DEVOIR SURVEILLE

n°4

GEOLOGIE

Sujet de type « Epreuve sur documents » du concours commun Agro – Véto

Durée 3 h

Le devoir comporte trois parties indépendantes de géologie.

Il sera tenu compte de la qualité de la présentation et de la rédaction (orthographe, grammaire, précision de l'expression).

L'usage d'abaques, de tables, de tout instrument électronique susceptible de permettre au candidat d'accéder à des données et de les traiter par les moyens autres que ceux fournis dans le sujet est interdit.

Répondre aux questions posées et à elles seules, selon les modalités indiquées dans le sujet.

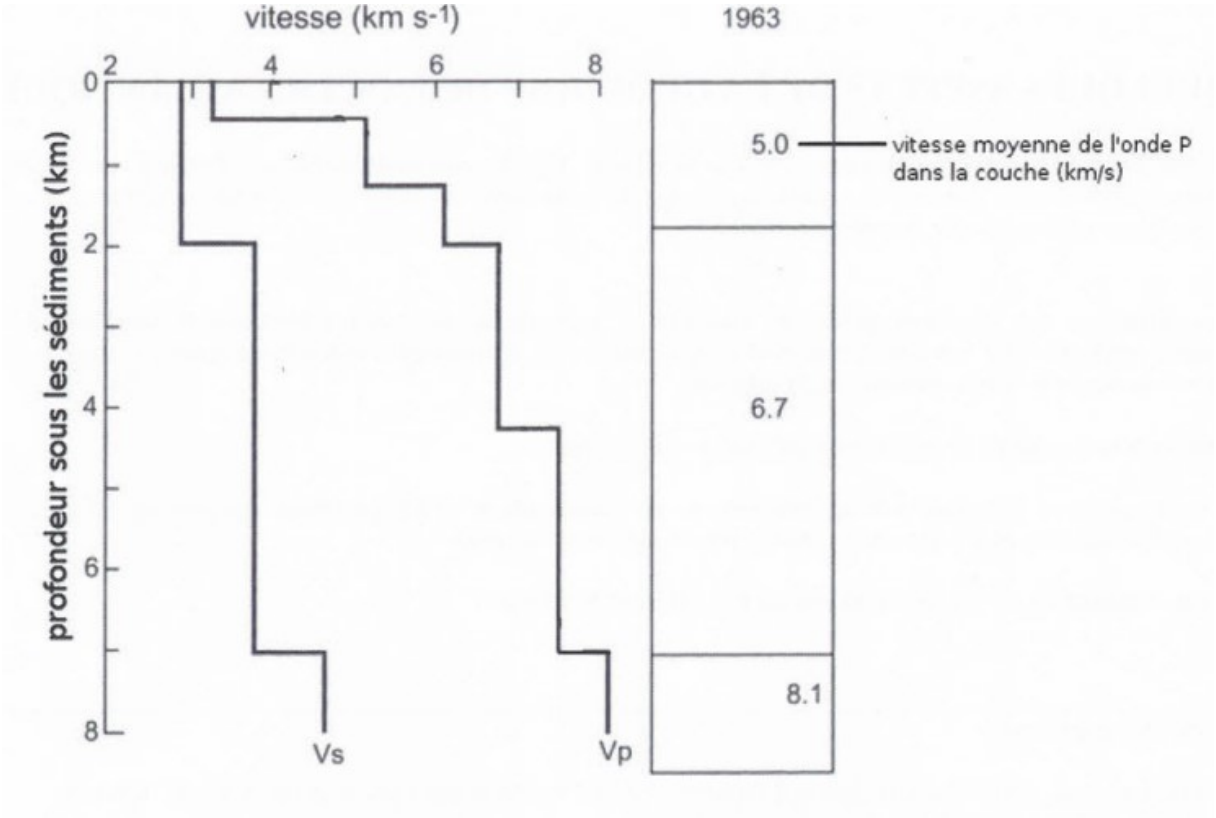
Le sujet comporte 11 pages

Partie 1 : Quelques aspects de la géologie de l'océan Atlantique (durée conseillée 50 min)

[D'après : épreuves sur support de documents Géologie - Concours agro-véto 2018]

Des prospections géophysiques conduites dès les années 1960 permettent d'étudier la structure de la lithosphère océanique. Des forages de la lithosphère océanique Atlantique ont été réalisés à partir de 1968 dans le cadre des programmes Deep Sea Drilling Project puis Ocean Drilling Program. Ce thème se propose d'étudier quelques résultats majeurs de ces missions.

- **Structure et nature de la lithosphère océanique Atlantique**



Document 1.1 : Evolution des vitesses sismiques (en km.s^{-1}) à travers la lithosphère océanique pour les ondes P et S et leur interprétation (partie de droite) en terme de modèle de lithosphère stratifiée (Raitt, 1963).
La profondeur zéro correspond à la profondeur sous la couche de sédiments. Les nombres dans les couches du modèle de Raitt correspondent à la vitesse moyenne de l'onde P dans chaque couche en km.s^{-1}.

Question 1a. Définissez la notion de lithosphère en dix lignes maximum et sans schéma.

Question 1b. Expliquez quelles sont les propriétés des ondes sismiques utiles à la connaissance de la structure du globe.

Question 1c. Analysez l'évolution des vitesses sismiques mesurées en fonction de la profondeur de la lithosphère océanique (document 1.1).

Question 1d. D'après vos connaissances, à quelles lithologies (roches) peuvent correspondre les différentes couches proposées par Raitt en 1963 (document 1.1) ?

- **Mobilité de la lithosphère océanique Atlantique**

Le document 1.2 (page suivante) présente la relation qui existe entre la profondeur et l'épaisseur de la lithosphère océanique et le temps (1.2a et 1.2b). Le schéma du document 1.2c représente en carte la dorsale océanique Atlantique orientée Nord-Sud, interrompue par une faille transformante perpendiculaire. Au sud immédiat de la zone de fracture et à une distance de 500 km à l'ouest de la dorsale, la profondeur du plancher océanique est de 4 000 m (point A). Au nord immédiat et de l'autre côté de la fracture, la profondeur est de 5 000 m (point B).

Question 2a. En utilisant les données des documents 1.2b et 1.2c, estimez approximativement le taux d'expansion moyen de cette dorsale (en cm.an^{-1}).

Question 2b. D'un point de vue cinématique, dans quelle catégorie classez-vous celle dorsale ?

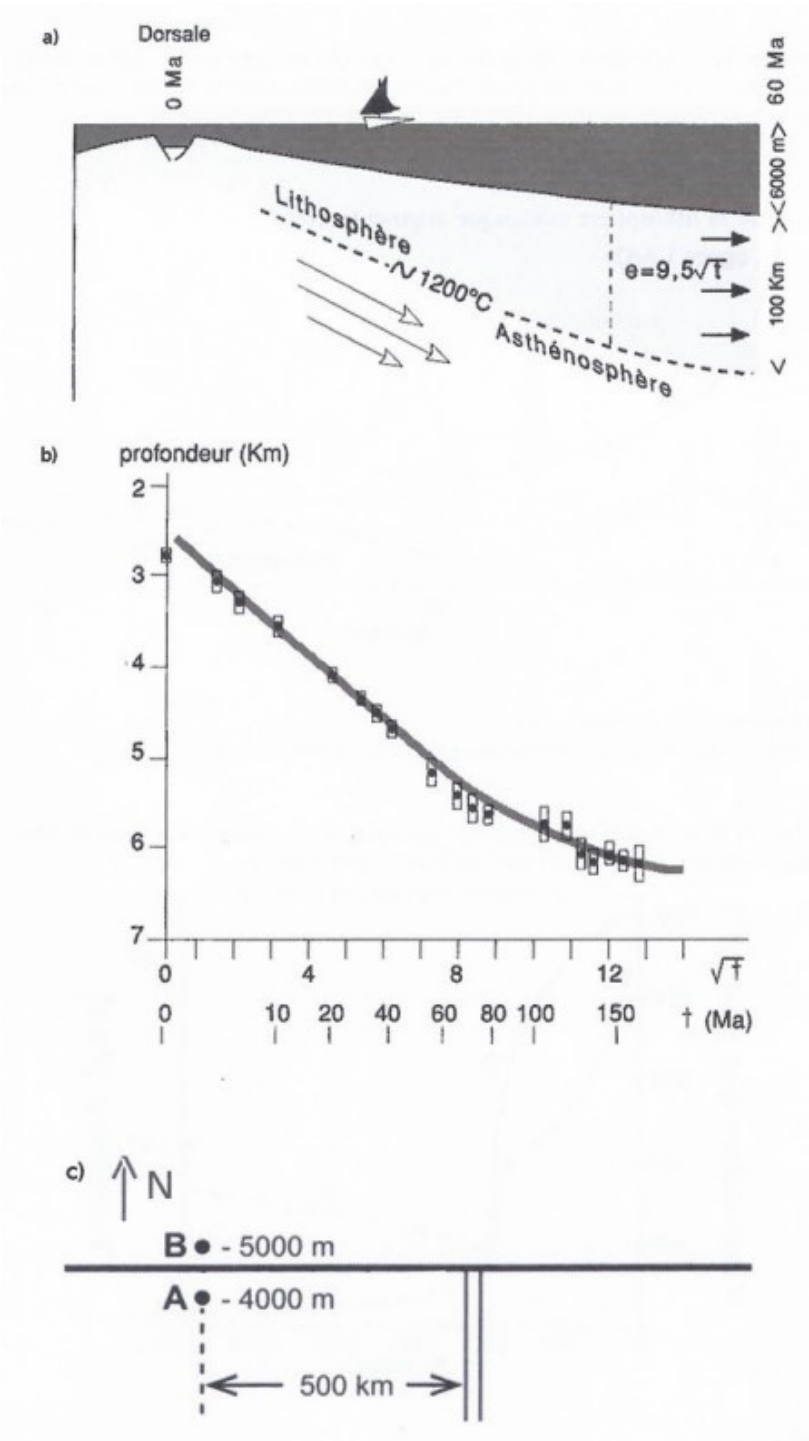
<u>Question 3a.</u> D'après vos analyses, la faille transformante est-elle dextre ou sénestre ?

<u>Question 3b.</u> Vous rajouterez des flèches pour indiquer le mouvement sur l'annexe à compléter page 11 et à rendre avec la copie.

<u>Question 4.</u> A partir du <u>document 1.2</u>, calculez l'épaisseur approximative de la lithosphère océanique aux points A et B. Vous vous aiderez de la relation âge-épaisseur donnée au <u>document 1.2a</u> et utiliserez les données du <u>document 1.2b</u>.

<u>Question 5a.</u> A partir de vos connaissances et du <u>document 1.2a</u>, proposez un processus contrôlant la variation d'épaisseur de la lithosphère océanique au cours du temps.

<u>Question 5b.</u> Quelle partie de la lithosphère océanique est affectée par la variation d'épaisseur ?



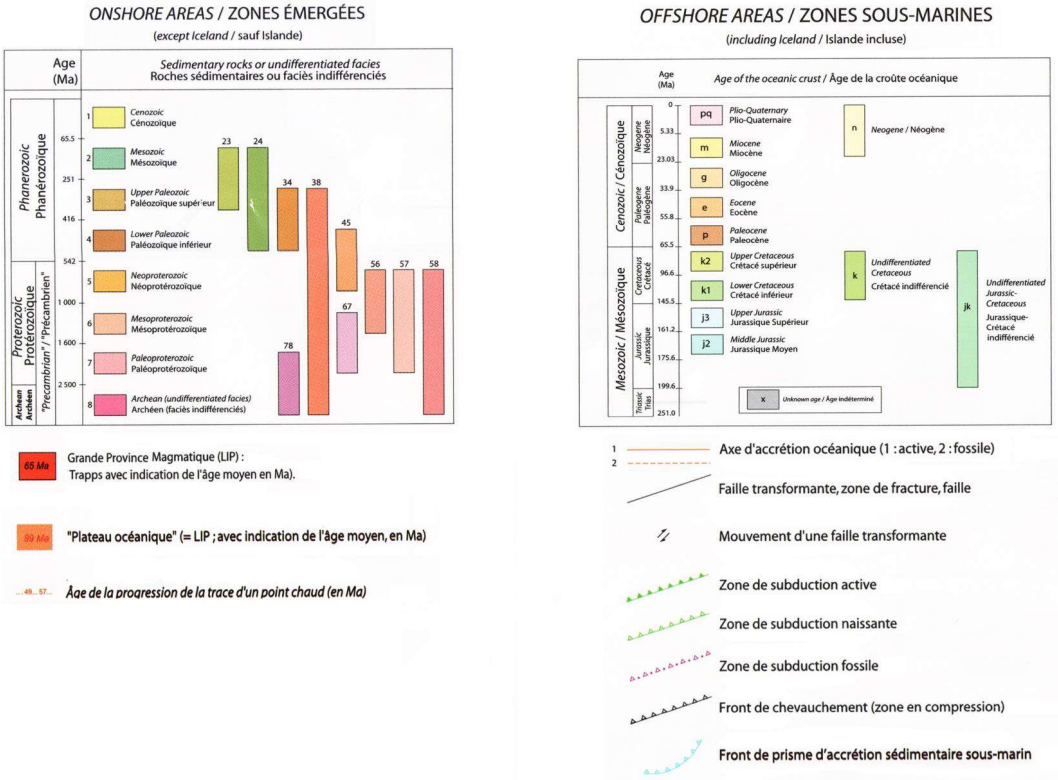
<u>Document 1.2 :</u> a) Variation de la profondeur du plancher océanique et de l'épaisseur de la lithosphère en fonction de son âge (e : épaisseur de la lithosphère océanique en km ; t : âge de la lithosphère en millions d'années) ;
b) Subsidence du plancher océanique en fonction de l'âge de la lithosphère (les écarts types sont mentionnés) ;
c) Schéma théorique d'une dorsale océanique orientée Nord-Sud, interrompue par une faille transformante orientée Est-Ouest. Seule la partie sud de la dorsale est ici représentée.

Partie 2 : Quelques aspects de la convergence Inde-Eurasie (durée conseillée 1h20)

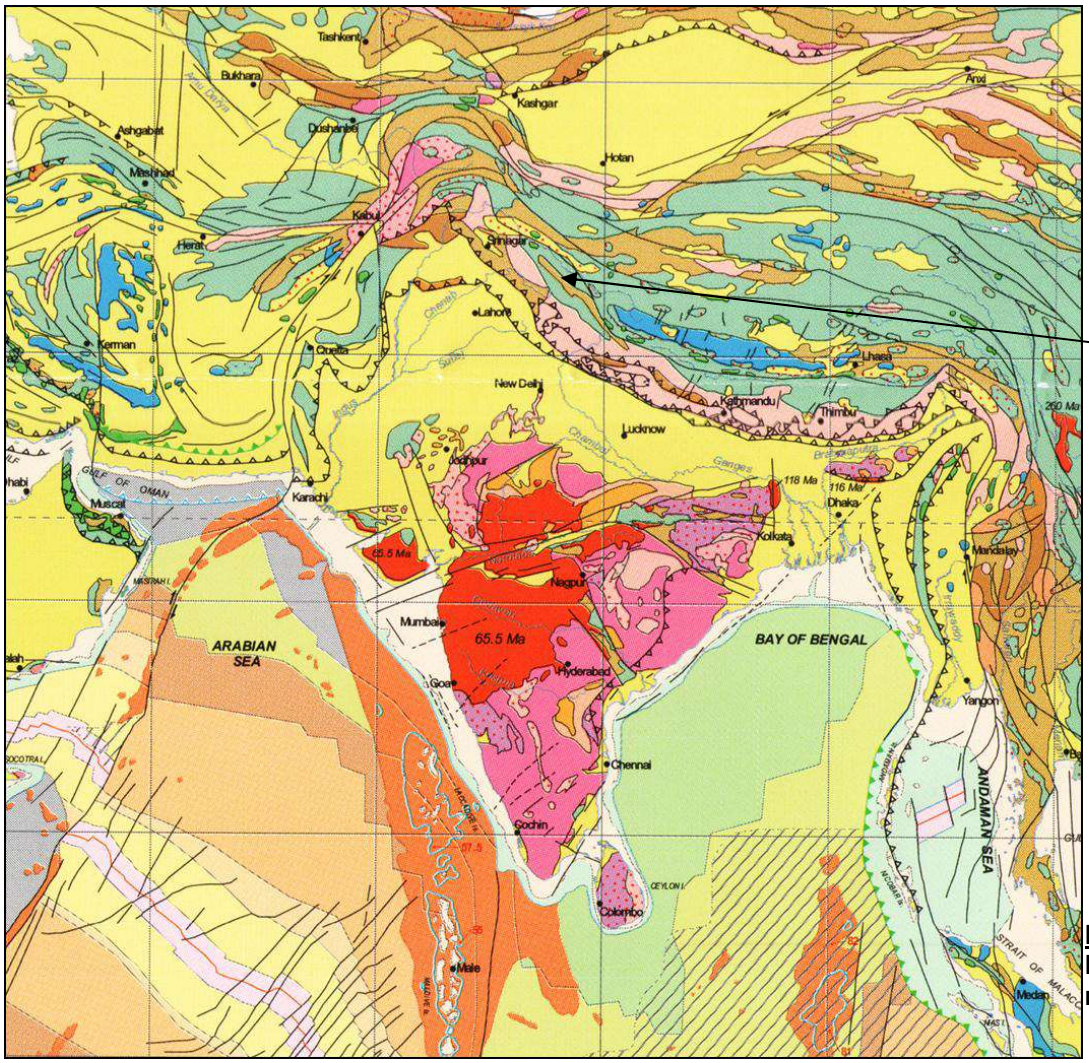
[D'après : épreuves sur support de documents Géologie - Concours agro-véto 2016]

La convergence Inde-Eurasie est responsable de l'édification de la plus étendue et la plus haute chaîne de montagne actuelle : l'Himalaya - Tibet. Ce sujet propose d'étudier quelques aspects de cette zone

- **<u>Le contexte général de la chaîne de montagne de l'Himalaya-Tibet</u>**



<u>Document 1a.</u> Extrait de la légende de la carte géologique du monde (source : CCGM)



Ladakh

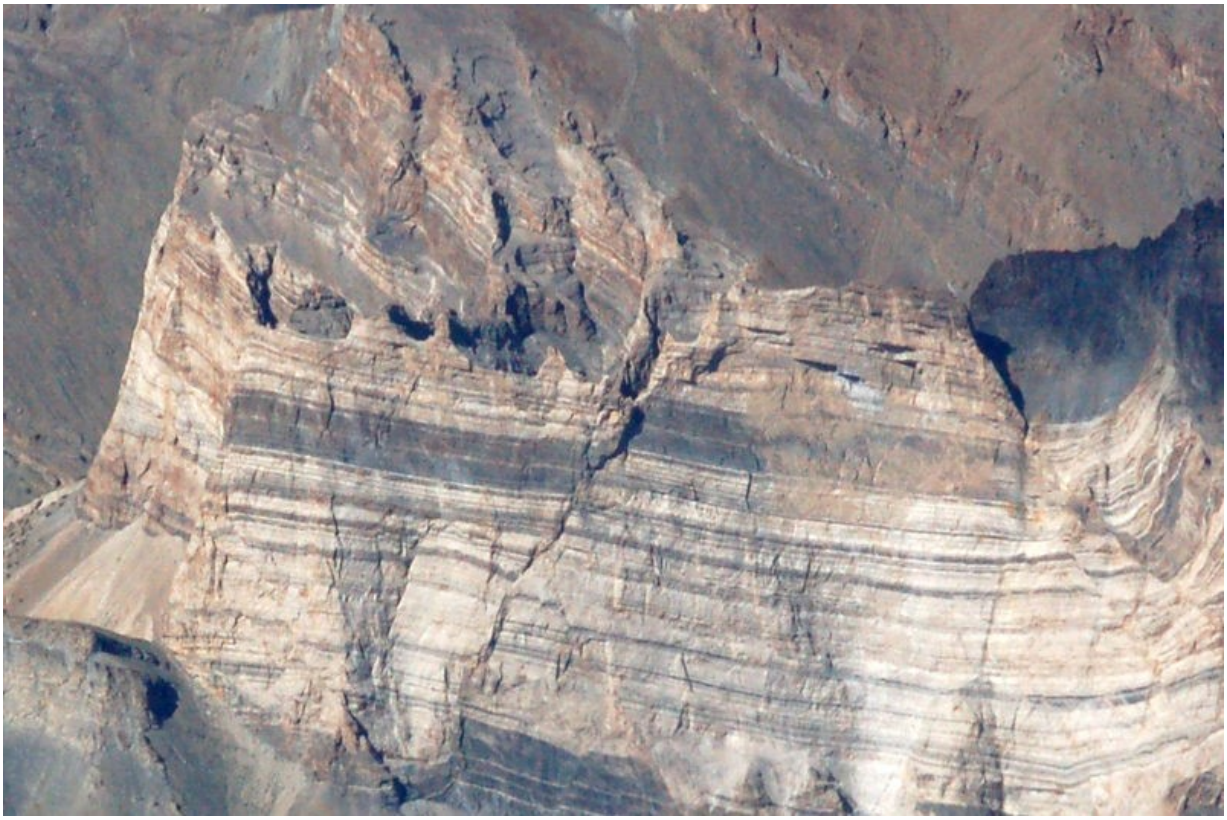
<u>Document 1b</u>. Extrait de la carte géologique du monde (source : CCGM)

<u>Question 1a.</u> Définissez ce qu'est une plaque lithosphérique.

<u>Question1b</u>. Réalisez un schéma présentant la localisation des différentes plaques lithosphériques visibles sur la carte du <u>document 1</u>. Vous préciserez et justifierez les frontières de plaques représentées.

- **<u>Structure de la chaîne himalayenne : analyse d'objets tectoniques</u>**

<u>Document 2a.</u> Vue d'avion d'un affleurement dans la vallée de Sarchu, au Ladakh (voir localisation sur la <u>carte 1b</u>). Les formations sédimentaires sont datées du Paléozoïque inférieur au Jurassique inférieur.
(Source : http://planet-terre.ens-lyon.fr/image-de-la-semaine/Img340-2011-01-31.xml)



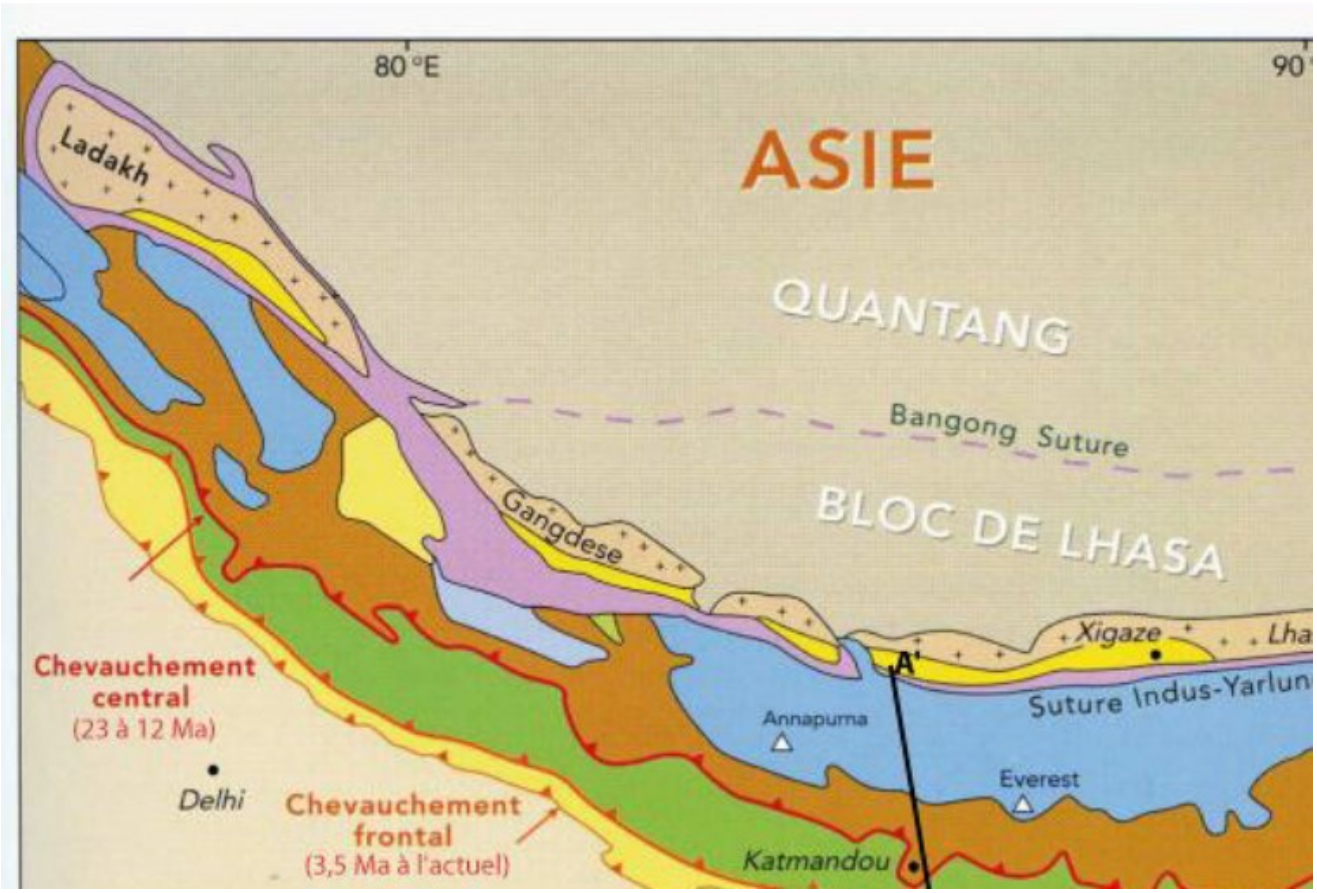
<u>Document 2b.</u> Vue d'avion d'un affleurement à une centaine de km du précédent.
https://planet-terre.ens-lyon.fr/ressource/Img342-2011-02-14.xml

<u>Question 2a.</u> Nommez et caractérisez les déformations observées sur les <u>documents 2a et 2b</u>. Vous préciserez si ces déformations sont cassantes ou ductiles à l'échelle d'observation.

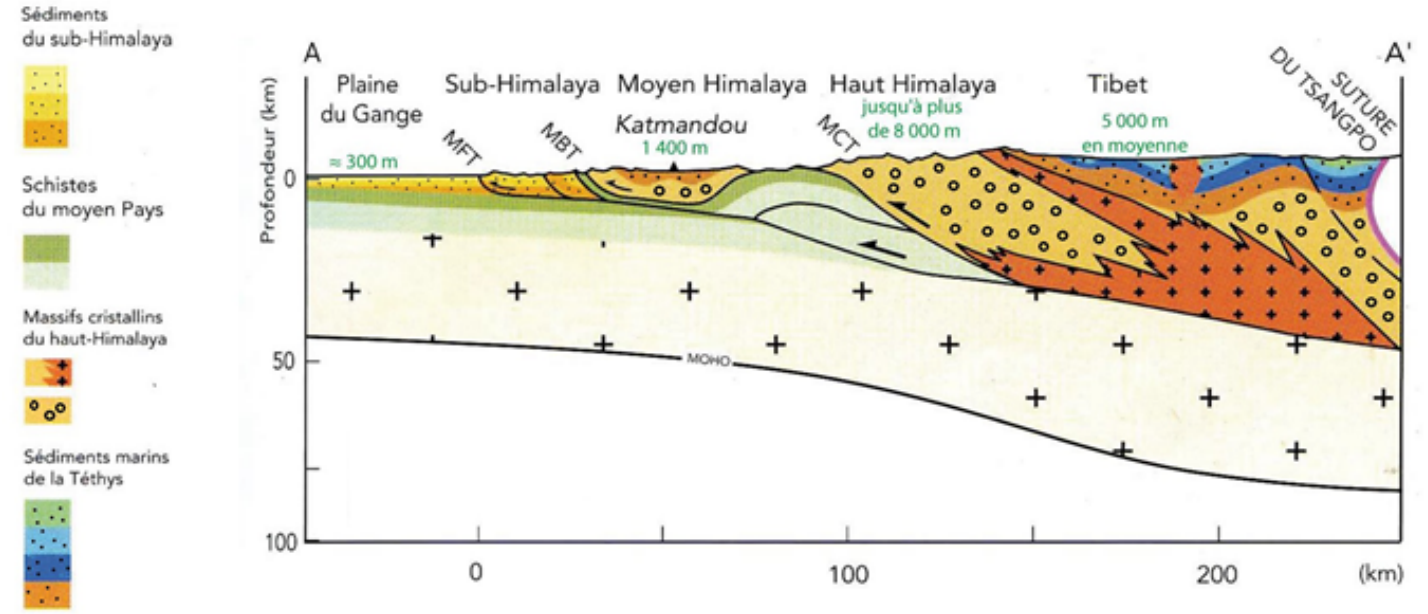
<u>Question 2b.</u> Réalisez un schéma légendé de l'affleurement du <u>document 2b</u> et représentez à côté l'ellipsoïde des déformations finies.

<u>Question 2c</u>. Si cela est possible (vous le justifierez) représentez également l'ellipsoïde des contraintes.

- **<u>Structure et dynamique actuelles de la chaîne himalayenne : données cartographiques et sismiques</u>**



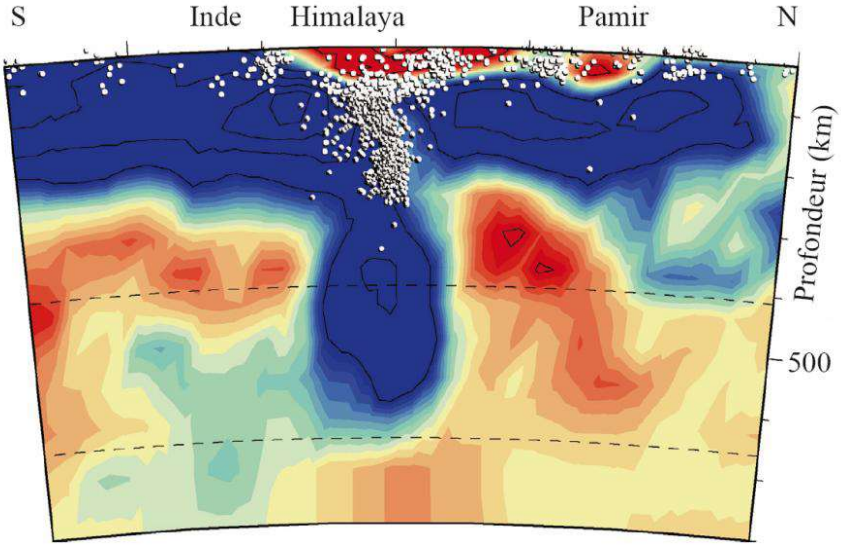
<u>Document 3a</u>. Carte géologique simplifiée de l'Himalaya.
Les âges indiquent la période d'activité principale des grands chevauchements.
Le terme de *suture* désigne la zone entre les deux lithosphères continentales présentant des restes de lithosphère océanique.



<u>Document 3b.</u> Coupe simplifiée de la chaîne himalayenne suivant le profil A-A' localisé sur le <u>document 2b.</u>
MCT = chevauchement central, MBT = chevauchement basal et MFT = chevauchement frontal.
[Source pour ces deux documents : *Himalaya – Tibet le choc des continents*].

<u>Question 3</u>. A partir des informations issues de l'exploitation des <u>documents 3b et 3c</u>, précisez quelles sont les caractéristiques structurales de la chaîne himalayenne et proposez un contexte géodynamique de formation.

- **<u>La structure profonde de la chaîne : données de tomographie sismique</u>**

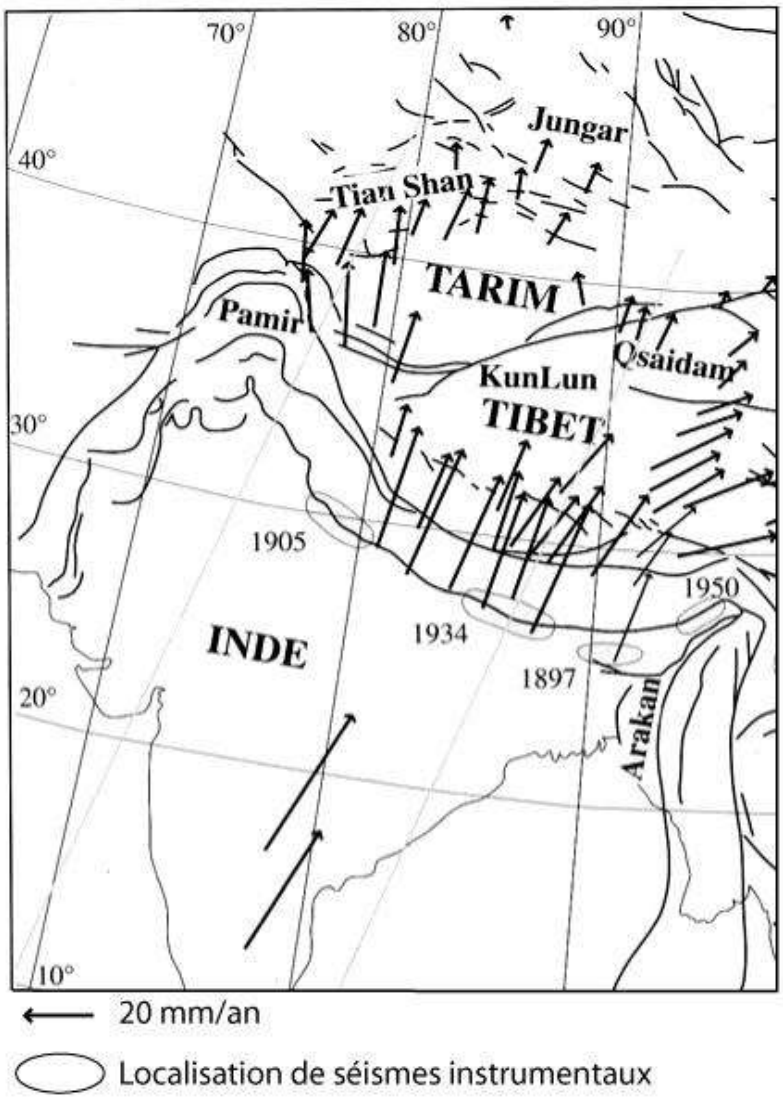


<u>Document 4.</u> Profil de tomographie sismique Nord-Sud à 71°E au niveau de la chaîne himalayenne. L'échelle en pourcentages d'anomalie de vitesse des ondes P va du rouge -0,5 % au bleu +0,5 %. Les points blancs marquent les foyers des séismes enregistrés dans la région.
[Source : *Himalaya - Tibet : la collision continentale Inde – Eurasie*].

<u>Question 4a.</u> Rappelez quel est le principe de la tomographie sismique.

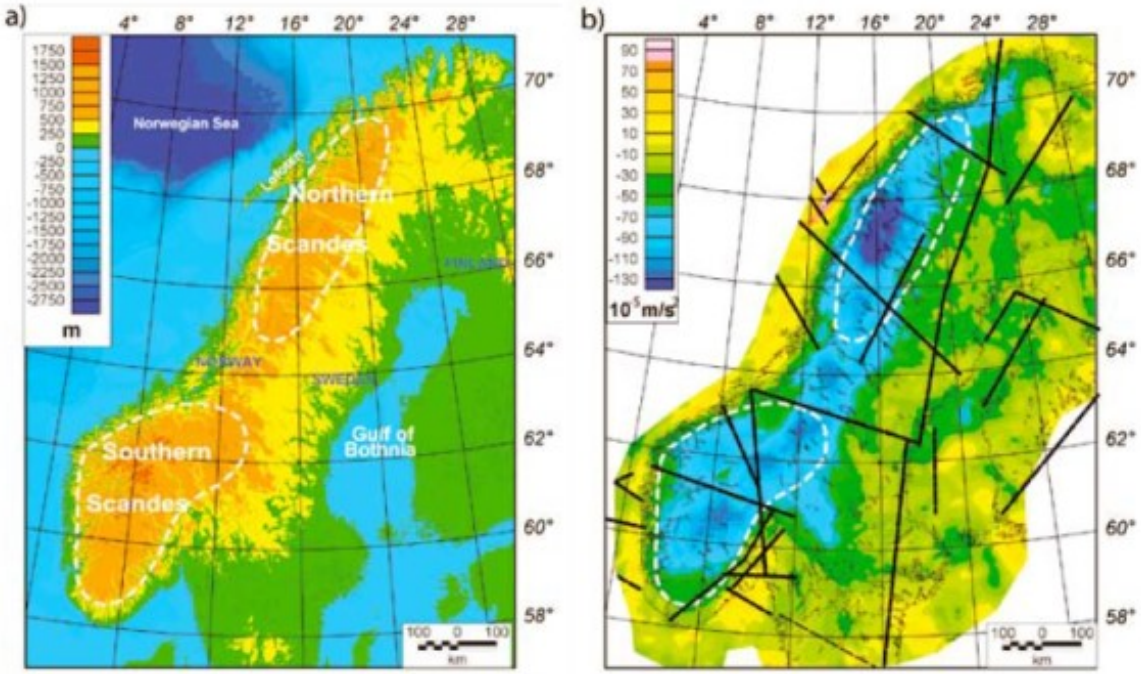
<u>Question 4b</u>. Proposez un schéma d'interprétation du <u>document 4</u>.
En vous aidant de vos connaissances, proposez alors une hypothèse quant au moteur de l'édification de la chaîne himalayenne.

<u>Document 5</u>. Carte des vitesses GPS de la zone himalayenne dans le référentiel Eurasie fixe.
Le temps d'acquisition des différentes stations varie de quelques mois à une dizaine d'années.
La position des principaux séismes instrumentaux – c'est-à-dire ceux enregistrés par les sismomètres de stations sismiques – sont localisés sur la figure.
[Source : *Himalaya - Tibet : la collision continentale Inde – Eurasie*]

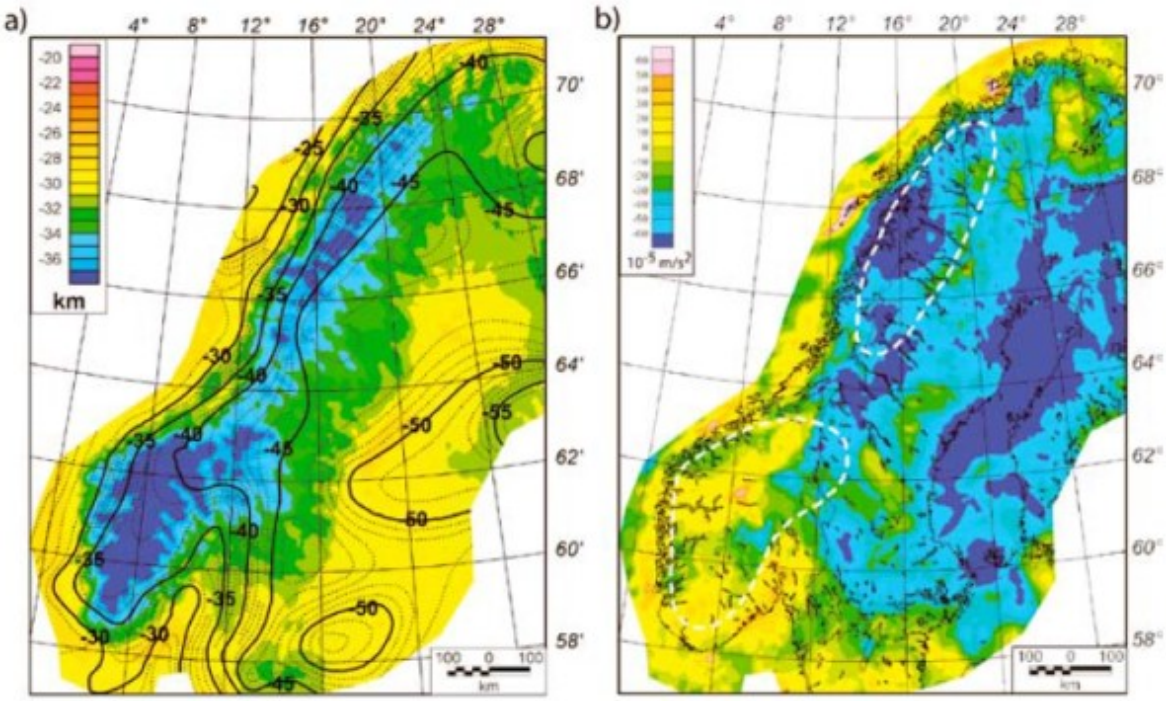


<u>Question 5</u>. Analysez les caractéristiques des vecteurs vitesse GPS représentés sur le <u>document 5</u>.
Que montrent ces données GPS sur l'accommodation (c'est-à-dire les modalités de dissipation des contraintes) de la convergence entre l'Inde et l'Asie ?
Ces données sont-elles en accord avec la définition d'une plaque lithosphérique donnée en <u>question 1</u> ?

Les documents 1 et 2 fournissent quelques données de géophysique sur la Scandinavie :
(source : http://www.mantleplumes.org/Scandes.html)



Document 1. Carte topographique et bathymétrique (a) et anomalie de Bouguer (b) en Scandinavie.
(Les lignes noires sur la carte b, indiquant des zones sismiques, n'ont pas à être prises en compte).



Document 2. Carte de profondeur du Moho (a) et carte des anomalies isostatiques (b) en Scandinavie.
Sur la carte a, les couleurs indiquent la profondeur du Moho déduite du modèle d'Airy, les courbes noires correspondent à la profondeur du Moho déduite des données sismiques.

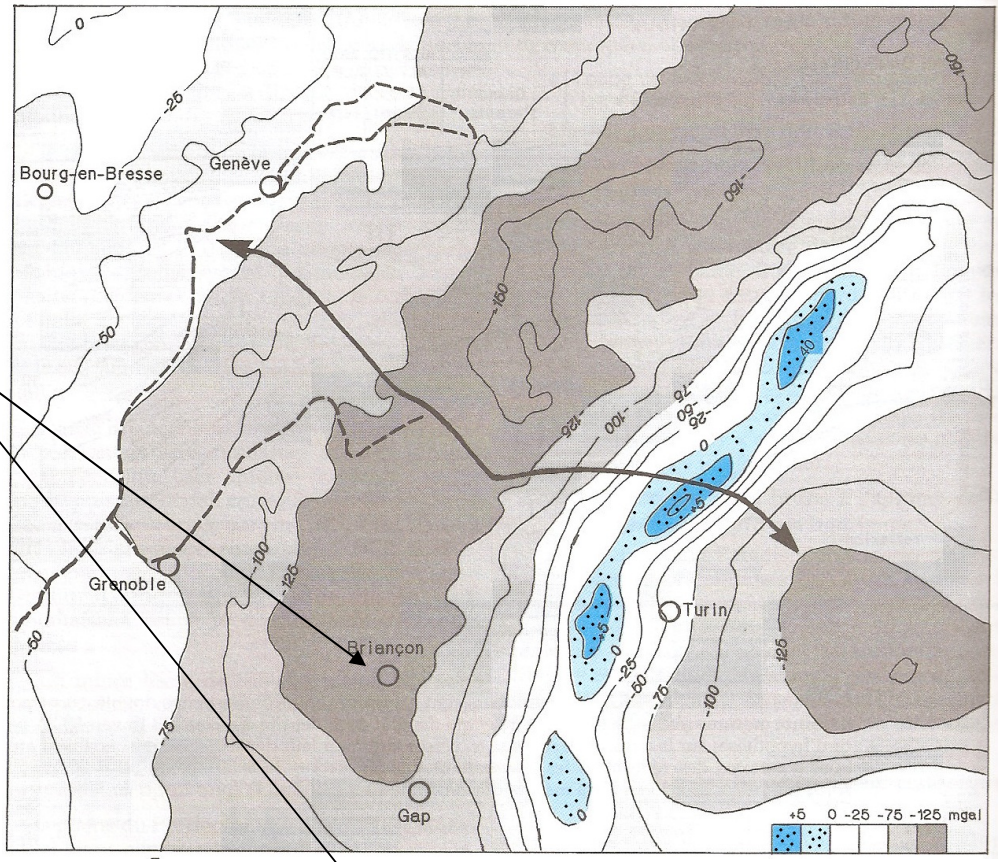
Question 1. Ecrivez l'expression de l'anomalie de Bouguer et expliquez la signification de chacun de ses termes, puis interprétez les valeurs observées en Scandinavie (document 1).

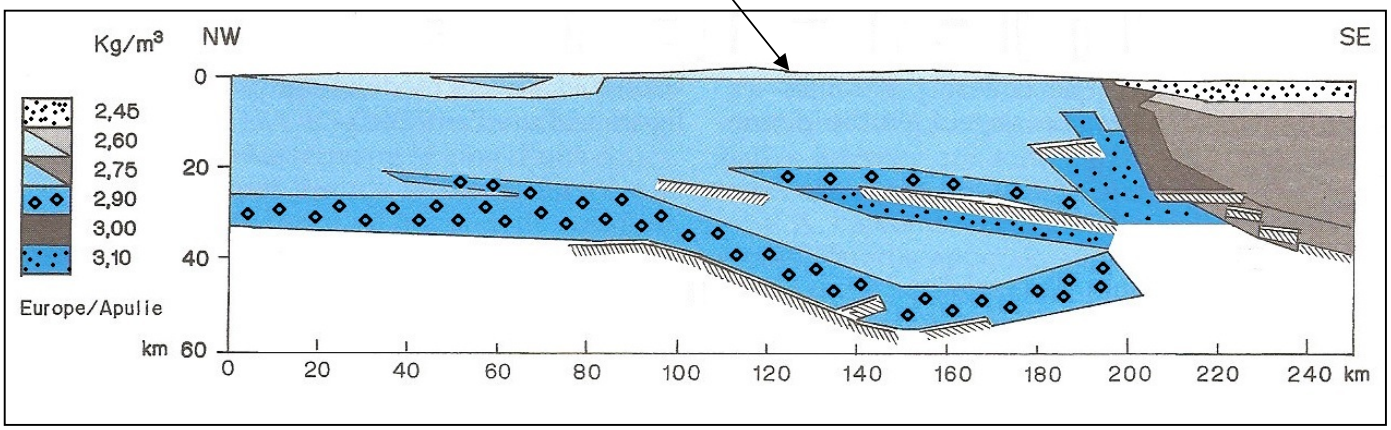
Question 2. Expliquez comment on utilise les données du document 2a pour déterminer les anomalies isostatiques puis interprétez les anomalies constatées en Scandinavie (document 2b).

Le document 3 fournit l'évolution, le long d'un profil orienté Nord-Ouest / Sud-Est au travers des Alpes franco-italiennes, des anomalies de Bouguer et des masses volumiques estimées.

Document 3a (ci-contre). Carte des anomalies de Bouguer et localisation du profil du document 3b (trait gras terminé par deux flèches).

Localisation de Briançon





Document 3b. Modèle de densité de la croûte continentale le long du profil représenté sur la carte 3a.
Ce modèle intègre des données gravimétriques et sismiques (les hachurés représentent des réflecteurs sismiques importants).
[D'après : Dercourt J. « Géologie et géodynamique de la France » Dunod Ed., 3e éd. 2002].

Question 3. Calculez la position attendue du Moho à Briançon, ville située à 1 326 m d'altitude, en supposant que cette portion de lithosphère est à l'équilibre, et que la croûte continentale possède une densité homogène (ρ_{cc} = 2,7 ; ρ_{ml} = 3,3)

Question 4. En utilisant les informations fournies par le document 3 :

a. **Indiquez si la valeur utilisée pour la masse volumique de la croûte continentale dans le calcul précédent est plausible.**

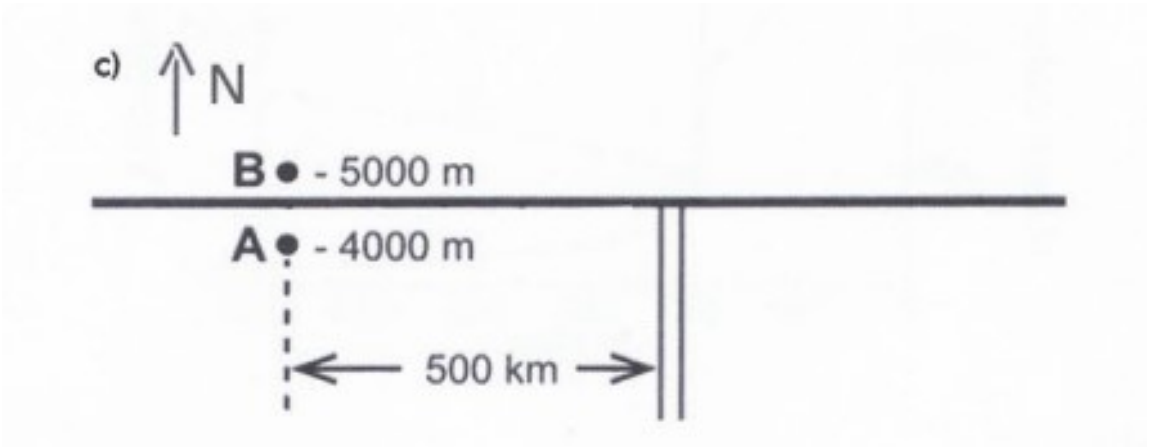
b. **Confrontez la position du Moho calculée précédemment à celle proposée dans le modèle.**

Dans ce secteur l'érosion moyenne est de l'ordre de 0,5 mm/an.

Question 5. En supposant que seule l'érosion intervient (et non des processus tectoniques), calculez en combien de temps le secteur de Briançon atteindra 500 m d'altitude.

NOM :
Prénom :

A rendre avec la copie

Partie 1 : Quelques aspects de la géologie de l'océan Atlantique

<u>Document 1.2 :</u>
c) Schéma théorique d'une dorsale océanique orientée Nord-Sud, interrompue par une faille transformante orientée Est-Ouest. Seule la partie sud de la dorsale est ici représentée.