

TECTONIQUE GLOBALE : Quelques notions

La tectonique globale ou tectonique des plaques caractérise l'ensemble des mouvements plus ou moins rigides constituant la lithosphère terrestre (elles sont dites tectoniques ou lithosphériques). Elle trahit en surface les mouvements de convections ayant cours dans le manteau terrestre. Elle prend en compte les phénomènes géologiques internes tels que : les séismes, les volcanismes, l'orogénèse, le métamorphisme, le magmatisme...et, tente de leur donner une explication.

Le débat sur la compréhension des mouvements des plaques a été rude. Des hypothèses, des théories, des remises en question et des remises en cause ont meublé la scène scientifique depuis 1912 où Alfred Wegener a émis sa première théorie sur la dérive des continents.

LES GRANDES THEORIES DE LA TECTONIQUE DES PLAQUES

I-La théorie de la dérive des continents

Après les cartographes du XVII^e siècle, un météorologue et géophysicien allemand, **Alfred Wegener**, remarqua la complémentarité des côtes de l'Amérique du Sud et l'Afrique, de part et d'autre de l'Atlantique. Sur la base d'autres arguments géologiques et paléontologiques, il proposa (en 1912) sa théorie de la « **dérive des continents** » : tous les continents sont des fragments d'un bloc unique (la Pangée) qui dérivent en s'éloignant les uns les autres

1-Enoncé de la théorie de Wegener

« *Les continents occupent aujourd'hui une place différente de celle qu'ils ont occupé par le passé ; ils se sont déplacés lentement à la surface du globe en poussant devant eux des matériaux sous forme de ride qui ont formé des chaînes de montagnes* ».

Pour Wegener, jusqu'à la fin de l'ère primaire, il n'existait qu'un seul continent la Pangée entouré d'un océan la Téthys. Ce n'est qu'à l'ère secondaire que la Pangée s'est disloquée en Gondwana (au Nord) et Laurasia (au sud) qui se sont à leur tour séparés en plusieurs blocs qui constituent les continents actuels.

2-Les arguments en faveur de la théorie de Wegener

a-arguments morphologiques : Comme ses prédécesseurs Wegener note la complémentarité des deux côtés de l'Atlantique, mais son approche s'en distingue par le caractère pluridisciplinaire de ses arguments :

b-arguments géologiques : similitude des ensembles géologiques situés de part et d'autre de l'océan Atlantique (âge et nature des terrains, orientation des déformations), distribution particulière des chaînes de montagnes à la surface du globe (cordillères du pourtour de l'océan Pacifique, et chaîne des Alpes se prolongeant sur le continent asiatique) ;

c-arguments paléontologiques : les fossiles d'Amérique, d'Afrique du Sud, de Madagascar, d'Inde, d'Australie et de l'Antarctique témoignent d'une faune et d'une flore très semblables sur ces continents (corrélation des aires de répartition des provinces faunistiques et floristiques) jusqu'au début de l'ère secondaire (environ 200 millions d'années), époque à partir de laquelle les fossiles divergent sur les différents continents ;

d-arguments paléoclimatiques : traces de climats anciens très différents des climats actuels, qu'un simple changement du climat global de la Terre ne suffit pas à l'expliquer ; ainsi, la présence de tillites datées du carbonifère en Afrique du Sud et en Australie atteste d'un climat glaciaire à cette époque, tandis que des fossiles de fougères arborescentes retrouvés dans les sédiments carbonifères d'Europe et d'Amérique du Nord témoignent d'un climat tropical à la même époque.

3-Les critiques de la théorie de Wegener

La théorie de la dérive des continents n'avait pas fait l'unanimité dans la communauté scientifique à l'époque faute d'absence d'arguments solides et convaincants de la part d'Alfred Wegener. Deux interrogations sans réponses concises et claires ont mis en péril sa théorie. Il s'agit de la nature de la force capable de provoquer les

déplacements horizontaux des continents et la constante du rayon de la Terre malgré la séparation des continents. Il a fallu attendre jusqu'en 1960, l'ère de l'exploration des fonds océaniques, pour reprendre la théorie de la dérive des continents sous de nouvelles appellations : *l'expansion des fonds océaniques et La tectonique des plaques.*

II-La théorie de l'expansion des fonds océaniques

Une cinquantaine d'années plus tard, les océanographes datèrent les fonds des océans et démontrèrent la réalité de l'expansion océanique

1-Enonce de l'hypothèse de Hess en 1960

« *Le fond des océans tel que l'atlantique se forme au niveau du rift, s'éloigne progressivement de ce rift et disparaît des fosses océaniques des marge actives* »

Selon Hess, les matériaux en fusion, entraînés par les courants de convection de l'asthénosphère forme au niveau du rift une nouvelle croûte océanique. Celle-ci repousse l'ancienne qui disparaît dans les fosses des marges actives. Le fond océanique apparaît donc comme une bande roulante : « le tapis roulant océanique »

Pour convaincre la communauté scientifique, Hess fonde sa théorie sur 3 arguments essentiels : *la disposition des sédiments sur la croûte océanique, l'âge absolu et la symétrie des basaltes par rapport au rift et la répartition des anomalies magnétiques par rapport au rift.*

2-L'évolution d'un océan

La naissance et l'évolution d'un océan suit des étapes suivantes : *(i) stade de distension* où on note un étirement suivi de la cassure de la lithosphère avec création d'un fossé d'effondrement ; *(ii) stade de l'océan étroit* marqué par l'apparition de la croûte océanique ; *(iii) stade de l'océan large* où on note un agrandissement de la croûte océanique ; *(iv) stade de subduction* où la croûte océanique commence à disparaître progressivement dans une fosse au niveau des marges actives (zone de subduction) ; *(v) stade de collision* marquant la fin de la vie de l'océan dû à l'affrontement de deux continents bordant un océan en disparition.

III-La théorie de la tectonique des plaques (Vine et Mathiew)

La théorie de la «tectonique des plaques» explique aujourd'hui la dynamique de la lithosphère qui se marque en surface par l'ouverture et la fermeture des océans. Cette dernière entraîne des subductions, puis des collisions continentales d'où naissent les chaînes de montagnes. La présence de roches basiques d'origine océanique (ophiolites) au cœur des chaînes de montagnes intracontinentales permet de localiser les zones de suture des anciens océans. Grâce aux études paléomagnétiques, les géologues peuvent reconstituer la position géographique et le trajet des anciens continents depuis plusieurs centaines de millions d'années (fig.12). Ces reconstitutions montrent que, tous les 400 millions d'années environ, tous les continents de la planète sont rassemblés en un supercontinent (comme la « Rodinia » à la fin du Précambrien ou la « Pangée » à la fin du Paléozoïque). Dès le début de l'ère Secondaire, la Pangée a commencé à se fragmenter grâce à l'ouverture de l'océan Atlantique nord, au Jurassique, puis de l'Atlantique sud et de l'océan indien, au Crétacé. Ces ouvertures seront compensées par la fermeture d'une aire océanique, la Téthys, qui entraînera, au Tertiaire, l'édification de la Chaîne alpine.

On distingue alors 14 grandes plaques lithosphériques dont certains sont entièrement océaniques (Ex : plaque antarctique, Nazca et philippine) et entièrement continentale (Ex : plaque indienne). Les autres sont des plaques mixtes (continentale et océanique). Ce sont : les plaques pacifique, Eurasiatique, africaine, Australienne, Nord-américaine, Sud-américaine, arabique, cocos, caraïbes et Juan de Fuca

1-Enoncé de la théorie des plaques

« *Le globe terrestre est constitué d'une certains nombres de blocs lithosphériques rigides appelés plaques qui se déplacent sur l'asthénosphère visqueuse. Les mouvements de ces plaques sont à l'origine de la formation des océans, de la mobilité des continents et de grandes phénomènes géodynamiques interne (séismes et volcanismes)* »

2-Comment se forment les océans et les chaînes de montagnes ?

a-Zone de divergence et naissance d'un océan

Lorsque de la chaleur, venant du manteau, monte et s'accumule sous un continent, la lithosphère continentale subit un étirement et s'amincit au niveau d'un fossé d'effondrement, appelé rift.

Si l'étirement se poursuit, la plaque continentale peut se rompre. Cette rupture provoque une remontée du manteau asthénosphérique qui entre localement en fusion.

Un magma basaltique se met alors en place pour former de la croûte océanique. Une aire océanique est née, séparant deux plaques lithosphériques qui s'écartent l'une de l'autre et s'accroissent à partir d'une « **zone d'accrétion ou de distension** », appelée **rift ou dorsale**. Cette aire océanique peut rester au stade d'un océan étroit (exemple de la Mer rouge), ou bien atteindre plusieurs milliers de km de large (océan atlantique). Au sein de chaque plaque, la zone de contact entre la vieille croûte continentale et la nouvelle croûte océanique constitue une marge dite « passive » où s'accumuleront les sédiments issus de l'érosion du continent.

b-Zone de convergence et naissance des chaînes de montagnes

Comme la surface de la Terre n'augmente pas, les mouvements d'expansion océanique doivent être compensés par des mouvements de convergence qui détruiront la lithosphère. Ces zones de destruction de plaques se localisent dans les « **zones de subduction** » et de « **collision** », deux lieux où naissent les chaînes de montagnes.

En s'écartant de la dorsale, la lithosphère océanique refroidit ; elle devient plus épaisse et plus dense. C'est au niveau des marges que se produit un découplage de la croûte océanique lourde (**d=2,9**) qui s'enfonce en subduction sous la croûte continentale plus légère (**d= 2,5**) créant ainsi une **zone de subduction**. La marge devient « active », soulignée par des tremblements de terre et des volcans. En effet, cette convergence crée des frictions à l'origine de séismes dont les foyers se répartissent tout du long de la plaque qui s'enfonce (plan de Bénéioff). Le métamorphisme de la plaque en subduction entraîne la fusion du manteau sus-jacent. Cette fusion alimente en surface un volcanisme andésitique très explosif et dévastateur. La compression affecte les roches et provoque des plis et des failles qui conduisent à l'érection d'une chaîne de montagnes (orogène), dite « **chaîne de subduction** » (exemples de la cordillère des Andes ou des Rocheuses).

Dans certains cas, la lithosphère océanique peut disparaître entièrement par subduction. L'océan originel se ferme et les lithosphères continentales s'affrontent donnant lieu à une « **zone de collision** ». Elles se cassent en plusieurs morceaux qui se chevauchent les uns les autres. Il se crée alors une « **chaîne de collision** » intracontinentale (exemples des Alpes ou de l'Himalaya). Les roches subissent une importante compression qui les plisse et les fracture. Certaines d'entre elles sont entraînées en profondeur (jusqu'à 100 km) et subissent des transformations par élévation de température et de pression (métamorphisme). Elles peuvent fondre partiellement pour donner de nouvelles roches magmatiques (granites).

C-Zone de coulissage

Dans d'autres cas, les plaques lithosphériques glissent les unes par rapport aux autres (mouvement de coulissage) créant ainsi une zone de coulissage qui s'effectue le long des failles transformantes. Ce type de mouvement ne provoque ni la création ni la disparition de la lithosphère.

Ainsi, la tectonique des plaques modèle sans cesse la surface de la Terre, créant l'ouverture puis la fermeture d'aires océaniques, et l'érection de chaînes de montagnes sur les continents. La lithosphère océanique est perpétuellement recyclée dans l'asthénosphère, ce qui explique l'âge relativement récent des plus vieilles roches du plancher océanique qui n'excède pas 200 millions d'années (jurassique). A l'opposé, la lithosphère continentale reste en surface et garde la mémoire des différents événements géologiques qui ont affecté la Terre depuis 3 milliards d'années.

Supervisé par : Pr Francis SEDDOH, Pr Kissao GNANDI, Dr Kodjo TOGBE, Dr Yao AGBOSSOUMONDE et Dr Yawoa D. DA COSTA (Département de Géologie, l'Université de Lomé)

Monsieur Azéi N'ZONOU (Chef d'inspection de l'Enseignement Général, Golfe Est et professeur de Sciences de la Vie et de la Terre, SVT)