

19.07 / 20

Epreuve - Matière : 103

3762

Session : 2025

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuillet officiel, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Remplir soigneusement le cadre relatif au concours OU à l'examen qui vous concerne.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuillet officiel.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) sur le nombre total de pages que comporte la copie (y compris les pages vierges).
- Placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre de numérotation des pages.

Le géotherme Terrestre

Introduction

La Terre est la 3^e planète du système. C'est une planète tellurique, elle est essentiellement rocheuse et elle présente à sa surface un ensemble d'activités qui montre qu'elle est dynamique au niveau de ses enveloppes internes et externe. En faisant des comparaisons avec d'autres corps du système solaire, on constate que la Terre est très active. En effet il semble par exemple que les volcans de Mars sont éteints. La Terre fait 12740 km de diamètre pour une masse de $5,97 \times 10^{24}$ kg. Mars est beaucoup plus petit et cette différence semble être liée à l'activité de la planète. En effet plus une planète est imposante plus sa chaleur interne (le géotherme) semble

19.07 / 20

important.

Comment peut-on expliquer l'origine de cette chaleur interne (du géotherme)[↑] et comment peut-on la lier aux différents phénomènes actuels passé et futur de la planète ?

Pour aller dans notre étude expliquer l'origine du géotherme
Pour ensuite lier le géotherme aux activités terrestres. Enfin
nous verrons l'évolution passé et futur du géotherme et les
conséquences sur Terre.

I) L'origine du géotherme terrestre.

A) La mise en évidence du géotherme

1) Les forages sur Terre et la mesure directe du géotherme.

On constate dans les mines de charbon que la température augmente avec la profondeur.

En effet on peut mesurer directement cette température et voir que le gradient est de $3^\circ/100\text{m} \rightarrow 30^\circ\text{C}/\text{km}$. Ceci est une moyenne mais verrons des variations par la suite.

On ne peut ^{faire de} forage trop profond par manque de technique et de moyen. Le maximum est de 10 km environ.

Mais alors comment peut-on étudier le géotherme de la Terre il y a encore 6360 km à mesurer. On doit utiliser des méthodes indirectes.

2) Les ondes sismiques et la mesure du géotherme.

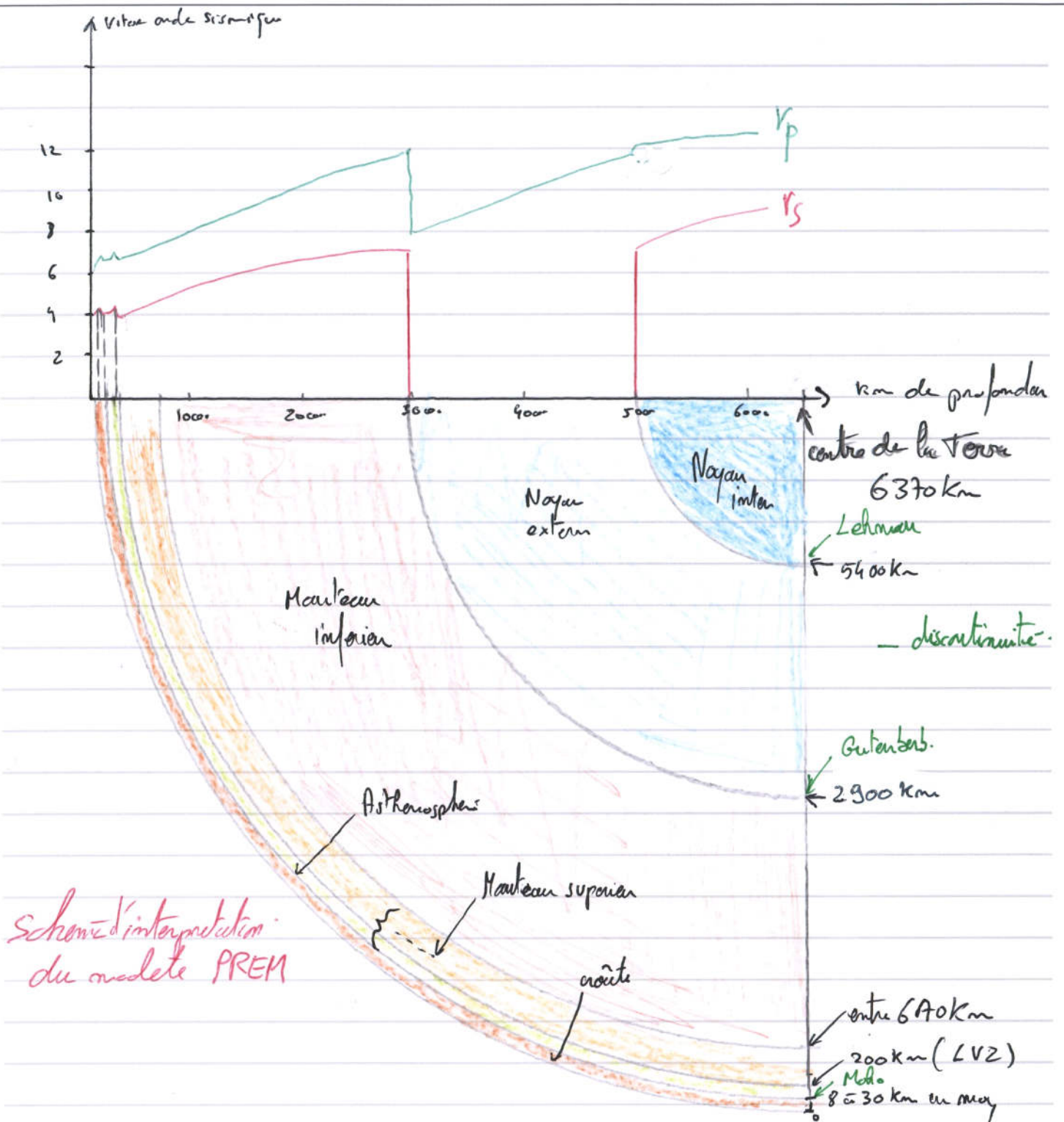
- Mise en garde

Grâce à la vitesse des ondes sismiques :
$$V_p = \sqrt{\frac{k + \frac{4}{3}\mu}{\rho}} \quad V_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$$

 k : module d'incompressibilité
 μ : module de cisaillement
 ρ : la masse volumique
(km/s) (km/s)
onde de volume

On peut voir la vitesse des ondes en fonction de la profondeur. On voit des variations de vitesse qui montrent des variations internes de la Terre.

Pour cela on voit un schéma du modèle PREM et son interprétation.



Ainsi on peut constater que la Terre est formée de plusieurs couches.
Comment connaître le géotherme sur l'ensemble des couches

Les variations de vitesse sont dues à la densité des matériaux traversés
puis cela dépend de ρ = la masse volumique

Si la vitesse change la densité change car la densité est modifiée.
La température peut faire varier la densité. Mais il faut connaître la composition interne de la terre

19.07 / 20

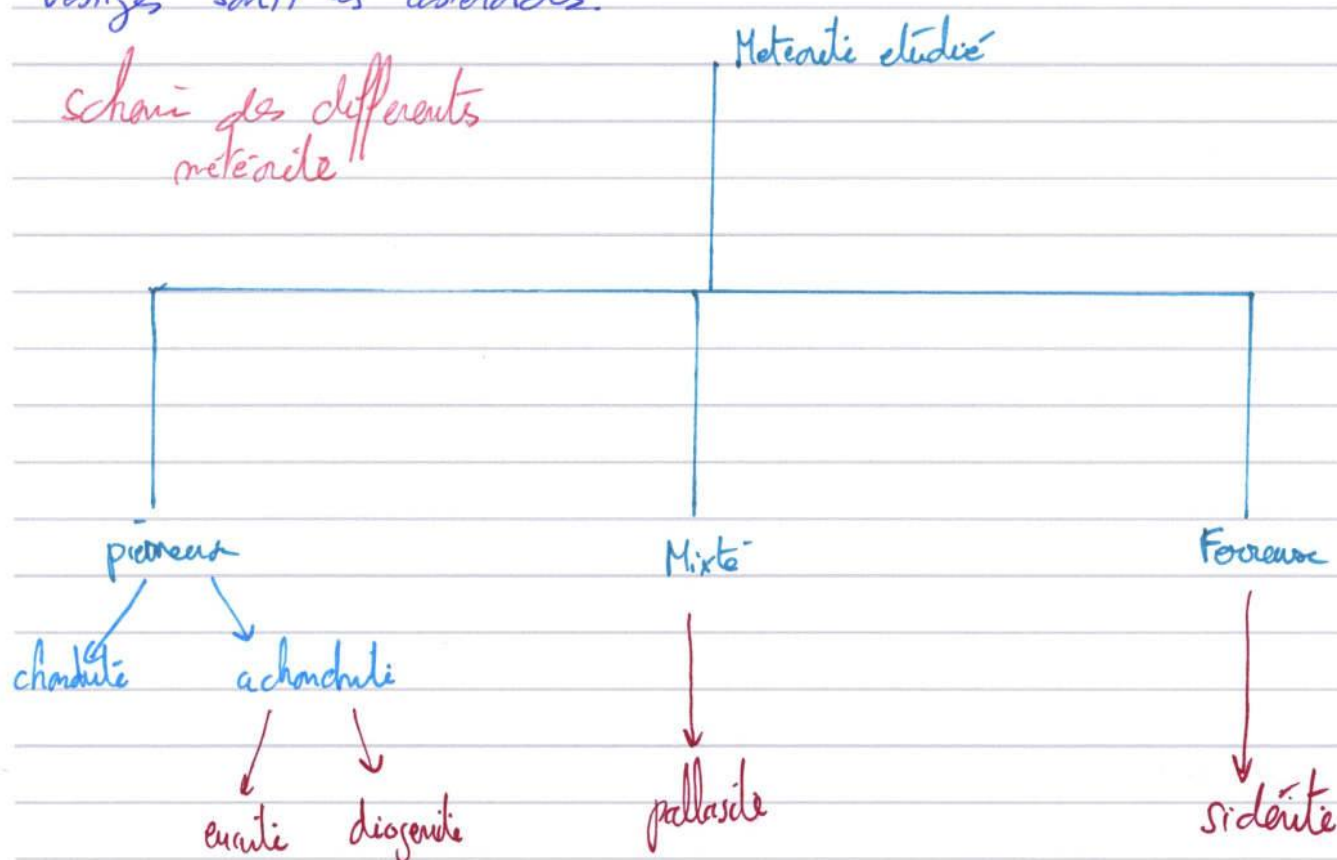
Epreuve - Matière : Session :

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuillet officiel, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Remplir soigneusement le cadre relatif au concours OU à l'examen qui vous concerne.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuillet officiel.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) sur le nombre total de pages que comporte la copie (y compris les pages vierges).
- Placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre de numérotation des pages.

— la composition interne de la Terre

La Terre est formée par les matériaux stellaires d'origine dont les vestiges sont les astéroïdes.

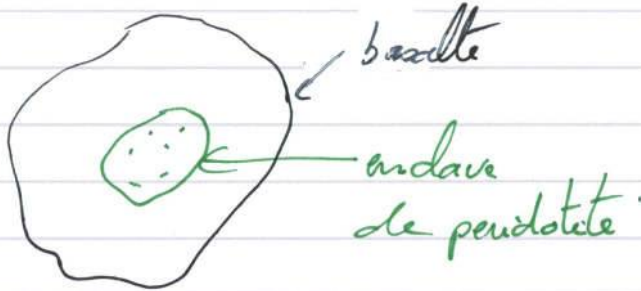


On peut identifier grâce à cela les roches sur Terre. La Terre a été formée par des chondrites hors la densité à la surface de la Terre est de 2,7 (croûte continentale), 2,9 (croûte océanique).

19.07 / 20

La Terre globale a une densité de 5,2. Cette différence s'explique par une matière dense en profondeur.

Des roches nous montre que sur la croûte il y a une enveloppe de péridotite.



la densité de 3,3 à 3,4 ne suffit pas. On peut le voir avec les densités.

On voit de 2800 km à 5100 km et à 6370 km une transition profond donc plus dense. Le noyau métallique montre que c'est formé de Fer et de Nickel. La en intégrant ces informations on a la densité de la Terre de 5,2.

La limite entre le manteau et le noyau est visible par la paléomagnétique.

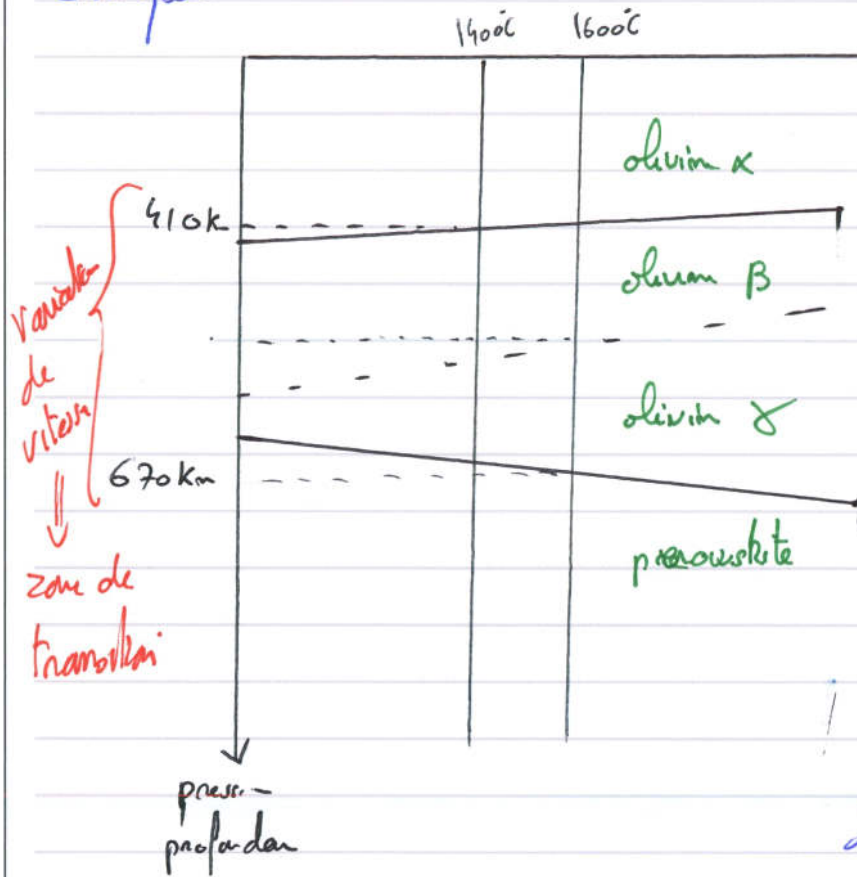
Les roches extraterrestres sont des vestiges de planétoïde détruite au début du système solaire.

On connaît la structure interne de la Terre. Donc avec les profondeurs connues on peut estimer les pressions et il faut trouver la température pour cela on utilise des enclumes à diamant.



L'échantillon va correspondre à la péridotite (Matériaux du manteau).

A 410 km et 670 km il y a des modifications de vitesse de ondes sismiques



En laboratoire nous pouvons voir que de 410 km à 670 km la peridotite composée d'olivine, de orthopyroxène et clinopyroxène, voit sa composition varier.

La composition est pareil mais leur minéralogie changeant de structure (plus compact)

Les températures correspondantes sont de 1400°C et 1600°C

Donc on peut avoir un point d'ancrage de la mesure du géotherme

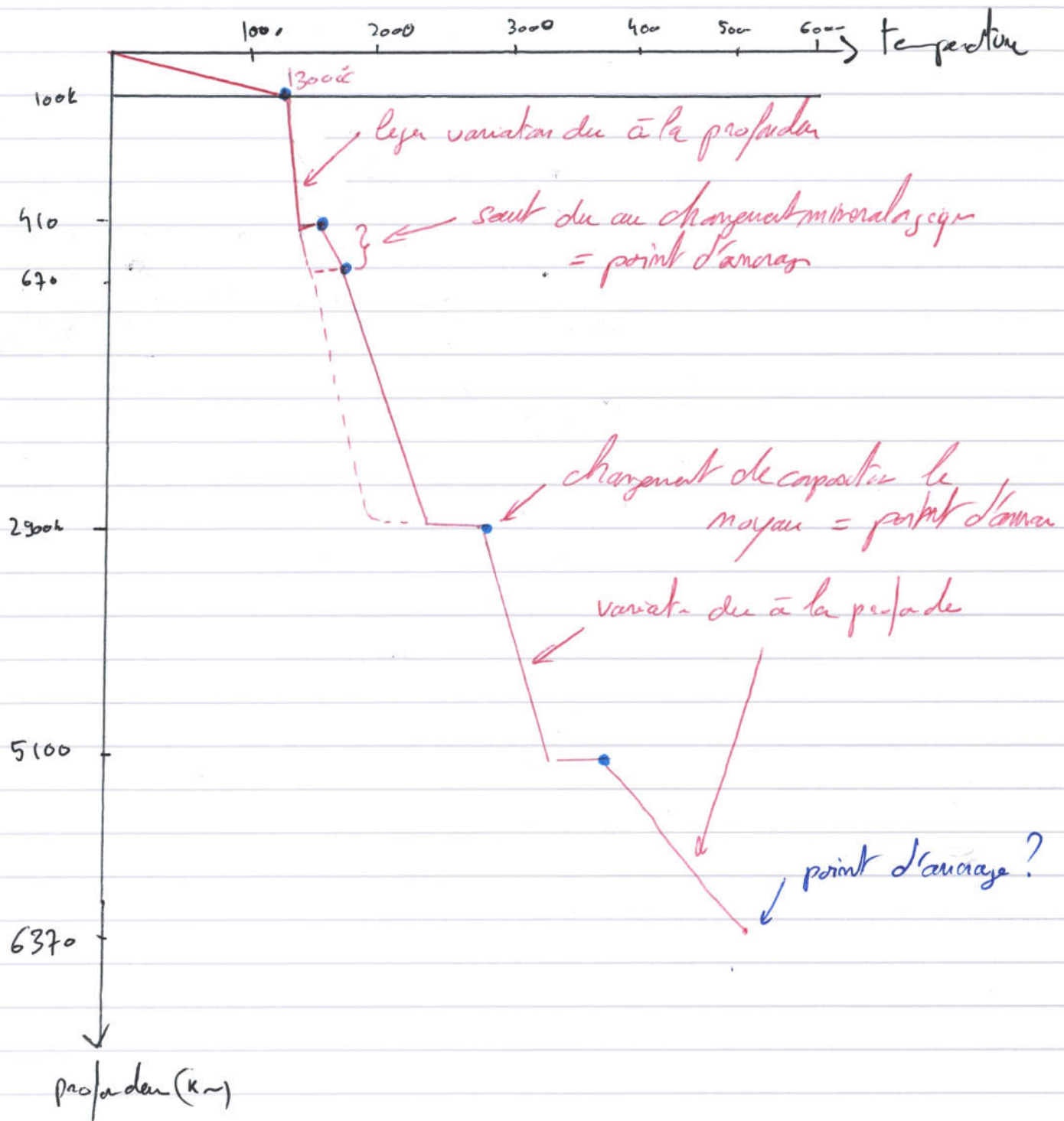
Comment trouver de 670 à 2900 km et de 2900 à 5100 et 6370 °C.

3) Mesure du géotherme du noyau.

De 670 km à 2900 km il n'y a pas de variation de vitesse. Mais à 2900 km l'onde S disparaît. Cette onde ne peut se propager dans le milieu liquide donc le noyau formé de Fe et Ni est liquide. On utilise cette déduction pour estimer la température de fusion du Fe/Ni (avec différentes proportions) au pression du noyau. On obtient une température de 3800°C à 2900 km et 4000°C vers 5100 km et le noyau redevenant solide.

La gravité solide et de composition stable nous permet de déduire la température du centre de la Terre : 6000°C environ

On peut résumer le géotherme et son origine



Schema resumant les points d'ancrages et la modelisation du géotherme.

On peut se demander d'où provient la chaleur interne de la Terre, l'origine du géotherme?

19.07 / 20

Epreuve - Matière : 103

3762

Session : 2025

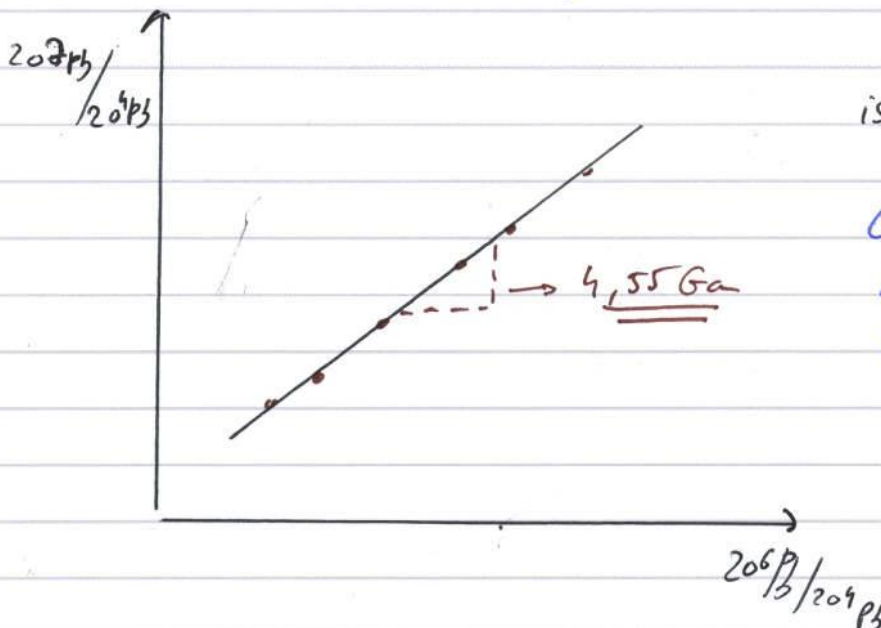
CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuillet officiel, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Remplir soigneusement le cadre relatif au concours OU à l'examen qui vous concerne.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuillet officiel.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) sur le nombre total de pages que comporte la copie (y compris les pages vierges).
- Placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre de numérotation des pages.

B) Origine du géotherme.

1) Origine du géotherme : accretion planétaire

On a vu que la Terre a été formée par des matériaux, corps célestes d'origine. Il y a 4,5 milliard d'années ces objets ont réalisé l'accrétion planétaire. La chute des corps a libéré une énergie phénoménale. Cependant cette énergie n'explique l'ensemble du géotherme.



isochrone de Patterson

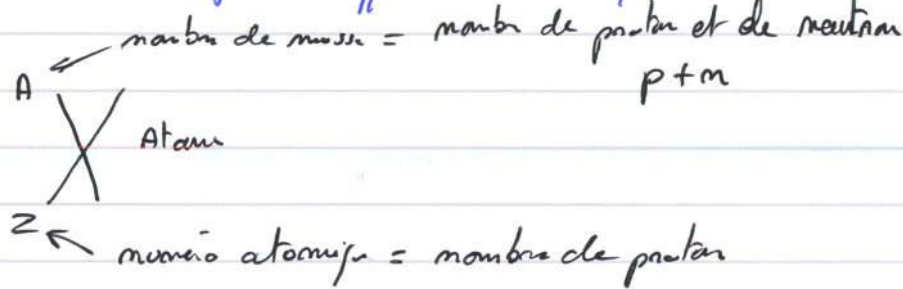
On peut estimer l'âge de l'accrétion. Le temps écoule permet de déterminer la dissipation de cette énergie primordiale

19.07 / 20

Une énergie qui n'est pas suffisante pour expliquer le géotherm

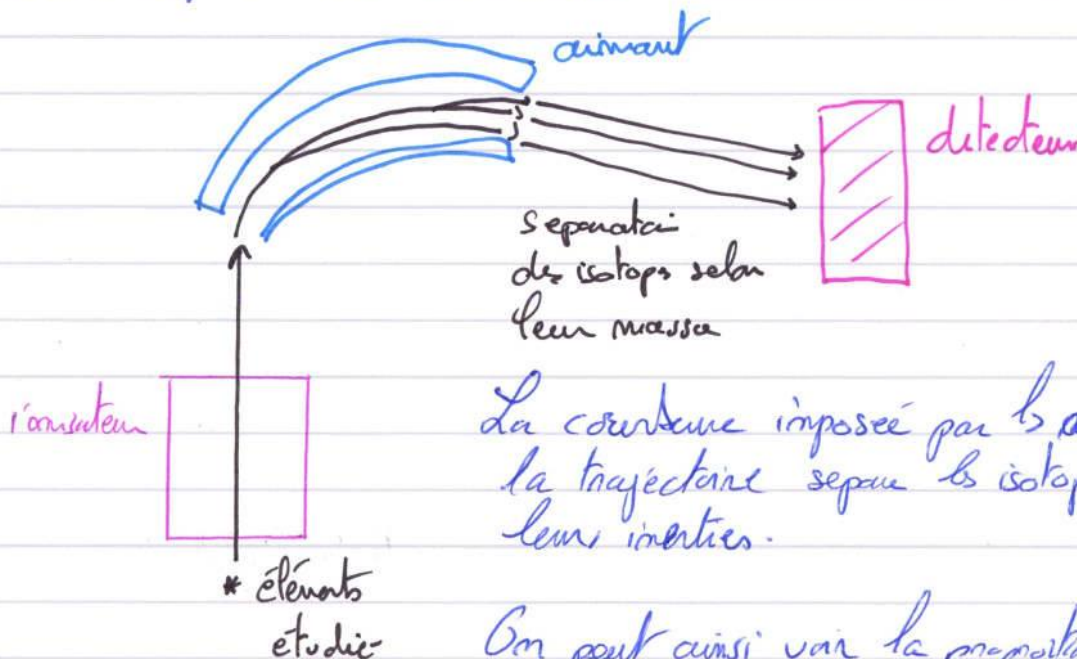
2) Le géotherm s'explique par la radioactivité interne de la Terre

Un élément radioactif est un atome instable. Dans la nature les atomes ont des isotopes différents car il y a un nombre de neutron variable



Certains isotopes instables se désintègrent et libèrent de l'énergie.

Sur Terre il y a dans le manteau des éléments radioactifs que l'on peut identifier. On peut aussi mesurer les différents isotopes via un spectromètre de masse.



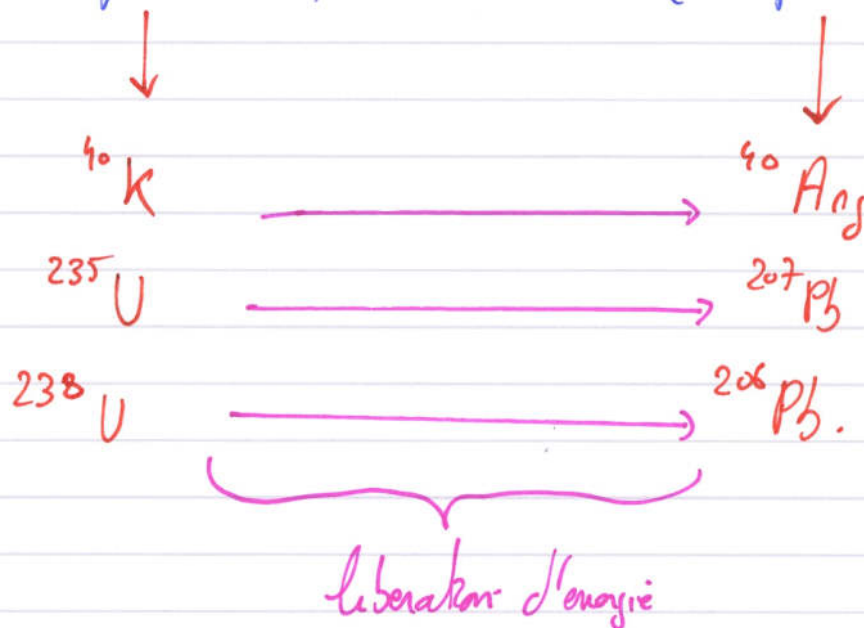
La courbure imposée par l'aimant dans la trajectoire sépare les isotopes suivant leur inertie.

On peut ainsi voir la proportion d'isotope à l'intérieur de la Terre

10 / 40

Il y a notamment différents couple.

L'élément père se désintègre en élément fils
(isotope instable) (isotope radiogénique)



Le manteau fait 70% de la masse de la Terre mais 86% du volume il y a donc beaucoup d'éléments radioactifs
la libération d'énergie qui en résulte explique le géotherme

C'est la source principale d'énergie sur Terre

Il y a une dernière source

3) L'accrétion de la grain

Le noyau externe liquide se refroidit au cours du temps
il cristallise et libère en même temps de l'énergie à l'origine de l'énergie

Pour augmenter d'un degré l'eau il faut 4,18 kJ.mole

C'est la capacité thermique de l'eau. L'impression est vraie, il y a libération d'énergie. Le Fe a les mêmes propriétés.
Sa cristallisation libère de l'énergie, source de chaleur et donc du géotherme.

Pour Avons vu l'origine du géotherme. Comment affecte-t-il la Terre?

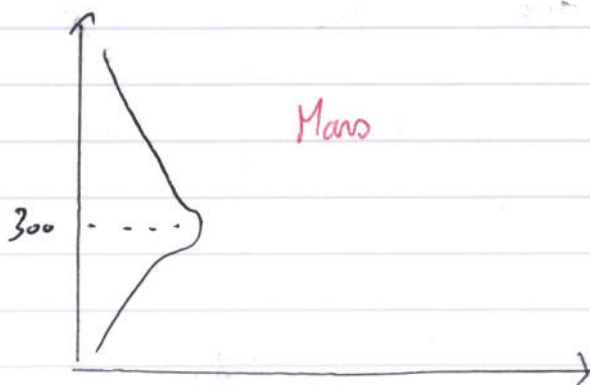
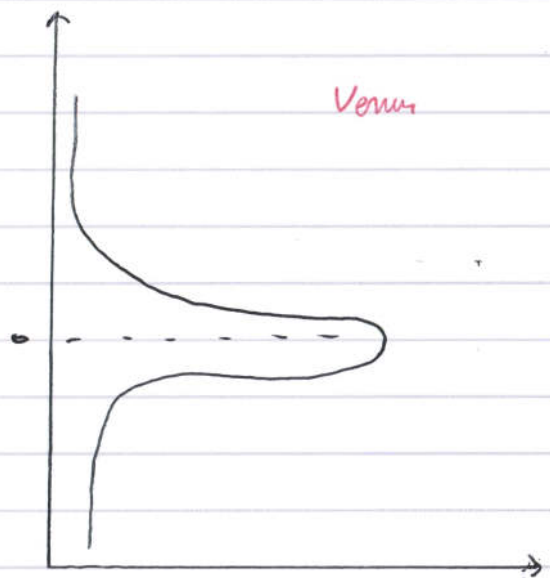
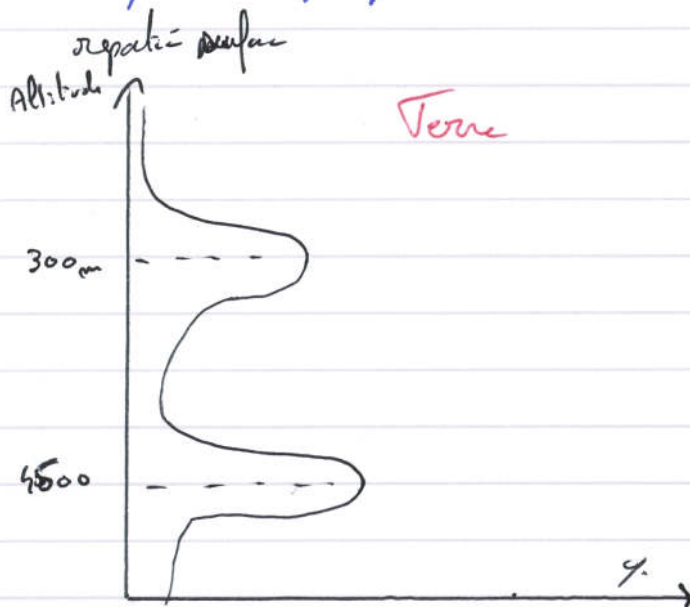
III) Les conséquences du géotherme sur l'activité interne de la Terre

A) Le géotherme est à l'origine de la dissipation de la chaleur en surface



Mesure de la dissipation de l'énergie interne (W/m^2)

On constate que l'énergie interne ne se dissipe équitablement à la surface il y a des zones où l'énergie se dissipe plus. En effet la Terre présente une activité à l'origine de cette observation : la tectonique des plaques.



La Terre est la seule planète ayant une répartition bimodale de l'énergie en surface. Cela est dû à la tectonique et le mode de dissipation de l'énergie interne

19.07 / 20

Epreuve - Matière : 103 3762 Session : 2025

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuillet officiel, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Remplir soigneusement le cadre relatif au concours OU à l'examen qui vous concerne.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuillet officiel.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) sur le nombre total de pages que comporte la copie (y compris les pages vierges).
- Placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre de numérotation des pages.

et du du géotherme.

Si on regarde les activités on mesure des gours de l'énergie de l'énergie, du géotherme on constate du volcanisme, des séismes. Cela est dû à une remontée de chaleur interne.

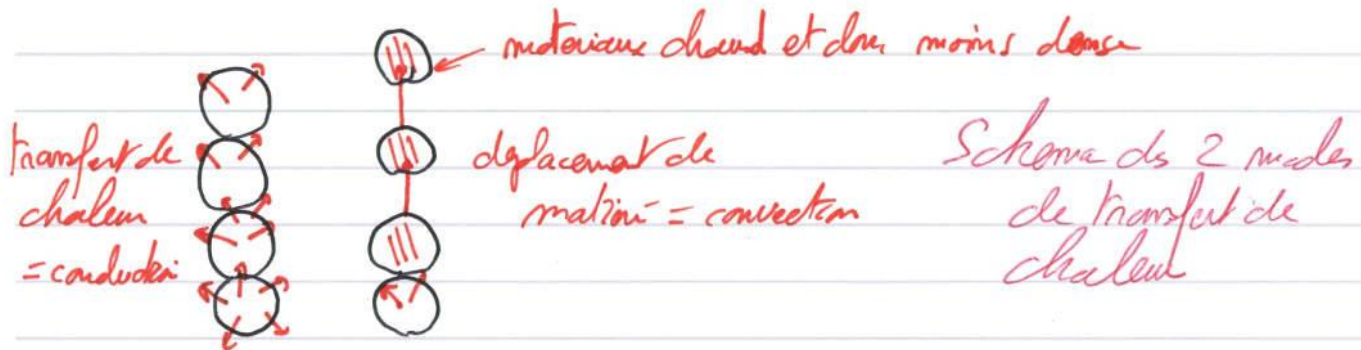
2) Le géotherme crée une dynamique de l'enveloppe interne : la tectonique des plaques et les mouvements de convection.

- Mise en évidence
Nous avons vu les composants de la Terre interne. Comment la chaleur s'y propage.

On peut expérimentalement chauffer une roche et voir comment la chaleur s'y dissipe. On peut établir des lois comme la loi de Fourier.

Ainsi on peut constater qu'une roche peut avoir 2 manières de transférer la chaleur :
— par conduction
— par convection

19.07 / 20



La conduction va dépendre de la nature de la roche de sa capacité de dilatation et de diffusion.

La convection va dépendre de plusieurs paramètres : le nombre de Rayleigh = Ra

nombre sans dimension $\rightarrow Ra = \frac{\alpha \times g \times \Delta T \times d^3}{\kappa \times \nu}$

Annotations for the formula:
 α : K^{-1}
 g : $m \cdot s^{-2}$
 ΔT : K
 d^3 : m^3
 κ : $m^2 \cdot s^{-1}$
 ν : $m^2 \cdot s^{-1}$

α = coefficient de dilatation

g = pesanteur

ΔT = différence de température

d = épaisseur / profondeur

κ = coefficient diffusion

ν = viscosité

Si $Ra > 1000$ il y a convection

hors dans le manteau $Ra \gg 1000$

Il y a donc un mouvement de matière qui permet un transfert de chaleur dans le manteau.

14 / 20

- observation indirecte des mouvements: La tomographie sismique



Principe de la tomographie
 ① roche froide Sismique
 ② roche chaude

↪ onde sismique

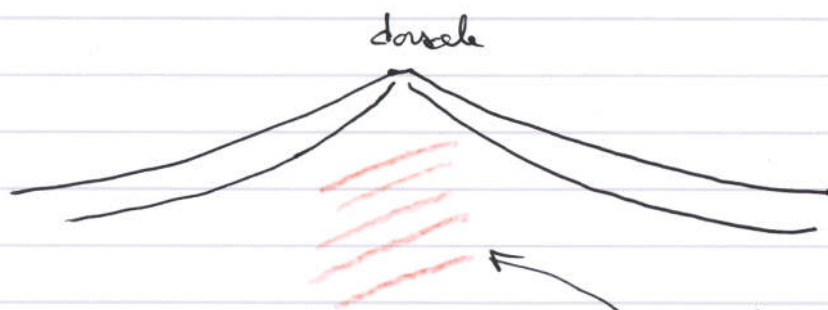
* foyer

▷ Mesure / station sismique

En comparant avec un modèle PREM théorique on peut constater des variations de vitesse des ondes sismiques

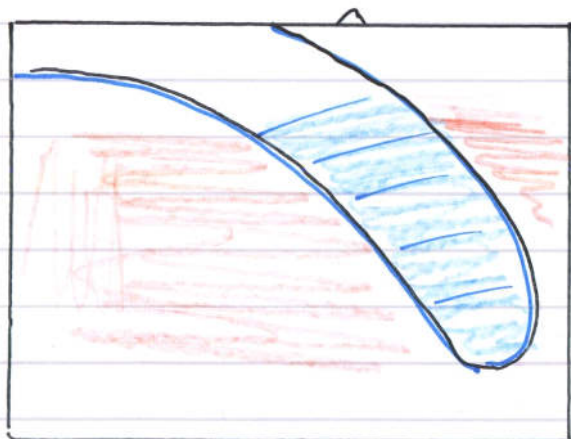
- Si il y a une anomalie positive $\oplus$ l'onde est arrivée plus vite. La traversée d'un matériau froid et dense explique la variation observée

Si l'anomalie est négative c'est l'inverse. le matériau est chaud et moins dense.



Sous la dorsale il y a un matériau chaud qui remonte par convection

Anomalie de vitesse $\ominus$



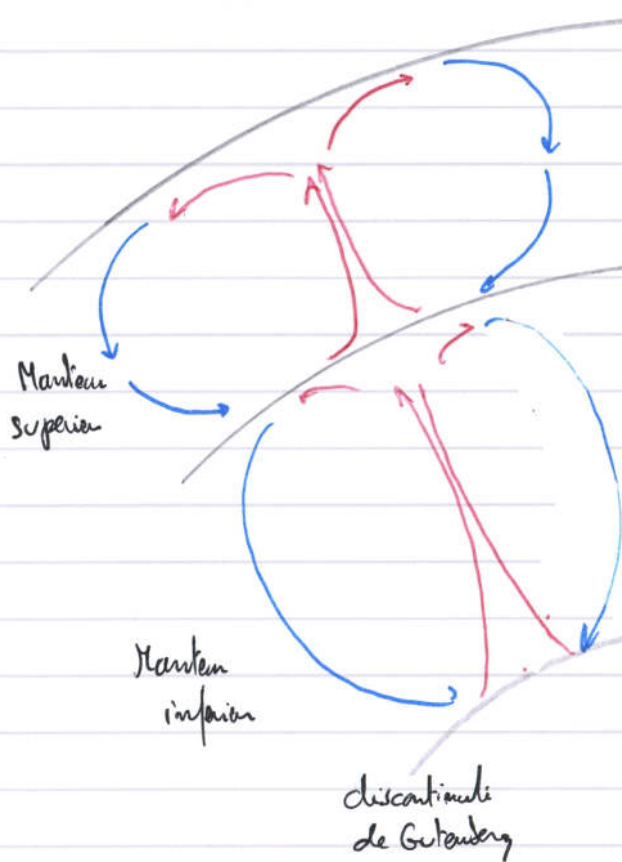
Inversons! On trouve des zones sur Terre avec du matériel froid donc qui va descendre suivant les mouvements de convection

- Les dorsales sont des zones de remontée mantellique
- Les marges actives (saison et volcan) zone où la matière fond et donc plonge dans le manteau

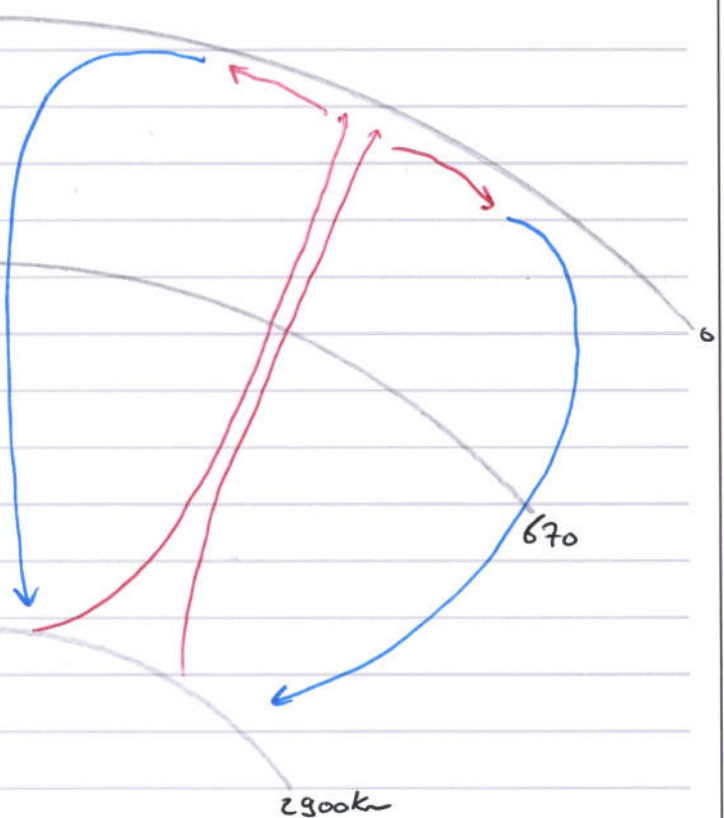
On peut établir un modèle de la tectonique des plaques :

- à une cellule } les 2 s'observent indirectement par les méthodes décrites.
- à deux cellules }

Modèle convectif à 2 cellules



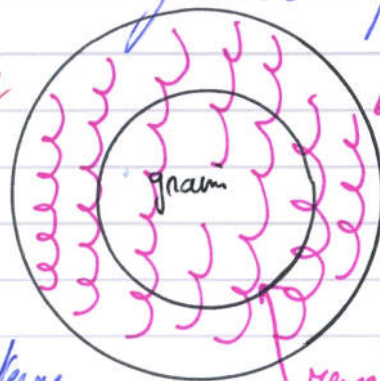
Modèle convectif à une cellule



La dissipation de la chaleur du géotherme forme une dynamo du Manteau mais aussi du noyau

schéma du mouvement du noyau externe

Le noyau externe aussi a des mouvements de convection qui via la rotation de la Terre forme des tour. cela est à l'origine de la dynamo interne



! représentation du liquide sous la gram

19.07 / 20

Epreuve - Matière : 103 3762 Session : 2025

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuillet officiel, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Remplir soigneusement le cadre relatif au concours OU à l'examen qui vous concerne.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuillet officiel.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) sur le nombre total de pages que comporte la copie (y compris les pages vierges).
- Placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre de numérotation des pages.

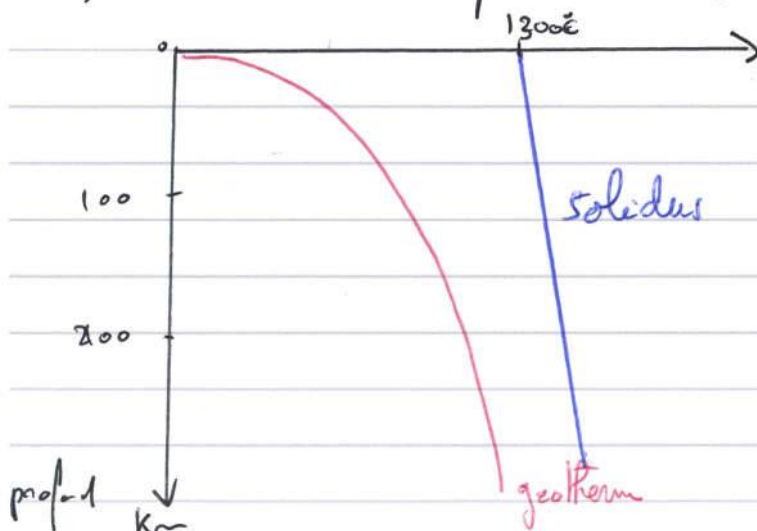
C'est à dire de la formation du champ magnétique

Le géotherme a donc un effet sur la limite de plaque
que l'on va détailler

B) Les limites de plaques, zone d'activité dissipant
la chaleur du géotherme.

On va d'abord étudier le volcanisme

1) Le volcanisme permet de dissiper la chaleur interne

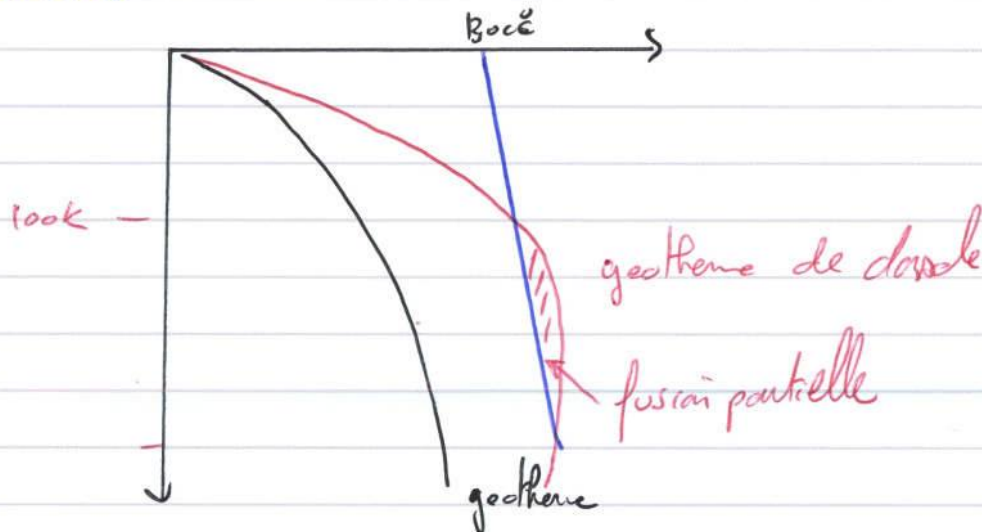


Suivant le géotherme
classique on constate que
ce dernier ne croise pas le
solides de la peridotite.
(1275°C)

17/40

19.07 / 20

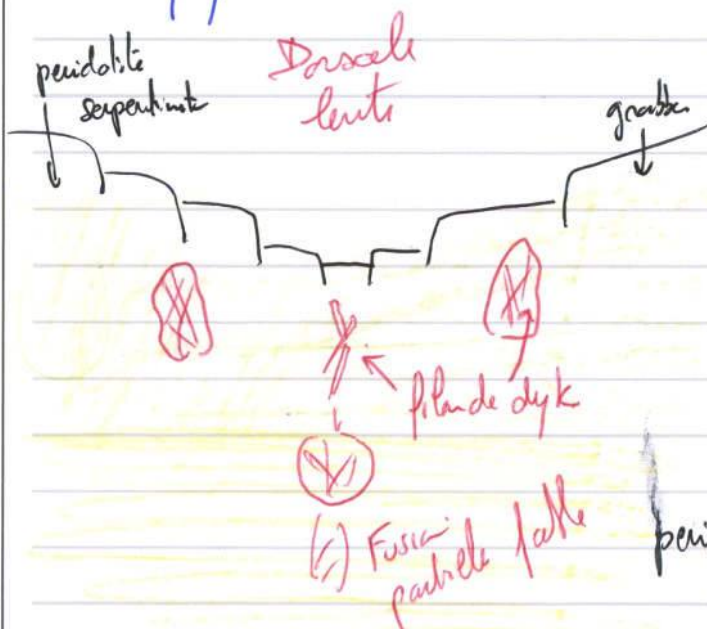
On a vu que dans certains cas du matériau chaud remonte.
 Cette remontée se fait de manière adiabatique (sans perte de chaleur)



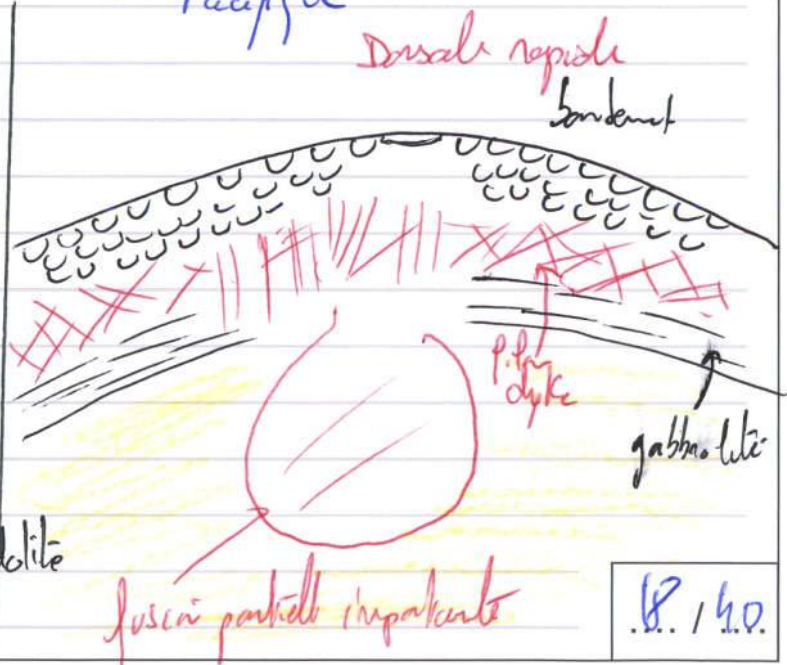
Sous les dorsales du matériel chaud remonte et le géotherme croise le solide. Donc il y a fusion partielle et formation de magma (basaltique).

On constate suivant le zones de dorsales différentes.

- Atlantique



Pacifique



18 / 40

L'observation de 2 types de dorsale permet de dire qu'il existe que le géothème n'est pas le même et la conséquence n'est pas la même.

- Une dorsale rapide $\rightarrow$ flux de chaleur important et fusion partielle importante

- Dorsale lente $\rightarrow$ faible fusion partiel. et donc croûte serpentinisée. (On revient après cette notion).

La croûte en place de la croûte océanique a donc 2 modalités selon le géothème.

Cette différence engendre des taux de fusion différents, hors le taux de fusion influence la nature et le devenir du magma.

Suivant la nature de la roche et la température la fusion va engendrer des roches différentes.

Déjà suivant le taux de fusion les éléments incompatibles ou compatibles seront plus ou moins mobilisés.

Et suivant le coefficient de partage $D = \frac{X_S}{X_L}$

X_S = proportion dans le solide

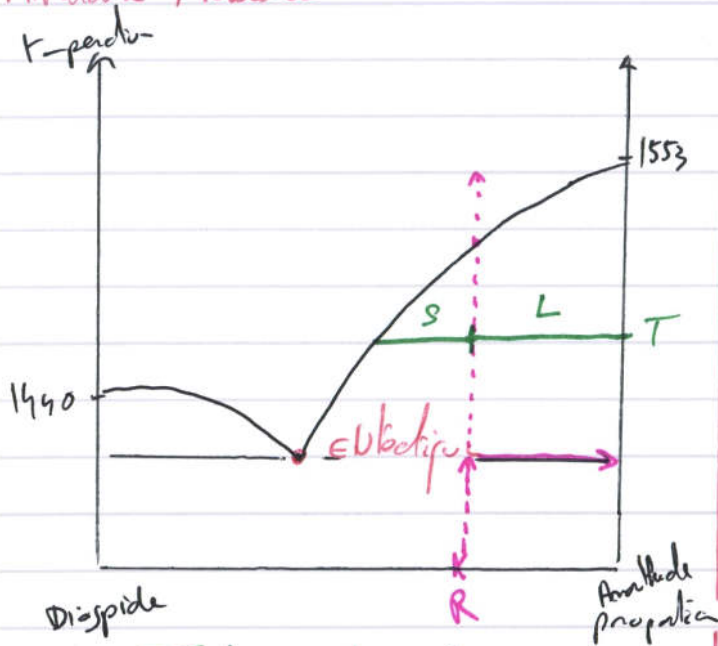
X_L = proportion dans le liquide

On peut déterminer si un élément est compatible : reste dans la roche malgré une forte température $D > 1$

- incompatible : passe dans le liquide lorsque la température dépasse le solide $D < 1$

Cela dépend des éléments de la roche

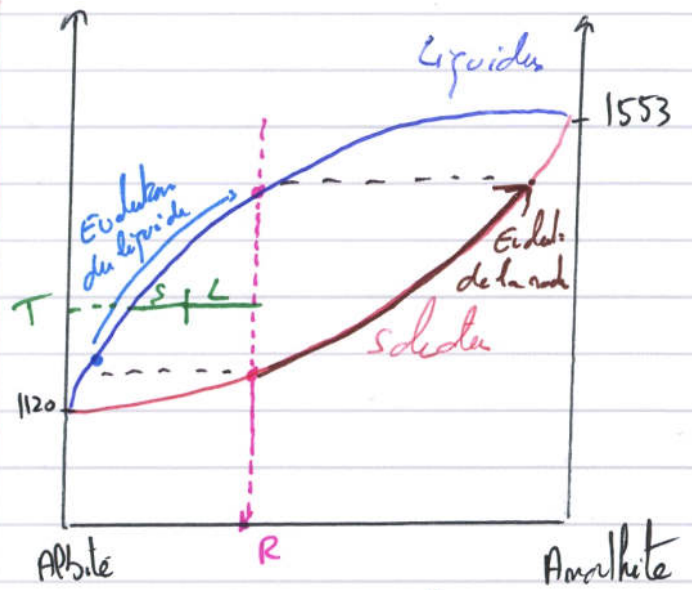
Magmaux Miscible



T : température donnée -
taux de fusion $\frac{S}{S+L}$ (= %)

Selon cette roche 2 éléments
Son non miscible, le premier liquide
aura la composition de
l'élément qui a disparu
d'un élément on peut déterminer
le taux de fusion

Magmaux non miscible



Taux de fusion $\frac{L}{L+S}$ (%) pour une
température donnée T.

Les 2 éléments sont miscibles car
proche : 2 feldspaths.
On peut suivre la fusion et
déterminer le taux de fusion.

On utilise ces données en analysant une roche pour déterminer son taux de fusion.

Au niveau de la dorsale le taux de fusion est de 15 à 25%
Le taux de fusion est différent ailleurs.

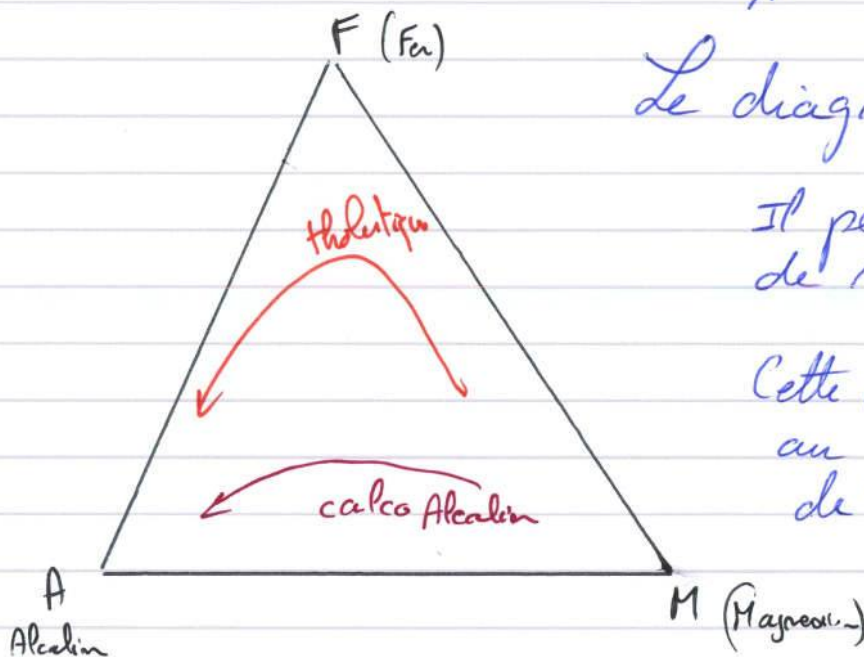
2) Le volcanisme intraplaque : une anomalie du géotherme.

On retrouve des volcans en dehors des limites de plaques.

19.07 / 20

Suivant le géothème et la nature du magma on ne retrouve pas la même lave et le même rocher

La série sub alcaline présente des différences



Le diagramme TAS

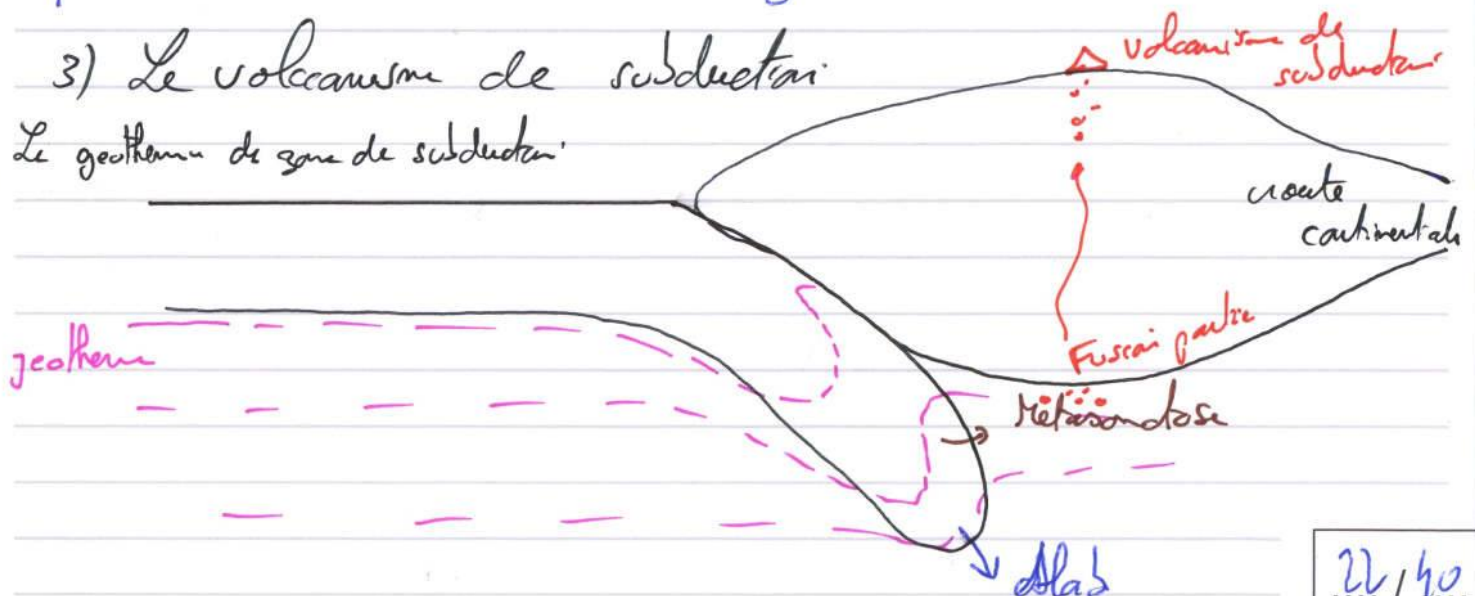
Il permet voir deux types de magma sub alcalin

Cette différence est due au pouvoir oxydant de l' O_2 qui va intégrer le Fe dans les roches calco alcalin

Où vient ce pouvoir oxydant ? On retrouve ce volcanisme produisant cette lave dans les zones de subduction.

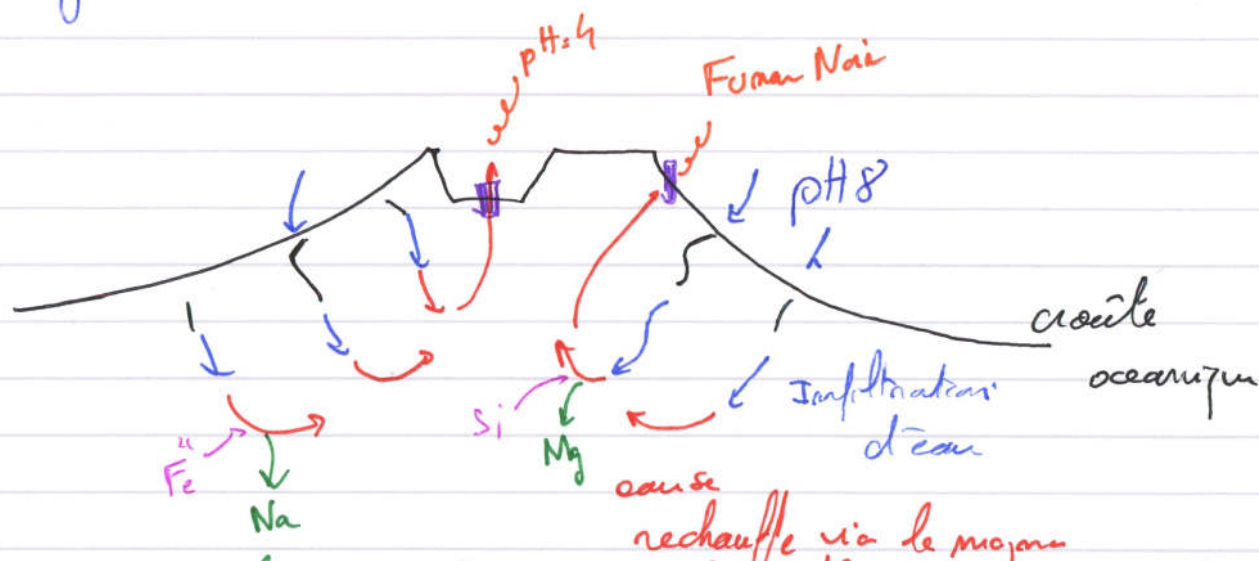
3) Le volcanisme de subduction

Le géothème de zone de subduction



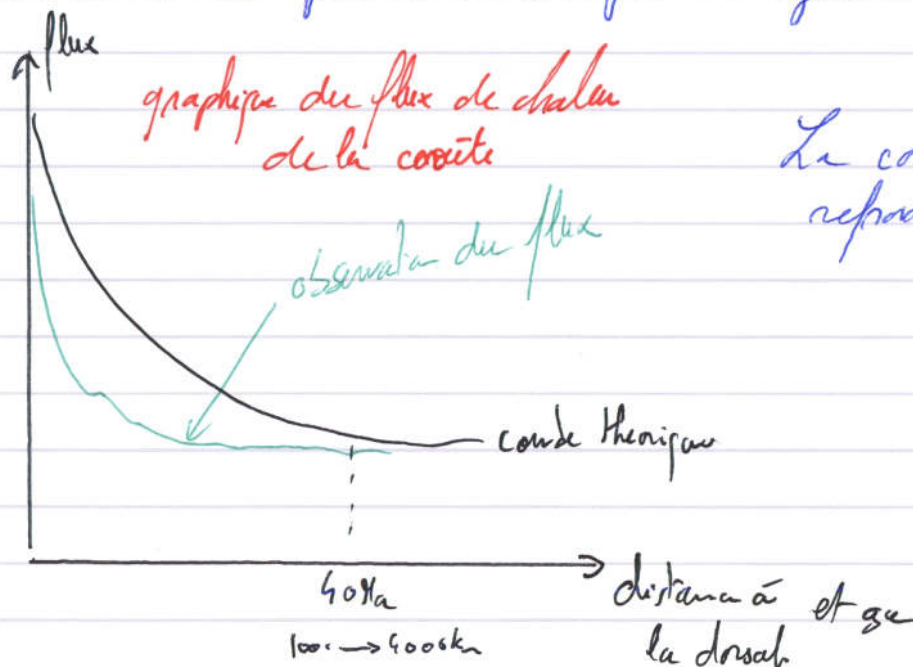
22/40

La croûte océanique après sa formation subit des modifications avec le géotherme.



- certains ions sont échangés avec l'eau vers les roches
- l'eau passe des roches aux liquides

L'eau interagit avec la roche de la croûte océanique chaude elle se réchauffe échange des éléments devient plus acide réactive : ce phénomène dirige le géotherme.



La croûte océanique se refroidit plus vite via l'eau

Cela modifie le domaine de stabilité des minéraux ex : la serpentinisation



Petit à petit la croûte océanique se modifie par refroidissement
 La contraction et la subsidence thermique

$$Z = \sqrt{\frac{2g\Delta\rho}{\rho_m}} t^{1/2}$$

profondeur de la croûte océanique

si $t = 25 \cdot 10^6$
 $t^{1/2} = 5 \cdot 10^3$

$Z = 9 \times 5 = 45$
 la croûte fera 45 km d'épaisseur

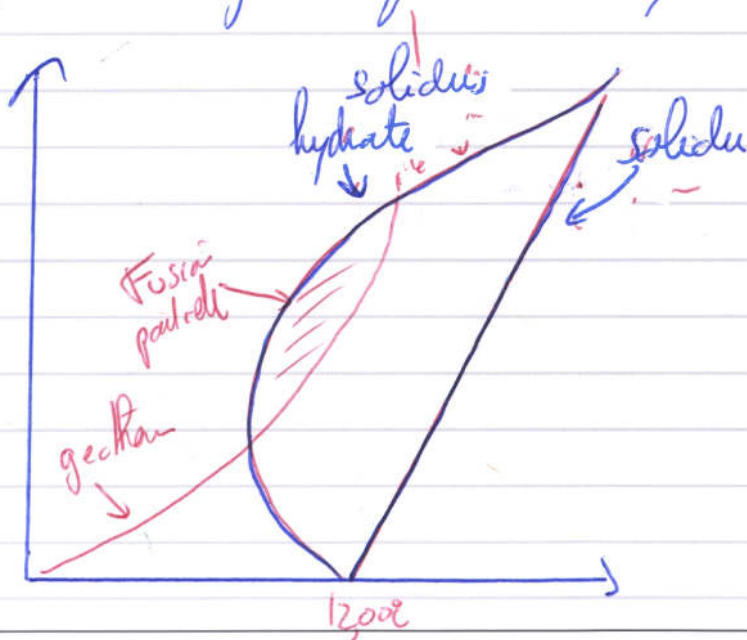
La croûte s'enfonce par subsidence. Associé à la subsidence tectonique et gravitaire le slab va par certains endroits plonger dans l'asthénosphère. La densité du slab sera la différence de densité (3,3) à cause des modifications minéralogiques (3,4)

Serpentine → glaucophane → Actinolite
 hornblende epidote

D'autre exemple de modification c'est que la croûte va s'hydrater c'est une métamorphisme hydrothermale

le hornblende et le glaucophane sont des minéraux hydratés

Lors de la subduction il y a métasomatose, les minéraux de la croûte libèrent l'eau dans le manteau. Le géotherme est suffisant pour une fusion partielle hydratée.



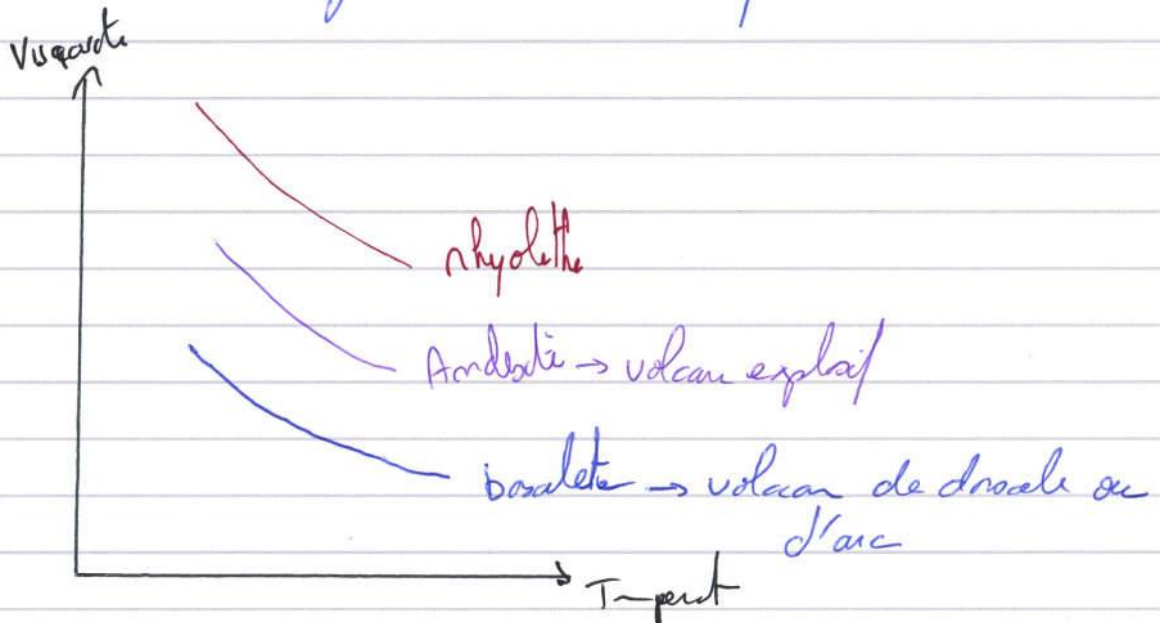
19.07 / 20

Epreuve - Matière : 103 3762 Session : 2025

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuillet officiel, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Remplir soigneusement le cadre relatif au concours OU à l'examen qui vous concerne.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuillet officiel.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) sur le nombre total de pages que comporte la copie (y compris les pages vierges).
- Placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre de numérotation des pages.

Donc le géotherm de subduction est particulier mais l'hydratation du manteau permet le fusion partiel et le volcanisme ici effusif.
En effet la lave est plus acide et visqueuse.



Le volcanisme explosif est donc plus dangereux il y a une
risque plus élevée dans ces régions que ce géotherm.

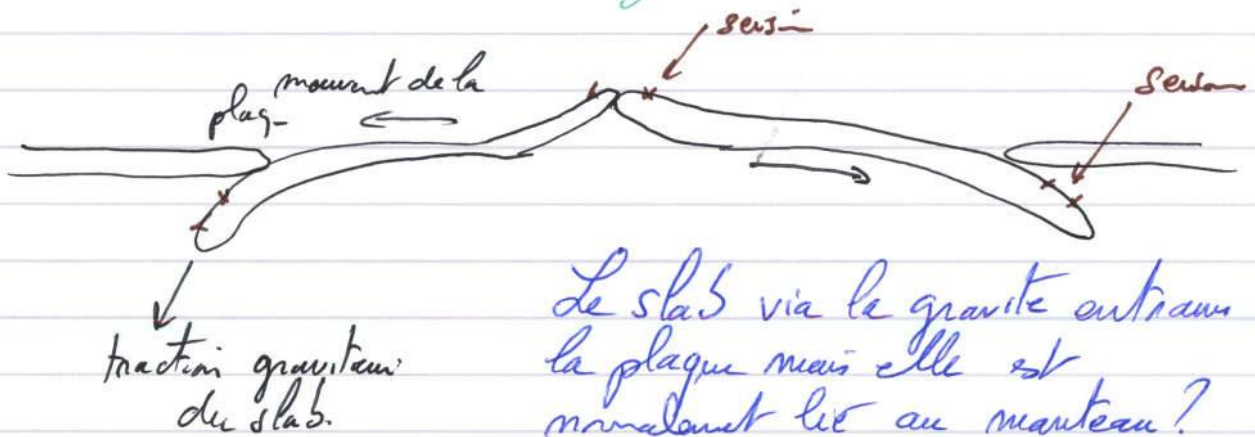
Risque = Alea x Enjeu

25 / 40

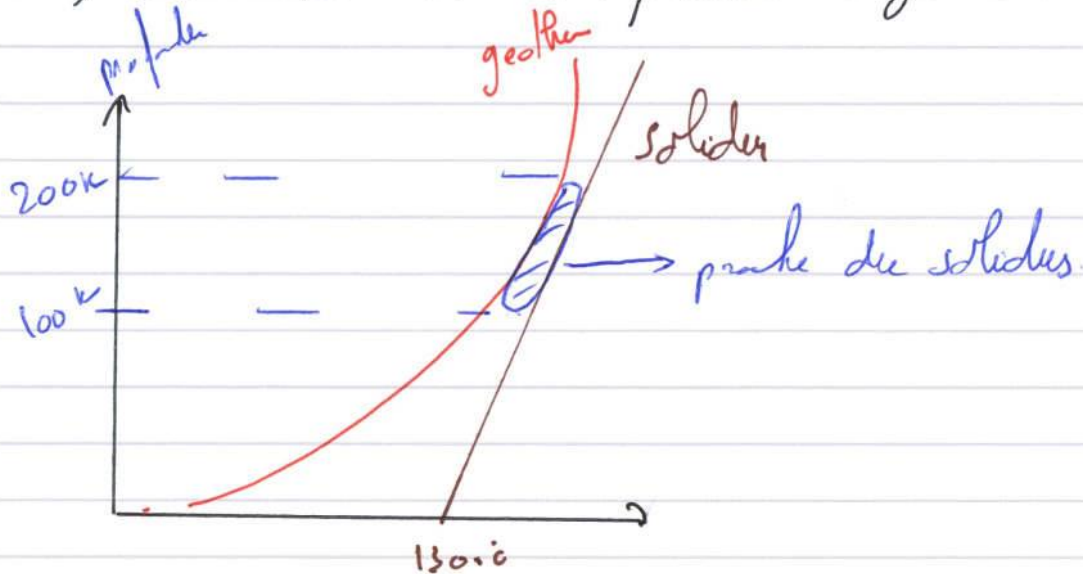
19.07 / 20

Le géotherme provoque d'entre autre activité -

C) Les séismes sont liés au géotherme.



1) La LVZ : une conséquence du géotherme

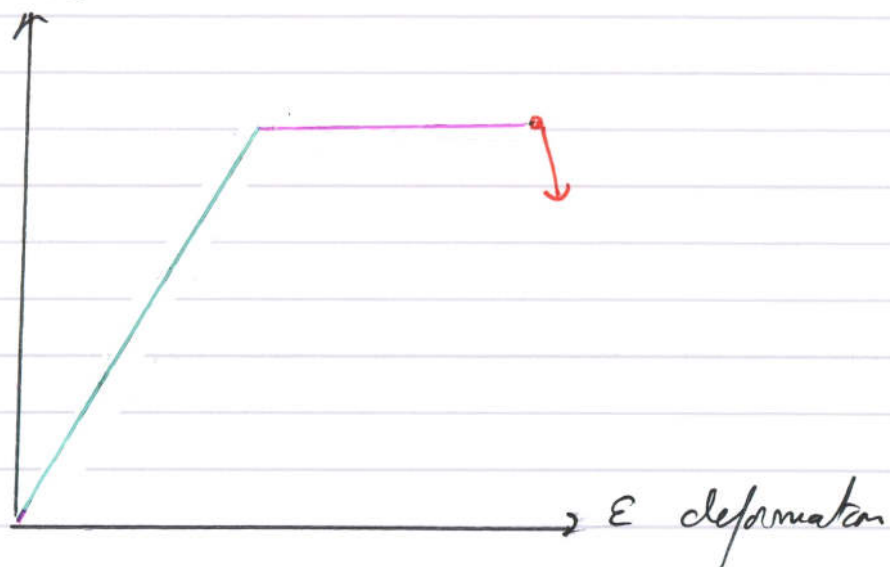


Comme le géotherme est proche des solidus la roche a un comportement différent.

- la rhéologie du manteau

26/40

$\sigma_1 - \sigma_3$ Contrainte déviatrice



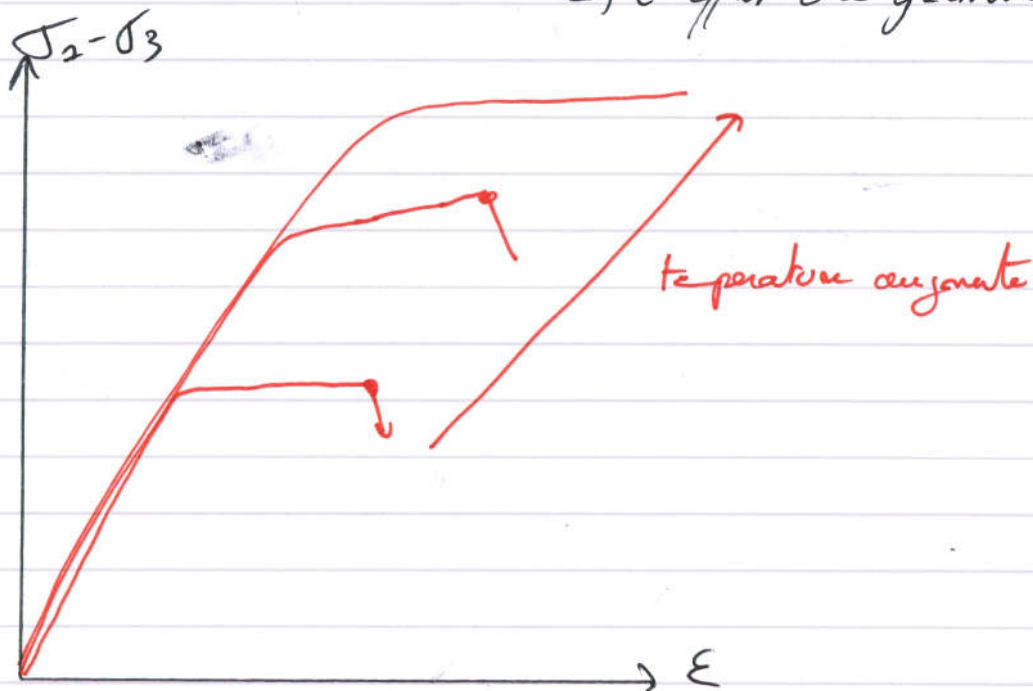
- déformation plastique
- déformation élastique
- rupture

Suivant la contrainte la roche peut soit se déformer mais revenir à son état initial (plus élastique)

Elle peut se déformer (plastique) ou rompre. La déformation est cassante.

Via une presse tri-axiale on peut mesurer le comportement de roche dans différentes conditions

2) l'effet du géotherme



Suivant la température la roche peut avoir un comportement différent. Ainsi le géotherme vers 100 à 200°C provoque un phénomène qui rend la roche ductile elle est non cassante.

De plus même si la contrainte ne varie pas il y va y avoir un fluage

On dit qu'il y a un découplage entre la lithosphère (croûte + manteau = 100km de profondeur) et l'asthénosphère

Cela engendre la tectonique des plaques et au limite de plaque la roche a un comportement cassant d'où le séisme.

On a vu le métamorphisme ce phénomène est plus complexe

C) Le métamorphisme et l'effet du géotherme

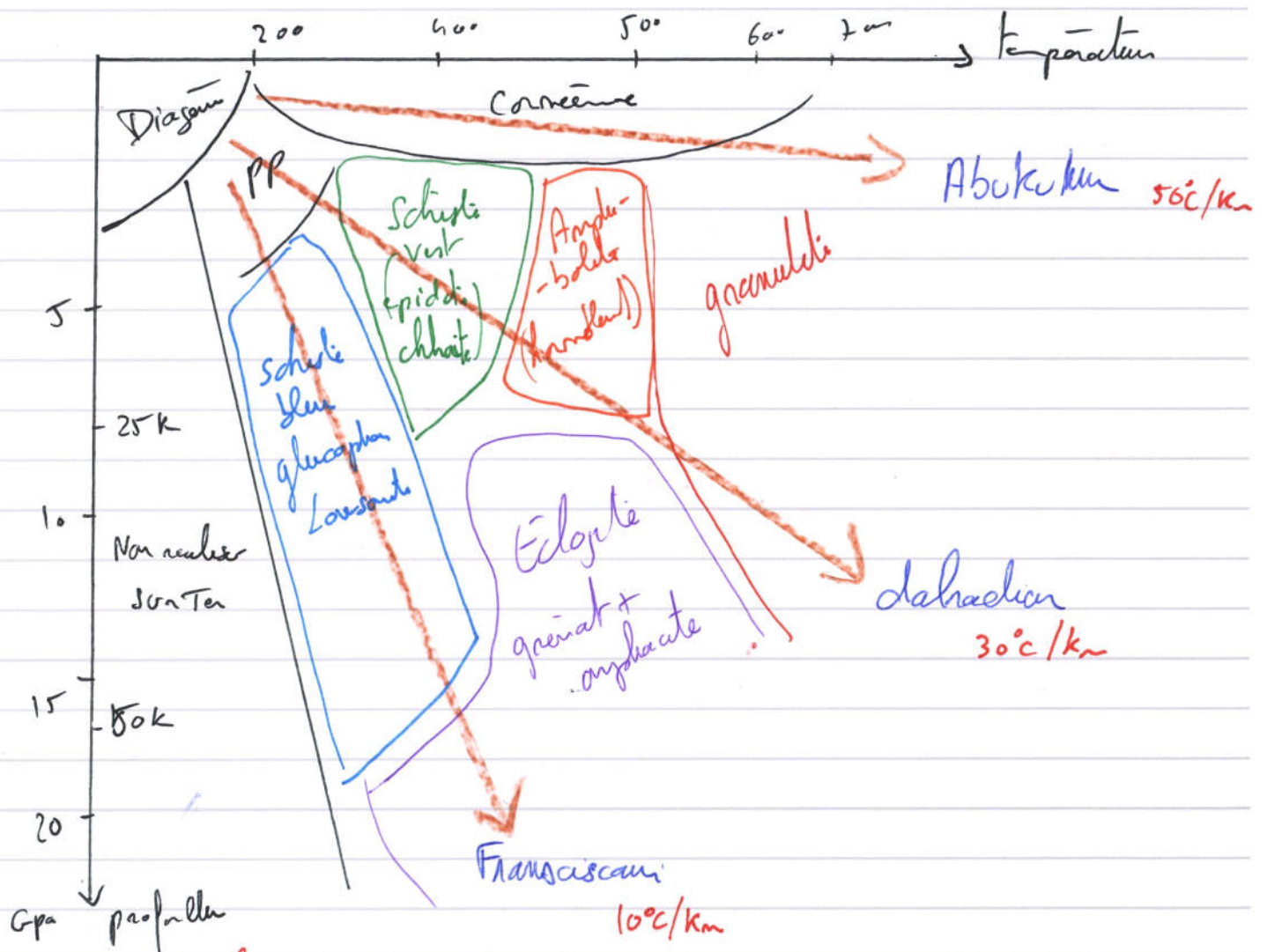


schéma du métamorphisme dans un gradient pression température

19.07 / 20

Epreuve - Matière : 103 3762 Session : 2025

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuillet officiel, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Remplir soigneusement le cadre relatif au concours OU à l'examen qui vous concerne.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuillet officiel.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) sur le nombre total de pages que comporte la copie (y compris les pages vierges).
- Placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre de numérotation des pages.

Lors de la formation des Alpes des roches se sont retrouvées en profondeur.

Avant cela l'axe au Apin a été subducté → on observe un gradient métamorphique de type Franciscan donc de type subduction. La variation du géotherme entraîne une paragenèse particulière (BP / HT)

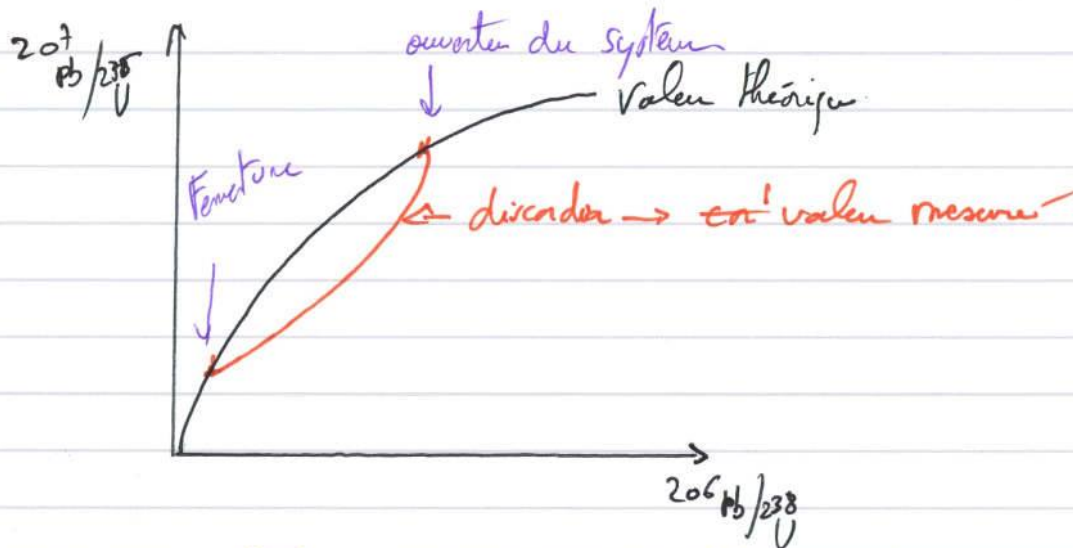
Le gradient Dabryelien correspond au collision. (MP/HT)

Le gradient de Abokuman correspond au (MP/HT)
la haute température d'un pluton granité
lors de sa mise en place.

Enfin le géotherme intervient lors de la sédimentation.

On peut dater le métamorphisme via les isotopes, et donc dater la variation du géotherme subit par la roche.

19.07 / 20

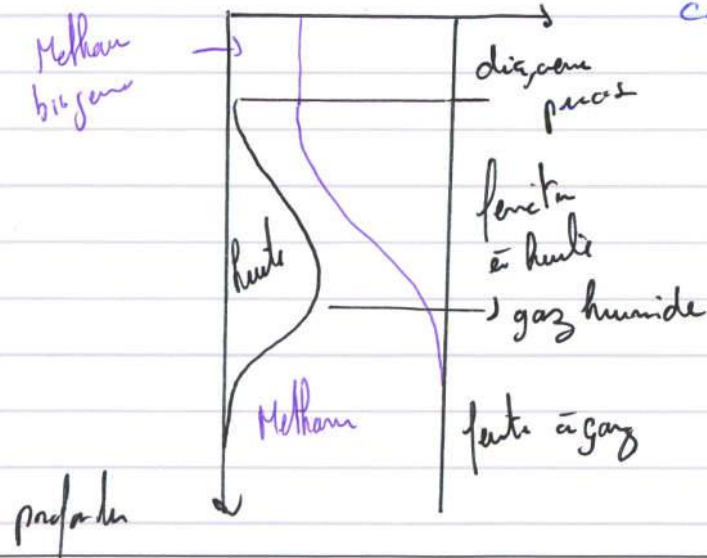


On peut dater quand le métamorphisme a eu lieu et donc quand le géotherme a été modifié -

D) La sédimentation

Pour la sédimentation et la consolidation de roches il y a enfouissement - cela peut via le changement de température provoquer la diagenèse -

- il y a aussi la formation de roche carbonée possible



Le géotherme influence la forme de roche sédimentaire et l'hydrocarbure

30/40

Nous allons voir l'évolution du géotherme sur Terre

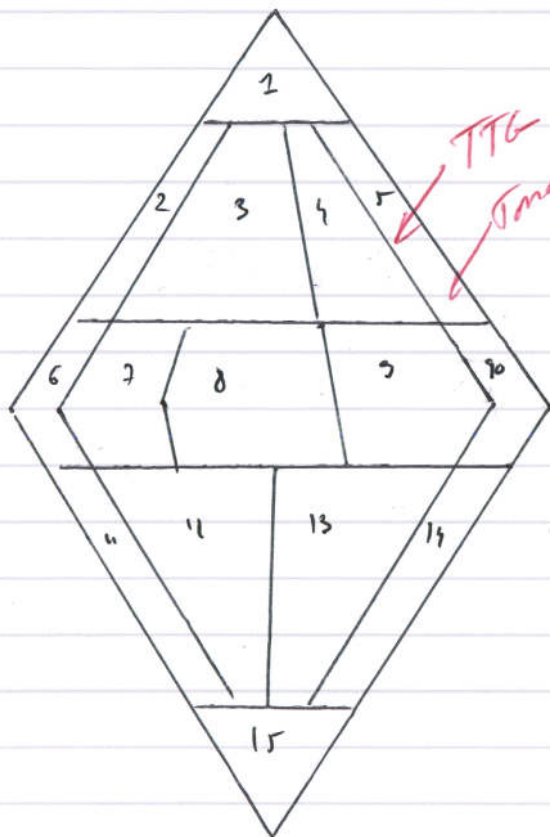
III) L'Evolution du géotherme : Une étude du passé et du futur de la planète.

A) Formation de la Terre et géotherme du passé

1) Mise en évidence du géotherme du passé

Là où il y a les roches les plus anciennes sur Terre (Akasite au Canada, Jack Hill en Australie), On peut retrouver des roches Archéennes — Komatiite

— TTG : Trondjémite
Fonalté
Granodiorite



- | | |
|----------------------|--------------|
| 1 Quartzite | 13 Tephre |
| 2 granite Alakian | 14 basaltite |
| 3 granite | 15 Fédrite |
| 4 diorite | |
| 5 TTG | |
| 6 Syenite Alakian | |
| 7 Syenite | |
| 8 Monzonite | |
| 9 Monzonite | |
| 10 diorite | |
| 11 Syenite prédiopse | |
| 12 Syenite | |

Ces roches ne se forment plus actuellement. Donc à l'Achéon
Ces roches se forment. Comment?

Ces roches, pour se former, il faut une teneur de fluxes
supérieure

MORB : 15-20%.

OIB : 5%.

Calco Alcalin : 10 à 15%.

TIG : 70% → Le géotherme était
Kamabite donc différent.

Le géotherme était plus important. - La Terre venait de se
former depuis 1 à 2 Ga donc la chaleur d'accrétion
était plus importante

radiactif aujourd'hui éteint comme l'Aluminium
avec un isotope radioactif aujourd'hui disparu

plus important avec une cristallisation - Le noyau liquide était

Cela a des conséquences sur Terre

2) Une tectonique des plaques différente via le géotherme

À l'Hadaïen (4,5 à 4 Ga) et à l'Achéon (4 à 2,5 Ga)

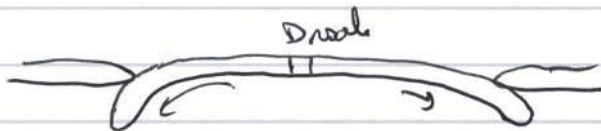
la tectonique était différente

19.07 / 20

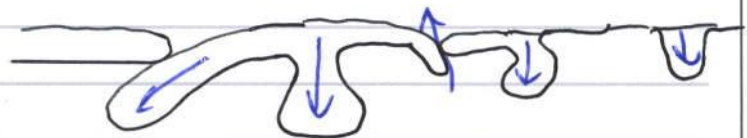
Epreuve - Matière : 103 3762 Session : 2025

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuillet officiel, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Remplir soigneusement le cadre relatif au concours OU à l'examen qui vous concerne.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuillet officiel.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) sur le nombre total de pages que comporte la copie (y compris les pages vierges).
- Placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre de numérotation des pages.



tectonique horizontale
active



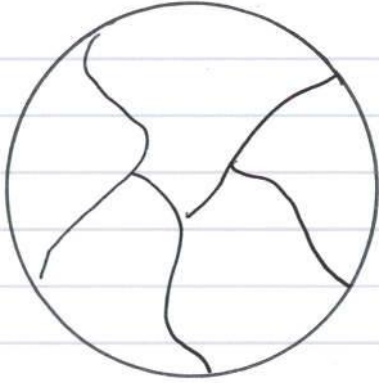
tectonique horizontale
et verticale

La force du géotherme et la nature des roches TTG
et komatiite provoquent des variations de densité importante
Les mouvements des roches peuvent être horizontales et verticales

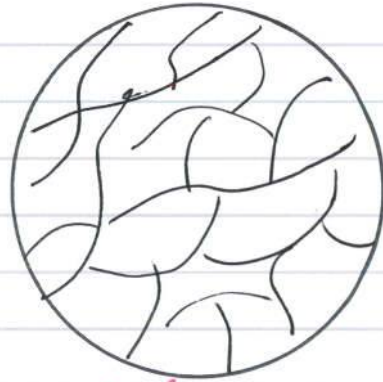
Le flux de chaleur étant important cela a eu d'autres
conséquences

2) Le géotherme et le nombre de plaques tectoniques

19.07 / 20



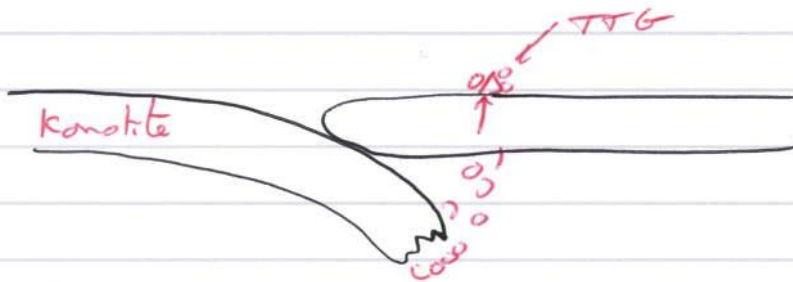
Actuellement
12 grands plaque



Archeen
des centaines de petite
plaque

Le géotherme étant important, l'évacuation de la chaleur
gène de nombreuses limite de plaque. Il y a eu pleins
de petite plaque.

Le volcanisme était différente. Plus intense pour évacuer
la chaleur



Les dorsales Archeennes ont permis la formation de
Komatiite. La tectonique horizontale provoquant la
subduction d'une croûte chaude dans un manteau chaud
c'est la croûte enterrée qui fond formant le TTG

34. / 40

Rq De nos jours la subduction d'une dorsale
Amérique du Sud provoque la formation de Adakites
C'est l'équivalent contemporain des TTG. Ces roches
sont riches en Amphibole.

B) Le géotherme et les conséquences sur l'enveloppe

1) La différenciation planétaire

Le géotherme initial du début a eu l'effet d'avoir
un océan magmatique à la formation de la Terre.

Cela a permis sa différenciation. Le couple ^{182}W / ^{182}Hf et
 ^{182}Tm permet de dater la différenciation à $< 30 \text{ Ma}$.

En effet on retrouve du tungstène dans le manteau alors
qu'il est siderophile.

2) Le dégazage planétaire

De même la chaleur interne du passé a permis
la formation de l'atmosphère par dégazage.

Le couple ^{129}I / ^{129}Xe permet de dater
ce dégazage à $< 170 \text{ Ma}$ car on retrouve le Xénon en
surabondance dans le manteau alors qu'il est atmosphérique.

Rq : Les périodes Grœnland et Iceberg sont liées aux
activités des dorsales et donc du géotherme. Au
Cretacé une intense activité des dorsales a maintenu

la Terre en période chaude : Greenhouse

Donc le géotherme influence le vivant. Même depuis le début.

C) Le géotherme terrestre et l'apparition de la vie

À sa formation la Terre avait de l'eau liquide comme l'attestent les minéraux retrouvés en indonésie dans les zircons de Jack Hill.

Il y avait des résidus de Quartz - Mica - feldspath donc des minéraux granitiques typiques de roche continentale

Le géotherme permis donc de former des continents

Ces minéraux permettant d'estimer la température des océans. Le soleil n'était assez puissant pour avoir de l'eau liquide (paradoxe du jeune soleil). Pourtant les estimations montrent que l'eau devait être entre 50 et 80 °C.

Cela peut être dû à l'intense activité tectonique avec un nombre de limite de plaque importante et un flux de chaleur important.

L'eau à cette température a permis l'apparition du vivant qui perdure depuis à l'Archéen.

19.07 / 20

Epreuve - Matière : 103 3762 Session : 2025

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuillet officiel, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Remplir soigneusement le cadre relatif au concours OU à l'examen qui vous concerne.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuillet officiel.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) sur le nombre total de pages que comporte la copie (y compris les pages vierges).
- Placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre de numérotation des pages.

D) Evoluton futur du geotherme

Petite à petit la terre dissipe son energie. Les éléments radioactifs disparaissent également. On peut s'attendre à une diminution du geotherme.

- un arrêt de activité tectonique.
- le noyau liquide disparaîtrait.
- Ainsi le champ magnétique disparaîtrait.

Les estimations montrent que la Terre est assez massive pour maintenir le geotherme plusieurs milliards d'années.

D'ici là le soleil aura déjà grossi et la Terre aura étai petit peut être engloutie

37 / 40

19.07 / 20

Conclusion: Notre large étude nous a permis de voir le géotherme, son origine diverses, ses conséquences sur de nombreux aspects de la planète et son son évolutif passé et futur.

On peut constater que le géotherme est une composante importante du système Terre. La planétologie comparée permet de voir que Vénus qui a presque la même taille que la Terre n'a pourtant pas le même mode de dissipation de sa chaleur interne. Il semble que l'eau étant manquante sur Vénus la tectonique des plaques n'a pu se mettre en place. Mars étant trop petite sa chaleur interne s'est dissipée et son noyau devenu solide n'a pu maintenir un champ magnétique.

Cette la Terre est à la bonne distance du soleil et elle a une atmosphère protectrice. Mais sa masse et son géotherme, avec son mode de dissipation, reste un élément important de la particularité de la Terre.

Sur d'autres astres le géotherme peut être présent malgré ce que l'on vient de dire. So une lune de Jupiter a une activité volcanique interne donc un géotherme particulier. Cela est dû aux forces de marée de Jupiter. Ainsi les exoplanètes peuvent encore présenter d'autres particularités. On pourra un jour peut être explorer ces astres lointains et étudier leur géotherme.

