

SESSION 2008

OLYMPIADES DES GEOSCIENCES

Sud-Est

Durée de l'épreuve : 4h.

Le sujet se compose de quatre exercices notés sur dix points chacun.

*Il comporte de nombreux documents mais leur exploitation et les réponses attendues sont courtes.
Les pages 9 et 13 sont à rendre avec la copie.
La calculatrice est autorisée.*

EXERCICE 1

Des roches sédimentaires a la tectonique des plaques

DOCUMENT 1 : Deux paysages actuels entre Marseille et La Ciotat et leur positionnement relatif

Grès cénomaniens
Marnes bleues aptiennes



Doc 1a
Falaise du château de Cassis (13)

Doc 1b
Roquefort La Bédoule (13)

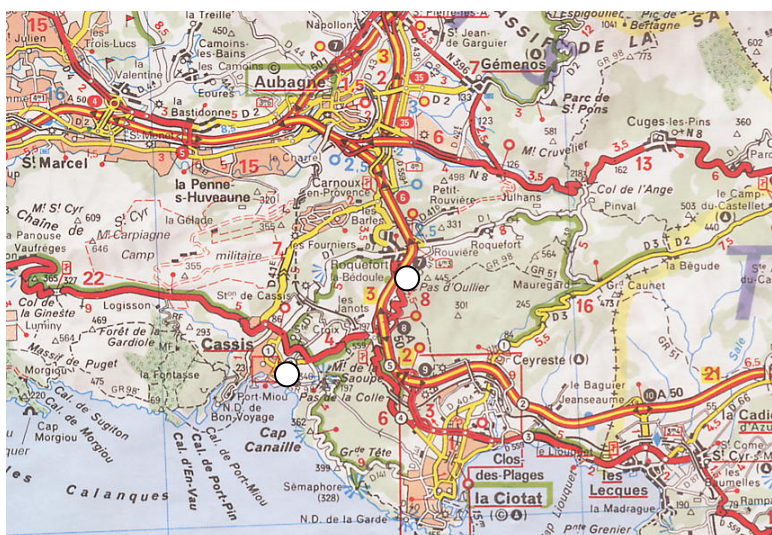


Calcaire cénomanien à rudistes

Marnes bleues aptiennes



Echelle 1/250 000



Doc 1c. Carte routière : les deux points blancs localisent les deux paysages précédents.

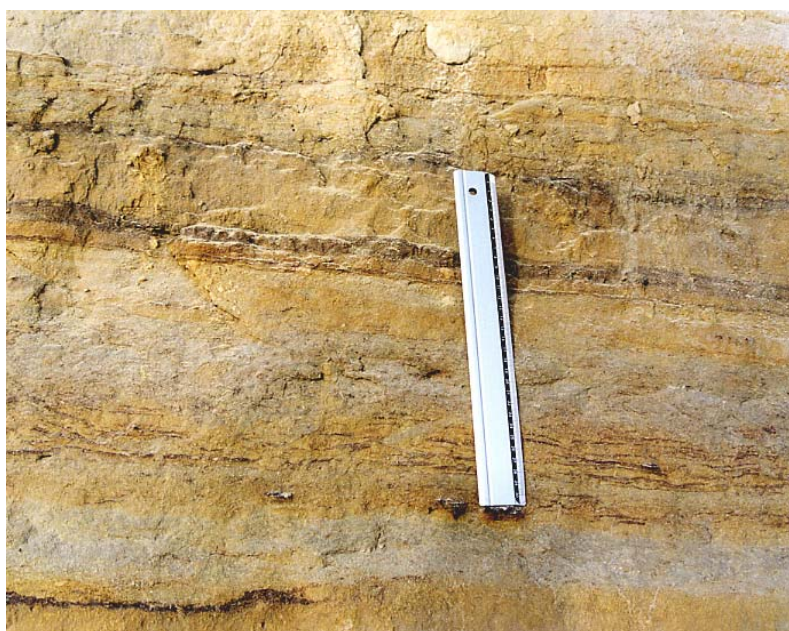
DOCUMENT 2: Les grès cénomaniens de la falaise du château de Cassis (13)



a vue d'ensemble d'un affleurement de grès à la Pointe des Lombards.



b vue rapprochée du même affleurement.



c vue de détail de la roche. Le triple-décimètre donne l'échelle.

C2. Cénomanien
C2M. grès ferrugineux et marnes sableuses
de la région de Cassis, qui contiennent des débris de rudistes et des fragments de coquilles d'huîtres et de tests et de piquants d'oursins.

d Extrait de la notice explicative de la carte géologique Aubagne-Marseille 1/50 000

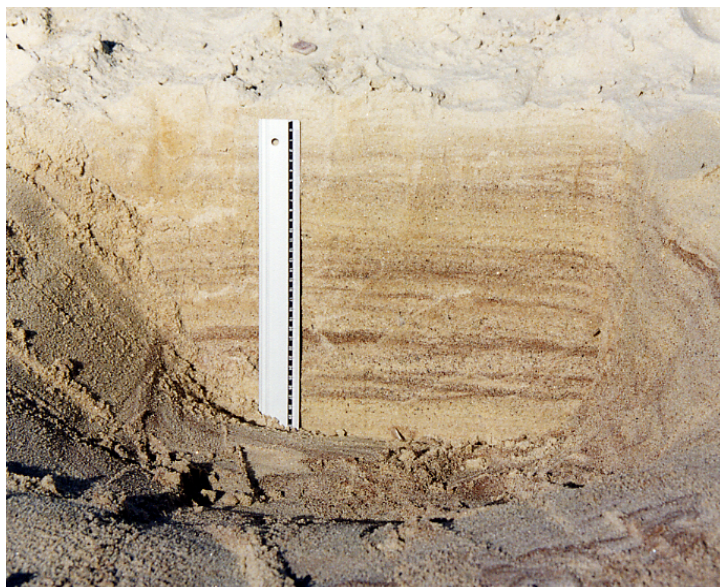
DOCUMENT 3: Un sable de plage actuelle (Plage de Cavalière-Var)



a. Creusement d'une excavation dans le sable d'une plage.

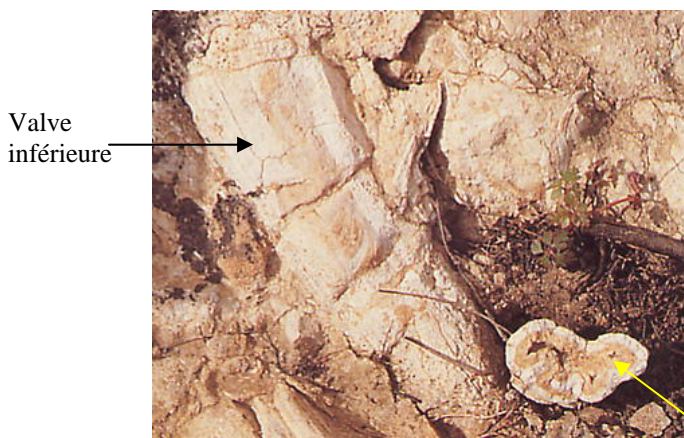


b. Observation de l'excavation réalisée.



c. Vue de détail. Le triple-décimètre donne l'échelle.

DOCUMENT 4 : Le calcaire cénomanien à rudistes de la Bédoule (13)



C2. Cénomanien

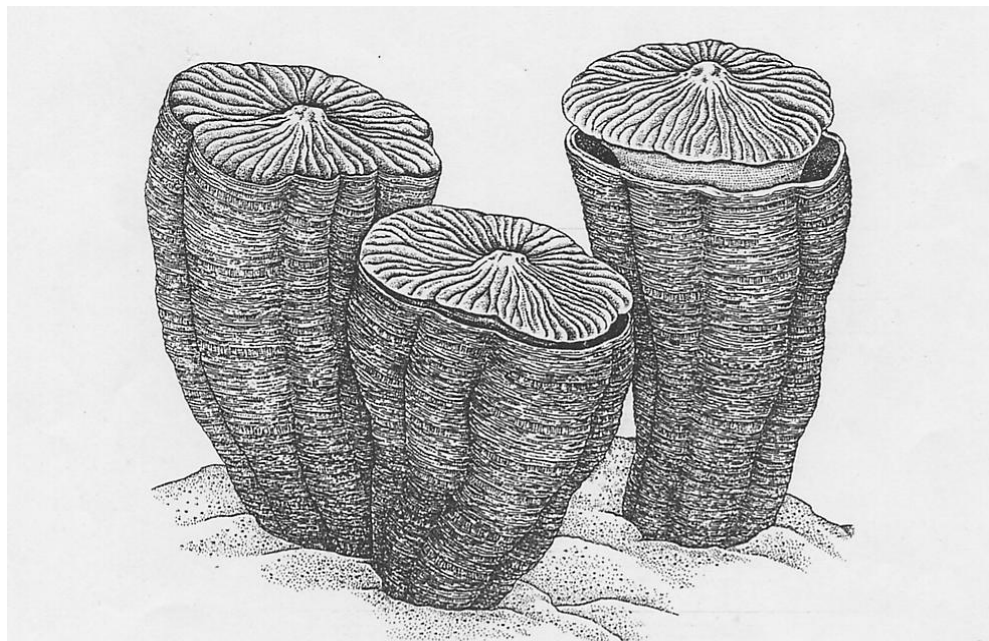
C2 R Calcaires à rudistes qui ont livré une riche faune : *Caprina adversa*, *Ichtyosarcolithes triangularis*, *Apricardia carantonensis*, *Sphaerulites foliaceus*, *Sauvagesia nicaisei*. On recueille aussi des lamellibranches (*Chondrodonta joannae*), des Madréporaires, des Spongiaires, des Orbitolines (*Orbitolina conica*)

Doc 4b Extrait de la notice explicative de la carte géologique Aubagne-Marseille 1/50 000

Section transversale

Doc 4a : rudistes (x 0,5)

Doc 4c : Reconstitution et organisation de la coquille des Rudistes. (d'après Pour la Science)

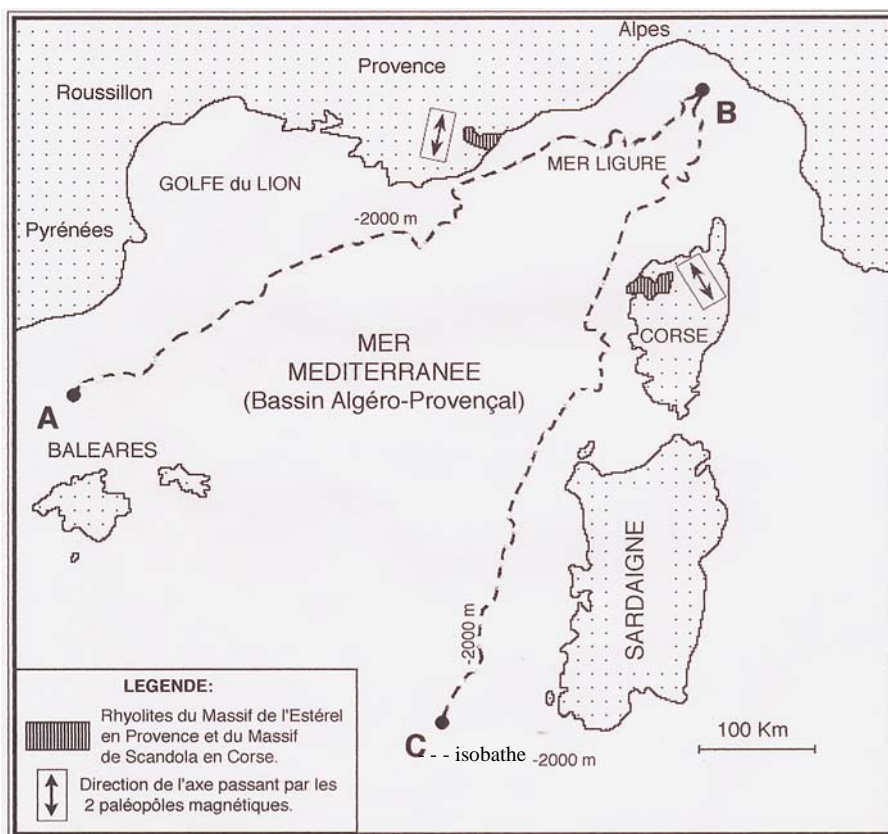


Les rudistes, mollusques bivalves, étaient les principaux organismes bâtisseurs de récifs dans les mers et océans peu profonds du Crétacé. Contrairement aux coraux actuels, les rudistes n'étaient reliés que par leur coquille et non par leurs tissus mous. Les rudistes, d'une hauteur généralement inférieure à 20 cm, atteignaient parfois plus d'un mètre. Ils disparurent complètement à la fin de cette période laissant désormais les coraux hexacoralliaires actuels s'imposer comme les principaux bâtisseurs de récifs.

- 1°) A partir des informations apportées par l'exploitation des documents 2 et 3, préciser le paléoenvironnement sédimentaire à l'origine de la formation des grès du Cénomaniens (Crétacé) de Cassis (document 1a)
- 2°) A partir des informations apportées par le document 4, préciser le paléoenvironnement sédimentaire à l'origine de la formation du calcaire à rudistes du Cénomaniens (Crétacé) de La Bédoule (document 1b).
- 3°) Justifier à partir des réponses précédentes que la paléogéographie de cette région il y a 95 millions d'années (Crétacé) était inversée par rapport à la géographie actuelle.

On se propose maintenant d'expliquer l'origine de cette inversion de géographie.

DOCUMENT 5. paléomagnétisme des rhyolites permienne (250 Ma) de l'Estérel et de Corse et tracé de l'isobathe -2000 mètres en Mer Méditerranée occidentale. (In Géologie au cycle central – CRDP Aix-Marseille 1999)

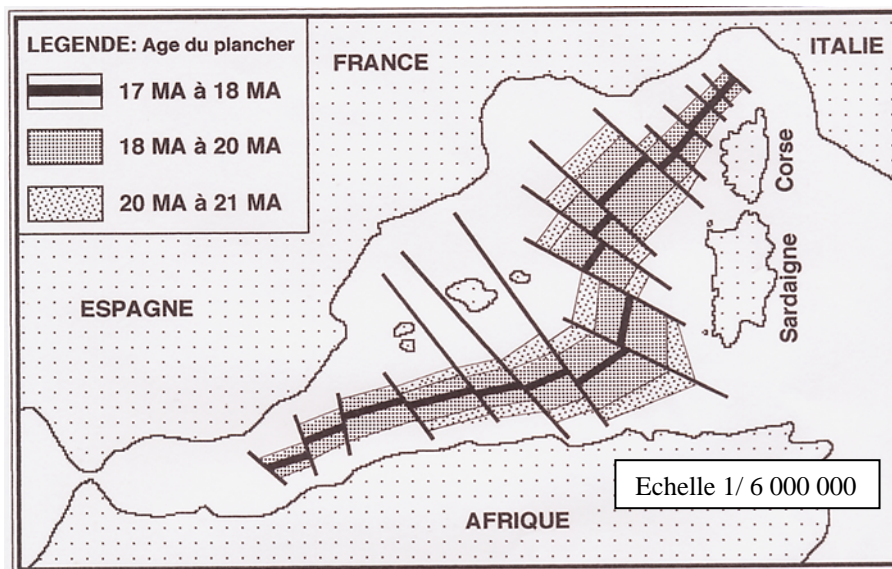


DOCUMENT 6 : données de sismique réfraction au large du Golfe du Lion.



Profondeur (km) du Moho (A) et de la limite asthénosphère-lithosphère (B) dans le bassin nord-occidental de la Méditerranée. En A, la surface ombrée correspond à la croûte océanique (d'après SOURIAU-THEVENARD, 1978 et LE DOUARAN et al., 1984).

DOCUMENT 7 : âge de la croûte océanique et/ou croûte continentale très amincie du Golfe du Lion. (Inspiré de REHAULT et al. 1984, in Géologie au cycle central – CRDP Aix-Marseille 1999)



4°) A partir de l'analyse des données fournies par les documents 5, 6 et 7, proposer une explication de la position actuelle de la Corse et la Sardaigne.

5°) En quoi vos réflexions précédentes apportent -elles une réponse au problème initial soulevé par la disposition spatiale des grès et du calcaire à rudistes du Cénomaniens dans la région de Cassis ?

6°) Calculer à partir des informations du document 7 le taux d'expansion océanique maximum (en $\text{cm}\cdot\text{an}^{-1}$) de cette portion de la mer méditerranéenne au début du Miocène (Burdigalien 21 à 17 Ma).

EXERCICE 2

ROME NE FUT PAS CONSTRuite EN UN JOUR...

« Ville éternelle », capitale d'un empire auquel elle donna son nom, Rome a conservé de son passé des trésors comme le Colisée qui lui valent d'être considérée comme la première ville musée du monde. On s'attardera cependant sur deux autres monuments, les colonnes de Marc Aurèle et de Trajan réalisées au II^{ème} siècle (document 1). Situées en deux points distincts de la ville, ces colonnes, d'une trentaine de mètres de haut, sont décorées d'une frise continue en bas-reliefs enroulée en spirale jusqu'au sommet montrant des scènes de batailles et des groupes d'ennemis vaincus durant les guerres menées par les Romains.

1°) L'examen attentif des bas reliefs de ces colonnes montre aujourd'hui une anomalie pour l'une d'entre elles. Surligner directement sur le document 1 cette anomalie que l'on va chercher à expliquer.

La région de Rome a toujours connu une certaine sismicité. Le réseau sismologique de surveillance permet de comparer les sismogrammes lors d'évènements sismiques récents. Le document 2 correspond aux sismogrammes enregistrés sur deux stations localisées au Nord Est de Rome lors d'un séisme récent local. Le document 3 représente le résultat d'une modélisation d'élèves de première S réalisée à l'occasion d'un TPE.

2°) Mettre en relation les informations tirées des documents 2 et 3 pour formuler une hypothèse explicative aux différences constatées sur les sismogrammes des stations sismologiques.

La ville de Rome a connu, dans son illustre passé, quelques séismes majeurs destructeurs. La fin de l'Empire romain fut notamment marquée par d'importants tremblements de terre (en 442 et en 508), qui provoquèrent de graves dommages dans la ville impériale. Le document 4 localise, dans Rome, l'emplacement des colonnes impériales.

3°) A partir de l'ensemble des documents 1 à 4, expliquer pourquoi l'anomalie n'est constatée que sur une des deux colonnes.

Aujourd'hui, Rome n'est plus seulement la cité de marbre laissée par les empereurs romains, elle est devenue capitale de l'Italie et connaît une expansion urbaine peu commune et souvent incontrôlée. Durant tous ces siècles, la ville de Rome et sa région ont connu et connaissent encore de multiples secousses telluriques. Un aléa sismique qu'il convient de mieux appréhender au moment où l'agglomération urbaine est peuplée par près de quatre millions de personnes.





4°) Expliquer les dommages constatés, reportés sur le document 5, suite à un important séisme dans les Apennins en 1915.

5°) La ville de Rome vous consulte en tant que géologue, quels conseils réalistes pourriez-vous donner, d'après l'ensemble des documents, pour guider les responsables de l'urbanisation dans cette ville.

A rendre avec la copie. NOM :

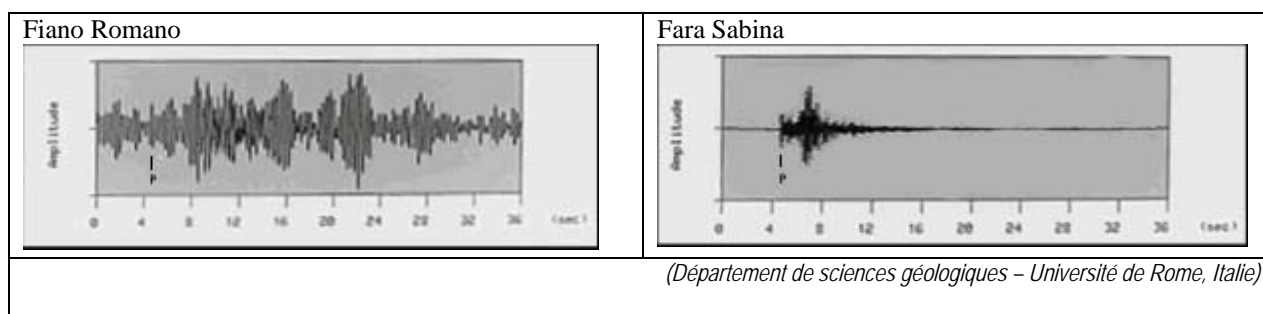
PRENOM :

Document 1 : Les colonnes impériales aujourd'hui (source : Wikipedia)

			
Colonne de Trajan et détail du bas relief		Colonne de Marc Aurèle et détail du bas relief	
La réalisation de ces monuments nécessita la mise en œuvre de techniques complexes. Il s'agissait en effet de superposer des blocs de marbre d'un poids d'environ 40 tonnes et de les faire coïncider parfaitement, en tenant compte soit des reliefs, probablement ébauchés déjà et progressivement finis au cours du chantier, soit de l'escalier intérieur en colimaçon, qu'il fallait déjà avoir creusé dans les blocs avant de les disposer.			

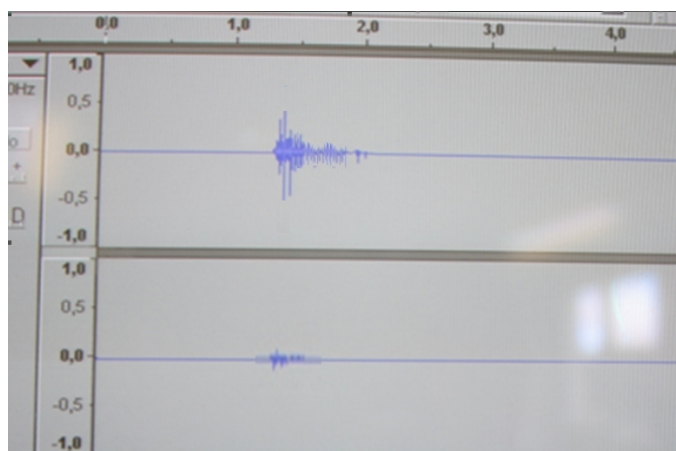
Document 2 : Enregistrements obtenus pour un même séisme en deux endroits.

Ces deux stations sont équidistantes du foyer du séisme. Le sismomètre de Fiano Romano est aménagé sur des dépôts sédimentaires meubles (sables) et celui de Fara Sabina sur des roches (grès = sables consolidés). L'échelle des amplitudes est la même sur chaque sismogramme.



Document 3 : Modélisation d'un effet de site (réalisée par des élèves de 1^{ère} S, en TPE)

Le dispositif se compose d'une poutre en bois évidée, puis comblée de plusieurs couches de sable. Deux cellules piézoélectriques (microphones) respectivement posées sur le bois et sur le sable enregistrent les secousses créées par un choc, à l'opposé de la boîte.

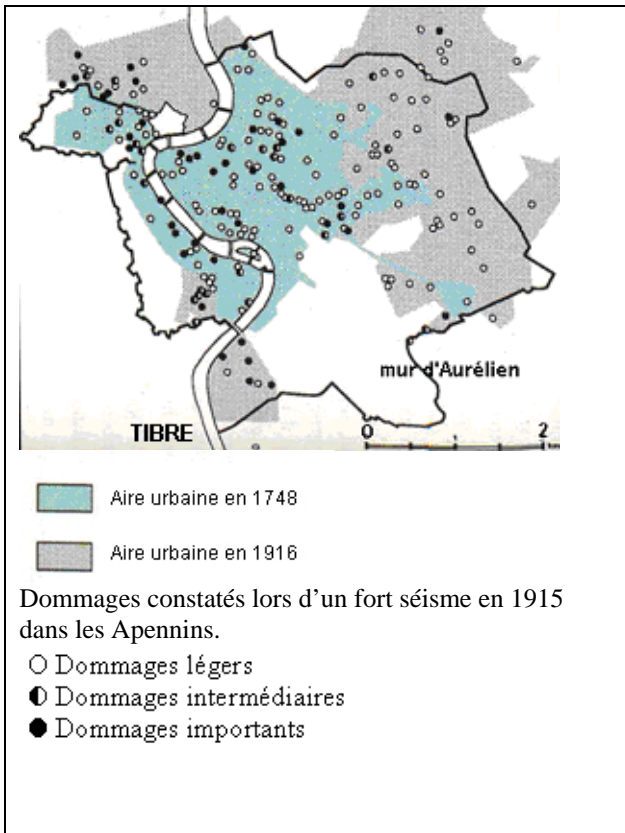
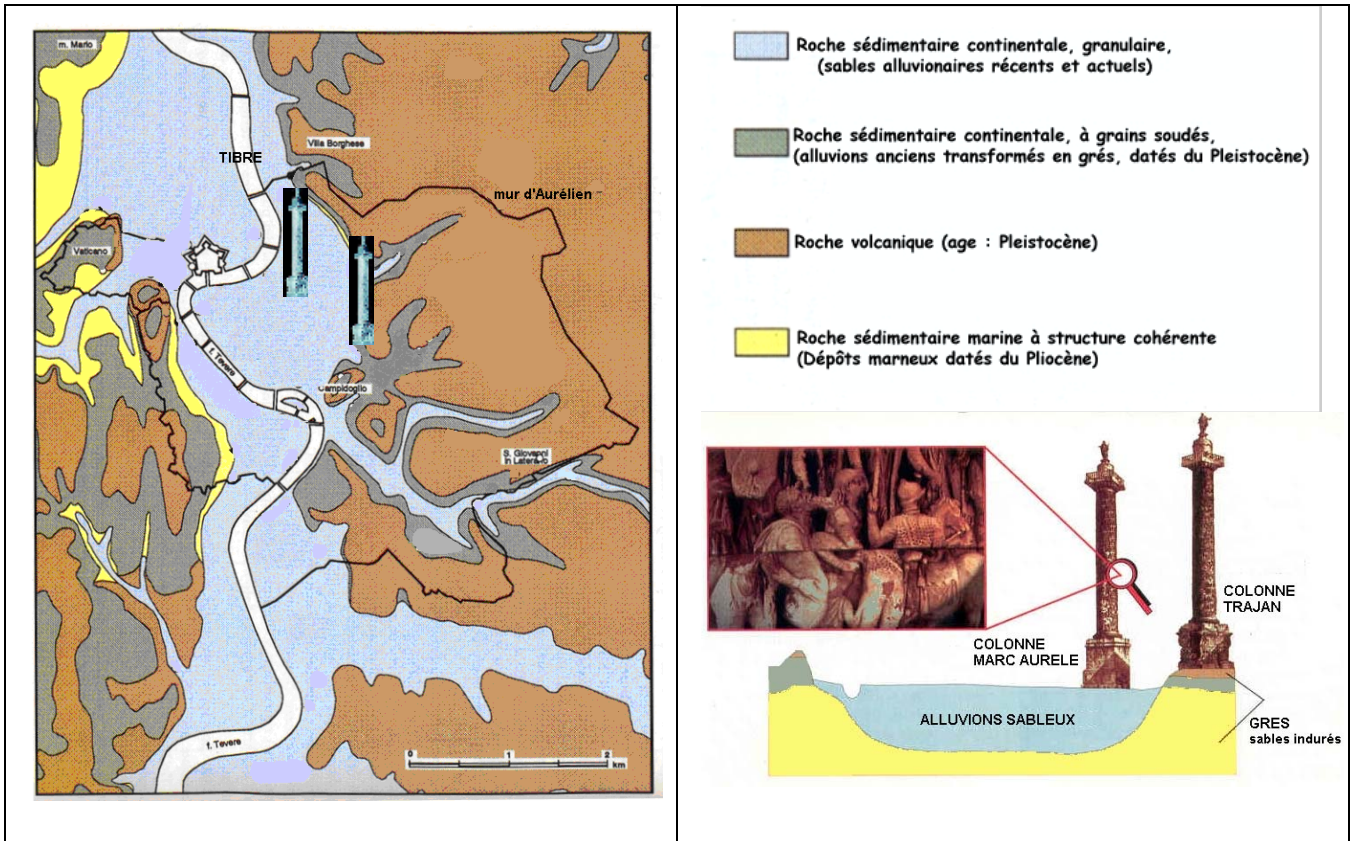


A : signal enregistré sur le sable.

B : signal enregistré sur le bois.

(D'après « cahier du SISMO » -CRDP NICE)

Document 4 : carte géologique simplifiée de l'agglomération romaine et emplacement des colonnes impériales (*Département de sciences géologiques- Université de Rome.*)



Document 5 : Chronologie de l'urbanisation de Rome et intensité des dégâts constatés dans la ville lors d'un important séisme en 1915

(Département de sciences géologiques – Université de Rome, Italie)

Document 6 : Urbanisation actuelle de l'agglomération de Rome

(Département de sciences géologiques – Université de Rome, Italie)

EXERCICE 3

L'Islande, pays de la géothermie.

L'Islande est le pays par excellence de la géothermie. Cette énergie renouvelable consiste à capter l'eau chaude du sous-sol. En Islande, la température de cette eau peut atteindre 350°C et permet la production d'électricité mais aussi de chauffer 85 % de la population. Cette utilisation de la chaleur de l'eau est possible car le flux géothermique ^(*) est très fort au niveau de l'Islande.

C'est une zone géologique unique au monde. Cette île localisée dans l'Atlantique Nord est apparue il y a environ 20 millions d'années et s'agrandit de quelques centimètres par an ; elle est le lieu de phénomènes volcaniques et tectoniques qui d'ordinaire sont cachés par les eaux des océans.

() : Le flux géothermique (exprimé en $mW.m^{-2}$) est la puissance dissipée par la Terre par unité de surface.*

On propose différentes données géologiques sur l'Islande qui permettent de comprendre l'origine du fort flux géothermique au niveau de l'Islande.

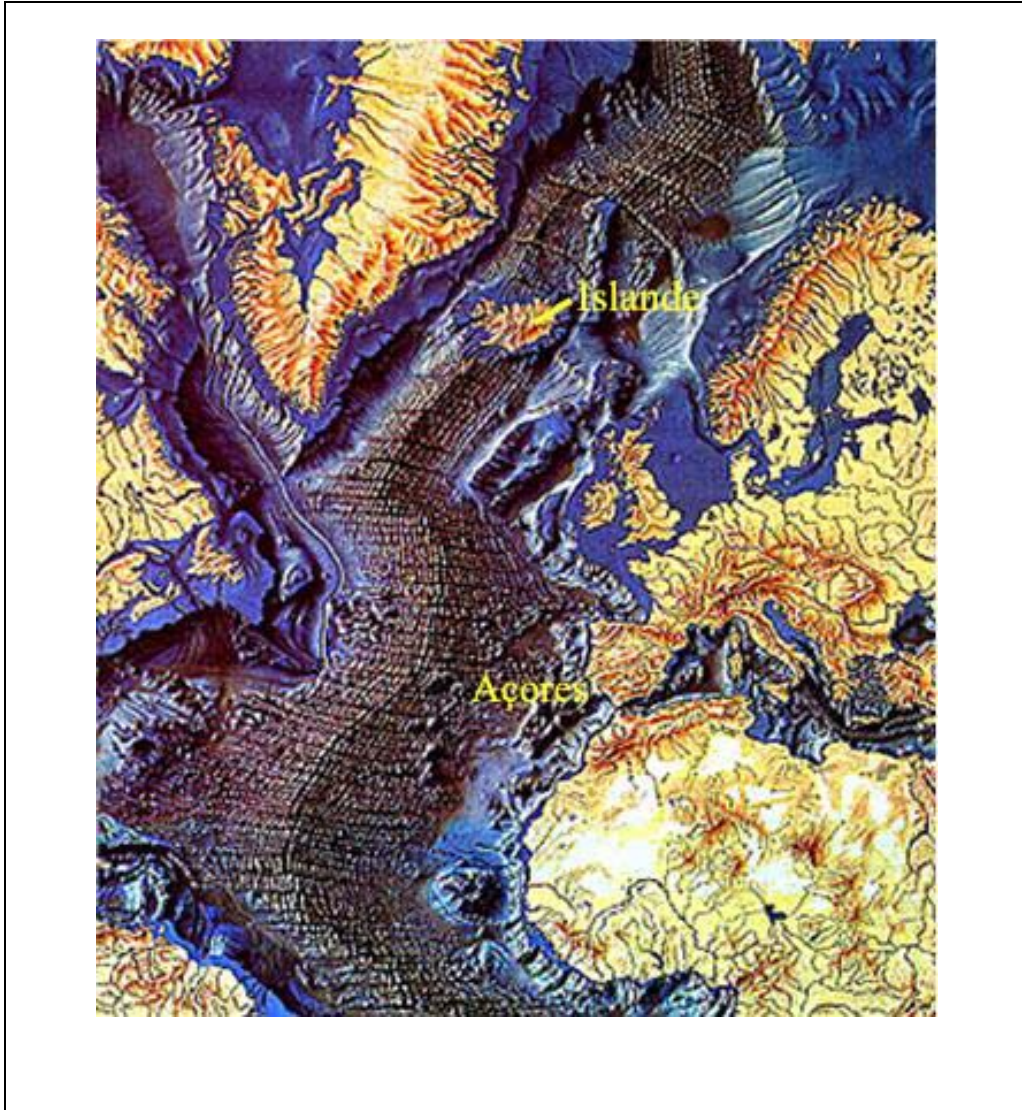
1°) Exploiter les données géologiques permettant d'expliquer que l'Islande se situe sur une frontière de plaques dont on précisera le type.

2°) A l'aide des données GPS du document 4, construire sur la carte du document 2 (que vous rendrez avec votre copie) les vecteurs de déplacement de chaque station GPS islandaise (Reyk et Hofn).

On a tracé sur la carte du document 2, en pointillés, les axes nécessaires à cette construction.
Préciser les déplacements absolus dont l'Islande est le siège.

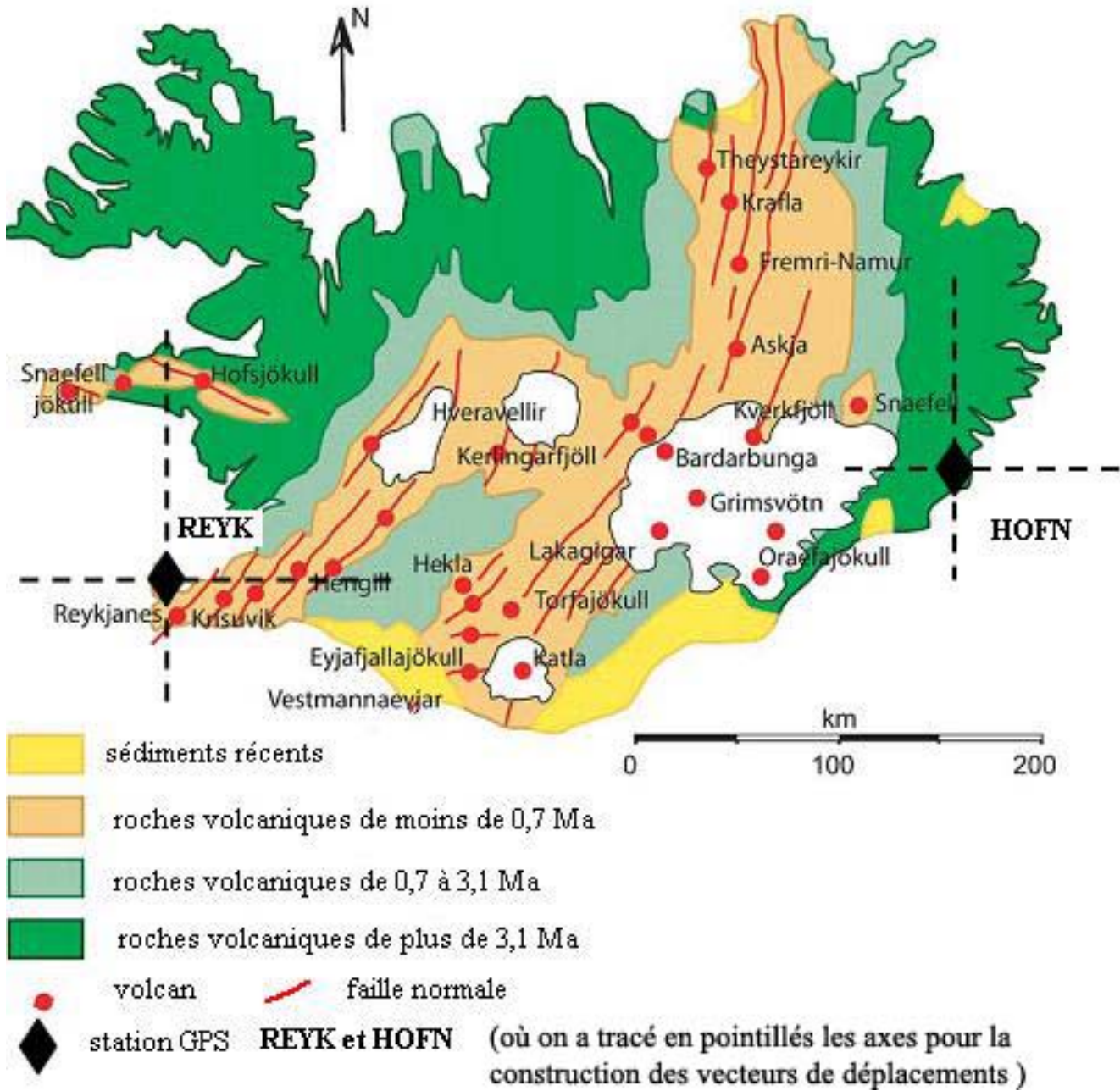
3°) Interpréter les données fournies par les documents 5 et 6 pour expliquer la double origine du fort flux géothermique au niveau de l'Islande.

Document 1 : Carte topographique de l'océan Atlantique Nord
(Source :<http://www.geog.umontreal.ca>)



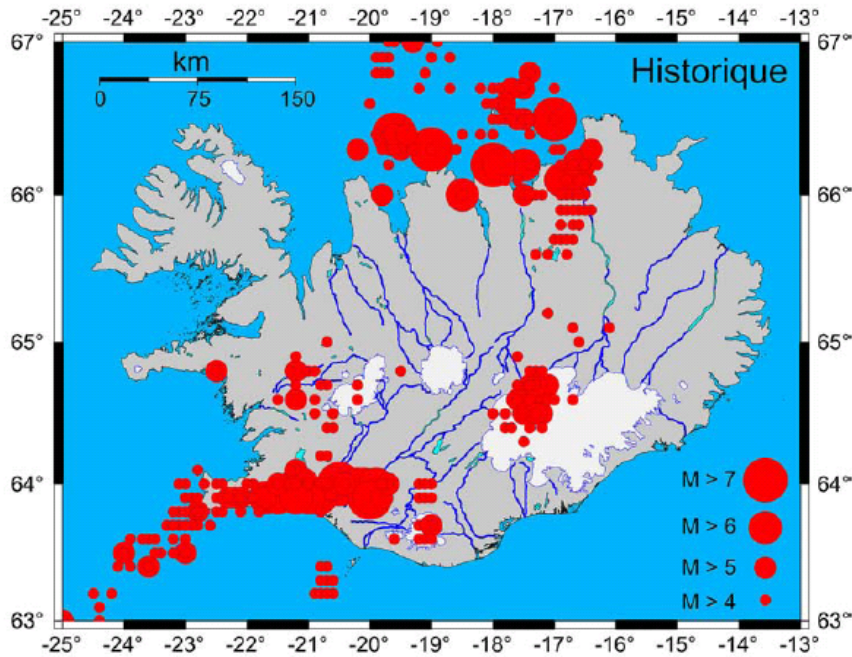
NOM :
Prénom :

Document 2 : Carte géologique simplifiée de l'Islande
(d'après la thèse de A Berger, Université de Savoie, 2004)



A rendre avec votre copie

Document 3 : Carte de sismicité historique de l'Islande, depuis 1706.
Les séismes sont représentés selon leur magnitude (M)
(thèse de A Berger, Université de Savoie, juin 2004)

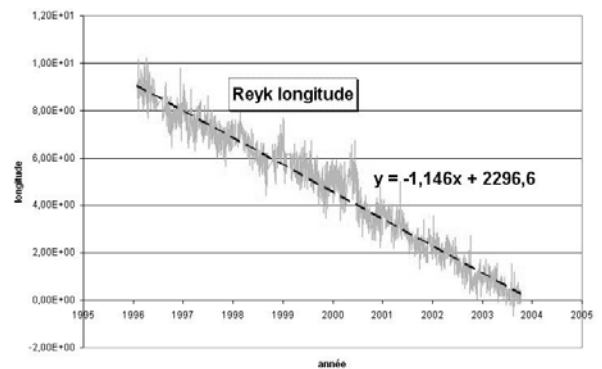
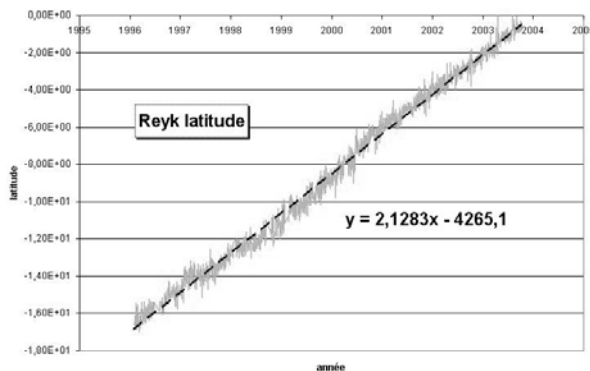


Document 4 : Données GPS

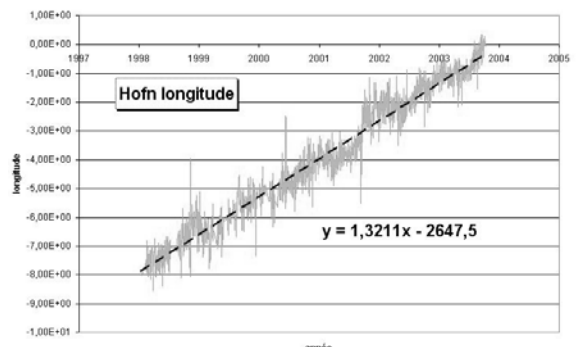
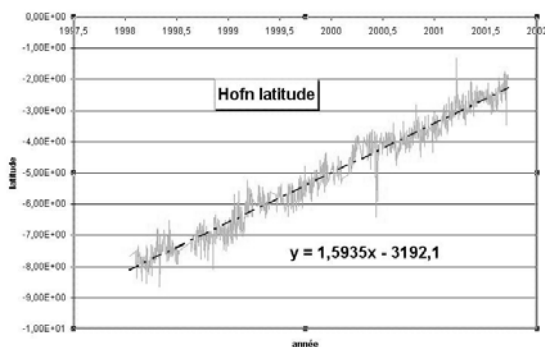
Les données GPS permettent de connaître les mouvements absolus actuels des stations GPS par rapport aux satellites. Quand les points sont alignés, on peut trouver l'équation de la droite de déplacement qui est alors de type « $y = ax+b$ ».

La valeur de « a » donne en $\text{cm} \cdot \text{a}^{-1}$ la vitesse de déplacement d'une part en latitude, d'autre part en longitude. Le signe de « a » donne un renseignement important : s'il est positif le déplacement en latitude se fait vers le NORD et pour la longitude vers l'EST. S'il est négatif, le déplacement se fait vers le SUD pour la latitude et vers l'OUEST pour la longitude

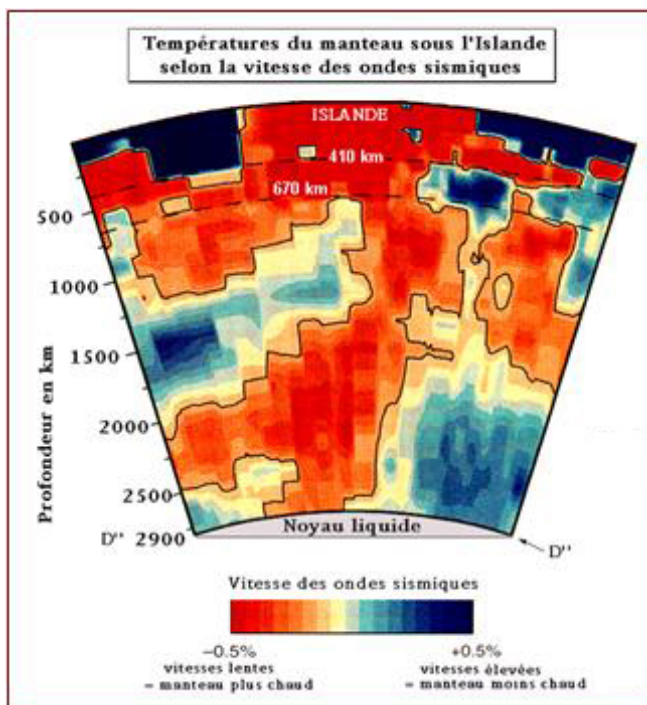
Données de la station GPS de Reyk (Reykjavik)



Données de la station GPS de Hofn



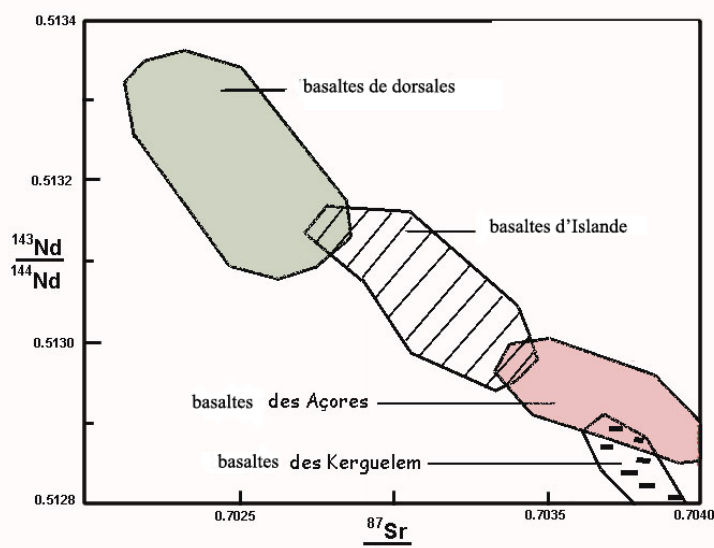
Document 5 : Données tomographiques mettant en évidence une anomalie thermique à l'aplomb de l'Islande :



Source : <http://www.geog.umontreal.ca>

La tomographie sismique consiste à comparer les vitesses des différentes ondes reçues lors d'un séisme par de nombreuses stations aux vitesses théoriques déduites d'un modèle de la Terre à symétrie sphérique. On met alors en évidence des zones anormales où la vitesse des ondes est soit plus grande soit plus faible que celle prévue à cet endroit. Les zones lentes correspondent à des régions plus chaudes du manteau et les zones rapides à des régions plus froides.

Document 6 : données géochimiques des basaltes permettant d'identifier leur source.



D'après « géochimie » de P. Vidal –Dunod et <http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre/XML/db/planetterre/metadata/LOM-islande.xml>

L'analyse chimique des basaltes permet d'identifier leur source c'est à dire le type de manteau qui a fondu pour leur donner naissance. On utilise, en géochimie, le rapport de certains isotopes d'élément chimique : Nd est le néodyme et Sr est le strontium.

- Les basaltes des différentes dorsales montrent une grande homogénéité avec un rapport $\frac{^{143}\text{Nd}}{^{144}\text{Nd}}$ élevé pour un rapport $\frac{^{87}\text{Sr}}{^{86}\text{Sr}}$ faible.

La source de ces basaltes de dorsale est le manteau supérieur.

- Les basaltes de point chaud (comme ceux des Açores situés dans l'Atlantique Nord et ceux des Kerguelen) montrent au contraire un rapport $\frac{^{143}\text{Nd}}{^{144}\text{Nd}}$ faible pour un rapport $\frac{^{87}\text{Sr}}{^{86}\text{Sr}}$ élevé.

La source de ces basaltes de point chaud est le manteau inférieur, profond.

On a reporté sur le graphique, les valeurs de l'analyse géochimique des différents basaltes d'Islande.

EXERCICE 4

ACTIVITE DES DORSALES OCEANIQUES ET EFFET DE SERRE.

Par ses activités, l'Homme contribue à modifier l'effet de serre qui résulte du fonctionnement naturel de notre planète. On se propose de montrer une relation entre l'activité des dorsales océaniques et l'effet de serre.

En utilisant de manière pertinente les documents suivants, et à l'aide de vos connaissances, vous résoudrez les trois problèmes exposés ci-dessous :

1°) Dorsales lentes et rapides

En mettant en relation les documents 1 et 2, montrer que les dorsales Pacifique et Atlantique ont des vitesses différentes. Vous vous repêrerez sur la carte en suivant les lignes AB et CD, pour ce qui concerne la période du Crétacé.

2°) Impact des dorsales sur l'effet de serre

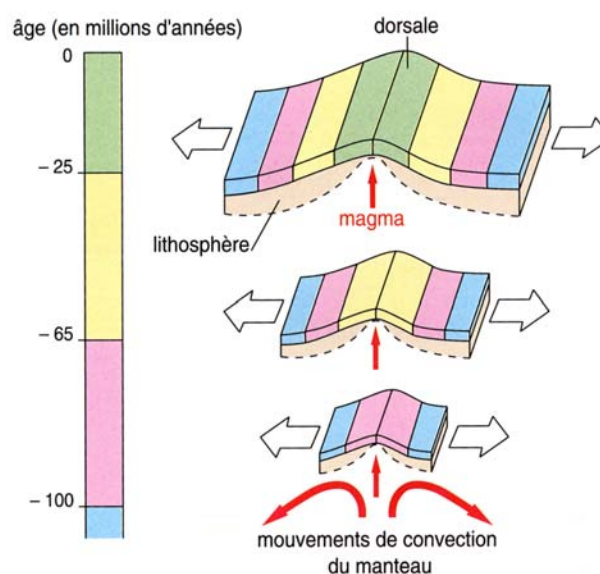
Mettre en relation les informations des documents 3 et 4 pour montrer que les modifications climatiques de la période du Crétacé peuvent être corrélées à l'activité des dorsales océaniques, par le biais de variations de l'effet de serre. Vous traduirez l'ensemble du mécanisme mis en évidence par un schéma fonctionnel.

3°) Intervention humaine et tendance climatique naturelles

Après avoir rappelé comment l'Homme modifie l'effet de serre, indiquer, en justifiant votre réponse, si l'impact des activités humaines va dans le sens de l'évolution naturelle du climat.

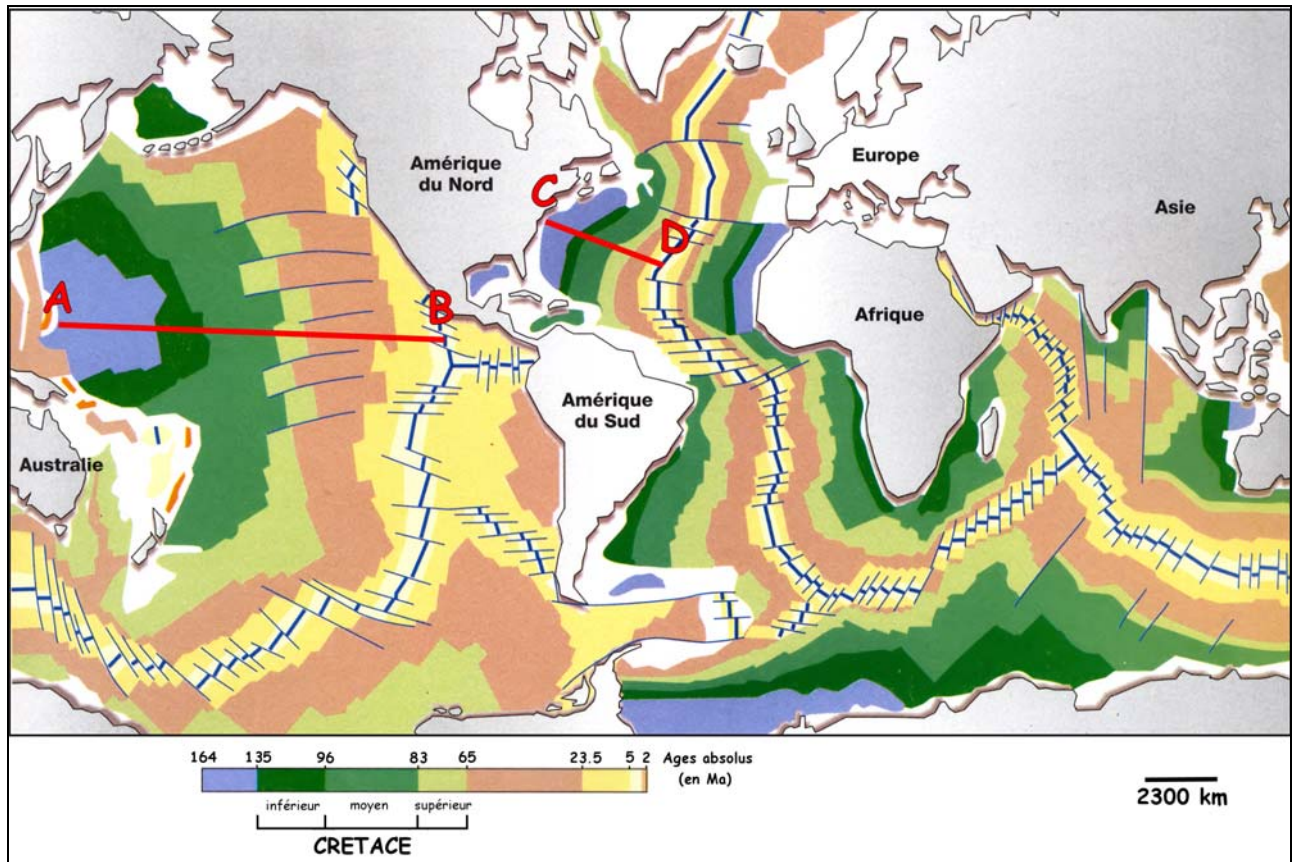
* * *

- **Document 1 : Mécanisme de l'accrétion océanique en « double tapis roulant »**



(in : SVT 1°S - Ed.Bordas - 2001)

- **Document 2** : Age des plus vieux sédiments océaniques au contact du basalte de la lithosphère océanique



(d'après : SVT 1°S - Ed. Hatier - 2001)

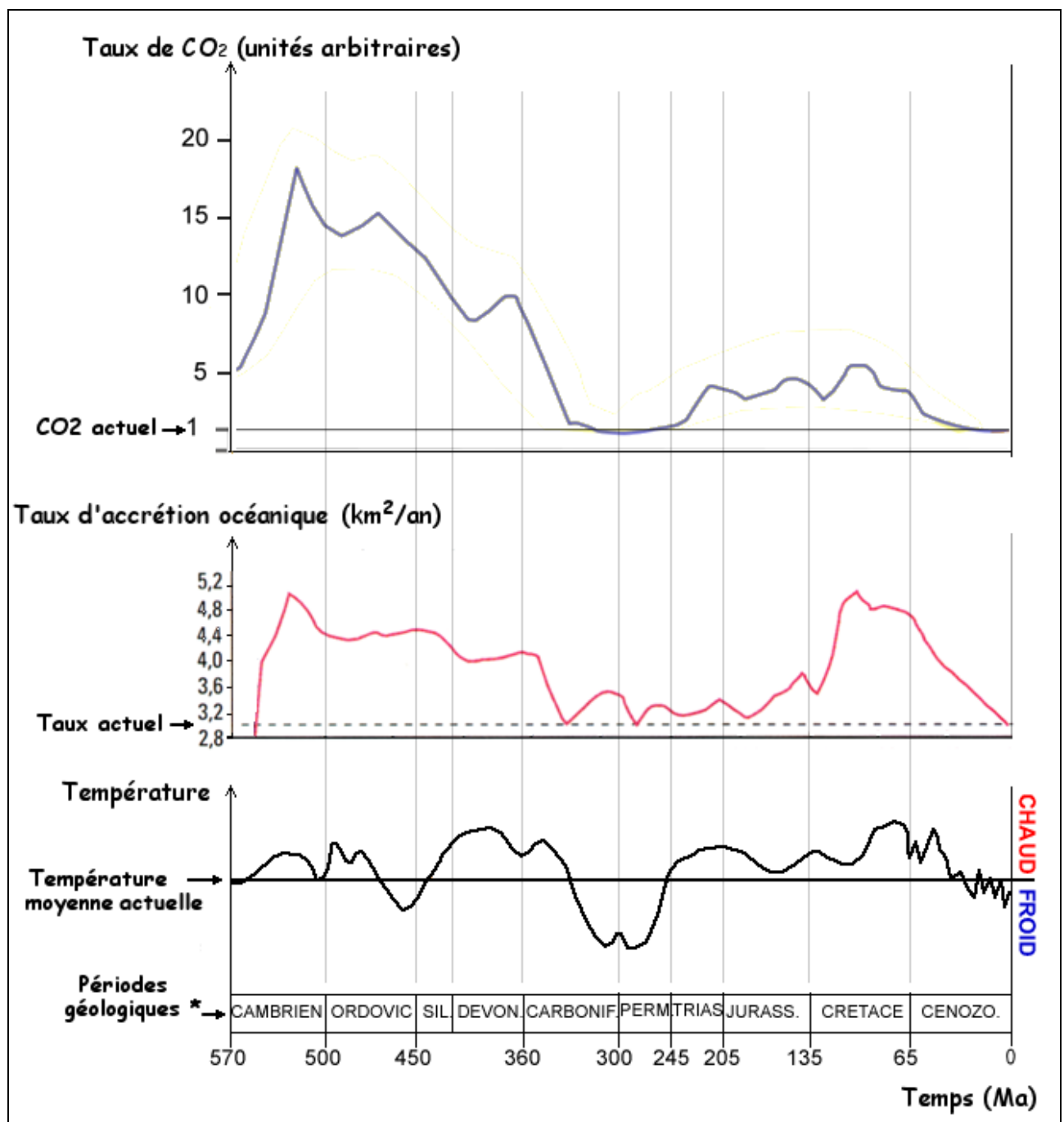
- **Document 3** : Composition des gaz d'un magma de volcan d'un rift actuel (volcan Erta Ale des Afar)

Gaz	CO ₂	SO ₂	H ₂	CO	O ₂	N ₂
%	57,09	28,89	5,71	2,20	0,74	5,34

On supposera identique la composition gazeuse des magmas du paléovolcanisme des rifts anciens.

(in : Comprendre et enseigner la planète Terre - Coll. - Ed. Ophrys - 1989)

• **Document 4** : Variations de quelques paramètres de la Terre au cours du temps



* ORDOVIC. : Ordovicien - SIL. : Silurien - DEVON. : Dévonien - CARBONIF. : Carbonifère -
 PERM. : Permien - JURASS. : Jurassique - CENOZO. : Cénozoïque

(d'après : P. Thomas & J. Gaillardet - <http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre>)
