

TP 4 la construction progressive du modèle de la tectonique des plaques : étude du relief sous-marin, du flux thermique et apport du paléomagnétisme.

Problème : Comment l'hypothèse de la mobilité des continents a-t-elle été relancée dans les années 1950-1960 ?

Activités proposées

Activité 1

1/ Présenter brièvement le relief sous marin. (annexe 1)

2/Caractériser le flux de chaleur au niveau des dorsales, du plateau continental et des fosses océaniques. (Annexe 2)

3/ Justifier la recevabilité de modèle de Hess en 1960 (annexe 3) à partir des apports des nouvelles techniques d'étude (annexe 1 et 2).

4/Réaliser 2 autres schémas sur l'annexe 4. (utiliser des couleurs différentes pour illustrer l'expansion de la croûte océanique).

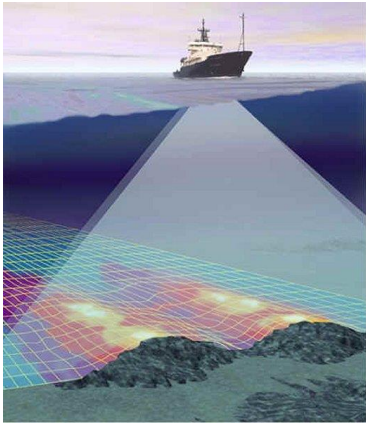
- Le Schéma B doit illustrer l'expansion océanique (augmentation de la taille de la croûte océanique de part et d'autre de l'axe de la dorsale)
- Le schéma C illustre l'expansion océanique mais doit aussi illustrer la disparition de la croûte océanique au niveau des fosses océaniques

Activité 2

1/Montrer que la distribution des anomalies magnétiques est compatible avec l'hypothèse de l'expansion des fonds océaniques.

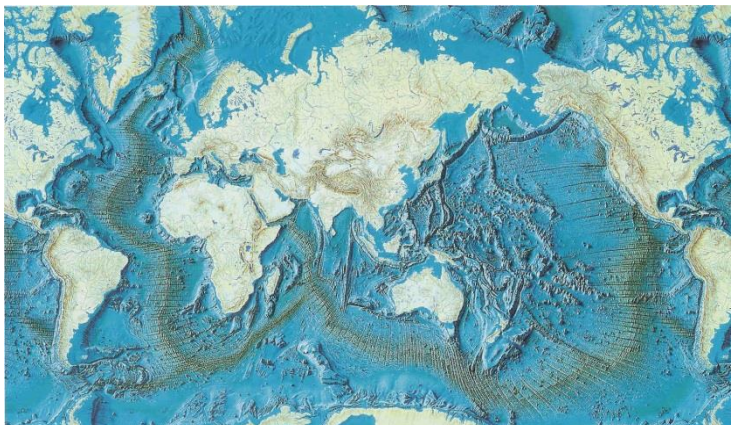
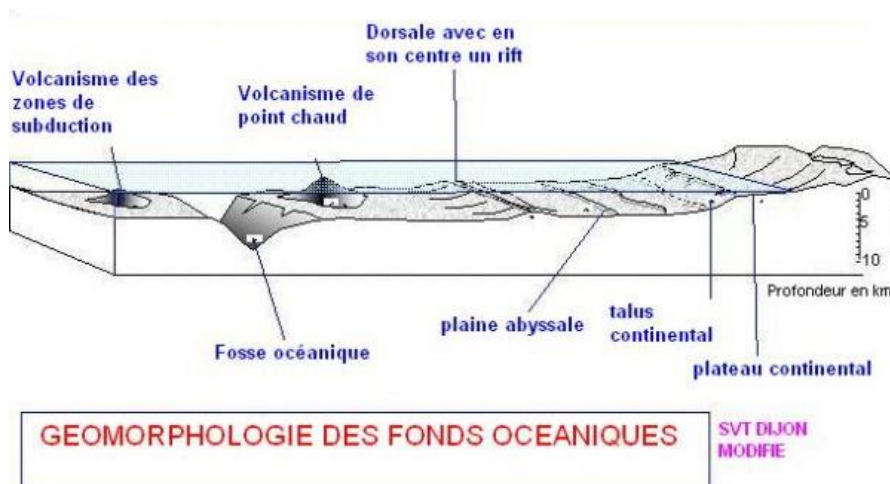
2/Calculer la vitesse d'expansion de l'océan pacifique au cours des 4.5 derniers Ma (égale à la somme des vitesses de formation de la croûte de part et d'autre de la dorsale).

Annexe 1 la cartographie des fonds marins



Dès les années 1940 les **sondeurs acoustiques** permettent des **relevés bathymétriques** du fond des océans par mesure du temps de trajet d'un signal acoustique réfléchi par le fond. En 1960 ils ont permis d'établir une carte du relief des fonds océaniques. Tharp, Henzen et Ewing découvrent qu'une **dorsale serpente** dans tous les océans sur près de 65 000 km de long pour 500 à 2 000 km de large, elle culmine vers 2,5 km de profondeur et domine les **plaines abyssales** dont la profondeur est d'environ 5 km. Au niveau des dorsales océaniques, l'activité volcanique est très intense.

On découvre aussi la présence de **fosses** qui forment un sillon, de 8 à 11 km de profondeur pour 100 km de large, principalement en bordure de l'océan Pacifique. En l'absence de fosse, la bordure immergée des continents forme un **plateau continental** qui s'enfonce en pente douce. À partir de 200 m de profondeur environ la pente augmente rapidement et forme le **talus continental** qui rejoint la **plaine abyssale**.



La Topographie des fonds océaniques

Annexe 2 Le flux de chaleur terrestre

Nous savons que plus on s'enfonce dans la Terre, plus la T° augmente. Les mineurs connaissent bien le phénomène : c'est la mise en évidence du **gradient géothermique** : 1° pour 30m, 3°/100m, 30°/km dans la croûte continentale.

Profondeur (km)	Enveloppe terrestre	Température (°C)
30	base de la croûte continentale	700
70	base de la racine des chaînes montagneuses continentales	1000
100	base de la lithosphère	1350
400	discontinuité sismologique	1400
670	discontinuité sismologique	1600
2900	limite manteau -noyau	4700-5500
5100	limite noyau-graine	5500-7100
6380	centre de la Terre	6 600 ± 1 000

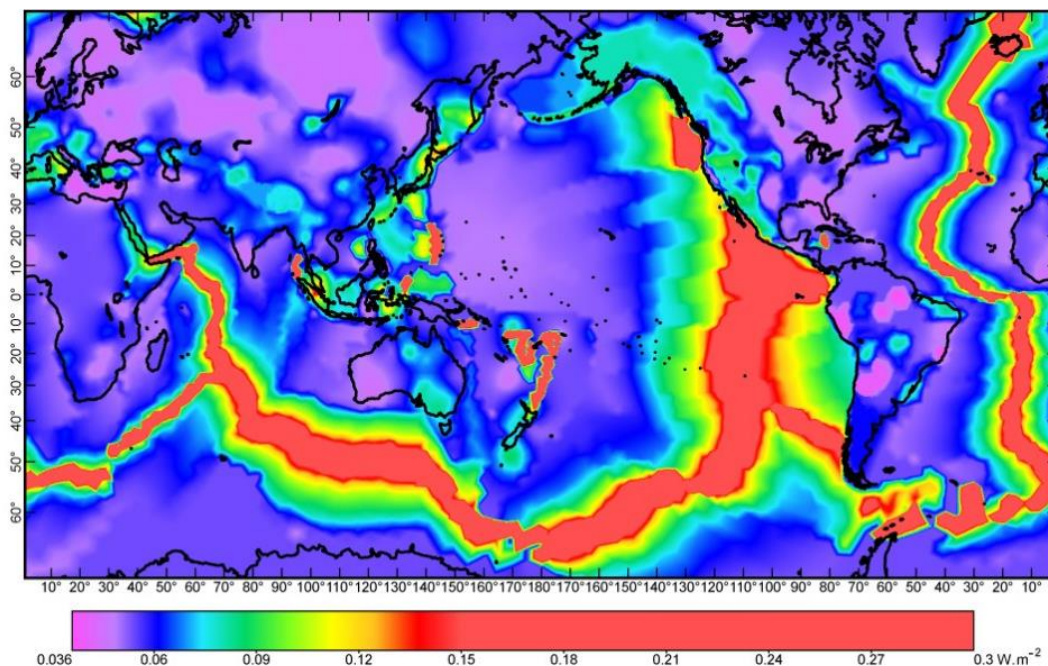
Doc 1 Estimations de la température dans différentes zones de l'enveloppe terrestre

Cette énergie thermique se dissipe (s'évacue) par la surface du globe. Cette dissipation se mesure à la surface de la Terre : c'est le flux de chaleur : quantité d'énergie thermique (chaleur) qui se dégage par unité de temps et de surface du sol : il s'exprime en $\text{mW}\cdot\text{m}^{-2}$. $60\text{mW}/\text{m}^2$ en moyenne en surface.

Flux thermique solaire = $240\text{W}/\text{m}^2$

Le flux thermique est réparti de façon inégale à la surface de la Terre. Il est très important au niveau des dorsales : $250\text{mW}/\text{m}^2$ (jusqu'à 400) et très faible au niveau des fosses océaniques: $25\text{mW}/\text{m}^2$ et des plateaux continentaux.

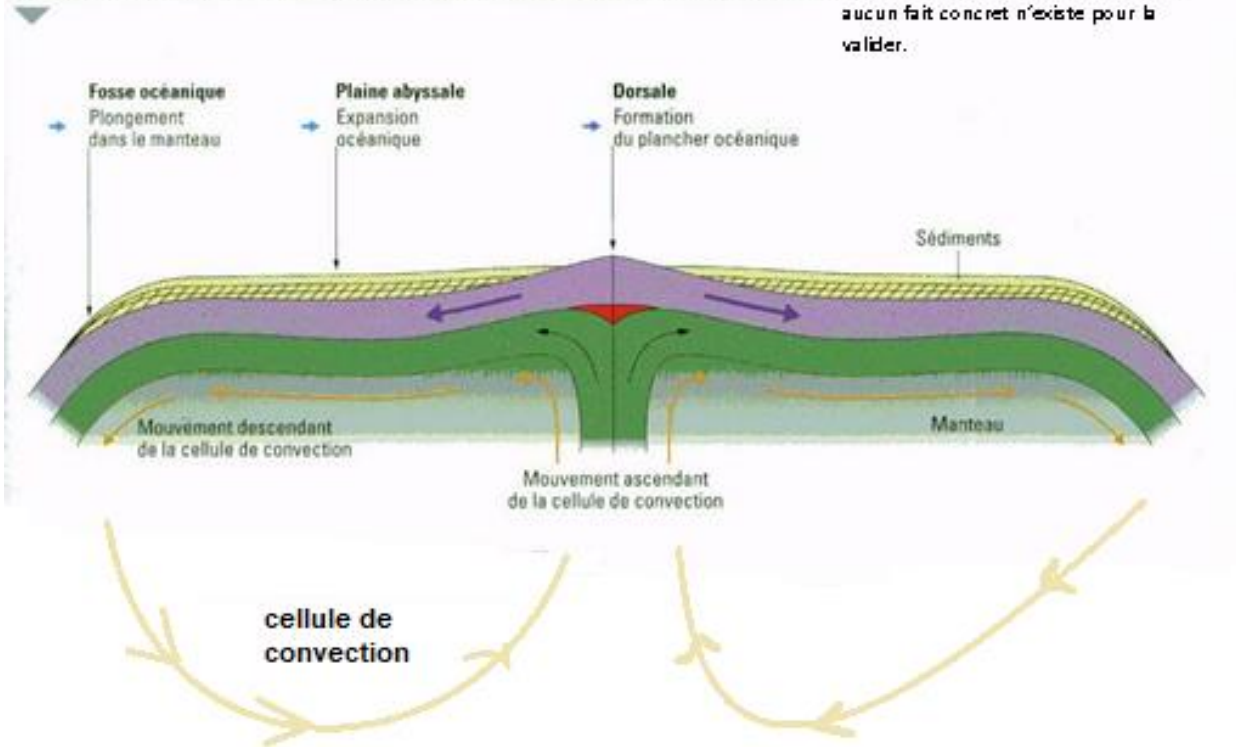
La chaleur interne de la Terre se dissipe au travers la surface terrestre : 96% de la dissipation de l'énergie interne. Mais répartition inégale en fonction des zones.



Annexe 3 L'hypothèse de l'expansion océanique

Quelques données. En 1962, le géologue Harry Hess propose que le plancher océanique se forme au niveau des dorsales, dérive de part et d'autre, à la manière d'un « double tapis roulant », puis finit par plonger dans le manteau au niveau des grandes fosses océaniques. C'est l'hypothèse de l'**expansion océanique**. Les courants de convection brassant le manteau seraient le moteur de ce processus (ces courants sont comparables à ceux qui mettent en mouvement l'eau dans une casserole chauffée). Dans cette hypothèse, le volcanisme de dorsale est la manifestation en surface de courants de convection ascendants dans le manteau.

C'est une hypothèse audacieuse mais aucun fait concret n'existe pour la valider.

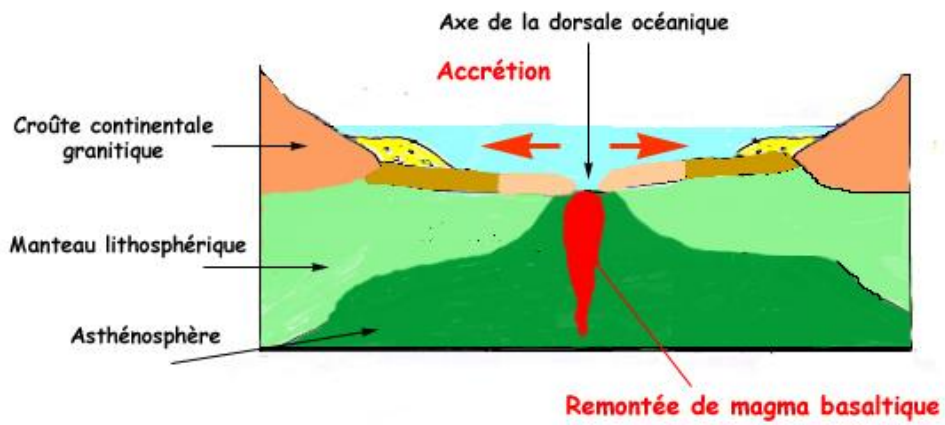


L'hypothèse de l'expansion océanique de Hess

Annexe 4

Modèle d'expansion océanique

Il y a 4 millions d'années



Il y a 2 millions d'années

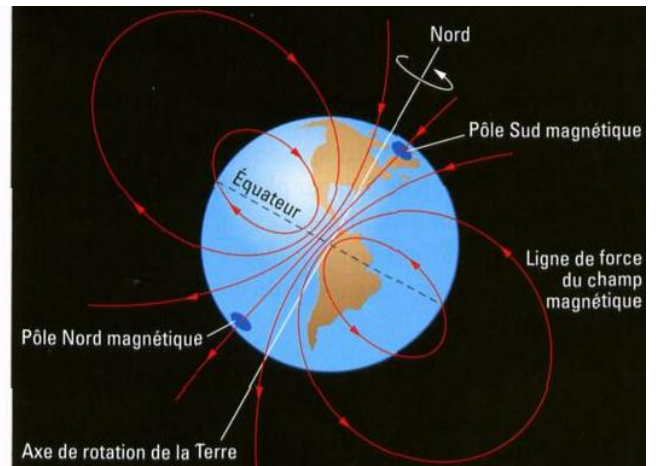
Il y a 0.5 millions d'années

Annexe 5 Le magnétisme des roches magmatiques

La théorie de la dérive des continents fut débattue, contestée puis oubliée pendant plusieurs décennies. Dans les années 60, de nouveaux arguments sont à l'origine d'une hypothèse qui relance le débat.

Le champ magnétique terrestre :

L'orientation de l'aiguille d'une boussole visualise la **présence du champ magnétique terrestre**. Celui-ci est probablement engendré par les **mouvements de matière au sein du noyau externe liquide**. (A l'échelle de la Terre, l'axe pôle nord- pôle sud géographique est quasi superposable à l'axe pôle nord - pôle sud magnétique (d'où l'utilisation d'une boussole pour retrouver le nord)). Le champ magnétique terrestre est assimilable au champ magnétique créé par un aimant placé droit au centre de la Terre. Les lignes de champ traversent la planète du Nord au Sud actuellement.

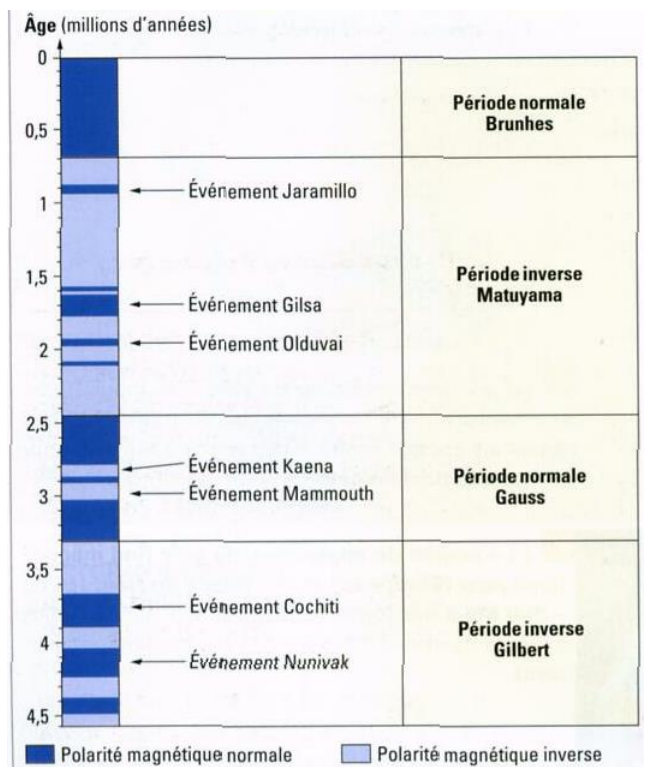


Les roches contenant des **minéraux riches en Fer et Mg** (volcaniques en général) sont capables **d'enregistrer** le champ magnétique existant **lors de leur formation** (intensité et direction). Ainsi, la roche a une **mémoire magnétique** qui indique la position des pôles au moment de sa formation.

En **1959**, les scientifiques ont entrepris de rechercher le champ magnétique des roches continentales d'âge connu.

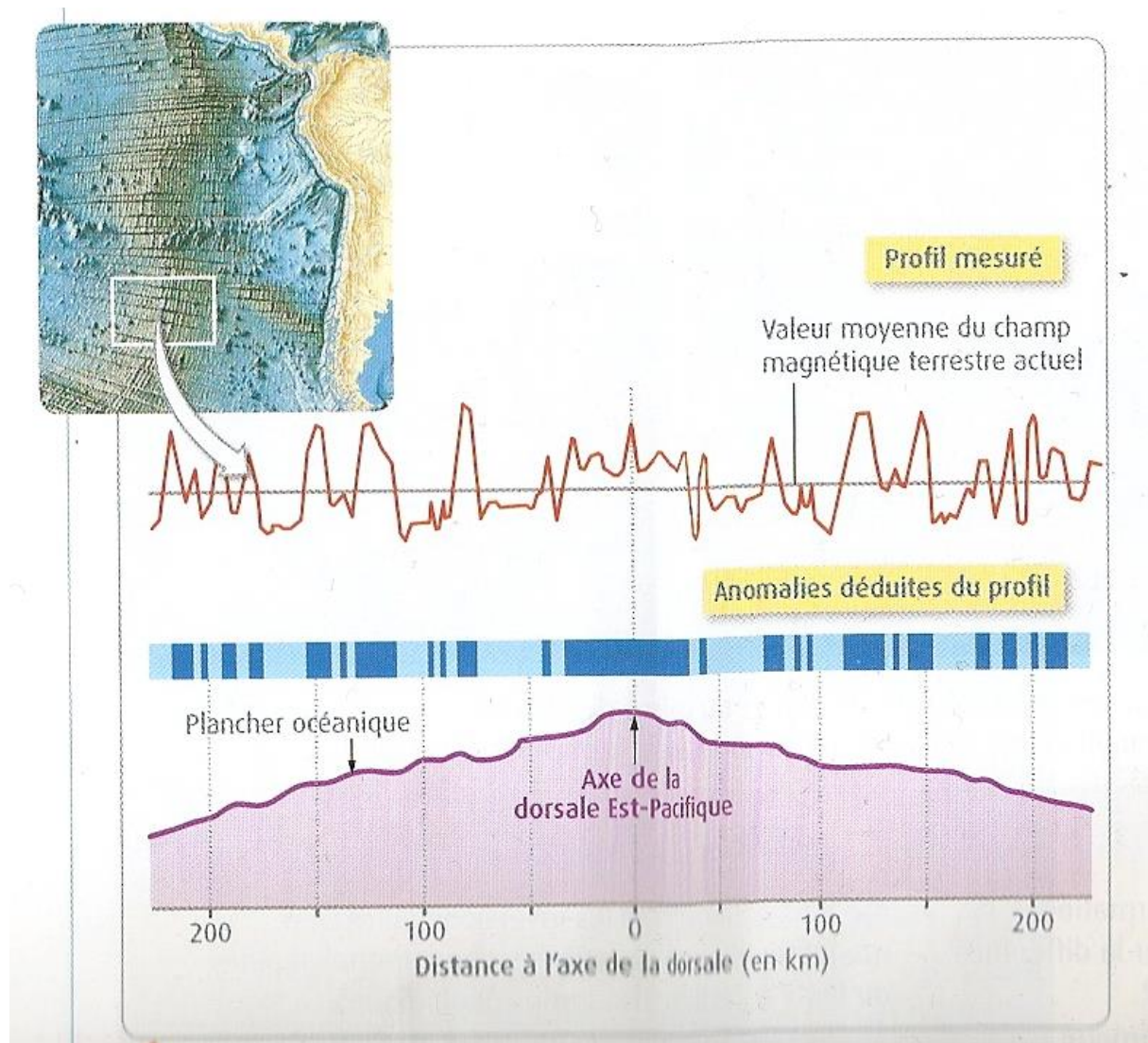
Les **inversions magnétiques** (inversions pôle nord/ pôle sud magnétique) au cours des temps géologiques ont alors été découvertes.

On a daté les roches mesurées et on a obtenu une échelle des temps basée sur les inversions magnétiques enregistrées par les roches : **échelle magnétostratigraphique de Brunhes et Matuyama**.



Échelle des inversions du champ magnétique terrestre pour les 4,5 derniers millions d'années.

Dans le même temps, le champ magnétique enregistré dans les basaltes de la croûte océanique a pu être mesuré.



Profil magnétique mesuré et représentation des anomalies magnétiques correspondantes en fonction de la distance à la dorsale Est-pacifique. En bleu foncé : anomalies positives ; en bleues clair : anomalies négatives.

L'interprétation de Vine, Matthews et Morley.

En 1963, Fred Vine, Dimmond Matthews et Lany Morley admettent que le champ magnétique mesuré au-dessus des fonds océaniques (basalte) est la résultante du champ terrestre actuel et du champ fossilisé par les basaltes. Exploitant l'hypothèse de l'expansion océanique de Harry Hess, ils suggèrent que chaque bande d'anomalie magnétique est due à l'aimantation acquise par les basaltes au moment de leur formation au niveau de la dorsale

