



THÈME : LA DYNAMIQUE INTERNE DE LA TERRE
Chapitre : La mobilité horizontale des plaques lithosphériques

2
1ère spé

Les mouvements des plaques lithosphériques

➤ **Objectif** : Décrire et comparer les mouvements des plaques lithosphériques.

➤ Compétences et capacités travaillées	Fragile	Intermédiaire	Avancé	Expert
PRATIQUER DES DÉMARCHES SCIENTIFIQUES	1 critère sur 3	2 critères sur 3	3 critères sur 3 (avec aide)	3 critères sur 3 (sans aide)
3. Reasonner, argumenter conclure en exerçant des démarches scientifiques et un sens critique	<ul style="list-style-type: none"> - Des faits sont identifiés mais n'ont pas été transformés en arguments. - Réponse explicative absente ou incohérente 	<ul style="list-style-type: none"> - Quelques arguments sont construits à partir des faits (informations et/ou connaissances). - Absence de réponse ou réponse non cohérente avec le problème posé. 	<ul style="list-style-type: none"> - Des arguments sont construits à partir des faits (informations et/ou connaissances). - Réponse explicative cohérente avec le problème posé. 	<ul style="list-style-type: none"> - Suffisamment d'arguments sont construits à partir des faits, pour répondre à la question posée. - Réponse explicative cohérente avec le problème scientifique et complète.

Mise en situation : L'interprétation des données océanographiques (âge des fonds océaniques, profils magnétiques, volcanisme de point chaud) et l'interprétation des données GPS ont permis aux scientifiques de proposer des modèles décrivant le mouvement des plaques lithosphériques.

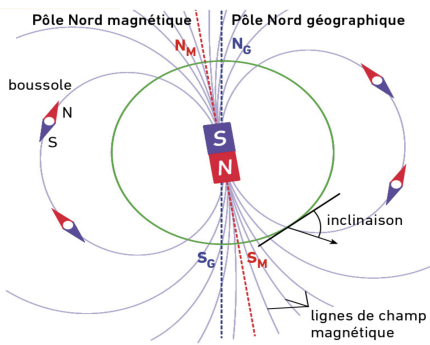
Question scientifique : Comment quantifier le déplacement des plaques grâce aux indices géologiques et géodésiques ?

Consigne : À l'aide de l'ensemble des ateliers, déterminer et quantifier le mouvement des plaques lithosphériques par différentes techniques. Compléter le tableau ci-dessous :

Type d'indice	Plaques lithosphériques	Mouvement des plaques lithosphériques	Vitesse des plaques lithosphériques
Indices paléomagnétiques	<ul style="list-style-type: none"> - Plaque Nord-Américaine - Plaque Eurasiatique 	Divergence	20 mm/an
Indices sédimentaires			
Indices volcaniques			
Indices géodésiques			

Titre :

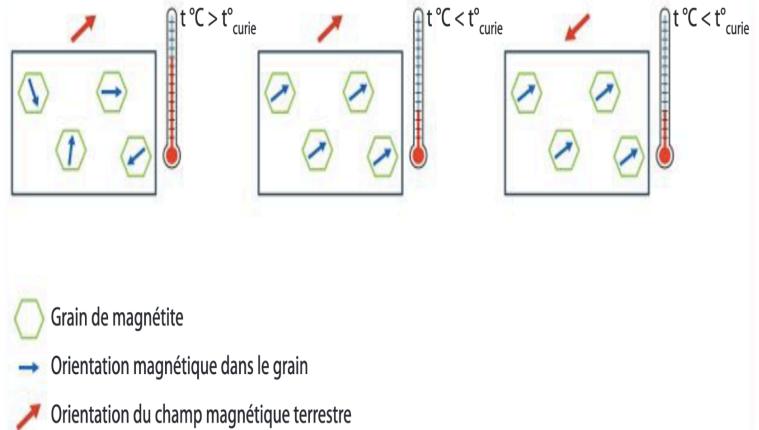
ATELIER 1 : LES INDICES PALÉOMAGNÉTIQUES



Le champ magnétique terrestre est la conséquence d'écoulements de matière ionisée dans le noyau terrestre. Il est assimilable au champ magnétique qui serait créé par un aimant placé au centre de la Terre. Ce champ est représenté en tout point par vecteur qui a pour direction et sens ceux de l'axe sud-nord de l'aiguille aimantée d'une boussole. Le pôle Nord magnétique terrestre (N_M) est proche du pôle nord géographique (N_G).

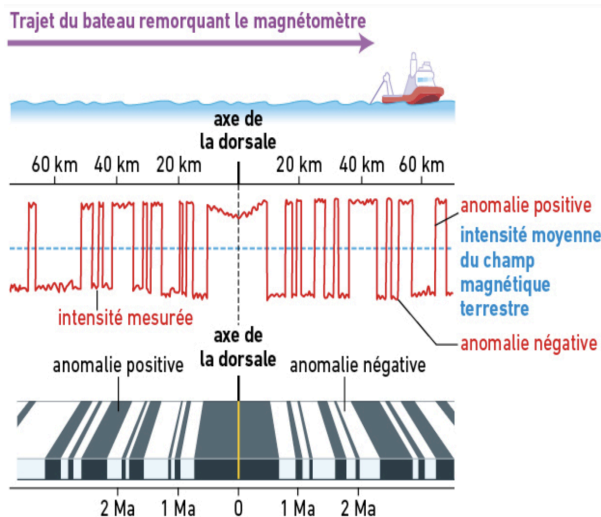
Document 1 : Le champ magnétique terrestre.

Les roches volcaniques telles que les basaltes, sont formées par refroidissement d'un magma. Avant la solidification due au refroidissement, certains de leurs minéraux comme la magnétite s'aimantent selon les caractéristiques du champ magnétique terrestre du moment. Cette aimantation est conservée définitivement après solidification de la roche. Ainsi, les basaltes gardent "en mémoire" les caractères du magnétisme terrestre du lieu et de l'époque de leur formation.



Document 2 : Les inversions du champ magnétique.

1. Tester l'aimantation des magnétites présents dans les basaltes océaniques.



Des mesures du champ magnétique sont réalisées en mer à l'aide de magnétomètres embarqués sur les navires océanographiques. Les intensités mesurées de ce champ sont soit légèrement plus fortes (anomalies positives) soit légèrement plus faibles (anomalies négatives) que la valeur théorique moyenne attendue. Ces anomalies magnétiques sont à mettre en relation avec les inversions du champ magnétique terrestre. Les anomalies magnétiques forment des bandes parallèles entre-elles et symétriques par rapport à l'axe de la dorsale, on parle de "peau de zèbre". Avec l'âge de l'inversion magnétique et la distance à l'axe de la dorsale, on peut calculer la vitesse de divergence des plaques.

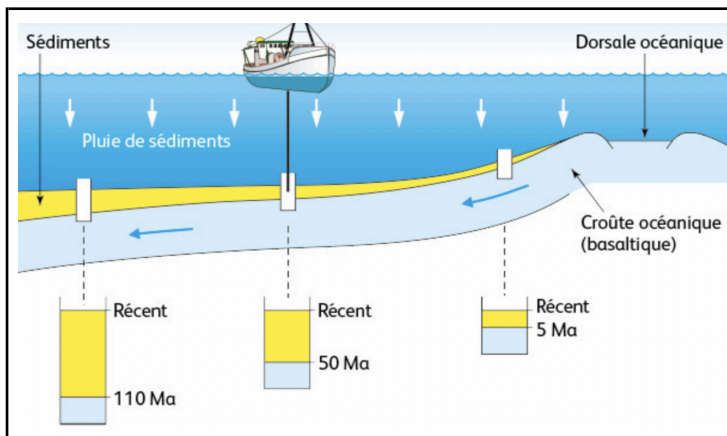
Document 3 : Les anomalies magnétiques du plancher océanique.



Indices paléomagnétiques :

- Cliquer sur "Données affichées", "Autres données" et "Anomalies magnétiques".
- Cliquer sur "Actions" et "Profil des anomalies magnétiques".
- Tracer un profil perpendiculaire au niveau de la dorsale médio-Atlantique afin de visualiser les anomalies magnétiques des basaltes océaniques.

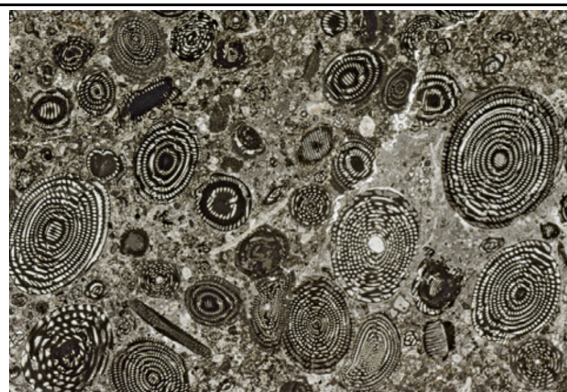
ATELIER 2 : LES INDICES SÉDIMENTAIRES



De nombreux forages des fonds océaniques ont été réalisés en mer par des navires océanographiques. Ces forages ont permis de remonter des carottes de sédiments déposés sur le fond océanique sur une épaisseur de 2000 m. Remontées à bord du navire, les carottes sont étudiées. On peut déterminer l'épaisseur et surtout l'âge des sédiments.

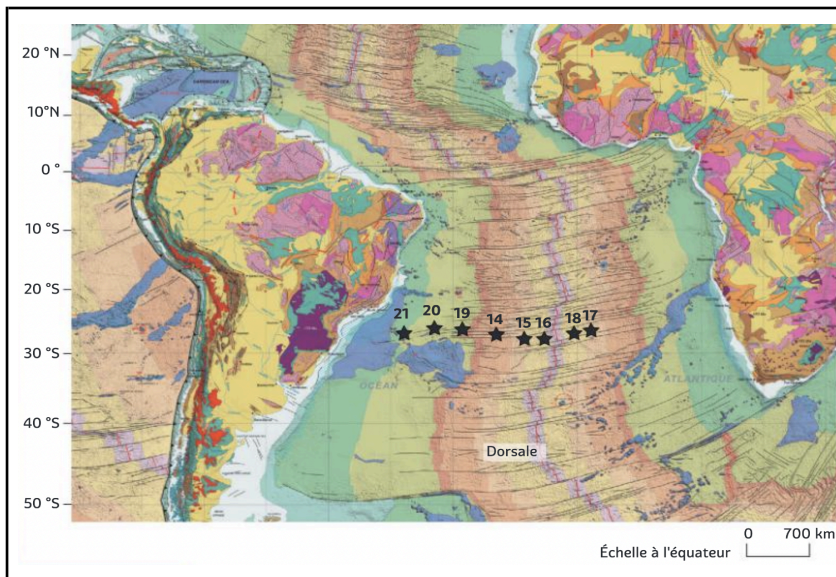
Document 1 : L'âge et l'épaisseur des sédiments océaniques.

L'identification de certains microfossiles permet de dater les sédiments, notamment les plus anciens qui sont ceux en contact direct des roches du plancher océanique. Les nummulites sont alors particulièrement utiles aux géologues et paléontologues pour pouvoir donner un âge aux roches qu'ils étudient et ainsi recréer chronologiquement l'histoire de la vie et de la Terre.



Document 2 : Les nummulites, des micro-fossiles marins.

2. Observer au microscope polarisant les sédiments marins présents sur les basaltes.



En exploitant les données de centaines de forages, il est possible de construire la carte de l'âge des plus anciens sédiments au contact des basaltes des fonds océaniques. Les âges des sédiments les plus anciens qui reposent sur les basaltes correspondent donc aussi aux âges de ces basaltes. Sur la carte ci-dessous, ces âges sont repérés par des couleurs correspondantes aux différentes périodes géologiques.

Document 3 : L'estimation de la vitesse d'expansion océanique.



Indices sédimentaires :

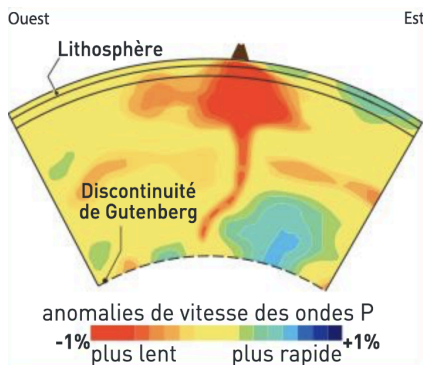
- Cliquer sur "Données affichées", "Cartes géologiques" et "Âge du plancher océanique".
- Cliquer sur "Actions" et "Profil de l'âge du plancher océanique".
- Tracer un profil perpendiculaire à partir de la dorsale médio-Atlantique Nord pour les périodes du Cénozoïque, Crétacé et Jurassique.
- Calculer la vitesse d'expansion océanique pour ces 3 périodes afin de déterminer la vitesse moyenne d'expansion océanique de la dorsale médio-Atlantique Nord.

ATELIER 3 : LES INDICES VOLCANIQUES

Le volcanisme intraplaque ou volcanisme de point chaud est particulièrement remarquable dans l'océan pacifique où il dessine des alignements plus ou moins réguliers d'îles volcaniques. L'archipel de l'Empereur est composé d'une chaîne de volcans sous-marins inactifs, qui se prolonge vers le sud-est par l'archipel d'Hawaï. Ce dernier comprend des volcans émergés, comme le Kilauea, un des volcans les plus connus et actifs du monde.



Document 1 : Le volcanisme d'Hawaï.



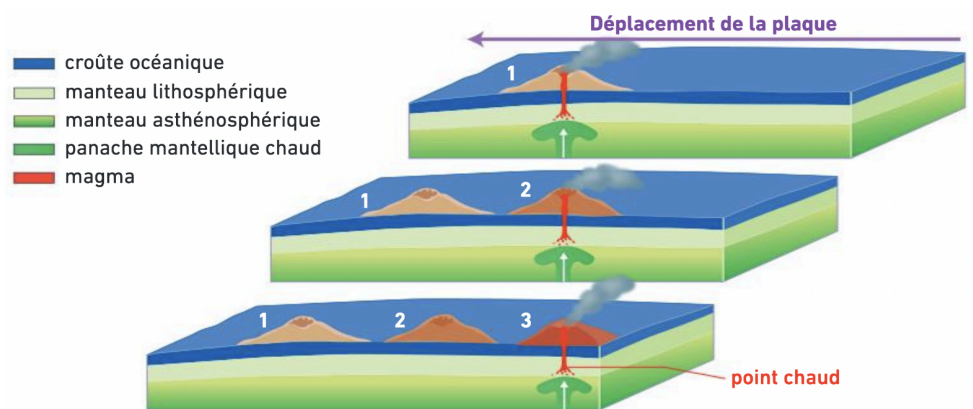
Les données de tomographie sismique montrent l'existence d'une zone mantellique anormalement chaude, appelée "panache", située sous les volcans actifs de cette chaîne volcanique. Le panache mantellique à l'origine de ce panache prend naissance à la limite entre le manteau et le noyau. Dans ce type de zone appelée "point chaud", des matériaux chauds et moins denses que le manteau environnant remontent à la surface et sont à l'origine des magmas qui alimentent les volcans actifs de l'archipel.

Document 2 : Le volcanisme intraplaque.

3. Observer au microscope polarisant les trachy-andésites formées au niveau du volcan Kilauea.

Le volcanisme intraplaque est la manifestation de l'activité d'un point chaud. Un point chaud est une anomalie thermique positive et ponctuelle, enracinée dans le manteau profond. La colonne de manteau chaud qui remonte vers la surface par convection alimente un volcanisme en surface.

Les points chauds sont pratiquement immobiles pendant des dizaines de millions d'années, même si la plaque lithosphérique située en surface se déplace. Si la plaque lithosphérique située au-dessus du point chaud est mobile, le volcan actif finira par ne plus être à la verticale du point chaud : il s'éteindra, tandis qu'un autre se formera un peu plus loin, juste à la verticale de la colonne du manteau chaud. Ainsi, les points chauds construisent peu à peu des alignements d'îles volcaniques, dont une seule est active.



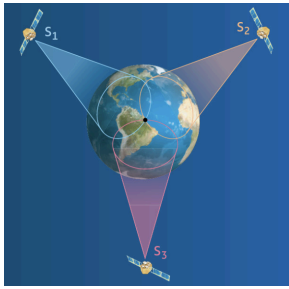
Document 2 : Du point chaud à l'alignement volcanique.



Indices volcaniques :

- Cliquer sur "Fichier", "Charger des objets" et charger l'objet "Volcans d'Hawaï".
- Cliquer sur "Action" et "Mesurer une distance".
- Déterminer la vitesse de déplacement de la plaque entre le volcan Loihi et le volcan Midway.

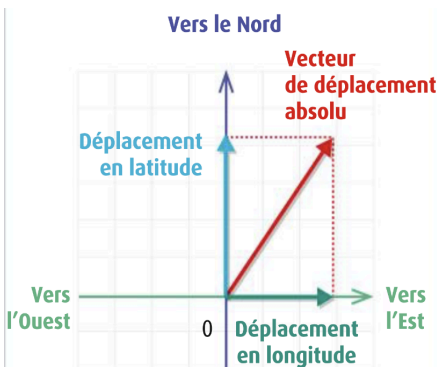
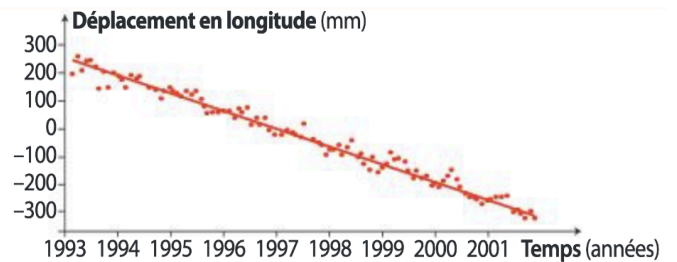
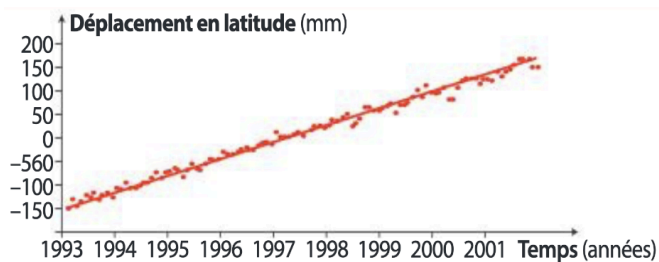
ATELIER 4 : LES INDICES GÉODÉSQUES



L'une des principales techniques de géodésie spatiale, le GPS (Global Positioning System), utilise trente satellites situés à 20 000 km d'altitude. Les signaux qu'ils émettent sont captés au sol par des récepteurs fixes ou mobiles, ce qui permet de calculer en temps réel les coordonnées géographiques (latitude, longitude et altitude) de ces récepteurs. Les stations GPS fixes utilisées par les géologues ont une précision de l'ordre du millimètre. Leurs changements de position au cours du temps servent notamment à mesurer les déplacements des plaques lithosphériques.

Document 1 : La localisation d'un point à la surface de la Terre grâce aux données GPS.

Les résultats des enregistrements des balises GPS sont représentés sous forme de graphiques. On assimile chaque courbe obtenue à une droite d'équation $y = ax + b$.



La valeur de la pente indique la vitesse de déplacement de la station en mm/an. La somme des vecteurs "vitesse" permet de connaître le déplacement réel de la station. Une valeur positive de déplacement en latitude indique un déplacement vers le Nord et une valeur négative un déplacement vers le Sud. Une valeur positive de déplacement en longitude indique un déplacement vers l'Est et une valeur négative vers l'Ouest.

Document 2 : Déplacement en longitude et en latitude des stations GPS.



Indices géodésiques :

- Cliquer sur "Données affichées", "Vecteurs GPS".
- Choisir les balises GPS de l'Islande "REYK" et "HOFN" et afficher les graphiques.
- Représenter les vecteurs vitesses des 2 stations GPS sur le repère orthonormé ci-dessous.

