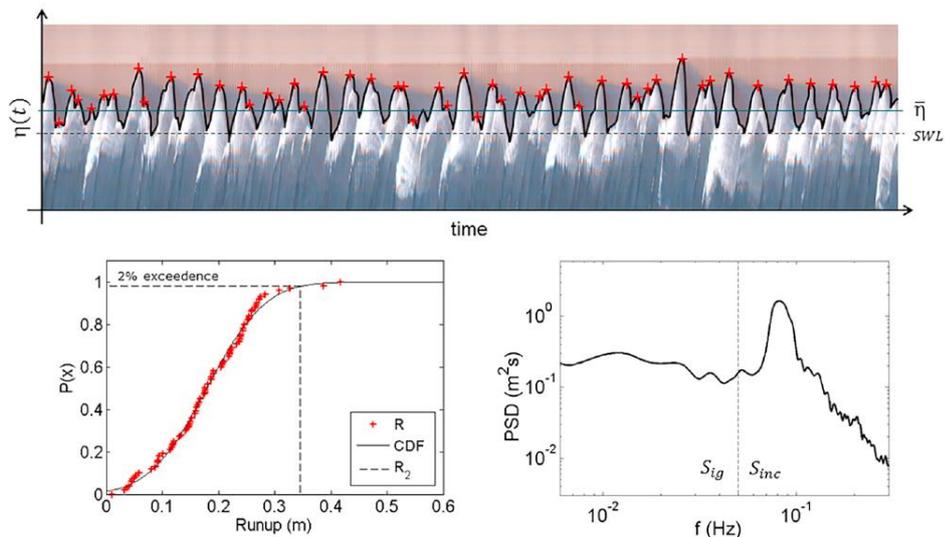


# RUN-UP



**Figure 1.** (a) Example snapshot from the USGS CoastCams site at Madeira Beach, FL taken at 1600 GMT on 16 September 2020. (b) Example time exposure image for the 10-min period following the snapshot. (c) Example time exposure image projected into the local coordinates. The location of observed 2% exceedance of the total water level (green circle) was estimated from observations of wave runup along a cross-shore transect of pixels (blue line). The forecast total water level (red line) and uncertainty (red band) were projected on the images in (b,c). The observed total water level is used to evaluate forecast skill. All image processing was conducted with Coastal Imaging Research Network (CIRN) tools.

## Figure 5 - Exemple d'une mesure du run-up sur 10 minutes par analyse d'un suivi vidéo (Palmsten et Brodie, 2022)



**Fig. 1.** a) Example of a timestack image with the digitized timeseries of shoreline motions (black thick line), the individual runup values (red pluses), and the setup level (black thin line). b) Cumulative Distribution Function of individual runups (red pluses), from which the  $R_2$  is obtained (dashed line). c) Swash spectrum used to obtain  $S_{ig}$  and  $S_{inc}$  values – dashed line represents the limit between infragravity and incident frequencies.

## Figure 6 - Exemple d'une analyse de mesure du run-up par suivi vidéo (Gomez da Silva et al., 2020)



Le déploiement d'un ensemble de marqueurs consiste à compter le nombre de vagues qui traversent chaque ensemble de marqueurs d'élévations connues ( $x$ ) sur une période de temps, pour obtenir une série chronologique de mesures de *run-up* des vagues. Un exemple de telles mesures avec des piquets en bois est fourni par Manno *et al.* (2017) sur une plage méditerranéenne avec des conditions de houle quotidienne. Le suivi du *run-up* est assuré par une caméra vidéo et analysé ensuite sur des enregistrements de 30 minutes (Figure 7).

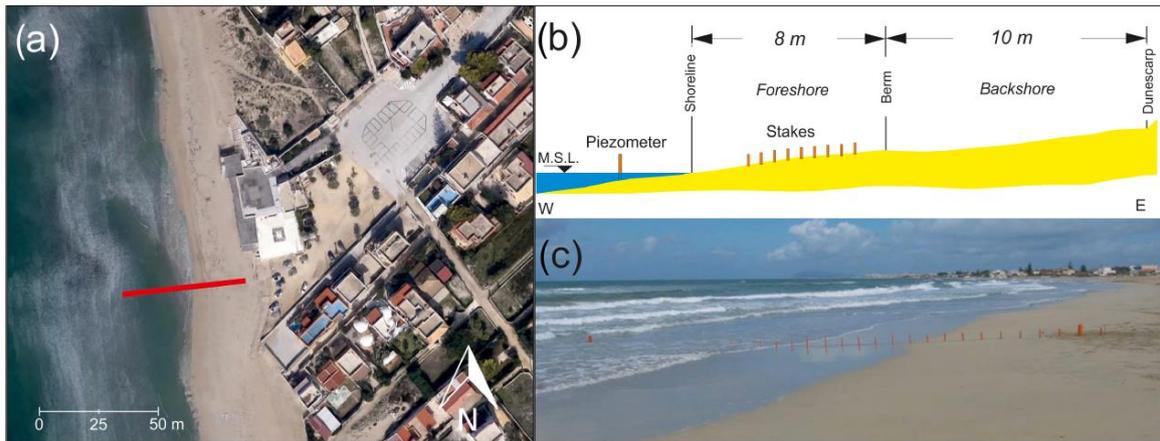


Figure 7 - Système de mesure du *run-up* sur la plage sicilienne de Lido Signorino (Manno *et al.*, 2017)

Une autre méthode pour obtenir des mesures du *run-up* des vagues consiste à utiliser des capteurs à ultrasons (similaires aux sondes à ondes acoustiques). Semblable à un ensemble de marqueurs, un transect composé de plusieurs capteurs à ultrasons permet de mesurer l'élévation de la surface de la mer dans l'espace et dans le temps (Turner *et al.*, 2008 ; Almeida *et al.*, 2013).

Des capteurs de pression peuvent également être utilisés notamment sur les côtes rocheuses (Dodet *et al.*, 2018) (Figure 8).



Figure 8 - Système de mesure du *run-up* sur la côte rocheuse de l'île Banneg (Dodet *et al.*, 2018)



Pour les côtes sableuses à fort marnage, Cariolet (2011) a proposé un suivi des lisses de pleine-mer par DGPS (Figure 9).



Fig. 6 – Laisse de mer témoignant du niveau maximal atteint par le jet de rive lors de la pleine mer précédente. On remarque la limite nette et facilement identifiable entre la portion de sable sec à gauche et la portion de sable humide à droite. C'est cette limite, représentée ici par un trait blanc, qui est levée au DGPS. Cette figure est localisée sur la figure 3.

### Figure 9 - Exemple d'une mesure du *run-up* maximal sur une marée par suivi de la laisse de mer (Cariolet, 2011)

Plus récemment, la technique de mesures par Lidar\* terrestre a été introduite par Blenkinsopp *et al.* (2010). Almeida *et al.* (2013) l'ont comparé avec la méthode des capteurs à ultrason, Brodie *et al.* (2015) à des mesures par capteurs de pression et Almar *et al.* (2017) avec la méthode par vidéo avec à chaque fois de bons résultats. Elle présente l'avantage de mesurer à la fois la bathymétrie et l'interface mer-terre. Par contre, cette méthode est limitée par le rayon d'action du lidar terrestre monté sur une tour ou un camion.

C'est pourquoi Fiedler *et al.* (2021) ont testé la mesure par un scanner laser (lidar) monté sur un drone en vol stationnaire associé à DGPS et un système de positionnement inertiel. La mesure obtenue est d'une qualité presque égale à un lidar terrestre stationnaire monté sur camion. Cette technique permet d'aller effectuer des mesures dans des zones peu accessibles.

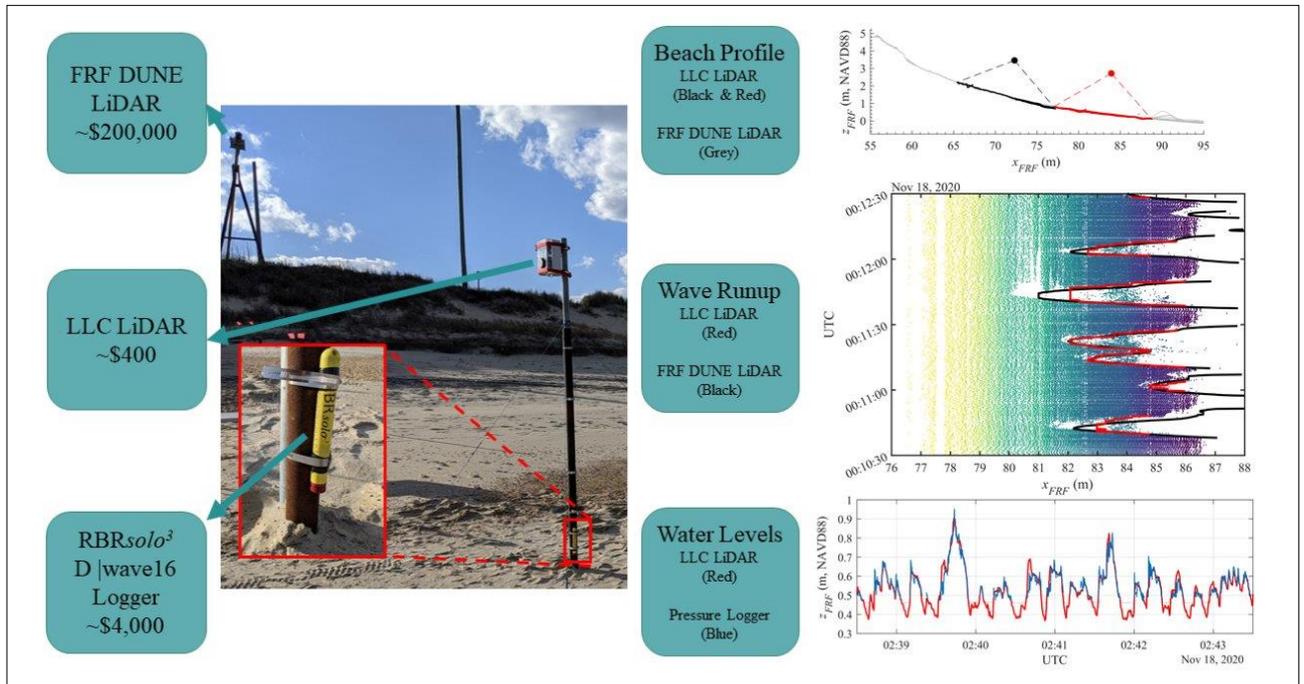


Figure 10 - Système de mesure LiDAR du *run-up* en 2D sur une plage (source : [twitter.com/CoastalProf](https://twitter.com/CoastalProf))

## Modélisations

### Mesures en canal à houle

Historiquement le *run-up* a d'abord été mesuré de manière systématique à échelle réduite en canal à houle sur les structures (Hunt, 1959) puis sur des plages à pente constante entre 1 sur 30 et 1 sur 5 (Mase et Iwagaki, 1984 ; Mase, 1989). Pour cela, une sonde capacitive de 2 m de long a été installée dans une rainure située au centre de la plage de façon à faire coïncider le fil électrique avec la surface de la plage. 120 tests en houle aléatoire ont été réalisés avec différentes pentes, périodes et hauteurs incidentes. La durée des essais était variable (entre 500 et 1600 sec) de façon à obtenir entre 650 et 900 vagues par essai. Plus récemment, les techniques utilisées sur le terrain (vidéo, lidar et capteurs à ultrason) ont été mises en œuvre dans un canal à houle géant (le *deltaflume* à Delft) pour étudier le détail du *run-up* à l'échelle des vagues individuelles (Blenkinsopp *et al.*, 2016).

Le signal a ensuite été analysé par une approche statistique (voir *fiche « Etats de mer »*) pour obtenir les différentes valeurs statistiques classiques. Ces différentes valeurs de *run-up* ont ensuite été reliées à la pente de la plage et aux conditions de houle incidente avec l'utilisation du nombre d'Iribarren (*surf similarity parameter*).



## Formulations analytiques

Dans le cas simple d'une plage cylindrique de pente constante, le *run-up* peut être estimé par des formules analytiques semi-empiriques, qui distinguent le *set-up* du jet de rive et dépendent de la houle au large et la pente de la plage. Ces formules peuvent donner un premier ordre de grandeur du *run-up*. Gomes da Silva *et al.* (2020) ont répertorié et fourni en annexe 41 formulations publiées, ce qui montre la complexité du sujet.

Hunt (1959) a proposé une première formulation pour les structures :

$$R \simeq \bar{\eta} + H_{s0} \xi$$

Où  $\bar{\eta} \simeq 0.2H_{s0}$  est le *set-up*,  $H_{s0}$  est la houle significative au large et  $\xi$  est le nombre d'Iribaren, qui est le ratio de la pente des fonds  $m$  sur la cambrure de la houle au large :

$$\xi = \frac{m}{\sqrt{\frac{H_{s0}}{L}}} = \frac{\tan \beta}{\sqrt{\frac{H_{s0}}{\frac{gT_p^2}{2\pi}}}}$$

Stockdon (2006) propose de séparer le jet de rive entre ses composantes générées par l'agitation incidente haute fréquence  $S_w$  et par les ondes infragravitaires  $S_{IG}$  pour fournir le niveau de *run-up* dépassé par 2 % des vagues :

$$\left\{ \begin{array}{l} R_{2\%} = 1.1 \left( \bar{\eta} + 0.5 \sqrt{S_w^2 + S_{IG}^2} \right), \xi \geq 0.3 \\ R_{2\%} = 0.043 \sqrt{\frac{H_{s0}}{L}}, \xi < 0.3 \end{array} \right.$$

Avec  $\bar{\eta} = 0.35H_{s0}$ ,  $S_w = 0.75H_{s0}\xi$  et  $S_{IG} = 0.06 \sqrt{H_{s0}L}$ , le facteur 1.1 prenant en compte le caractère non-gaussien de la distribution du *run-up*.

Gomes da Silva *et al.* (2020) ont comparé un grand nombre (21) de formulations analytiques sur six jeux de données et ont montré que la formulation de Stockdon *et al.* (2006) restait l'une des plus performantes et robuste. Elle présente en outre l'avantage de bien séparer les 3 processus de base (*wave set-up*, jet de rive haute et basse fréquences). Une telle formulation montre que pour les plages réfléchissantes à forte pente  $m$ , la composante haute fréquence  $S_w$  du jet de rive est prédominante, tandis que pour les plages dissipatives à faible pente, la composante infragravitaire  $S_{IG}$  devient plus importante.

Dans un grand nombre de cas, cependant, la présence au large d'une barre de déferlement provoquant un premier déferlement des vagues avant la plage est susceptible de rendre ces formulations moins précises. Il sera alors nécessaire de recourir à une modélisation numérique.



## Modélisation numérique

Les modélisations numériques peuvent être appliquées à un profil de plage 1D, ou à une plage complète pour prendre en compte les effets de concentration ou d'épanouissement en cas de bathymétrie\* non cylindrique. Les temps de calcul sont alors beaucoup plus élevés.

La modélisation numérique consiste à propager un état de mer\* sur un certain niveau au repos pour une bathymétrie (1D ou 2D) donnée, sur l'ensemble de la zone littorale (zone de *shoaling*, zone de déferlement, plage).

Pour examiner le jet de rive, le code de calcul doit prendre en compte une approche vague-à-vague, non hydrostatique, permettant ainsi d'obtenir comme sortie du modèle la série temporelle de la surface libre sur la durée d'un état de mer en tout point d'intérêt sur le modèle, ainsi que le niveau de *run-up* (extension maximale de l'eau sur la plage).

La **figure 11** ci-après illustre une modélisation numérique réalisée sur un profil de plage 1D avec le code de calcul SWASH, développé par l'Université de Delft (Pays-Bas). La partie supérieure de la figure représente l'évolution du niveau moyen de la surface libre sur toute la durée de l'état de mer : au large, le niveau correspond au niveau marin au repos (*still water level SWL*), puis on distingue l'effet du *set-down* (abaissement du niveau moyen) du *set-up* (surélévation).

La partie inférieure de la figure est le signal temporel du niveau de *run-up*, où l'on distingue le va-et-vient du jet de rive autour de la valeur du *set-up*. La valeur maximale correspond au niveau de *run-up* maximum, tandis que le niveau  $R_{2\%}$  est celui dépassé par 2 % des vagues.

Suite aux progrès des calculateurs, de nombreux modèles à phase résolue sont actuellement développés pour permettre une représentation de la surface libre, des vagues et du *run-up* à l'échelle littorale. Les choix et compromis de résolution numérique des équations non-hydrostatiques permettent à certains codes de travailler sur des domaines avec des emprises d'environ 10 km x 10 km voire plus et d'envisager d'être utilisés à des fins opérationnelles. C'est dans cet objectif, qu'est développé par le Shom le modèle barotrope TOLOSA-LCT (Richard, 2021), dans le cadre du projet HOMONIM (Paradis *et al.*, 2024). Des modèles couplés prenant en compte la marée, le forçage atmosphérique et les courants (y compris liés aux débits fluviaux) peuvent représenter l'ensemble des phénomènes influençant le niveau de *run-up* à la côte.



# RUN-UP

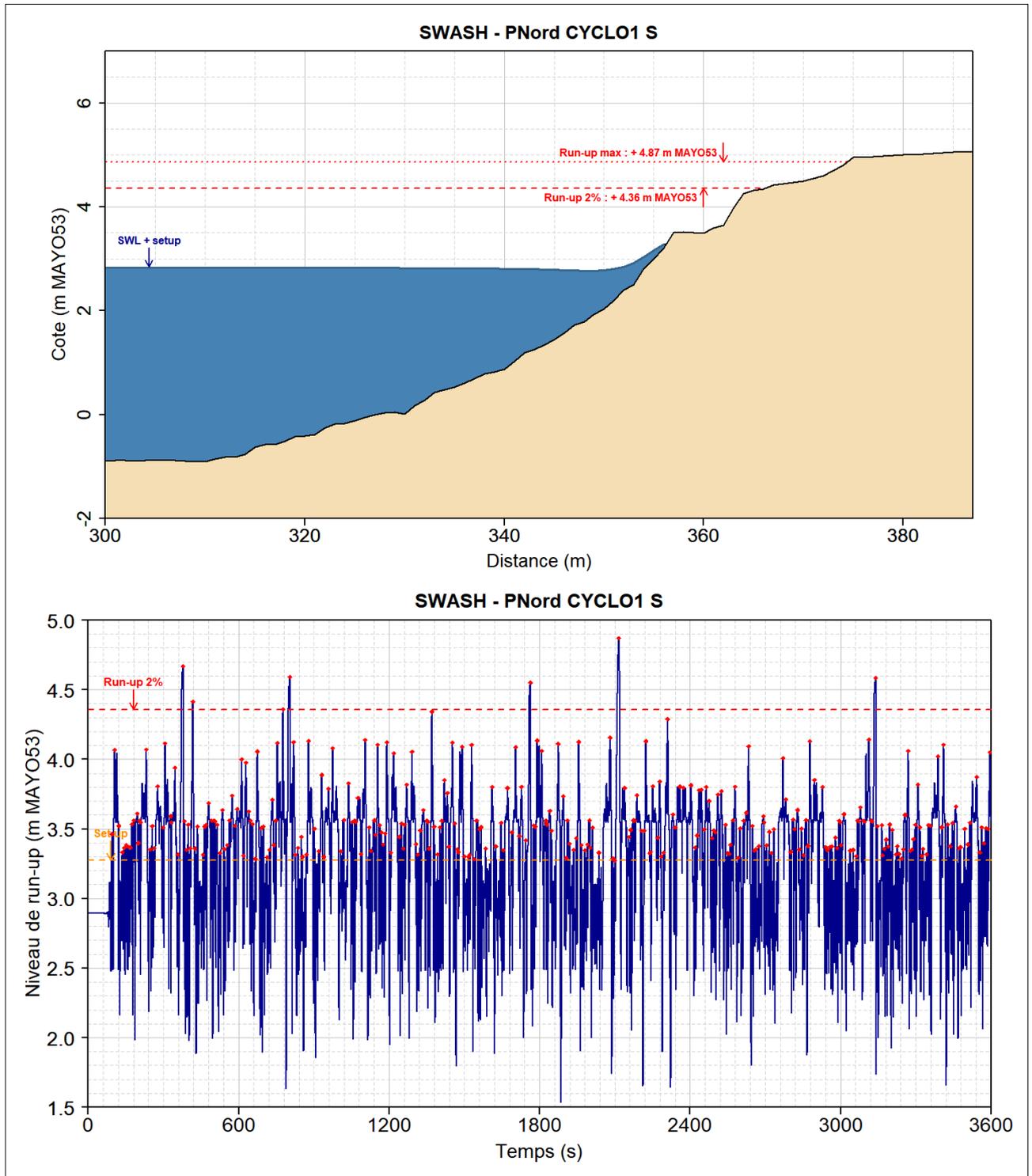


Figure 11 - Modélisation par le logiciel SWASH du *run-up* sur un profil de plage (source : ARTELIA, 2021).



## Incertitudes et limites

Les incertitudes et les limites sont principalement dues aux principes de mesure du *run-up*. Plusieurs problèmes opérationnels ont été notés dans l'utilisation de câbles électriques résistifs dans la mesure du *run-up* comme le *biofouling*, les variations du profil de plage sableux, le passage des chiens et des surfeurs qui endommageait les lignes, la pluie qui modifiait la calibration des sondes (Guza et Thornton, 1982).

De plus la mesure est très sensible à l'épaisseur des supports des sondes avec des écarts significatifs entre des supports de 3 et 5 cm de hauteur. Une étude spécifique avec différentes hauteurs allant jusqu'à 25 cm a été publiée par Holland *et al.* (1995).

L'utilisation d'images vidéo numériques nécessitent des logiciels adaptés à la reconnaissance de l'interface eau-terre. Plusieurs méthodes existent (Almar *et al.*, 2017). Elles nécessitent également de les relier à un levé bathymétrique fait par ailleurs qui peut évoluer au moment de la mesure du *run-up*.

## Organisme(s) clés / en jeu

Universités : La Rochelle (LIENSS), Bordeaux

Shom, pour l'acquisition de mesure littorale et développeur du modèle TOLOSA-LCT

## Sources, vecteurs de diffusion/de porter à connaissance

Système ARGUS : [https://www.coastalwiki.org/wiki/Argus\\_video\\_monitoring\\_system#cite\\_note-1](https://www.coastalwiki.org/wiki/Argus_video_monitoring_system#cite_note-1)

CIRN (coastal Imaging Research Network): <https://github.com/Coastal-Imaging-Research-Network>

## Usages de la donnée

Évaluation de l'aléa submersion marine, érosion côtière, franchissements.

## Références clés

CIRIA-CUR-CETMEF. Manuel Enrochements, 2009, chapitre 4.

[https://www.coastalwiki.org/wiki/Wave\\_set-up](https://www.coastalwiki.org/wiki/Wave_set-up)



## Pour aller plus loin

Almar, R., Blenkinsopp, C., Almeida, L. P., Cienfuegos, R., & Catalán, P. A. (2017). Wave runup video motion detection using the Radon Transform. *Coastal Engineering*, 130, 46-51.

Almeida, L. P., Masselink, G., Russell, P., Davidson, M., Poate, T., McCall, R., ... & Turner, I. (2013). Observations of the swash zone on a gravel beach during a storm using a laser-scanner (Lidar). *Journal of Coastal Research*, (65), 636-641.

Blenkinsopp, C. E., Matias, A., Howe, D., Castelle, B., Marieu, V., & Turner, I. L. (2016). Wave runup and overwash on a prototype-scale sand barrier. *Coastal Engineering*, 113, 88-103.

Blenkinsopp, C. E., Mole, M. A., Turner, I. L., & Peirson, W. L. (2010). Measurements of the time-varying free-surface profile across the swash zone obtained using an industrial LIDAR. *Coastal Engineering*, 57(11-12), 1059-1065.

Brodie, K. L., Raubenheimer, B., Elgar, S., Slocum, R. K., & McNinch, J. E. (2015). Lidar and pressure measurements of inner-surfzone waves and setup. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 32(10), 1945-1959.

Cariolet, J. M., & Suanez, S. (2013). Runup estimations on a macrotidal sandy beach. *Coastal Engineering*, 74, 11-18.

Dodet, G., Leckler, F., Sous, D., Ardhuin, F., Filipot, J. F., & Suanez, S. (2018). Wave runup over steep rocky cliffs. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 123(10), 7185-7205.

Fiedler, J. W., Kim, L., Grenzeback, R. L., Young, A. P., & Merrifield, M. A. (2021). Enhanced surf zone and wave runup observations with hovering drone-mounted lidar. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 38(11), 1967-1978.

Gomes da Silva, P., Coco, G., Garnier, R., & Klein, A. H. (2020). On the prediction of runup, setup and swash on beaches. *Earth-Science Reviews*, 204, 103148.

Guza, R. T., & Thornton, E. B. (1982). Swash oscillations on a natural beach. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 87(C1), 483-491.

Holland, K. T. (1995). *Foreshore dynamics: Swash motions and topographic interactions on natural beaches*. Oregon State University.

Holman, R. A., & Guza, R. T. (1984). Measuring run-up on a natural beach. *Coastal Engineering*, 8(2), 129-140.

Holman, R. A. (1986). Extreme value statistics for wave runup on a natural beach. *Coastal Engrg.*, 9 (6).

Holman, R. A., & Stanley, J. (2007). The history and technical capabilities of Argus. *Coastal engineering*, 54(6-7), 477-491.

Hunt Jr, I. A. (1959). Design of seawalls and breakwaters. *Journal of the waterways and harbors division*, 85(3), 123-152.



- Lavaud, L., Bertin, X., Martins, K., Arnaud, G., & Bouin, M. N. (2020). The contribution of short-wave breaking to storm surges: The case Klaus in the Southern Bay of Biscay. *Ocean Modelling*, 156, 101710.
- Manno, G., Lo Re, C., & Ciraolo, G. (2017). Uncertainties in shoreline position analysis: The role of run-up and tide in a gentle slope beach. *Ocean Science*, 13(5), 661-671.
- Mase, H., & Iwagaki, Y. (1984). An analysis of wave data for wave grouping. *Coastal Engineering in Japan*, 27(1), 83-96.
- Mase, H. (1989). Groupiness factor and wave height distribution. *Journal of waterway, port, coastal, and ocean engineering*, 115(1), 105-121.
- Mendes, D., Andriolo, U., Neves, M.G. (2023). Advances in Wave Run-Up Measurement Techniques. In: Chastre, C., Neves, J., Ribeiro, D., Neves, M.G., Faria, P. (eds) *Advances on Testing and Experimentation in Civil Engineering*. Springer Tracts in Civil Engineering. Springer, Cham.
- O'Connor, C.S.; Mieras, R.S. Beach Profile, Water Level, and Wave Runup Measurements Using a Standalone Line-Scanning, Low-Cost (LLC) LiDAR System. *Remote Sens.* 2022, 14, 4968.
- Palmsten, M. L., & Brodie, K. L. (2022). The coastal imaging research network (CIRN). *Remote Sensing*, 14(3), 453.
- Paradis, D., Pasquet, A., Dalphinnet, A., Kpogo-Nuwoklo, K., Michaud, H., Baraille, R., ... Krien, Y. (2024). Le projet HOMONIM, en soutien des prévisions d'inondation côtière. *LHB*, 110(1). <https://doi.org/10.1080/27678490.2024.2332256>
- Richard G.L. (2021). An extension of the Boussinesq-type models to weakly compressible flows. *European Journal of Mechanics - B/Fluids*, 89, 217–240.
- Senechal, N., Coco, G., Bryan, K. R., & Holman, R. A. (2011). Wave runup during extreme storm conditions. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 116(C7).
- Stockdon, H. F., Holman, R. A., Howd, P. A., & Sallenger Jr, A. H. (2006). Empirical parameterization of setup, swash, and runup. *Coastal engineering*, 53(7), 573-588.
- Turner, I. L., Russell, P. E., & Butt, T. (2008). Measurement of wave-by-wave bed-levels in the swash zone. *Coastal Engineering*, 55(12), 1237-1242.



RUN-UP

## Fiches en lien

*Fiche « Niveau marin »*

*Fiche « Surcote »*

*Fiche « Etats de mer »*

*Fiche « Submersion marine »*

Version Janvier 2025



Version mars 2025