

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

Nous sommes dans une période où la transition écologique prend de plus en plus d'ampleur afin de faire face aux dérèglements climatiques. Cette prise de conscience collective (notamment européenne) nécessite de changer nos habitudes de consommation et de créer de nouvelles technologies consommatrices d'éléments peu abondants dont les terres rares. Leurs exploitations demandent l'extraction de ces éléments du sol. Or, plus on creuse, plus il fait chaud (cas dans les mines de charbon et d'ardoise où les ouvriers pouvaient travailler à 3 km de profondeur sous une température supérieure à 30°C). D'ailleurs, cette chaleur terrestre, ou géotherme terrestre, est une des limites aux forages qui ne peuvent actuellement pas dépasser les 12 km de profondeur (le matériel n'étant pas adapté aux conditions souterraines dont la forte chaleur).

Cette forme d'énergie est une ressource énergétique intéressante car elle est considérée comme inépuisable et fait partie des énergies vertes, c'est-à-dire non polluantes.

Où vient cette énergie ? Et quels sont ses impacts sur la Terre ?

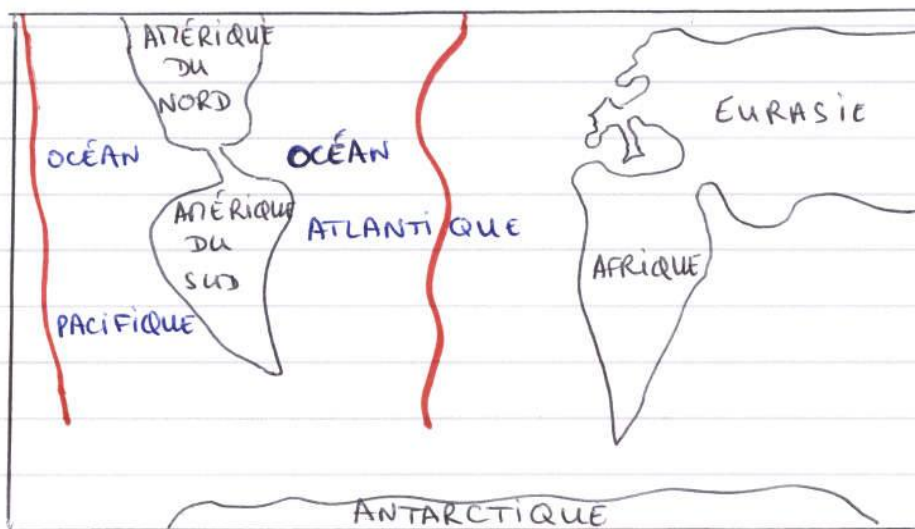
La compréhension de l'origine du géotherme

permettre de mieux appréhender sa dissipation et sa possible exploitation.

I Une énergie interne libérée

A) Manifestations

Les observations satellitales mettent en évidence une dissipation de la chaleur importante au niveau des dorsales océaniques :



— zone de forte dissipation de chaleur
(en W/m^2)

PLANISPHÈRE PARTIEL MONTRANT LA DISSIPATION DE CHALEUR

Ces dorsales sont des chaînes de montagne sous-marines ayant une activité volcanique plus (dans l'océan Pacifique) ou moins (dans l'océan Atlantique) importante.

Les mesures quantitatives effectuées (non représentées sur la carte) permettent de préciser que la chaleur libérée provient de l'intérieur de la Terre.

• De manière plus localisée, on peut observer également des remontées de matériaux chauds ($+1100^{\circ}\text{C}$) appelés laves lors d'éruptions volcaniques.

Cette lave correspond à des roches mantelliques (péridotite) qui sont en fusion. Selon sa consistance, qui dépend de la composition chimique en silice SiO_2 , on distingue les éruptions: - effusives: longue coulée de lave ^{fluide} provenant d'un magma basique (=pauvre en silice) et projections de roches chaudes, comme le Piton de la Fournaise à la Réunion et les dorsales océaniques;

- explosives: lave visqueuse car acide (+ 65% silice) et nuées ardentes (mélange de gaz et de cendres chaudes), comme le Vésuve en Italie et la Soufrière.

Ces éruptions sont localisées dans des zones actives de divergence (cas des dorsales océaniques) et de convergence (cas des volcans de la côte Ouest de l'Amérique du Sud), mais aussi au niveau de points chauds (volcanisme intraplaque).

Volcans?

B) Origine interne

- Le géotherme terrestre a différentes origines possibles.
- Etant donné que c'est une forme d'énergie, il obéit aux principes de la thermodynamique :
 - 1^{er} principe: "Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme" (Lavoisier)
 - 2^e principe: Enthalpie libre
 - 3^e principe:

Il prend donc sa source depuis l'intérieur de la Terre, qui est un système thermodynamiquement ouvert où les flux de chaleur passent d'un milieu chaud vers un milieu moins chaud.

Ce transfert thermique se fait par :

- conduction : seule l'énergie est transférée;
- convection : le transfert d'énergie s'accompagne d'un transfert de matière. Le milieu ductile de l'asthénosphère et du manteau inférieur est propice à ce transfert (voir schéma p. 5).

• Les deux sources du géotherme terrestre ont été mises en évidence par: l'étude de la composition de la Terre au travers de l'étude des chondrites. Ces météorites ont la particularité de ne pas avoir subies de transformations et possèdent donc les propriétés initiales physiques et chimiques de la Terre. En effet, la Terre provient de l'accrétion d'éléments dont les météorites lors de la formation du Système solaire il y a 4,5 milliards d'années.

L'analyse chimique de ces chondrites a montré la présence de radioactivité et donc de chaleur.

A cela s'ajoute l'énergie accumulée lors des chocs entre les météorites formant la Terre qui ne s'est pas totalement libérée du fait de la structure peu conductible de la Terre.

• La datation par radiochronologie en utilisant le couple U/Pb et la courbe Concordia a mis à jour l'âge de 4,5 milliards d'années.

2.94 / 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.

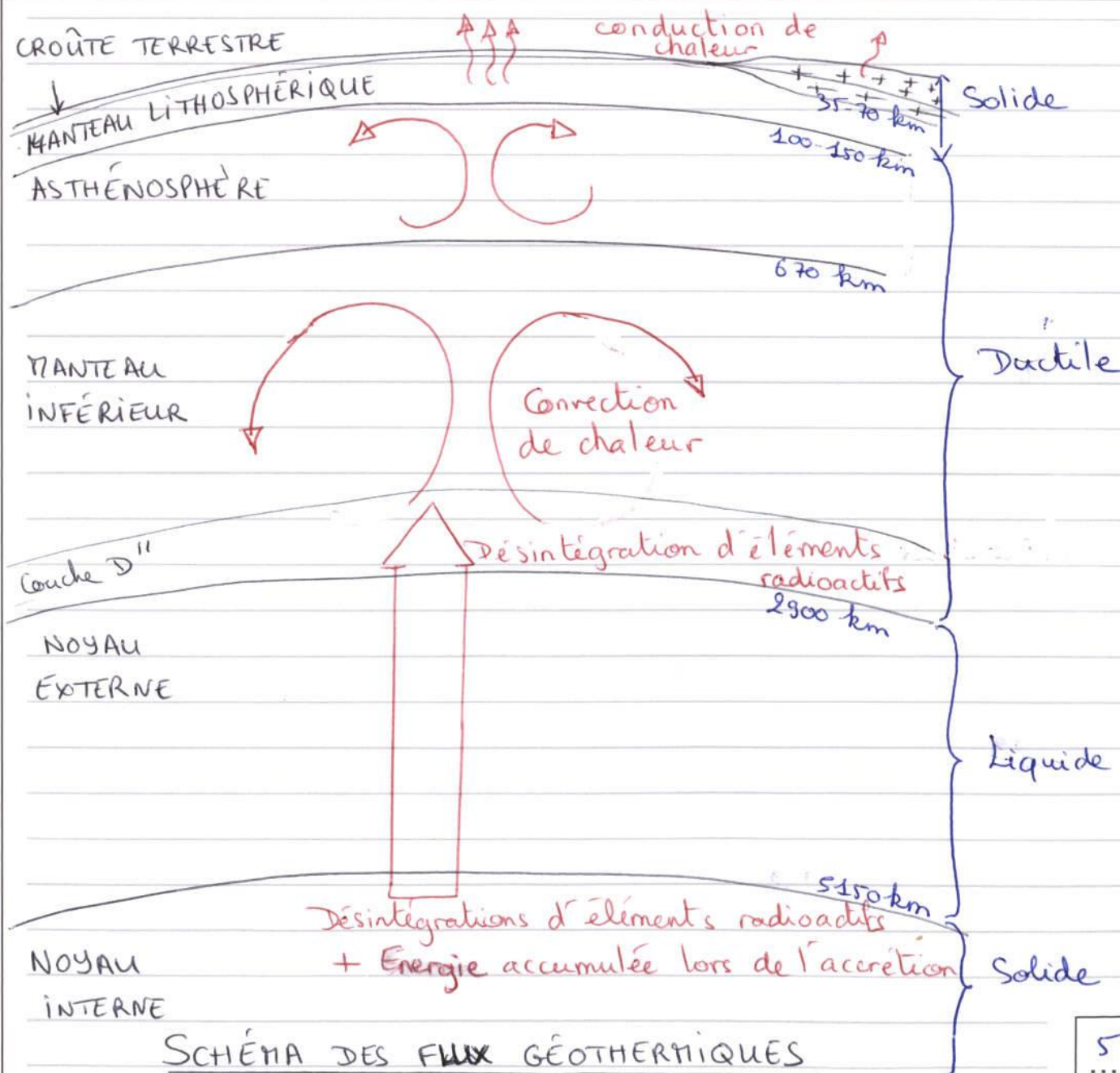


SCHÉMA DES FLUX GÉOTHERMIQUES

5 / 12

La chaleur de la Terre a une origine précambrienne (début de l'Hadaéen) car issue en partie de la formation de notre planète. C'étant pas bonne conductrice, la Terre libère lentement l'énergie.

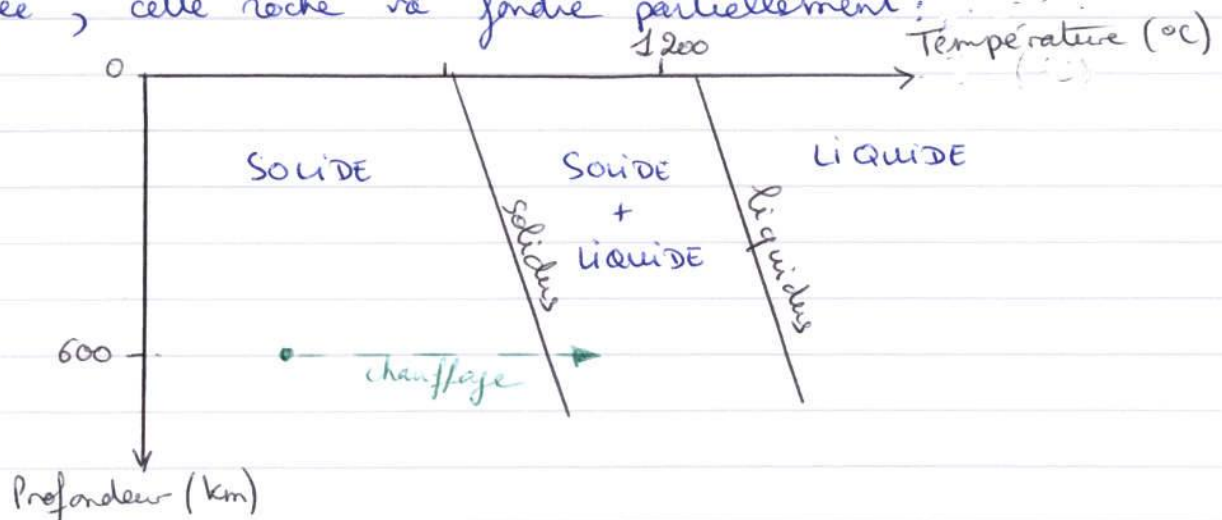
Cette libération a des conséquences sur notre planète.

II Une énergie responsable de la dynamique interne de la Terre

A) Comportements des roches en profondeur

Les roches mantelliques sont ductiles : elles peuvent se déformer sans casser et sont représentées par la péridotite.

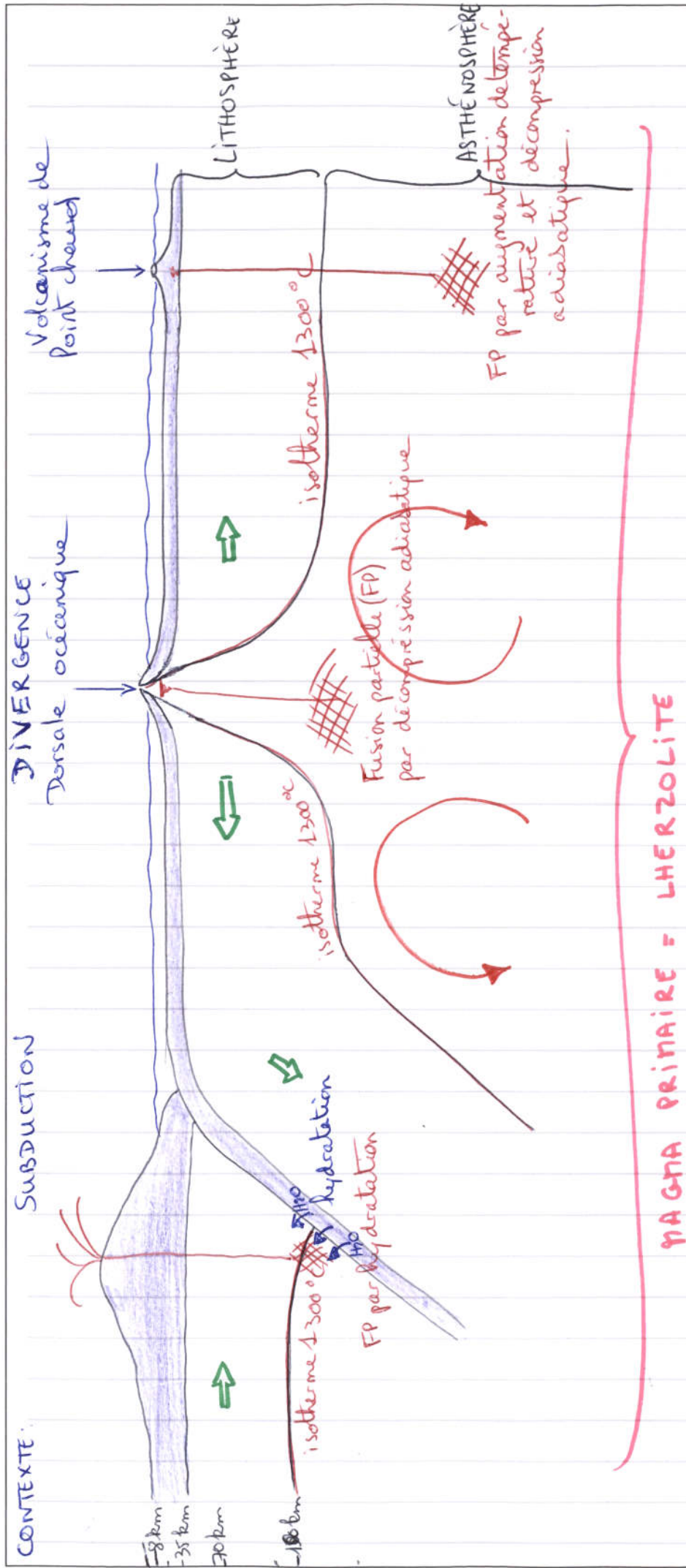
Chauffée, cette roche va fondre partiellement.



GRAPHIQUE DE LA PROFONDEUR ET DE LA TEMPÉRATURE
DE L'ÉTAT DE L'OLIVINE

La péridotite est formée d'olivine et de pyroxène, deux minéraux silicatés (néosilicate et insilicate, respectivement).

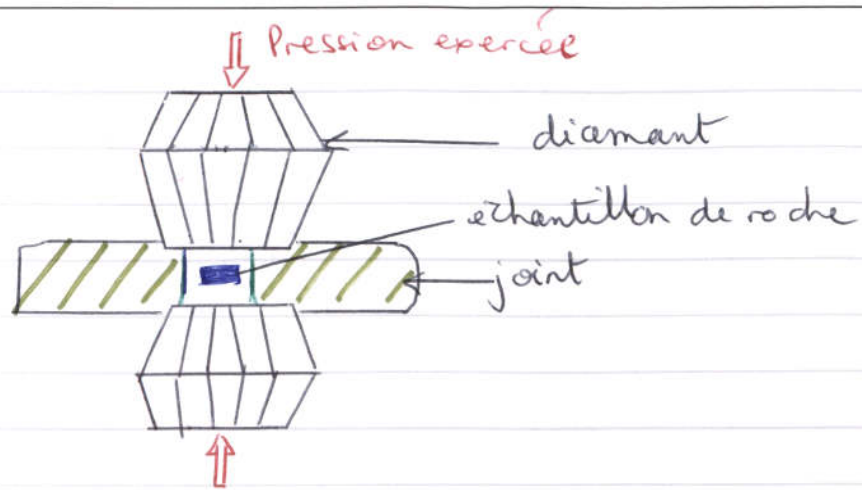
Les conditions de fusion de cette roche ont été obtenues par synthèses expérimentales en utilisant une cellule à enclume de diamant (voir p. 8). Ainsi on remarque que l'état physique de la péridotite, comme de toute roche, dépend des conditions de température et de pression (qui dépend de la profondeur).



SCHEMA DE LA DYNAMIQUE INTERNE DE LA TERRE
(SANS LA COLLISION)

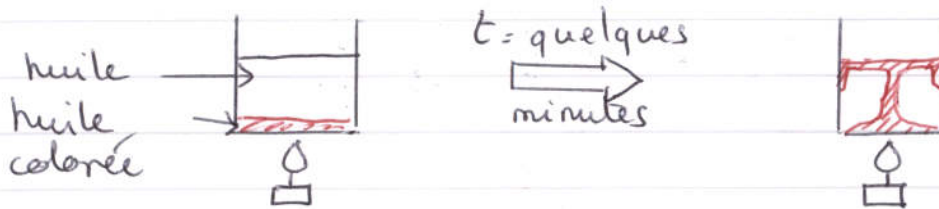


Mouvement de divergence
subduction



SCHEMA D'UNE CELLULE À ENCLUME DE DIAMANTS

• Lorsque l'on chauffe un matériau, il a tendance à être moins dense : rocheux



SCHEMA MODÉLISANT LA REMONTÉE MAGMATIQUE

Cette modélisation est très critiquable (propriétés des matériaux, durée, ... non identiques à la réalité). mais elle permet de mettre en évidence la remontée d'un matériau chaud "ductile" (l'huile étant visqueuse).

Elle montre également un principe émis par Hess dans les années 1960 : le double tapis roulant qui explique que la lithosphère, rigide et moins dense, s'éloigne de part et d'autre de l'axe de la dorsale. (Voir schéma p.7).

B) Comportements des roches en surface

Lorsque la roche refroidit, en s'éloignant de la dorsale, elle augmente en densité (théorie de Pratt) et s'enfonce, expliquant le phénomène de subduction (schéma p.7 et ci-dessus).

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.

L'énergie libérée par le centre de la Terre modifie les propriétés physiques des roches notamment du manteau et initie les mouvements de la lithosphère selon la théorie de la tectonique des plaques.

III Une énergie exploitable

A) Ressource énergétique

Cette énergie interne peut servir d'énergie pour alimenter notre société : c'est le cas entre autre des pompes à chaleur qui récupère l'énergie géothermique et la transforme en énergie électrique.

B) Intérêt touristique

Des phénomènes externes, en plus des mouvements de divergences et de convergences, présentent des centres d'intérêt pour le tourisme :

- Geysers et sources d'eau chaude en Islande par exemple font venir des touristes du monde entier ;
- les volcans sont également source d'attractivité.

Donc le géotherme terrestre est issu du centre de la Terre, c'est-à-dire au niveau du noyau, c'est une très ancienne forme d'énergie datant de la naissance de la Terre.

Il est à l'origine du mouvement des plaques tectoniques et des éruptions volcaniques, conséquences de sa libération vers la surface de la Terre.

Cette forme d'énergie très calorifique est pourtant peu exploitée pour son énergie à proprement parler. Les manifestations à la surface de la Terre le sont davantage.
de sa libération Ceci s'explique par des contraintes géographiques (fonds sous-marins pour les dorsales) et technologiques (matériel inadapté) qui seront peut-être dépassées un jour.

