








Thème C : La dynamique interne de la Terre

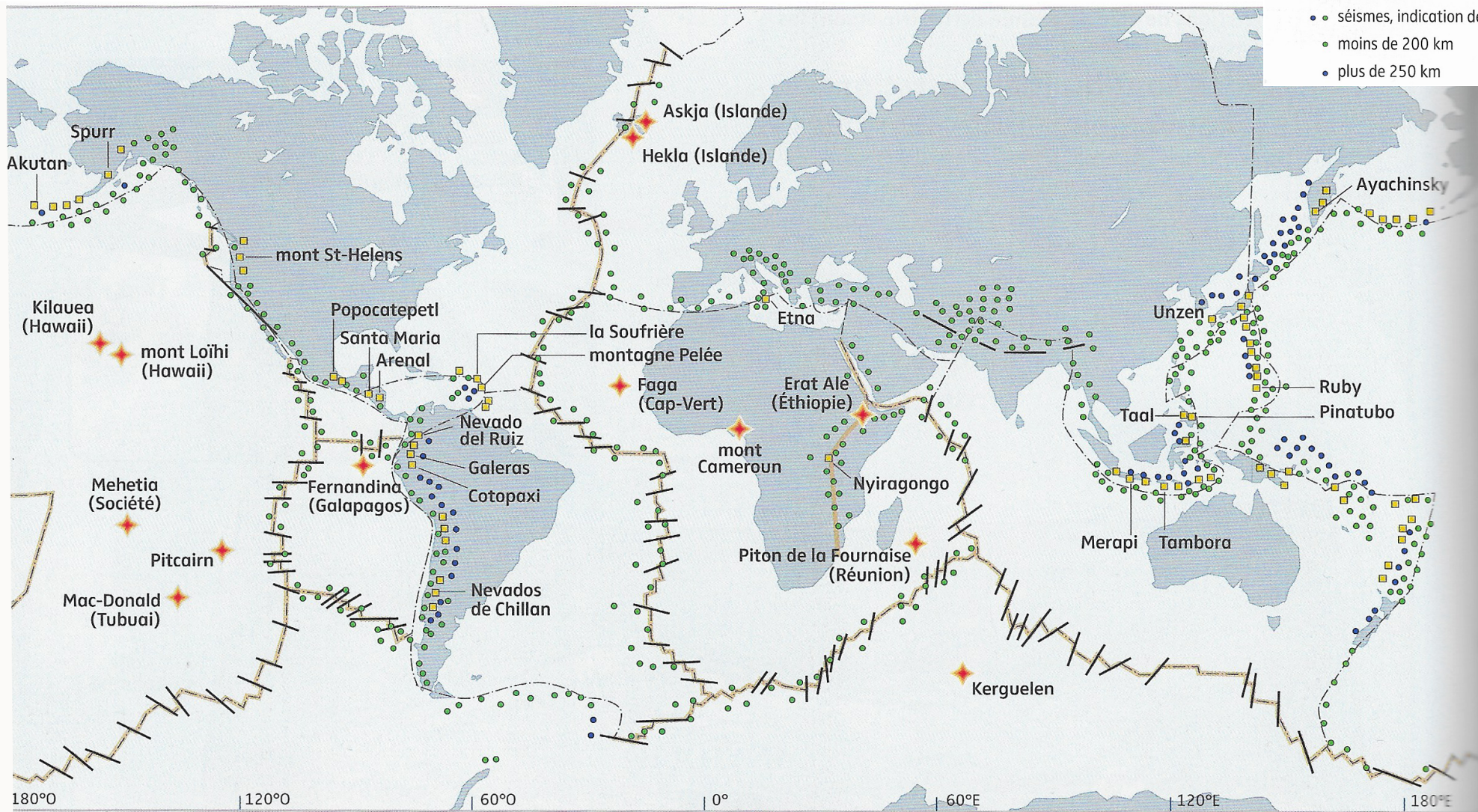
Chapitre C2 : La mobilité horizontale de la lithosphère

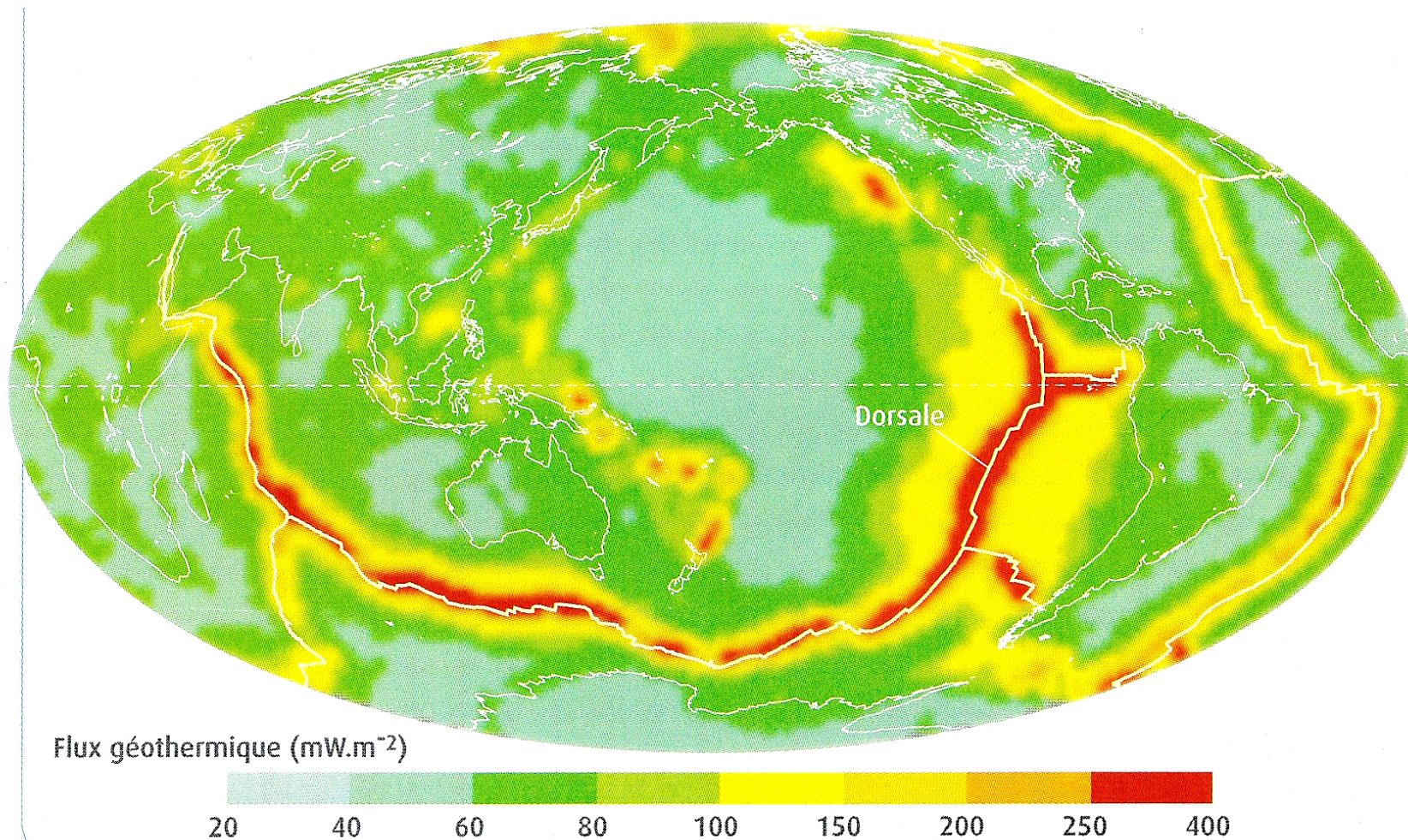
Problématique : Comment expliquer le contraste entre les océans et les continents ?

I. La localisation des limites de plaques

Carte des zones d'activité sismique et volcanique de la Terre

-  faille
-  limite de plaque
-  volcanisme actif hors point chaud
-  point chaud
-  séismes, indication de la profondeur du foyer
-  moins de 200 km
-  plus de 250 km

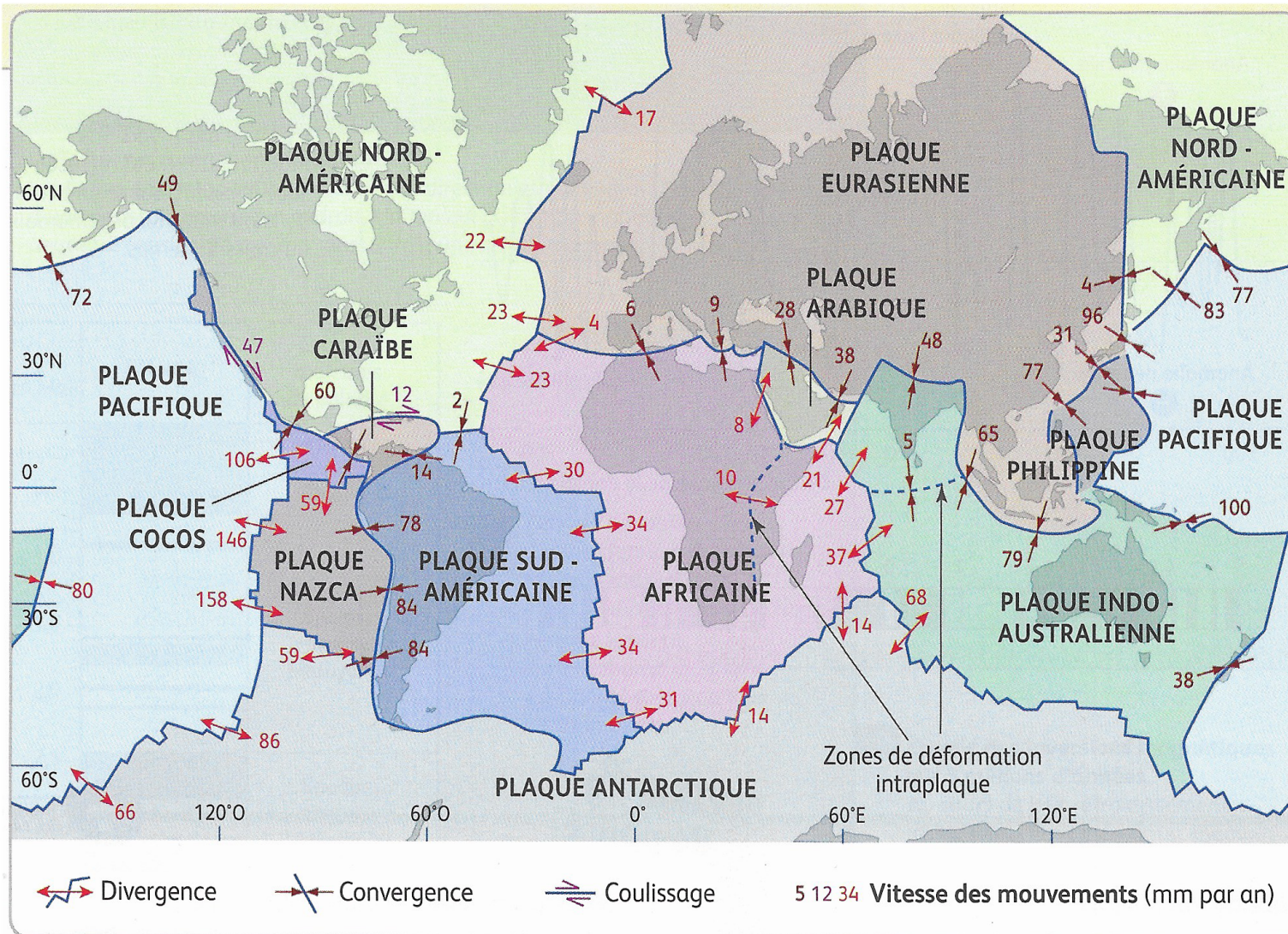




2 La carte du flux géothermique.
 La Terre dissipe de l'énergie thermique d'origine interne. Le flux géothermique (en milliWatt.m^{-2}) mesure la quantité de chaleur dissipée par unité de temps et de surface. Au début des années 1960, plus d'un millier de mesures du flux géothermique avaient été réalisées, les deux tiers en milieu océanique.

Le flux de chaleur moyen ne présente pas de différence marquée entre continents et océans

Le flux géothermique est très élevé au niveau des dorsales ainsi que dans certains bassins situés à l'intérieur d'arcs insulaires



Découpage en 12 plaques principales avec le modèle NUVEL-1

a Direction et vitesse des mouvements relatifs le long des principales frontières de plaques (en mm/an), d'après le modèle NUVEL-1.

II. Les mesures des mouvements par GPS : Global Positioning System

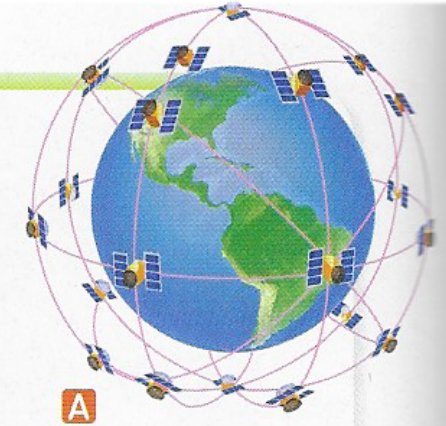
La mesure des déplacements absolus

L'une des principales techniques de géodésie spatiale, le GPS (Global Positioning System), utilise trente satellites situés à 20 000 km d'altitude (A). 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.

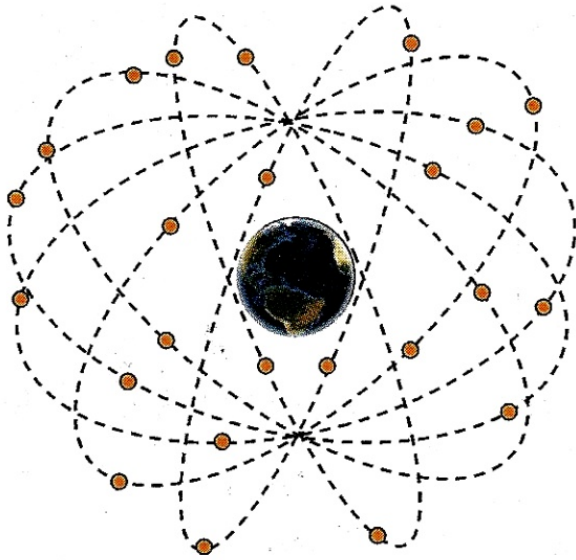
Les stations GPS fixes utilisées par les géologues ont une précision inférieure au millimètre. Leurs changements de position au cours du temps servent notamment à mesurer les déplacements des plaques lithosphériques (B).



B Un récepteur GPS fixe, de haute précision.



Une précision du modèle avec les données GPS

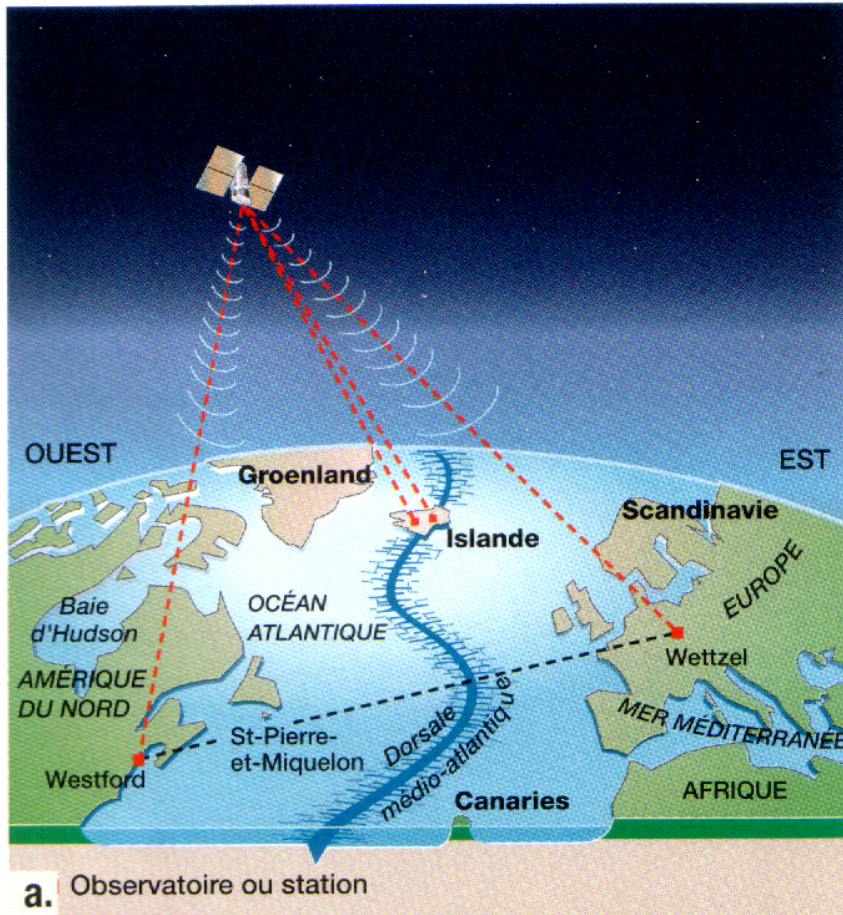


Le système GPS est composé de 24 satellites orbitant à 20 000 km d'altitude et disposés de telle façon qu'à tout instant au moins quatre d'entre eux soient clairement « visibles » de n'importe quel point à la surface du globe.

En captant les signaux codés émis par les satellites « visibles », un récepteur placé au sol indique en temps réel les coordonnées géographiques (latitude, longitude et altitude) du point où il se trouve. Les GPS « grand public » ont une précision de quelques mètres. Les GPS de mesure

scientifique ont une précision de quelques millimètres : ils sont par exemple utilisés pour surveiller la déformation d'un volcan, pour mesurer des déplacements de terrain de part et d'autre d'une faille active ou encore pour mesurer les déplacements des plaques lithosphériques.

Pour cette dernière application, il existe à la surface du globe un réseau très riche de stations permanentes qui enregistrent en continu leurs coordonnées géographiques grâce au GPS.

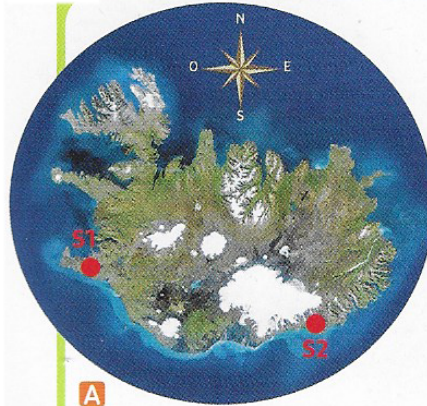


23 Éloignement de l'Europe et de l'Amérique du N

a. Grâce à la géodésie spatiale, par exemple le système G.P.S. (Système de positionnement global), on mesure l'éloignement annuel de deux repères, par exemple entre deux points en Amérique du Nord et Wettzel en Allemagne. b. Évolution de la distance entre ces deux points pour toutes les mesures effectuées. Pour chacune, on a ensuite calculé la

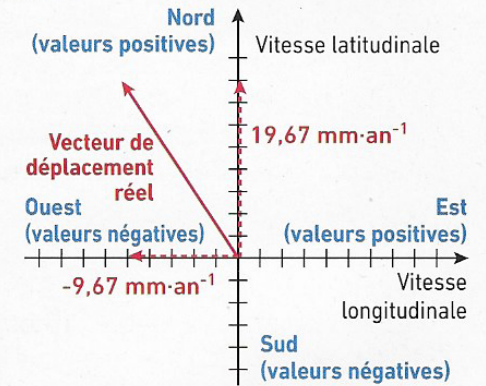
Exemple de 2 stations GPS situées en Islande

Les données géodésiques fournissent des vitesses de déplacement

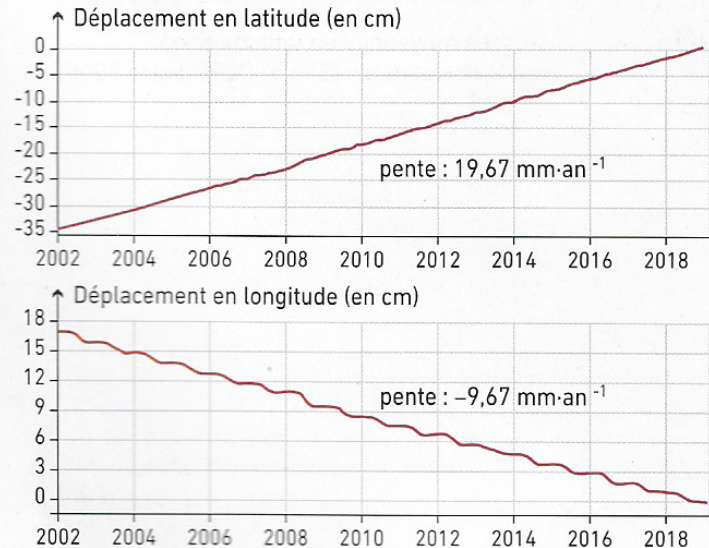


A S1 : station Reykjavik S2 : station Höfn

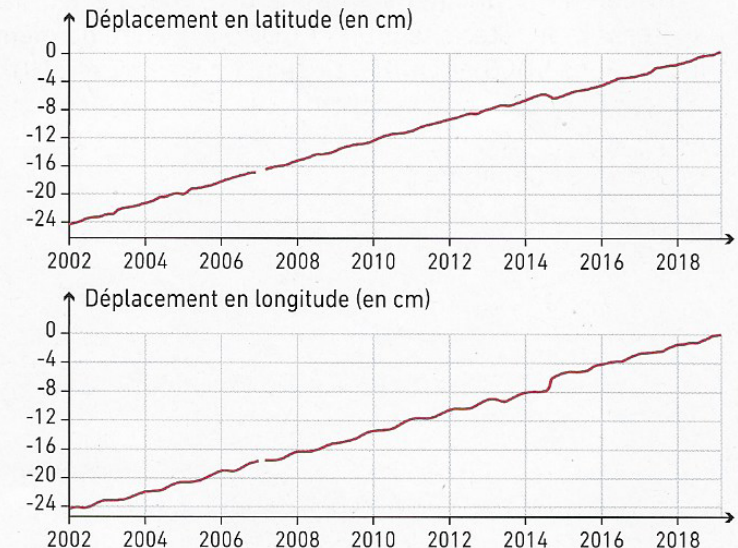
Les graphiques (C et D) représentent les longitudes et latitudes de deux stations GPS situées en Islande, Reykjavik et Höfn, mesurées depuis 2002. Par convention, la pente est positive pour des déplacements vers le nord ou vers l'est, négative pour des déplacements vers le sud ou vers l'ouest. La valeur de la pente indique la vitesse de déplacement de la station. La somme des vecteurs « vitesse latitudinale » et « vitesse longitudinale » (vecteurs en traits pointillés) permet donc de connaître le déplacement réel de la station (vecteur en trait plein) (B).



B Vitesse de déplacement de la station S1.



C Évolution de la latitude et de la longitude de Reykjavik entre 2002 et 2018.

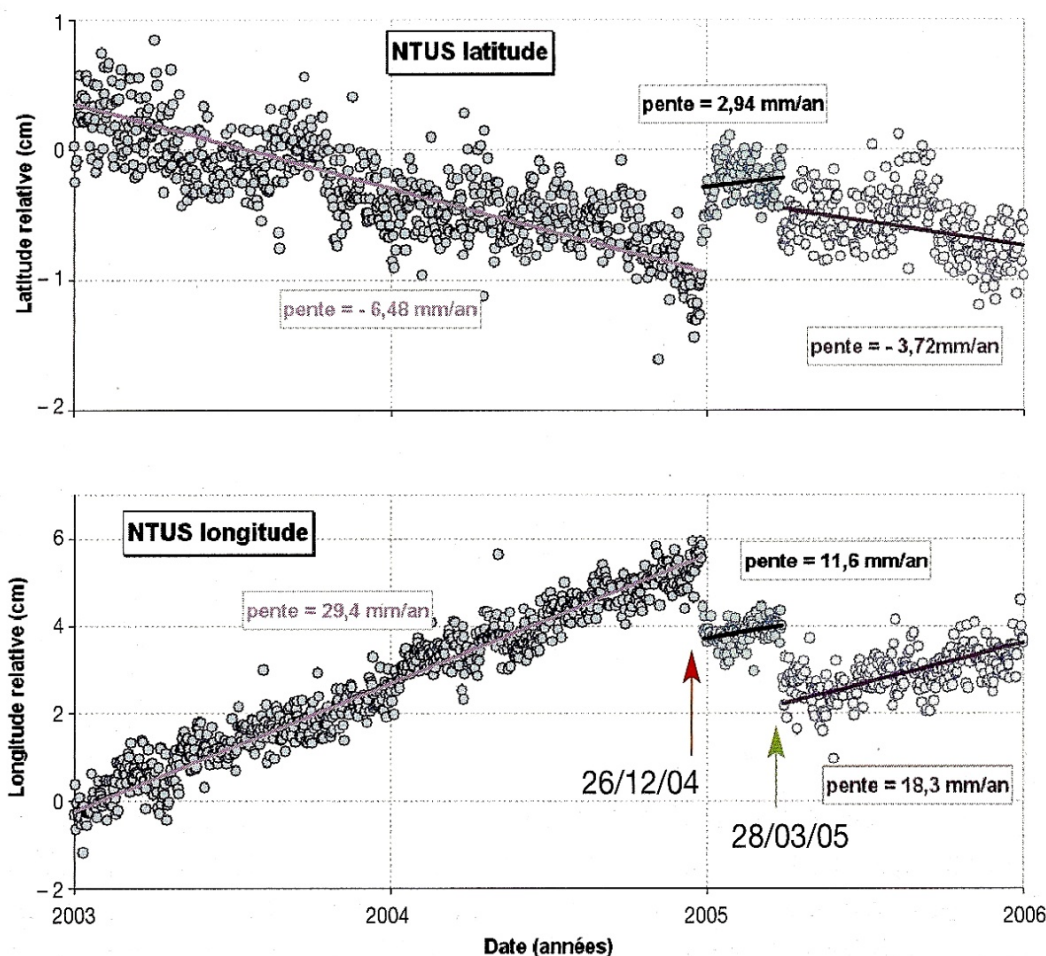
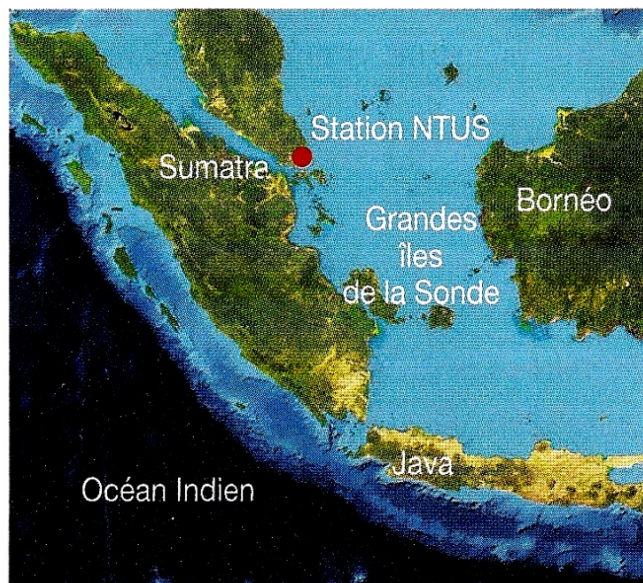


D Évolution de la latitude et de la longitude de Höfn entre 2002 et 2018.

Exemple de la Plaque Indo-Australienne et la Plaque Eurasienne

La position de la station est enregistrée chaque jour depuis 1997.

Sur les graphes ci-contre, chaque point correspond à une mesure et les pentes des droites de régression correspondent à des vitesses de déplacement. La pente est positive pour des déplacements vers le Nord (en latitude), ou vers l'Est (en longitude). Elle est négative pour des déplacements en sens inverse.



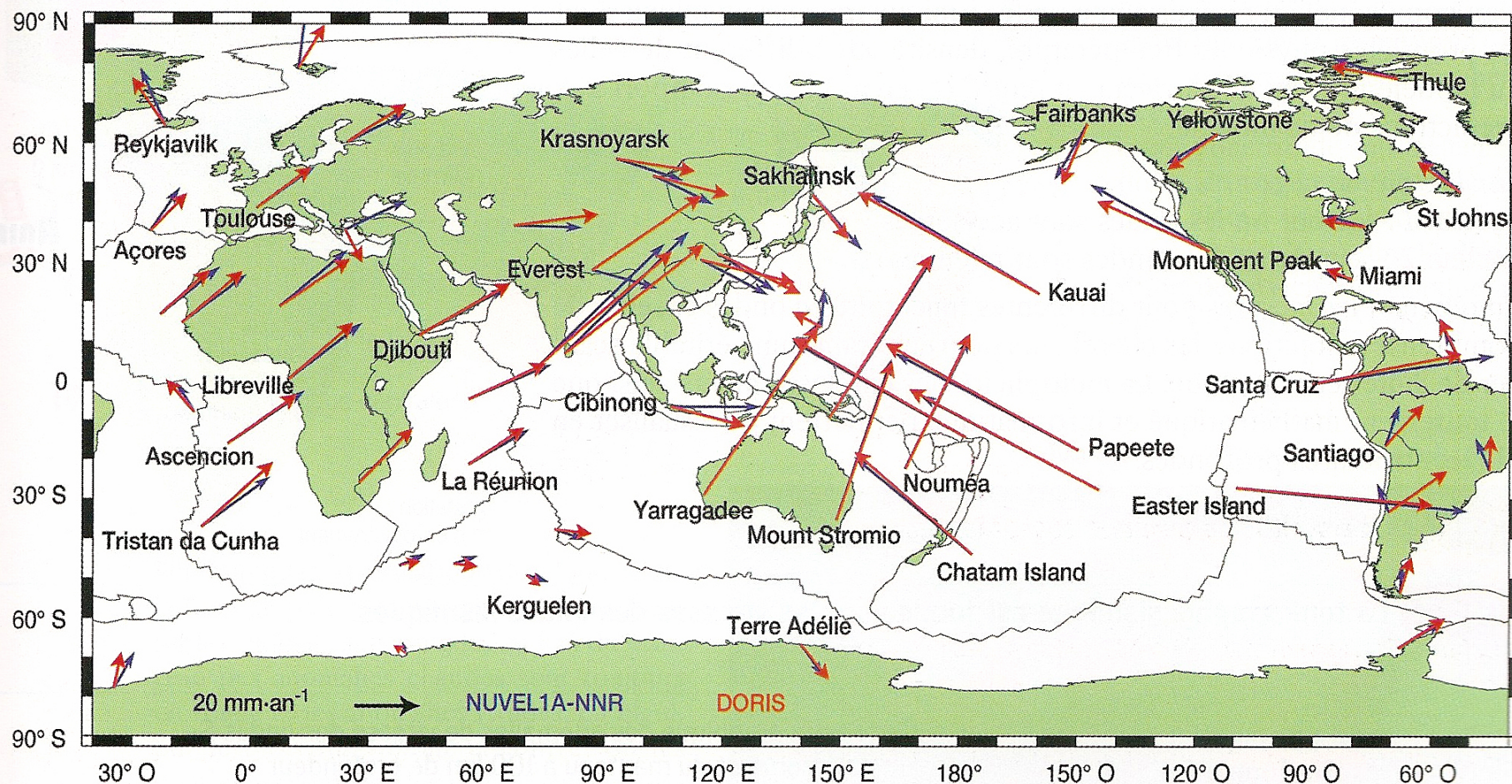
Doc. 2 Un exemple de mesure : évolution de la latitude et de la longitude de Singapour (station NTUS) depuis 2000.

Le modèle DORIS (GPS) comparé au
modèle
NUVEL -1 (paléomagnétisme)

Grâce aux outils de mesure de **géodésie** spatiale (par exemple le réseau Doris), les données GPS recueillies pendant quatre années sur plus de 50 sites ont permis de mettre au point un modèle global de cinématique géodésique (modèle DORIS).

Ce modèle permet de comparer les vitesses « instantanées » des mouvements des plaques (telles qu'elles sont mesurées par GPS) aux vitesses moyennes estimées grâce aux données océanographiques obtenues sur les deux derniers millions d'années (modèle NUVEL-1).

Le modèle DORIS (GPS) comparé au modèle NUVEL -1 (paléomagnétisme)



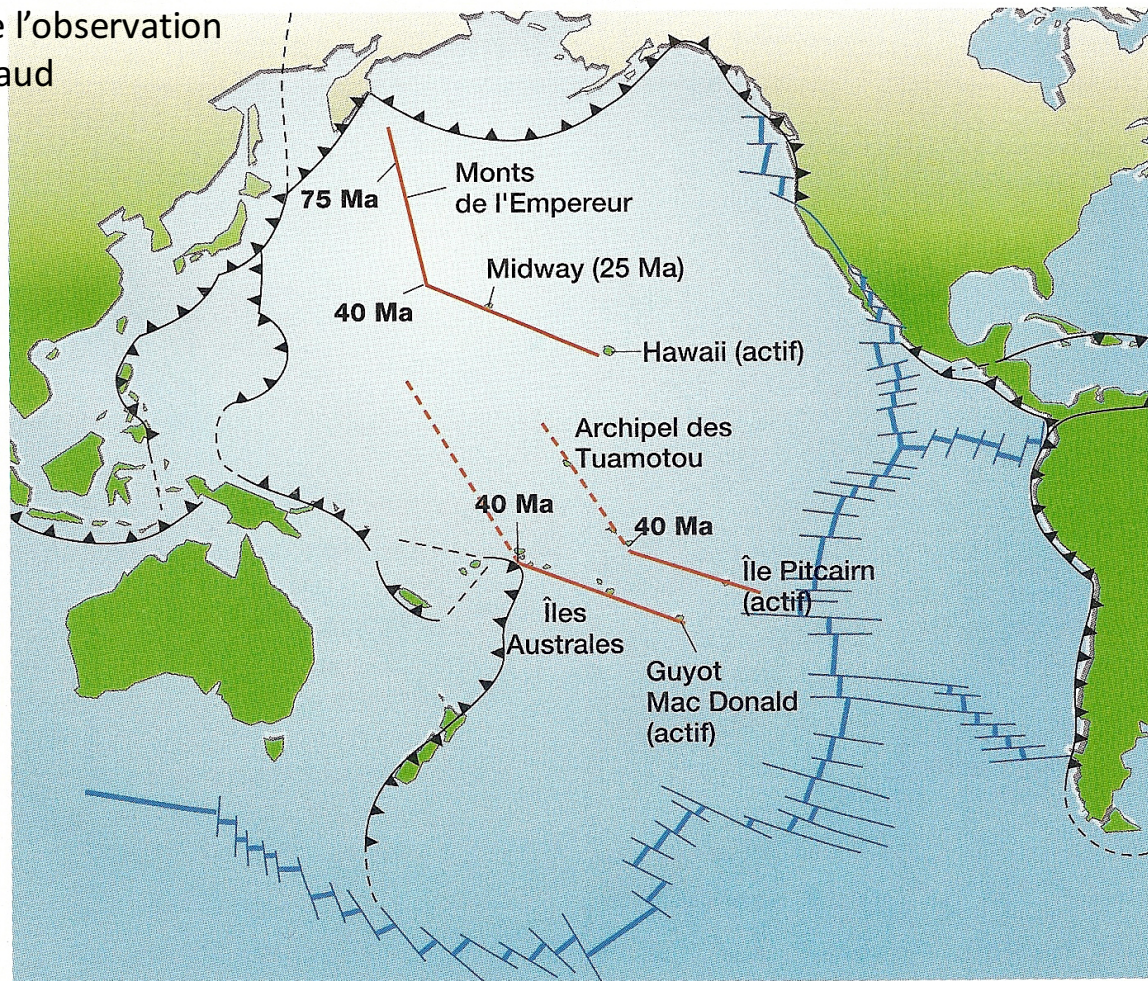
Les données NUVEL-1 ont été calculées par rapport à un repère fixe (point chaud par exemple) puis comparées aux données obtenues par le système DORIS.

Les mouvements sont représentés par des « vecteurs vitesse », flèches indiquant le sens du déplacement et dont la longueur est proportionnelle à la vitesse de ce déplacement.

Doc. 3 Des déplacements repérés par GPS à l'échelle du globe.

III. L'apport du volcanisme de point chaud

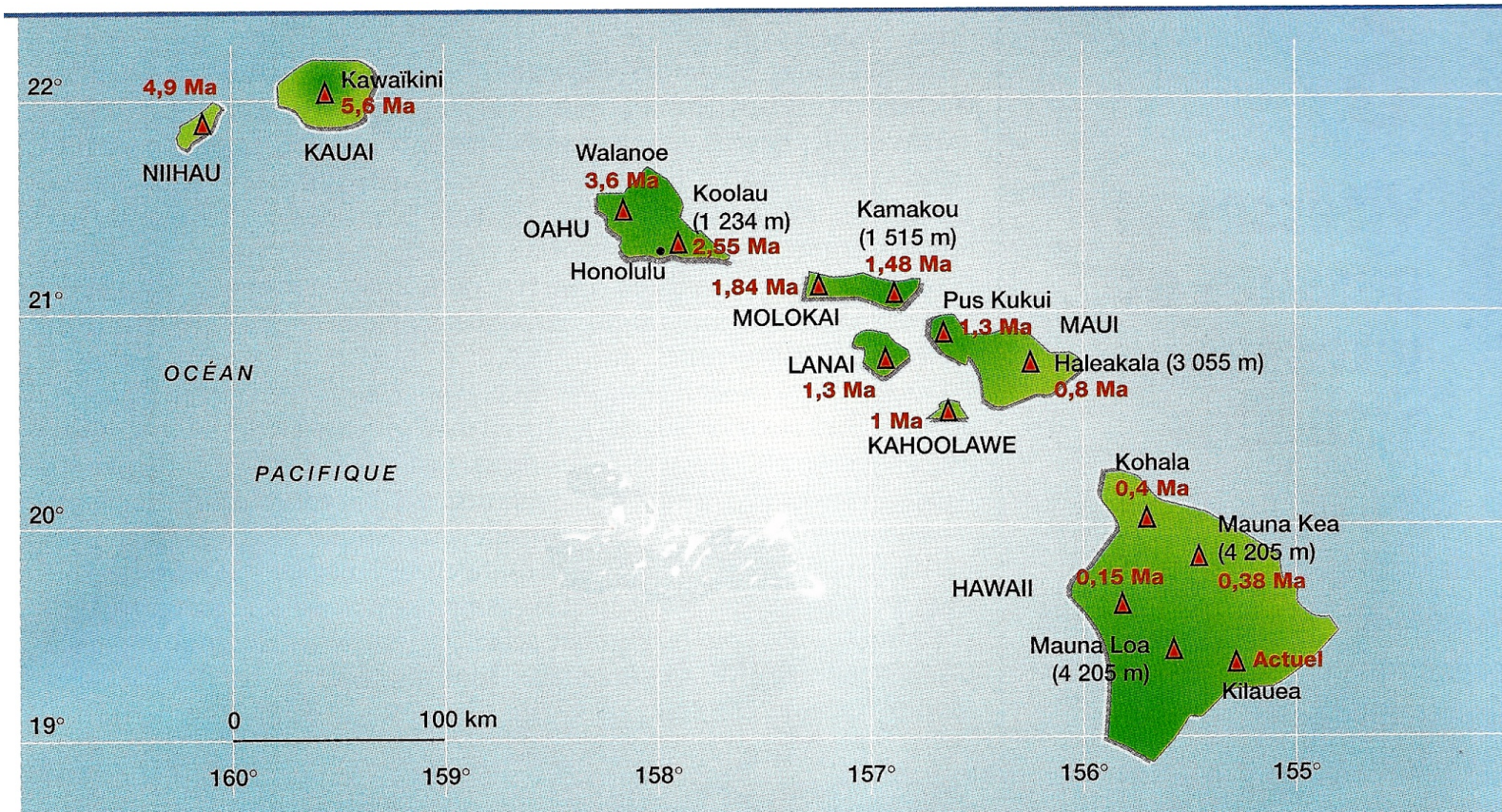
Les informations tirées de l'observation de l'activité d'un point chaud



20

Alignements volcaniques intraplaques du Pacifique.

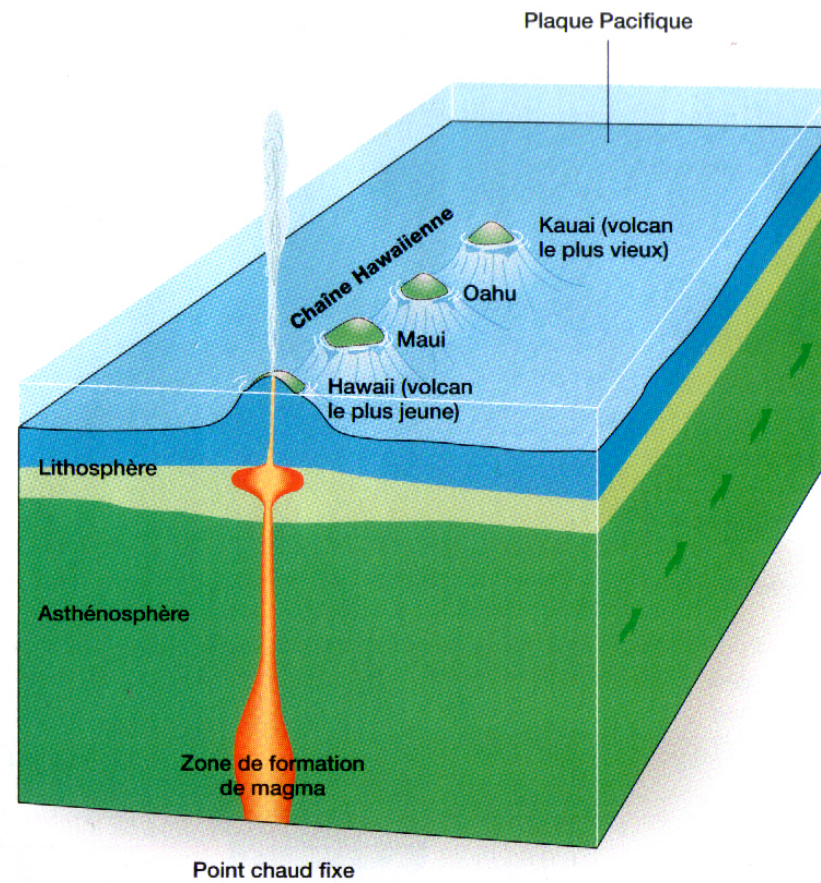
En se déplaçant vers l'ouest à partir de Hawaii, de l'île Pitcairn ou du guyot Mac Donald, on rencontre des volcans éteints, puis des atolls coralliens reposant sur des volcans submergés.



19

Alignement et âge des volcans dans l'archipel des îles Hawaïi.






Cet alignement s'étend dans l'océan Pacifique central depuis l'île Niihau jusqu'à l'île Hawaïi où les volcans Mauna Loa et Kilauea sont tous les deux actifs.

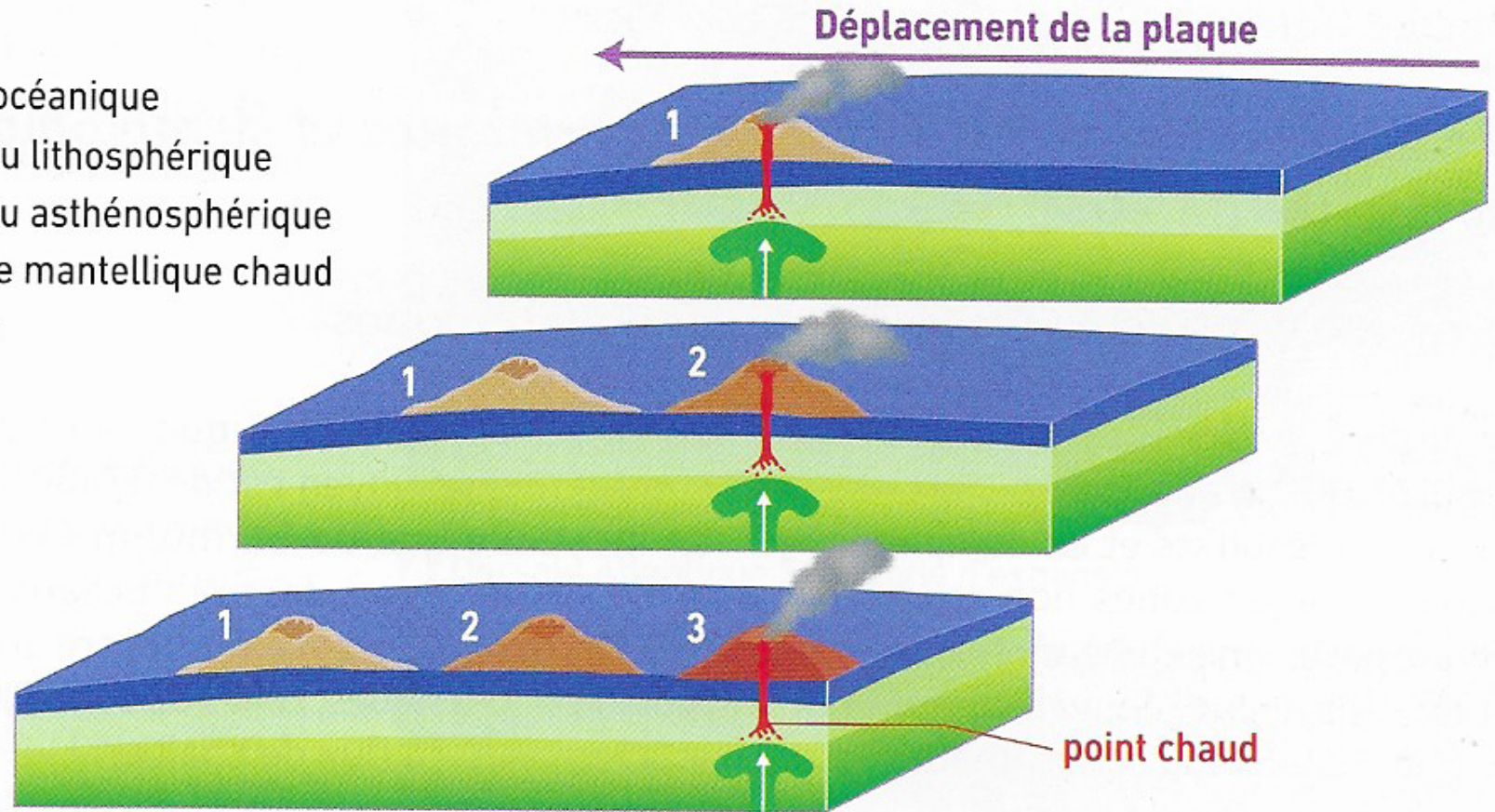


18 Point chaud, fixe, situé sous la plaque Pacifique.

Le magma formé au sein du manteau remonte selon une colonne ascendante, ce qui se traduit à la surface de la lithosphère par l'édification des volcans. Les points chauds ont une durée de vie de quelques dizaines de millions d'années et sont considérés comme étant fixes.

Schéma de la formation d'un alignement d'îles volcaniques au dessus d'un point chaud

-  croûte océanique
-  manteau lithosphérique
-  manteau asthénosphérique
-  panache mantellique chaud
-  magma



A Du point chaud à l'alignement volcanique.