

# ECHOS D'ESCALE

LA MALLE À SOUVENIRS DE TARA 2016-2017, 8 MOIS | 8 OBJETS | 8 ESCALES

Retrouvez toutes les escales, les objets et les fiches sur :  
[echosdescale.taraexpeditions.org](http://echosdescale.taraexpeditions.org)



TARA PACIFIC,  
2 ANS D'EXPLORATION SCIENTIFIQUE

Accompagnez l'équipage de Tara au fil de l'expédition et découvrez tous les mois un objet, embarqué lors de chaque escale et placé dans la malle à souvenirs de Tara, pour comprendre les enjeux du développement durable.



KOBE

Objet : ENERGIE

Escale : Kobe - Japon

Février 2017

## FICHE PROFESSEUR

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

**Niveau :** Lycée (15-18 ans)

**Discipline(s) :** Géographie, SES, Physique

**Entrée(s) transversale(s) :** Education au Développement Durable, Enseignements exploratoires, AP

**Durée :** une à plusieurs séances selon l'utilisation des ressources (nombre de recherches effectuées)



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

Il existe plusieurs entrées pour ce travail : disciplinaire ou transversale (dans le cadre de l'accompagnement personnalisé ou de l'EMC par exemple, en synergie avec le/la professeur(e) documentaliste).

Cette fiche propose un scénario qui permet d'appréhender une question sous trois angles : économique, social et environnemental, dans le cadre de l'éducation au développement durable.

- elle comprend une ou des problématiques,
- elle passe par une phase de réflexion/recherches,
- elle est organisée et débouche sur une production.

Libre à chaque enseignant(e) de choisir son entrée, sa situation d'apprentissage, ses documents et de proposer une approche globale de la question.

En fin de fiche, des ouvertures possibles, ainsi que des ressources pour faciliter le travail des élèves.

### Scénario proposé :

L'énergie est un des grands enjeux actuels de notre société : alors que les besoins énergétiques augmentent toujours plus avec la croissance de la population et le développement, il nous faut apprendre à les gérer plus durablement sachant qu'inexorablement les combustibles fossiles s'épuisent.

Mais cela va bien au-delà. En effet, chaque choix énergétique (dans le cadre du "mix") implique un impact environnemental, économique ou social. Il peut déboucher aussi sur de vives tensions internationales (impact géopolitique) quand, par exemple, un barrage hydroélectrique construit en amont vient priver un pays en aval de son accès à l'eau (Etats-Unis versus Mexique, Turquie versus Syrie, etc.).

Enfin, à ces enjeux peuvent venir s'ajouter le risque naturel et technologique, comme c'est le cas pour la ville de Kobe. En effet, le Japon est exposé à un risque sismique et volcanique maximum (avec sa conséquence : les tsunamis), et se trouve également sur la trajectoire des typhons.

- En quoi cette contrainte naturelle entraîne-t-elle des choix particuliers pour le Japon ?
- En quoi rend-elle plus délicate l'utilisation du nucléaire ?

Le scénario proposé évoque trois problèmes :

1. Le mix énergétique au Japon.
2. Peut-on avoir confiance dans le nucléaire, en particulier dans un pays comme le Japon ?
3. Les solutions alternatives.

## 1) LE MIX ENERGETIQUE AU JAPON, UN CASSE-TÊTE

### ACTIVITE 1 : Serious game

Pour appréhender la question du choix du mix énergétique (une pincée de nucléaire, une pincée de solaire, une grosse cuillère d'énergie thermique, etc.), les "serious games" ou "jeux sérieux" sont une bonne introduction. Une séance d'une heure peut être consacrée à cela en cours de géographie par exemple autour de deux jeux :

- Electricity: <http://www.electrocity.co.nz/> en anglais
- <http://www.japprends-lenergie.fr/>, un site de la compagnie Engie, en français donc.

Ces deux jeux sont faciles à prendre en main. Ils peuvent être bien avancés en une heure, et même s'ils sont plutôt de niveau collège, ils offrent une bonne introduction aux différents enjeux : choix d'un site, choix d'une énergie plutôt qu'une autre, problèmes de transport et de disponibilité, pollution, etc. Mais les risques naturels caractéristiques du Japon n'apparaissent pas vraiment.

### ACTIVITE 2 : Le mix énergétique au Japon

Voici les choix énergétiques du Japon :

**La production d'électricité au Japon de 1990 à 2013 (en TWh et pourcentages)**

Source	1990	%	2000	%	2010	%	2013	% 2013	Variation 2013/1990
Charbon	116,3	13,8	229,0	21,6	299,1	26,8	336,7	32,2	+189 %
Pétrole	236,6	28,1	135,4	12,8	91,7	8,2	149,9	14,3	-37 %
Gaz naturel	178,5	21,2	256,0	24,2	300,8	26,9	401,7	38,4	+125 %
<b>Total fossiles</b>	<b>531,4</b>	<b>63,1</b>	<b>620,4</b>	<b>58,6</b>	<b>691,6</b>	<b>61,9</b>	<b>888,3</b>	<b>85,0</b>	<b>+67 %</b>
<b>Nucléaire</b>	<b>202,3</b>	<b>24,0</b>	<b>322,0</b>	<b>30,4</b>	<b>288,2</b>	<b>25,8</b>	<b>9,3</b>	<b>0,9</b>	<b>-95 %</b>
Hydraulique	95,8	11,4	96,8	9,1	90,7	8,1	84,9	8,1	-11 %
Biomasse	8,9	1,1	10,7	1,0	29,1	2,6	32,1	3,1	+259 %
Déchets	1,8	0,2	4,8	0,5	7,1	0,6	8,6	0,8	+375 %
Géothermie	1,7	0,2	3,3	0,3	2,6	0,2	2,6	0,2	+49 %
Éolien	0		0,1	0,01	4,0	0,4	5,2	0,5	ns
Solaire	1	ns	0,3	0,03	3,8	0,3	14,3	1,4	ns
<b>Total renouvelables</b>	<b>108,3</b>	<b>12,9</b>	<b>116,1</b>	<b>11,0</b>	<b>137,3</b>	<b>12,3</b>	<b>147,6</b>	<b>14,1</b>	<b>+36 %</b>
<b>Total</b>	<b>842,0</b>	<b>100</b>	<b>1058,5</b>	<b>100</b>	<b>1117,1</b>	<b>100</b>	<b>1045,3</b>	<b>100</b>	<b>+24 %</b>

1- Combien de grands types d'énergie figurent ici ?

Fossiles, nucléaire, renouvelables.

2- Pourquoi le nucléaire est-il une catégorie à part ?

Actuellement le nucléaire utilise des matières fissiles non renouvelables (Uranium, Plutonium...), bien que certaines soient recyclées (MOx), mais on envisage pour le futur la fusion (thermo)nucléaire qui serait durable.

3- Tracer deux diagrammes circulaires : l'un en 1990 et l'autre en 2013

Charbon, pétrole, gaz naturel, nucléaire, hydraulique, autres énergies renouvelables

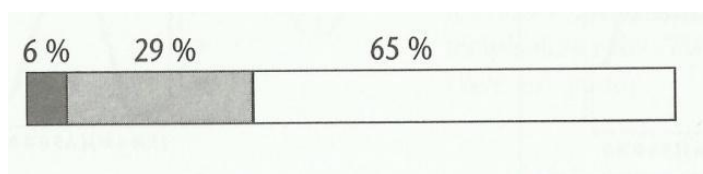
Deux possibilités avec deux niveaux de difficulté :

- Utiliser les pourcentages sans faire varier de rayon du cercle : de ce fait, on s'intéressera uniquement aux variations du mix.

- Utiliser les pourcentages, mais en faisant varier le rayon du cercle en fonction de la quantité brute d'électricité produite en TWh, ce qui montre une augmentation de la production globale (ce qui est bien sûr plus intéressant), en plus de permettre la même analyse de l'évolution du mix (utilisation conjointe des valeurs relatives et absolues).

La difficulté principale étant de transformer les pourcentages en degrés d'angles.

Si l'exercice est perçu comme trop difficile, on peut le remplacer par la construction de deux graphiques de répartition en rectangle.



4- Commenter les évolutions, notamment en ce qui concerne le nucléaire.

a) Quelle est l'évolution globale de la consommation d'électricité ?

Elle a augmenté de 24% en 23 ans.

b) Peut-on expliquer l'évolution de la consommation d'électricité par l'augmentation de la population ?

Elle a pu s'expliquer par la croissance de la population dans le passé, mais plus aujourd'hui. Depuis 2010, la population baisse (au rythme actuel (2016) de -0.19%/an), du fait en particulier d'un très faible taux de fécondité (1.4 enfant par femme). L'autre élément d'explication est donc la hausse de la consommation malgré des économies.

Suite à l'accident de Fukushima, la population a été sensibilisée aux économies d'énergie (campagne "Setsuden") par des gestes simples comme couper la climatisation ou ne plus éclairer certains monuments la nuit par exemple, mais cela n'est pas suffisant dans une économie aussi développée et connectée.

5- Le mix énergétique

a) Commenter les changements intervenus. Que se passe-t-il concernant le nucléaire ? Par quelle source d'énergie est-il compensé ?

Baisse énorme du nucléaire, compensé par les énergies fossiles, en particulier charbon et gaz naturel, tous deux importés (comme le pétrole d'ailleurs), et dans une moindre mesure par les énergies renouvelables.

L'accident nucléaire de Fukushima (voir paragraphe II-2-C) en mars 2011 explique la quasi fermeture du parc nucléaire nippon.

b) Quels problèmes posent ces sources d'énergies ? Sont-elles renouvelables ou pas ?

Problème de dépendance énergétique vis à vis des importations

Energies fossiles et polluantes

Augmentation lente de la production d'énergie décentralisée, et des énergies renouvelables terrestres ou marines.

6- Conclusion : rédiger un texte d'une dizaine de lignes expliquant la situation énergétique du Japon, son évolution et sa dépendance actuelle.

L'énergie est un casse-tête au Japon pour plusieurs raisons :

- pas de ressources fossiles sur place (pétrole, gaz, charbon) → il faut tout importer, + problème de pollution
- pays riche → forte consommation (climatisation, etc.) en hausse, malgré recherche d'économies
- place disponible rare et littorale → rapport au risque : typhons, tsunamis.
- risques naturels spécifiques et cumulables (volcanisme, séismes, tsunamis, typhons)
- mais à l'inverse, même si la population du Japon est élevée, elle diminue lentement.

## 2) LE NUCLEAIRE, SOLUTION VIABLE AU JAPON ?

Poser la question du nucléaire au Japon signifie identifier les risques et atouts en général ainsi que les risques particuliers à ce pays. Le nucléaire s'est effondré dans ce pays entre 2010 et 2012. Pourquoi ?

**ACTIVITE 1** : Le nucléaire, sujet sensible.

### Enquête sur le Web

\* <https://www.edf.fr/groupe-edf/espaces-dedies/l-energie-de-a-a-z/tout-sur-l-energie/produire-de-l-electricite/qu-est-ce-que-l-energie-nucleaire>

1- De quel type de site internet s'agit-il ?

Le site d'un groupe de production d'électricité, EDF (Electricité de France), qui produit l'essentiel de son énergie de manière nucléaire.

Notamment, informez-vous sur :

- Les différents types de réacteurs nucléaires
- L'uranium, combustible nucléaire
- Le cycle de vie des centrales.

2- Est-ce que le risque est évoqué ? Pourquoi ? En revanche, quels avantages sont mis en avant ?

Non, car cela risquerait d'inquiéter les consommateurs. Les avantages mis en avant sont essentiellement en lien avec la non production de gaz à effets de serre, et donc la qualité environnementale : la "propreté" du nucléaire.

\* et <http://sortirdunucleaire.org/>

3- De quel type de site internet s'agit-il ?

Il s'agit d'un site de militants antinucléaires.

4- Quelle vision présente-t-il du nucléaire ?

Une vision entièrement négative, basée sur les multiples risques du nucléaire militaire et civil, et de l'enfouissement des déchets.

5- Le nucléaire est un sujet sensible. Pourquoi ?

C'est la question du risque des centrales nucléaires et de la pollution éventuelle pour des milliers (millions) d'années (où stocker les matières radioactives) qui est sensible.

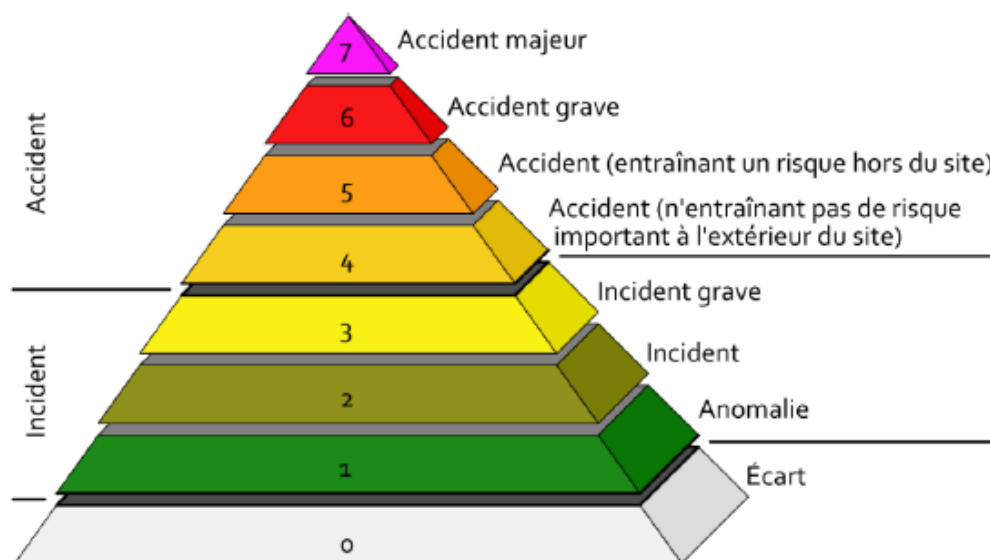
\* Entre ces deux sites trouver un site plus neutre, c'est à dire moins engagé en faveur ou contre le nucléaire. Argumentez votre choix.

**ACTIVITE 2 : Atouts/ risques ? Le nucléaire est-il sûr ?**

**Avantages et inconvénients du nucléaire**

+	-
Disponibilité Pas de production de gaz à effet de serre Production de masse Possibilité d'évoluer vers la fusion (thermo) nucléaire (recherches en cours)	Coût (en incluant déconstruction et gestion des déchets) Risque, danger Gestion des déchets Matière première fossile/ non renouvelable

**Echelle Internationale des événements nucléaires**

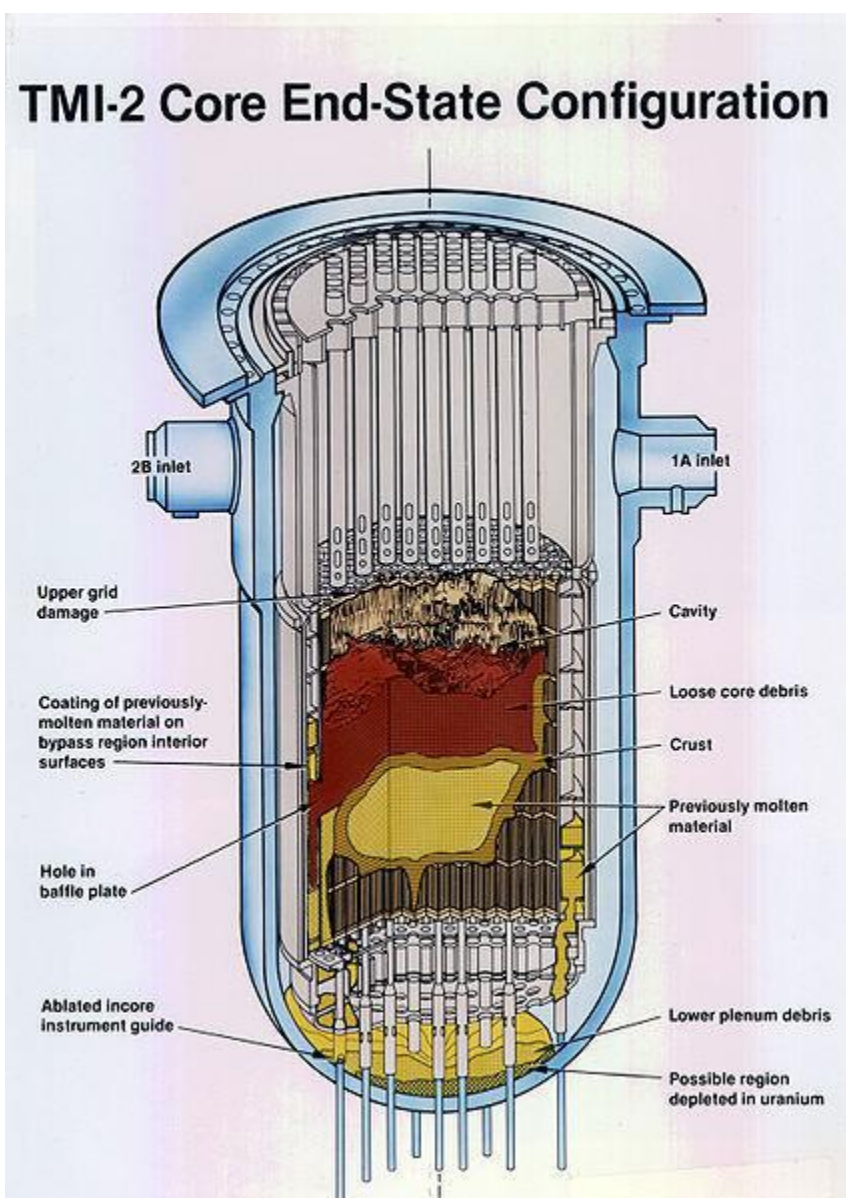


Source : INES (International Nuclear Events Scale).

**A) Three mile island, Etats-Unis, 28 mars 1979**

Le 28 mars 1979, dans la centrale nucléaire de Three Mile Island, sur la rivière Susquehanna en Pennsylvanie, le cœur du réacteur numéro 2 a en partie fondu à la suite d'une série d'accidents et d'erreurs humaines, entraînant le relâchement dans l'environnement d'une faible quantité de radioactivité :

- 45% du cœur avait fondu
- 20% avait coulé au fond de la cuve.



*En jaune, la partie du cœur ayant fondu. (Source : <http://www.nrc.gov/images/reading-rm/photo-gallery/20071114-006.jpg>, domaine public)*

Bien qu'endommagée, la cuve n'a pas été percée et la partie fondue du cœur est restée contenue dans la cuve. De même, malgré des déformations importantes et fusions partielles, les cuves internes n'ont pas été détruites. Malgré la gravité extrême de l'accident, et en dépit de cet enchaînement de défaillances mécaniques, d'erreurs humaines et de défauts de conception, l'enceinte de confinement est restée intègre ; le relâchement de produits radioactifs dans l'environnement est ainsi resté faible. Il est cependant difficile de trouver des chiffres fiables pour le quantifier (car ils n'ont pu être mesurés sur le moment). Cet accident a été classé au niveau 5 de l'échelle Internationale des événements nucléaires.

## **B) Tchernobyl, 26 avril 1986**

Le 26 avril 1986, à Tchernobyl en Ukraine se déroule la plus grave catastrophe nucléaire du XX<sup>ème</sup> siècle, classée au niveau 7, le plus élevé de l'échelle Internationale de événements



nucléaires. Elle est provoquée par l'augmentation incontrôlée de la puissance du réacteur numéro 4 conduisant à la fusion du cœur, puis à la libération d'importantes quantités d'éléments radioactifs dans l'atmosphère, dans ce qu'on a appelé "le nuage de Tchernobyl".

Voir animation sur [http://www.lemonde.fr/planete/video/2016/04/20/la-progression-du-nuage-de-tchernobyl-en-une-minute\\_4905544\\_3244.html](http://www.lemonde.fr/planete/video/2016/04/20/la-progression-du-nuage-de-tchernobyl-en-une-minute_4905544_3244.html)

Cela a provoqué une très large contamination de l'environnement, et de nombreux décès et maladies survenus immédiatement ou à long terme du fait des irradiations ou contaminations. Plus de 200 000 personnes ont été définitivement évacuées d'une zone de 30km autour de la centrale (notamment toute la ville de Pripjat). L'accident de Tchernobyl est la conséquence de dysfonctionnements importants et multiples :

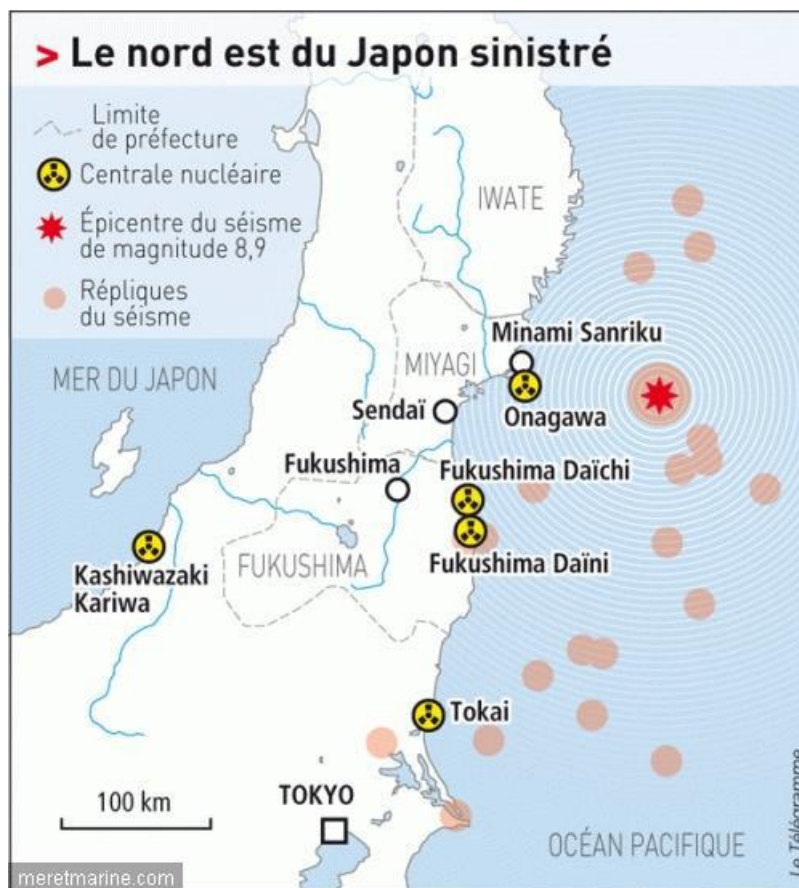
- un réacteur mal conçu, naturellement instable dans certaines situations et sans enceinte de confinement !
- un réacteur mal exploité, sur lequel des essais hasardeux ont été conduits ;
- un contrôle de la sûreté par les pouvoirs publics inexistant ;
- une gestion inadaptée des conséquences de l'accident.

Le rapport de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA) établi en 2005 recense près de 30 morts par irradiation aigüe directement attribuables à l'accident. Dans les populations locales, 4000 cancers de la thyroïde ont été officiellement diagnostiqués entre la catastrophe et 2002, dont la grande majorité est attribuée à la catastrophe. Le nombre de décès directement imputables à la radioactivité varie entre 9 000, selon le rapport élaboré en 2006 par plusieurs agences de l'ONU sous la houlette de l'AIEA, et 90 000 selon Greenpeace.

### **C) Fukushima, 11 mars 2011**

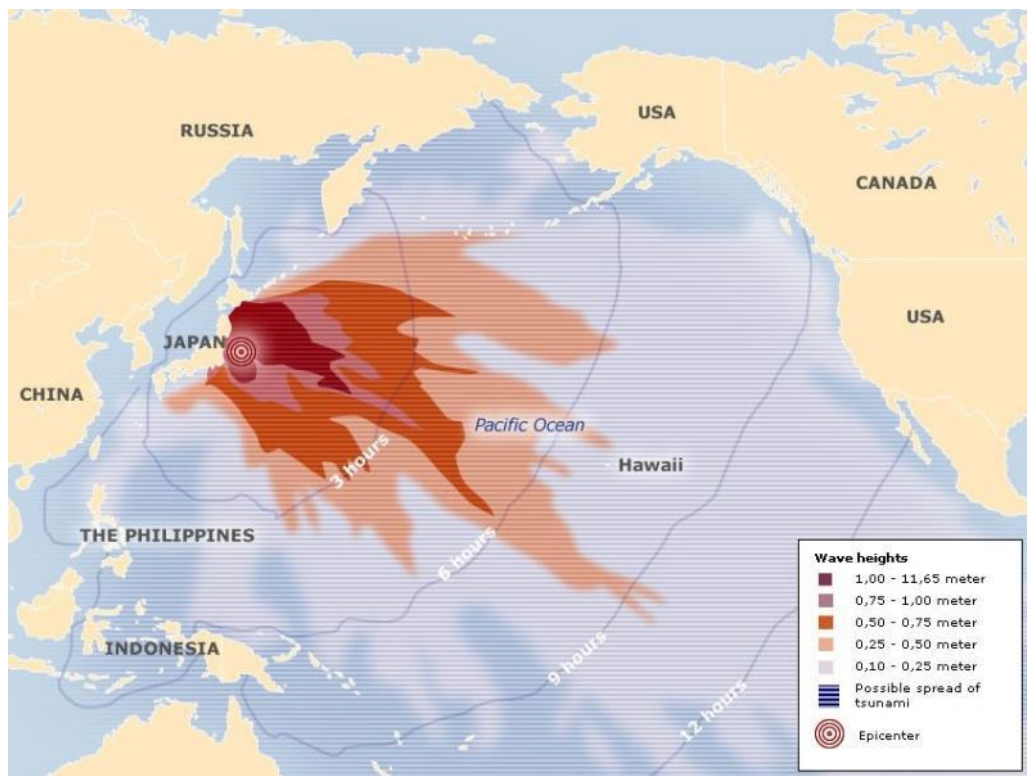
Le 11 mars 2011, un tremblement de terre de magnitude 8.9 intervient à 14h46 heure locale, à environ 130 km des côtes du Japon au large de la ville de Sendai. La proximité de la côte explique la rapidité de l'arrivée de la vague sur les côtes et l'impossibilité d'avoir pu évacuer les populations côtières suffisamment tôt.

La secousse est longue (supérieure à 1 minute) avec de nombreuses répliques, plutôt proche de la surface.



Le Télégramme, 12 mars 2011

Un tsunami, ou raz de marée, s'ensuit qui ravage les côtes faisant 15 689 morts et 4 744 disparus.



Certaines vagues faisaient 10 m de haut. Ce document, a été créé par le Pacific Tsunami Warning Center (Centre d'alerte des tsunamis du Pacifique) basé à Ewa Beach, Hawaii, pour modéliser la hauteur des vagues générées par ce tsunami.



Source : Agence REUTERS/Mainichi Shimbun



Une vague approche de la ville de Miyako, le 11 mars 2011.

Source : Agence REUTERS/Mainichi Shimbun

Le réacteur 3 de la centrale de Fukushima Daichi a fondu.

Le séisme lui-même a entraîné un arrêt automatique des réacteurs en service, la perte accidentelle de l'alimentation électrique et le déclenchement des groupes électrogènes de secours.

Quand le tsunami, provoqué par le séisme, a submergé le site, des groupes électrogènes de secours sont tombés en panne. Des débris ont pu obstruer des prises d'eau.

Ces défaillances, couplées à plusieurs erreurs humaines, ont causé l'arrêt des systèmes de refroidissement de secours des réacteurs nucléaires. Le défaut de refroidissement des réacteurs a induit la fusion totale du cœur d'au moins deux réacteurs puis d'importants rejets radioactifs.

Il s'agit d'un accident nucléaire majeur classé au niveau 7, le plus élevé de l'échelle internationale des événements nucléaires, ce qui le place au même degré de gravité que la catastrophe de Tchernobyl compte tenu du volume important des rejets.

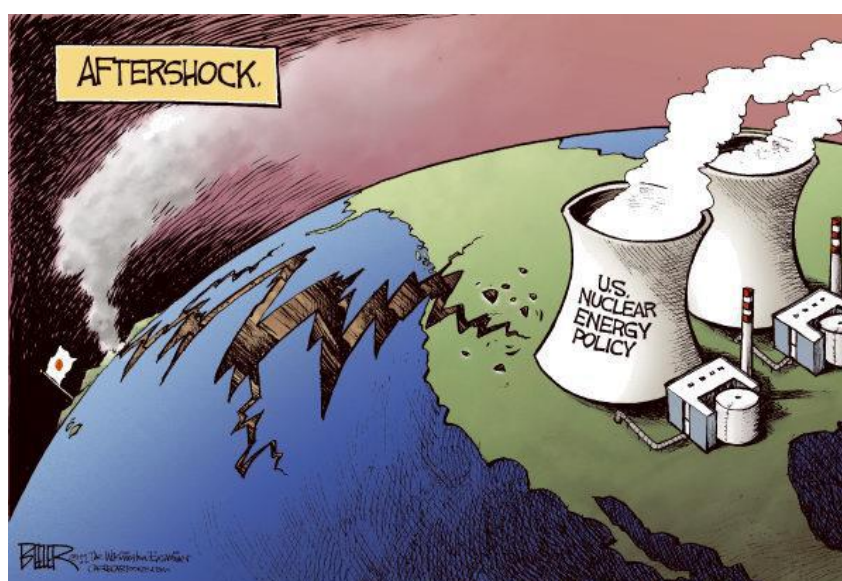
Si la centrale a bien résisté au séisme, le tsunami a provoqué la catastrophe nucléaire. Il est rarissime que deux aléas naturels se succèdent en si peu de temps.

### La catastrophe de Fukushima et ses conséquences sur les programmes nucléaires.

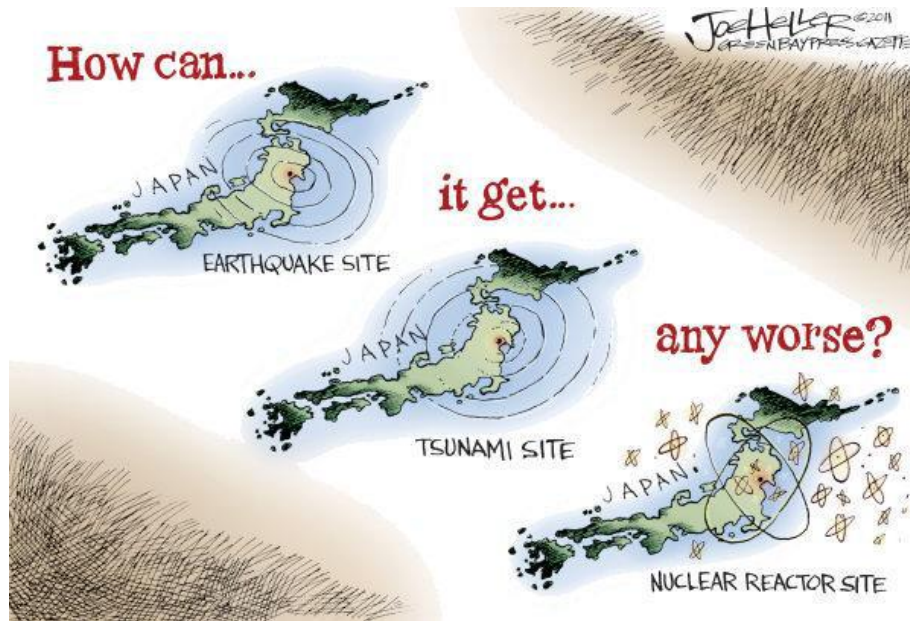
1- A partir du corpus ci-dessus, recensez les types de risques de catastrophe naturelle dans le tableau suivant :

Risques "internes"	Risques "externes"
Risque matériel	Séismes
Risque humain	tsunamis
Mauvais entretien	Crash d'avion
Procédures insuffisantes	attentat
Mauvaise conception	Interruption de l'alimentation électrique de la centrale
Etc.	Absence d'organismes de sécurité externes
Etc.	

2- Rédiger un paragraphe d'une trentaine de lignes listant les principales conséquences de la catastrophe de Fukushima, en vous appuyant sur le corpus ci-dessus et sur les caricatures ci-dessous.



"Réplique. Politique de l'énergie nucléaire américaine"  
Nate Beeler, *The Washington Examiner*, 18 mars 2011



"Comment cela peut-il être pire ?", Joe Heller, *The Green Bay Press-Gazette*, 18 mars 2011



"L'avenir de l'énergie nucléaire", Jimmy Margulies, *The Record*, 18 mars 2011

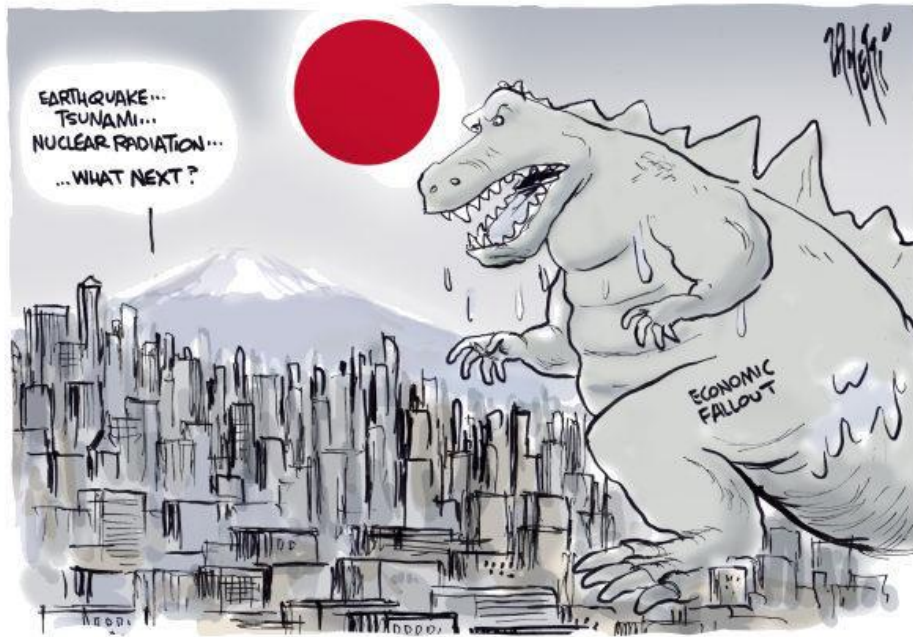


" Nouveaux problèmes de sécurité, nouvelles centrales nucléaires", R.J. Matson, *The St. Louis Post-Dispatch*, mars 2011



The Land of the Rising Sun

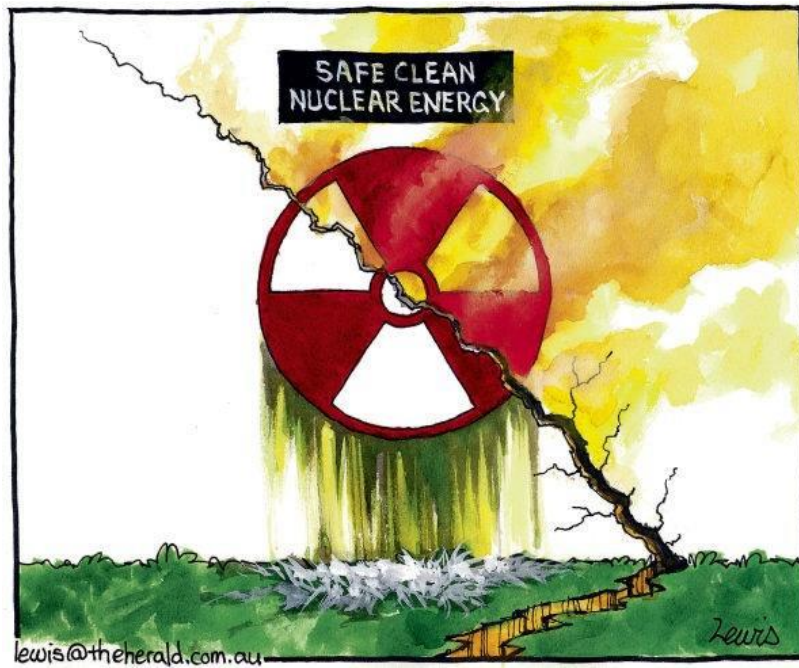
"Le pays du soleil levant", John Sherffius, *Boulder Daily Camera*, 17 mars 2011



"Séisme, tsunami, radiations nucléaires... Quoi d'autre ?", Paul Zanetti, Australia, 18 mars 2011



"Si on parlait de vos dangereuses fusions", Bob Gorrell, National/Syndicated, 16 mars 2011



"L'énergie nucléaire, une énergie sûre et propre", Peter Lewis, *Theherald.com*, Australia, 15 mars 2011.

Cela pose ainsi la question de l'implantation des centrales nucléaires au Japon, véritable casse-tête quand on sait que les seules plaines du pays sont situées sur le littoral... Dès lors, faut-il poursuivre dans le nucléaire ? Le risque zéro en zone sismique et submersible est-il possible ?



### 3) LES ENERGIES RENOUVELABLES

Compte-tenu des risques naturels et de la faiblesse des réseaux de distribution, le Japon s'oriente de plus en plus vers les énergies renouvelables qui sont passées de 12.9% en 1990, à 14,3% en 2013 (108,3 TWh en 1990 à 147,6 en 2013, soit + 36%). Le Japon dispose d'un certain nombre d'atouts en cette matière : vent, ensoleillement, courants marins, géothermie...



*Une station solaire de recharge de véhicules électriques*

Source : <http://fr.ubergizmo.com/wp-content/uploads/2010/12/honda-eco-center.jpeg>

Trois exemples très spécifiques :

#### 1) La production décentralisée d'énergie et les micro-réseaux (micro-grids)



*NTT Facilities, Production décentralisée d'énergie à Sendai (Source : Wikipedia)*

A Sendai, une expérience intéressante avait lieu lors du tremblement de terre du 11 mars 2011. Elle concerne une unité de production d'énergie mixte renouvelable (solaire) et non renouvelable (gaz). Cette unité de production décentralisée, gérée par l'entreprise NTT Facilities, était en fonctionnement et permettait d'assurer l'approvisionnement en électricité du campus de l'université Tohoku Fukushi. Alors que toute la région a été privée d'énergie pendant plusieurs jours, ce système a continué à fonctionner.

Ce démonstrateur a plusieurs sources d'énergie : deux turbines à gaz, une pile à combustible à acide phosphorique (PAFC phosphoric acid fuel cells) et des panneaux solaires photovoltaïques. Il est conçu pour alimenter un micro réseau de façon autonome (avec un stockage de gaz). Désormais ce premier modèle évolue vers un ensemble complet produisant non seulement de l'électricité, mais aussi de la chaleur.

Son fonctionnement continu pendant le tremblement de terre a prouvé l'efficacité de ces systèmes décentralisés en cas de catastrophe naturelle. Ils pourraient se généraliser pour assurer les besoins vitaux en cas de cataclysme, au même titre que les groupes électrogènes de secours.

(Source : extrait de "The Sendai Microgrid Operational Experience in the Aftermath of the Tohoku Earthquake: A Case Study, 2013")

## 2) Un exemple de solution adaptée au Japon, les hydroliennes

### Japon Un nouveau modèle d'hydrolienne flottante

Développé par l'Okinawa institut of science and technology (OIST), un nouveau modèle d'hydrolienne flottante, « un hybride de cerf-volant et de turbine éolienne », pourrait aboutir à une exploitation à grande échelle. Publié dans la revue scientifique *Renewable Energy*, le programme de recherche Quantum wave microscopy unite mené par le scientifique Katsutoshi Shirasawa, a présenté cette nouvelle turbine immergée flottante capable d'exploiter l'énergie des courants de Kuroshio, le second plus grand courant au monde, après le Gulf Stream.

La turbine fonctionne dans la colonne d'eau moyenne du courant, à 100 mètres sous la surface, où les eaux coulent calmement et régulièrement, même pendant de fortes tempêtes. Elle comprend un flotteur, un contrepoids, une nacelle, des composants maison de production d'électricité et trois lames. « Minimiser le nombre de composants est essentiel pour faciliter l'entretien, à faible coût, et assurer un faible taux d'échec », indique le chercheur. Les courants océaniques sont plutôt lents, avec une moyenne



de 1 à 1,50 m/s. Mais l'eau étant plus de 800 fois plus dense que l'air, même un courant lent contient de l'énergie comparable à un vent fort. Cette conception est particulièrement adaptée aux régions régulièrement dévastées par les tempêtes et les typhons, comme le Japon, Taïwan et les Philippines.

Un prototype a été construit et testé en conditions réelles, ancré au fond de la mer et flottant dans le courant. Les résultats

ont confirmé la robustesse et la stabilité de la turbine. L'efficacité obtenue est comparable à celle des éoliennes en mer.

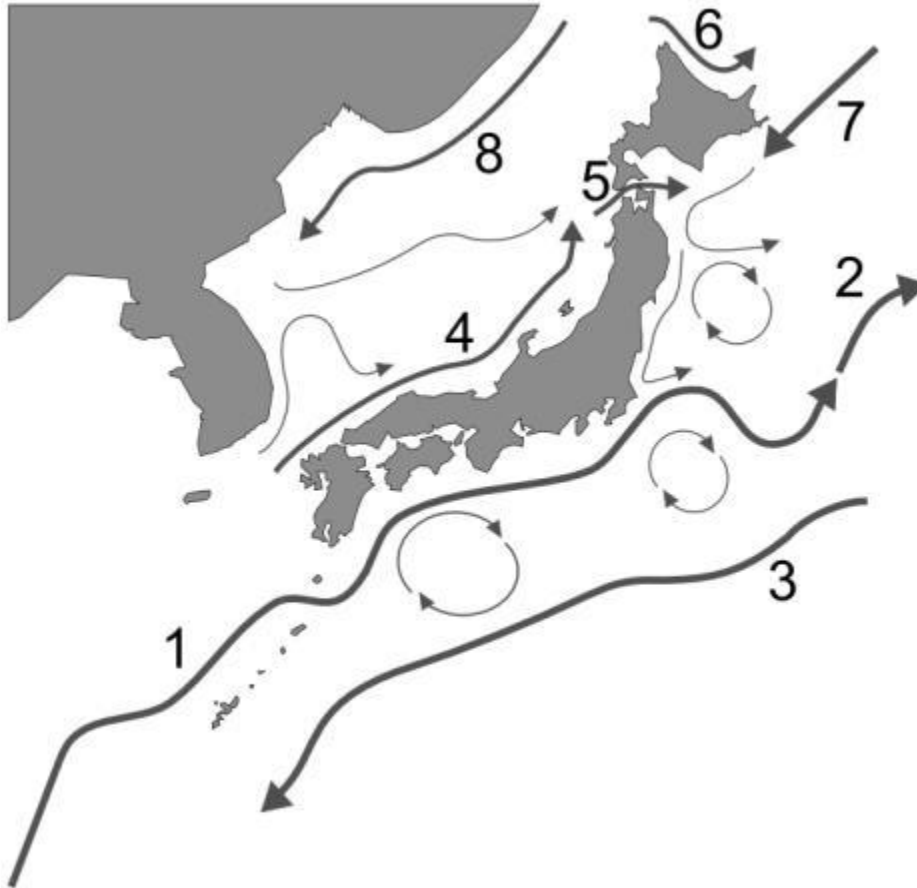
L'équipe de recherche souhaite à présent construire un parc de 300 turbines de 80 mètres de diamètre pour une production de 1 GW, l'équivalent d'un réacteur nucléaire, capable d'alimenter plus de 400 000 foyers.

Les résultats du test du prototype ont confirmé la robustesse et la stabilité de la turbine.

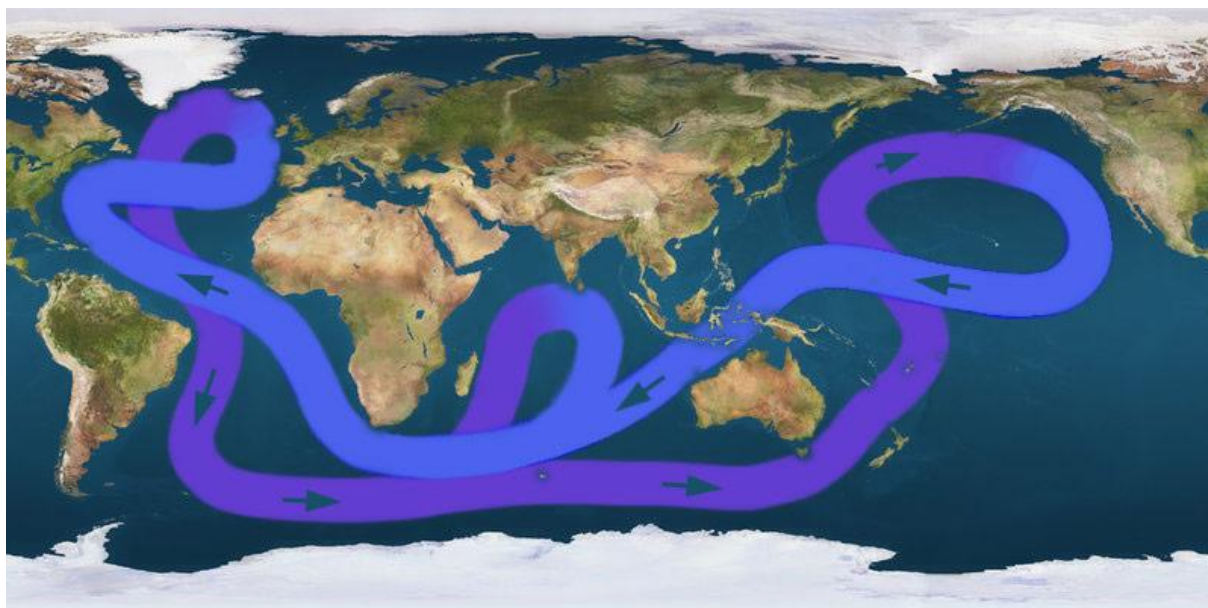
Mélanie CHARTIER

Source : *Le Marin*, 2016

Il s'agit ici, non pas d'utiliser les courants de marée, qui sont les plus puissants, mais les courants océaniques thermo-halins, comme le Kuroshio.



*Les courants entourant le Japon: 1. Kuroshio 2. extension du Kuroshio 3. contre-courant du Kuroshio 4. courant de Tsushima 5. courant Tsugaru 6. courant de Sōya 7. Oya Shivo 8. courant de Liman. (Source : Wikipedia)*



*Schéma simplifié de la circulation thermohaline (Source : Wikimedia )*

Les courants thermo-halins correspondent à la circulation océanique engendrée par les différences de densité de l'eau de mer. Ces différences de densité proviennent des écarts de température et de salinité des masses d'eau, d'où le terme de thermo - pour température - et halin - pour salinité. Les eaux refroidies et salées plongent au niveau des hautes latitudes dans l'Atlantique-Nord (Norvège, Groenland et mer du Labrador) et descendent vers le sud, à des profondeurs comprises entre 1 et 3 km, formant l'eau profonde Nord-Atlantique.

### **ACTIVITE 1** : Les hydroliennes

Lister les avantages liés à cette nouvelle source d'énergie marine renouvelable (EMR). En quoi est-elle bien adaptée au contexte japonais ?

Elle utilise les courants thermo-halins présents en permanence, le fameux "tapis roulant" planétaire. Par ailleurs, le Kuroshio se trouve à relative proximité de la terre ferme.

Se situant à 100m sous l'eau, l'hélice de cette hydrolienne est protégée des tempêtes, typhons, tsunamis, séismes... Une difficulté (parmi d'autres) consistant à connecter ces hydroliennes au réseau à terre.

A noter, un TP intéressant sur les courants marins produit par l'Agence de l'Eau, Seine Normandie : [http://www.eau-seine-normandie.fr/fileadmin/mediatheque/Enseignant/Outils\\_Pedagogiques/Lycee\\_F2/AESN10-lycee\\_F2-Geolo\\_1.pdf](http://www.eau-seine-normandie.fr/fileadmin/mediatheque/Enseignant/Outils_Pedagogiques/Lycee_F2/AESN10-lycee_F2-Geolo_1.pdf)

### 3) La géothermie, bien sûr ? Pas si sûr !



*Production d'électricité géothermique (Source : <http://www.renewable-ei.org/en/statistics/resources.php>)*

#### TEXTE : La géothermie au Japon, entre Fukushima et tradition

"Ecologique, stable, en plus locale, la géothermie a toutes les qualités que demande le secteur d'industrie japonais pour une source d'énergie. Le hic, c'est qu'elle est peu compatible avec la tradition de bains thermiques, les fameux onsens japonais...

[...] Le ministère nippon de l'Industrie – très soucieux de combler le vide créé par la fermeture des centrales nucléaires dans l'archipel – se tourne vers les zones volcaniques du pays et la géothermie. Plus précisément, il regarde de près le trésor – la chaleur volcanique – caché sous ses montagnes que le secteur de l'énergie laissait jusqu'ici intact.

Le Japon, pays connu pour être l'un des plus sismiques au monde, compte 110 volcans actifs sur son territoire et se targue d'un immense potentiel géothermique ; soit le moyen de produire de l'électricité à l'aide de la chaleur volcanique. Pourtant, 98% de cette ressource estimée à 24 millions de kilowatts – équivalent de la somme de l'électricité produite par une vingtaine de centrales nucléaires – reste inexploitée.

« Il y a plusieurs choses qui bloquent les constructions de nouvelles centrales géothermiques ; et notamment la résistance du secteur du tourisme et les réglementations environnementales dans les zones volcaniques », explique Masao Adachi, président du comité organisateur de la Société japonaise des recherches sur la géothermie.

Mais, pourquoi le tourisme barre-t-il la route au développement de l'énergie géothermique ? La clé pour répondre à cette question se cache dans la passion des Japonais pour le bain thermal, connu aujourd'hui à l'échelle mondiale sous le nom d' "onsen"». Or, cette tradition est très peu compatible avec la géothermie. En effet, une centrale géothermique nécessite

une quantité importante d'eau chaude ; or ladite eau chaude est la source des onsen. Le hic donc, c'est que ces bains constituent souvent le noyau dur de l'économie régionale nipponne. Le tourisme dans les zones volcaniques – pour ne pas dire montagnardes et isolées – dépend en effet souvent de ces bains qui attirent les visiteurs non seulement de l'ensemble du Japon mais aussi de l'étranger. Ainsi, grossièrement, si la source d'un onsen se tarit en raison de l'installation d'une centrale géothermique, tous les organes de l'économie régionale – hôtels, magasins de souvenirs, restaurants – suivraient le même sort. Voilà pourquoi les politiques japonais, souvent proches du secteur du tourisme, ne voulaient pas toucher à ce dossier potentiellement explosif.

Et l'on comprend mieux pourquoi aujourd'hui le pays ne compte que 17 centrales géothermiques ; chiffre qui stagne depuis 1999.

Or, les tremblements de terre de 2011 et la catastrophe de Fukushima ont changé la donne. La fermeture de centrales nucléaires, qui pourvoient jadis à 30 % de la production d'énergie, a provoqué une importation massive de pétrole et de gaz naturel, entraînant la balance du bilan commercial du pays dans le rouge. Et par voie de conséquence, la dépendance du pays vis-à-vis des combustibles fossiles a fait exploser le bilan de l'émission des gaz à effet de serre. De plus, alerté par la situation géopolitique de moins en moins stable au Moyen Orient d'où le pays importe massivement du pétrole et du gaz, les autorités japonaises sont aujourd'hui soucieuses de réduire leur dépendance énergétique, même à un faible niveau. [...]

« C'est évident que la dépendance totale aux combustibles importés constitue un risque pour le pays. On doit promouvoir l'énergie nationale » s'enthousiasme Adachi. Et pour faire valoir davantage cette ressource volcanique, les ministères de l'Industrie et de l'Environnement se sont mis d'accord en octobre pour détricoter des réglementations qui limitaient jusqu'à lors le développement de la géothermie. Ils se sont aussi arrangés pour débloquer un budget annuel de plus de 75 millions de yens, soit dix fois plus que les années noires de la stagnation. Avec ces réformes, qui ont rendu possible des forages sous certains parcs nationaux, la course à l'installation des centrales géothermiques est désormais officiellement lancée. L'objectif avoué est de tripler la capacité des centrales géothermiques pour atteindre 1,55 millions kWh à l'horizon 2030. Un « objectif ambitieux » pour lequel « le ministère fera tous les efforts », a déclaré en fanfare Kiichi Miyazawa, ex-ministre de l'Industrie après son visite en juin, à Oita, région connue pour ses onsen.

Face à ce volte-face notamment de la part du ministère de l'Environnement, le secteur du tourisme semble impuissant. « On sent que le temps a changé » raconte Toru Terada de l'Association des onsen du Japon, les sourcils froncés. Lui qui craint le déferlement de la dérégulation à tout-va, plaide pour que les opérateurs d'électricité respectent les demandes locales, et qu'il y ait davantage de transparence sur le risque d'un éventuel tarissement de la manne thermique.

« Je veux un peu plus de respect pour la tradition du bain thermal au Japon, secteur touristique plus prometteur que le développement de l'énergie géothermique » déplore Terada sur un ton déjà pessimiste. L'association est « en train d'élaborer des stratégies » pour peser davantage dans le débat, mais le barrage nécessaire pour protéger les onsen semble aujourd'hui bel et bien rompu."

(Source : Rédigé par Yuta Yagishita, <https://asialyst.com/fr/2015/12/03/la-geothermie-au-japon-entre-fukushima-et-tradition/>)

## ACTIVITE 2 : La géothermie

1- La géothermie apparaît comme une évidence dans une île si riche en volcans. Mais analysez le graphique ci-dessus ? Que constatez-vous ?

Stagnation de la production, même depuis Fukushima.

2- Lisez le texte. Pourquoi la géothermie ne représente-t-elle pas une plus grande source de production d'énergie au Japon ?

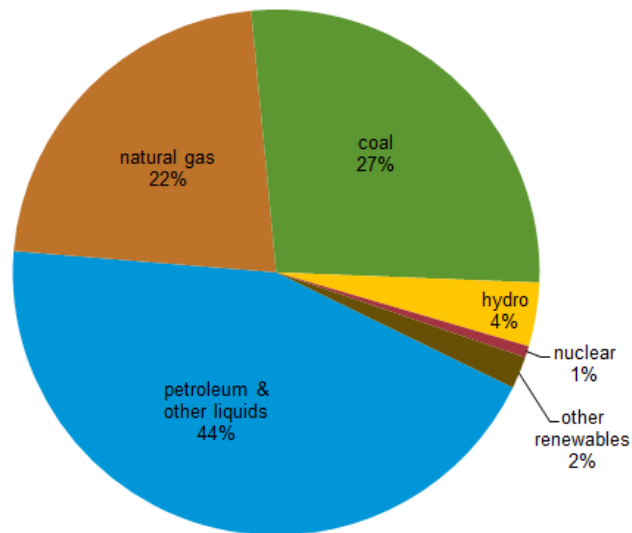
Car elle entre en conflit avec la tradition des onsens, bains chauds.

3- Quelles évolutions sont en cours ? Quel est le risque ? Remplissez le tableau ci-dessous

Avantages de la géothermie	Inconvénients
Energie durable/ renouvelable	Menace de la tradition des onsens
Ceinture de feu du Pacifique : nombreux volcans, énergie abondante au Japon	Risques pour le tourisme
Pas de gaz à effet de serre	
Richesse locale	

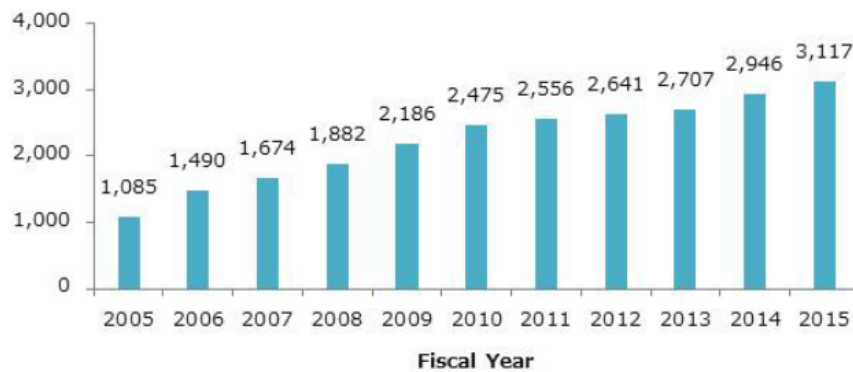
## RESSOURCES COMPLEMENTAIRES

Japan's total energy consumption, 2013



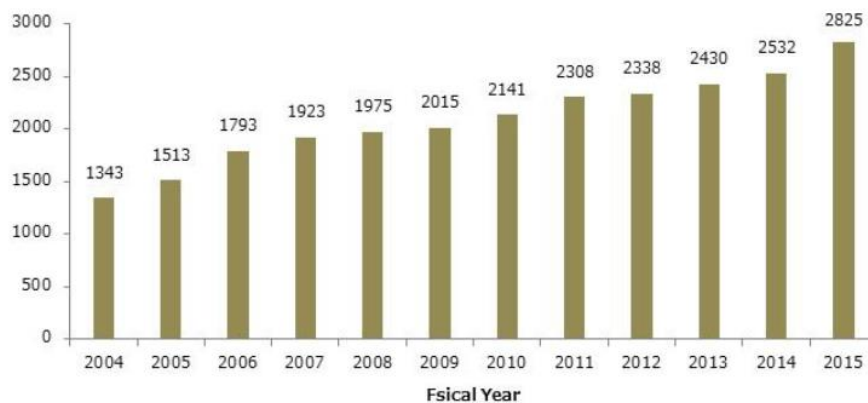
Sources: U.S. Energy Information Administration's International Energy Statistics, BP Statistical Review of World Energy 2014

Production d'électricité éolienne (MW)



Source : <http://www.renewable-ei.org/en/statistics/resources.php>

Bioénergie (MW)



Source : <http://www.renewable-ei.org/en/statistics/resources.php>