

Thème 1 La Terre, la vie et l'organisation du vivant / La dynamique interne de la Terre

Chap.II La caractérisation de la mobilité horizontale

La lithosphère terrestre est découpée en plaques animées de mouvements. Le mouvement des plaques, dans le passé et actuellement, peut être quantifiée par différentes méthodes en géologie : études des anomalies magnétiques, mesures géodésiques, détermination de l'âge des roches par rapport à la dorsale, alignements volcaniques liés aux points chauds.

Questionnement

Quels indices mettent en évidence les frontières des plaques lithosphériques?

Comment ce modèle du déplacement des plaques lithosphériques a-t-il été établi?

Comment la mobilité horizontale des plaques lithosphériques a-t-elle été mesurée?

Comment calculer une vitesse de déplacement d'une plaque lithosphérique à partir de l'âge des sédiments océaniques?

Comment quantifier le déplacement des plaques à partir de l'étude des anomalies magnétiques des fonds océaniques?

Pourquoi le volcanisme peut-il être un indice de déplacement des plaques lithosphériques? Comment mesurer une vitesse à l'aide de cet indice?

Comment traiter des données GPS pour mesurer la vitesse de déplacement des plaques lithosphériques?

I Les frontières de plaques lithosphériques : des marqueurs sismologiques et thermiques

► Les séismes sont répartis le long de zones étroites, de relief accidenté, qui entourent des zones peu ou pas sismiques. Cela s'explique par la présence de **plaques lithosphériques** rigides, dont le mouvement produit des déformations aux frontières entre plaques. > Unité 1

► Les **dorsales** sont des frontières de plaques divergentes. Elles se manifestent notamment par un fort flux géothermique lié au magmatisme, ainsi qu'une sismicité superficielle (< 35 km) et de faible magnitude. > Unité 1

► Les chaînes de montagnes et les **fosses océaniques** sont des frontières convergentes. Les fosses océaniques se caractérisent par :

- une disposition des foyers sismiques le long d'un plan correspondant à la plaque plongeante, allant jusqu'à 700 km de profondeur, et de magnitude parfois très élevée;

- un flux géothermique fort au niveau de l'arc volcanique et faible en amont (lié au plongement d'une plaque lithosphérique froide). > Unité 1

*Le flux géothermique correspond à la dissipation en surface de la chaleur interne du globe. Il se mesure en W/m^2 . Des mesures de **flux géothermique*** réalisées sur l'ensemble des continents et des océans ont permis d'évaluer les quantités de chaleur dissipées par la Terre.

*Les frontières de plaques se caractérisent par :

- une divergence* au niveau des dorsales* ;

- une convergence* au niveau des zones de subduction* et de collision*.

II Les techniques pour mesurer la vitesse de déplacement des plaques lithosphériques

II-1 L'âge des sédiments océaniques : mesurer des déplacements passés des plaques

Les géologues ont pu réaliser des forages à grande profondeur (4000 mètres) et remonter en surface des carottes de **sédiments*** de 500 à 1000 mètres de longueur. L'âge des sédiments a pu être trouvé en étudiant les microfossiles contenus dans les prélèvements.

Ces forages ont permis de montrer que l'âge des sédiments en contact avec le **basalte** augmente régulièrement lorsqu'on s'éloigne de la dorsale. On a pu ainsi montrer que les vitesses d'expansion déduites de l'étude des sédiments sont en accord avec celles déduites des anomalies magnétiques dans les différents océans du globe.

II- 2 Les anomalies magnétiques enregistrées au niveau des fonds océaniques : mesurer des déplacements passés des plaques

Lors des premières phases de l'exploration des fonds océaniques, les relevés de l'intensité du champ magnétique à l'aide d'un magnétomètre tiré par un bateau avaient montré l'existence, sur ces fonds, d'une alternance de bandes parallèles correspondant à des **anomalies magnétiques* positives et négatives**. Ces bandes sont distribuées de façon symétrique de part et d'autre la dorsale. **Ce sont les basaltes de la croûte océanique qui ont enregistré, au fur et à mesure de leur mise en place, le champ magnétique terrestre à une époque donnée.**

Grâce à des travaux sur les inversions du champ magnétique terrestre, on peut calculer ainsi la **vitesse de l'expansion océanique et ainsi la vitesse de déplacement d'une plaque.**

II-3 Les points chauds à l'origine d'alignement volcanique

Les **points chauds*** correspondent à du volcanisme intraplaque aussi bien océanique que continental. Ce volcanisme se caractérise en milieu océanique par **un alignement d'îles volcaniques** (par exemple la chaîne de l'Empereur et la chaîne d'Hawaï au milieu du Pacifique) dont seule la plus récente est active.

Les géologues ont pu déterminer que l'origine de ce magmatisme était un point chaud fixe d'origine mantellique. Ce mouvement de convection est indépendant du mouvement des plaques en surface.

Ainsi, lors du déplacement de la plaque sus-jacente, il se crée une succession d'îles volcaniques. Cet alignement confirme la mobilité horizontale des plaques lithosphériques en surface. L'orientation et l'âge des alignements volcaniques intraplaques permettent de reconstituer la direction du déplacement des plaques ainsi que leur vitesse de déplacement.

II-4 L'utilisation du GPS : mesurer des déplacements actuels des plaques

En 2010, le système **GPS*** (Global positioning system) est composé de 31 satellites orbitant à plus de 20 000 km d'altitude.

Les satellites émettent en permanence des signaux codés qui peuvent être captés par des récepteurs placés au sol. Sur le récepteur, on va pouvoir lire en temps réel les coordonnées géographiques (latitude, longitude et altitude) du point où il se trouve.

Les GPS de mesure scientifique ont une précision de quelques millimètres. On peut donc les utiliser pour **mesurer le déplacement des plaques lithosphériques**. Ceci nécessite un réseau très important de stations permanentes qui enregistrent en continu leurs coordonnées géographiques grâce au système GPS. Le traitement des données GPS permettent de retracer la direction du déplacement des plaques ainsi que déterminer leur vitesse.

L'ensemble des indices géologiques et les mesures actuelles permettent d'identifier des zones de divergence et des zones de convergence aux caractéristiques géologiques différentes (marqueurs sismologiques, thermiques, pétrographique).