

SESSION 2009

OLYMPIADES DES GEOSCIENCES

**ACADEMIE
DE LA RÉUNION**

Proposition de corrigé et barème.

EXERCICE 1 On n'est pas prêt de voir le bout du tunnel

Saisie d'informations	Interprétation	
Question 1 : 5 points		
Réalisation de la carte des fonds marins au niveau du détroit (Doc.1)	Pour déterminer la position du tunnel par rapport aux fonds marins et rechercher les canyons sous-marins	1
Historique des séismes connus,(Doc. 2c)	Pour estimer la magnitude sur l'échelle de Richter pour laquelle le tunnel devra résister.	1
Réalisation de profils de sismique réflexion (Doc. 2c)	Pour déterminer les déformations profondes des couches Ex : failles, plis et chevauchements.	1
Détermination des mouvements des plaques lithosphériques (Doc.2a et 2b).	Pour déterminer la stabilité du tunnel dans le temps, car ce détroit est une zone de contact complexe entre 2 plaques lithosphériques	1
Réalisation de forages profonds en mer et sur les rives du détroit (Doc. 1)	Pour connaître la nature des roches et leurs propriétés : rigidité, perméabilité, porosité ...	1
Question 2 : 3 points		
Creusement du tunnel dans le prisme d'accrétion d'une zone de subduction active (Doc. 2 ,3) Présence de séismes qui peuvent atteindre une magnitude de 8,7 dans le cas de celui de Lisbonne (Doc2c)	Pour une sécurité maximale, il faudrait que le tunnel résiste à une intensité au moins égale à 10 sur l'échelle de Richter. Est-ce possible ? Sinon doit-on considérer que le risque d'un séisme majeur est négligeable, compte tenu de sa faible fréquence .	1
La séquence de flyschs est recoupée par des failles (Doc. 5)	Dans un contexte de subduction, ces failles doivent être soumises à de fortes contraintes. Si elles rejoignent, il y a risque de fracturation du tunnel. De plus, ces failles sont des zones privilégiées d'infiltration des eaux. Il faudra donc renforcer le tunnel et prévoir un drainage suffisant des eaux pour éviter des risques d'inondation du tunnel	1
Présence de sables bioclastiques dans le paléochenal B jusqu'à une profondeur de 380 m par rapport au niveau de la mer (Doc. 6)	Impossibilité pour le tunnelier de traverser le paléochenal B au niveau des sables bioclastiques car roches trop meubles, poreuses et perméables. Risques trop importants d'affaissement des sables et d'infiltrations massives	1

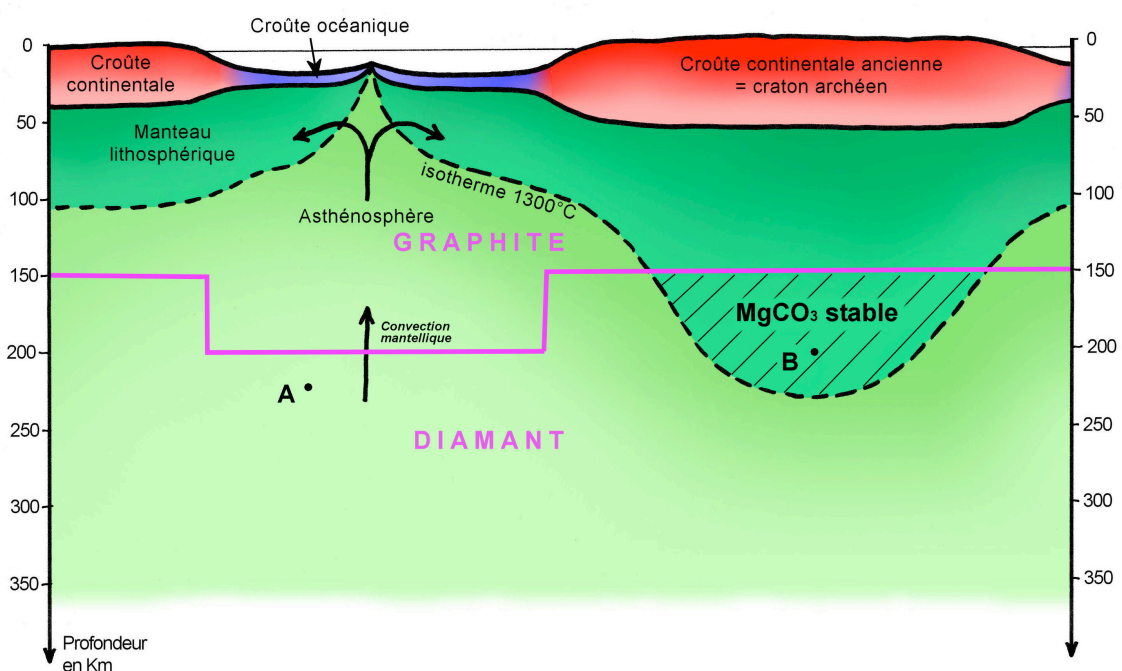
Question 3 : 2 points		
Sous les sables bioclastiques, et dans les 2 paléochenaux A et B, présence de brèches argileuses dont la profondeur dépasse 600m sous le niveau de la mer .Ces brèches sont imperméables mais peu cohérentes (document. 6)	Ces brèches étant peu cohérentes, sont plus déformables. Il faudra donc utiliser des techniques adaptées pour creuser un milieu rocheux plus mou, car les risques d'affaissement de ces roches pendant le creusement du tunnel demeurent très élevés.	0,5
La porosité des matériaux diminue, donc leur compaction augmente, avec la profondeur (document 7)	Le tracé le plus adapté est le tracé le plus profond B2 car le degré de compaction des brèches argileuses, c'est-à-dire leur rigidité augmente avec la pression et donc avec la profondeur.	0,5
La pente entraîne des limitations de vitesse de circulation pour le transport des voyageurs et pour le transport de fret, autoroute ferroviaire comprise. (document 8)	Cependant, plus le tunnel est profond, plus la pente du tunnel augmente (valeurs chiffrées en exemple), ce qui devient de plus incompatible avec la circulation d'un train à grande vitesse.	0,5
	Limiter les vitesses de circulation et interdire le transport de fret, autorouteferroviaire comprise.	0,5

EXERCICE 2 Le diamant : un rescapé des profondeurs

Saisies de données	Interprétations	Points
<p>1- La grande majorité de gisements de diamants sont situés sur des continents très anciens appelés cratons et protons, leur âge est supérieur à 1,5 milliards d'années.</p>		0,5
<p>2a- Le point d'intersection du géotherme et de la droite séparant les domaines de stabilité du graphite et du diamant indique la profondeur de la limite de stabilité. Sous un continent, le diamant est stable à une profondeur supérieure à 150 km Sous un océan, le diamant est stable à une profondeur supérieure à 200 km.</p>		0,5
<p>2b- Limite de stabilité à 150 km sous un continent et 200 km sous un océan. <i>voir schéma du doc. 3</i></p>		0,5
<p>3 a- Le diamant A se forme dans l'asthénosphère sous une dorsale, à cet endroit le manteau remonte lentement par convection Le diamant B se forme dans le manteau lithosphérique infra-cratonique dans lequel les mouvements de convection sont inexistant</p>	<p>En remontant, le diamant A situé dans les roches de l'asthénosphère va passer dans le domaine de stabilité du graphite. Le carbone du diamant va lentement adopter la structure graphite. Le diamant disparaît.</p> <p>Le diamant B situé dans le manteau lithosphérique infra-cratonique pourra y rester très longtemps, il est conservé.</p>	1
<p>3b- Les diamants sont conservés dans les régions du manteau qui ne participent plus à la convection générale depuis longtemps.</p>	<p>Ces conditions sont réunies à la base du manteau lithosphérique infra-cratonique. Ces régions sont qualifiées de « réservoir de diamants ».</p>	0,5
<p>4- Les diamants sont anciens (Archéen) et très souvent inclus dans des roches magmatiques volcaniques, les kimberlites, beaucoup plus jeunes (Crétacé). Les kimberlites sont caractéristiques d'éruptions volcaniques explosives, le magma remonte à très grande vitesse.</p>	<p>Le magma kimberlitique se forme en profondeur dans le manteau, lors de son ascension il arrache des morceaux de roches du manteau et des diamants accumulés depuis l'Archéen. Le magma contenant des diamants en enclaves remonte très rapidement en surface ce qui fige le carbone sous sa forme diamant. Le diamant n'a pas le temps de se transformer en graphite.</p>	1,5
<p>5- La stabilité du $MgCO_3$ nécessite : - une profondeur supérieure à 150 km - une température inférieure à 1300°C</p>	<p>Ces conditions sont réalisées à la base du manteau lithosphérique infra-cratonique <i>voir hachures sur doc.3</i></p>	0,5
<p>6- Le $MgCO_3$ est stable à des températures inférieures à 1300°C</p>	<p>Une augmentation importante de température provoque une déstabilisation du $MgCO_3$ ce qui s'accompagne d'une libération de CO_2 dans les roches du manteau.</p>	0,5

<p>7a- Lors d'un réchauffement important le $MgCO_3$ est déstabilisé ce qui libère du CO_2 dans les roches du manteau La fusion partielle des péridotites a lieu lorsque leur solidus recoupe le géotherme. Ceci se produit soit par un apport de chaleur soit par un apport d'eau ou de CO_2.</p>	<p>L'augmentation de température et l'incorporation de CO_2 dans les roches du manteau entraînent à la fois le décalage du géotherme et du solidus. Ceci est à l'origine de la fusion partielle des péridotites et de la formation d'un magma (riche en CO_2)</p>	<p>1,5</p>
	<p>7b- L'augmentation locale de la température des roches du manteau peut être due à un point chaud.</p>	<p>0,5</p>
<p>8- L'expérience 1 montre que lorsque la température de l'huile augmente, sa densité diminue ce qui provoque sa remontée. L'expérience 2 montre que lorsque la pression d'une eau riche en CO_2 dissous diminue, le CO_2 devient insoluble et les bulles ainsi formées remontent rapidement en surface.</p>	<p>Le magma issu de la fusion partielle est très chaud et riche en CO_2 dissous. Sa température élevée provoque la remontée du magma vers la surface. Au cours de son ascension la pression diminue ce qui entraîne la formation de bulles de CO_2 qui accélèrent la remontée du magma. L'éruption est alors explosive.</p>	<p>1,5</p>
<p>9- Les diamants sont localisés sur des continents anciens, cratons et protons</p> <p>Les diamants retrouvés sont rares et le plus souvent inclus dans les roches également très rares les kimberlites</p>	<p>En effet les diamants sont conservés uniquement à la base du manteau lithosphérique situé sous les continents anciens.</p> <p>En effet :</p> <ul style="list-style-type: none"> - le carbone est rare dans le manteau. - les continents anciens sont peu nombreux - la remontée rapide des diamants est liée à la présence d'un point chaud sous un continent ancien, ce qui est rare 	<p>1</p>

Corrigé du schéma du document 3 (questions 2b et 5)



Exercice 3 Les risques naturels au Bangladesh : à la recherche de solutions

Saisies d'informations	Interprétations	Points
Question 1 (3 points)		
Deux zones de contraintes principales sont visibles sur le doc.1 une zone au Nord à la limite de l'Himalaya, et une zone à l'est à la limite de la Birmanie.		1
Le Bangladesh se trouve sur une plaque lithosphérique (la plaque indienne), celle-ci est en convergence avec la plaque lithosphérique Eurasienne (au Nord et à l'Est) (doc 3a)	Donc des mouvements de rapprochement des plaques.	1
Les zones sismiques coïncident avec les zones de contraintes. (doc2)	Donc, ce sont ces contraintes qui sont responsables de ces séismes.	1
Question 2 (2 points)		
Le tsunami de décembre 2004 est dû à un séisme qui a eu lieu à L'Est de Sumatra (doc3a et 3b).	Ce séisme est dû à un important rejeu de failles dans une zone de convergence de la plaque indienne et de la microplaque birmane (doc3a)	1
	Impossible de prévoir des séismes (méthodes non fiables) La prévention est limitée du fait de l'importante population au Bengladesh La vitesse très grande de la propagation du tsunami ne permet pas de prévenir la population (problème de gestion du risque)	1
Question 3 (3 points)		
C'est un pays sans grandes altitudes avec beaucoup de dépôts alluvionnaires et de zones inondables (doc4a)		0,5
Présence de grands fleuves (réseau en tresse) (doc 4c)		0,5
Pluies abondantes provoquées par la mousson et les cyclones (doc 4b)		0,5
Exploitation de la forêt située sur les versants surélevés accentue l'érosion et favorise les inondations (doc 4b)		0,5
Le tracé du fleuve a changé en 23 ans (élargissement du lit du fleuve) (doc 4c)	Réduction et/ou changement rapides des zones surélevées où habitent les populations du Bengladesh	1
La surexploitation des faibles zones forestières accentue l'érosion des terrains, le glissement de terrains		

Question 4 (2 points)		
D'après la disposition du réseau hydrographique (doc 1) et la répartition des concentrations en arsenic dans les eaux souterraines (doc 5)	L'arsenic provient de l'érosion de roches qui en contiennent, situées dans l'Himalaya	1
	Une solution : récupérer les eaux de pluie qui sont abondantes (mais cela pose un problème de stockage)	1

EXERCICE 4 : Les phénomènes géologiques observables dans le parc de Yellowstone

Éléments de réponse attendus	barème
<p>1- Caractéristiques géologiques de la région de Yellowstone</p> <p>Saisie d'informations (document 1) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Présence de nombreux séismes - Présence de nombreux édifices volcaniques - Alignement des édifices volcaniques dans la direction du déplacement de la plaque nord américaine - L'âge du volcanisme est d'autant plus récent quand on se rapproche de la caldeira où l'on observe les geysers. <p>Interprétation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'alignement des édifices volcaniques s'explique par la migration d'un point chaud qui se situe actuellement sous la caldeira de Yellowstone. 	<p>1</p> <p>1</p>
<p>2- Origine de l'eau chaude</p> <p>Saisie d'informations</p> <ul style="list-style-type: none"> - Document 2 : <ul style="list-style-type: none"> a- Présence de deux dômes sous la caldeira à l'origine d'un flux géothermique anormalement élevé b- Présence d'une chambre magmatique sous la caldeira - Document 3 : l'eau du lac de Yellowstone devient de plus en plus chaude au niveau de la remontée d'un dôme (fond du lac). - Document 4 : <ul style="list-style-type: none"> Existence de mouvements de soulèvement de la croûte sous la caldeira Gravité plus faible en dessous la caldeira Vitesse de propagation des ondes sismiques plus faibles sous la caldeira La température augmente plus rapidement avec la profondeur sous la caldeira <p>Interprétation</p> <ul style="list-style-type: none"> - On en déduit qu'il existe une chambre magmatique sous chaque dôme. La remontée des magmas est à l'origine d'une température particulièrement élevée dans cette zone et réchauffe l'eau présente. 	<p>0.5</p> <p>0.5</p> <p>1</p> <p>1.5</p>
<p>3- Le trajet de l'eau sous les geysers</p> <p>Saisie d'informations (documents 2 et 3) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La caldeira contient de grands lacs (documents 2 et 3) - La caldeira contient de nombreuses failles (documents 2 et 3) - Existence d'une couche imperméable sous la caldeira proche de la chambre magmatique (document 2) <p>Interprétation :</p> <p>L'eau des lacs peut s'infiltrer dans le sous-sol. La présence de la couche imperméable empêche l'eau de s'infiltrer plus profondément. La proximité de la chambre magmatique permet le réchauffement de l'eau qui remonte par les failles et s'évacue en surface sous forme de geyser.</p> <p>Schéma :</p> <p>Choix pertinent de la partie du document 2b à reproduire.</p> <p>Flèches indiquant le trajet de l'eau .</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
<p>4- La prévention au niveau du parc de Yellowstone :</p> <p>Certaines zones sont fermées en raison :</p> <ul style="list-style-type: none"> - De la présence d'eau chaude (eau du lac à 88°C au niveau du dôme) - D'un risque volcanique (chambre magmatique, nombreux édifices volcaniques) - D'un risque sismique : présence de nombreuses failles 	<p>0.5</p> <p>0.5</p> <p>0.5</p>