

Préparation IESO 2021

Défi 6 – Avril

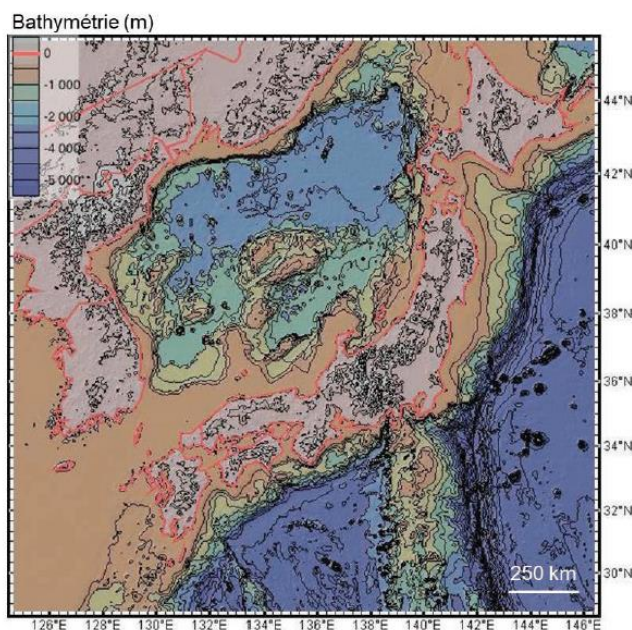
Diversité, origine et prévention des risques géologiques : exemple du Japon (extrait du Capes 2018)

Partie I : contexte géodynamique du Japon

L'objectif de cette partie est d'établir le contexte géodynamique et tectonique du Japon en utilisant des données géophysiques.

Trois cartes de la région du Japon sont fournies en **figure 1** : une carte topographique et bathymétrique (figure 1a), une carte GPS (figure 1b) et une carte des anomalies gravimétriques de type Bouguer (figure 1c).

Q1.1. Quelles sont les informations apportées par la **figure 1** sur le contexte géodynamique au Japon ?



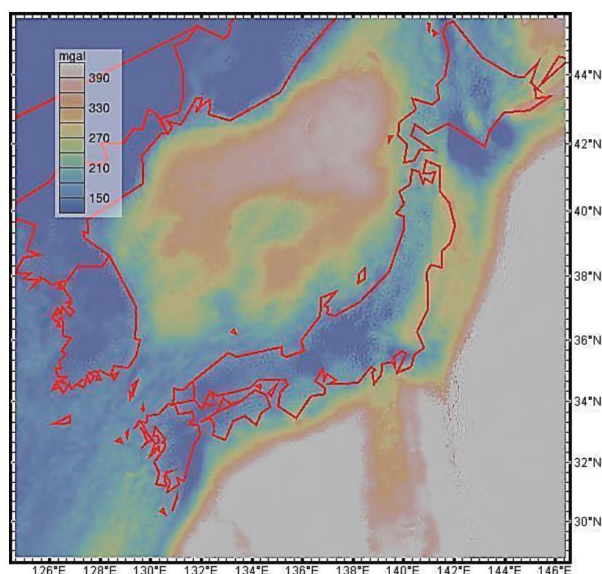
Geomapapp

Figure 1a : carte des reliefs continentaux et sous-marins (topographie et bathymétrie) dans la région du Japon



afp

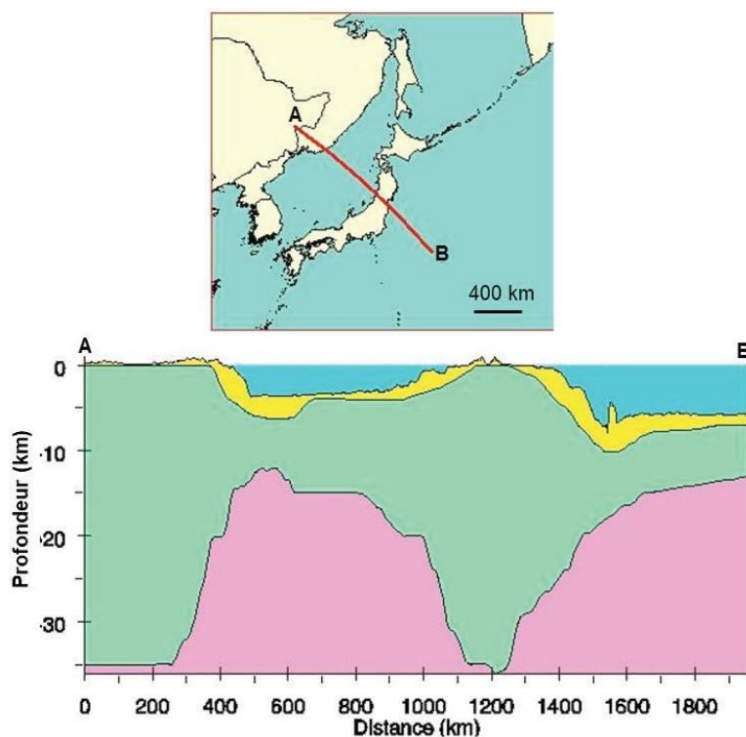
Figure 1b : carte indiquant les frontières de plaque et les mouvements de ces dernières dans la région du Japon



Geomapapp

Figure 1c : carte des anomalies gravimétriques de Bouguer dans la région du Japon. L'anomalie de Bouguer correspond à l'écart entre le champ de pesanteur terrestre mesuré par gravimétrie et le champ de pesanteur théorique, calculé. Une anomalie négative (valeur corrigée < valeur théorique) indique que la pesanteur est plus faible que ce que prévoit le modèle, il y a donc un déficit de masse en profondeur par rapport au modèle. Inversement, une anomalie positive indique un excès de masse.

Q1.2. Associer une légende à chaque couleur afin de compléter la **figure 2**. Quelles sont les structures mises en évidence par la coupe ?



eduterre.ens-lyon.fr

Figure 2 : coupe montrant les structures en profondeur sous le Japon

Q1.3. À partir de vos réponses aux questions précédentes, décrivez le contexte géodynamique au Japon.

Partie II : risques géologiques associés

1. Volcans

Q2.1. En s'appuyant sur le cadre géodynamique du Japon établi dans la partie I et sur la **figure 3**, décrire la répartition des volcans au Japon et expliquer leur origine.



Geological Survey of Japan

Figure 3 : carte des volcans actifs du Japon. Les étoiles bleues signalent des volcans surveillés continuellement.

Q2.2. Décrire et nommer la roche présentée en **figure 4a**. À l'aide du tableau proposé en **figure 4b**, la placer dans le diagramme *Total alcalins-silice* (TAS, **figure 5**).

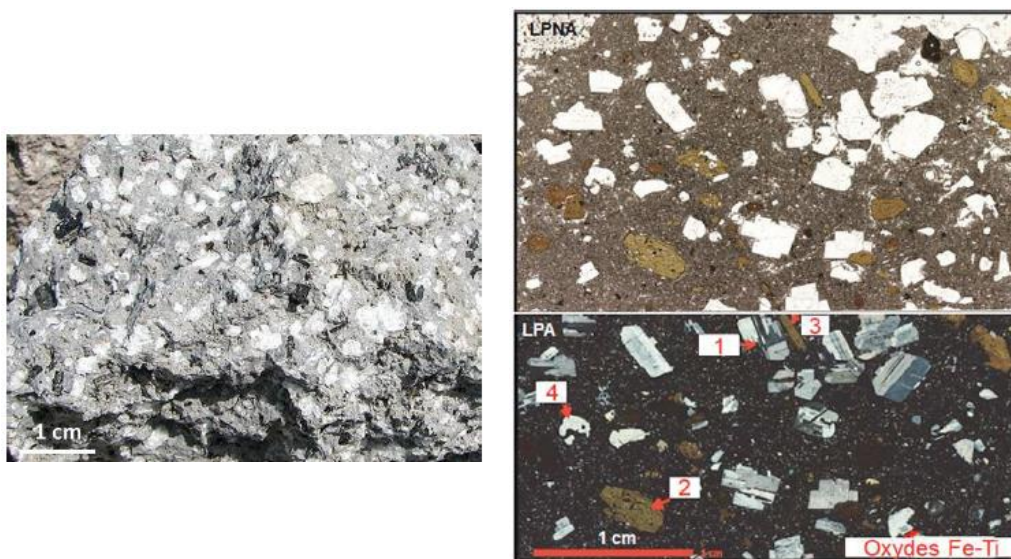
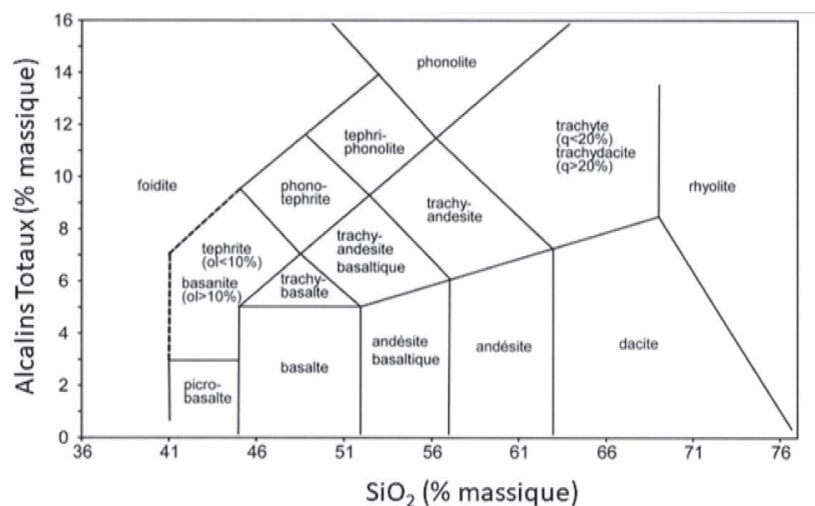


Figure 4a : photographies d'échantillons macroscopique (gauche) et en lame mince (droite) d'une roche formée lors de l'éruption du Mont Unzen de 1991-1992. Chaque numéro correspond à un minéral différent. La roche présentée ici correspond à l'échantillon 2 de la figure 4b.

	Ech 1	Ech 2	Ech 3	Ech 4	Ech 5	Ech 6	Ech 7
SiO ₂	60.22	60.65	61.7	62.92	64.15	64.96	66.79
TiO ₂	0.73	0.86	0.88	0.86	0.7	0.68	0.58
Al ₂ O ₃	17.13	16.3	16.91	16.47	15.67	15.78	15.52
FeO _{tot}	5.59	6.32	5.26	5.68	4.94	4.5	3.81
CaO	7.52	6.37	5.92	4.68	5.1	4.84	4.21
MgO	4.19	3.89	3.2	3.05	2.82	2.64	2.1
MnO	0.16	0.15	0.13	0.14	0.13	0.12	0.12
K ₂ O	1.25	2.1	2.21	2.64	2.51	2.64	2.99
Na ₂ O	3.04	3.18	3.58	3.36	3.79	3.67	3.73
P ₂ O ₅	0.17	0.18	0.21	0.2	0.19	0.17	0.15

Sugimoto T. et al., 2005

Figure 4b : composition chimique, en pourcentage massique, d'échantillons (Ech) de roches du Mont Unzen produites lors de l'éruption de 1991-1992. La roche présentée en figure 4a correspond à l'échantillon 2.



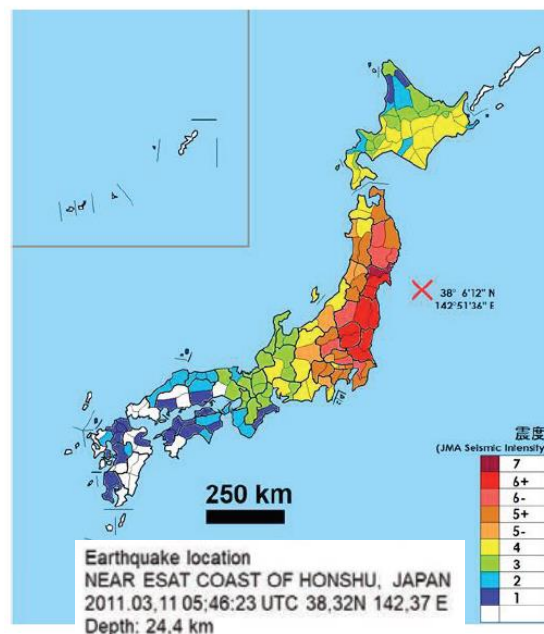
Lebas et al., 1986

Figure 5 : diagramme Total alcalins – silice (TAS). Les alcalins correspondent à Na₂O et K₂O.

2. Séismes

Le séisme de 2011 de Tohoku est survenu au large des côtes nord-est de l'île de Honshu le 11 mars 2011. Il a engendré un tsunami dont les vagues ont atteint une hauteur estimée à plus de 30 m et ont parcouru jusqu'à 10 km à l'intérieur des terres. Ce séisme n'a été responsable que de peu de victimes et dégâts grâce à la qualité des constructions parasismiques japonaises. L'ampleur de cette catastrophe résulte essentiellement du tsunami associé responsable de l'essentiel des 18 000 morts et disparus. Ce tsunami a également entraîné l'accident nucléaire de Fukushima placé au niveau 7, le plus élevé sur l'échelle internationale des événements nucléaires, des accidents nucléaires et radiologiques.

Q2.3. À partir de la **figure 6** et du cadre géodynamique établi précédemment, expliquer l'origine géodynamique de ce séisme.



Japan Meteorological Agency

Figure 6 : localisation (croix rouge) du séisme de Tohoku (11 mars 2011, magnitude = 9.0) et carte d'intensité pour ce même séisme.

En géologie, le risque est défini comme suit :

$$\text{Risque} = \text{aléa} \times \text{enjeu}$$

avec l'aléa la probabilité d'occurrence d'un événement (éruption volcanique, séisme, inondation, etc) et l'enjeu l'ensemble des personnes et des biens vulnérables à la survenue de l'aléa.

Q2.4. À partir des **figures 7, 8 et 9**, discuter le risque sismique au Japon.

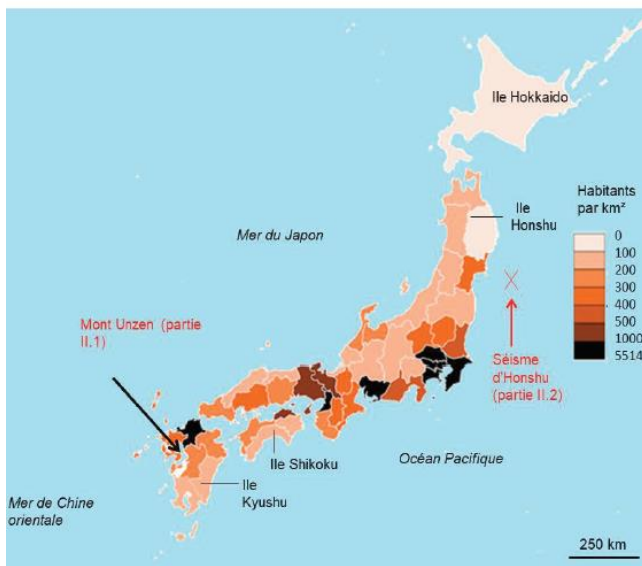
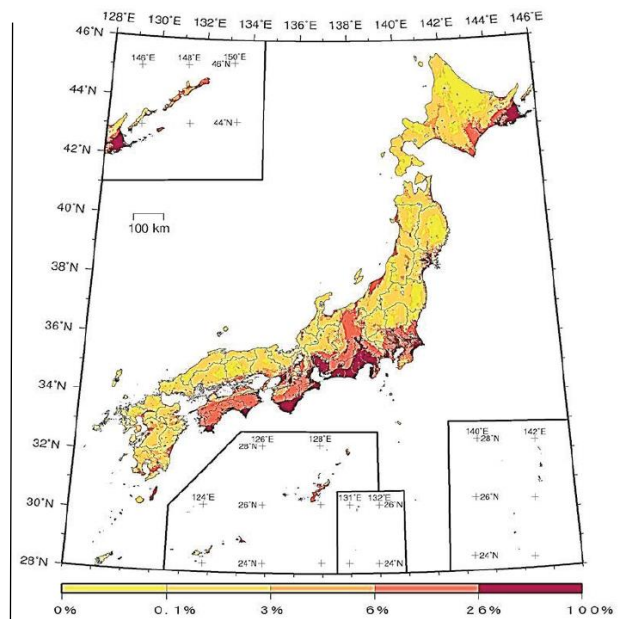


Figure 7 : carte de densité de population du Japon



Bureau des statistiques du Japon

Figure 8 : carte de probabilité d'occurrence de séismes d'intensité 6 ou plus dans les trente années à venir



Figure 9 : carte montrant la répartition des centrales nucléaires au Japon

Q2.5. En vous appuyant sur vos connaissances scientifiques, réaliser un schéma le plus complet possible détaillant le contexte géodynamique du Japon.

3. Tsunamis

Qu'il s'agisse de l'effondrement d'un flanc du Mont Unzen ou du séisme de Tohoku, ces deux événements géologiques ont abouti à la formation d'un tsunami, à chaque fois dévastateur. Aussi, il est important d'évaluer ce risque, d'étudier sa récurrence et d'anticiper (ou prédire) l'arrivée d'un tsunami immédiatement après un précurseur (glissement de terrain ou séisme). Un système a été mis en place pour suivre la propagation des tsunamis et permettre d'alerter les populations. Il s'agit du système DART (Deep-ocean Assessment and Reporting of Tsunamis).

Q2.6. Décrire la propagation de ce tsunami à l'aide de la **figure 11**.

Q2.7. En se basant sur les **figures 10 et 11**, discuter l'efficacité des modèles actuels de prévision des tsunamis à la lueur de cet exemple.

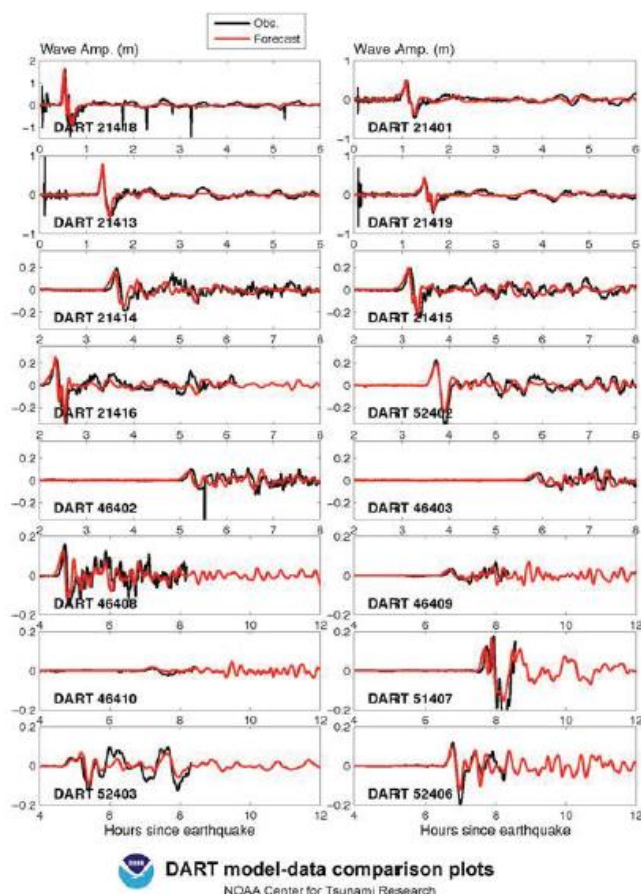


Figure 10 : amplitude du tsunami du 11 mars 2011 enregistré par 16 stations DART (en noir) et prévue par un modèle calculé immédiatement après le séisme (en rouge) suite au séisme de Tohoku. L'axe des ordonnées représente l'amplitude en mètres et celui des abscisses le temps en heures après le séisme.

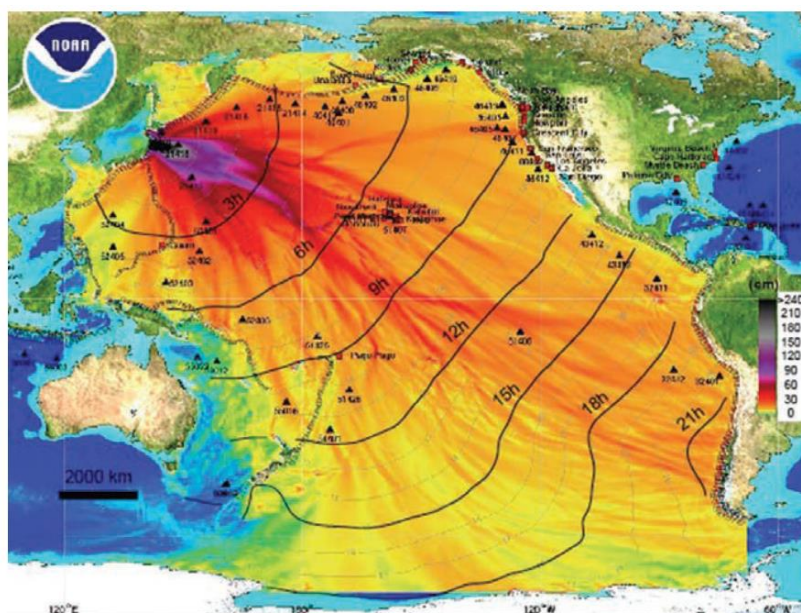


Figure 11 : propagation du tsunami associé au séisme de Tohoku de 2011. L'échelle de couleur donne l'amplitude du tsunami (noir = ≥ 240 cm ; vert = 0 cm) et les lignes noires présentent la localisation du tsunami en fonction du temps (en heures après le séisme). Chaque triangle noir localise une station DART.

Le thème du prochain défi est caché dans cette image de consignes en cas de séisme, diffusées auprès de la population au Japon.

テーマは：海流
あわてず、まず身の安全を!!

地震の揺れを感じたら...

緊急地震速報を見聞きしたら...

家庭では - 頭を保護し、じょうぶな机の下など安全な場所に避難する - あわてて外へ飛び出さない - むりに火を消そうとしない	自動車運転中は - あわててスピードをおとさない - ハザードランプを点灯し、まわりの車に注意をうながす - 急ブレーキはかけず、ゆるやかに速度をおとす
人が大勢いる施設では - 係員の指示にしたがう - あわてて出口に走り出さない	屋外(街)では - スロッキン等の倒壊に注意 - 看板や割れたガラスの落下に注意
鉄道・バスでは つり革、手すりにしっかりつかまる	エレベーターでは 最寄りの階に停止させ、すぐにおりる