

La Terre en mouvement : comment sait-on que les plaques lithosphériques se déplacent ?

Depuis le début du XXe siècle, les scientifiques ont compris que les continents ne sont pas fixes. Aujourd'hui, les données géologiques et géophysiques montrent que la surface de la Terre est découpée en plaques lithosphériques mobiles.

Ces déplacements, bien que très lents, modifient en permanence la surface terrestre : ouverture des océans, formation des montagnes, volcanisme et séismes.

Comment les scientifiques prouvent-ils et mesurent-ils les déplacements des plaques lithosphériques actuels et passés ?

I. La lithosphère est divisée en plaques mobiles

La lithosphère correspond à l'enveloppe rigide externe de la Terre. Elle est fragmentée en plusieurs plaques lithosphériques séparées par des frontières actives.

Ces plaques se déplacent lentement à la surface du globe à des vitesses comprises entre quelques millimètres et plusieurs centimètres par an.

On distingue trois types de mouvements :

- la **divergence** : les plaques s'éloignent ;
- la **convergence** : les plaques se rapprochent ;
- le **coulissage** : les plaques glissent horizontalement l'une contre l'autre.

II. Les mesures actuelles des déplacements : la géodésie spatiale

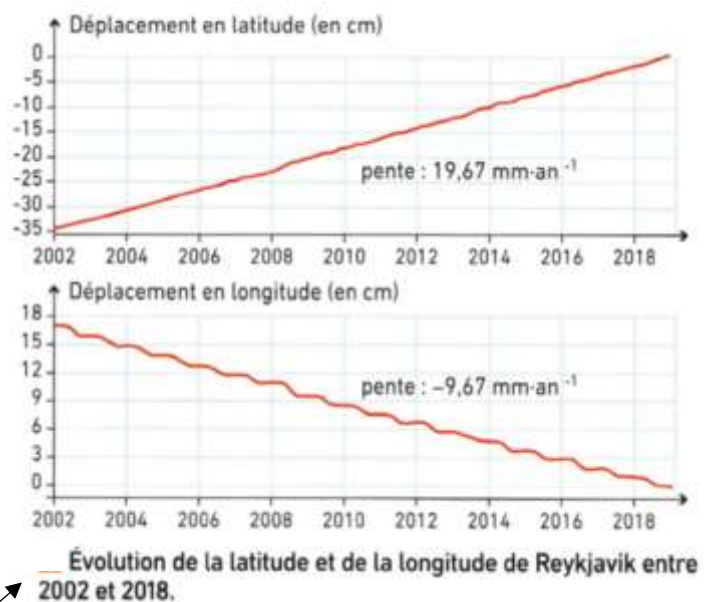
Les scientifiques utilisent des satellites géodésiques et des balises GPS fixées sur les plaques lithosphériques.

Ces appareils permettent de mesurer avec une précision inférieure au millimètre :- la latitude ;
- la longitude ;
- l'altitude.

Les données GPS permettent de calculer : - la direction du déplacement ;
- la vitesse des plaques.



(Bordas, Ed.2019, p.170)

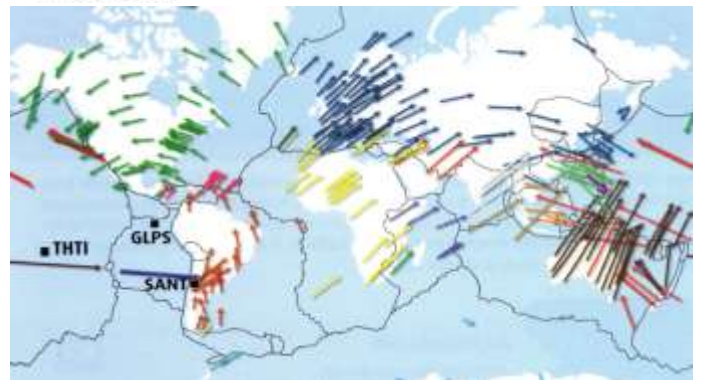


Exemples de vitesses mesurées

- Ouverture de l'océan Atlantique Nord : environ **4 cm/an** ;
- Déplacement de la plaque Pacifique : jusqu'à **10 cm/an** ;
- Certaines dorsales lentes : environ **2 cm/an** ;
- Dorsales rapides : jusqu'à **16 cm/an**.

Carte des déplacements des stations géodésiques à la surface de la Terre mesurés par GPS.

(Belin, Ed.2019, p.170)



Ces mesures montrent que les plaques sont en mouvement permanent.

III. Les indices géologiques du déplacement des plaques

A. Les anomalies magnétiques : preuve de l'expansion océanique

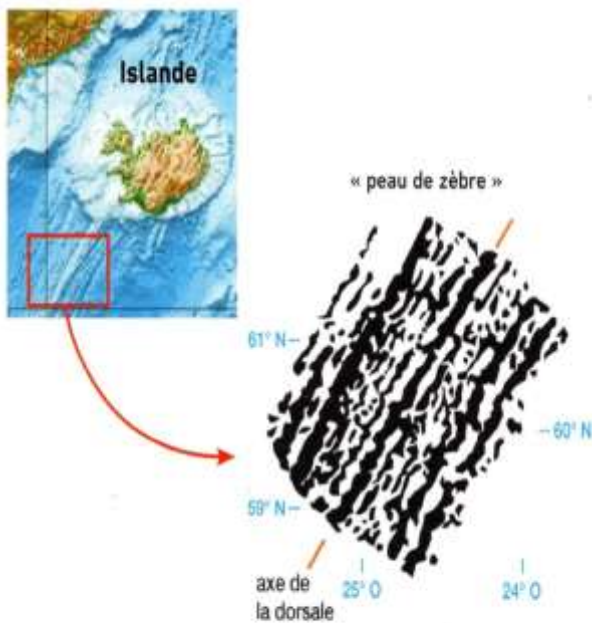
Lorsque les basaltes se refroidissent au niveau des dorsales océaniques, les minéraux magnétiques qu'ils contiennent enregistrent l'orientation du champ magnétique terrestre.

Or, le champ magnétique terrestre s'est inversé de nombreuses fois au cours de l'histoire de la Terre.

On observe alors sur les fonds océaniques :

- des bandes magnétiques symétriques de part et d'autre de la dorsale ;
- une alternance d'anomalies positives et négatives.

Ces bandes forment un véritable « code-barres magnétique ».



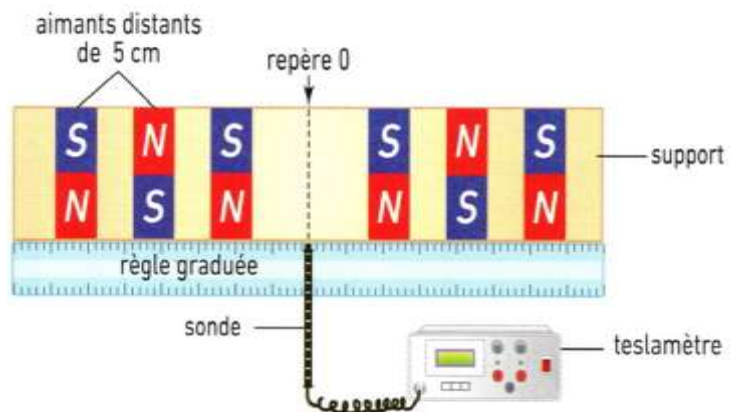
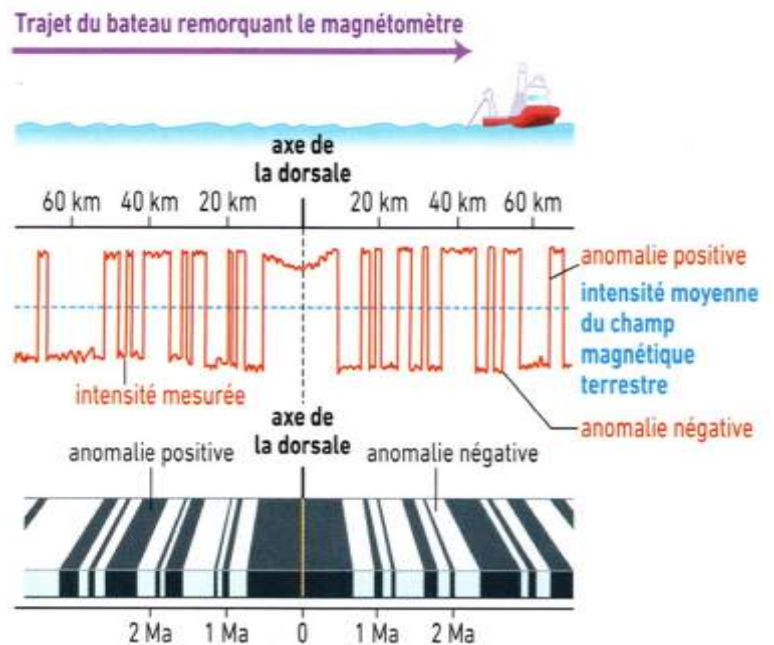
A Anomalies magnétiques dans l'Atlantique Nord.

(Bordas, Ed.2019, p.173)

Données chiffrées importantes

- La dernière inversion du champ magnétique terrestre date d'environ **780 000 ans**.
- Certaines bandes magnétiques océaniques permettent de retracer plus de **180 millions d'années** d'histoire océanique.
- Dans l'Atlantique Nord, la vitesse moyenne d'expansion calculée grâce au paléomagnétisme est d'environ **2 cm/an par plaque**, soit **4 cm/an d'ouverture totale**.

(Bordas, Ed.2019, p.173)



B Une modélisation des anomalies magnétiques.

Le paléomagnétisme constitue donc une preuve majeure de l'expansion océanique.

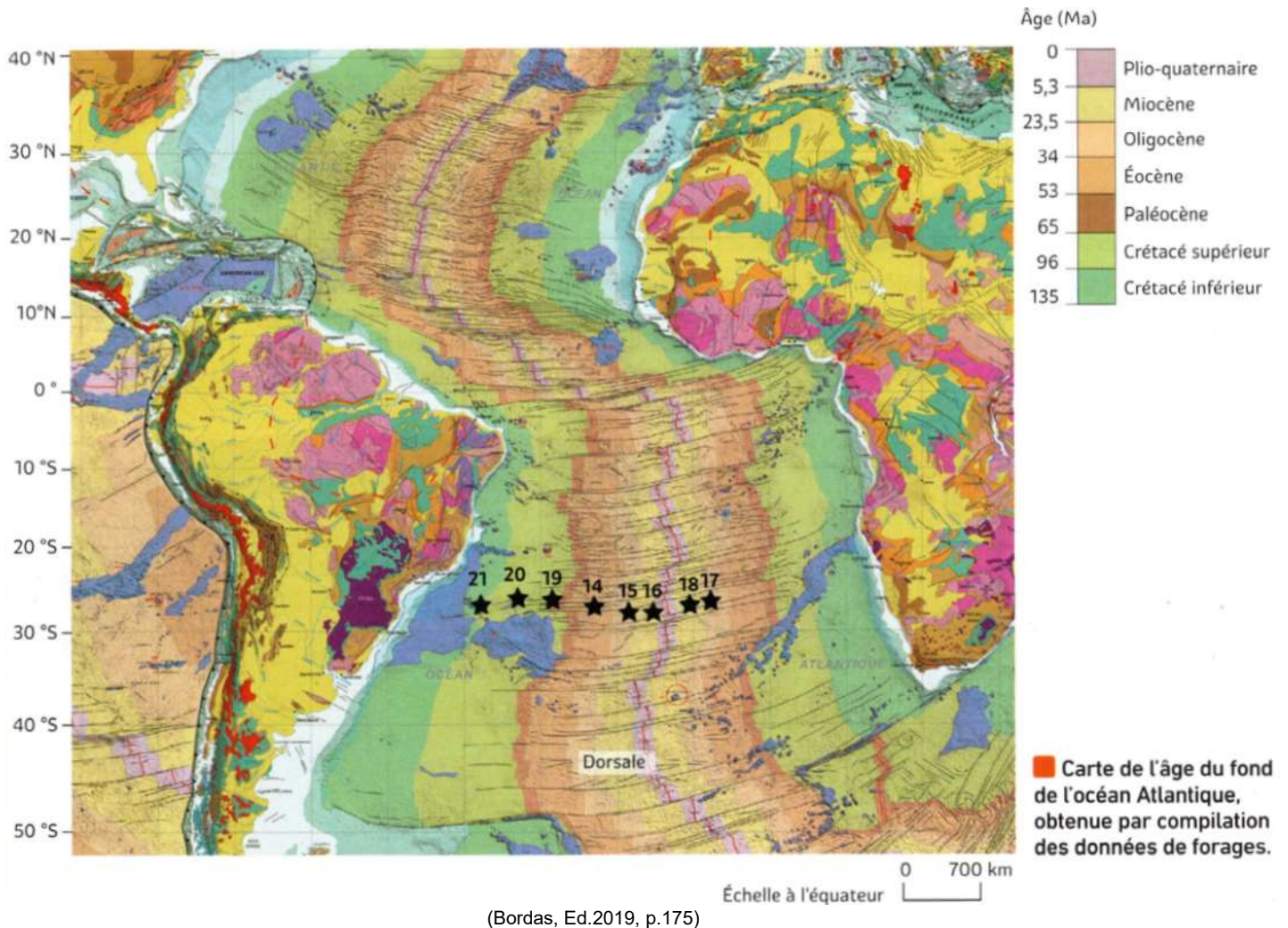
B. L'âge des roches océaniques

Les forages océaniques montrent que :

- les roches les plus jeunes sont situées au niveau des dorsales ;
- plus on s'éloigne de la dorsale, plus les roches sont anciennes.

Les sédiments déposés sur les basaltes deviennent également :

- plus épais ;
- plus anciens.



(Bordas, Ed.2019, p.175)

Données chiffrées importantes

- Au niveau des dorsales, les basaltes ont un âge très faible : parfois inférieur à **1 million d'années**.
- Dans l'océan Atlantique Nord, les roches océaniques les plus anciennes atteignent environ **175 millions d'années** (Jurassique).
- Aucun plancher océanique actuel ne dépasse environ **200 millions d'années**.

Cette relative jeunesse des océans s'explique par :

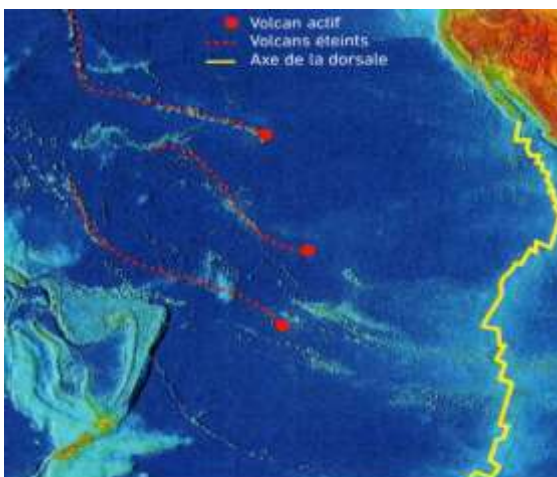
- la création permanente de lithosphère au niveau des dorsales ;
- la disparition de la lithosphère en zone de subduction.

C. Les alignements volcaniques des points chauds

Les points chauds sont des remontées fixes de matière chaude provenant du manteau profond.

Lorsqu'une plaque se déplace au-dessus d'un point chaud :

- des volcans se forment successivement ;
- les volcans les plus éloignés du volcan actif sont les plus anciens.



Archipels volcaniques de l'océan Pacifique.

Exemple de l'archipel d'Hawaï

- Le volcan actuellement actif est situé sur l'île d'Hawaï.
- Les îles plus anciennes sont situées vers le nord-ouest.
- La plaque Pacifique se déplace au-dessus du point chaud à une vitesse d'environ **8 à 10 cm/an**.
- L'alignement volcanique permet de reconstituer les déplacements de la plaque Pacifique sur environ **65 millions d'années**.



Un point chaud reste fixe, même sous une plaque mobile.

(Bordas, Ed.2019,p.176)

IV. Les marqueurs des frontières de plaques

A. Les zones de divergence : les dorsales océaniques

Les dorsales correspondent à des zones où les plaques s'écartent.

Ces zones présentent :

- un flux géothermique élevé ;
- des séismes superficiels ;
- du volcanisme basaltique.

Les roches caractéristiques sont :

- les basaltes ;
- les gabbros.

La création de lithosphère océanique au niveau des dorsales explique l'expansion des océans.

B. Les zones de convergence : la subduction

Dans une zone de subduction :

- une plaque océanique plonge sous une autre plaque.

Ces zones sont caractérisées par :

- des séismes superficiels, intermédiaires et profonds ;
- des fosses océaniques ;
- un volcanisme important.

Données chiffrées :

- Les foyers sismiques peuvent atteindre environ **700 km de profondeur**.
- Le flux thermique est faible au niveau de la fosse mais élevé sous l'arc volcanique.

Les roches produites sont riches en silice :

- andésite ;
- rhyolite ;
- granite.

C. Les zones de collision continentale

Lorsque deux continents entrent en collision :

- les plaques se compressent ;
- la croûte s'épaissit ;
- des chaînes de montagnes se forment.

Ces zones présentent :

- des séismes superficiels ;
- un flux thermique relativement faible.

Exemple : La chaîne de l'Himalaya résulte de la collision entre : - la plaque indienne ;
- la plaque eurasiatique.

Conclusion

La lithosphère terrestre est constituée de plaques mobiles dont les déplacements actuels et passés peuvent être étudiés grâce à plusieurs méthodes complémentaires.

Les mesures GPS permettent aujourd'hui de mesurer directement les vitesses des plaques avec une très grande précision.

Les anomalies magnétiques des fonds océaniques, l'âge des basaltes et les alignements volcaniques liés aux points chauds démontrent que les océans s'ouvrent progressivement depuis des millions d'années.

Les océans actuels sont relativement jeunes :

- les plus vieux fonds océaniques ont environ **180 à 200 millions d'années** ;
- les basaltes les plus récents se forment actuellement au niveau des dorsales.

Enfin, l'étude des marqueurs sismiques, thermiques et pétrologiques permet d'identifier :

- les zones de divergence ;
- les zones de subduction ;
- les zones de collision.

L'ensemble de ces données montre que la Terre est une planète dynamique dont la surface est en perpétuelle évolution.