

Samedi 25 novembre 2017

DS2 de SVT
Durée totale : 2h00

Le séisme de Tohoku : contexte et conséquences

Le séisme du 11 mars 2011 sur la côte du Tohoku au Japon est un tremblement de terre de magnitude 9,1 qui a provoqué un tsunami à l'origine de la catastrophe nucléaire de Fukushima. Les documents ci-dessous s'intéressent au contexte géodynamique de cette région.

Partie 1 - Etude du contexte géodynamique

(documents produits à partir de GeoMapApp)

Document 1 : Altimétrie satellitaire

Le document 1 présente la bathymétrie (=topographie sous-marine) au niveau du Japon, déduite de données d'altimétrie satellitaire.

Q1. A l'aide d'un schéma, expliquer le principe de l'altimétrie et comment elle permet de déterminer la bathymétrie (=topographie sous-marine).

Q2. Décrire et interpréter le document proposé.

Document 2 : Tomographie sismique

Le document 2 présente des résultats de tomographie réalisée à partir d'ondes P. Les couleurs indiquent des anomalies de vitesse en %.

Q3. Rappeler le principe de la tomographie (un schéma simple peut être réalisé).

Q4. Calculer leur vitesse sous le Japon (-30%). On rappelle qu'elle est de 8km.s^{-1} dans le manteau supérieur.

Q5. Décrire et interpréter rigoureusement les anomalies de vitesse présentées dans le document.

Q6. Proposer une hypothèse permettant d'expliquer la localisation des séismes.

Q7. Ces résultats sont-ils en accord avec ceux du document 1? Justifiez

Document 3 : Flux géothermique

Le document 3 présente des mesures ponctuelles du flux géothermique (code couleurs en mW.m^{-2}). Les couleurs grisées indiquent la topographie en m.

Q8. Décrire et interpréter les valeurs du flux géothermique en justifiant la réponse.

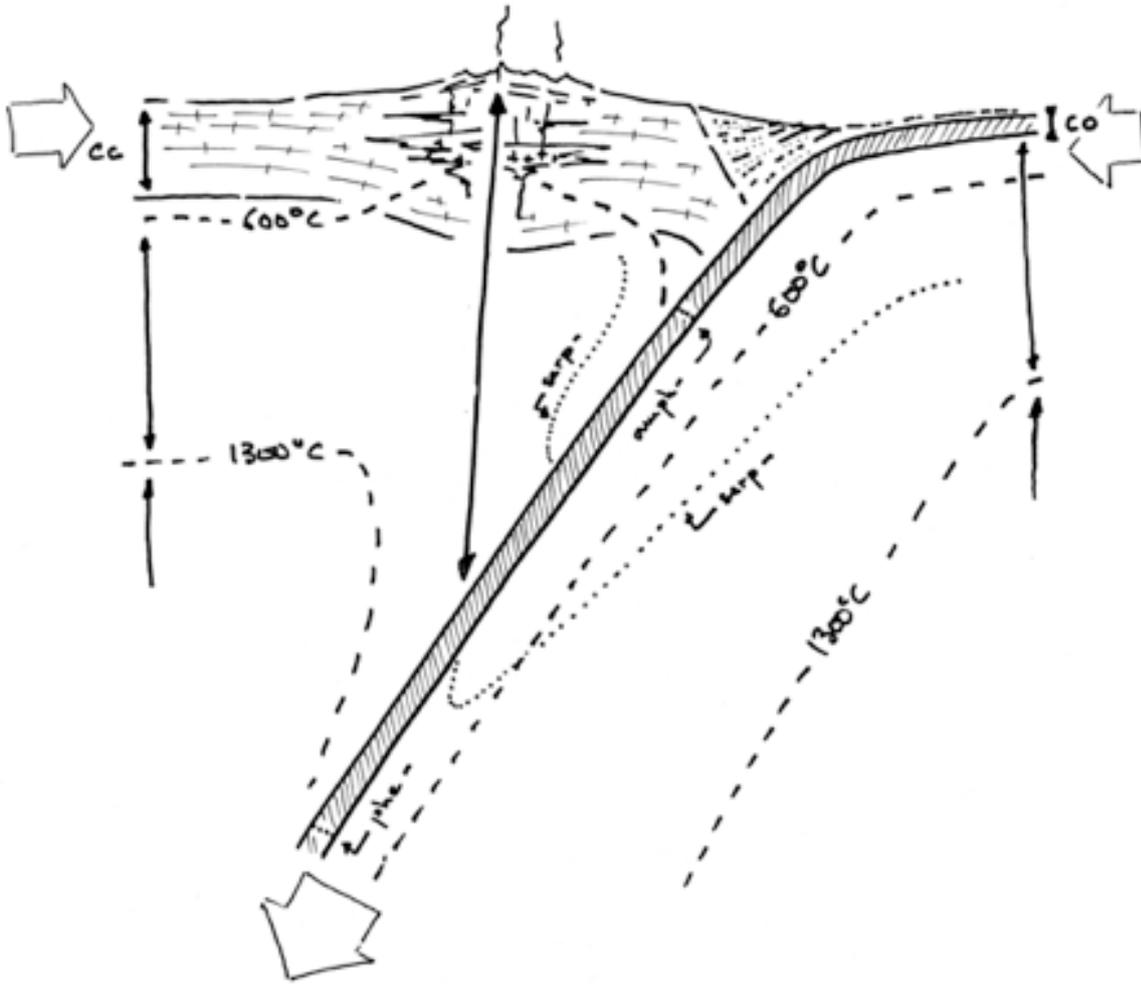
Document 4 : Anomalies gravimétriques à l'air libre

Le document 4 présente les anomalies gravimétriques à l'air libre.

Q9. Rappeler comment est calculée cette anomalie

Q10. Préciser ce que met en évidence ce document. Les résultats sont-ils en accord avec ceux du document 2?

Q11. A partir de l'ensemble des documents étudiés, compléter le schéma proposé ci-dessous en indiquant précisément les données qui justifient les structures dessinées.



Partie 2 - Etude du séisme du 11 mars 2011

Document 5 : Mécanismes au foyer

Q12. Préciser quel est le mouvement associé à ce séisme.

Q13. Ce résultat est-il en accord avec les conclusions de la première partie? Justifier la réponse.

Document 6 : Données GPS co-sismiques (www.aob.gp.tohoku.ac.jp)

Le document 5 présente les déplacements horizontaux (par rapport à la plaque pacifique) et verticaux.

Q14. Décrire l'évolution de l'amplitude du déplacement d'Ouest en Est.

Q15. Proposer une hypothèse pour expliquer cette observation.

Document 7 : Déplacements Nord-Sud, Est-Ouest et selon la verticale

Le document 7 indique les déplacements liés au séisme du 11 mars selon 3 directions :

- EW : est-ouest (un déplacement vers l'Est est noté positivement)
- NS : nord-sud (un déplacement vers le Nord est noté positivement)
- UD : vertical (un déplacement vers le haut est noté positivement)

Q16. Déterminer la composante du déplacement selon :

- l'axe nord-sud
- l'axe est-ouest

Q17. En déduire le déplacement total en mètres ainsi que son azimut (angle entre la direction du nord et la direction du vecteur). Ces résultats sont-ils en accord avec la carte du document 6 ? Justifier.

Partie 3 : Etude du tsunami qui a fait suite au séisme

Un tsunami est un phénomène d'origine géologique qui prend naissance à la suite d'un séisme sous-marin : le soulèvement ou l'effondrement d'une zone du fond océanique provoque le déplacement d'une énorme masse d'eau sur toute la hauteur de l'océan. Une vague géante (ou une série de vagues) est alors générée.

Un tsunami peut être assimilé à une onde circulaire se propageant depuis son point de formation. La célérité (ou vitesse) de ces ondes à la surface de la mer obéit à des lois différentes selon la profondeur h de l'eau ; en eau peu profonde, c'est à dire lorsque la hauteur d'eau h est très inférieure à la longueur d'onde, on utilise la formule suivante :

$$v = \sqrt{gh} \quad \text{avec } g = 9.81 \text{ m.s}^{-2}$$

Document 8 : Profil bathymétrique entre l'épicentre du séisme et la ville de Sendai fortement touchée par le tsunami.

Profil tracé en utilisant le modèle numérique de terrain (MNT) de Google Earth

Q18. A l'aide de ce document, calculer la vitesse des vagues en différents endroits entre la zone de formation du tsunami et son arrivée sur les côtes. Comment évolue la vitesse des vagues du tsunami à l'approche des côtes ?

Document 9 : Caractéristiques des vagues du tsunami de 2011.

A : Localisation et hauteur des vagues du tsunami de 2011. Le document de gauche présente une carte des îles de Honshu et Hokkaido. Le document de droite présente la localisation et la hauteur des vagues du tsunami de 2011 (*Lay 2011*).

B : image de synthèse représentant une modélisation de l'arrivée des vagues du tsunami sur les côtes du Japon. Les vagues sont colorées en fonction de leur hauteur relative par rapport au niveau moyen de l'océan : en couleurs chaudes, haut de la vague au-dessus du niveau moyen de l'océan ; en couleurs froides, creux de la vague en dessous du niveau moyen de l'océan (*Université de Washington*).

Q19. Décrire les caractéristiques des vagues du tsunami de 2011 en utilisant ce document.

L'énergie mécanique de la vague de tsunami correspond à la somme de l'énergie cinétique de la vague et de l'énergie potentielle liée à la hauteur des vagues. On considère que l'énergie mécanique totale reste constante car les pertes par friction sont faibles.

Q20. En utilisant la réponse à la question 18, expliquer les résultats de ce document.

Document 10 : Enregistrements réalisés par le satellite altimétrique Envisat au large du Japon le 11 mars 2011, 5h25 après le séisme.

Carte du niveau marin instantané mesuré par rapport au niveau marin moyen ; le trait violet représente la trace au sol du satellite Envisat. *Aviso.altimetry*

Q21. D'après vos connaissances sur l'altimétrie satellitaire, expliquer comment ce document a été obtenu. Quel intérêt présente cette technique ?

Q22. Décrire et interpréter le document.

Q23. A l'aide de l'ensemble de vos résultats, schématisez sur le profil bathymétrique du document 8 les caractéristiques (vitesse et amplitude) des vagues du tsunami de 2011. **Le document sera découpé et collé ou glissé dans la copie avec le nom indiqué.**