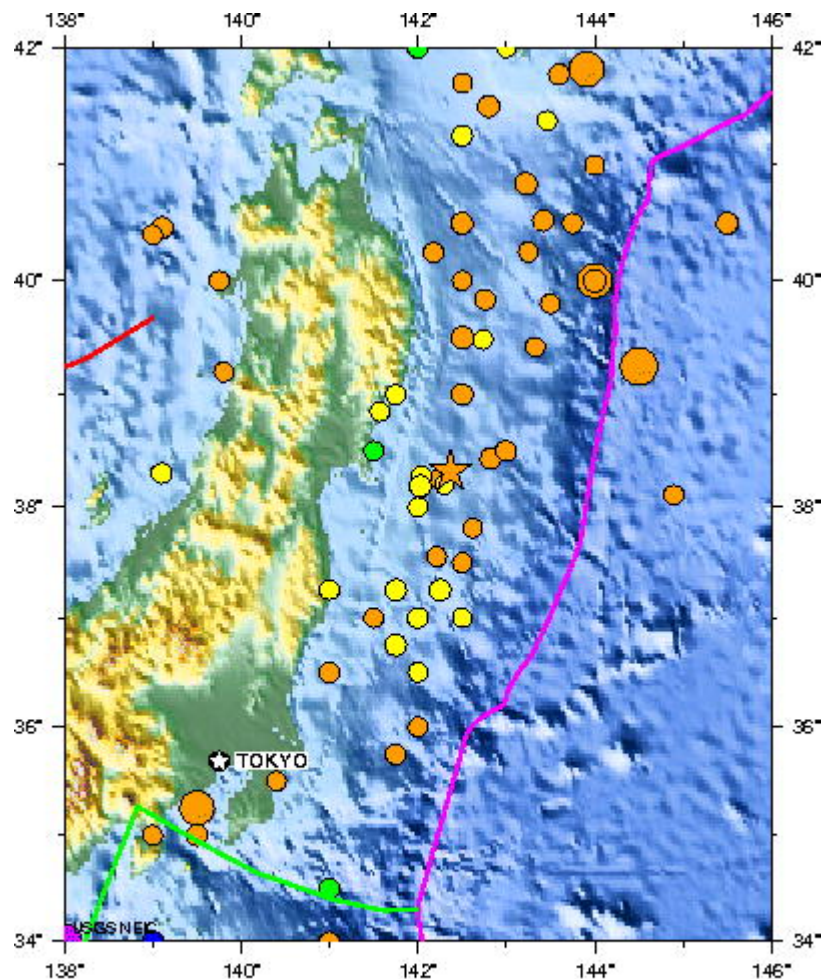


SEISME DU 11 MARS 2011 DE LA COTE PACIFIQUE DU TOHOKU AU JAPON

Un séisme est survenu vendredi 11 mars 2011 à 14h46 heure locale (6h46 heure française – 5h46 TU) à l'Est des côtes de l'île principale du Japon (130 km à l'est, au large de Sendai et à environ 370 km au nord-est de Tokyo). Ce séisme a atteint une magnitude 8.9 (d'après l'USGS).

D'après les premiers témoignages, ce tremblement de terre a été largement ressenti par la population jusqu'à au moins 500 km autour de l'épicentre.

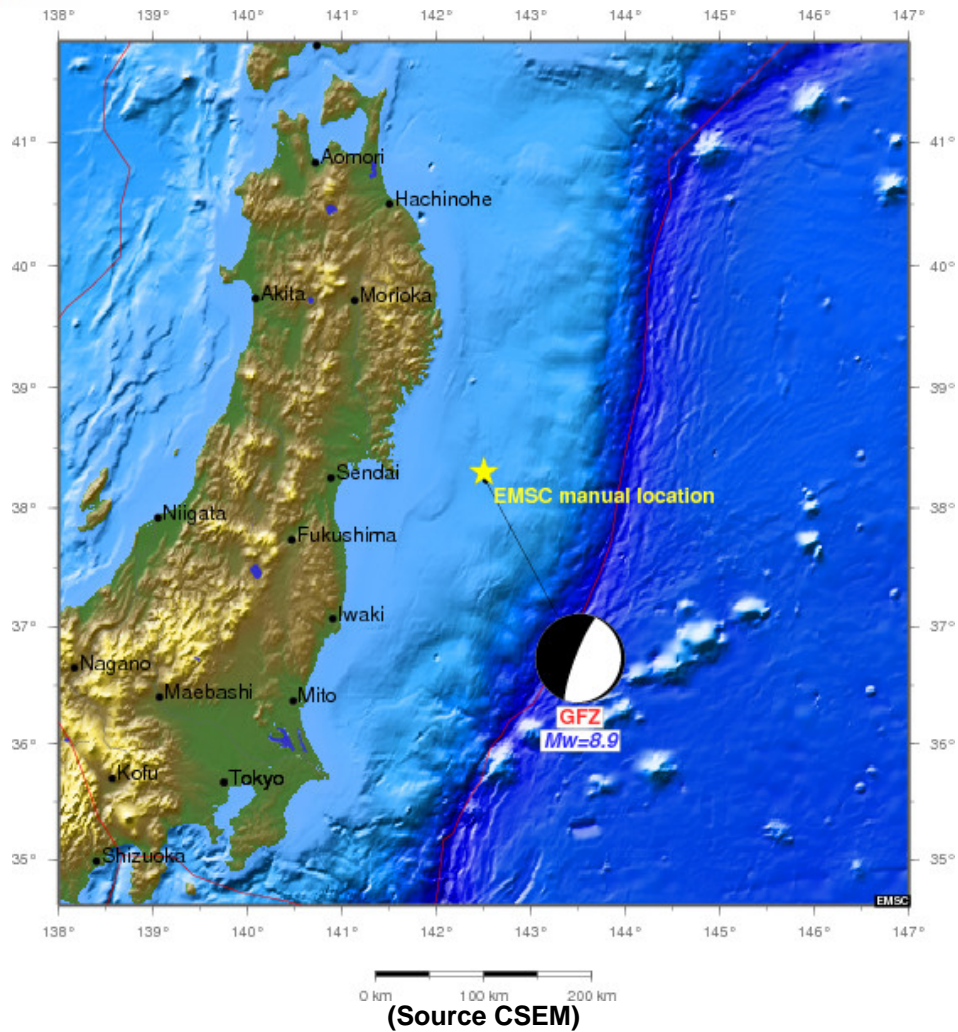


NEAR EAST COAST OF HONSHU, JAPAN

2011 03 11 05:46:23 UTC 38.32N 142.37E Depth: 24.4 km

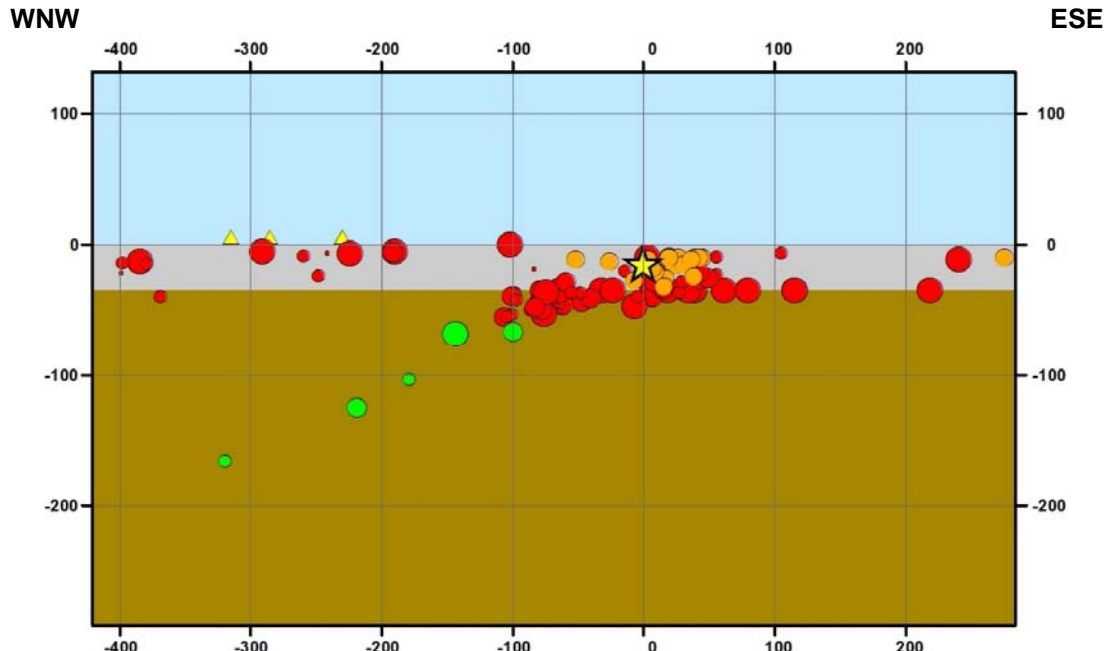
Magnitude 7 and Greater Earthquakes Since 1900

Source : USGS



Ce grand séisme de subduction lié au plongement vers l'ouest de la plaque pacifique sous la partie nord du Japon (plaque Okhotsk) avec une vitesse de l'ordre de 8cm/an.

Les premiers éléments recueillis suggèrent que l'événement était assez superficiel (d'après les premières estimations l'USGS indique une profondeur de l'ordre de 20 à 30 km). Cette faible profondeur pourrait expliquer le tsunami transpacifique observé sur les côtes japonaises et sur les territoires de l'Océan Pacifique.



Coupe en profondeur de la sismicité selon un axe WNW à gauche ESE à droite (source USGS)

Ce séisme a été précédé le 9 mars 2011 par un séisme de magnitude 7,2 (2h45 TU). Près de 6 heures après le choc principal de magnitude 8,9 (5h46 TU), on dénombre déjà 15 répliques de magnitude supérieure à 6,0 dont une supérieure à 7.

Sismicité historique

La zone de subduction de la Fosse du Japon a connu 9 séismes de magnitude égale à 7 ou supérieure depuis 1973. Le plus important était celui de magnitude 7,8 à environ 230 km au nord le 9 décembre 1994, causant 3 morts et environ 700 blessés. En juin 1978, un séisme de magnitude 7,7 à 75 km au sud-ouest causa 22 morts and plus de 400 blessés. Le 16 juillet 2007, le séisme de Chuetsu-Oki sur la côte ouest japonaise a provoqué 11 morts et environ 1000 blessés.

Parmi les très forts séismes survenus au Japon, on peut citer celui du 1^{er} septembre 1923 de magnitude 8,3 ayant causé 142 000 morts et un incendie généralisé à Tokyo ou plus récemment, celui du 17 janvier 1995 de magnitude 6,9 à Kobé avec près de 6300 morts.

Date	Lieu	Magnitude	Morts
27/10/1891	Mino-Owari	8,0	7 273
15/06/1896	Sanriku	8,5	27 000
02/03/1933	Sanriku	8,4	2 990
07/12/1944	Tonankai	8,1	1 223
20/12/1946	Nankaido	8,1	1 330
25/09/2003	Hokkaido	8,3	1 330

Séismes de magnitude supérieure ou égale à 8,0 survenus au Japon (source USGS)

Les plus forts séismes survenus dans la même zone que le séisme étaient de magnitude 7,5 (1^{er} novembre 1915).

Le séisme du 11 mars 2011 de magnitude 8,9 est le plus fort séisme enregistré survenu au Japon.

Aléa sismique

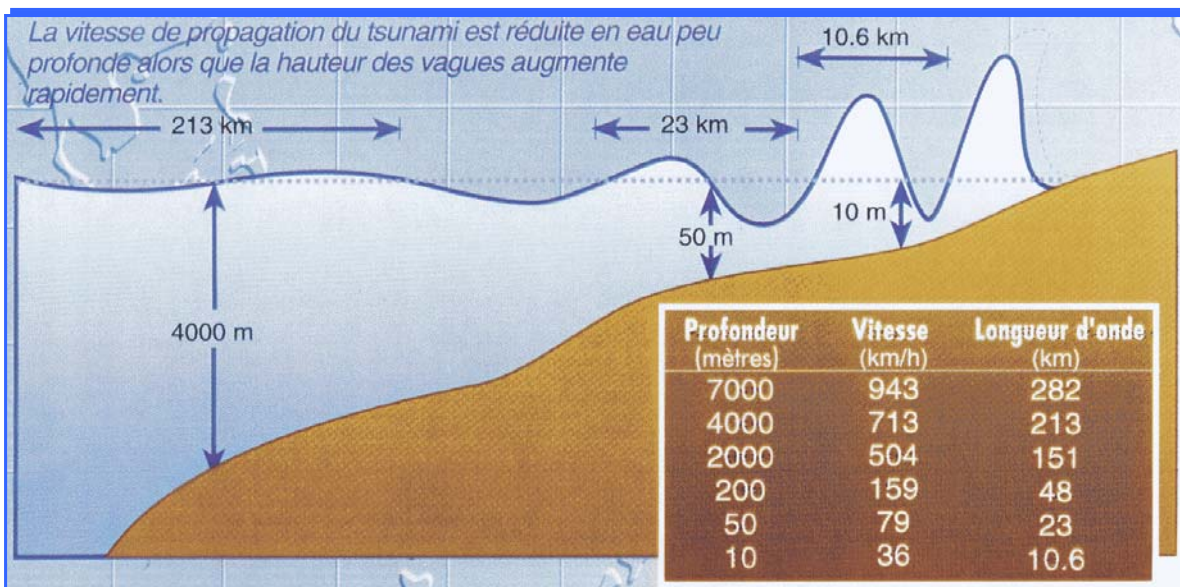
Si le Japon et en particulier la zone de subduction est largement connue pour sa sismicité parmi la plus forte au monde, cette activité permanente permet de relâcher de façon quasi continue l'énergie emmagasinée par le déplacement des plaques tectoniques. Cette libération des contraintes tectoniques s'accompagne d'une sismicité qui permet en principe d'une trop longue accumulation génératrice de très gros séismes. La taille de ce séisme du 11 mars 2011 de magnitude 8,9 dépasse les estimations faites en termes d'aléa sismique sur cette région japonaise jusque-là.

Une étude probabiliste de l'aléa sismique donne une période de retour de 37 ans pour une magnitude 7,4 à 7,8 sur la région concernée (NIED, 2005).

Propagation du tsunami

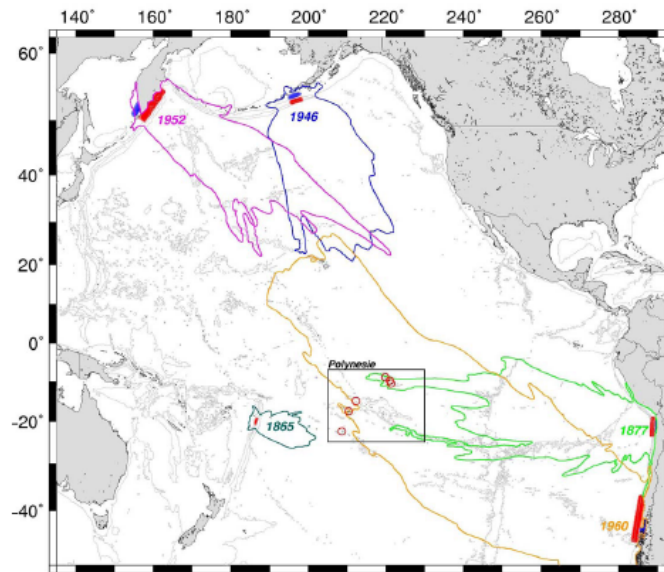
Un tsunami est une série de vagues dont la première n'est pas nécessairement la plus forte. Les hauteurs des vagues tsunami peuvent varier significativement le long des côtes en raison d'effets locaux.

Des observations locales font état de vagues de 10 mètres de hauteur sur les côtes japonaises. La hauteur des vagues au large peut s'amplifier à l'approche des côtes.



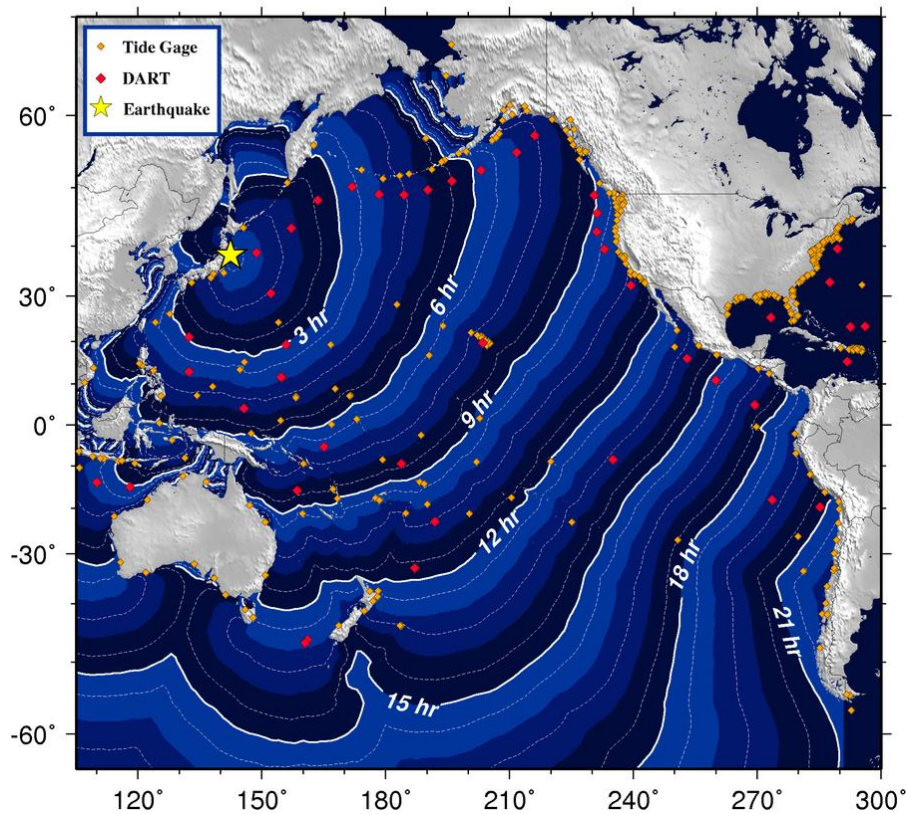
Amplification du tsunami à l'approche de la côte

Ainsi, les estimations consécutives au séisme de magnitude 9,0 au large du Kamtchatka (Nord du Japon) en 1952 donnaient un runup*** de l'ordre du de 2 mètres aux Marquises (Polynésie Française).



Tsunamis historiques importants dans l'Océan Pacifique (source CEA)

Tsunami Travel Times



Simulation des temps d'arrivée pour le tsunami du 11 mars 2011 (source NOAA)

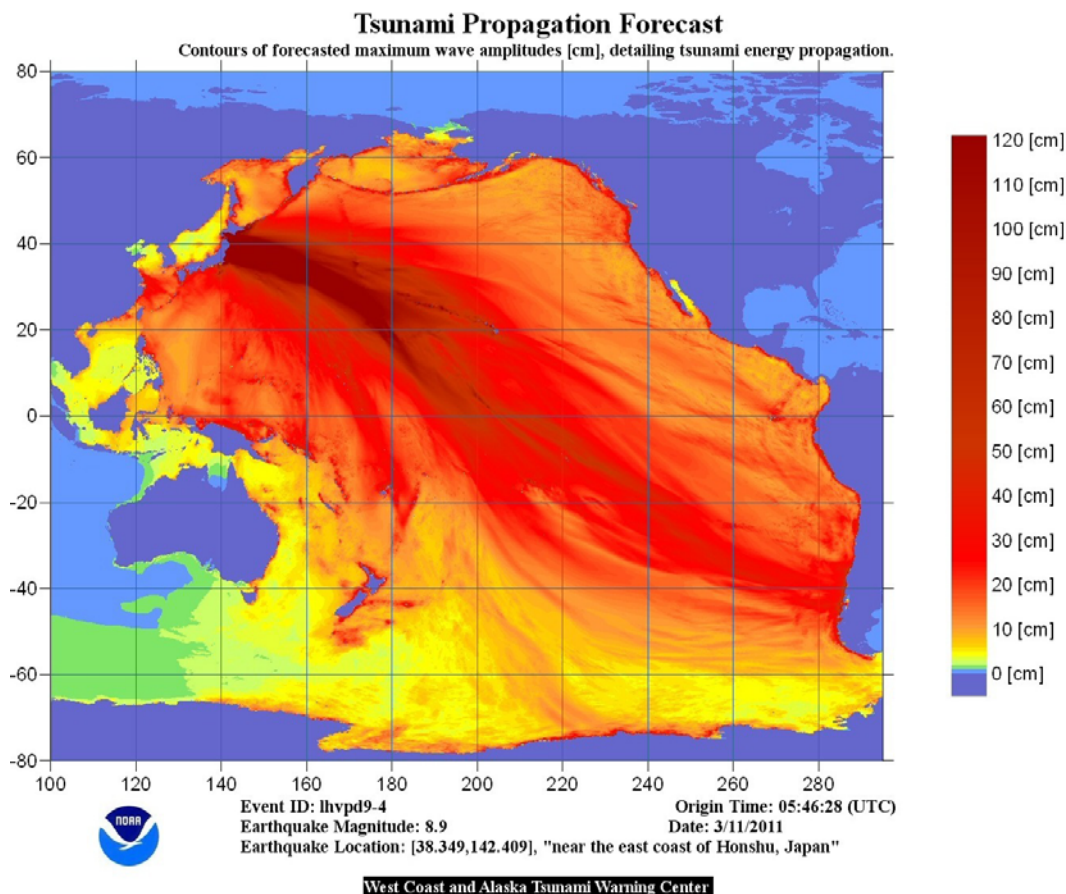
Les heures d'arrivée prévisionnelles pour les territoires français de l'Océan Pacifique sont les suivantes :

Lieu		Temps (TU)
WALLIS-FUTUNA	WALLIS	14h35
NOUVELLE-CALEDONIE	NOUMEA	15h38

POLYNESIE FRANCAISE	PAPEETE	17h14
	HIVA OA (MARQUISES)	17h53
	RIKITEA (AUSTRALES)	19h21

Selon les prévisions effectuées par la NOAA, ce sont la Polynésie française et Wallis Futuna qui seraient les plus affectées avec des amplitudes des vagues au large de l'ordre de 0.50 à 0.80 m (correspondant à des hauteurs de 1m à 1.6 m au large). A la côte, ces valeurs pourraient être amplifiées significativement pour inonder le littoral français du Pacifique jusqu'à des altitudes de plusieurs mètres.

Pour rappel, l'amplitude des vagues au large lors du tsunami de Sumatra 2004 n'était que de l'ordre de 0.60 m (observations satellitales) pour des hauteurs d'eau à terre allant jusqu'à 11 m sur les côtes les plus affectées de l'Océan Indien.



Simulation des hauteurs d'eau au large du tsunami du 11 mars 2011 (source NOAA)

Des répliques majeures (magnitude supérieures à 7) peuvent encore se produire dans les prochaines heures et jours et peuvent potentiellement générer de nouveaux tsunamis. Il convient de rester particulièrement vigilant.

Mobilisation du BRGM

Dès que le BRGM a disposé des premières informations sur le séisme et le tsunami engendrés, il est entré en contact le 11 mars à 9h30 avec le Ministère de l'Intérieur (Direction de la Sécurité Civile) afin de le lui fournir des éléments d'expertise sur le phénomène qui venait de se produire et sur le tsunami en cours de propagation dans le Pacifique. Un second échange entre le ministère de l'Intérieur a eu lieu à 11h où ont été évoqués les points suivants : explications sur le séisme en lui-même et le tsunami déclenché, heures d'arrivées des vagues dans les territoires français du Pacifique et les hauteurs d'eau possibles en mer au large et sur le littoral ainsi que les graves conséquences potentielles pour les populations exposées (Polynésie, Wallis et Futuna, Nouvelle Calédonie). Un second point de situation entre le BRGM et le Ministère de l'Intérieur a eu lieu ce même jour à 12h30 afin d'analyser les caractéristiques de l'avancement

du tsunami dans le Pacifique et de ses éventuelles conséquences. Un 3^{ème} point de situation est prévu à 14h00.

En parallèle, le BRGM a informé en temps réel la Direction Générale de la Prévention des Risques du Ministère de l'Ecologie, de l'ensemble des éléments permettant d'évaluer l'importance des phénomènes en train de se produire.

BRGM

Service Risques Naturels et Sécurité du Stockage du CO2

Note préparée par : H. Aochi ; P. Dominique ; R. Pedreros ; Ph. Sabourault

Contact BRGM : Ph. Sabourault – p.sabourault@brgm.fr – tél : 02 38 64 35 02

****magnitude : mesure de la force d'un séisme ou de son énergie libérée, déterminée à partir des enregistrements sur les sismographes.***

***** intensité : mesure des effets d'un séisme sur les hommes et ou sur les structures en un lieu donné à la surface.***

****** runup : hauteur maximale atteinte sur les terres par les vagues***