



## **Tsunamis et centrales nucléaires**

**René BONNEFILLE<sup>1</sup>**

1. Docteur ès sciences, Ingénieur conseil, 107 chemin du Baric, F06140 Vence, France.  
Ancien Professeur d'hydraulique et travaux maritimes à l'École Nationale des Ponts et Chaussées, à l'École Nationale Supérieure de Techniques Avancées et à l'École Spéciale des Travaux publics.  
Ancien Expert près la Cour d'Appel d'Aix-en-Provence et le Tribunal Administratif de Nice.  
*bonnefille.r@wanadoo.fr*

### **Résumé :**

Les problèmes que posent les sites de construction de centrales nucléaires en bord de mer, sont principalement liés aux variations du niveau de la mer, parmi lesquelles les tsunamis sont les plus importantes, néanmoins calculables, mais difficilement prévisibles.

### **Mots-clés :**

Tsunamis – Centrales nucléaires

### **1. Introduction**

L'accident survenu le 11 mars 2011 au Japon, met en actualité l'importance des niveaux extrêmes de la mer le long des côtes où sont, ou seront, installées des centrales nucléaires qui ont besoin de très gros débits d'eau permanents pour assurer leur fonctionnement en régimes normal ou accidentel.

### **2. Développement**

Nous avons eu la chance et l'honneur d'avoir à nous occuper à la Société SOFRATOME des problèmes de la permanence du débit d'eau de refroidissement, moi-même en Égypte (de 1978 à 1985) puis en Algérie en tant que Chef de Projet, et ensuite au Maroc en tant que Conseil auprès de mon collègue Marcel Ramette, à l'époque Chef de Projet de recherches de sites nucléaires au Maroc.

Le plus haut niveau atteint par la mer est la somme :

- du niveau de la marée extrême, bien connu, fonction des données astronomiques et de la configuration des côtes, donc prévisible longtemps à l'avance ;
- des surcotes dues au vent et au passage des dépressions atmosphériques que l'on devrait connaître grâce aux événements observés et qui peuvent atteindre plusieurs mètres ;
- de la houle, des seiches et des crues des fleuves voisins, tous assez bien connus ;

*La connaissance de la Mer :  
un vecteur du développement durable en Méditerranée*

- et enfin, des tsunamis, dus aux secousses sismiques qui déforment brusquement les fonds marins même à grande distance de la côte, aux explosions volcaniques sous-marines, aux exploitions nucléaires, etc.

Actuellement, les moyens de calcul modernes permettent de simuler facilement les tsunamis. Il n'en était pas de même dans les années 80, quand il fallait répondre à la question : quel est le plus haut niveau atteint par le tsunami maximal ? Nous avons donc eu d'abord à trouver des organismes dotés de moyens compétents humains et de calcul. A cette occasion, nous félicitons le Danish Hydraulic Institute.

Le problème était de savoir simuler la propagation d'une onde liquide suite à un choc, soit au fond de la mer dû aux séismes, soit en surface dû à une explosion nucléaire. Il fallait aussi imaginer ce choc et surtout pouvoir "calibrer" les outils de calcul grâce à des observations connues.

D'abord, décrivons comment se forme un tsunami. Le cas le plus général est l'apparition subite d'une faille dans les grands fonds marins. Il en résulte une variation brutale d'une masse d'eau qui peut atteindre plusieurs kilomètres de hauteur. Il en résulte une variation de relativement faible hauteur de la surface de l'océan, laquelle se propage sous la forme principalement d'une onde solitaire de faible amplitude qui se déplace en s'amortissant dans l'océan. Quand une partie de l'onde solitaire rencontre le rebord d'un plateau continental, une partie de l'onde incidente se réfléchit vers le large. Une partie seulement est transmise vers le continent ; mais, compte tenu des relativement faibles profondeurs locales par rapport à celles des fonds océaniques, l'amplitude de l'onde solitaire croît. L'onde arrive au rivage, la première fois en déferlant sur les faibles profondeurs par rapport à sa hauteur, ce qui se traduit très souvent par une descente rapide du niveau de la mer au rivage avant l'arrivée de la première onde déferlante du tsunami. Une partie de l'onde se réfléchit, repart vers le large où elle se réfléchit encore sur la discontinuité des profondeurs à la limite du plateau continental ; ce va-et-vient explique la série des ondes successives du tsunami arrivant à la côte avec une période assez grande, comprise entre quelques dizaines de minutes et environ une heure.

En Méditerranée Occidentale, le tsunami de référence est celui dû à l'explosion du volcan Le Santorin vers 1400 ans avant JC en mer de Crète. La simulation de l'onde a pu être reproduite grâce aux indices retrouvés dans les récits bibliques, en particulier les périodes des ondes successives arrivant à la côte. Le long de la côte égyptienne, les calculs conduisent à une surélévation du niveau de la mer pouvant inonder une grande partie du Delta du Nil. Cette remarque permettrait d'expliquer la légende de l'ouverture de la Mer Rouge lors de la fuite en Égypte. Effectivement, il existe près de Suez des reliefs suffisants pour ne pas avoir été submergés par le tsunami, où les Hébreux auraient pu se réfugier, alors que les troupes pharaoniques qui les poursuivaient, auraient été emportées par le tsunami. Plus précisément, les estimations des dates des deux événements les situent dans le même siècle. Les interprétations de l'Institut de Physique du Globe de Paris conduisent à des hauteurs maximales de 4 à 8 mètres le

long des côtes égyptiennes, avec une période de retour de 200 à 250 ans (BONNEFILLE, 1988).

Le long des côtes atlantiques du Maroc, le 1<sup>er</sup> novembre 1755 se produisit un tsunami dû à un événement sismique dont l'épicentre était vraisemblablement situé dans la zone du Banc de Goringe au large de Lagos au sud du Portugal. Les textes anciens donnent beaucoup d'informations sur les niveaux atteints par la mer le long des côtes du Royaume du Maroc, ce qui a été très utile pour calibrer les calculs de simulation des niveaux maximaux et minimaux que puissent atteindre la mer le long des côtes méditerranéennes (le tsunami a été ressenti à Tanger) et atlantiques du Maroc (SOFRATOME, 1985). Au sud du Maroc, à pleine mer, le niveau de la mer pourrait monter d'une dizaine de mètres ; si le tsunami arrivait à la côte à basse mer, la mer pourrait se retirer jusqu'à -12 mètres. Il est difficile d'estimer la période de retour d'un tel séisme, étant donné que l'on n'en connaît qu'un seul, survenu il y a 256 ans.

### **3. Conclusion**

Mon sentiment personnel est que maintenant, on devrait savoir tenir compte des risques d'inondation des centrales nucléaires, Mais, il n'en était pas de même au début des années 70. Actuellement, compte tenu du contrôle de l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique (AIEA), il ne semble pas que l'on puisse envisager un projet sur un nouveau site, sans une appréciation détaillée des risques dus aux inondations par les ondes de crue, les tsunamis et leur éventuelle conjonction dans les estuaires,

### **4. Références bibliographiques**

BONNEFILLE R. (1988). *Evaluation des tsunamis susceptibles d'atteindre le site de Sidi-Boulbra*. EDF, Direction des Etudes et Recherches, HE-40/88.10B, décembre 1988.  
SOFRATOME (1985). *Step 6 Report of Investigations at El Dabaa and Preparation of the Preliminary Safety Analysis Report Site Section, Chapter 2.4 Hydrology, Nuclear Power Plant Authority*. SOF/120/p-65, January 1985.

*La connaissance de la Mer :  
un vecteur du développement durable en Méditerranée*