

SESSION 2008

OLYMPIADES DES GEOSCIENCES

Outremer

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.
La page 9 est à rendre avec la copie.
La calculatrice est autorisée.*

EXERCICE 1

Des roches sédimentaires à la tectonique des plaques

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

Grès cénomaniens
Marnes bleues aptiennes

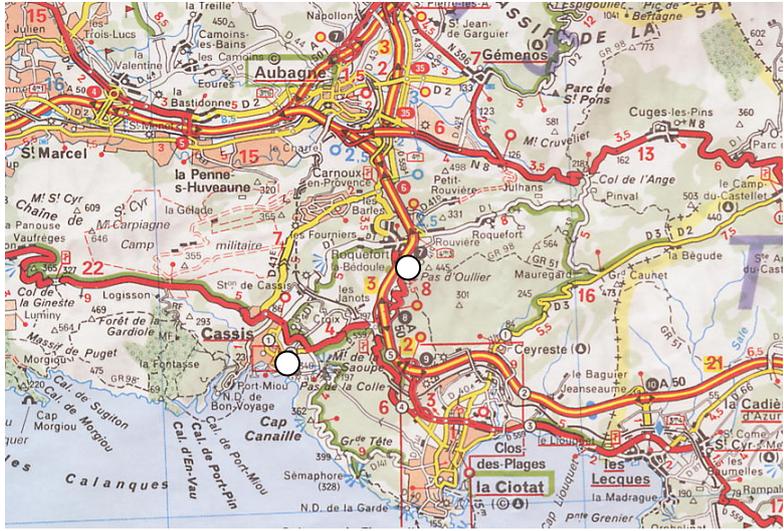


Doc 1a
Falaise du château de Cassis (13)



Calcaire cénomanien à rudistes
Marnes bleues aptiennes

Doc 1b
Roquefort La Bédoule (13)



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



Echelle 1/250 000

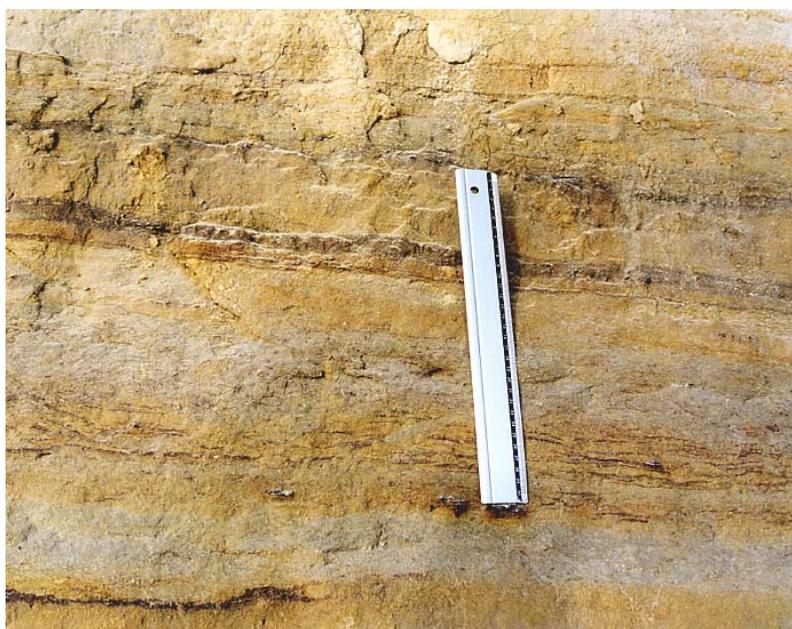
DOCUMENT 2: Les grès cénomaniens de la falaise du château de Cassis (13)



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

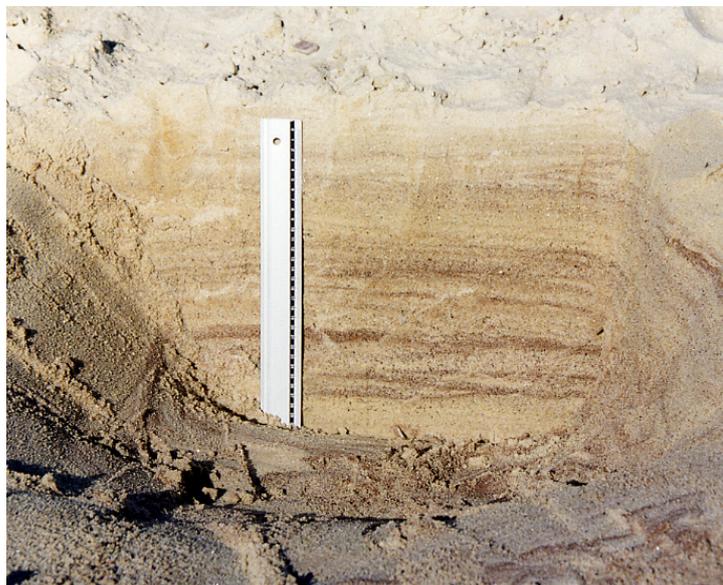
DOCUMENT 3: Un sable de plage actuelle (Plage de Cavalière-Var)



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. Céno-manien

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*)

Valve inférieure

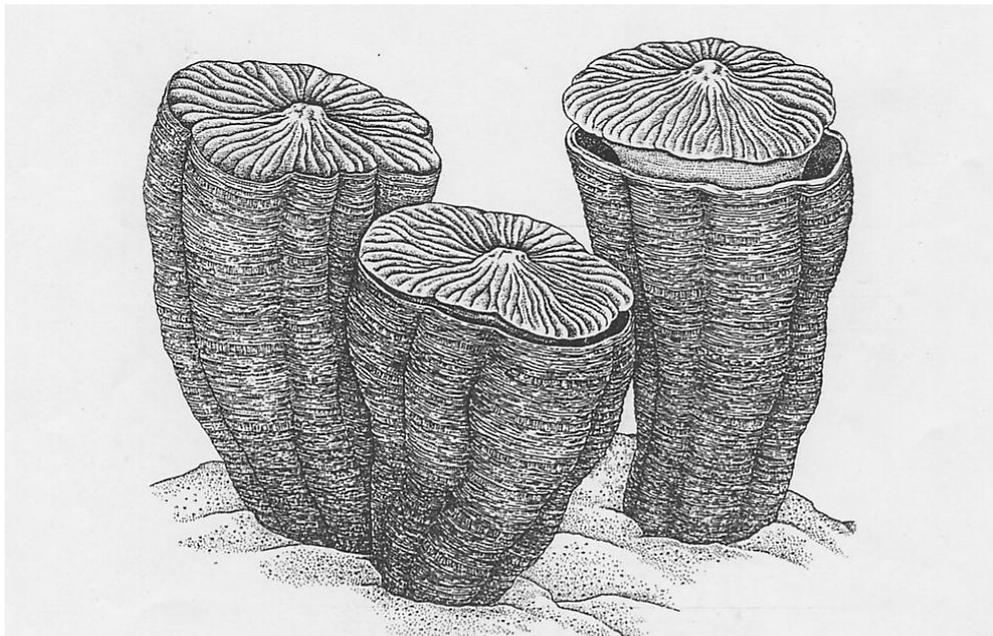


Doc 4a : rudistes (x 0,5)

Section transversale

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

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

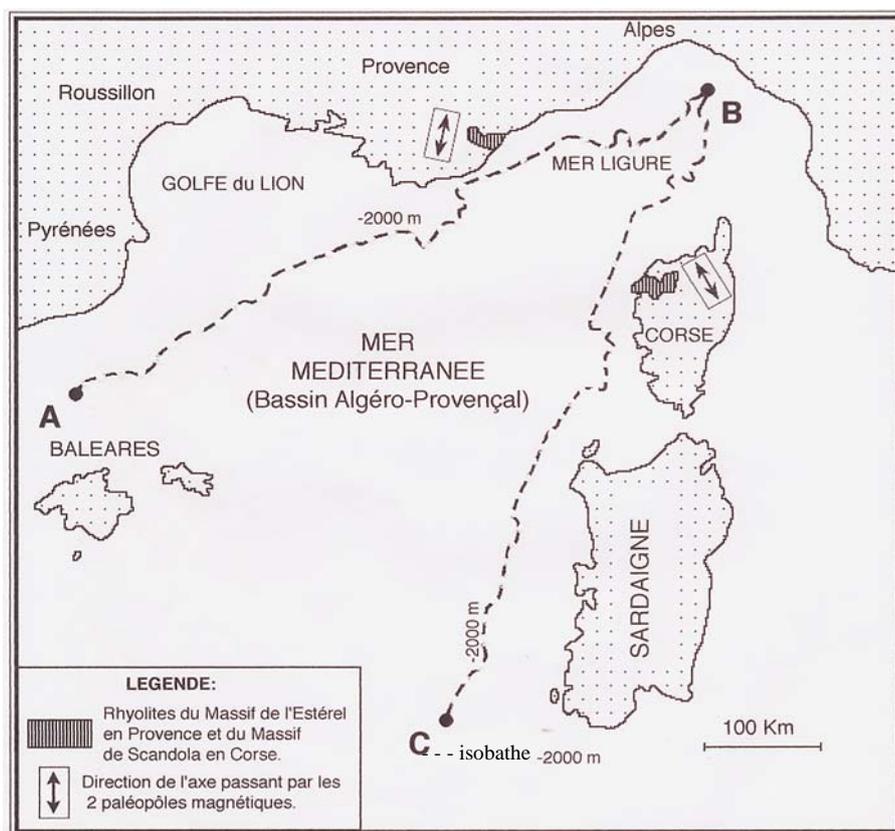


Les rudistes, mollusques bivalves, étaient les principaux organismes bâtisseurs de récifs dans les mers et océans peu profonds du Crétacé. Contrairement aux coraux actuels, les rudistes n'étaient reliés que par leur coquille et non par leurs tissus mous. Les rudistes, d'une hauteur généralement inférieure 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.

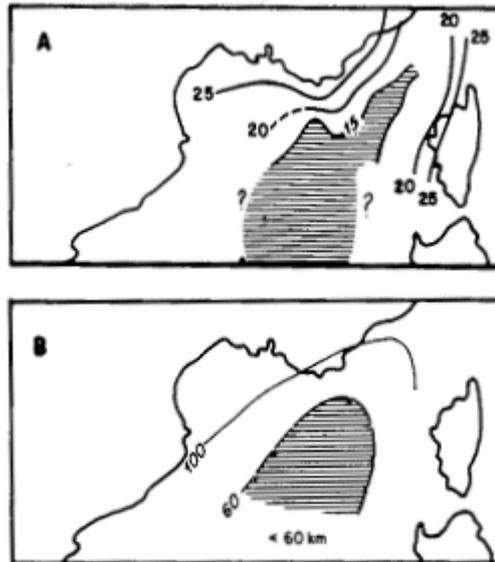
- 1°) A partir des informations apportées par l'exploitation des documents 2 et 3, préciser le paléoenvironnement sédimentaire à l'origine de la formation des grès du Cénomaniens (Crétacé) de Cassis (document 1a)
- 2°) A partir des informations apportées par le document 4, préciser le paléoenvironnement 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)

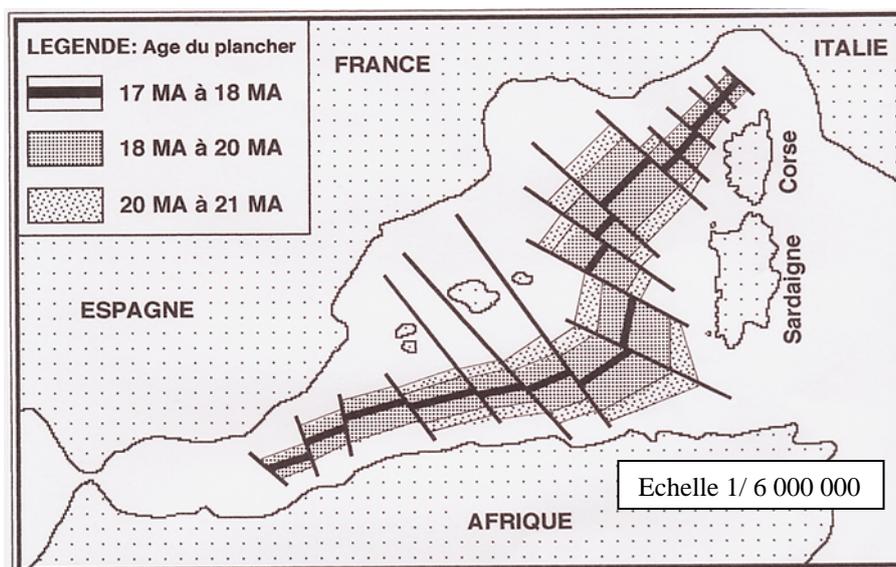


DOCUMENT 6 : données de sismique réfraction au large du Golfe du Lion.



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 cm.an^{-1}) de cette portion de la mer méditerranée 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)



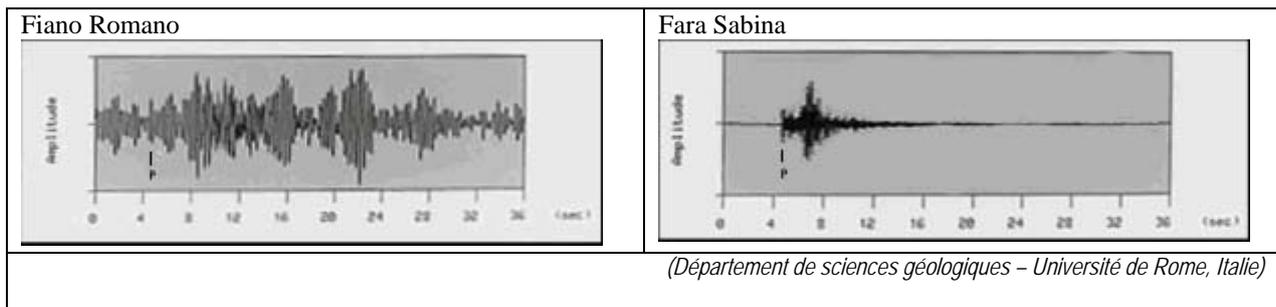
Colonne de Trajan et détail du bas relief

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.

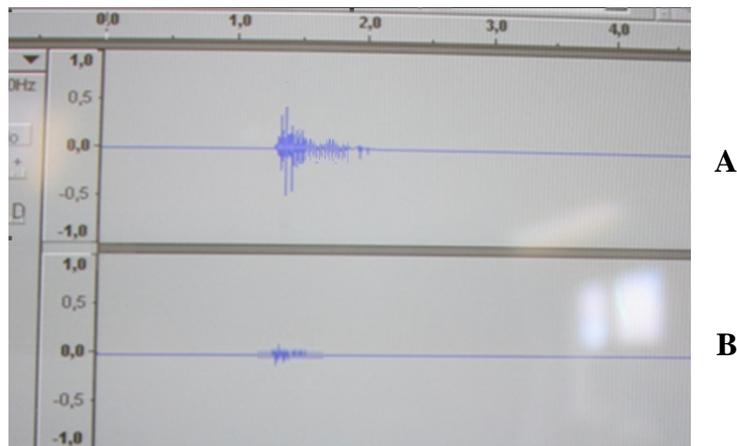
Ces deux stations sont équidistantes du foyer du séisme. Le sismomètre de Fiano Romano est aménagé sur des dépôts sédimentaires meubles (sables) et celui de Fara Sabina sur des roches (grès = sables consolidés). L'échelle des amplitudes est la même sur chaque sismogramme.



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

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.

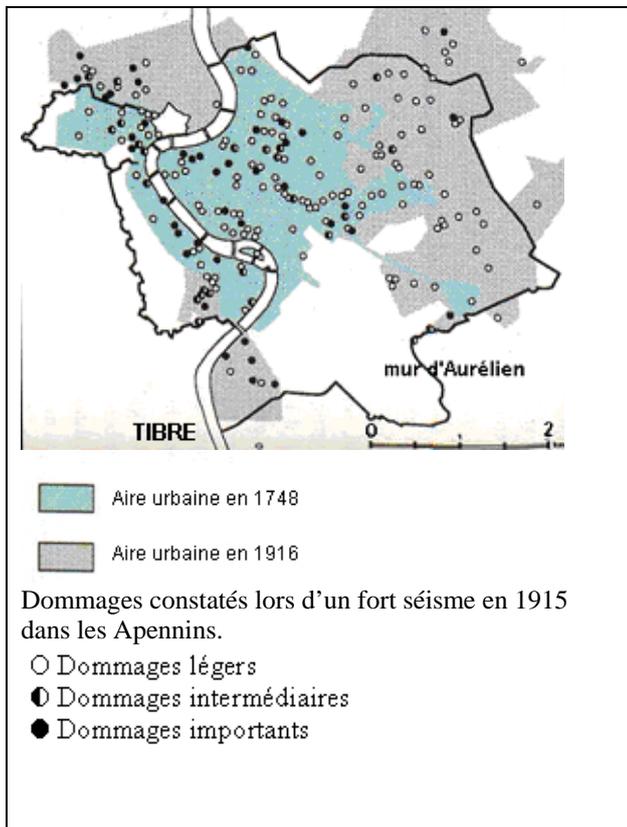
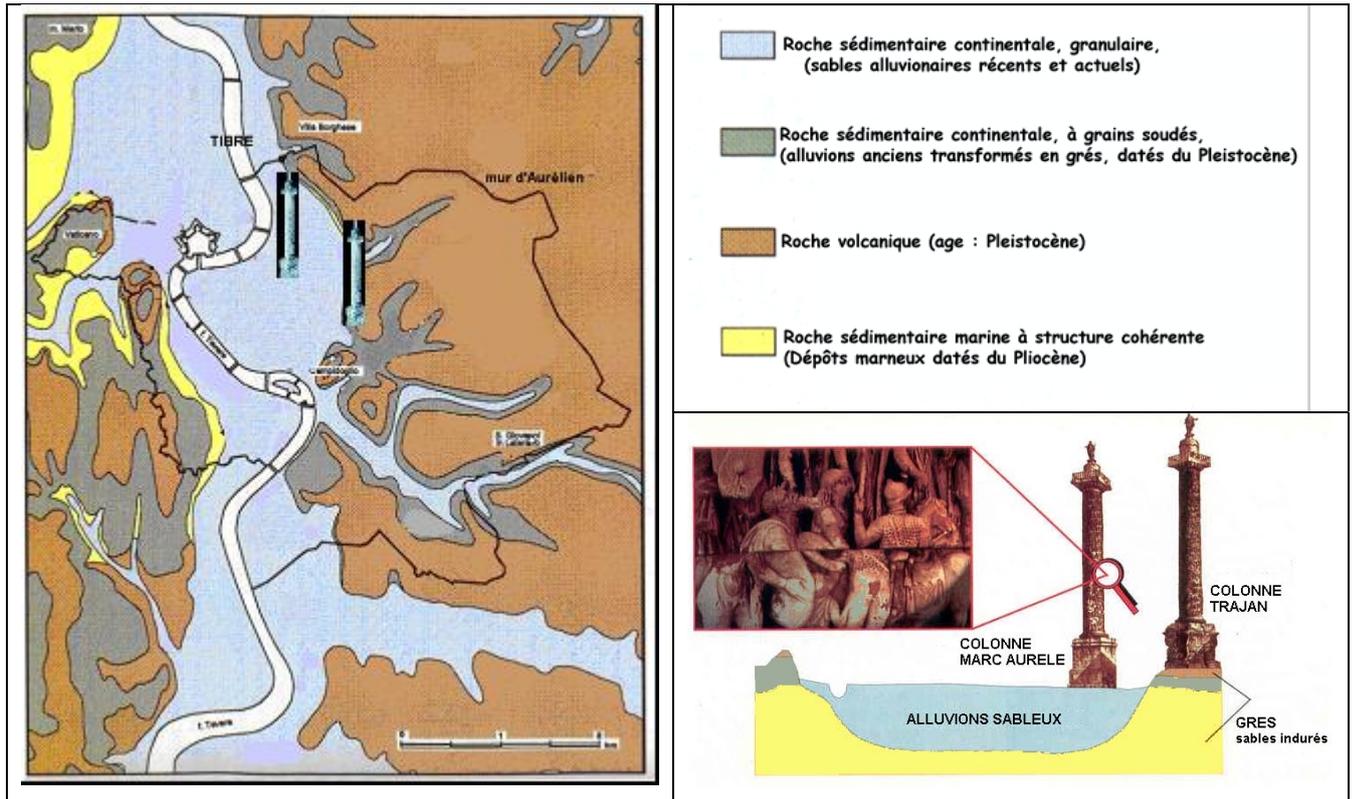


A : signal enregistré sur le sable.

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

Séisme aux Antilles : un programme national de prévention... pour un risque récemment prouvé

Matériel nécessaire: règle graduée et compas

La possibilité qu'un séisme fort se produise et engendre des victimes et des dégâts importants est avérée en France métropolitaine et aux Antilles. Le Gouvernement a donc décidé d'engager sur six ans (2005-2010) un programme national de prévention du risque sismique appelé "**plan séisme**" piloté par le Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durables. L'objectif est de réduire la vulnérabilité au risque sismique.

Un volet particulier de ce plan dit "plan séismes Antilles" a été consacré à cette région particulièrement à un haut risque. On cherchera à comprendre pourquoi le risque y est élevé.

Un des chantiers de ce plan consiste à informer et connaître le risque. Pour cela, il est prévu d'engager des actions efficaces avant que le séisme n'ait lieu...

Une population martiniquaise bien sensibilisée au risque sismique...

Les journées Réplik ont été organisées en Martinique du 19 au 25 novembre 2007 par les différents acteurs en charge du risque sismique. Au travers des nombreux événements organisés à cette occasion tout autour de l'île, les martiniquais ont pu acquérir une meilleure compréhension du phénomène et s'initier aux bons comportements à adopter lors de séismes....



AVANT LE SÉISME

- Formez-vous aux gestes de premiers secours.
- Où que vous soyez, ayez le réflexe d'identifier un endroit où vous protéger (mur solide, encoignure de porte...).
- Prévoyez un kit d'urgence facilement accessible.
- Fixez les appareils lourds au plancher et les meubles hauts aux murs.
- Evitez de placer des objets lourds sur des étagères élevées.
- Construisez parasismique et assurez vos biens.

PENDANT

protégez-vous la tête avec les bras

à l'intérieur



Abritez-vous

à l'extérieur



Eloignez-vous des bâtiments, pylones, arbres...

en voiture



Arrêtez-vous loin de ce qui pourrait s'effondrer et ne descendez pas

APRÈS

protégez-vous la tête avec les bras



Fermez le gaz et l'électricité



Ecoutez la radio et respectez les consignes des autorités



Ne touchez pas aux fils électriques tombés à terre



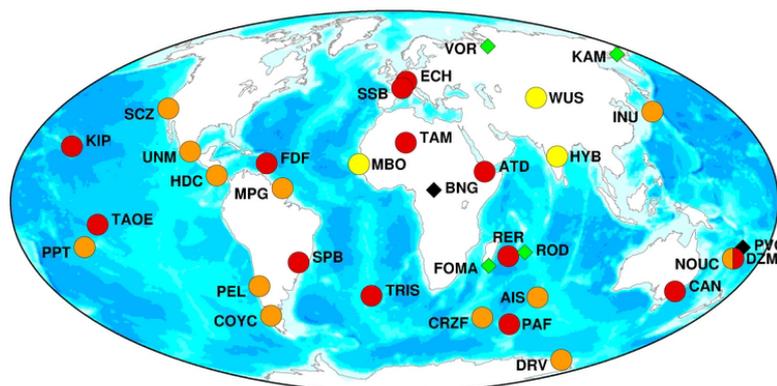
Evacuez les bâtiments et n'y retournez pas. Ne prenez pas l'ascenseur

pour une rapide mise en pratique 4 jours plus tard ...

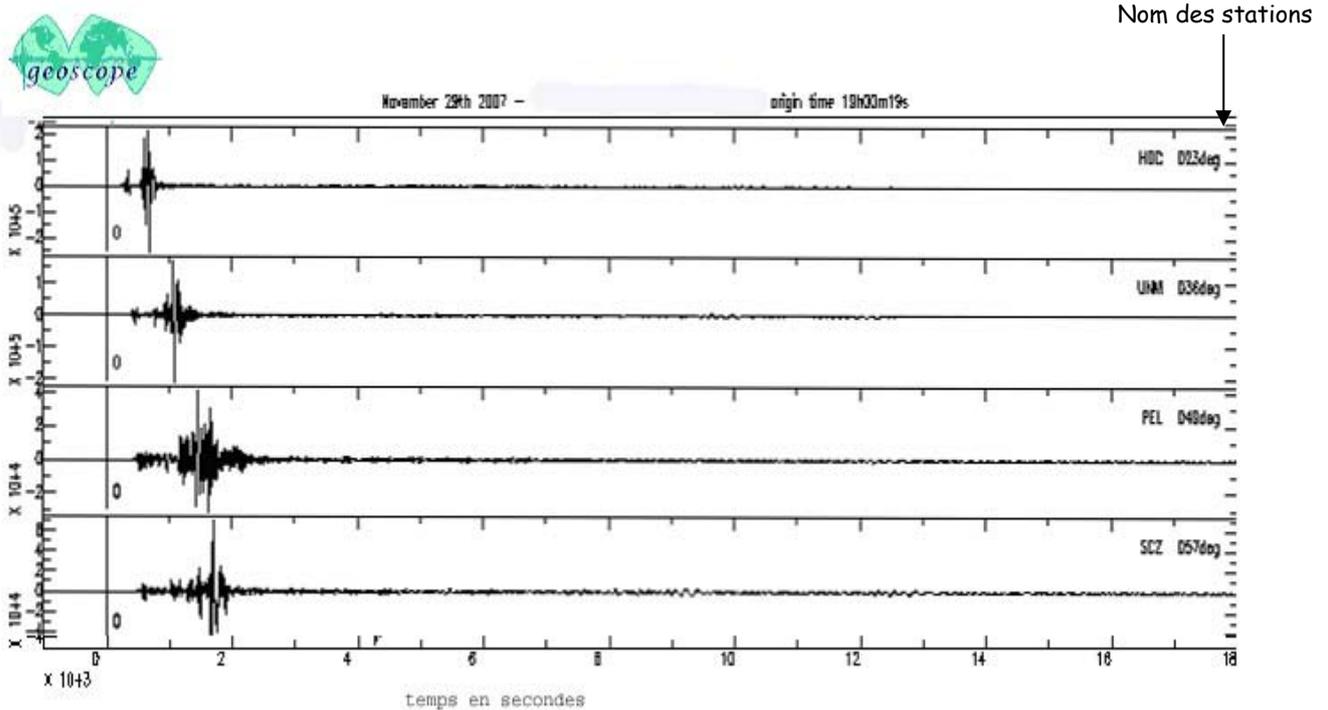
Un séisme important (magnitude 7,4) est survenu jeudi 29 novembre 2007 à 15h00 (heure locale) ou 19h (heure TU) au Nord de la Martinique. Son foyer était situé à 143 km de profondeur.

Il a été enregistré par plusieurs stations du réseau français GEOSCOPE de sismologie.

Document 1: stations et enregistrements



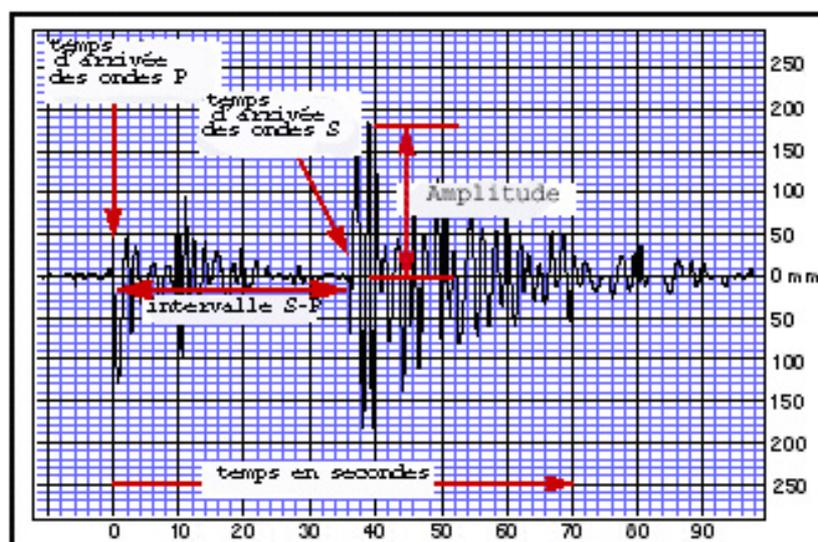
Document 2a : les stations du réseau GéoScope



document 2b: Des exemples de sismogrammes enregistrés dans quelques stations

Chaque séisme engendre la naissance d'ondes sismiques qui vont se propager à l'intérieur de la terre et atteindre les différentes stations:

- les ondes P ou ondes primaires appelées aussi ondes de compression ou ondes longitudinales sont les plus rapides (6 km.s^{-1} près de la surface) et sont enregistrées en premier sur un sismogramme.
- les ondes S ou ondes secondaires appelées aussi ondes de cisaillement ou ondes transversales sont plus lentes que celle des ondes P et elles apparaissent en second sur les sismogrammes.



Document 2c: enregistrement simplifié présentant les différentes ondes.

Document 3: traitement des sismogrammes

Le dépouillement des sismogrammes permet de noter les temps d'arrivée des ondes P et des ondes S (les autres PP, Pcp, PKP, ScS SKS) sont des ondes réfléchies et réfractées dont il ne sera pas tenu compte pour les calculs.

Seules les stations MPG, HDC et UNM, utiles pour le calcul de l'intervalle de temps entre l'arrivée des ondes P et l'arrivée des ondes S ont été représentées.

Martinique reg. November 29th 2007

Origin time:19:00:19

Lat: 14.951 Long: -61.241

Profondeur 143 km

Magnitude Ms= 7.4

	P	PP	PcP	PKP	S	ScS	SKS
MPG_	19:03:18.33	19:03:31.69	19:08:42.13		19:05:39.32	19:15:35.87	
HDC_	19:05:10.53	19:05:47.66	19:08:58.54		19:09:05.58	19:16:05.98	
UNM_	19:07:11.78	19:08:39.41	19:09:33.09		19:12:42.42	19:17:10.28	

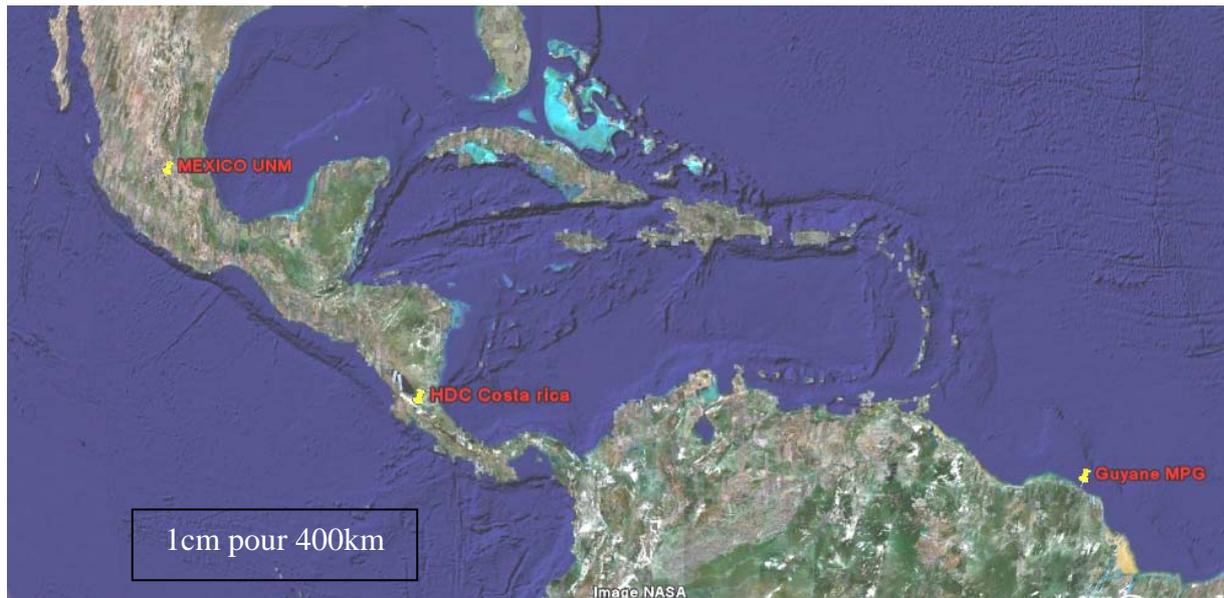
**MPG= Montagne des pères (Guyane française); HDC=heredia Costa Rica;
UNM=Mexico**

Document 4 (voir feuille annexe)

Hodographe: les hodochrones (ou courbes de propagation) représentent les temps d'arrivée des différentes ondes sismiques à la station d'enregistrement en fonction de la distance à l'épicentre exprimée en km.

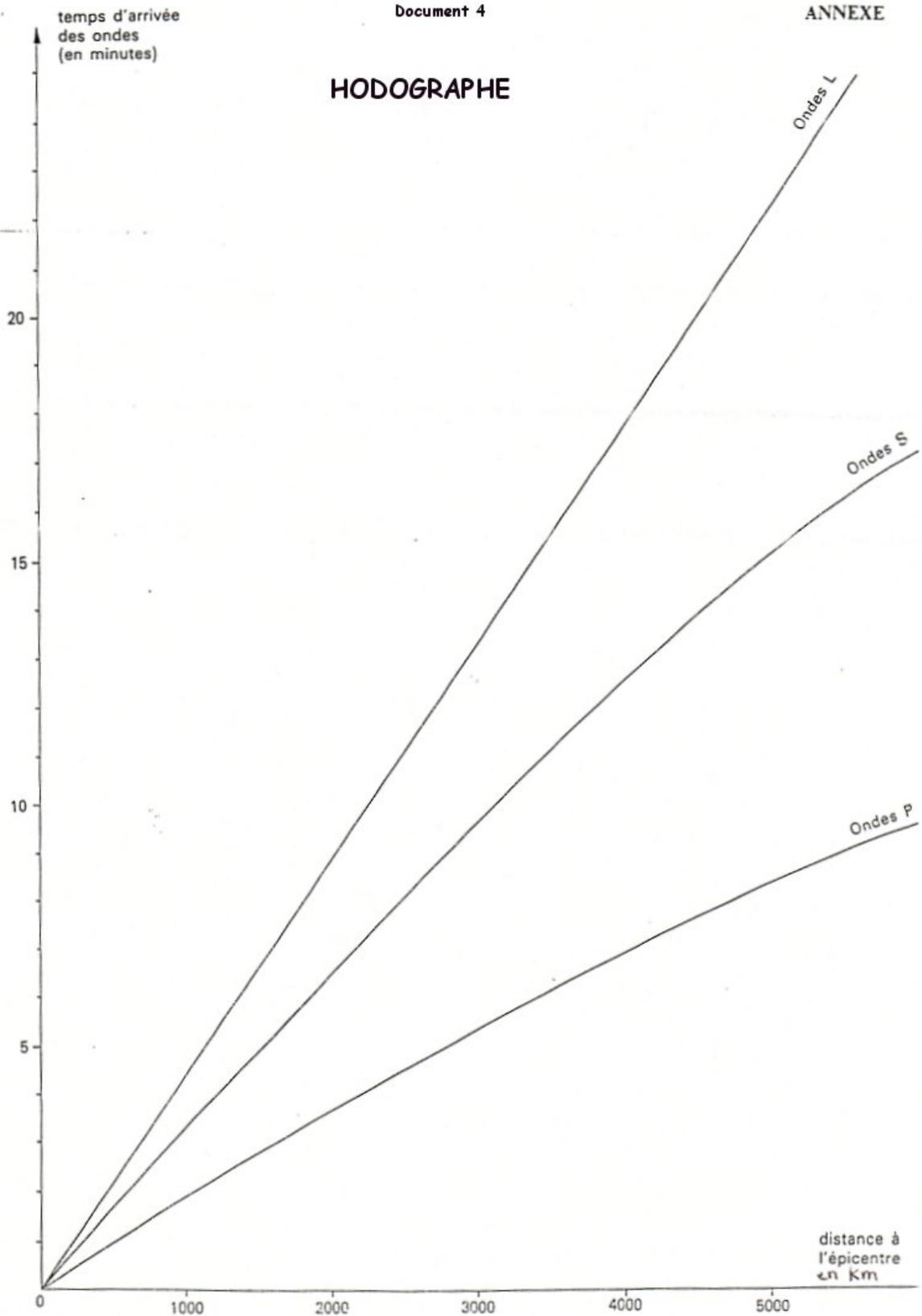
- **1- En utilisant les données du tableau du document 3 et l'hodogramme, calculer la distance à l'épicentre des stations MPG, HDC et UNM.**
- **2- A l'aide de ces 3 stations, localiser l'épicentre du séisme sur la carte jointe à rendre avec la copie (document5)**
- **3-En utilisant les données des documents et des connaissances sur le contexte géologique de la région, expliquer l'origine de ce séisme.**

Document 5



Ce séisme de la Martinique est venu nous rappeler qu'on ne peut empêcher un séisme d'avoir lieu. En revanche, on peut prendre des dispositions pour minimiser ses conséquences. La réduction du nombre de victimes lors d'un séisme passe d'abord par l'adaptation des structures des bâtiments et des autres ouvrages d'art aux sollicitations dynamiques. C'est tout l'objet du plan séisme qu'il y a urgence de mener rapidement à bien afin de limiter les conséquences catastrophiques en cas de futur séisme majeur.

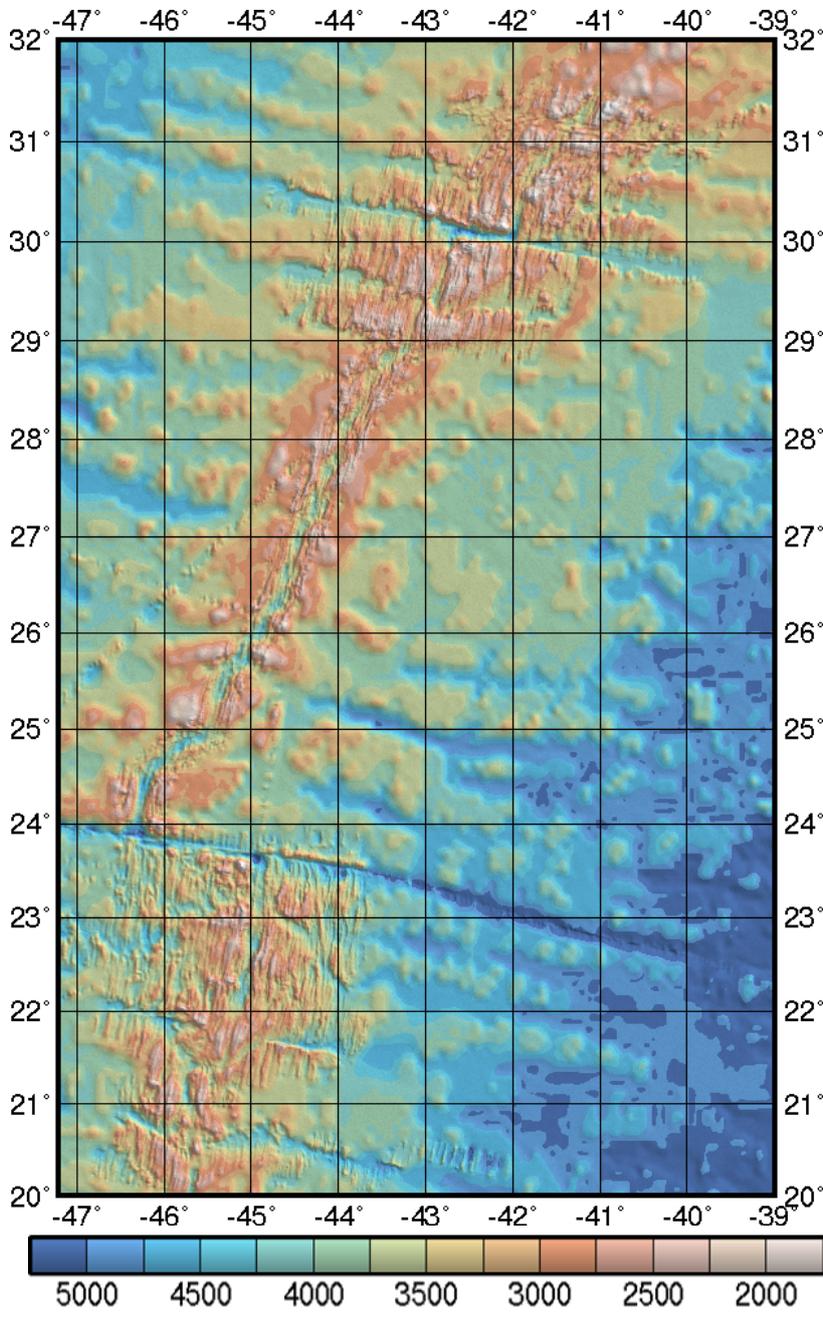
HODOGRAPHE



EXERCICE 4

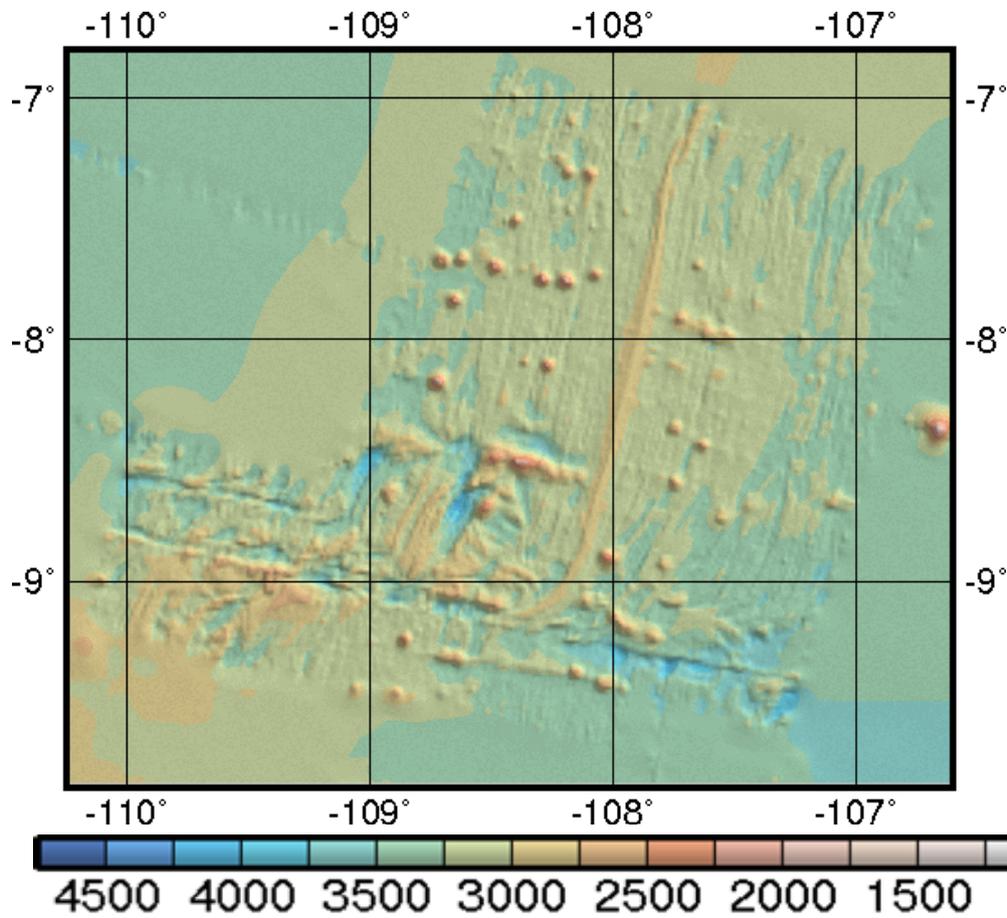
Dorsale ou dorsales ?

1. A partir des informations extraites des documents ci-dessous, mettre en évidence les relations entre d'une part la morphologie des dorsales médio-atlantique et est-pacifique et d'autre part leur vitesse moyenne d'expansion.
2. Comparer ces analyses avec celles que l'on peut faire pour la dorsale indienne.

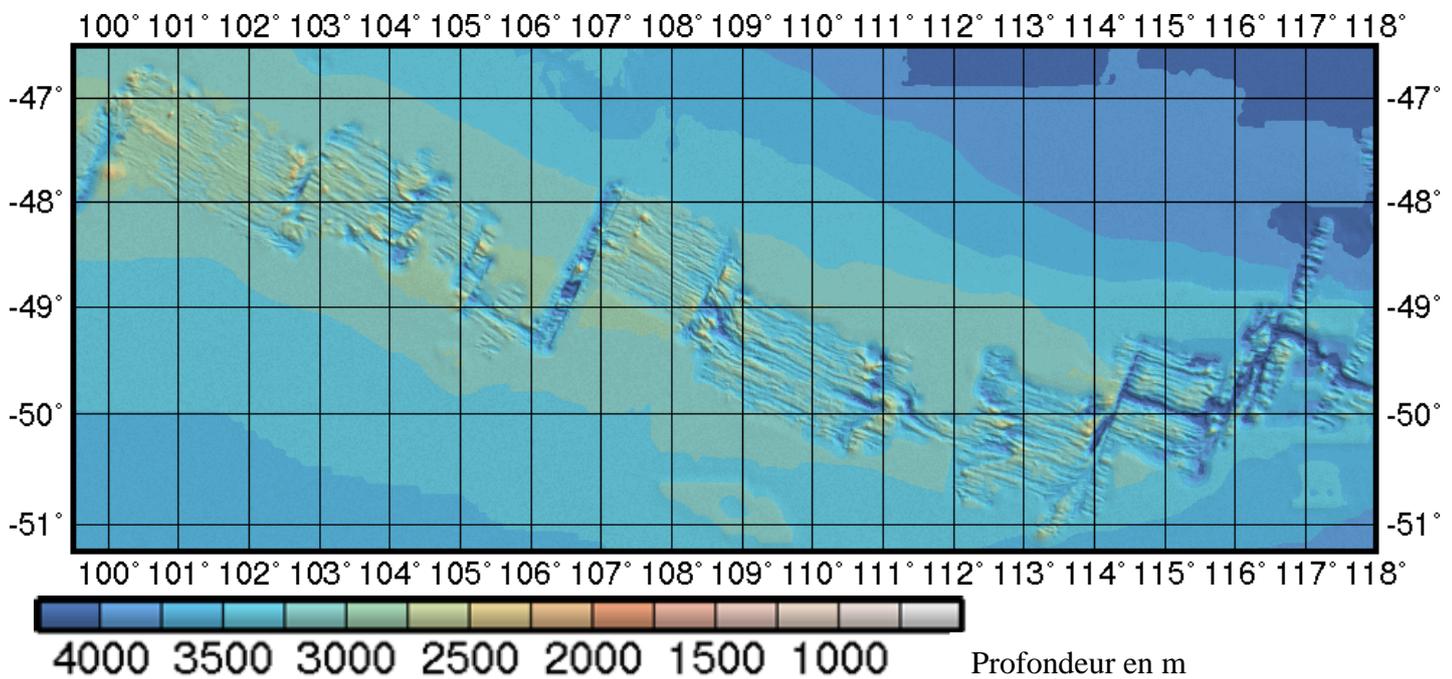


Le sondeur multifaisceaux "seabeam" est un sondeur donnant une image de la topographie des fonds sous-marins. Le programme américain "**ridge Multibeam Synthesis Project**" a pour objet la cartographie de la topographie des dorsales océaniques. Les cartes données ci-dessous sont des extraits de ce programme

Document 1a :
Extrait des relevés bathymétriques au niveau de la dorsale atlantique :



Document 1b :
Relevé
bathymétrique
d'un segment
central de la
dorsale pacifique

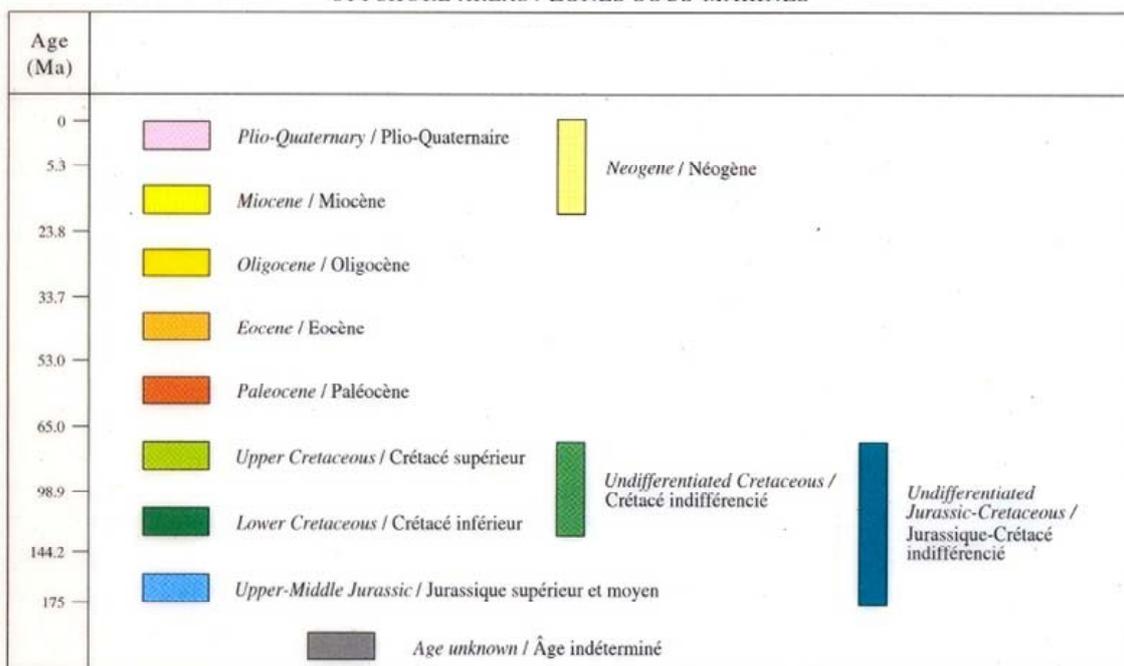


Document 1c : Extrait de carte bathymétrique de la dorsale de l'Océan Indien

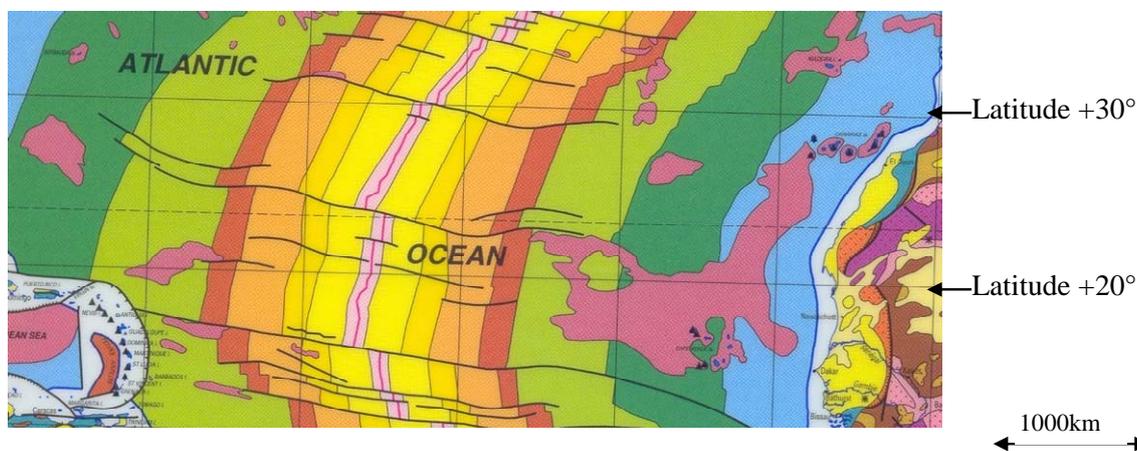
La carte Géologique du monde fournit par la CCGM, cartographie les fonds océaniques selon un code de couleur correspondant à l'âge de la couche sédimentaire trouvée au contact des basaltes du plancher océanique.

La légende fournie est la suivante :

OFFSHORE AREAS / ZONES SOUS-MARINES



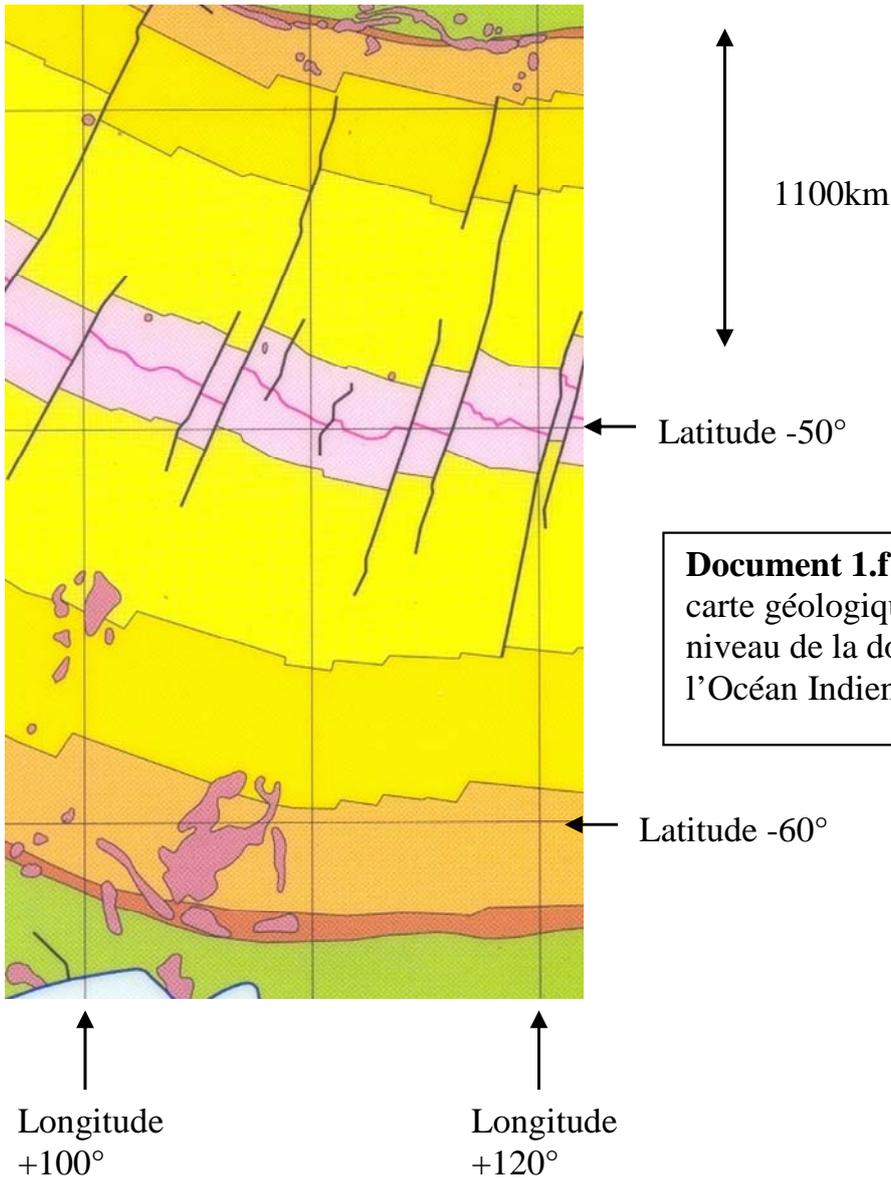
Les 3 extraits fournis correspondent aux relevés bathymétriques précédents. Pour chacun d'entre eux, une échelle moyenne Nord-Sud ou Est-Ouest est fournie.



Document 1d : Extrait de la carte géologique du monde au niveau de la dorsale atlantique.



Document 1.e : Extrait de la carte géologique du monde au niveau de la dorsale pacifique



Document 1.f : Extrait de la carte géologique du monde au niveau de la dorsale de l'Océan Indien