

DU FIXISME AU MOBILISME

Alors qu'au début du XXe siècle on pensait que la position des **continents** était restée **fixe** depuis la formation de la Terre, on estime aujourd'hui que la partie externe de la Terre est formée de **plaques** qui se **déplacent horizontalement**, et en permanence, les unes par rapport aux autres.

En s'appuyant sur une démarche historique on cherche à comprendre comment les scientifiques sont passés d'une conception " fixiste " à une conception " mobiliste " de la surface de la Terre

I/ Les premières idées de mobilité horizontale des continents (1910-12) :

Depuis l'Antiquité il est admis que les continents ont toujours existé dans leurs positions actuelles. Au début du XXe siècle la plupart des géologues pensent que les océans sont la conséquence de l'affaissement de la surface continentale et que les chaînes de montagnes résultent, elles aussi, de mouvements principalement verticaux. Ce **modèle explicatif fixiste** permet de rendre compte des faits observés en milieu continental (*les océans étant inaccessibles*).

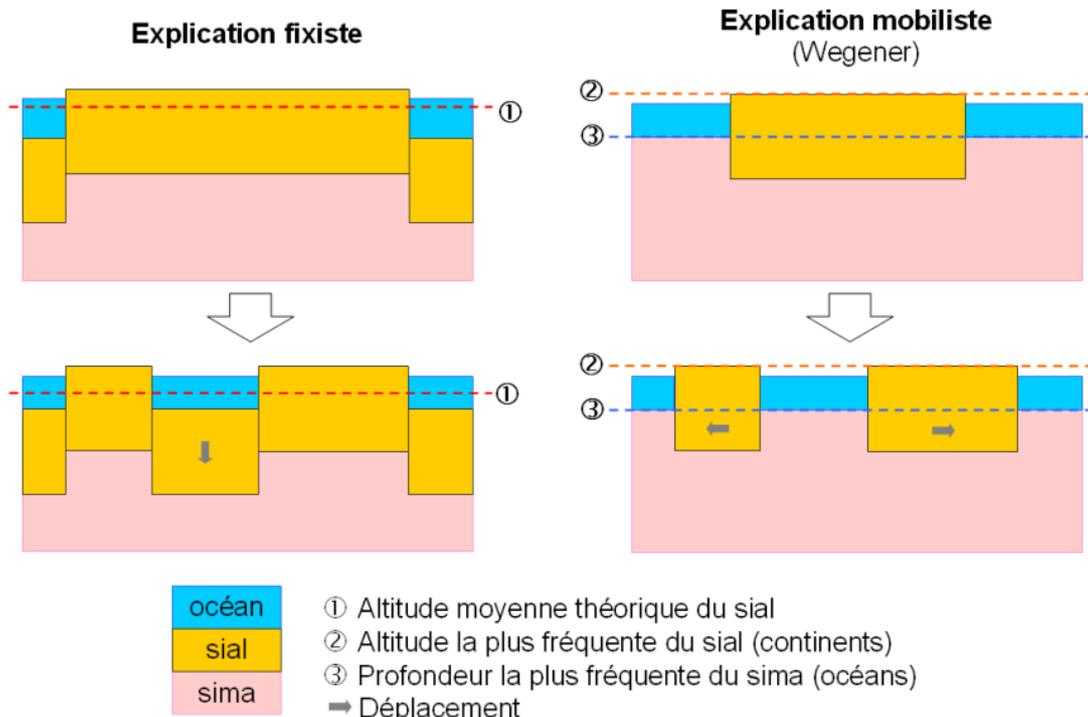
Les premières idées évoquant la mobilité horizontale s'appuient sur quelques constatations :

- La **concordance du tracé des côtes** (*de part et d'autre de l'océan Atlantique notamment*) suggère qu'elles proviennent de la fragmentation d'un bloc continental unique.

- La distribution géographique des **structures géologiques** (*chaînes de montagnes*), des **paléoclimats** et de certains **fossiles** montre une continuité si on rassemble les continents comme le suggère le tracé des côtes.

« C'est comme si nous devions reconstituer une page de journal déchirée, en mettant les morceaux bord à bord, puis en vérifiant si les lignes imprimées correspondent. Si oui, on doit conclure que les morceaux étaient bien placés de cette façon à l'origine. » Alfred Wegener, la genèse des continents et des océans, 1912

- La **distribution bimodale des altitudes** montre que l'altitude moyenne des continents (*environ 100 m*) se distingue nettement de la profondeur moyenne des océans (*environ - 4700 m*). Cela révèle que les **continents** sont des **structures permanentes** et que les **fonds océaniques** sont de **nature différente**



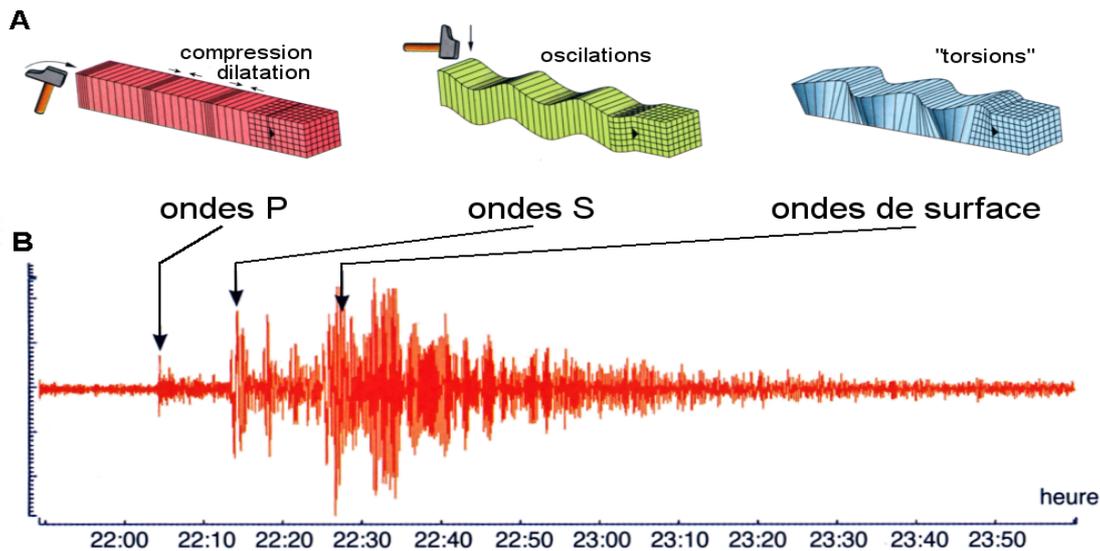
Un premier modèle explicatif

II/ Le rejet de la dérive des continents : (vers 1920)

Avec le XXe siècle débute véritablement la sismologie.

À la suite d'une fracture souterraine on observe la propagation d'**ondes sismiques**. Des plus rapides aux plus lentes on distingue principalement :

- **les ondes P ou premières** qui sont des ondes de **compression-dilatation** (*modèle du ressort*) se propageant en volume (qui traversent la Terre) dans tous les milieux (*solides ou liquides*), leur **vitesse croît** avec la **densité** du milieu traversé ;
- **les ondes S ou secondes** sont des ondes de **cisaillement** (*modèle de la corde*) qui se propagent aussi en volume, mais uniquement dans les **solides** (*pas dans les liquides*), leur **vitesse croît** avec la densité du milieu traversé ;
- **les ondes de surface** qui sont les plus **destructrices**.



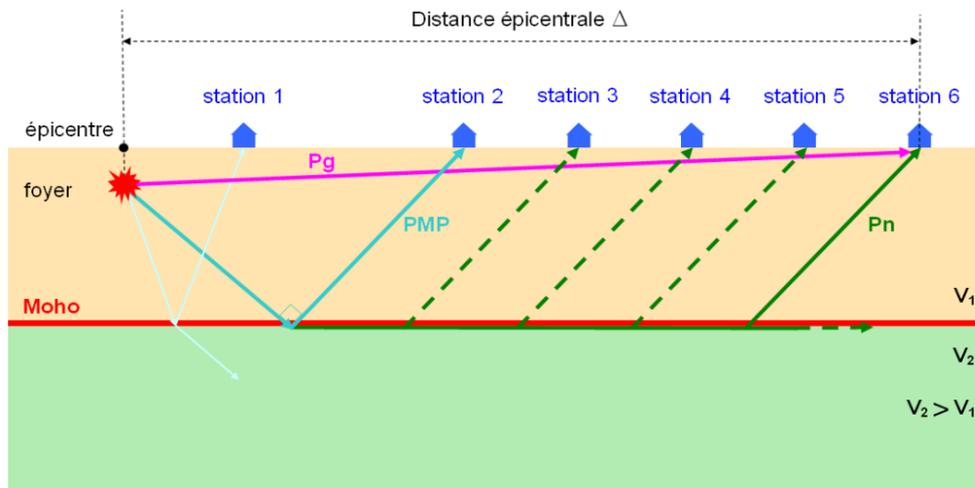
Les différentes ondes sismiques

Les **rais sismiques** se **réfléchissent** et se **réfractent** quand ils changent de **milieu de propagation** (*comme des rayons lumineux*).

La **sismologie** permet d'explorer la Terre interne.

1. - L'étude des ondes P et S permet de distinguer la **croûte**, d'épaisseur variable, jusqu'à la **discontinuité de Mohorovicic** ou **Moho**. La croûte repose sur le **manteau**, plus dense (*accélération des ondes P et S*) qui de poursuit jusqu'à le **discontinuité de Gutenberg** à 2 900 km de profondeur.
2. La détection des **ondes S** (*qui ne se propagent pas dans les liquides*) montre que la **croûte** et le **manteau** sont à l'**état solide**, et non visqueux (*comme le propose Wegener*).

Non seulement les arguments de Wegener sont un à un contestés mais les **forces de dérive** qu'il propose s'avèrent très **insuffisantes** pour expliquer le déplacement d'une croûte solide sur un manteau lui-même solide. **L'idée de mobilité horizontale est donc d'abord rejetée par la communauté scientifique**



Trajet des ondes sismiques.

III/ Des nouvelles connaissances scientifiques valident l'hypothèse d'une expansion océanique (les années 60) :

Les années 1930-1950 sont caractérisées par une absence de confrontation entre fixistes et mobilistes. Chez les partisans comme chez les négateurs, personne n'est vraiment enclin à rouvrir les discussions.

Les arguments de Wegener reposaient uniquement sur l'observation des continents car les fonds océaniques, qui représentent les deux tiers de la surface terrestre, étaient largement inexplorés dans les années 1920.

Pendant les années 1950-1960 le développement de l'**océanographie** (*échosondeur, écoute sismique, détection magnétique, mesure des flux thermiques*) permet de découvrir la **topographie des fonds océaniques** :

1. Une **dorsale** de près de 65 000 km de long pour 500 à 1 500 km de large culmine vers 2,5 km de profondeur et domine les **plaines abyssales** dont la profondeur est d'environ 5 km.

2. Deux types de bordure continentale (*marge continentale*) :

- soit une **fosse** qui forme un sillon, de 8 à 11 km de profondeur pour 100 km de large, principalement en bordure de l'océan Pacifique ;

- soit un **plateau continental** qui s'enfonce en pente douce jusqu'à 200 m de profondeur environ. La pente augmente ensuite rapidement et forme le **talus continental** qui rejoint la **plaine abyssale**

Le **flux de chaleur** libéré par la Terre (**flux géothermique**) est plus élevé que la moyenne au niveau des dorsales. Cela est associé à des **mouvements de convection manteliques** ascendants au niveau des **dorsales** et descendants au niveau des **fosses** (*où on observe un excès de gravité*).

L'ensemble des observations océanographiques a permis de formuler l'**hypothèse de l'expansion des fonds océaniques** selon laquelle les océans se forment en permanence au niveau des **dorsales**, s'écartent symétriquement de part et d'autre de celles-ci avant de disparaître au niveau des **fosses océaniques**.

La mise en évidence de **bandes d'anomalies magnétiques normales et inverses symétriques** par rapport à l'axe des dorsales océaniques, corrélables avec les phénomènes d'**inversion des pôles magnétiques**, a permis de valider l'hypothèse de l'expansion des fonds océaniques et de calculer la **vitesse d'expansion océanique** (ou **taux d'expansion océanique**).

Remarque : Quand une roche refroidit certains de ses minéraux s'aimantent vers 600 °C et acquièrent un **champ magnétique** de même direction que le **champ magnétique terrestre** du moment. Or la direction du champ magnétique terrestre s'est fréquemment inversée au cours du temps, ce qui ne change pas le champ magnétique des roches déjà acquis. Si le champ magnétique terrestre est de même sens que le champ magnétique d'une roche, les deux s'ajoutent (**anomalie normale**). Dans le cas contraire ils se soustraient (**anomalie inverse**).

Conclusion :

Depuis l'Antiquité il était admis par tous, comme une évidence, que les continents sont **immobiles** dans le plan horizontal, c'est le **paradigme fixiste**. Durant les années 1910 et 1920, en s'appuyant uniquement sur des arguments provenant des **continents**, les seuls disponibles à cette époque, Wegener n'a pu ni **réfuter** le fixisme ni **valider** l'hypothèse de la **dérive des continents**.

Dans les années 1960, c'est la découverte progressive des fonds océaniques, avec notamment l'interprétation des **anomalies magnétiques**, qui a permis la naissance d'un **nouveau paradigme : le mobilisme**

(d'après R. Rodriguez professeur SVT Blaye)