

d'autre de l'interface sont différents, comme dans le cas des vagues à la surface de la mer. Pour rester brefs, disons que ceci est dû au fait que, les crêtes, au voisinage desquelles la vitesse du vent est maximale, allant plus vite que les creux, au voisinage desquels elle est au contraire minimale, les crêtes ont tendance à rattraper les creux. Au contraire, au voisinage des creux, la vitesse du vent est minimale et son effet d'entraînement est réduit. La pente du flanc amont de l'onde devient alors de plus en plus raide ; au contraire, celle du flanc aval devient de plus en plus faible. Autrement dit, le flanc amont de l'onde se raccourcit et sa longueur tend à s'annuler, alors que le flanc aval s'allonge et que sa longueur tend vers la longueur d'onde. On comprend ainsi l'évolution de la forme des vagues qui arrivent au voisinage de la plage, illustrée sur la figure 6.3 (b). On retrouvera ce phénomène un peu plus loin à propos des tsunamis (voir fig. 6.8).

Le stade final de ces deux effets, accroissement de l'amplitude et redressement du flanc amont, est le déferlement. Il se produit lorsque la pente du flanc amont devient localement presque infinie. Encore modéré sur la figure 6.3 (b), le déferlement est susceptible de devenir spectaculaire, en produisant les formes en rouleaux tubulaires recherchées par les surfeurs (fig. 6.5). Il peut devenir dangereux, pour les personnes comme pour les petits bateaux, dans le cas d'une houle de grande énergie. Par contre, les navires de grand tonnage, comme les cargos transporteurs de marchandises, les pétroliers géants, ou bien les porte-avions, dont les longueurs peuvent dépasser 200 m, sont peu sensibles à une houle dont la longueur d'onde atteint la dizaine de mètres et dont l'amplitude demeure de l'ordre de quelques mètres.



Figure 6.5 - Exemple de vague de grande amplitude dont le déferlement peut conduire à la forme tubulaire recherchée par les surfeurs. Noter aussi la formation d'une importante émulsion eau/air, de couleur blanche, ainsi que la présence d'embruns [© MISTY / Flickr].

Les tsunamis constituent une autre catégorie de vagues extrêmement dangereuses. Ils sont engendrés en profondeur par un déplacement soudain du fond sur une superficie assez grande, en général lors d'un séisme. Ce déplacement du fond marin est comparable à l'aller et retour d'un gigantesque piston, qui pousse brusquement une grande masse d'eau et lui fournit une énorme quantité d'énergie, avant de revenir au repos. C'est cet aller et retour du piston qui déclenche un mouvement oscillant en profondeur, capable de se propager à travers les océans les plus vastes. La vitesse et la longueur d'onde initiales d'un tsunami sont imposées par celles du piston sous-marin. Dans un océan de grande profondeur elles ne diminuent que très lentement parce que le frottement visqueux à ces échelles immenses est négligeable (fig. 6.8). Souvent, les tsunamis se propagent d'abord au voisinage du fond sans être aisément visibles en surface, avant d'arriver dans des eaux dont la profondeur est du même ordre de grandeur que leur longueur d'onde, laquelle peut atteindre des centaines de mètres. Initialement invisibles en surface, puisque l'épaisseur de la couche agitée au voisinage du fond est du même ordre de grandeur que la longueur d'onde, leur influence atteint la surface libre quand la profondeur diminue suffisamment. Et ils finissent par émerger sous la forme de quelques vagues scélérates consécutives en approchant des côtes. Comme les houles ordinaires et pour la même raison, ces vagues peuvent acquérir une amplitude de plus en plus grande et déferler en approchant des côtes où elles provoquent des raz-de-marée¹⁶ redoutables. La puissance destructrice d'une vague de 30 m de hauteur est effrayante.

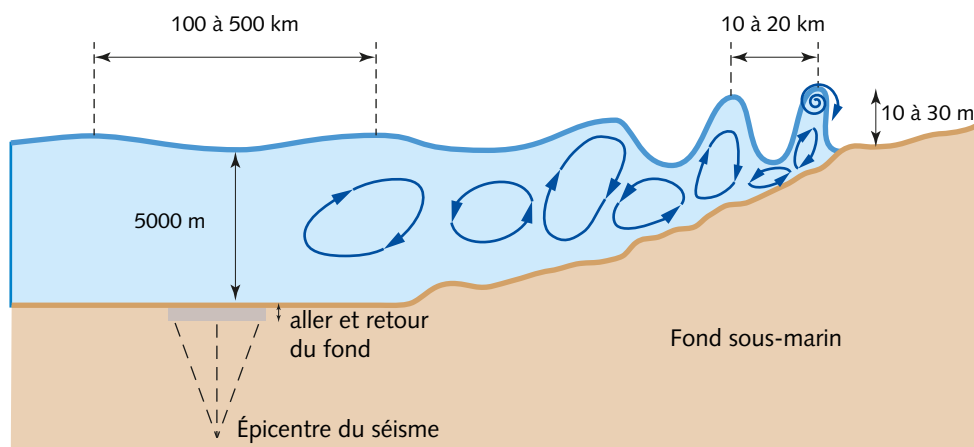


Figure 6.8 - Allure schématique et ordres de grandeurs typiques des vagues d'un tsunami engendré en profondeur par un séisme. Noter l'accroissement de leur amplitude et la diminution de leur longueur d'onde au voisinage des côtes où la profondeur faiblit.

¹⁶ Le mot *tsunami* est de plus en plus utilisé, de préférence au mot *raz-de-marée*, pour éviter la confusion avec les marées, capables elles aussi de provoquer une inondation des terres pendant quelques heures.