

# ÉCHOS D'ESCALE

LA MALLE À SOUVENIRS DE TARA

LIEU  
DE L'ESCALE

*KOBÉ*  
*Japon*

TYPE  
AGE

## RESSOURCES

L'OBJET  
DE L'ESCALE

VOITURE ÉLECTRIQUE

LA PROBLÉMATIQUE  
DE L'ESCALE

*Comment répondre à une très forte demande  
énergétique sur une île intensément peuplée et  
industrialisée, en dépit de risques naturels élevés ?*

LES THÉMATIQUES  
DE L'ESCALE



MOTS  
CLÉS

SOURCES D'ÉNERGIE - MÉTROPOLÉ - DÉPENSES ÉNERGÉTIQUES - ÉNERGIES  
RENOUVELABLES - TREMBLEMENTS DE TERRE - RISQUES NATURELS



EXPEDITIONS  
FOUNDATION

[taraexpeditions.org](http://taraexpeditions.org)



## I. L'énergie

Le terme « énergie » a plusieurs sens. Dans le langage courant, le terme « énergie » est employé à la place d'« énergie utilisable par l'Homme », aussi appelée « énergie libre ». C'est de cela que l'on parle lorsque l'on fait référence à la "consommation d'énergie". Cette précision est d'autant plus importante que les scientifiques ont démontré que dans un système isolé (comme peut l'être notre univers), l'énergie totale est toujours conservée (premier principe de la thermodynamique), ce qui exclut toute consommation ou déperdition d'énergie. A contrario, l'énergie utilisable par l'Homme, qui constitue une sous-partie de l'énergie totale, peut effectivement être consommée.

### A) Les énergies utilisables par l'Homme (énergies libres)

Aujourd'hui, l'énergie utilisable par l'Homme se présente sous de multiples formes qui peuvent, sous certaines conditions, être transposées en d'autres, telles que l'énergie cinétique en énergie électrique.

#### L'énergie gravitationnelle

Elle naît de l'attraction directe et réciproque de deux corps massifs, comme des planètes, par exemple. C'est elle qui "fait tomber" vers le sol un objet que l'on lâche ou qui génère le mouvement des planètes autour du soleil. Elle est utilisée par exemple dans des barrages hydrauliques où elle permet d'entraîner des turbines produisant de l'électricité (hydroélectricité).

#### L'énergie cinétique

Elle naît du mouvement d'un corps massif. C'est elle qui caractérise l'énergie d'un courant marin ou celle du vent. L'énergie cinétique permet de mettre en mouvement les pales des éoliennes ou des hydroliennes, qui elles-mêmes actionnent des générateurs d'électricité.

#### L'énergie thermique ou calorique

Elle naît de la température d'un corps qui, selon les cas, peut diffuser de la chaleur pour des cuissons, pour accélérer des réactions chimiques mais aussi pour générer des mouvements. Quand on chauffe de l'eau, cela produit de la vapeur qui, sous pression, peut entraîner des turbines et alternateurs générant de l'électricité. La géothermie, chaleur provenant du globe terrestre, est un cas particulier de l'énergie thermique.

#### L'énergie radiative dont l'énergie solaire

Elle naît des rayonnements reçus. Selon leur longueur d'onde, ils sont de natures différentes (lumière visible, rayons Ultra-violets, rayons X, etc.) mais ont en commun de pouvoir se déplacer même dans le vide et à la vitesse de la lumière. Le Soleil est une source importante de radiation reçue sur Terre.

Il nous envoie un niveau important d'énergie par petits paquets dits "photons", présentant des longueurs d'ondes différentes. C'est cette énergie qui est récupérée directement sous forme d'électricité dans les centrales photovoltaïques, ou encore sous forme de chaleur pour être ultérieurement transformée en électricité dans des centrales thermodynamiques.

### **L'énergie chimique**

Elle naît des forces de liaison regroupant des atomes dans une molécule. Dans des réactions chimiques où se reconstituent de nouvelles molécules fréquemment plus stables chimiquement que les molécules initiales, une quantité de chaleur est dégagée. C'est elle qui est utilisée dans un accumulateur ou une pile électrique en libérant de l'énergie récupérée en mouvement d'électrons, c'est-à-dire en électricité. L'énergie issue de la biomasse est également d'origine chimique, de même que l'énergie osmotique.

### **L'énergie électrique**

Elle naît du déplacement des électrons dans un conducteur. Sa production est issue de la consommation d'autres formes d'énergie. Elle se caractérise par une grande facilité de distribution mais présente une difficulté de stockage. Son domaine d'application ne cesse de croître.

### **L'énergie nucléaire**

Elle naît de l'utilisation des forces de liaison des protons et des neutrons au sein du noyau des atomes. En transformant par fission des atomes lourds, tels que l'Uranium 235, une réaction nucléaire libère de la chaleur, des neutrons, des rayons alpha, beta, gamma... La chaleur de fission est utilisée dans les centrales nucléaires pour actionner les générateurs d'électricité au travers de fluides caloporteurs.

## **B) Autres classifications**

Une source d'énergie primaire est une forme d'énergie disponible dans la nature avant toute transformation. Si elle n'est pas utilisable directement, elle doit être transformée en une source d'énergie secondaire pour être utilisable et transportable facilement. Par exemple, l'énergie électrique est une source d'énergie secondaire.

### **Les énergies renouvelables ou non renouvelables**

En ce qui concerne le développement durable, on distingue les énergies renouvelables des énergies non renouvelables (ou fossiles). Le terme renouvelable n'est d'ailleurs pas à prendre au sens propre, il conviendrait de dire « renouvelable à l'échelle humaine » puisque le soleil, qui en est le moteur essentiel direct ou indirect, a une durée de vie limitée.

Les énergies renouvelables : l'énergie solaire (énergies radiatives), les énergies éoliennes (énergies cinétiques), la biomasse (énergies chimiques), les énergies hydrauliques (énergies cinétiques).

Les énergies non renouvelables : thermique au gaz, au pétrole ou au charbon et nucléaires. Au sens strict, les énergies fossiles et nucléaires pourraient être aussi considérées comme renouvelables mais sur des périodes trop longues pour être prises en compte à l'échelle humaine.

## L'émission de CO<sub>2</sub>

En ce qui concerne les gaz à effet de serre, les sources d'énergie sont classées en deux catégories. Dans la première, celles ne générant pas de CO<sub>2</sub> dans leur utilisation. Y figurent les énergies éoliennes, solaires, hydrauliques et nucléaires. Dans la seconde, les autres. Cette différenciation mérite cependant d'être analysée avec plus de finesse. Certaines générations de panneaux photovoltaïques peuvent émettre par leur fabrication, leur acheminement et leur installation, beaucoup de CO<sub>2</sub>.

## II. Unités de mesure et chiffres clés

Le système international a choisi le Joule comme unité pour l'énergie, du nom d'un physicien anglais du XIX<sup>e</sup> siècle. Cependant, on utilise couramment d'autres unités telles que le kilowatt heure ou térawatt heure, ou encore les tonnes d'équivalent pétrole.

En résumé, et en termes de développement durable, on trouve :

**Les énergies renouvelables terrestres** : éolienne, solaire, géothermique, biomasse



*Champ d'éoliennes (Source : <https://pixabay.com/fr/%C3%A9nergie-%C3%A9olienne-paysage-nuages-1357419/>, CCO Public Domain)*

**Les énergies renouvelables marines (EMR)** : énergie éolienne offshore (turbines posées ou flottantes), énergie hydrolienne (turbines sous-marines utilisant l'énergie cinétique des courants), énergie marémotrice, énergie houlomotrice, énergie thermique des mers, énergie chimique (centrales osmotiques), biomasse marine.

**Les énergies non renouvelables** : thermique classique à charbon, à gaz ou à pétrole et thermique nucléaire.

La question qui se pose actuellement est celle de la durabilité de l'énergie utilisée et également celle de son empreinte carbone. La COP21 a ainsi décidé de tenter de limiter l'augmentation de la température moyenne terrestre à +2°C par rapport à l'ère préindustrielle.

Cela nécessite en priorité de s'attaquer aux énergies productrices de gaz à effet de serre (CO<sub>2</sub>, méthane, etc.), mais aussi de préserver les ressources fossiles charbon, pétrole pour d'autres usages que la fabrication d'énergie secondaire électrique.

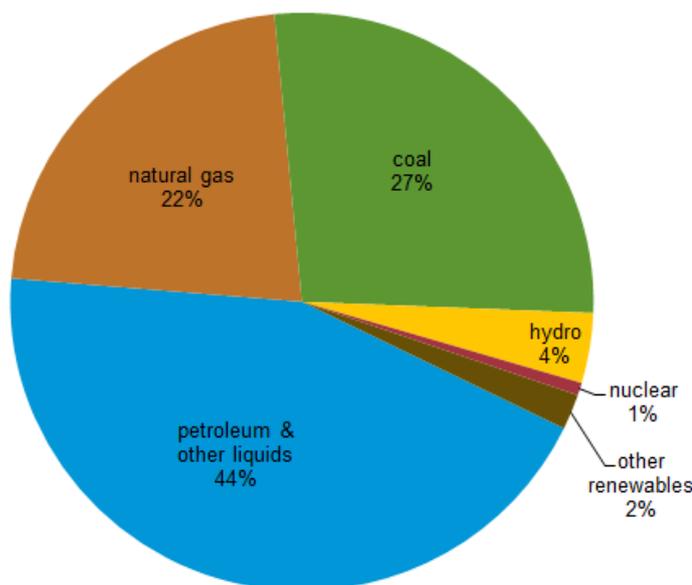
### III. L'énergie au Japon

Le Japon est un Etat de plus de 126 millions d'habitants en 2015, à haut niveau de vie, qui requiert de grands besoins énergétiques. Sa sismicité, une des plus importantes au monde, l'expose à des aléas dont le tsunami de mars 2011 qui a partiellement détruit la centrale nucléaire de Fukushima en est l'illustration. Cela l'amène à s'interroger sur son mix énergétique et à envisager un recours accru aux énergies renouvelables.



*Dessin caricatural de la catastrophe de mars 2011 (Source : Jimmy Margulies, The Record , 18 mars 2011)*

Cette évolution vers des sources d'énergies durables se justifie d'autant plus que le Japon ne dispose de quasiment aucune matière première et que charbon, gaz et pétrole doivent être importés, le rendant très dépendant de l'étranger : 93% de l'énergie consommée en 2013 était ainsi importée.



*Répartition des sources d'énergies au Japon en 2013 (Source : BP Statistical Review of World Energy 2014)*

Suite aux événements du 11 mars 2011 à Fukushima, le Japon a arrêté brutalement la production de ses 43 centrales nucléaires, et l'a compensée par le recours à l'électricité thermique conventionnelle et par des économies. D'anciennes centrales thermiques ont ainsi été rallumées dans l'urgence. La consommation d'énergies fossiles est passée de 60% de la consommation d'électricité en 2010 à 90% en 2012. Mais plus de la moitié de la perte de production a été compensée par des économies, soit une diminution de la demande en énergie. Sous le nom de « setsuden », un élan national a permis de sensibiliser la population à l'économie d'énergie. Cet élan s'est traduit par des gestes simples mais efficaces, comme couper la climatisation ou ne plus éclairer certains monuments la nuit.

Cependant, malgré la bonne volonté de la population japonaise, la situation énergétique demeure précaire et préoccupante en ce qui concerne :

- l'empreinte carbone supplémentaire qu'elle génère
- les coûts supplémentaires (sans même tenir compte des coûts induits par le "traitement" et la déconstruction de la centrale de Fukushima)
- la dépendance accrue qu'elle entraîne.

A tel point que le nucléaire a été relancé en 2015 : 2 réacteurs ont ainsi été remis en production au grand dam de l'opinion publique.

#### **IV. Energie et insularité, énergie et risque naturel**

Le Japon est un archipel de 6852 îles avec 4 îles principales (du Nord au Sud) : Hokkaido, Honshu, Shikoku et Kyushu. Les réseaux électriques y sont plutôt mal interconnectés...

Une île pose un problème particulier en matière énergétique, puisqu'en l'absence de matières premières sur place, toute l'énergie doit y être importée sauf à y installer éoliennes et autres panneaux solaires. Ainsi, la tendance est actuellement à tenter d'assurer une plus grande autonomie énergétique en utilisant les énergies renouvelables abondantes sur des îles (soleil et vent), que ce soit à terre ou en mer (offshore).

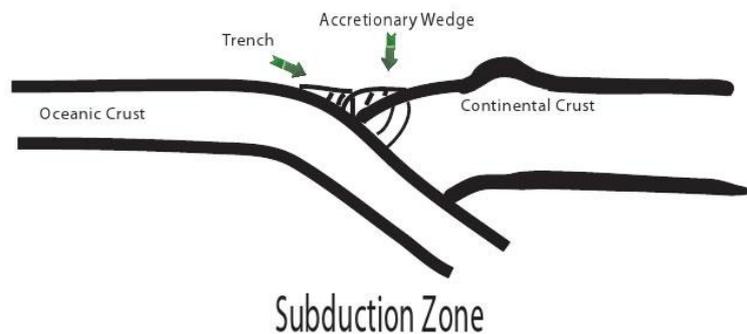
Le problème n'est évidemment pas le même sur une petite île (Sein, Ouessant, Molènes...) ou sur un archipel de la taille du Japon, qui est soumis à un risque tectonique maximal, manifestement mal pris en compte, en ce qui concerne le nucléaire en tout cas.

On ne traitera ici que des risques surreprésentés au Japon pour des raisons géologiques, géographiques et climatiques. De par sa situation sur le trajet des cyclones et sa localisation sur la ceinture de feu du Pacifique, dans une zone de subduction de la plaque pacifique sous la plaque eurasiatique, le Japon est particulièrement exposé à trois types de risques ayant une incidence sur l'approvisionnement en énergie : les séismes et tsunamis, le volcanisme et les cyclones et ouragans.

## 1) Les risques sismiques et volcaniques : tremblements de terre, tsunamis, éruptions

### A) Le risque sismique au Japon

Le risque sismique est très important au Japon du fait de sa situation géographique (il concentre en effet 20% des séismes de la planète). On distingue les risques de séisme liés au mouvement des plaques océaniques sous les plaques continentales (quatre plaques au niveau du Japon) et les risques liés aux failles. C'est un séisme lié à la subduction qui est à l'origine de la catastrophe de mars 2011.



*Schéma d'une zone de subduction (Source : image libre, Wikimedia commons)*

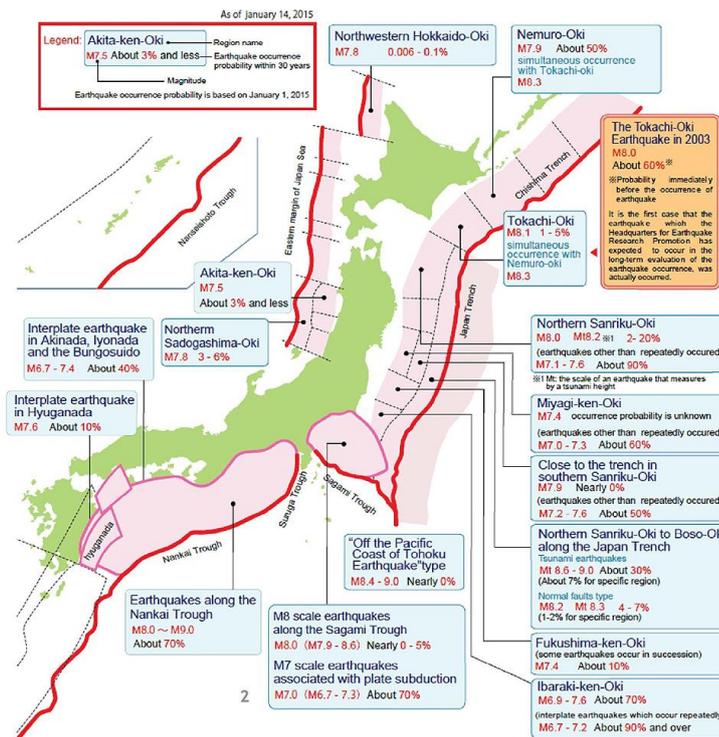
La situation actualisée en janvier 2016 du niveau de risques sismique et volcanique au Japon, s'appuyant sur les documents du "Headquarters for Earthquake Research Promotion<sup>1</sup>" et de l'Agence japonaise de météorologie<sup>2</sup> (JMA), précise que les risques les plus importants restent localisés le long de la fosse du Nankai. Un séisme du même niveau qu'en 2011 pourrait y survenir et sa probabilité est estimée à 70% dans les 30 ans à venir. Un autre risque important existe au niveau de la fosse de Sagami avec 70% de probabilité d'un séisme de magnitude 7 dans les 30 ans à venir et 5% de probabilité d'un séisme de magnitude 8. Il existe également un risque de nouveau séisme au nord et au sud de la fosse du Tohoku.

1 : Organisation gouvernementale rattachée au ministère de la Science et de l'Éducation, créée après le séisme de Kobe de 1995, afin de coordonner la recherche autour des séismes.

2 : Autorité nationale chargée d'émettre des alertes en temps opportun aux organismes gouvernementaux et aux résidents, aux fins de la prévention et de l'atténuation des catastrophes naturelles.

**Probabilité d'occurrence au niveau des fosses de subduction au 14 janvier 2015**

Source : HQs for Earthquake Research Promotion



Carte de la probabilité d'occurrence des séismes des fosses de subduction (Source : <http://www.ambafrance-jp.org/Situation-actualisee-des-risques-sismique-et-volcanique-au-Japon>)

Pourtant, très récemment, une équipe de recherche de l'université de Tokyo a montré l'existence d'un grand nombre de mouvements de très faible intensité le long de la fosse de Nankai. Ces mouvements pourraient permettre de dissiper de manière régulière les tensions accumulées. Le niveau de risque serait alors surévalué.

Le séisme de Kobe : le tremblement de terre qui s'est produit en 1995, détruisant et paralysant la région de la ville de Kobe (séisme d'une magnitude de 6,9 sur l'échelle de Richter), est responsable de la mort de plusieurs milliers de personnes (5000 voire 6400 selon les sources et les évaluations), de 44000 blessés et des dégâts matériels se chiffrant à plus de dix-mille milliards de yens (101 milliards d'euros, soit l'équivalent de 5% du produit intérieur brut japonais).



Localisation de Kobe (Source : Image source modifiée, Wikimedia commons)



*Port de Kobe en 2009, 24 ans après le séisme (Source : Wikimedia commons)*

Dans le cas de Kobe, la rupture des canalisations de gaz a été à l'origine de centaines d'incendies, surtout dans les quartiers où les rues étroites sont bordées d'ateliers et de boutiques. Le "Kobe Fire Department", normalement performant, a été impuissant : le manque de matériel et les ruptures des canalisations ne lui ont pas permis de disposer d'eau en quantité suffisante pour éteindre les incendies. Le séisme a endommagé 80 000 bâtiments, obligeant à reloger 300 000 sans-abris. Toutes les installations portuaires ont été détruites, notamment celles bâties sur des îles au substratum meuble. Ce sous-sol meuble est à l'origine d'un phénomène de « liquéfaction » amplifiant les secousses sismiques. Le substrat meuble se comporte comme un liquide et l'eau mise sous pression a jailli à la surface en plusieurs endroits de Kobe comme des geysers, à deux mètres de haut.

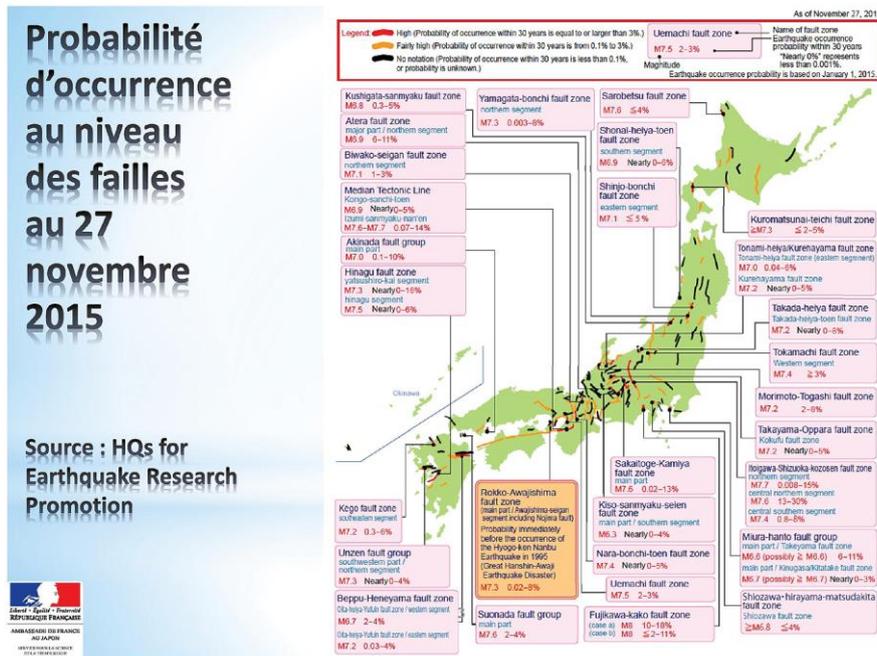
L'autoroute aérienne a été couchée, les rails ont été tordus, les lignes souterraines détruites, les différentes industries (Toyota, aciéries) ont dû arrêter leurs productions. L'impuissance à prévenir ce séisme a révélé de grosses difficultés d'organisation dans un pays réputé capable de répondre aux situations d'urgence.

La région de Kobe, moins sismique que celle de Tokyo, n'était pas considérée comme dangereuse avant 1995, bien qu'un séisme de magnitude 7 ait eu lieu en 1596 et un autre de magnitude 6,1, en 1916. La récurrence sismique dans cette région a été évaluée à plusieurs siècles, si ce n'est un millénaire.

Pour Kobe, c'est la subduction de la plaque océanique des Philippines sous la plaque continentale eurasiatique qui entre en jeu. L'enfoncement de la plaque océanique est de trois à quatre centimètres par an, avec un angle assez faible (la plaque pacifique plonge de neuf à dix centimètres par an avec un angle fort sous la plaque nord-américaine).

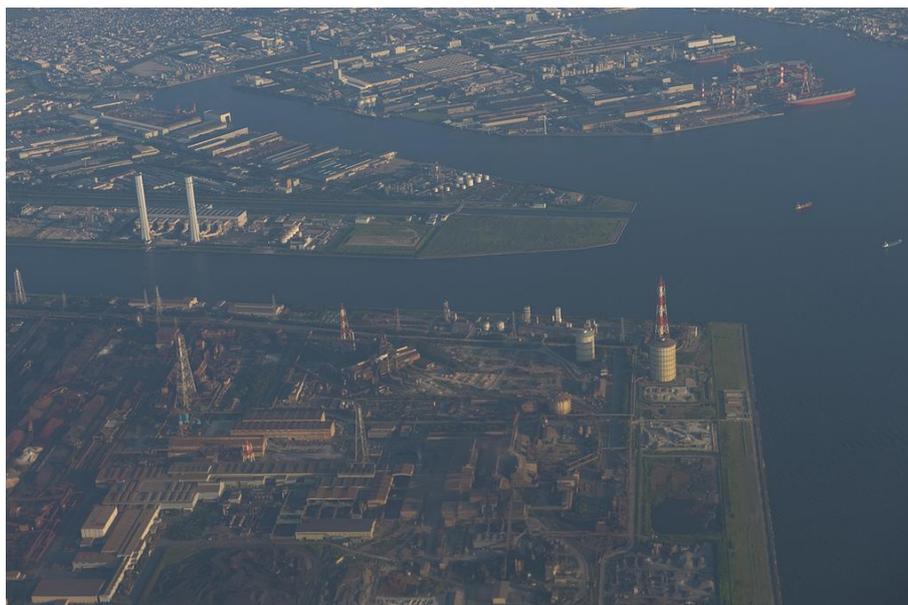
La probabilité d'un séisme lié aux failles est plus faible que pour les séismes liés aux fosses. Pourtant, une très forte vulnérabilité existe aussi du fait de la grande proximité de certaines failles concernées avec des régions densément peuplées.

**FICHE RESSOURCES** Comment approvisionner en énergie une grande ville comme Kobe, située en zone insulaire à grands risques sismiques ?



Carte de la probabilité d'occurrence des séismes de faille (Source : <http://www.ambafrance-jp.org/Situation-actualisee-des-risques-sismique-et-volcanique-au-Japon>)

Le risque sismique, très important au Japon du fait de sa situation géographique, est renforcé par les effets dominos liés à la « technosphère » : crise nucléaire, crise industrielle, mais aussi crise environnementale liée aux déchets post-tsunami (pollution des eaux et sols due aux hydrocarbures ou incendies de raffinerie).



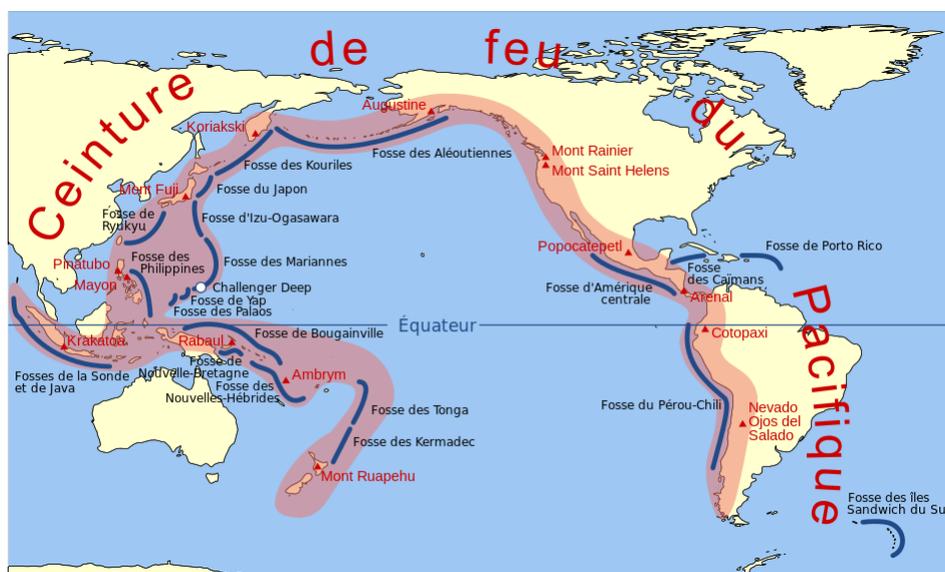
Industries de la Baie de Tokyo (Source : Image libre de droit, [www.flickr.com](http://www.flickr.com))

Ces risques en chaîne où un phénomène naturel (le séisme) impacte le secteur industriel et l'environnement, avec en bout de chaîne des risques sanitaires et économiques, sont caractéristiques des sociétés modernes (post-révolution industrielle) et renforcés au Japon de par l'extrême concentration de la

population et des activités sur un territoire littoral restreint (l'intérieur du pays très montagneux est quasi vide).

Ainsi, la destruction d'une centrale nucléaire à 200km de Tokyo affecte la mégalopole par la paralysie des réseaux critiques (énergie, transport, télécommunication) qui désorganise la vie quotidienne et l'activité économique, avec des conséquences financières notamment. Nul besoin de détruire Tokyo pour que la ville soit affectée, au moins temporairement et partiellement, par la catastrophe.

## B) Le risque volcanique au Japon



La Ceinture de Feu du Pacifique (Source : Image libre, Wikimedia commons)

Une activité volcanique intense est présente sur tout le pourtour de la plaque Pacifique : cette ceinture volcanique, appelée le cercle de feu du Pacifique, est la zone la plus active du globe tant sur le plan éruptif que sismique.

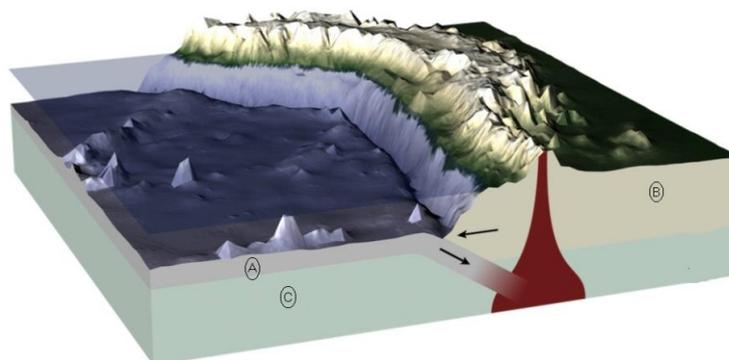


Schéma de subduction (Source : Image libre, Wikimedia commons)

La lente descente de la croûte océanique dans le manteau supérieur chaud, le long du plan de subduction, entraîne un réchauffement progressif de la plaque plongeante et des sédiments gorgés d'eau qui la

recouvrent. Le magma ainsi formé s'élève pour venir faire éruption à la surface et donner naissance aux chaînes de volcans.

On recense au Japon 110 volcans actifs...



*Le volcan Sakurajima situé en face de la ville de Kagoshima, sur l'île méridionale de Kyushu (Source : Image libre, [www.flickr.com](http://www.flickr.com))*

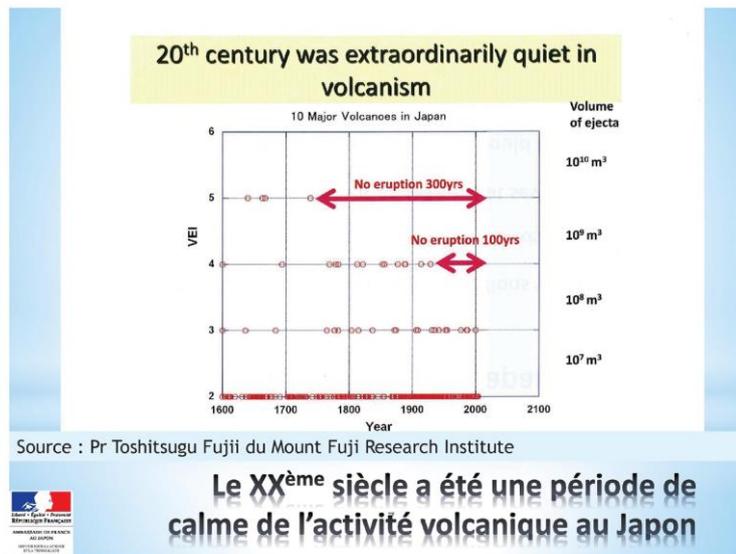
En juillet 2016, le volcan Sakurajima est à nouveau entré en éruption. Pour la première fois depuis 3 ans, la projection de fumée et de cendres a atteint 5 000 mètres d'altitude. En activité quasi permanente depuis 1955, le volcan, situé sur une île à 8 kilomètres à vol d'oiseau de la ville de Kagoshima et de ses 600 000 habitants, représente l'une des menaces les plus importantes du Japon.

Autre illustration, situé lui aussi sur l'île de Kyushu, au sud du Japon, l'Unzen est tristement célèbre... Cet ensemble volcanique présent sur la péninsule de Shimabara est en fait composé de trois stratovolcans : le Kinugasa au nord, le Fugen-Dake au centre-est et le Kusenbu au sud.

Les magmas qui sont émis par ce type de volcan sont extrêmement visqueux et riches en gaz. Pour le mont Unzen, si le Fugen-dake a été responsable de la dernière éruption (1991-96) provoquant la mort de 40 personnes, c'est le Mayu-yama qui a été le siège de l'éruption la plus meurtrière de l'histoire du Japon, en 1792. Cette année-là, près de 15 000 personnes trouvèrent la mort lors de l'effondrement d'un flanc de l'édifice (avalanche de débris) qui provoqua un tsunami en entrant en mer.

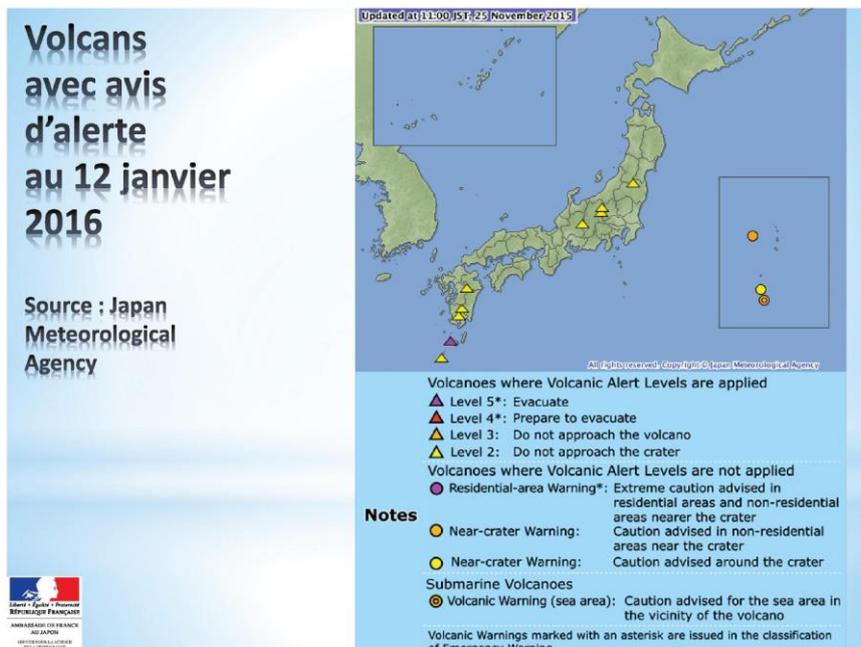


*Vue du volcan Unzen (Source : Permanent Traveller)*



Activité volcanique au Japon aujourd'hui selon l'ambassade de France en 2016 (Source : <http://www.ambafrance-jp.org/Situation-actualisee-des-risques-sismique-et-volcanique-au-Japon>)

En Janvier 2016, on recensait une dizaine d'alertes en cours. En comparaison du mois de juin 2015, le niveau de risque volcanique était alors plutôt en baisse avec une quinzaine d'alertes à un niveau supérieur (au moins de niveau 3). Pour rappel, contrairement aux séismes, des signes précurseurs existent pour les éruptions volcaniques mais avec un préavis très variables (de quelques jours à quelques heures seulement).



Volcans en alerte en Janvier 2016 (Source : <http://www.ambafrance-jp.org/Situation-actualisee-des-risques-sismique-et-volcanique-au-Japon>)

## 2) Les typhons

Le typhon est l'équivalent asiatique de l'ouragan nord-américain ou du cyclone tropical. Il peut dégager un vent puissant supérieur à 117 km/h. Ce phénomène météorologique apparaît durant une période allant de fin mai à début octobre. Un typhon est une zone de très basse pression d'origine tropicale, c'est-à-dire qui naît sous l'influence de fortes chaleurs combinées aux eaux très chaudes des latitudes tropicales. La masse nuageuse, au début relativement peu organisée, s'étend au fur et à mesure de son déplacement, se renforce, et se caractérise par des vents devenant de plus en plus forts. Un typhon progresse selon la vitesse du vent et des hautes pressions océaniques. En juillet, ces hautes pressions couvrent l'archipel nippon et de nombreux typhons contournent l'archipel pour se diriger vers la péninsule coréenne et le continent.

Le mois d'août est celui où les typhons sont les plus fréquents, et leur lente vitesse de progression génère des itinéraires compliqués, certains typhons stagnant parfois sur place. La météorologie japonaise classe les typhons en cinq niveaux selon leur taille et leur force.

A partir de septembre, lorsque les hautes pressions du Pacifique se retirent vers l'Est, la courbe de trajectoire des typhons se juxtapose d'une manière presque parfaite à une courbe qui passerait par le centre de l'archipel. De nombreux typhons s'y déchaînent alors, entraînant une pluviométrie extrêmement importante. Dans l'histoire récente du Japon, deux typhons ont été particulièrement dévastateurs : le typhon de Muroto (1934) qui a fait 3066 victimes, et celui de la baie d'Ise (1959) qui a fait 5000 victimes. Mais les progrès enregistrés dans le domaine de la prévision et de la prévention ont permis de réduire considérablement les dégâts humains et matériels.

De même, les coulées de boue induites par de fortes précipitations ou les inondations peuvent découler du risque lié aux typhons. Ainsi, les typhons et leurs effets induits peuvent avoir des conséquences sur l'approvisionnement en énergie et le dimensionnement des installations (éoliennes par exemple).

Les catastrophes du XXI<sup>ème</sup> siècle sont ainsi plus complexes à gérer du fait des concentrations de population et d'activités et de l'imbrication de celles-ci dans le cadre du phénomène de métropolisation.

**Cela pose dès lors deux questions : pourquoi installer des centrales nucléaires dans un pays affecté par 20% des séismes de la planète ? Pourquoi les implanter sur le littoral face aux risques de tsunami ?**

## SOURCES

« Des focus techniques permettent de documenter les adultes en vue d'éventuelles questions des enfants. Des activités sont proposées afin de pouvoir, par de petites expériences, échanger sur les énergies en classe. De plus, des données chiffrées et des ressources documentaires complètent les informations générales fournies aux enfants. »

<http://www.explorateurs-energie.com/index.php/enseignants/accueil>

### Agence Internationale de l'Energie

<https://www.iea.org/>

### Un ensemble de fiches et de dossiers autour de l'énergie (définitions, unités, idées reçues, etc.)

<http://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/energie>

### Japan's energy white papers 2016, Ministry of Economy, Trade and Industry

Emission Planète Terre du 28 mars 2011, Marie Augendre et Magali Reghezza, maîtres de conférences en géographie, respectivement à l'Université Lyon II et à l'Ecole normale supérieure.

Site (en anglais) de la National Oceanic and Atmospheric Administration des Etats-Unis : de nombreuses informations autour des tsunamis (causes, conséquences). Liens indirects avec les risques liés aux centrales nucléaires littorales.

<http://www.tsunami.noaa.gov/>

Site de Rémi Scoccimarro, université de Toulouse2 le Mirail : il s'agit d'un portail documentaire autour des séismes et des tsunamis. Niveau universitaire.

[japgeo.free.fr](http://japgeo.free.fr)