

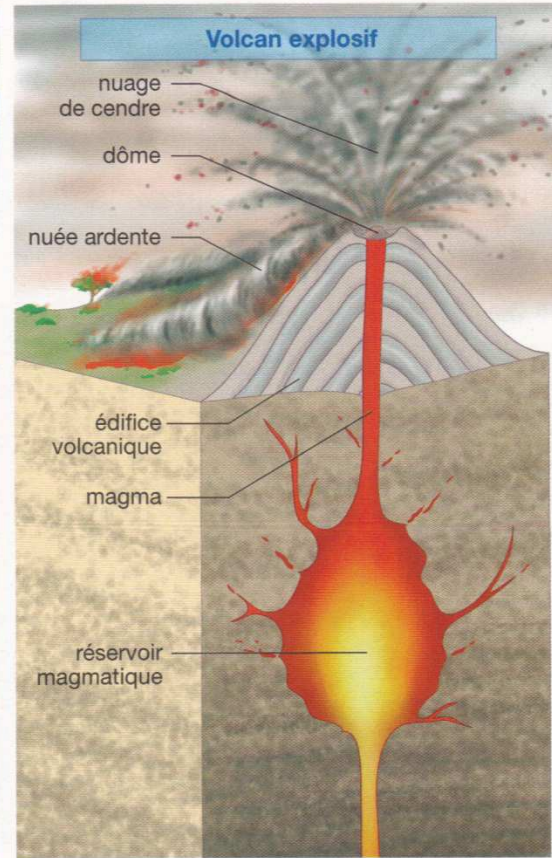
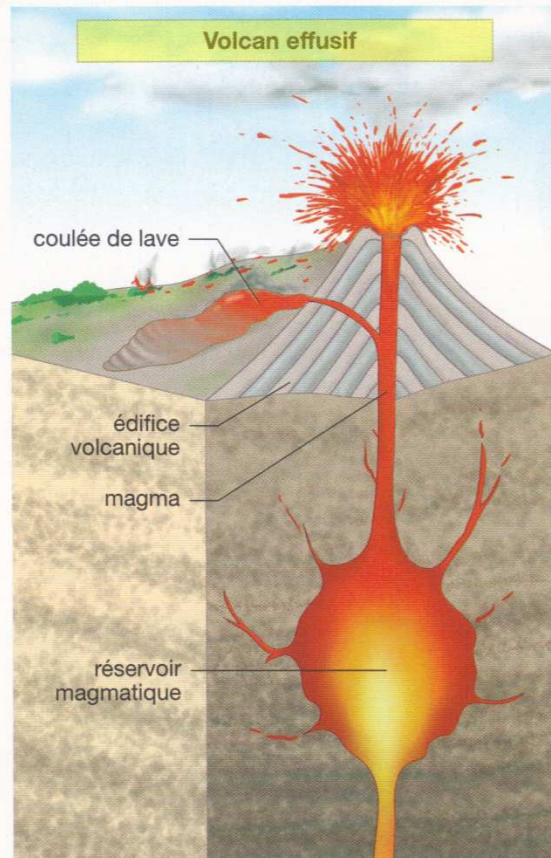
# Les éruptions volcaniques



Éruption effusive du Kilauea, aux îles Hawaï dans le Pacifique



Éruption explosive du mont Saint-Helens, au nord-ouest des États-Unis



éruption effusive

éruption explosive

magma fluide

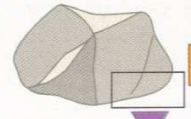
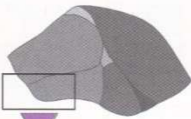
magma visqueux

refroidissement

refroidissement

roche volcanique : basalte

roche volcanique : andésite



structure microlitique

# La formation de 2 roches volcaniques

Lors d'une éruption effusive, le magma fluide forme des coulées de lave.

Lors d'une éruption explosive, le magma visqueux forme un dôme.

magma fluide

magma visqueux

refroidissement du magma

basalte

andésite

0,7 cm

0,7 cm

Échantillon de roches volcaniques observées à l'œil nu.

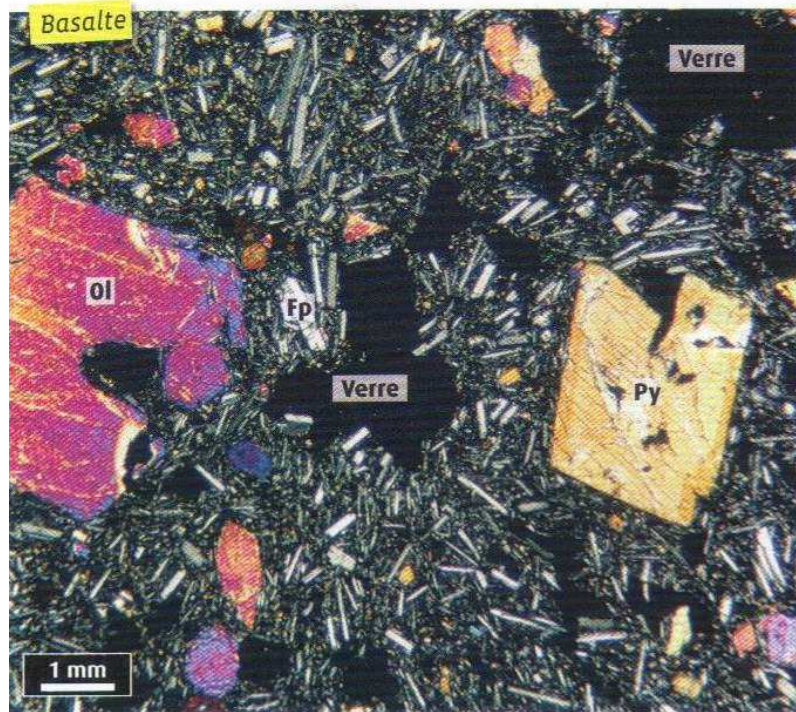
0,8 mm

0,8 mm

Lames minces observées au microscope. On distingue des **minéraux\*** (M).  
Des gros minéraux sont enrobés dans une pâte constituée de minéraux plus petits et de **verre\*** (V).

Les éruptions effusives produisent des roches de type basalte.  
Les éruptions explosives produisent des roches du type andésite.  
Ces deux roches, formées de cristaux et de verre, présentent une structure microlitique.

## Comparaison basalte / gabbro



**4** Une lame mince de basalte et une lame mince de gabbro observées au microscope en lumière polarisée et analysée. Les principaux minéraux constituant ces roches sont le pyroxène (Py), l'olivine (Ol) et le feldspath plagioclase (Fp). Les éléments chimiques les plus abondants d'un basalte et d'un gabbro sont identiques : il s'agit de l'oxygène (43-45 %), du silicium (22-24 %), du calcium (8-10 %), de l'aluminium (8-9 %) et du fer (7-9 %).

## La topographie des fonds océaniques

Dans les années 1960, les études océanographiques effectuées par Tharp, Henzen et Ewing révèlent une topographie des fonds océaniques remarquables. La découverte majeure est celle de chaînes de montagnes sous-marines, larges de 2000 à 3000 km, les dorsales océaniques. La dorsale située au milieu de l'océan Atlantique se prolonge dans l'ensemble des océans ; la longueur totale des dorsales est de l'ordre de 60000 km.

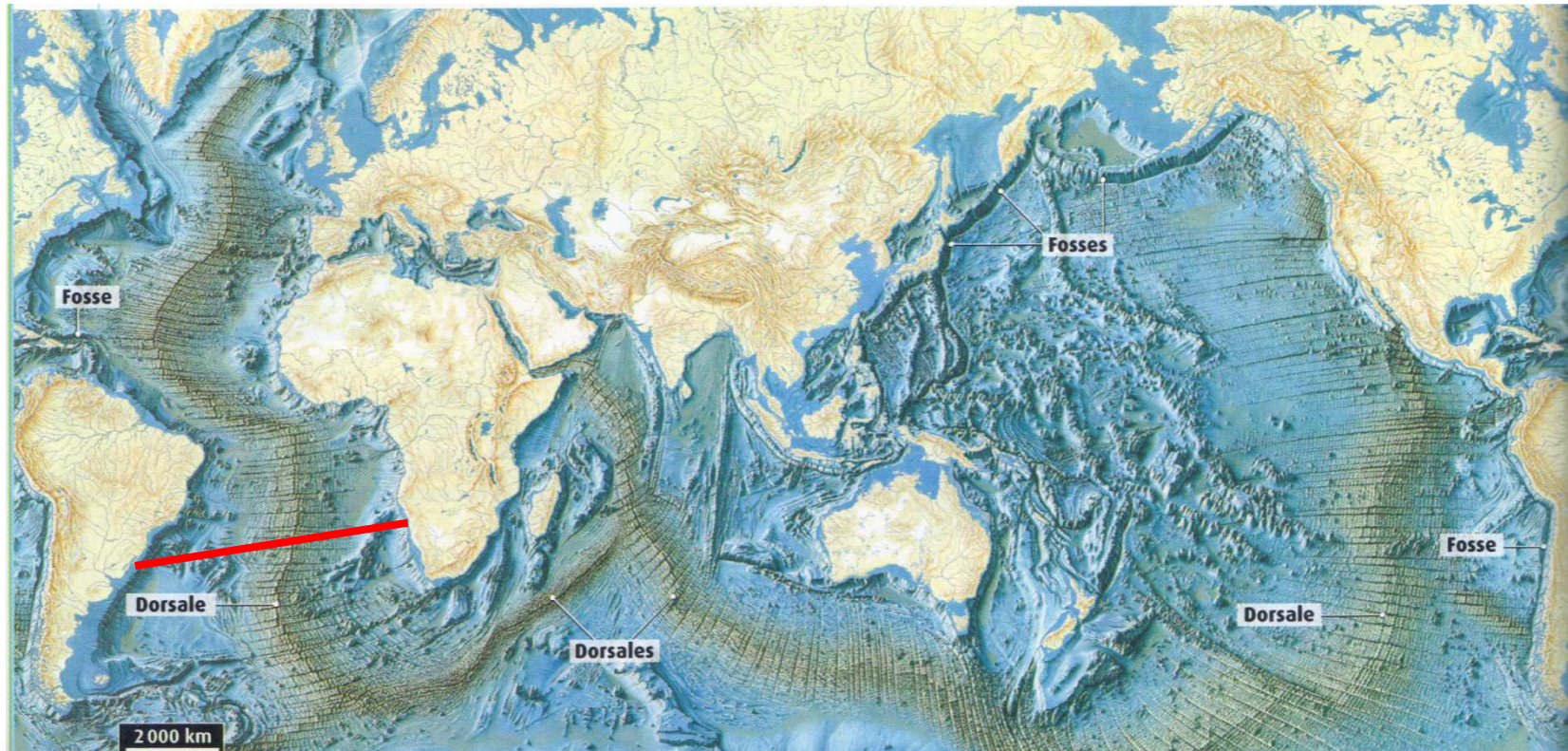
Une dorsale est entourée de plaines abyssales, très peu accidentées et d'une profondeur de 5000 m.

La bordure immergée des continents forme un plateau continental qui, à partir de 200 m de profondeur environ, se poursuit par le talus continental : cette zone, d'une pente de l'ordre de 7 %, est une transition entre le plateau continental et la plaine abyssale.

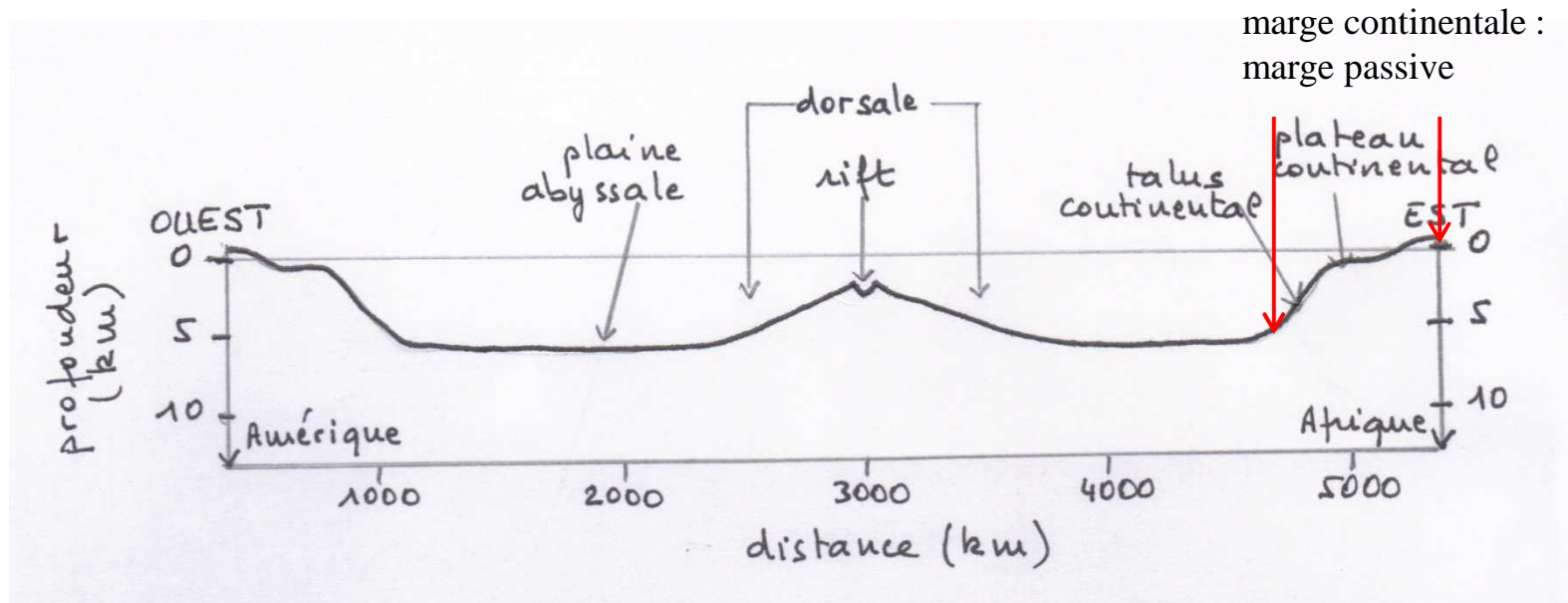
En outre, les sondages révèlent par endroits des fosses océaniques très profondes (jusqu'à 11000 m).

Enfin, si certaines îles volcaniques sont associées aux dorsales, d'autres ont une localisation différente.

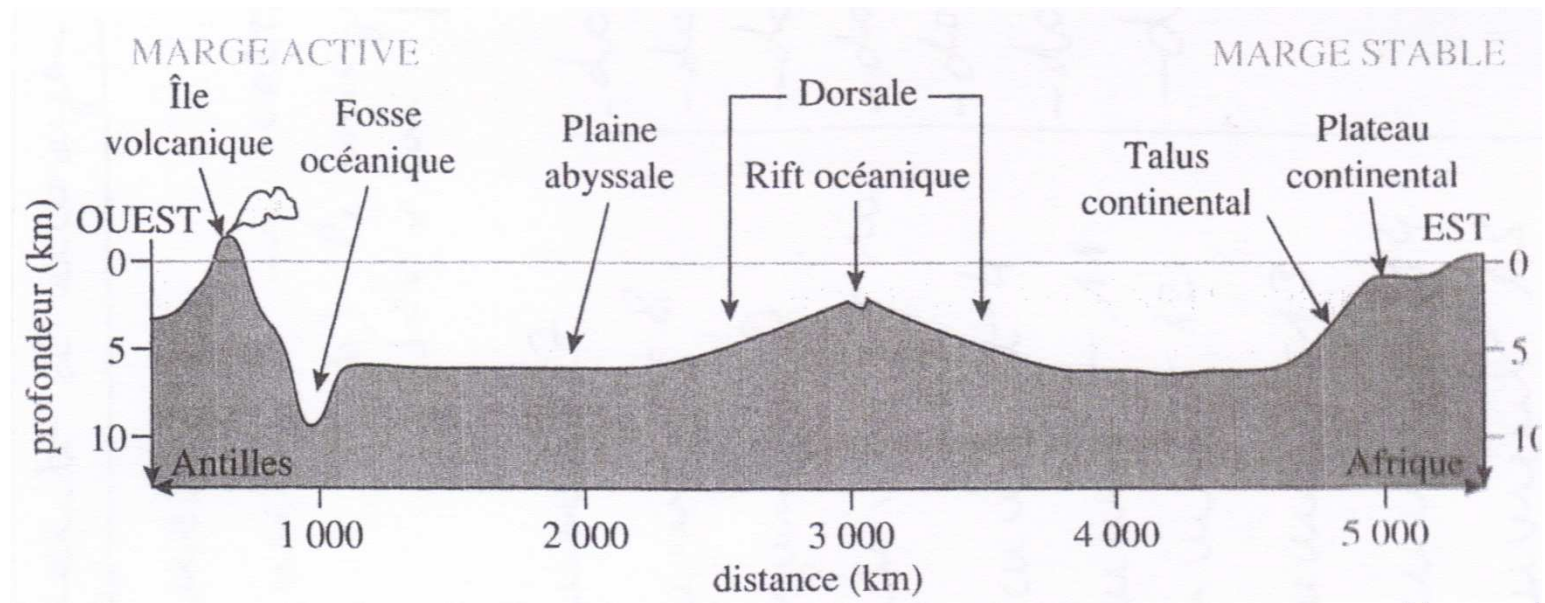
## La topographie des fonds océaniques



# Profil des fonds océaniques

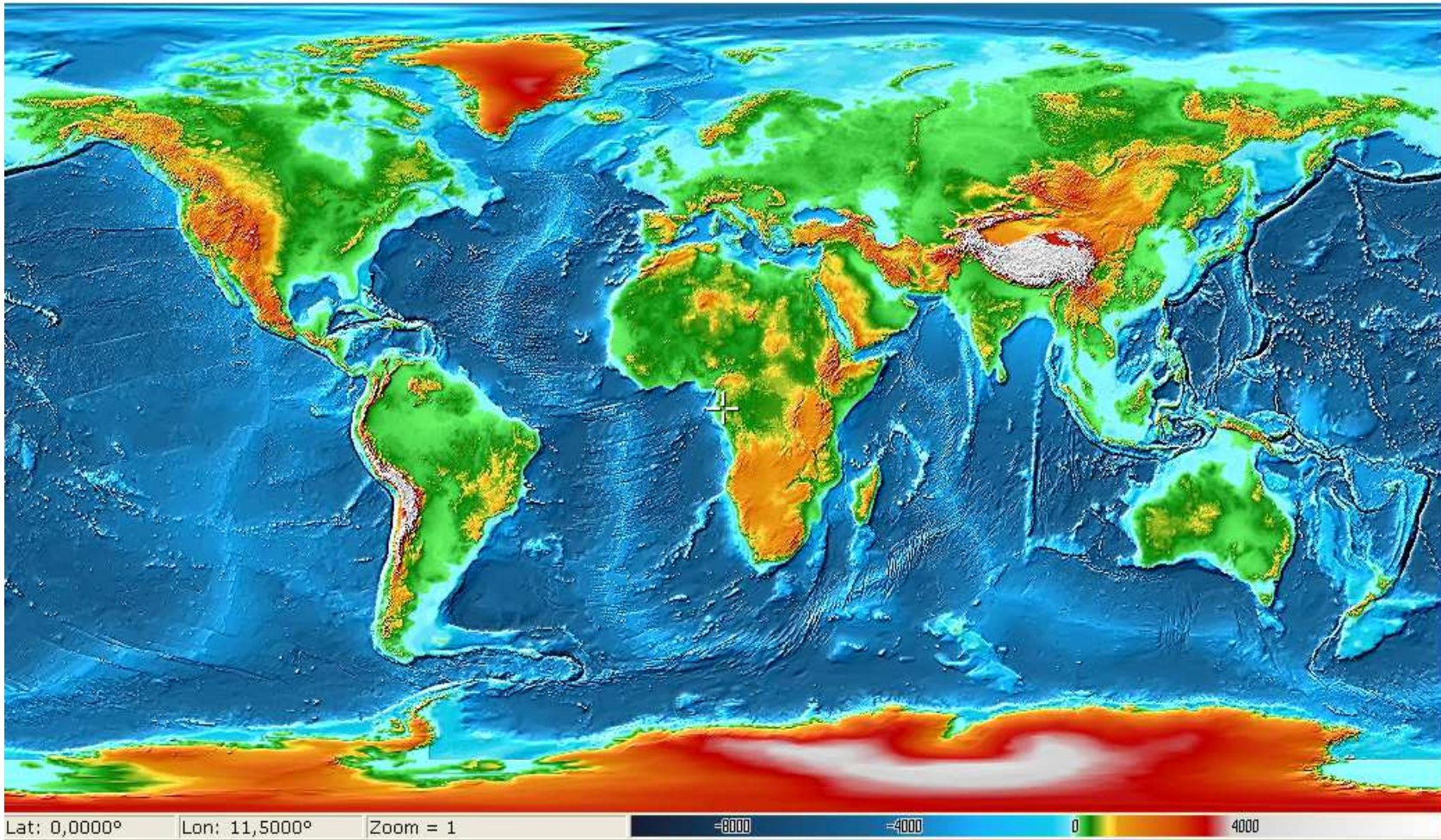


# Profil des fonds océaniques



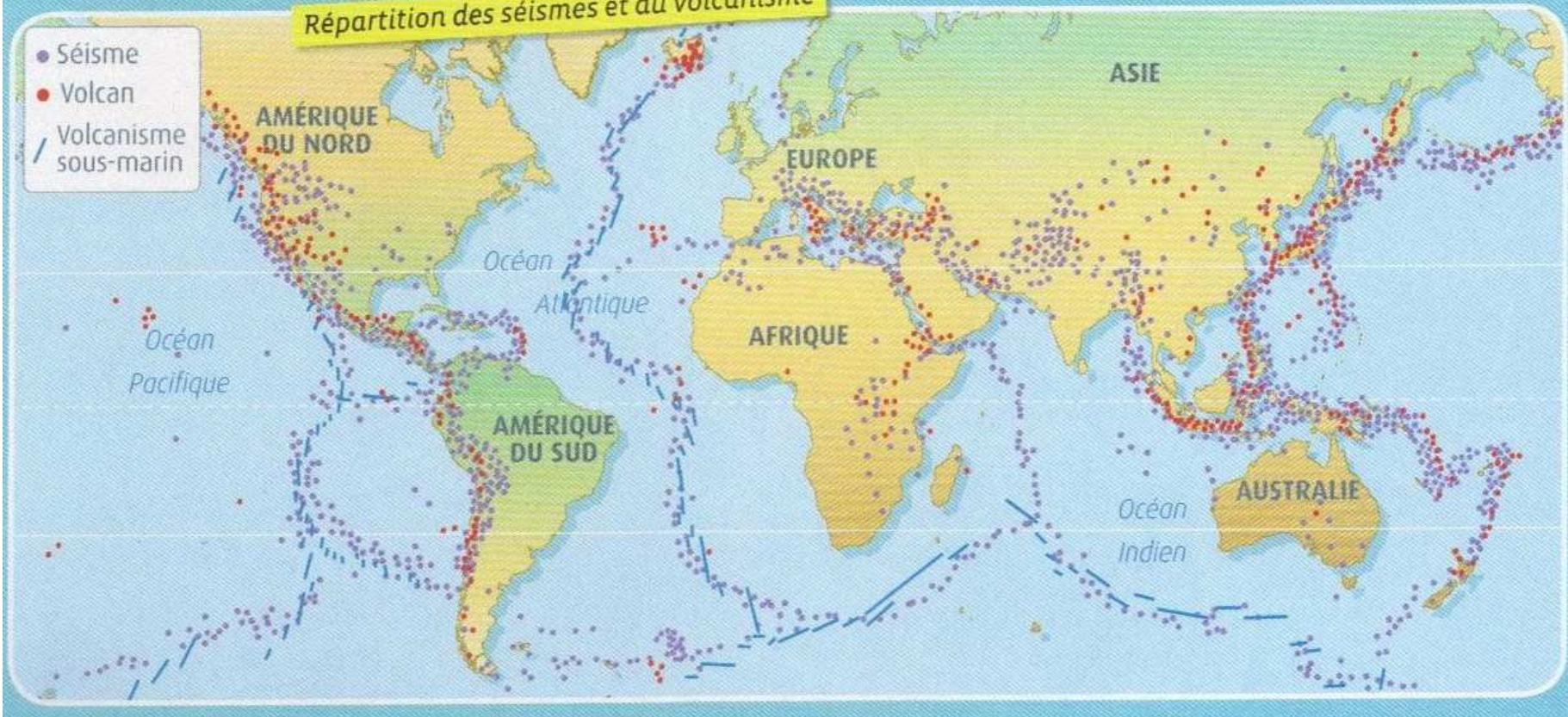


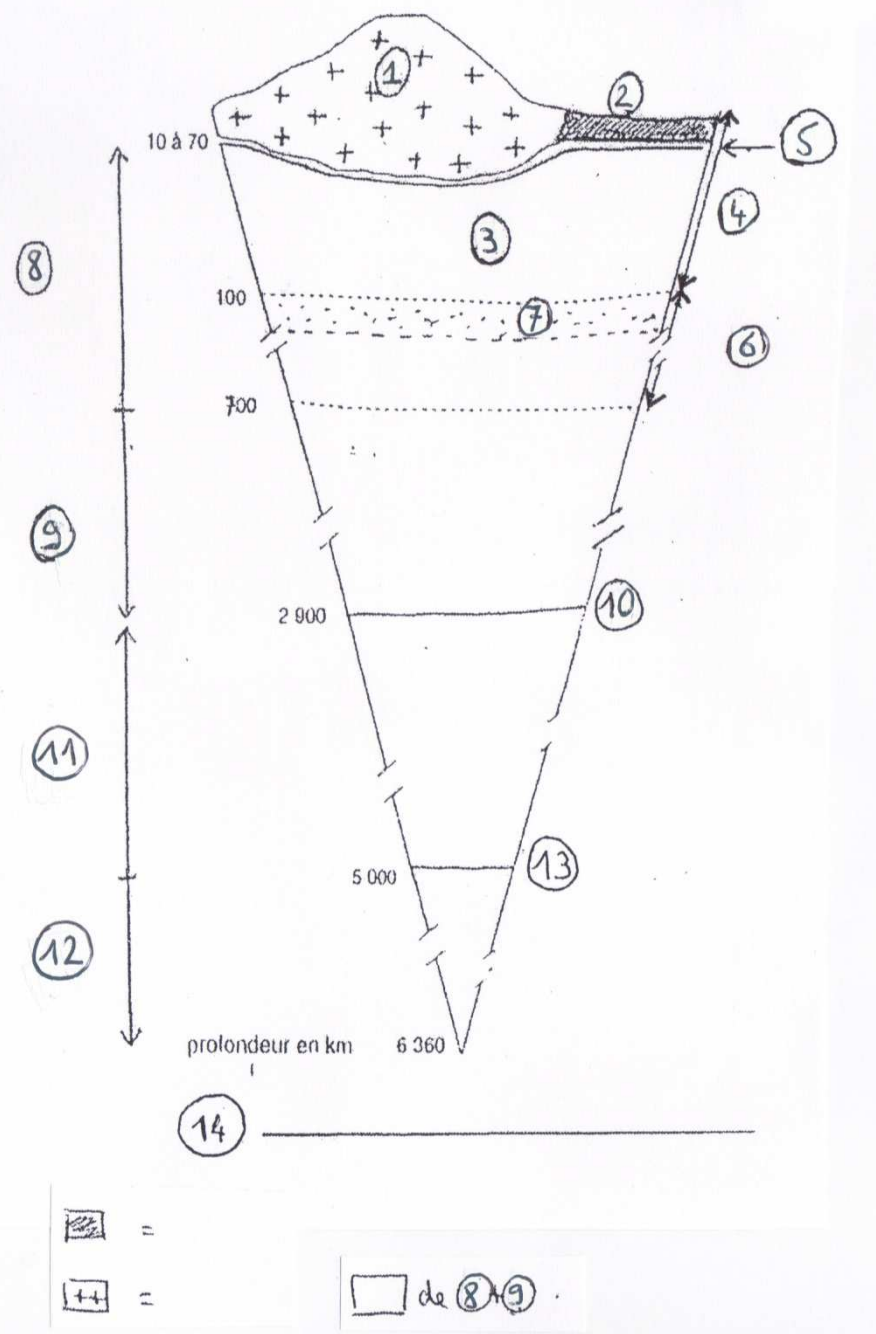
# Planisphère



### Répartition des séismes et du volcanisme

- Séisme
- Volcan
- Volcanisme sous-marin





1

## Des volcans en éruption

Il existe deux types d'éruptions volcaniques :

- les **éruptions explosives**, caractérisées par des explosions plus ou moins importantes, la formation d'un dôme dans le cratère du volcan, des nuées ardentes qui dévalent les pentes du volcan et des nuages de poussières qui se dispersent sur de longues distances. Ces éruptions se produisent lorsque **le magma est visqueux**.
- les **éruptions effusives**, caractérisées par des coulées de laves fluides qui sortent des fissures et dévalent les pentes du volcan. Ces éruptions se produisent lorsque **le magma est fluide**.

2

## Des édifices volcaniques

Dans les deux types d'éruption, un édifice volcanique se forme. Celui-ci est constitué des matériaux émis en surface lors des éruptions.

3

## L'origine du magma

Les magmas, constitués d'un mélange de matière fondue, d'éléments solides et de gaz, ont une **origine profonde**. Ils sont stockés dans des **réservoirs magmatiques** situés à quelques kilomètres de profondeur sous le volcan. Les gaz qui s'échappent du magma sont à l'origine de la remontée du magma vers la surface.

4

## Du magma à la roche volcanique

Lors de leur refroidissement, les magmas se solidifient et forment des roches volcaniques, constituées de **gros minéraux** enrobés dans une pâte formée de **petits minéraux** et de **verre**.

Le magma se refroidit progressivement :

- dans la chambre magmatique, il commence à se refroidir lentement : les gros minéraux se forment ;
- lors de sa remontée dans la cheminée, il se refroidit rapidement : les petits minéraux se forment ;
- à la surface, il se refroidit très rapidement : le magma n'a pas le temps de cristalliser et du verre se forme.

Les roches volcaniques présentent une **structure microlitique**. Cette structure est la conséquence du **mode de refroidissement** des magmas dont elles sont issues.

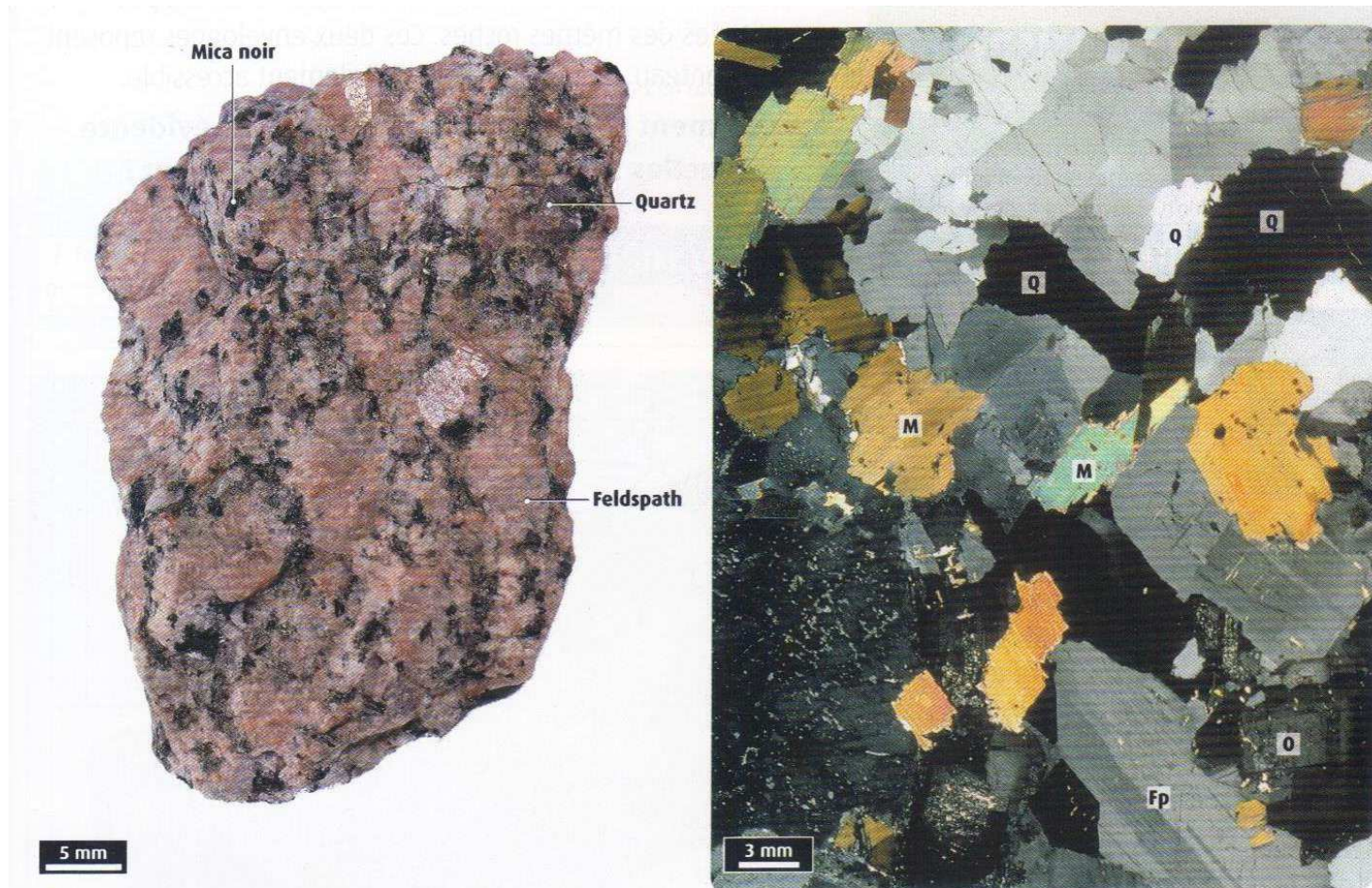
## Mots-clés

- **Cristal** : grain de matière minérale visible à l'œil nu et/ou au microscope.
- **Édifice volcanique** : partie du volcan visible en surface, constituée par les matériaux émis lors des éruptions.
- **Lave** : magma dégazé se répandant en coulée.
- **Magma** : matière minérale en fusion véhiculant des éléments solides et des gaz.
- **Minéral** : nom donné à un cristal de composition chimique précise. Il existe différents minéraux.
- **Réservoir magmatique** : zone de stockage du magma située à plusieurs kilomètres de profondeur sous l'édifice volcanique.
- **Structure microlitique** : structure des roches volcaniques qui présentent du verre et des minéraux de tailles différentes.
- **Verre** : matière minérale non cristallisée.
- **Volcan effusif** : volcan qui libère du magma sous forme de coulées de laves fluides.
- **Volcan explosif** : volcan qui libère de grandes quantités de gaz, de cendres et de matériaux solides.

# Bilan

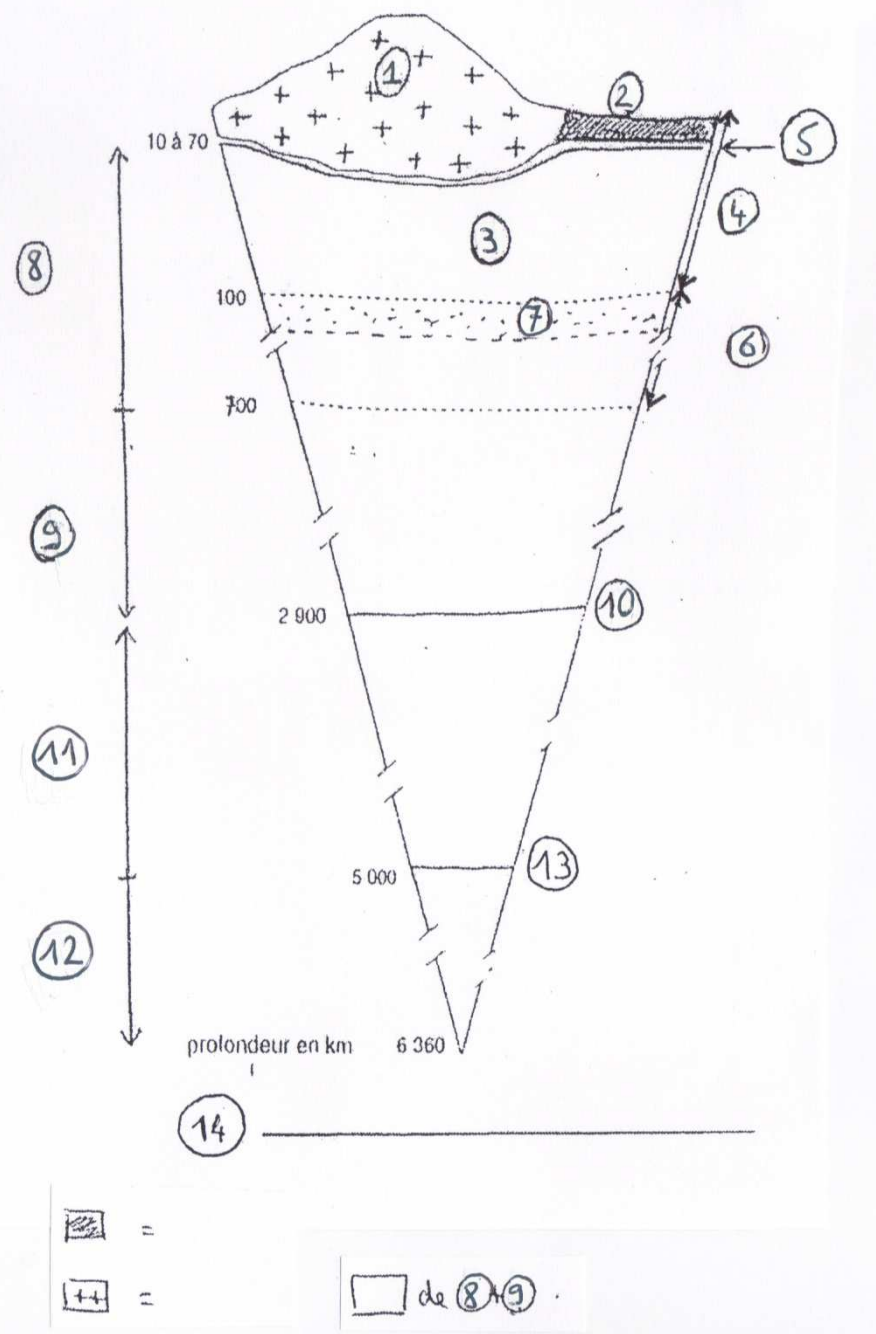
- Le volcanisme est l'arrivée en surface de **magma** contenant des gaz. Il se manifeste par deux grands types d'éruptions. L'arrivée en surface de magmas fluides donne naissance à des coulées de lave lors d'une éruption **effusive**. L'arrivée en surface de magmas visqueux est caractérisée par des explosions projetant des matériaux lors d'une éruption **explosive**.
- Les manifestations volcaniques sont des émissions de lave et de gaz. Les matériaux émis constituent l'**édifice volcanique**.
- Le magma contenu dans un **réservoir magmatique**, localisé à plusieurs kilomètres de profondeur, est de la matière minérale en fusion véhiculant des éléments solides et des gaz.
- Le refroidissement par étapes du magma, sa solidification sous forme de **cristaux** et de **verre**, donne naissance aux roches volcaniques. La **structure microlitique** de la roche est la trace de ce refroidissement.

# Roche de la croûte continentale



**4 Un granite : échantillon et lame mince observée au microscope en lumière polarisée et analysée.**

Les principaux minéraux du granite sont le quartz (Q), le mica (M), le feldspath plagioclase (Fp) et l'orthose (O). Les éléments chimiques les plus abondants d'un granite sont : l'oxygène (49 %), le silicium (36 %), l'aluminium (7 %) et le potassium (4 %). Cette composition chimique est proche de la composition chimique globale de la croûte continentale.



# Les manifestations des séismes



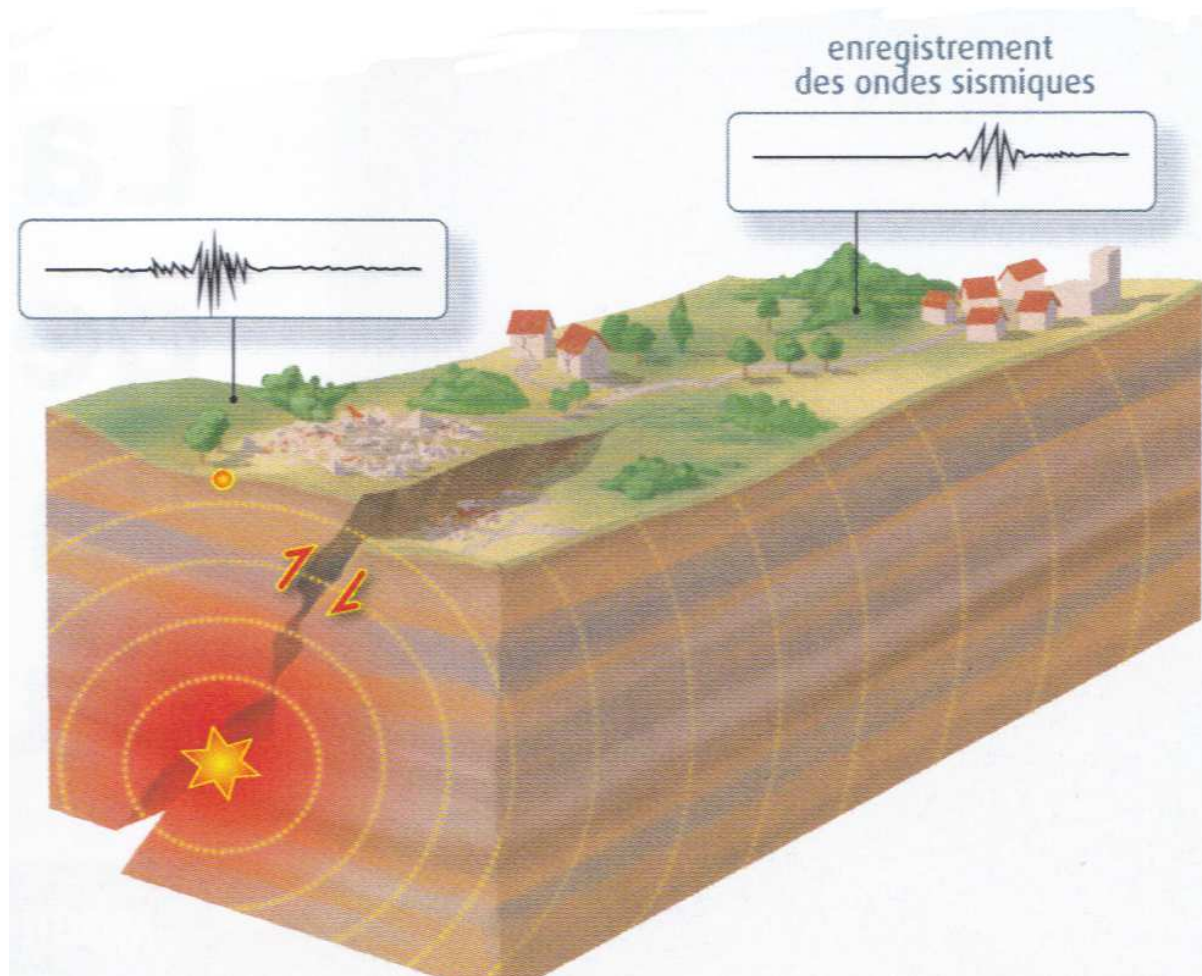
**C.** Déformation apparue lors du séisme de Duzce (nord de la Turquie) en 1999. Une **faille\*** de 35 km de long est apparue en surface. La plupart des routes ont été endommagées autour de Duzce.



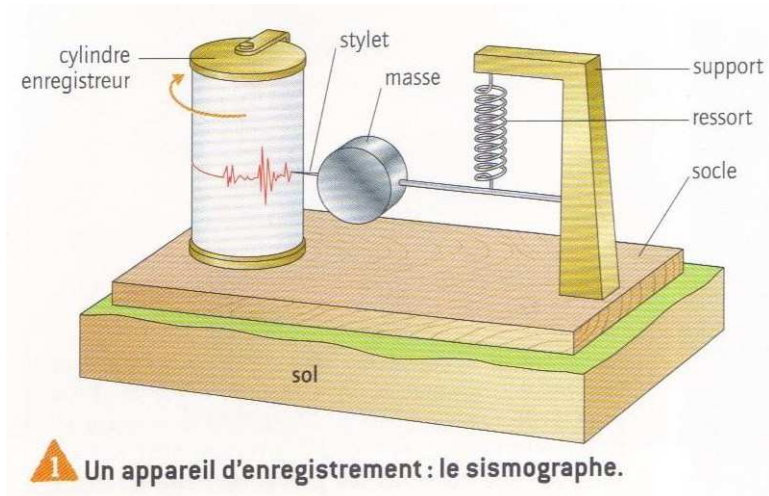
**e.** Déformation apparue lors du séisme de Landers (Californie) en 1992. Le long de la faille, les terrains ont subi un mouvement horizontal. Le décalage de la route est d'environ 2 mètres.



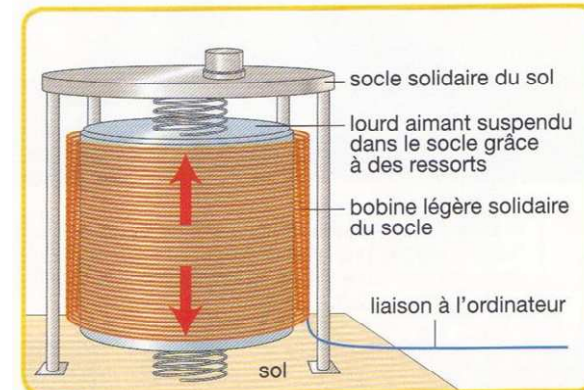
# L'origine d'un séisme



# L'enregistrement d'un séisme à la surface de la Terre

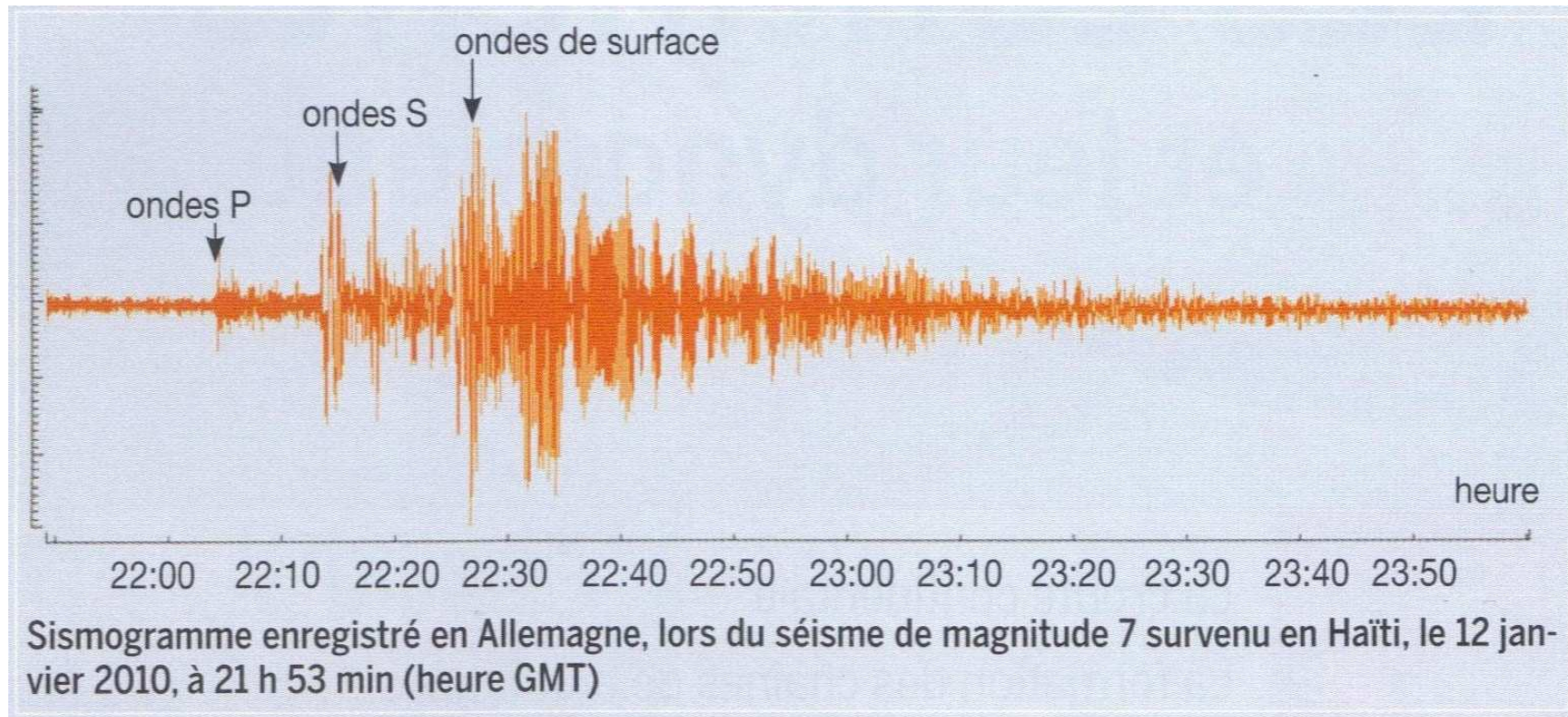


**a. Un outil pour détecter les séismes : le sismomètre.**  
Il existe trois types de sismomètres : certains détectent des mouvements verticaux du sol, d'autres, des mouvements horizontaux de direction nord-sud et les derniers, des mouvements horizontaux de direction est-ouest.



**b. Principe d'un sismomètre.**  
Quand des vibrations arrivent au sismomètre, la bobine légère, solidaire du socle, suit ces vibrations. L'aimant, plus lourd, bouge plus lentement que la bobine. Les mouvements relatifs de la bobine et de l'aimant génèrent de faibles courants électriques proportionnels aux vibrations. Ces signaux sont envoyés vers un ordinateur où ils sont traduits sous forme de graphique appelé sismogramme.

# Les ondes sismiques



**1**

## Les manifestations des séismes

Les **séismes** se manifestent en surface par des destructions plus ou moins importantes. Il est possible d'évaluer l'intensité du séisme en étudiant ces **destructions**.

Pour cela, les géologues ont établi une **Échelle MacroSismique** (EMS 98). Chaque degré de l'échelle correspond à un ensemble d'effets sur l'Homme, les objets, l'environnement et les bâtiments.

Les séismes peuvent être aussi à l'origine de **déformations des terrains** en décalant, par exemple, des blocs rocheux de part et d'autre d'une faille.

**2**

## L'origine des dégâts en surface

En surface, après un séisme, on détecte et on enregistre des vibrations ou **ondes sismiques** grâce à des **sismomètres**.

On appelle ces enregistrements des **sismogrammes**. L'origine de ces ondes est en profondeur. Elles sont produites lors de la rupture des roches profondes au niveau d'une faille.

Le **foyer du séisme** est le lieu en profondeur où se produit la rupture. À partir du foyer, les ondes sismiques se propagent **dans toutes les directions**.

L'étude des sismogrammes montre que les ondes sismiques se propagent. En effet, le début de l'enregistrement des ondes générées par un séisme a lieu dans une station sismique éloignée de l'épicentre de ce séisme bien après le moment du séisme.

**3**

## L'origine profonde des séismes

En profondeur, les roches subissent des **contraintes**. De grandes **quantités d'énergie** s'accumulent et finissent par provoquer la rupture des roches au niveau d'une faille.

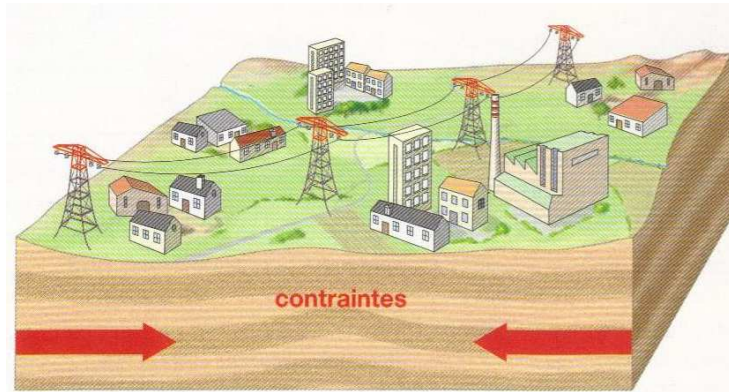
Lors de la rupture des roches, l'**énergie accumulée est libérée**. L'énergie libérée est évaluée par la **magnitude** du séisme. Plus la magnitude du séisme est grande, plus la quantité d'énergie libérée est importante.

### Mots-clés

- **Contrainte** : force qui s'applique sur les roches et peut provoquer leur rupture.
- **Faille** : plan de rupture entre deux blocs rocheux.
- **Foyer** : lieu en profondeur où se produit la rupture des roches.
- **Ondes sismiques** : vibrations se propageant dans les roches, suite à un séisme.

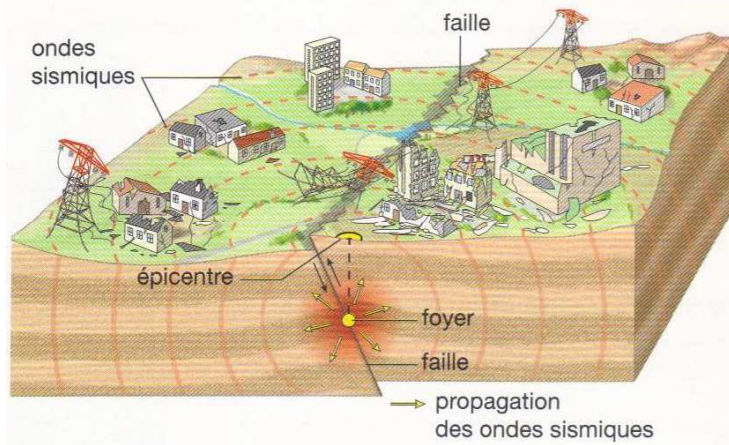
# Bilan

- Les séismes résultent d'une rupture brutale des roches en profondeur. Ils se manifestent en surface par des déformations. En profondeur, des **contraintes** s'exercent sur les roches. De l'énergie s'accumule, ce qui provoque la rupture des roches au niveau d'une **faille**, lors d'un séisme.
- Le lieu de la rupture est le **foyer** du séisme. À partir du foyer, la déformation se propage sous forme d'**ondes sismiques**.



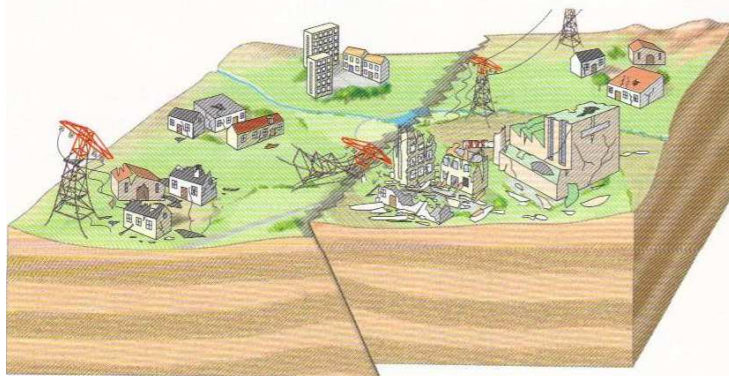
### Avant le séisme

- Contraintes en profondeur
- Accumulation d'énergie



### Séisme

- Rupture des roches en profondeur
- Propagation des ondes sismiques
- Libération d'énergie

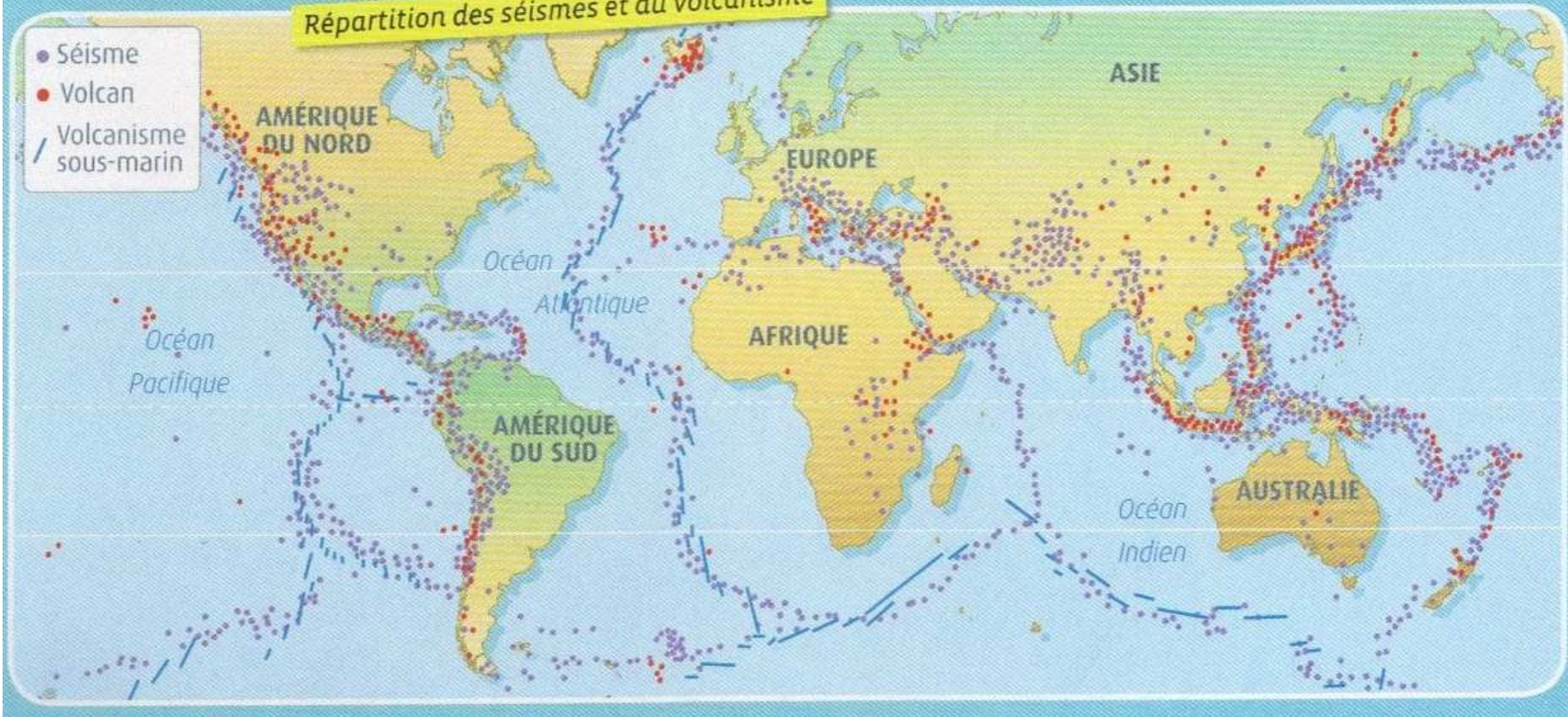


### Après le séisme

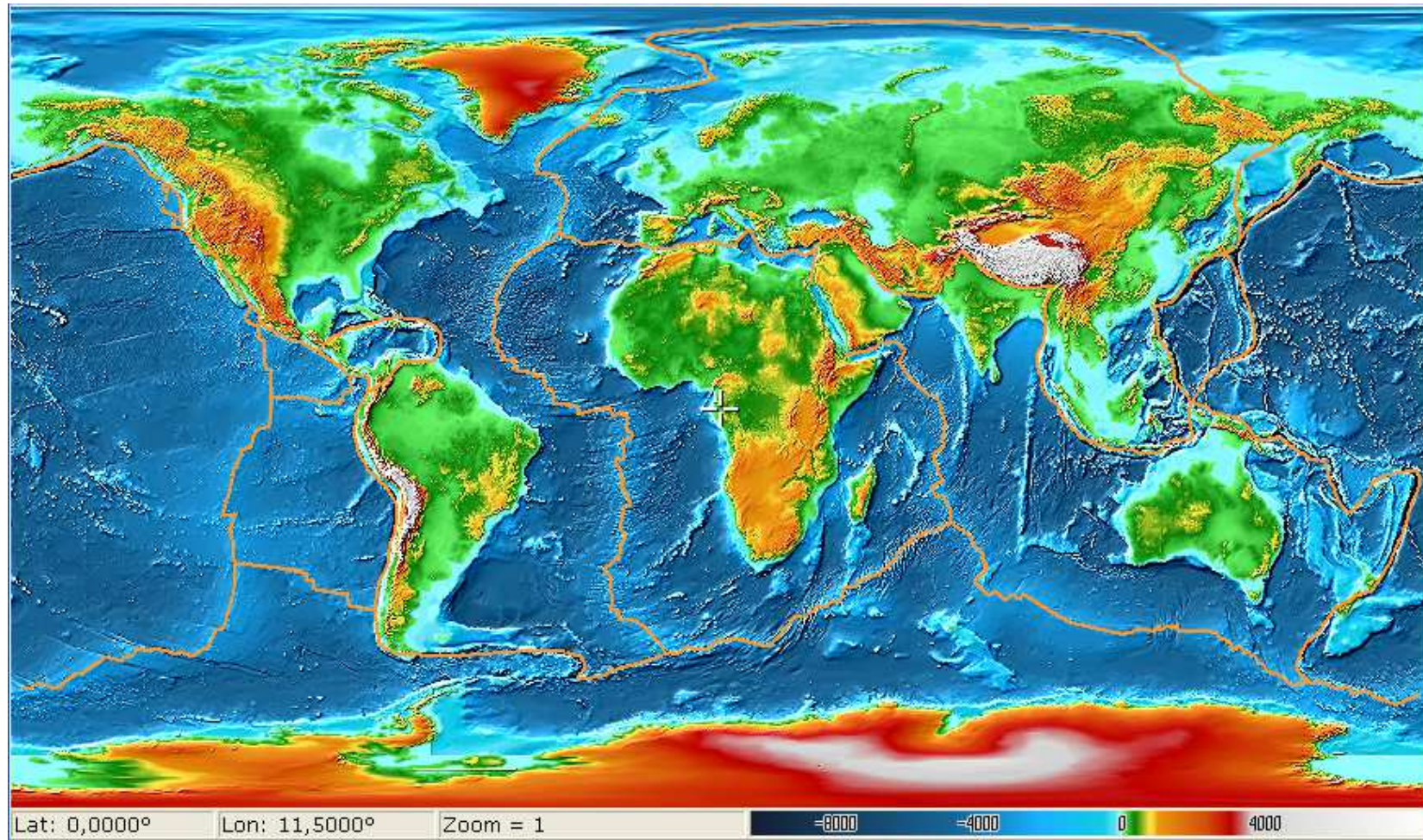
- Déformation en surface du sol
- Dégâts aux constructions
- Le paysage est modifié

### Répartition des séismes et du volcanisme

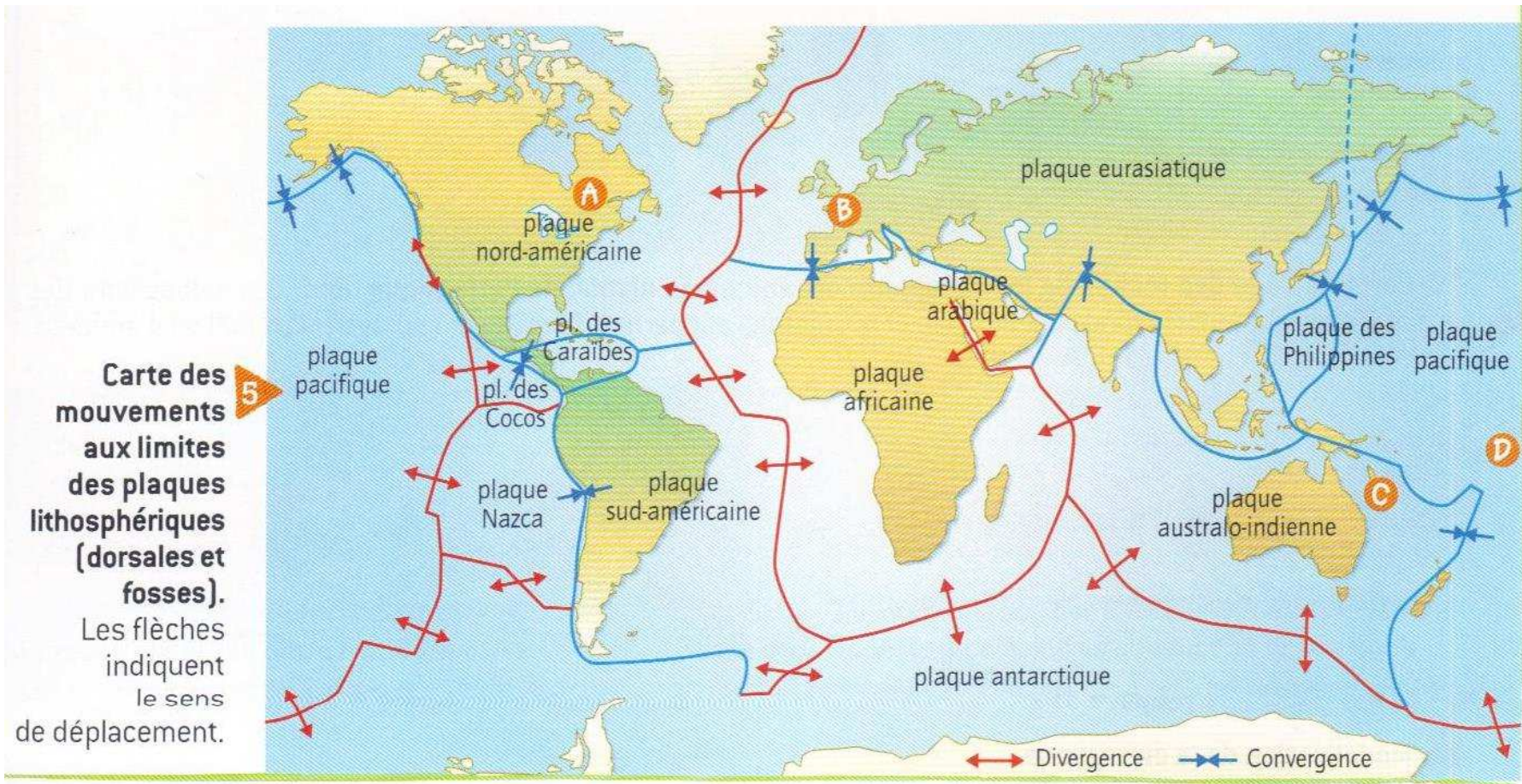
- Séisme
- Volcan
- Volcanisme sous-marin



# Planisphère avec limites de plaques lithosphériques

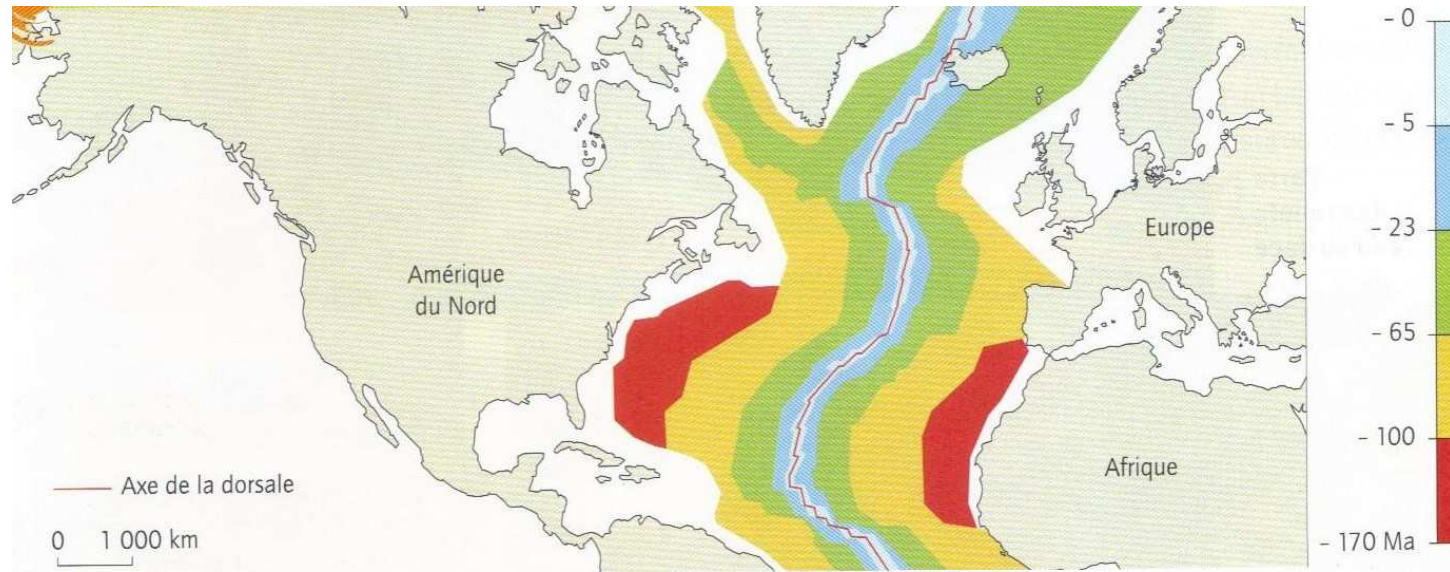




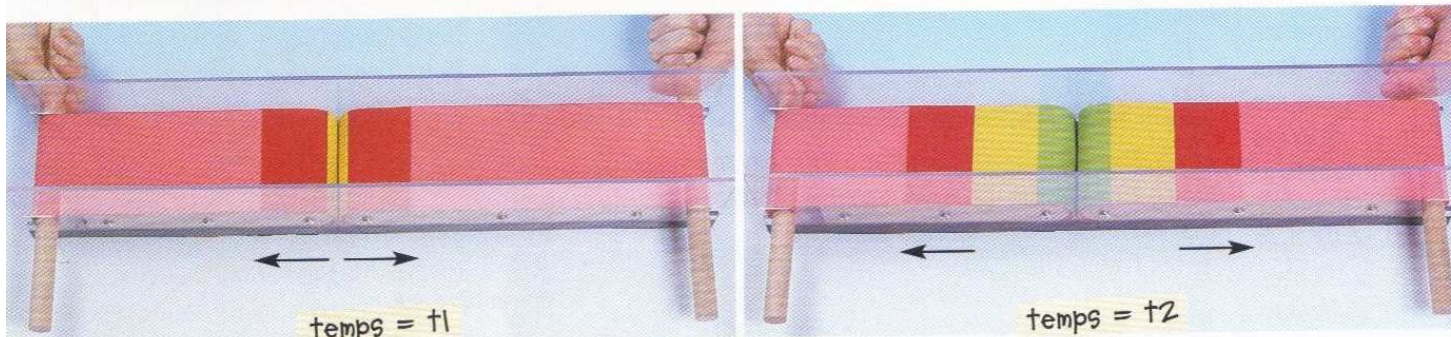


Convergence : rapprochement de 2 plaques lithosphériques  
 Divergence : écartement de 2 plaques lithosphériques

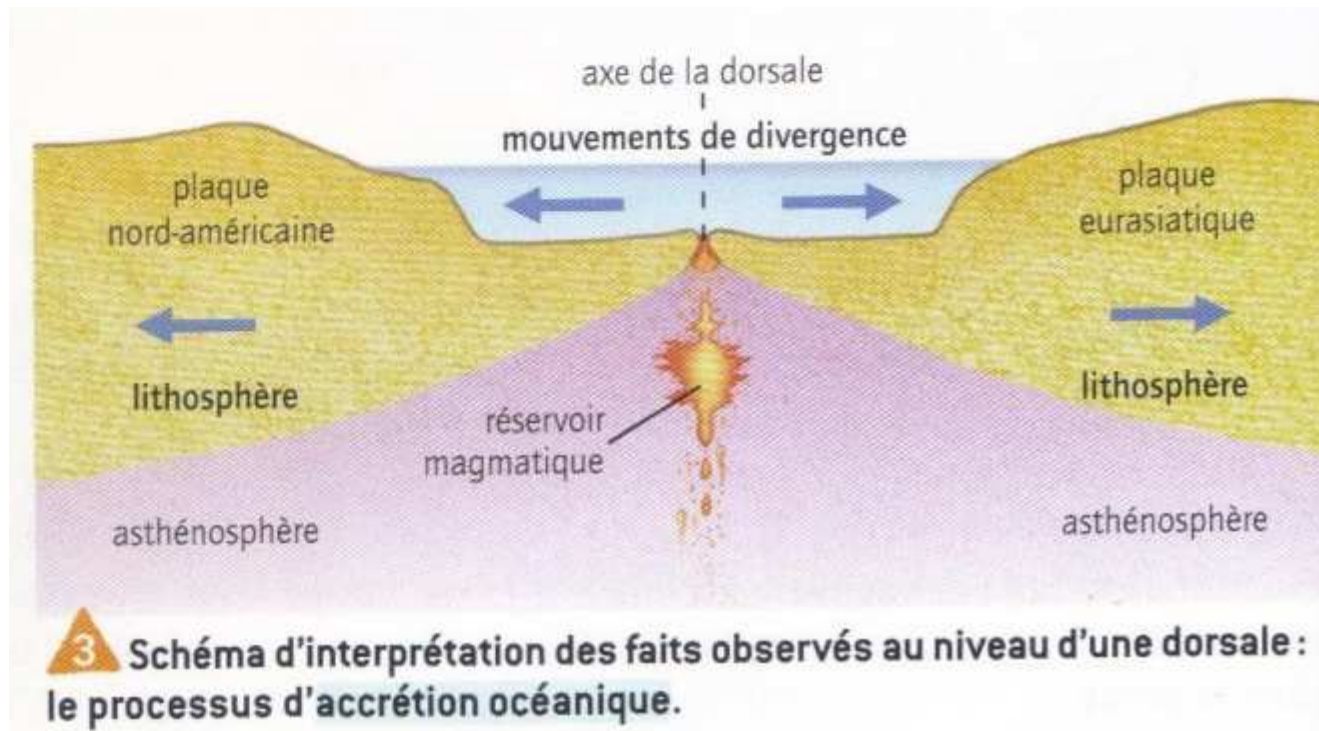
# Phénomènes géologiques associés aux dorsales océaniques



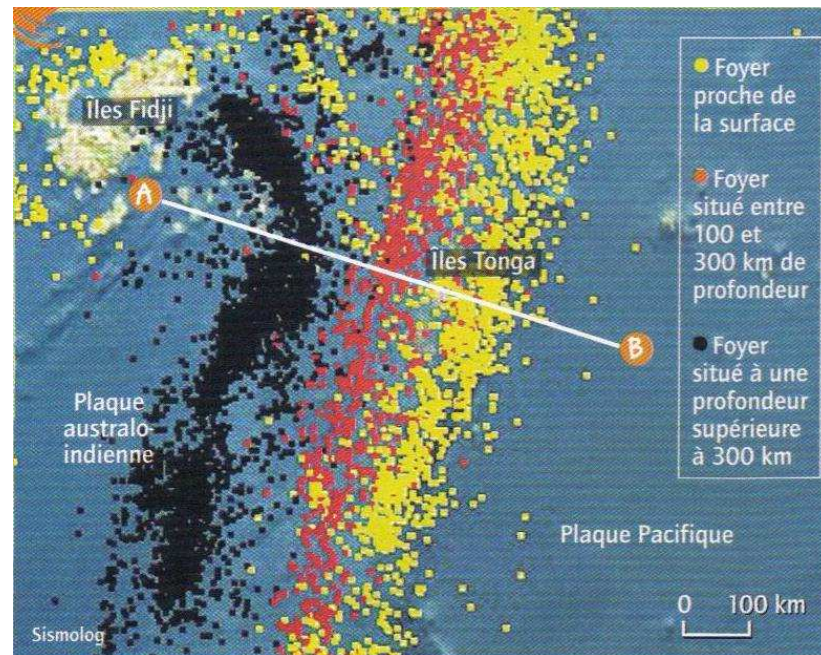
**1** Carte de l'âge des roches de la lithosphère océanique au niveau de l'Atlantique nord. Les roches sont des basaltes. L'exploration des fonds océaniques et les forages ont permis de préciser leur âge (Ma = million d'années).



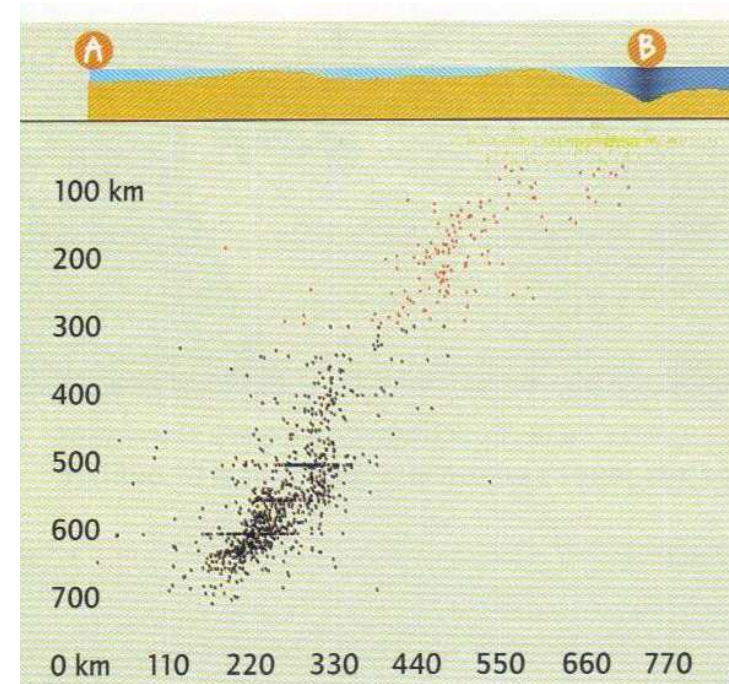
**2** Modélisation de la divergence au niveau d'une dorsale océanique.



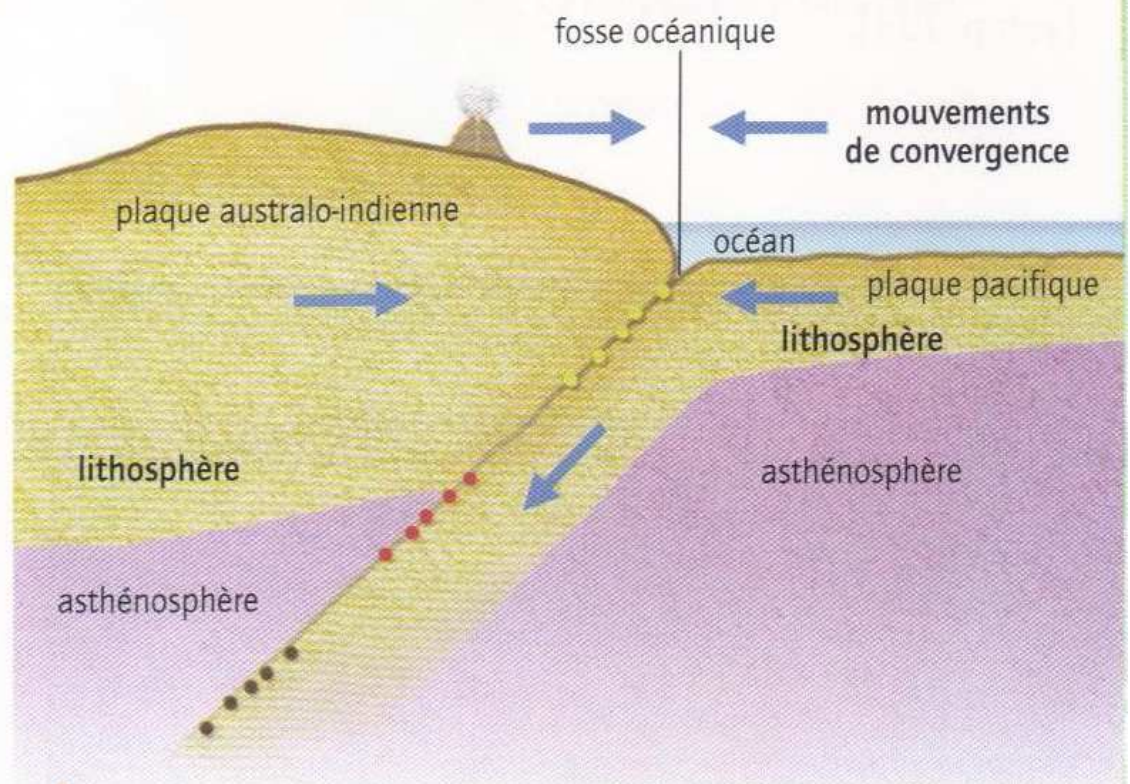
# Phénomènes géologiques associés aux fosses océaniques



**4** Carte de la répartition des foyers sismiques au niveau de la fosse océanique des îles Tonga (Pacifique).



**5** Répartition en profondeur des foyers sismiques observés entre A et B (doc. 4).



**6** Schéma d'interprétation des faits observés au niveau d'une fosse océanique : le processus de subduction océanique.

# Des déformations dans les chaînes de montagnes



a. Vue satellite des Alpes.

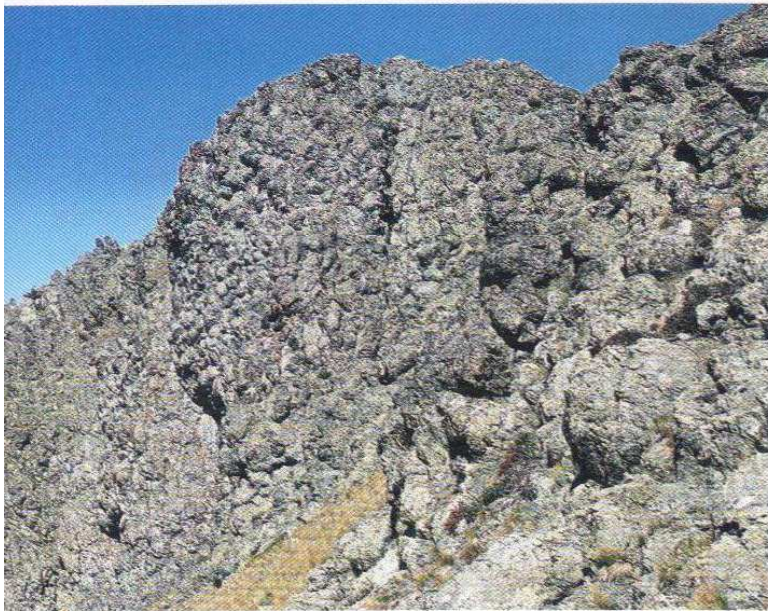


b. Plissement de Saillans (massif du Vercors, Alpes).

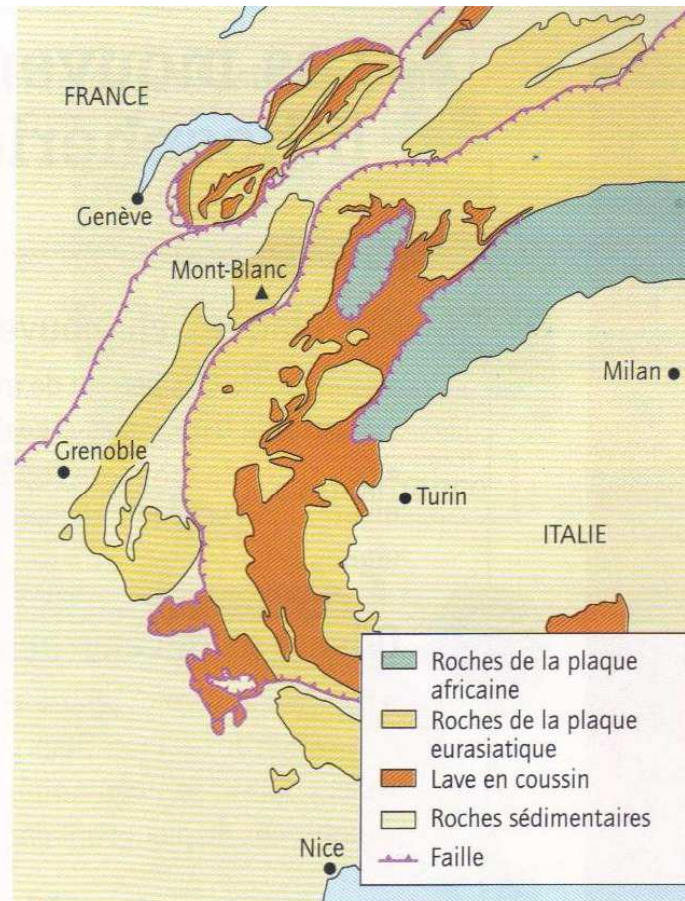


c. Faille du Pas Guiguet (massif de la Chartreuse, Alpes). Les couches A, B et C sont des couches de calcaire.

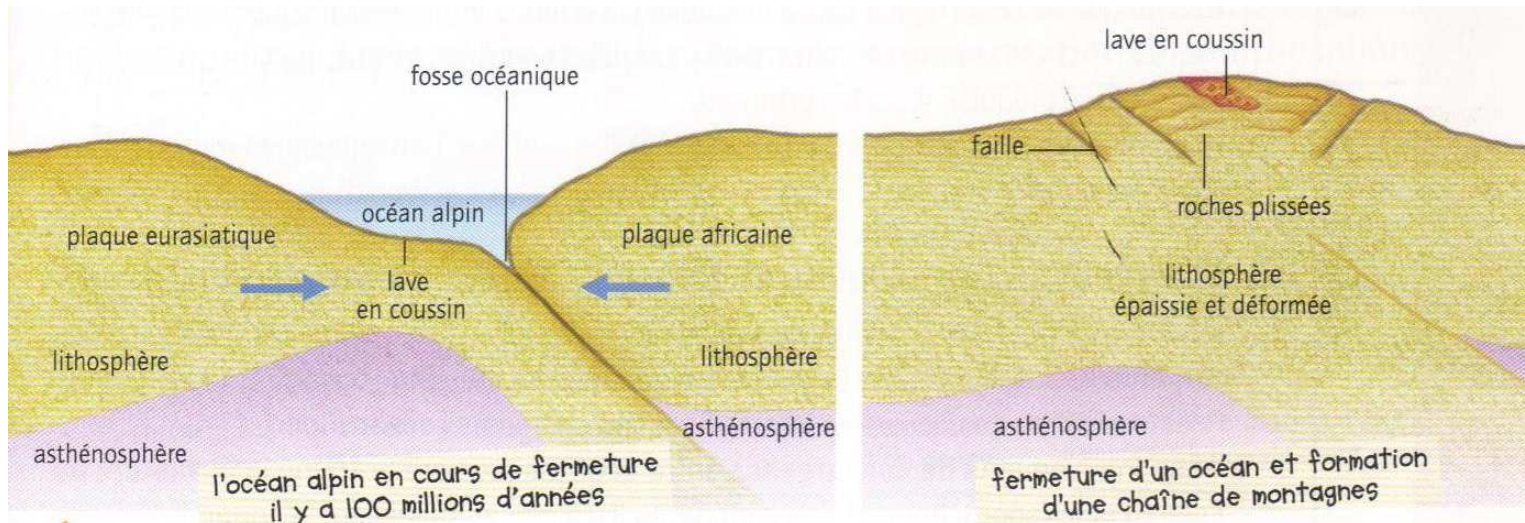
● La chaîne des Alpes a commencé à se former il y a 50 millions d'années. Elle s'est constituée à la limite entre la plaque africaine et la plaque eurasiatique (voir p. 177).



**4** Des laves en coussin dans les Alpes. Elles sont semblables à celles produites par les dorsales (voir p. 172).



**5** Carte géologique simplifiée des Alpes.



l'océan alpin en cours de fermeture  
il y a 100 millions d'années

fermeture d'un océan et formation  
d'une chaîne de montagnes

**6** Schéma illustrant deux étapes de la formation des Alpes. Il y a eu collision entre deux continents.



## 1 La répartition des volcans et des séismes à la surface de la Terre

- Les séismes et les volcans **ne sont pas répartis au hasard** à la surface de la Terre. Ils suivent les limites des plaques lithosphériques.
- Les **limites de plaques** se trouvent au niveau des dorsales océaniques, des fosses océaniques et des chaînes de montagnes. Chaque plaque lithosphérique peut porter des continents et des océans.
- Les **plaques lithosphériques rigides**, d'environ 100 km d'épaisseur, se trouvent au-dessus d'une **asthénosphère moins rigide**. On peut localiser la limite entre lithosphère et asthénosphère grâce à l'étude des **variations de la vitesse** des ondes sismiques en profondeur.

## 2 Des déplacements de la surface de la Terre

- Les plaques lithosphériques se déplacent **très lentement** (quelques centimètres par an) sur l'asthénosphère :
  - au niveau des dorsales océaniques, deux plaques lithosphériques **s'écartent** ;
  - au niveau des fosses océaniques et des chaînes de montagnes, deux plaques lithosphériques **se rapprochent**.
- Le déplacement des plaques lithosphériques entraîne le déplacement des continents à la surface du globe.

## 3 Les conséquences des mouvements des plaques

- Au niveau des dorsales océaniques, deux plaques lithosphériques se **forment** à partir d'asthénosphère : **un océan se forme à son tour et s'agrandit**.
- Au niveau des fosses océaniques, deux plaques lithosphériques se rapprochent et l'une d'elle s'enfonce dans l'asthénosphère : **un océan se ferme**.

## 4 Les déformations des plaques

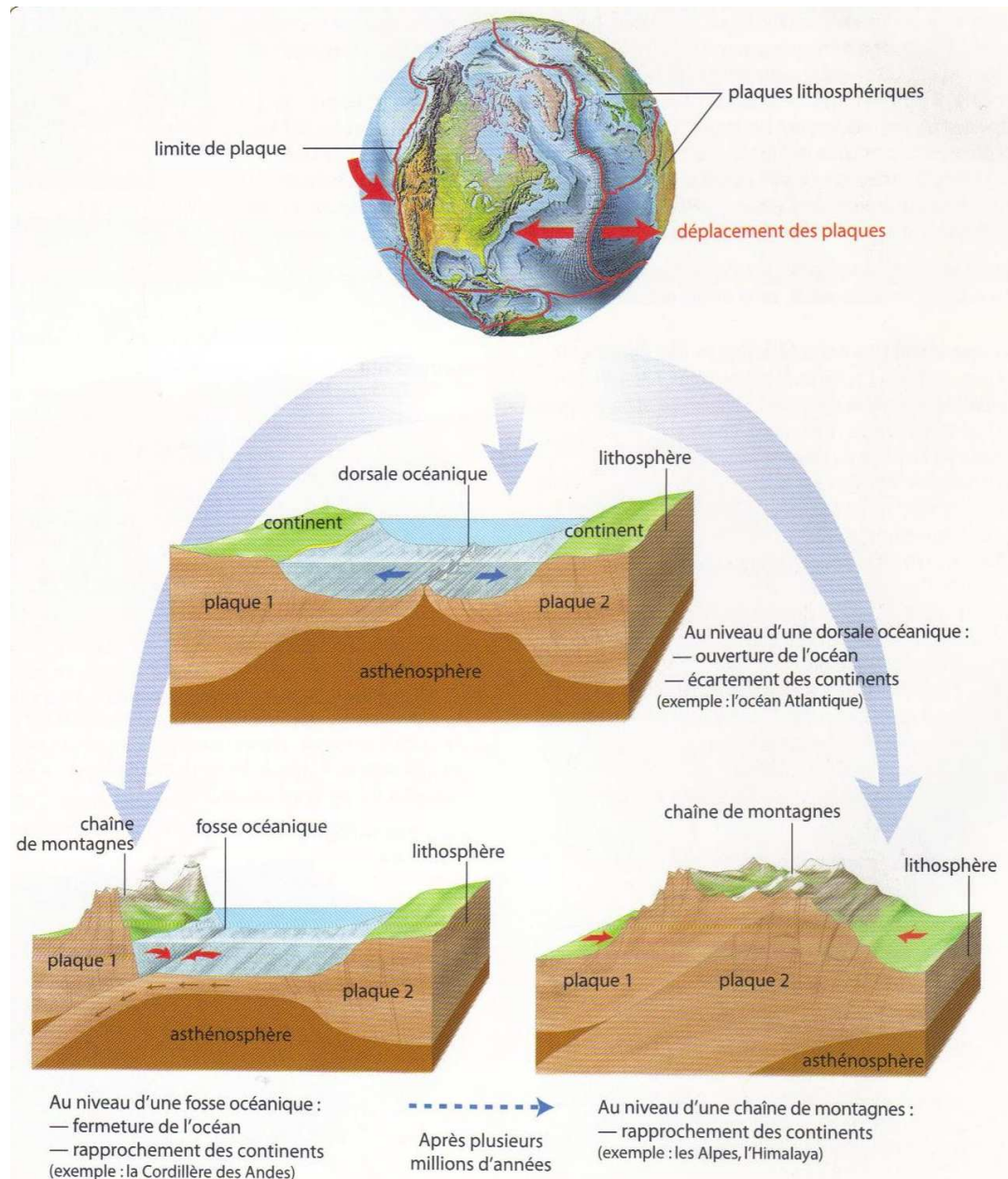
- Dans les chaînes de montagnes, on observe des **déformations** des roches (plis, failles), dues à leur compression horizontale.
- Les chaînes de montagnes se forment lorsque deux plaques s'affrontent :
  - au niveau d'une fosse océanique, il se **forme une chaîne de montagnes** comme celle des Andes ;
  - lorsqu'un océan est entièrement fermé, les deux continents s'affrontent et **forment une chaîne de montagnes**, comme celle des Alpes ou de l'Himalaya.

### Mots-clés

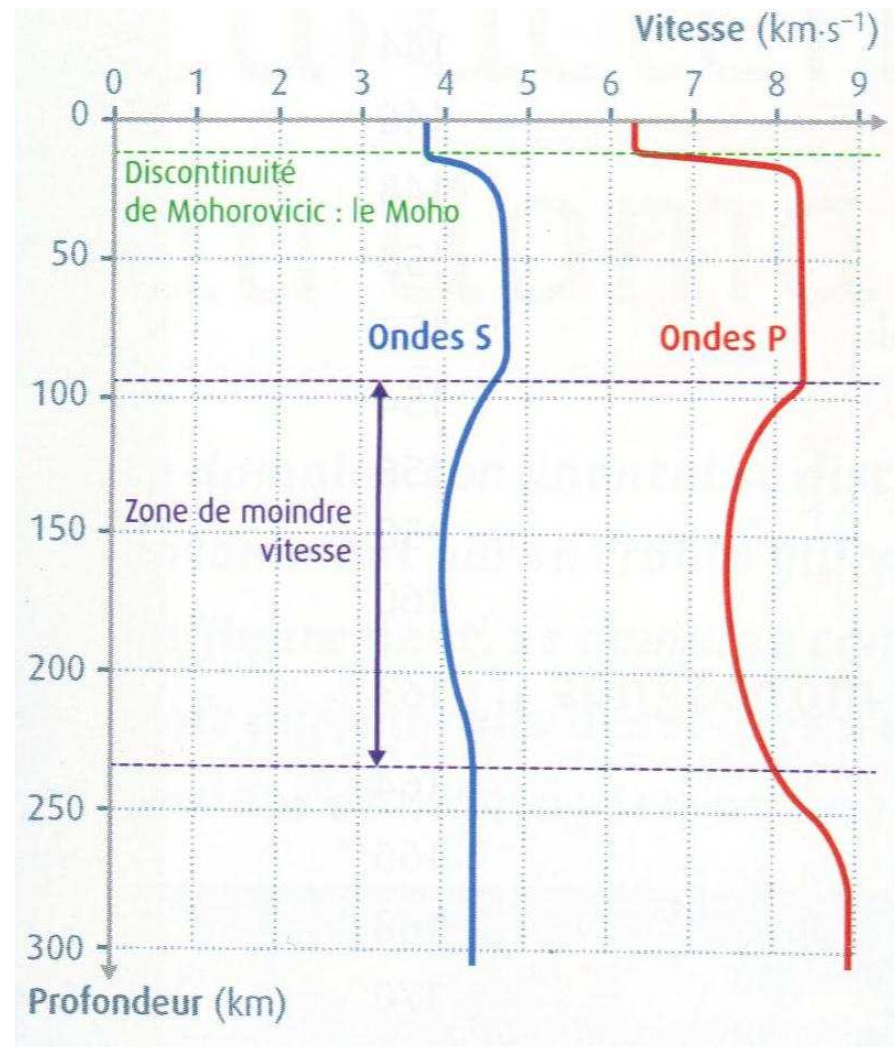
- **Asthénosphère** : couche peu rigide située sous la lithosphère.
- **Chaîne de montagnes** : relief dû à la déformation et à l'épaississement de la lithosphère.
- **Dorsale océanique** : relief de 3 km de haut où de la lithosphère est produite.
- **Fosse océanique** : fosse de plusieurs km de profondeur où de la lithosphère s'enfonce dans l'asthénosphère.
- **Lithosphère** : couche superficielle rigide du globe terrestre.
- **Plaque lithosphérique** : plaque de lithosphère rigide qui repose sur l'asthénosphère.

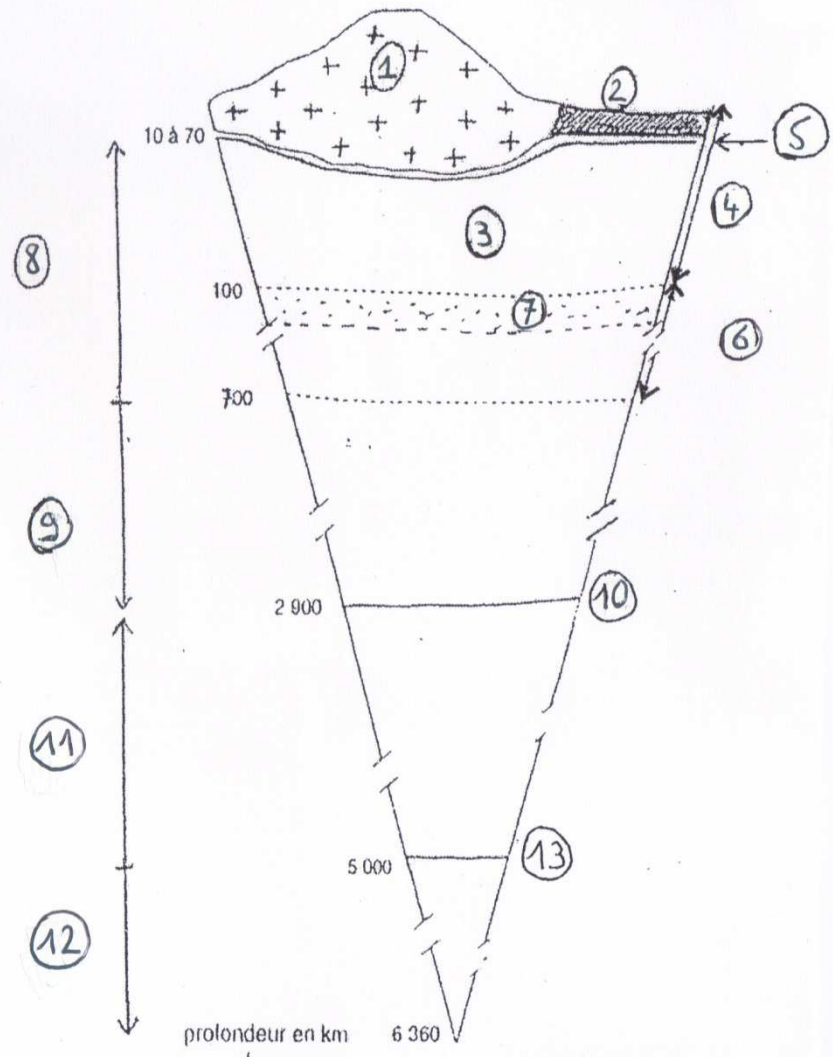
# Bilan

- Les séismes et les éruptions volcaniques se produisent surtout dans les **chaînes de montagnes**, près des **fosses océaniques** et le long des **dorsales océaniques**. Leur répartition à la surface du globe permet de délimiter des **plaques**.
- L'ensemble des plaques constitue la **lithosphère** rigide qui se déplace au-dessus de l'**asthénosphère** moins rigide.
- Les déplacements des plaques entraînent le déplacement des continents à la surface du globe, l'ouverture et la fermeture des océans, et ils transforment la lithosphère :
  - au niveau des dorsales océaniques, les plaques se forment et s'écartent ;
  - au niveau des fosses océaniques, les plaques se rapprochent et l'une d'elles s'enfonce dans l'asthénosphère ;
  - au niveau des chaînes de montagnes, les plaques s'affrontent et se déforment.





# Vitesse des ondes sismiques P et S en fonction de la profondeur en milieu océanique






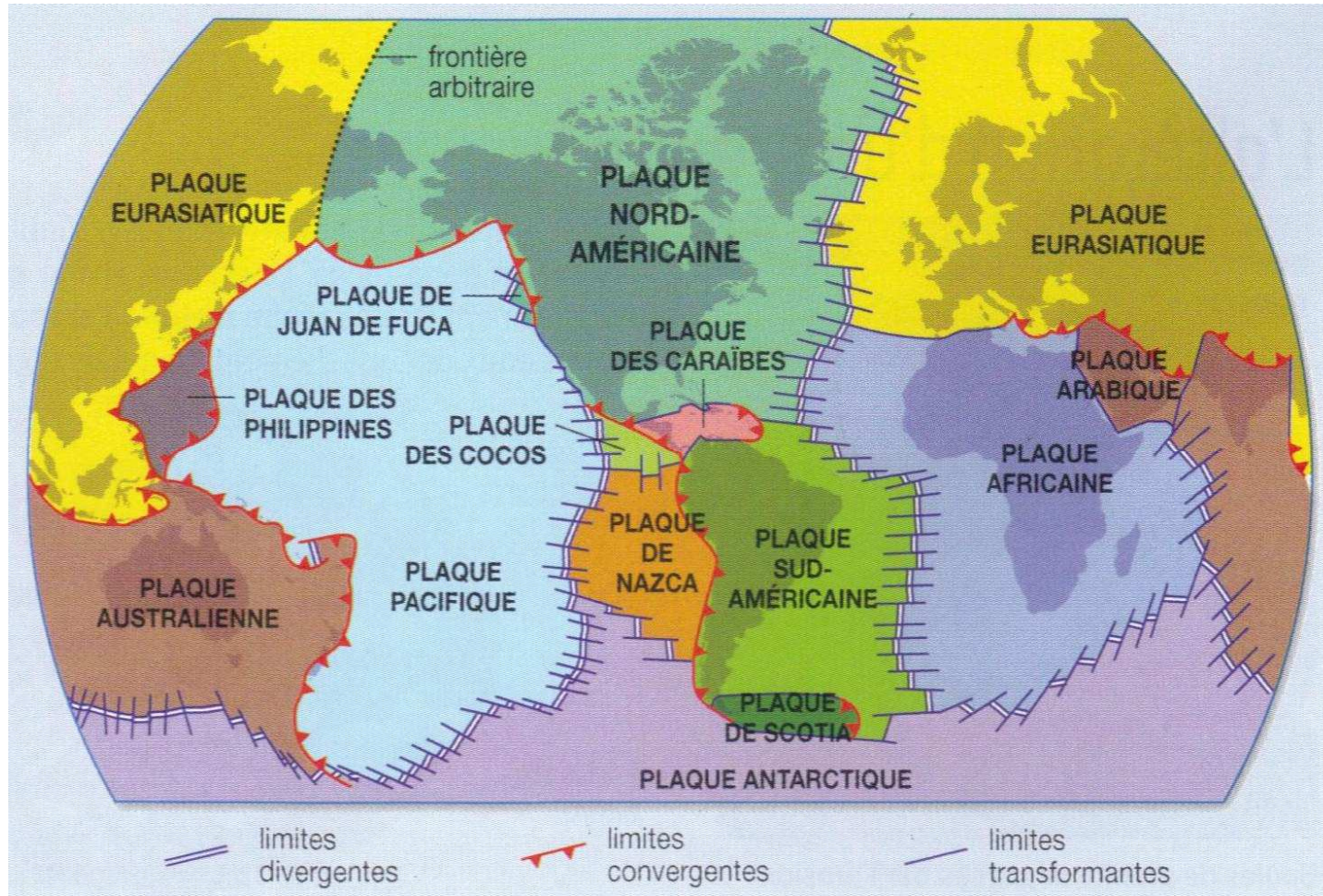
profondeur en km 6 360

14 \_\_\_\_\_

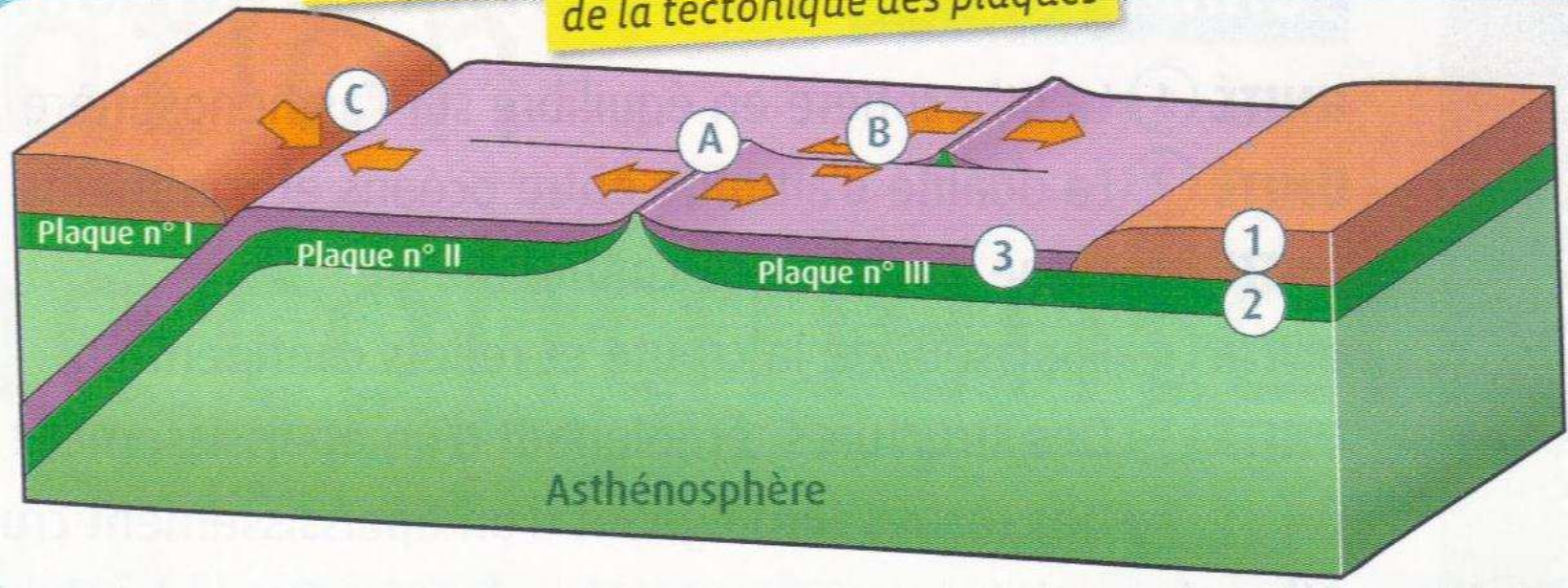
-  =
-  =

 de 8 et 9

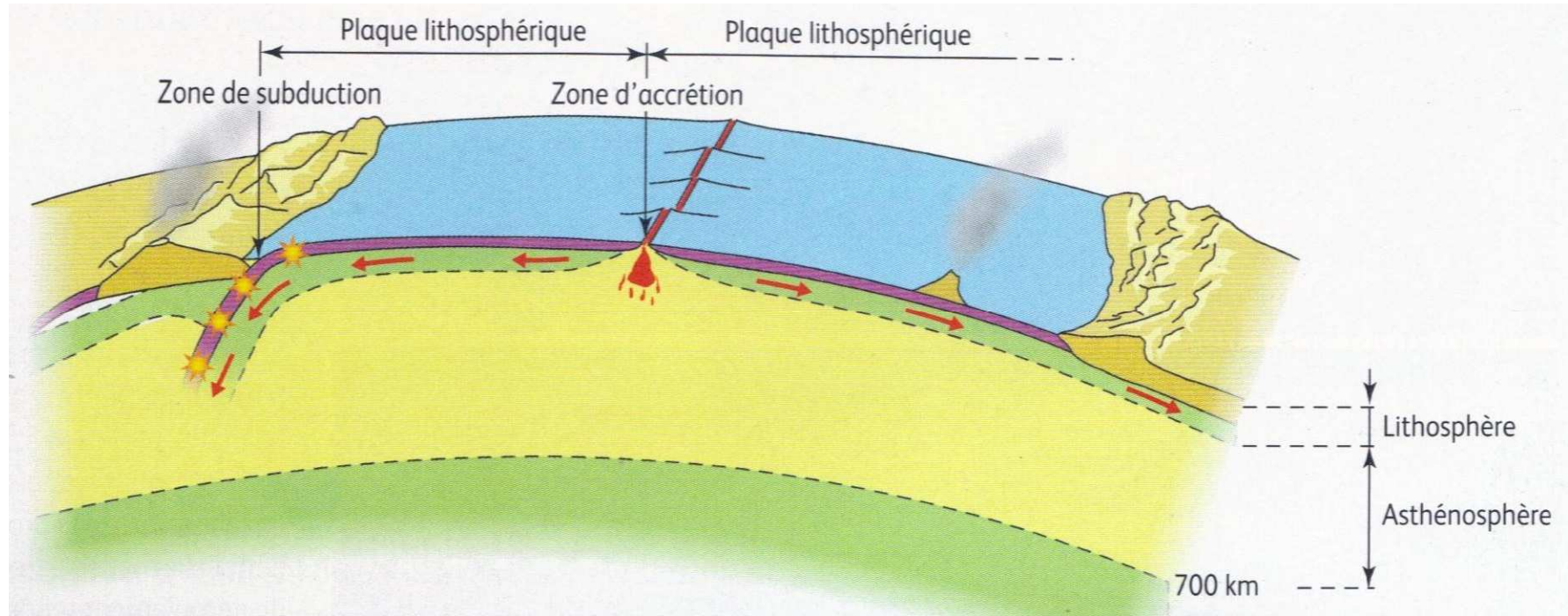
# Des plaques lithosphériques rigides mobiles sur une sphère



Les trois types de frontières de plaques dans le modèle de la tectonique des plaques

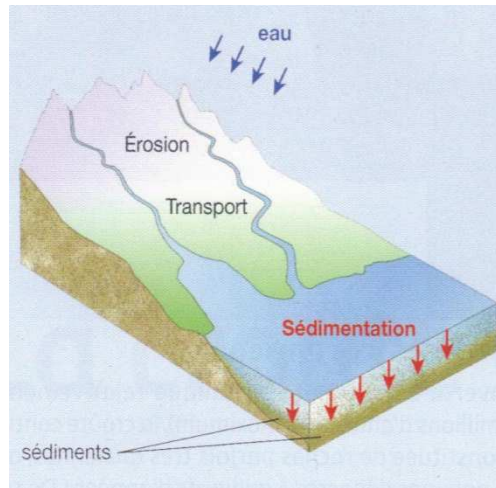


# Le renouvellement de la lithosphère océanique

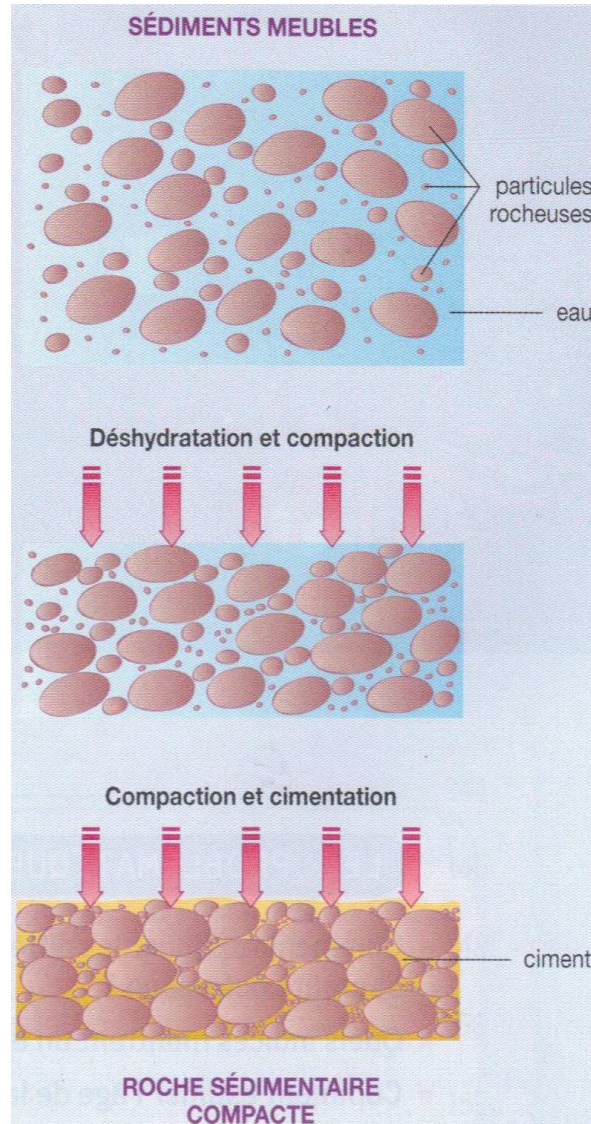




# Erosion, transport, sédimentation,



# roches sédimentaires



# Erosion des sols suite à la déforestation

