

I. Problèmes :

Les données observables sur le terrain permettent-elle de confirmer et d'affiner le modèle de la tectonique des plaques ?

II. Structure de la lithosphère et tectonique.

A. Les fondements de la tectonique.

a) **théorie de Wegener (p309).**

Wegener est un météorologue Autrichien qui a prôné la théorie de la dérive des continents avant la guerre en 1912. Il observe que l'Amérique du Sud et l'Afrique ont des côtes qui s'emboîtent, possèdent les mêmes plantes et les mêmes animaux fossiles. Il en déduit que les 2 continents étaient soudés. Il élargit sa théorie à tous les continents. Il y aurait eu ainsi un seul super continent appelé Pangée qui se serait fracturé depuis l'air primaire (-500M) pour donner les continents actuels. Puis ceux-ci auraient dérivés sur le manteau comme des radeaux.

Une lacune dans sa théorie, il ne connaissait pas le moteur de ces déplacements. Sa théorie fut ignorée pendant 50 ans.

b) **les apports du paléomagnétisme (p302).**

En tout point du globe, dans l'air ou sous terre, une aiguille aimantée s'oriente selon une direction définie. Il existe donc un champ magnétique terrestre qui est dû à des causes internes : le noyau métallique et liquide serait le siège de courant électrique provoquant à leur tour un champ magnétique.

2 chercheur anglais, Vine et Matthews, en 1963, regroupent plusieurs découvertes et analyses faites dans différent domaine : la découverte des inversions des champs magnétique au cours des temps géologiques. Les anomalies magnétiques du plancher océanique est l'hypothèse de Hess. En effet le basalte est capable de s'aimanter en refroidissant et de garder cette aimantation enregistrée dans les minéraux ferromagnétiques. Ils ont ainsi conservé et fossilisé ce champ et tout ces caractères ainsi le plancher océanique serait en expansion à partir des dorsales à la manière.

B. La théorie de la tectonique.

Tout ce passe comme si la surface du globe pouvait être réparties en un certains nombre de plaques de lithosphère rigide qui glisserait sur l'asthénosphère et à la périphérie desquels s'observent les principales déformations de la surface (Xavier le Pichon).

En effet, sur la carte du monde, on voit que les plaques sont animées de mouvements permanents les unes par rapport aux autres. Ce sont des zones de séismes, on parle de forte sismicité et de volcanisme en parallèle. Chaque plaque est constituée soit seulement de lithosphère océanique, soit des lithosphères océaniques et continentales. Les limites des plaques sont de 3 types : des dorsales dans les zones de divergences, des fosses océaniques et des chaînes de montagnes dans des zones de convergence, des failles transformantes dans des zones de coulissage.

C. Les arguments en faveur de cette théorie.

a) localisation des séismes et des volcans.

- séismes : ils sont sur des ceintures en bordure des plaques et en zone étroite au niveau des dorsales. On dit qu'ils sont superficiels jusqu'à -70km de profondeur au niveau des dorsales, moyen entre -70 et -300km de profondeur au niveau des chaînes de montagnes et profond jusqu'à -700km dans les zones de subductions.
- volcans : ils sont sensiblement localisés et répartis de la même façon que les séismes.
- volcanisme de point chaud : il existe un volcanisme intra plaque au niveau des points chauds qui sont des remontés directes (diapir) de magma issue du noyau et de sa limite comme Hawaï et la plaque pacifique.

b) l'âge des fonds océaniques.

Ces fonds ne dépassent pas 200Ma car ils se forment en continu à partir des dorsales et disparaissent au niveau des zones de subductions. Leur âge a été déterminé dans la mesure des anomalies magnétiques. On connaît donc la vitesse d'expansion des fonds océaniques qui a varié au cours du temps géologique mais semble constante depuis 1Ma.

c) les points chauds.

On observe le mouvement d'une plaque au dessus d'un point chaud par l'alignement de ces volcans qui dessine des chapelets d'îles comme Hawaï (livre p305). Le point chaud est un remonté de magma à partir de la limite noyau - manteau inférieur. Le volcanisme issu de ce point perce la plaque pacifique qui se déplace au dessus.

d) Bilan :

La lithosphère est découpée en plaques d'épaisseur variable, peu déformable sauf à leurs limites. Le relief de la Terre, la distribution géographique des séismes et des volcans et les contours des bordures continentales sont des signatures de la tectonique des plaques.

III. La cinétique des plaques lithosphériques.

A. Les mouvements relatifs des plaques.

La lithosphère est découpée en plaques qui se déplacent les unes par rapport aux autres et qui changent sans cesse de superficie. Les mouvements qu'elles subissent ainsi que leurs modifications sont régis par des phénomènes qui se déroulent à leurs frontières.

- axe de divergence au niveau des dorsales où se crée de la lithosphère océanique. C'est donc une zone d'expansion.
- d'autres sont des axes de convergences au niveau des zones de subduction ou de collision. Dans ce cas, la lithosphère se détruit, se transforme et participe à la formation des chaînes de montagnes.
- d'autres correspondent à des coulissements horizontaux, ce sont des failles transformantes. Dans ce cas, il n'y a pas d'apport ni de destruction de matériaux.

L'ensemble de ces frontières est le siège de fractures, de failles donc de séismes et de volcanisme. Les limites sont appelées marges actives par opposition aux marges passives où les lithosphères ne s'affrontent pas. Tous ces phénomènes prouvent que les plaques sont rigides.

B. Reconstitution du mouvement des plaques depuis 180Ma.

a) données géologiques, témoins du mouvement des plaques.

- la complémentarité de forme de certains continents aujourd'hui très éloignés suggère leur séparation suivie d'un déplacement.
- la répartition des sédiments et des anomalies magnétiques de chaque côté de la dorsale montre un mouvement de divergence et permet de dater les étapes de ce mouvement et d'en calculer la vitesse.



a) des données satellitales, témoins des mouvements actuels.

Le positionnement par satellite (GPS) permet de détecter en temps réel le déplacement d'une plaque par rapport à un repère fixe (Asie) (p303).

b) Conclusion :

L'océanographie, science nouvelle, a permis la synthèse de toutes les découvertes obtenues grâce aux méthodes de plus en plus perfectionnées de la géophysique : la sismologie, la gravimétrie, le paléomagnétisme, le GPS, etc. pour comprendre les mouvements des plaques à la surface du globe. Il reste pourtant des questions à résoudre : à quoi sont dûs ces mouvements ? Quelle est l'énergie de tel déplacement ? Quelles en sont les conséquences ?

IV. Mobilité de la Terre, machine thermodynamique.

Une partie de l'énergie mise en œuvre est libérée brutalement lors des séismes, un autre sous forme de chaleur lors des éruptions volcaniques. Il faut donc analyser les propriétés thermiques du globe pour comprendre d'où vient l'étude de la géothermie.

A. Propriétés thermiques du globe.

a) source de chaleur interne.

Gradient géothermiques : dans les mines on constate que la température augmente de 1°C tout les 30m soit 3,33°C tout les 100 m. c'est ce qu'on appelle le gradient géothermique. Il varie selon les régions mais il montre que la Terre perd de la chaleur. Il existe également des sources thermales et des geysers comme au parc de Yellow Stone.

b) origine de cette chaleur interne.

Il y a deux origines possibles :

- la chaleur initiale ou chaleur d'accrétion stockée au moment de la formation de la Terre soit sous forme « Hte T° » et la chaleur dégagée provient de son refroidissement, soit sous forme « d'état liquide » et elle est libérée par la cristallisation du noyau interne qui grossit au dépend du noyau externe.
- la désintégration des éléments radioactifs comme l'uranium dans le noyau et le manteau. La Terre perd 20 millions de Watt actuellement mais avant elle en perdait 4 fois plus. Le flux représente les 3/4 du flux thermique.

B. Évacuation de la chaleur interne.

a) flux géothermique.

La température à la limite manteau – noyau est d'environ 3500°C alors qu'elle n'est que de 15°C à la surface. Il s'effectue donc un transfert de chaleur vers l'intérieur à la surface : c'est le flux géothermique, c'est-à-dire la quantité de chaleur qui se dégage par unité de temps et de surface. Il se mesure donc en $W.m^{-2}$. Il est de $50 W.m^{-2}$ pour les océans et les continents et présente des variations spéciales surtout au niveau des dorsales, des volcans et en France ($100 W.m^{-2}$).

b) Transfert de chaleur dans le globe.

Il existe deux mouvements possibles :

- un mouvement de conduction : la chaleur passe à travers la matière par agitation atomique. Elle s'évacue par conduction c'est-à-dire par diffusion à travers la lithosphère rigide. Le mécanisme est efficace mais très lent.
- un mouvement de convection : le mouvement de chaleur est associé à un mouvement de matière qui transporte la chaleur. Dans ce cas, le flux thermique est très élevé au niveau des dorsales car il traduit une montée de matériel chaud. Au contraire il est faible dans les zones de subductions où le matériel froid descend. Les grands mouvements sont très lents mais 20 à 200 fois plus efficaces que la conduction.

C. Comportement thermodynamique du globe.

a) Etat physique du manteau.

La température n'augmente pas de façon constante en fonction de la profondeur mais varie selon les couches : 20°C par Km dans la croûte continentale et 10°C dans la manteau supérieur. Ainsi la LVZ est une zone à 1300°C et bien que solide à cause de la pression cette partie du manteau devient ductile. On a donc une limite thermique avec un manteau un peu moins rigide. Cette rigidité n'empêche pas les mouvements de convections même s'ils sont très lents.

b) La convection mantellique.

Définition : la densité d'un corps dépend de sa température et tout corps chauffé se dilate et devient moins dense (exemple : raille de chemin de fer).

Modèle physique :



c) les points chauds.

Au niveau des points chaud le flux thermique est très élevé. Il représente donc un mode d'évacuation de la chaleur interne.

d) Conclusion :

La production de lithosphère océanique, la subduction et les mouvements des plaques sont les manifestations d'une convection thermique à l'état solide du manteau. Les dorsales traduisent une remonté de matériel chaud alors que les zones de subductions représentent une descente de matériel froid. Quelles sont les conséquences géologiques de la dissipation de cette énergie à la surface du globe ?

Schéma appliqué du globe :

