



**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
Centre Universitaire – MAGHNIA -**



Département des Sciences et de la Technologies

COURS DE GEOLOGIE

**CHAPITRE IV: NOTION DE GEODYNAMIQUE
(Partie I (01-12-2024))**

GHERISSI R.

Année 2024/2025

I. Notion de Géodynamique

La **géodynamique** étudie, décrit et explique l'évolution du système terrestre ; à partir d'observations de terrain synthétisées par des modèles types de comportements, elle caractérise et étudie les phénomènes naturels qui ont affecté le **géomatériau** et qui l'affectent encore. Elle est **interne** pour ce qui se passe en **profondeur** et **externe** pour ce qui se passe en **surface** ; les phénomènes internes sont ceux qui produisent les reliefs ; les phénomènes externes sont ceux qui les détruisent.

I. Notion de Géodynamique

La géologie structurale :

C'est l'étude des processus par lesquels **les forces** (prises comme *des contraintes*) appliquées **aux roches** y transforment **les formes** (qualifiées de structures) et les agencements granulaires (des microstructures). L'action de transformation est toujours **une déformation**, qui fait passer un ensemble rocheux d'une structure à une autre.

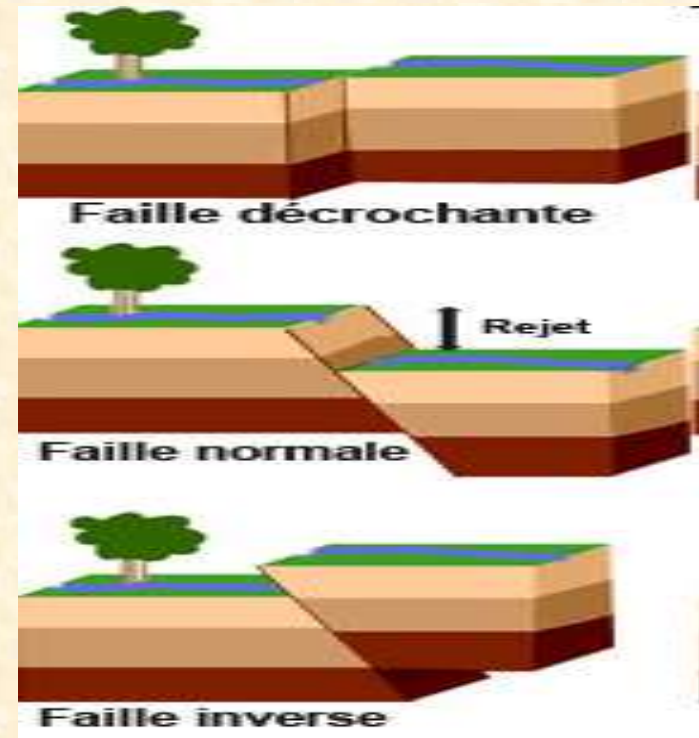
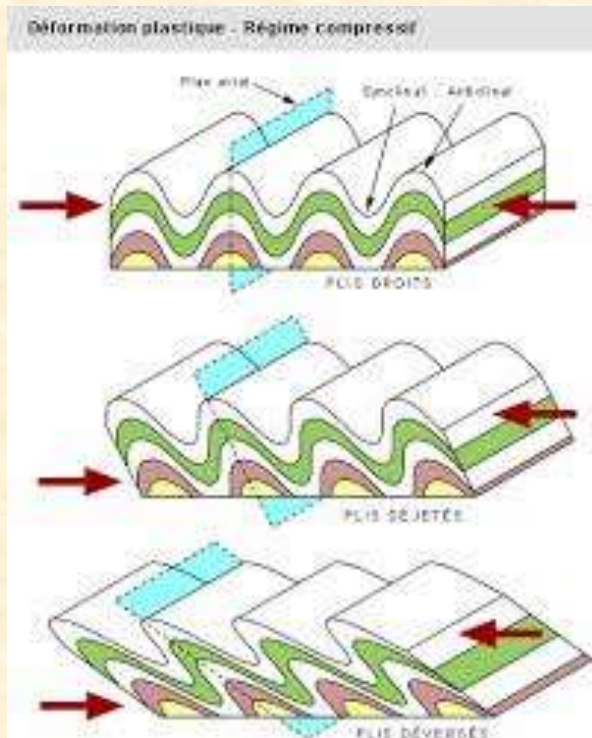
* La Tectonique : c'est l'étude de la déformation de la partie superficielle de la terre.

I. Notion de Géodynamique

d- La géologie structurale :

1- Géodynamique interne :

Les deux grandes familles de structures déformées que les géologues étudient sont **les failles** et **les plis**. Il s'agit de la **géodynamique Interne**.



I. Notion de Géodynamique



Faille de San Andreas (Californie)

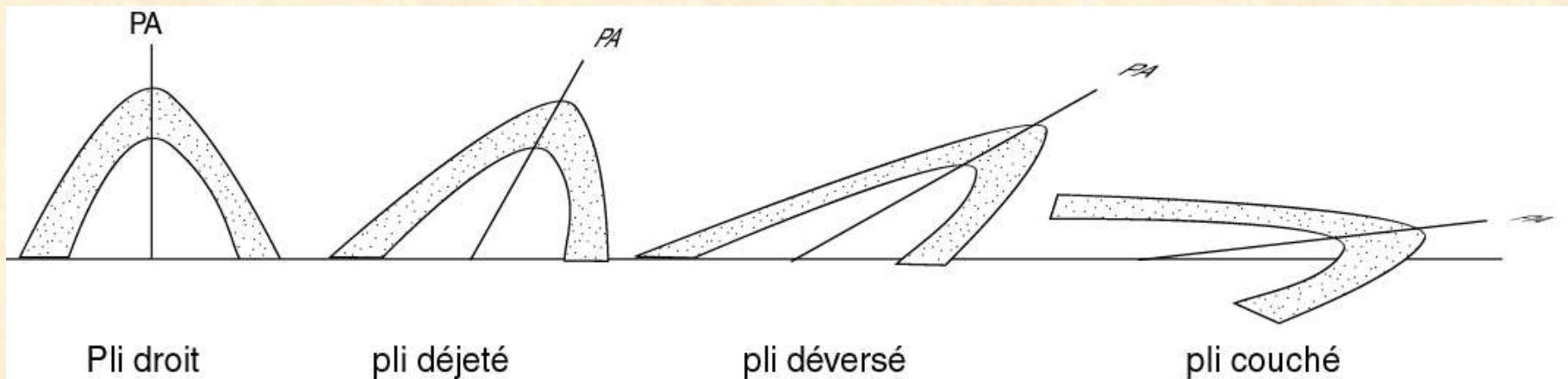
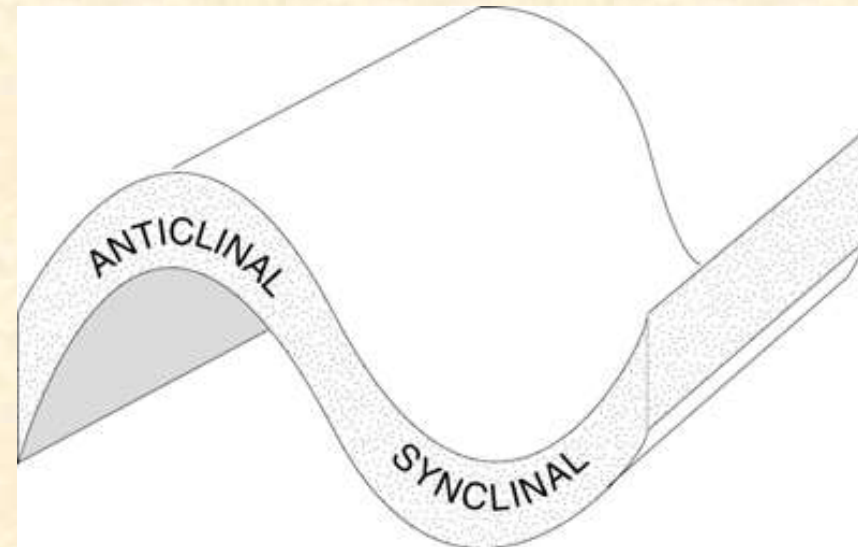
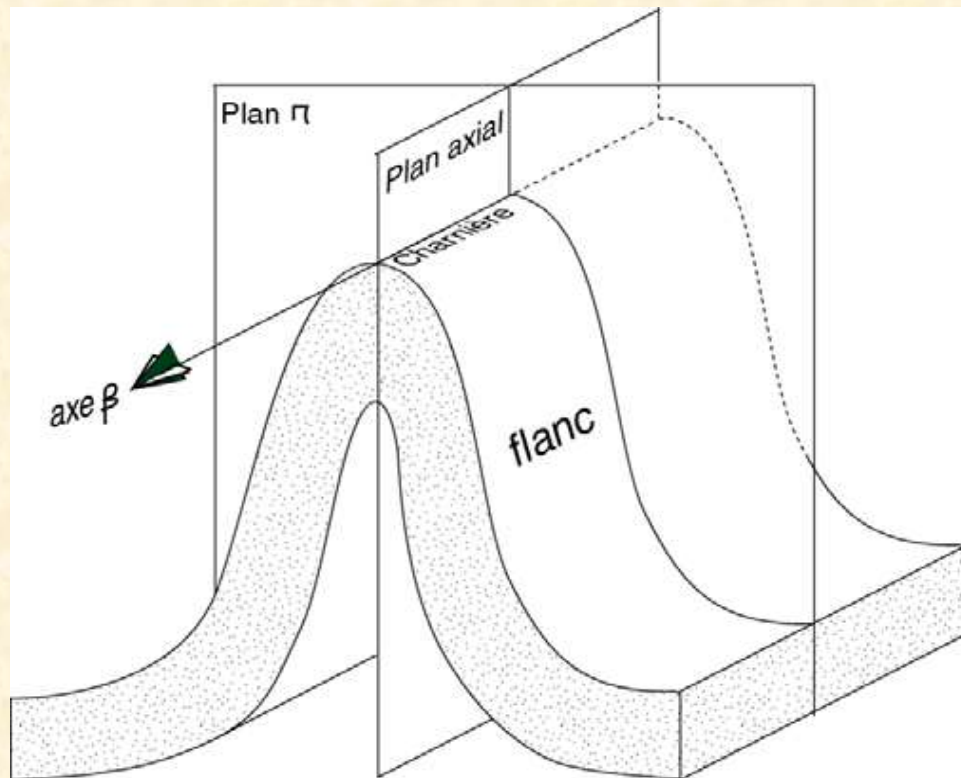


Faille décrochante (du côté de Castérino)

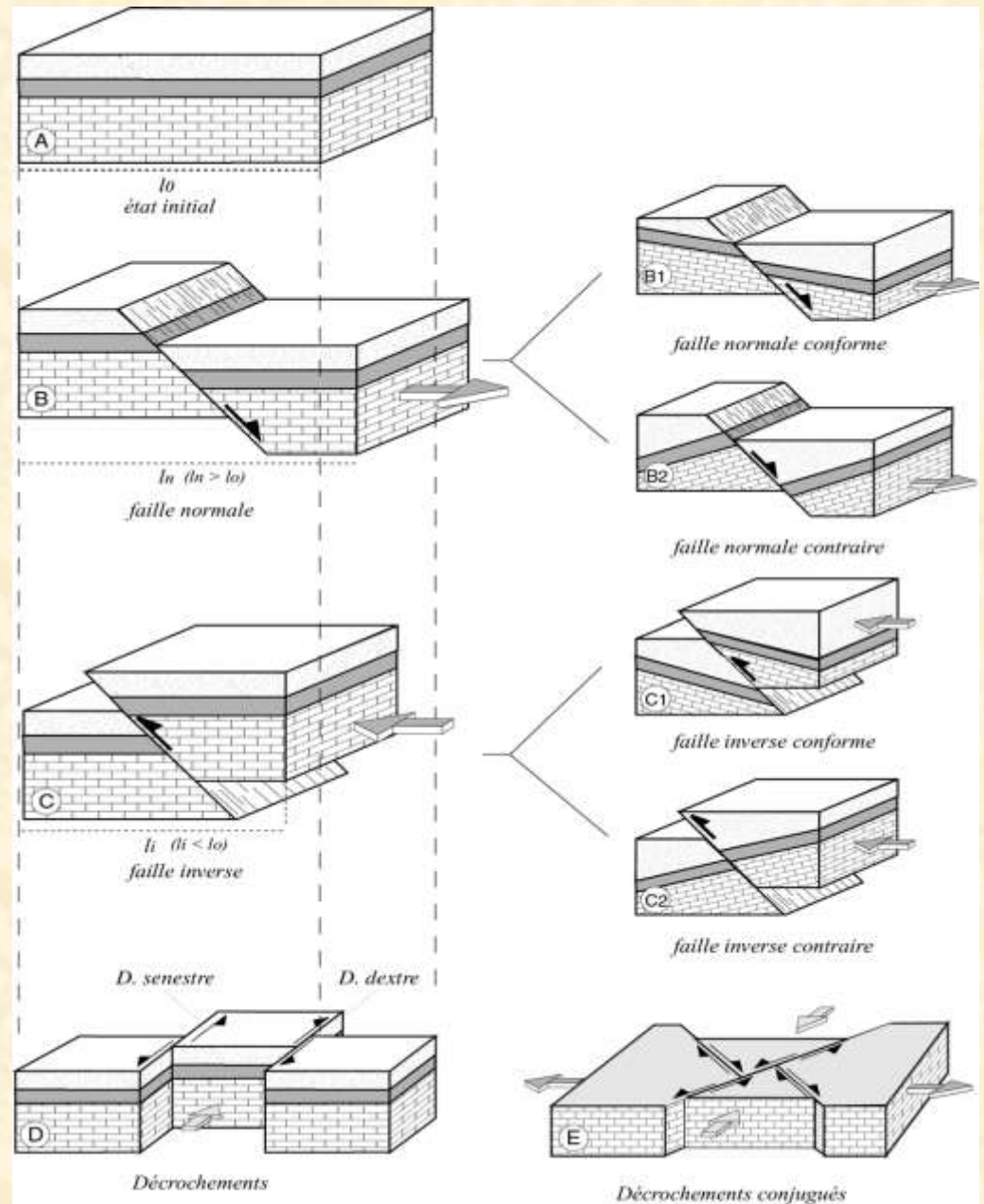
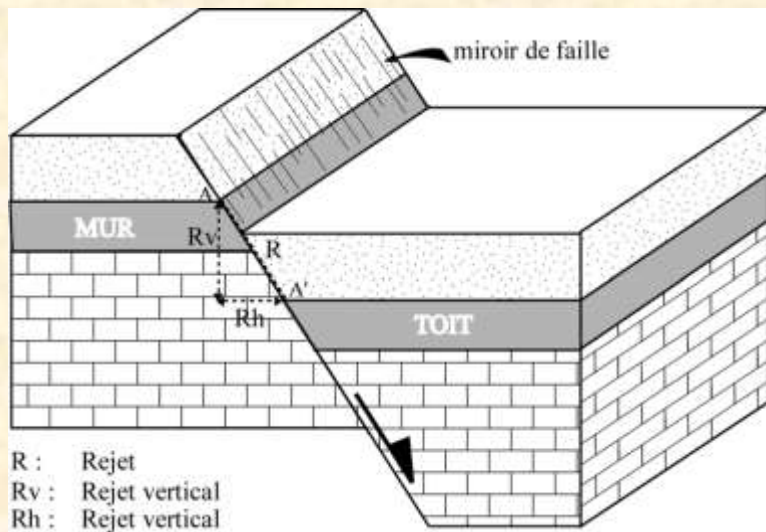


Anticlinal de roches sédimentaires (région de Gap, torrent de La Béoux)

GEODYNAMIQUE DE LA TERRE



GEODYNAMIQUE DE LA TERRE



I. Notion de Géodynamique

La géologie structurale :

2- La géodynamique externe :

Elle étudie la **structure** et l'évolution des enveloppes externes de la Terre. Son domaine englobe tous les phénomènes dissipant une énergie qui provient, plus ou moins directement, du rayonnement solaire.

L'enveloppe superficielle solide de la Terre, la **lithosphère**, est entourée de plusieurs enveloppes fluides. L'**hydrosphère** est l'enveloppe liquide recouvrant près de 60% de la surface du globe et l'**atmosphère** est l'enveloppe gazeuse entourant la planète. Grâce à ces deux enveloppes, la vie a pu se développer sur la Terre et former une quatrième enveloppe superficielle, une enveloppe vivante : la **biosphère**.

I. Notion de Géodynamique

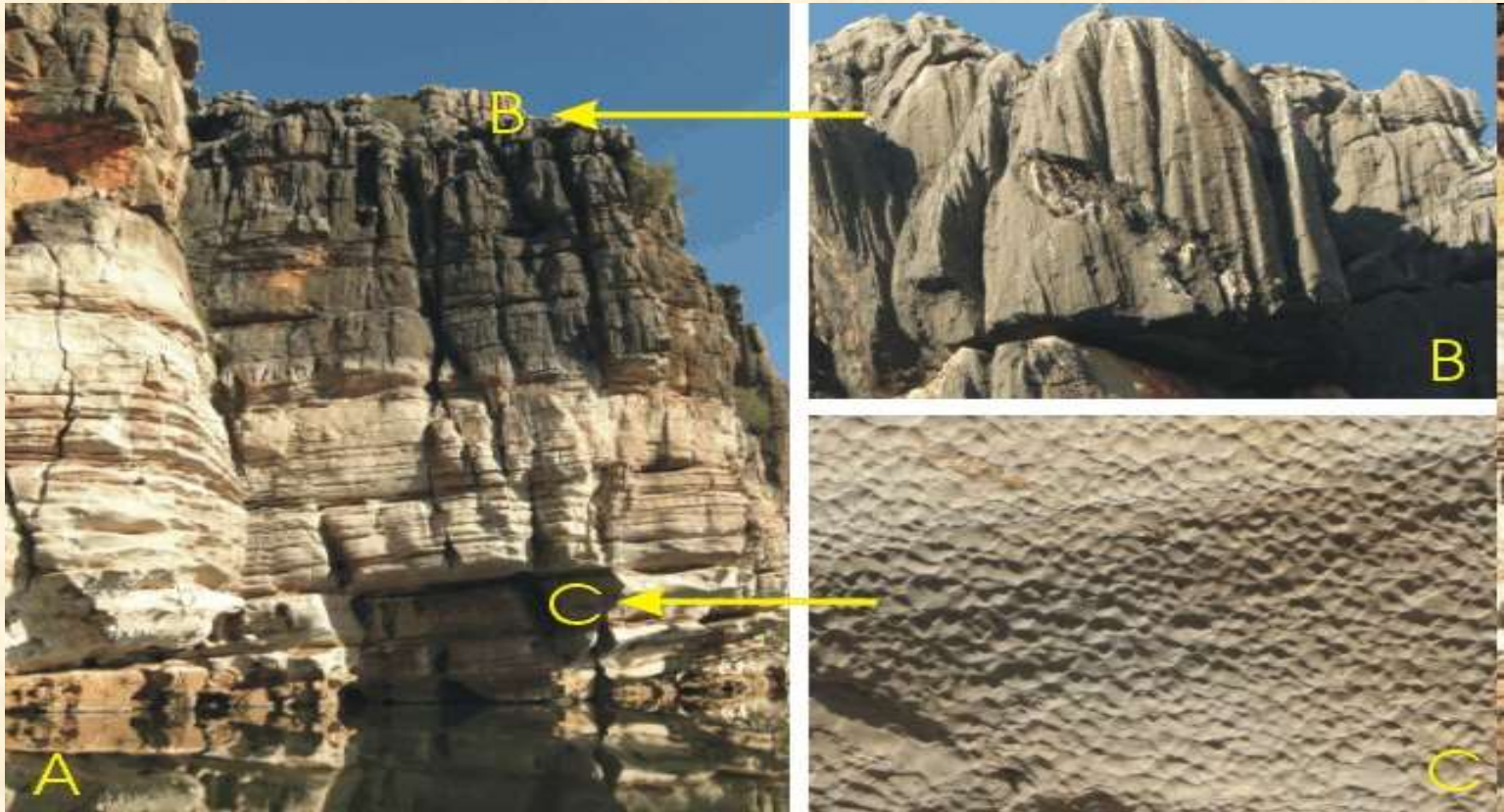
La géologie structurale :

2- La géodynamique externe :

* Erosion et altération :

C'est l'ensemble des phénomènes de désagréations mécaniques et des décompositions chimiques et biochimiques des minéraux et des roches dues aux variations de la température, à l'action des eaux, de l'oxygène et des organismes.

* Erosion et altération :



Formes de dissolution par les eaux courantes et de ruissellement. A: vue générale de la paroi calcaire surplombant la rivière Fitzroy (Australie); la partie inférieure (blanche) est régulièrement inondée par les crues de la rivière, alors que la partie supérieure est toujours exondée. Des formes de dissolution différentes en résultent : lapiez (**B**) verticaux dans la partie supérieure de la paroi et cupules (**C**) dans la partie inférieure.

I. Notion de Géodynamique

Les phénomènes internes :

- Éruption volcanique
- Séisme

Les phénomènes externes:

- Érosion
 - *Altération* : action mécanique - actions physico-chimiques - altération des roches.
 - *Ablation* : mouvements de pente - reptation et fluage - coulées, laves, lahars – glissements - écroulements rocheux
- **Transport** : glaciers – cours d'eau – vent
- Sédimentation : dépôt – consolidation - diagenèse

II. Géodynamique Interne

La géodynamique interne concerne les couches intérieures de la terre.

Les roches endogène (formation à l'intérieure) :

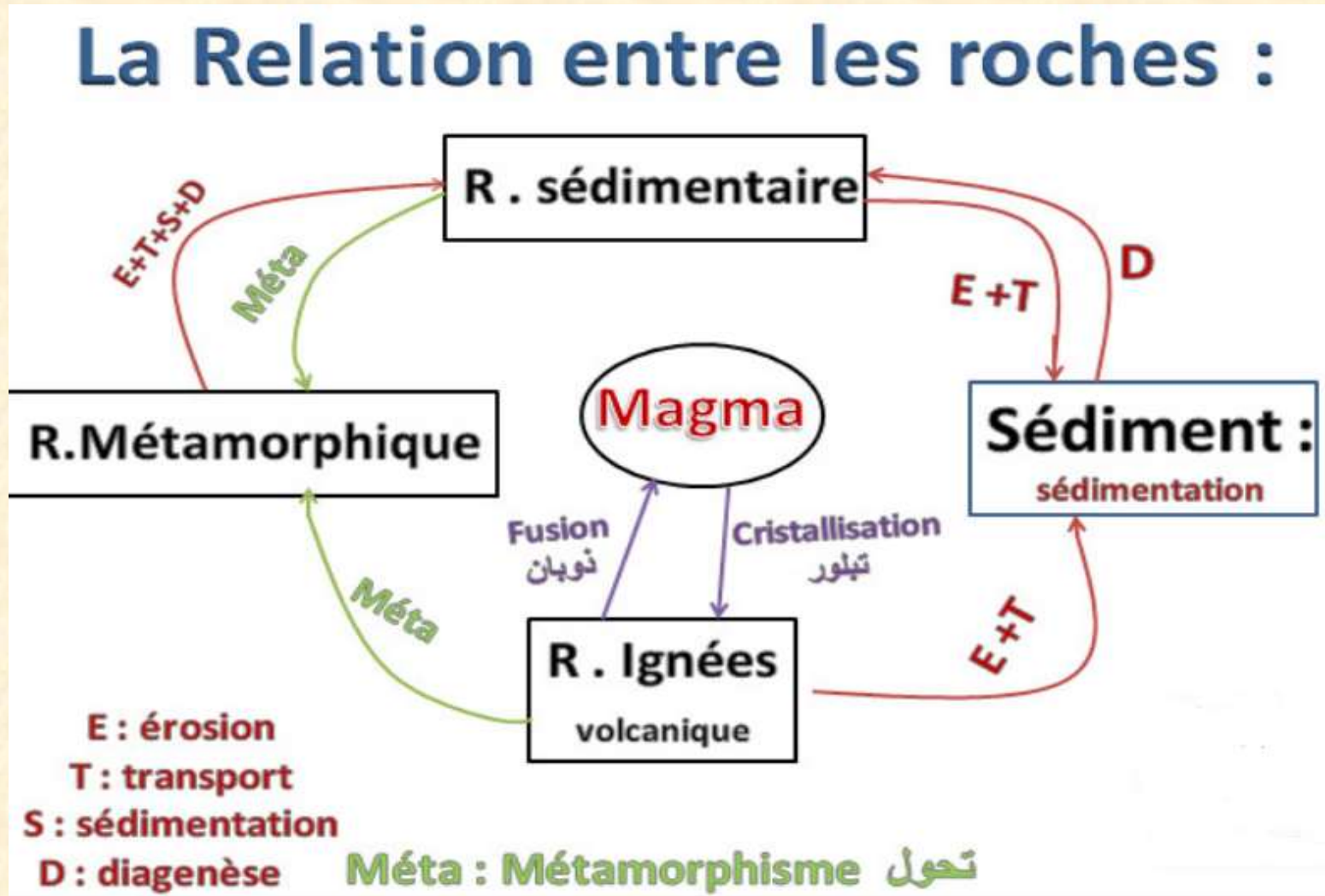
Roches Magmatiques et Métamorphique

Les roches exogène (formation à l'extérieure) :

Roches Sédimentaires

II. Géodynamique Interne

1- Relation entre les roches



II. Géodynamique Interne

2- Types du métamorphisme

1/Le para-métamorphisme :

R.sédimentaire → R.Métamorphique

2/L'ortho-métamorphisme :

R.Magmatique → R.Métamorphique

3/Le poly-métamorphisme :

R.Métamorphique → R.Métamorphique

II. Géodynamique Interne

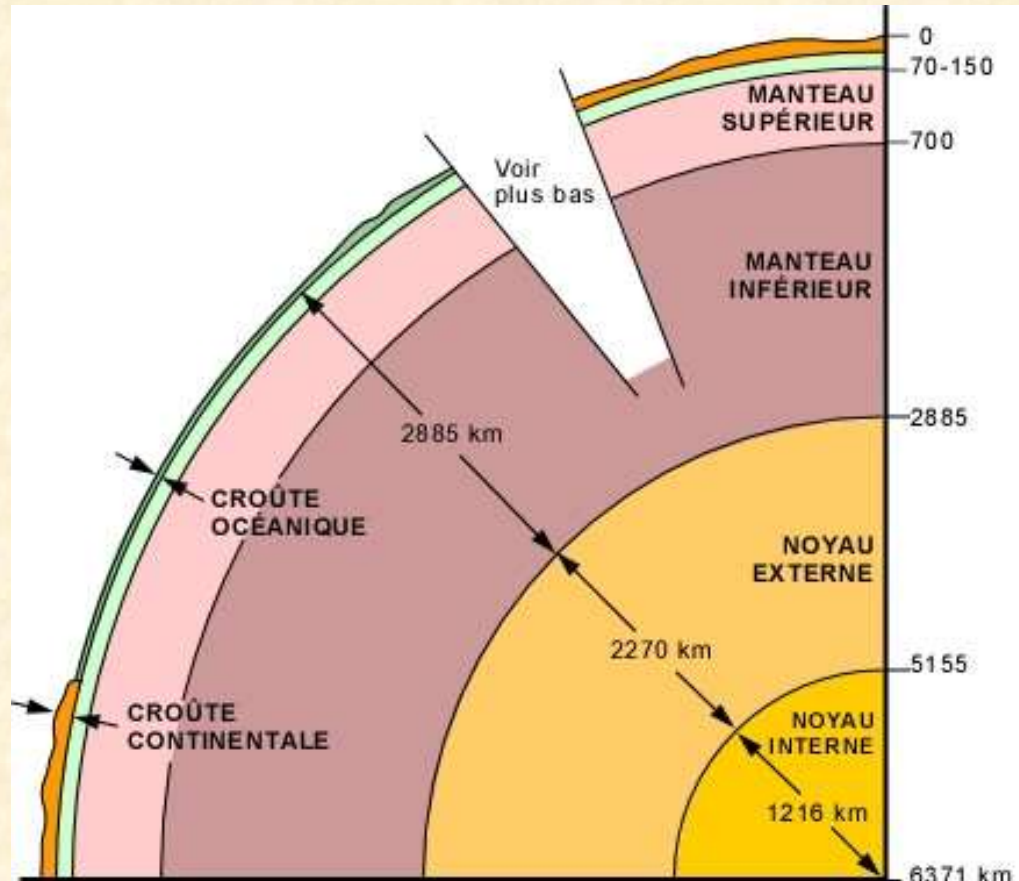
La géodynamique interne concerne les couches intérieures de la terre.

3- Forme de la terre

3.1-Structure interne de la terre

L'intérieur de la Terre est constitué d'une succession de couches de *propriétés physiques différentes* :

- Au centre, **le noyau**, qui forme 17 % du volume terrestre et qui se divise en **noyau interne** (solide) et en **noyau externe** (liquide) ;
- **le manteau**, qui constitue le gros du volume terrestre (81 %) et qui se divise en **manteau inférieur** (solide) et **manteau supérieur** principalement plastique, mais dont la partie tout à fait supérieure est solide
- **la croûte** (ou écorce), qui compte pour moins de 2 % en volume et qui est solide.



II. Géodynamique Interne

3- Forme de la terre

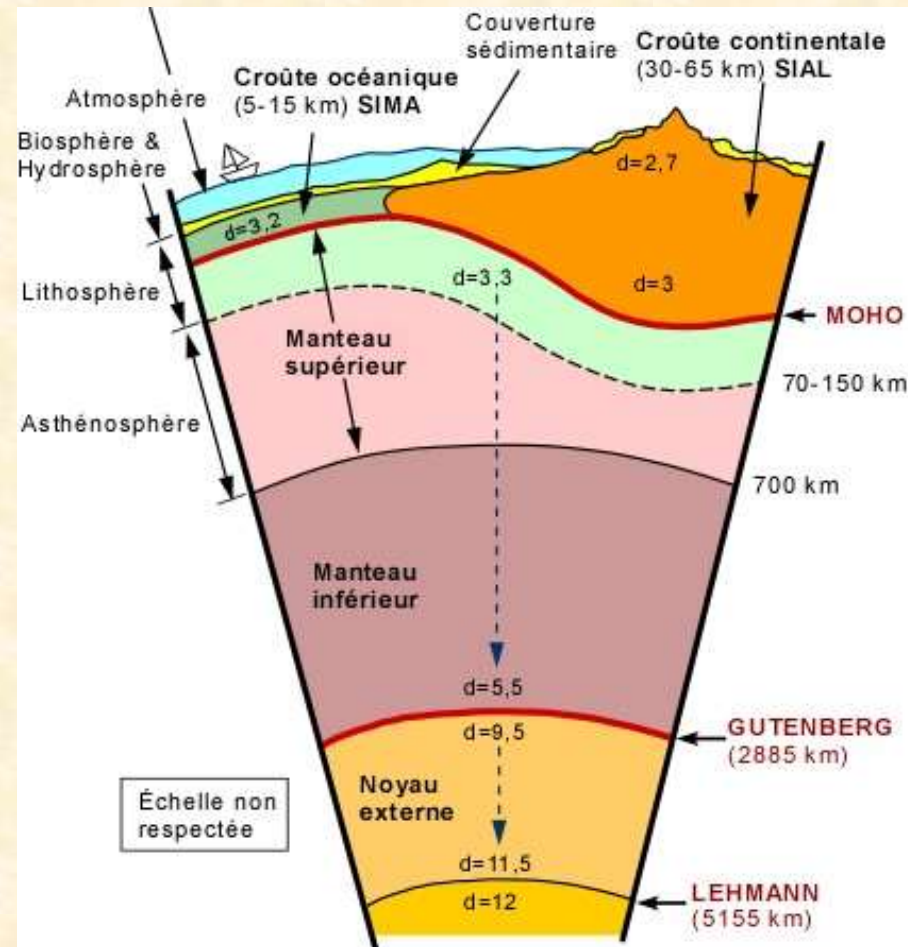
3.1-Structure interne de la terre

1- Deux discontinuités importantes séparent la croûte, le manteau et le noyau :

&- la **discontinuité de Mohorovicic (MOHO)** : qui marque un contraste de densité entre la croûte terrestre et le manteau.

&- la **discontinuité de Gutenberg** qui marque aussi un contraste important de densité entre le manteau et le noyau.

2- Une troisième discontinuité sépare noyau interne et noyau externe, c'est la **discontinuité de Lehmann**.

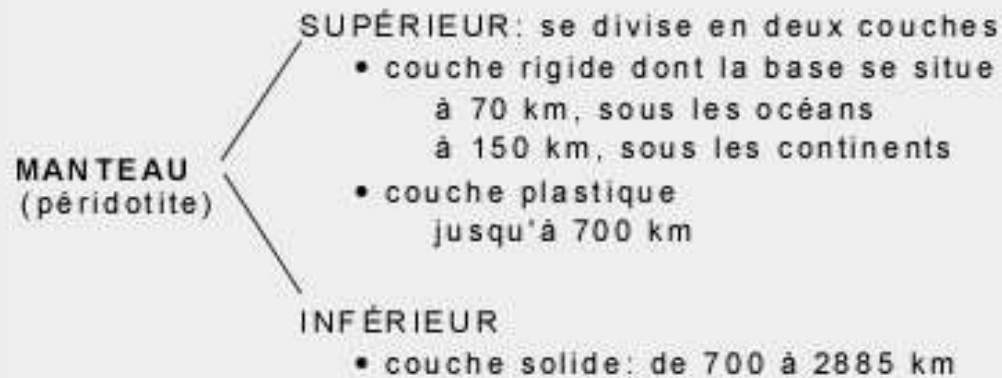


II. Géodynamique Interne

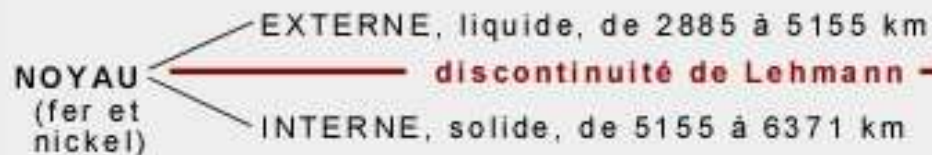
En résumé ...



— discontinuité de Mohorovicic (MOHO) —

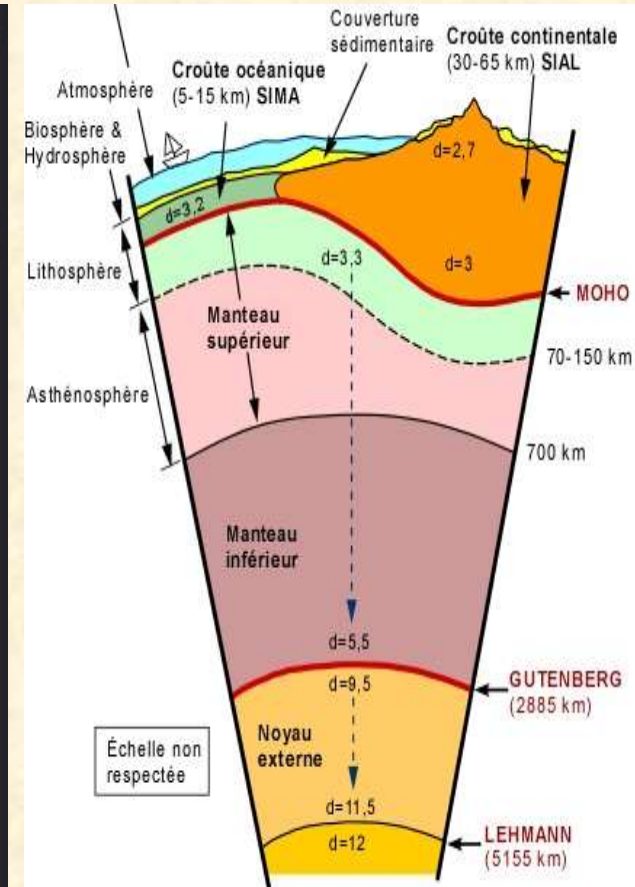
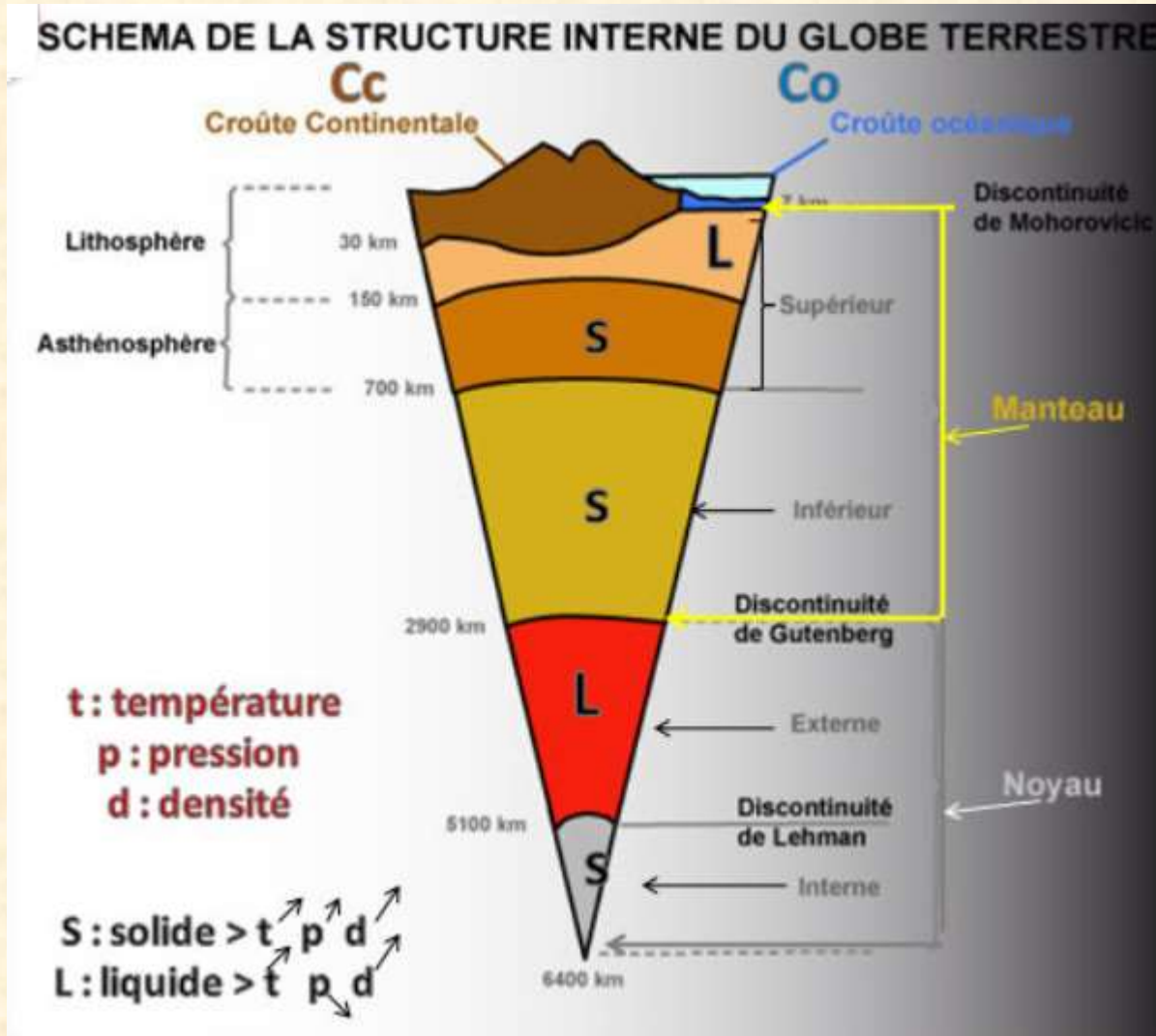


— discontinuité de Gutenberg —



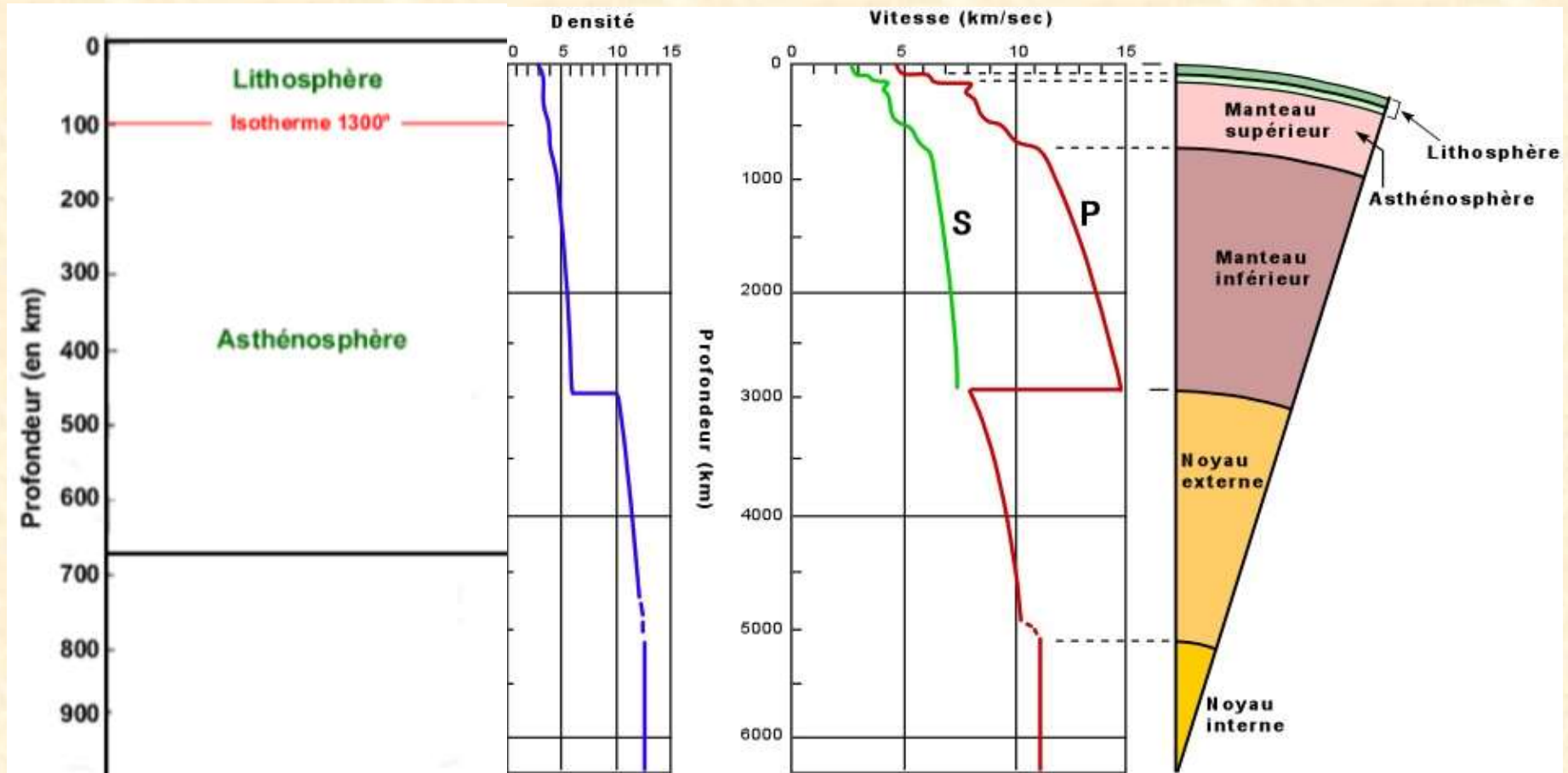
— discontinuité de Lehmann —

II. Géodynamique Interne



II. Géodynamique Interne

3- Forme de la terre



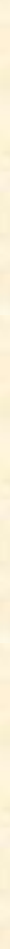
Lithosphère : rigide, froid, cassant, pas de convection (ne se déforme pas).

Asthénosphère : Plus chaud, la chaleur se diffuse par convection et conduction.

II. Géodynamique Interne

4- Les plaques tectoniques

Il existe 7 plaques principales.



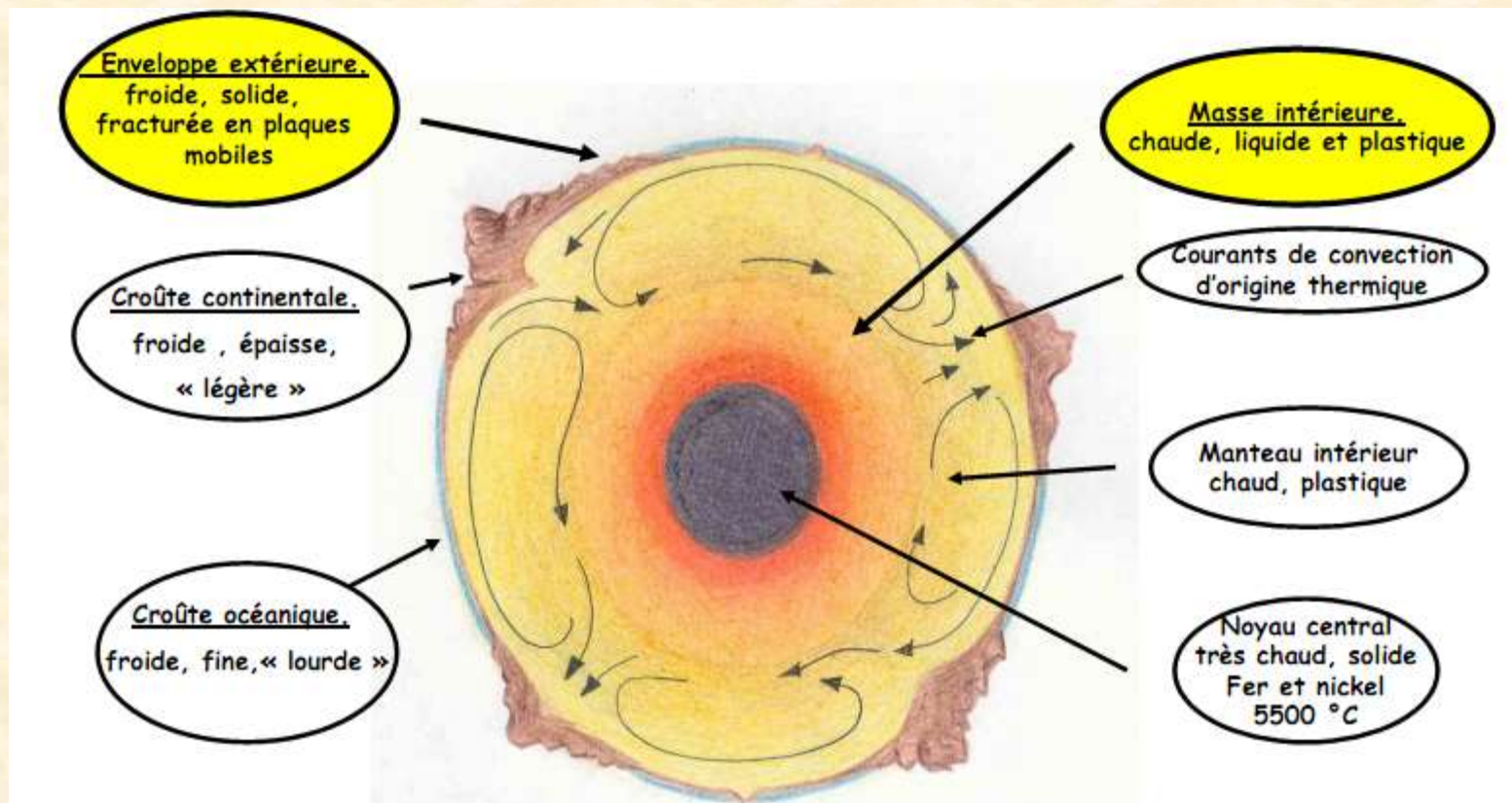
La lithosphère est divisée en plaque de ~ 1000 à 10000 km.
La plupart des plaques contiennent de la croûte continentale et océanique.

II. Géodynamique Interne

4- Les plaques tectoniques

4.1- tectonique et volcanisme

Dynamique interne de la terre



La croûte est l'enveloppe externe solide de la Terre. Elle peut être épaisse au niveau des continents (60 km) ou fine dans les océans (10 km). Elle est composée de plaques qui se déplacent sous l'effet des courants de convection. Les courants de convection sont le moteur de la dynamique interne de la Terre. Ce sont eux qui fracturent la croûte en plaques et les déplacent.

II. Géodynamique Interne

4- Les plaques tectoniques

4.2- Types de mouvements des plaques

4.2.1- Mouvement de convergence (التقارب) (collision)



Entre croûte Continentale et croûte Continentale —→ Montagne



Entre croûte Continentale et croûte Continentale —→ Zone de Subduction
(plongée d'une plaque sous une autre plaque de densité plus faible)



Entre croûte Continentale et croûte Océanique —→ La croûte Océanique
s'enfonce sous la croûte Continentale

II. Géodynamique Interne

4- Les plaques tectoniques

4.1- Types de mouvements des plaques

4.2.2- Mouvement de divergence (التباعد)



Phénomène d'extension (elle font l'objet d'un volcanisme intense) (elles correspondent aux dorsales ou rides médioatlantiques)



4.2.3- Coulissement (الانزلاق)



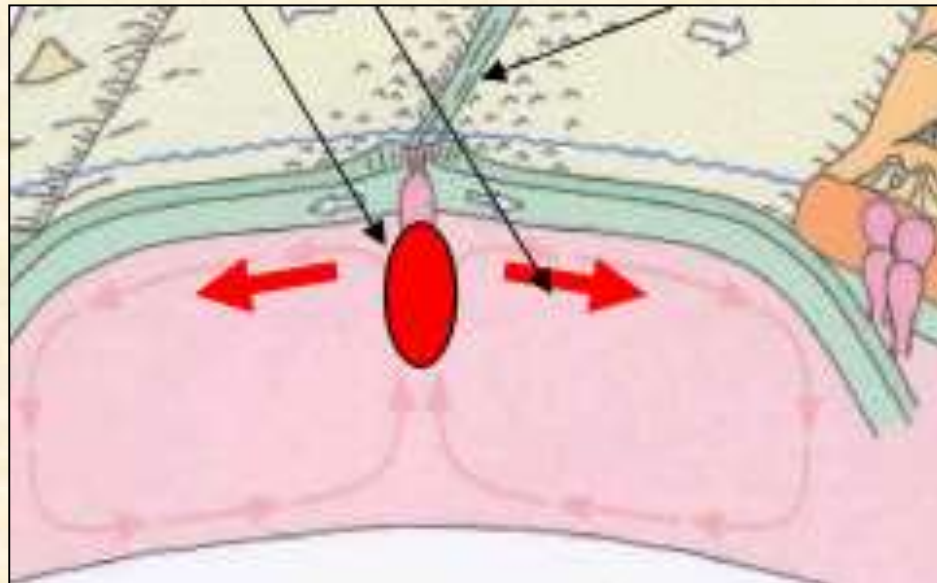
Déplacement horizontale (failles transformantes)

II. Géodynamique Interne

Pourquoi les plaques se déplacent à la surface du globe ?

3 phénomènes principaux :

- 1- Accumulation de chaleur par les courants de convection = fusion locale et affaiblissement;
- 2- Entraînement par effet mécanique de frottement;
- 3- Rupture de la croûte = dorsale.



II. Géodynamique Interne

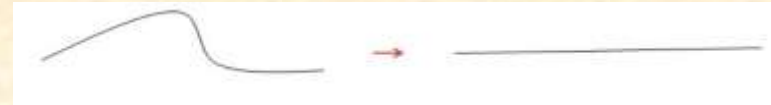
4- Les plaques tectoniques

4.2- Types de déformations

Déformation élastique (elle garde son aspect)



Déformation plastique (elle change d'aspect)



II. Géodynamique Interne

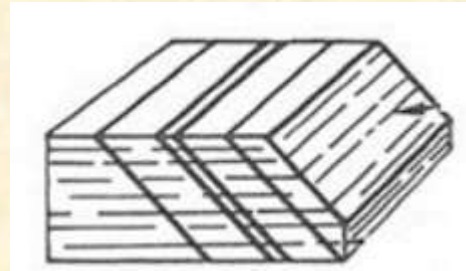
4- Les plaques tectoniques

4.3- Types de déformations

4.3.1- Déformation cassante

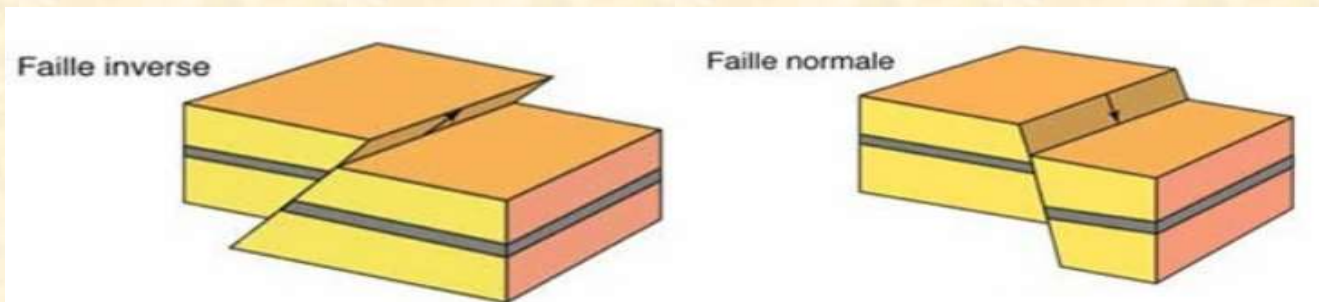
4.3.1.1- Diaclase

Cassure sans déplacement



4.3.1.2- Faille

Cassure avec déplacement verticale



II. Géodynamique Interne

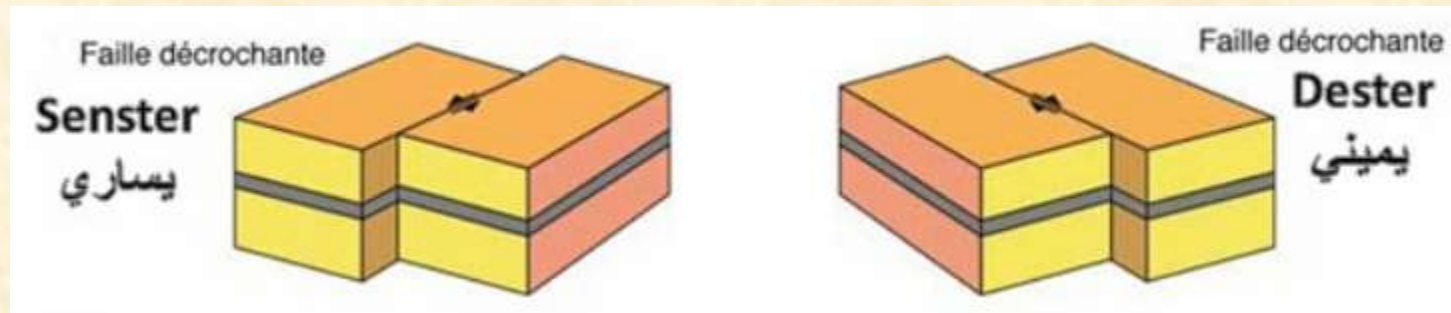
4- Les plaques tectoniques

4.3- Types de déformations

4.3.1- Déformation cassante

4.3.1.3- Décrochement

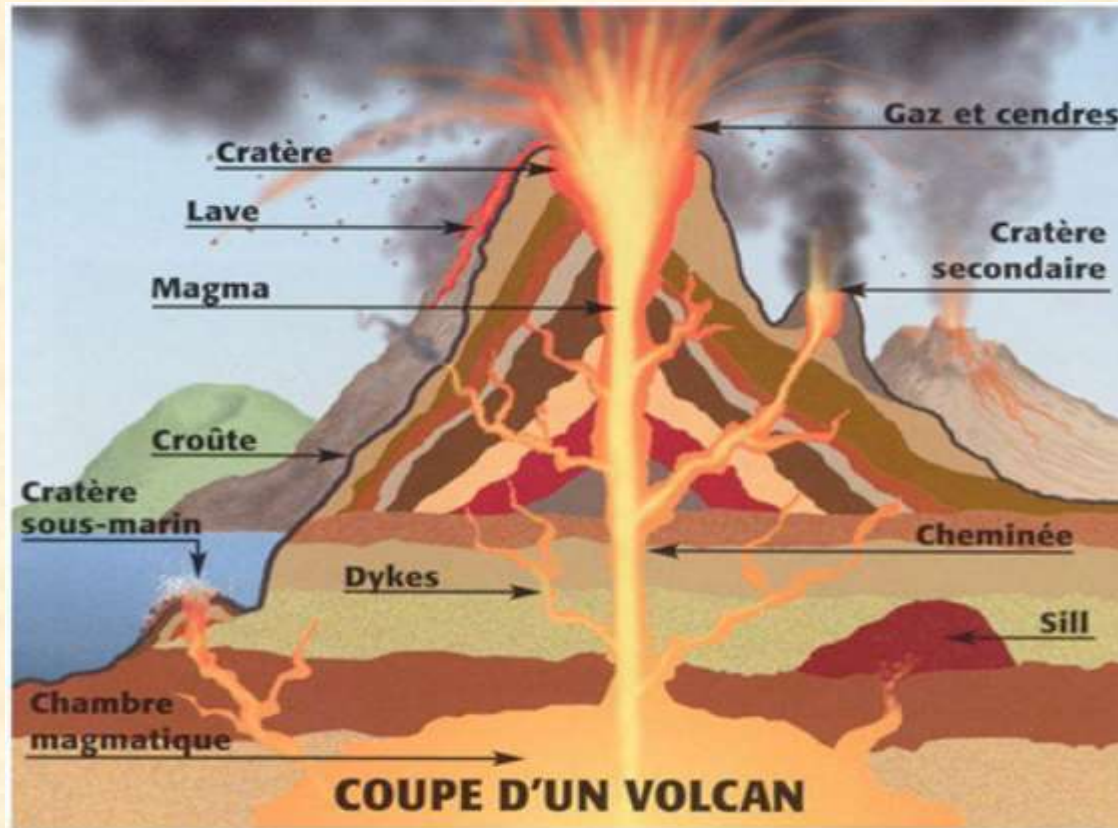
Cassure avec déplacement horizontal



II. Géodynamique Interne

5- Les volcans

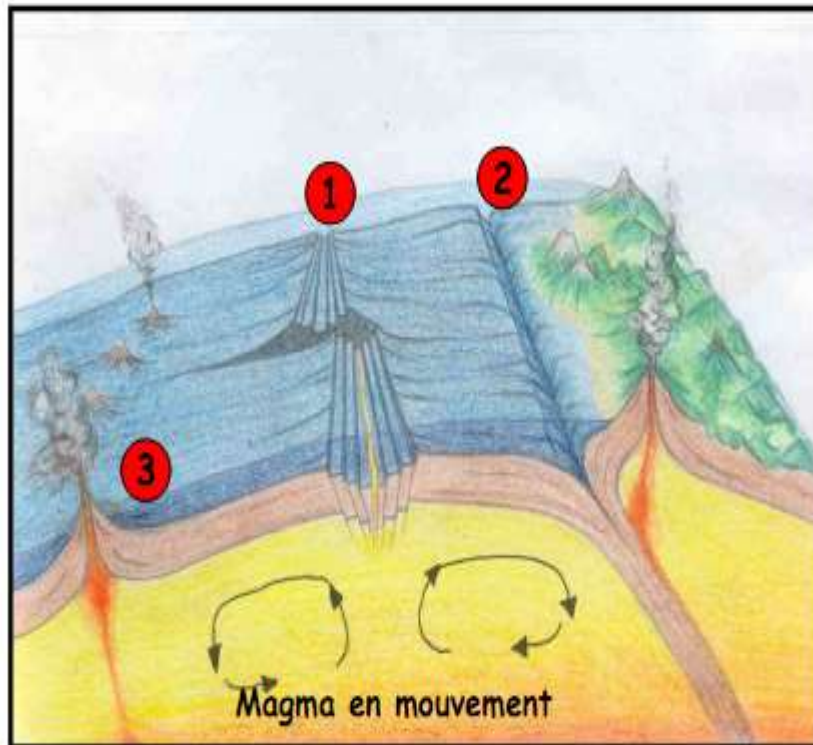
Comment se compose un volcan?



Un volcan est une structure géologique qui résulte de la montée d'un magma puis de l'éruption de matériaux (gaz et lave) issus de ce magma, à la surface de la croûte terrestre ou d'un autre astre. Il peut être aérien ou sous-marin.

II. Géodynamique Interne

5- Les volcans



Il y a 3 phénomènes et 3 sortes principales de volcans.

1: Extension: cassure et une faille gigantesque apparaît au milieu de l'océan

Le magma remonte et s'engouffre entre les 2 plaques : c'est une dorsale . Ce sont des volcans sous marin.

2: Compression: une plaque en affronte une autre et glisse dessous.

Au contact il y a friction, fusion de la roche et apparition d'un volcan. Ce volcanisme de subduction est explosif et dangereux. Montagne Pelée en Martinique, Ceinture de feu du Pacifique.

3: Perforation: une plaque est perforée en son milieu par la puissance du magma : ce sont les volcans de points chauds.

La fournaise à La Réunion dans l'Océan Indien, Hawaï dans l'Océan Pacifique.

L'ensemble de ces phénomènes dépendent des mouvements du magma existants sous la croûte.

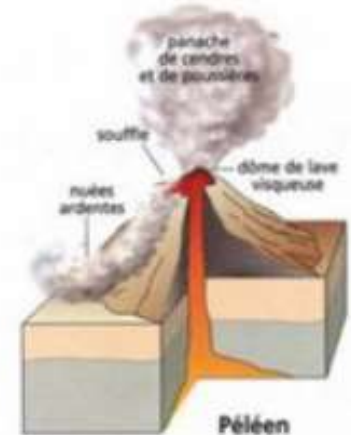
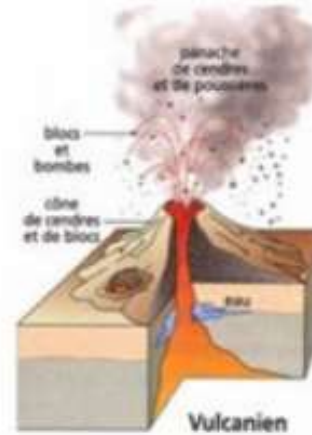
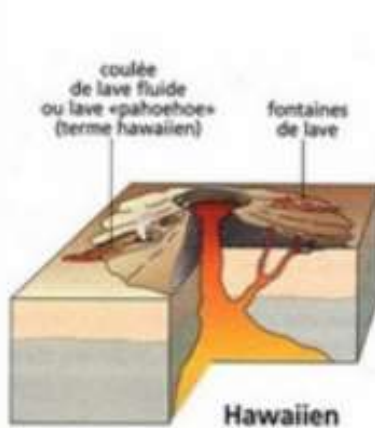
Il y a environ 1000 volcans actifs à la surface du globe.

II. Géodynamique Interne

5- Les volcans

5.1- Les types de volcans

Les différents types de volcan



effusif

- Peu de gaz
- Lave peu visqueux

mixte

- bcp de gaz
- lave peu visqueux

explosif

- bcp de gaz
- magma acide
- cendre

extrusif

- lave visqueux
- Rapide
- nuages de projection solide

II. Géodynamique Interne

5- Les volcans

5.1- Les types de volcans

Explosif

Mont Saint Helens
(mai 1981)



Effusif

Hawaii, Noël 2000



II. Géodynamique Interne

6- Les séismes

Un tremblement de terre, ou séisme, résulte de la libération brusque d'énergie accumulée par les déplacements et les frictions des différentes plaques de la croûte terrestre (tectonique des plaques) qui provoque des vibrations qui se transmettent à travers le globe. La plupart des tremblements de terre sont localisés sur des failles. Plus rares sont les séismes dus à l'activité volcanique ou d'origine artificielle (explosions par exemple).

La science qui étudie ces phénomènes est la sismologie et l'instrument d'étude principal est le sismographe (permettent d'enregistrer, à plusieurs milliers de kilomètres du point d'origine, les caractéristiques de ces vibrations).

La sismologie : la science qui étudie la structure de la terre en observant les ondes de choc provoquées par les séismes,

II. Géodynamique Interne

6- Les séismes

6.1- Causes du séisme

Un tremblement de terre est une secousse plus ou moins violente du sol qui peut avoir trois origines : rupture d'une faille ou d'un segment de faille (séismes tectoniques) ; intrusion (introduction ou pénétration) et dégazage (l'élimination des gaz dissous des liquides) d'un magma (séismes volcaniques) ; explosion, effondrement d'une cavité (séismes d'origine naturelle ou dus à l'activité humaine). En pratique on classe les séismes en trois catégories selon les phénomènes qui les ont engendrés :

- * **Les séismes tectoniques** : les plus fréquents et dévastateurs. Une grande partie des séismes tectoniques se produisent aux limites des plaques, où il existe un glissement entre deux milieux rocheux.
- * **Les séismes d'origine volcanique** : résultent de l'accumulation de magma dans la chambre magmatique d'un volcan.
- * **Les séismes d'origine artificielle** : sont dus à certaines activités humaines telles que barrages, pompes profonds, extraction minière, explosions souterraines ou essais nucléaires peuvent entraîner des séismes de faible à moyenne magnitude

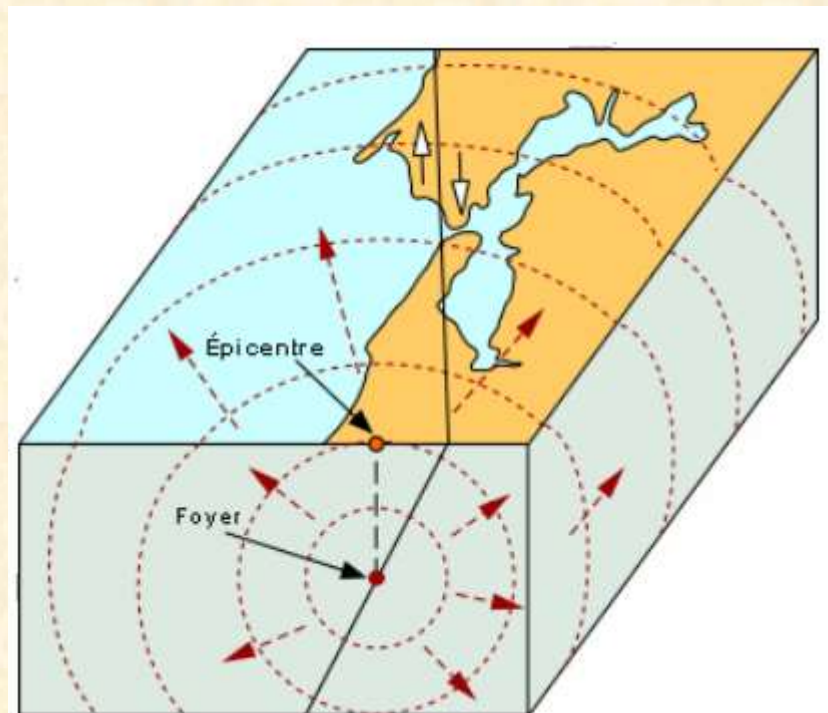
II. Géodynamique Interne

6- Les séismes

6.2- Effets et intensité des séismes

6.2.1- Foyer et Epicentre

Lorsqu'un séisme est déclenché, un front d'ondes sismiques se propage dans la croûte terrestre. On nomme foyer le lieu dans le plan de faille où se produit réellement le séisme, alors que l'épicentre désigne le point à la surface terrestre à la verticale du foyer.



Foyer et épicentre d'un séisme

II. Géodynamique Interne

6- Les séismes

6.2- Effets et intensité des séismes

6.2.2- Mesure d'un tremblement de terre

Nous disposons de deux échelles pour évaluer les tremblements de terre: l'échelle de **Mercalli** et l'échelle de **Richter**. Aujourd'hui, nous n'utilisons que celle de Richter, mais les séismes du passé ne peuvent être évalués que selon celle de Mercalli.

6.2.2.1- Echelle de Mercalli

L'échelle de Mercalli a été développée en 1902 et modifiée en 1931. Elle indique l'intensité d'un séisme sur une échelle de I à XII. Cette intensité est déterminée par deux choses: **l'ampleur des dégâts causés par un séisme** et la **perception qu'a eu la population du séisme**.

La perception de la population et l'ampleur des dégâts vont varier en fonction de la distance à l'épicentre.

II. Géodynamique Interne

6- Les séismes

6.2- Effets et intensité des séismes

6.2.2- Mesure d'un tremblement de terre

6.2.2.1- Echelle de Mercalli

Basée essentiellement sur les dégâts causés :

Degrés 1 : Seulement enregistré par les instruments sensibles.

Degrés 2 : très faible ; Peu d'observateur au repos le remarquent

Degrés 3 : Faible ; Ressenti par un petit nombre d'habitants.

Degrés 4 : Médiocre ; Ressenti en général à l'intérieur des maisons, mais par un petit nombre de personnes. Légères oscillations d'objets, quelques dormeurs se réveillent.

Degrés 5 : Assez fort ; Il est parfaitement ressenti en plein air. Oscillation comme à bord d'un bateau. Les objets suspendus entrent en oscillation. Quelques balanciers de pendules s'arrêtent. Réveil général des dormeurs.

Degrés 6 : Fort ; Provoque la panique. Objet et meubles lourds sont déplacés, les plafonds tombent.

Degrés 7 : Très fort ; De sérieux dégâts peuvent se produire, les eaux sont troublées. Dans les puits, le niveau de l'eau change.

II. Géodynamique Interne

6- Les séismes

6.2- Effets et intensité des séismes

6.2.2- Mesure d'un tremblement de terre

6.2.2.1- Echelle de Mercalli

Degrés 8 : Ruineux ; Des objets sont transportés à une distance importante, les statues sont renversés. Ecrroulement partiel de cheminées d'usines ou de cloches.

Degrés 9 : Désastreux ; Des maisons peuvent s'écrouler. Destruction partielle ou totale d'édifices bien construits.

Degrés 10 : Très désastreux ; Des barrages s'écroulent, les tuyaux d'alimentation (eau, gaz) sont coupés. Les rails de chemin de fer sont tordus. Des mamelons se produisent sur les routes, ainsi que des fissures dans les terrains meubles.

Degrés 11 : Catastrophique ; De même les ponts les plus solides sont détruits, les rails complètement tordus. De grand éboulement se produisent.

Degrés 12 : Cataclysmes (Bouleversement de la surface de la terre par une catastrophe naturelle) ; Rien ne subsiste des œuvres humaines. La géologie est modifiée. Ce degré n'a pas été observé.

II. Géodynamique Interne

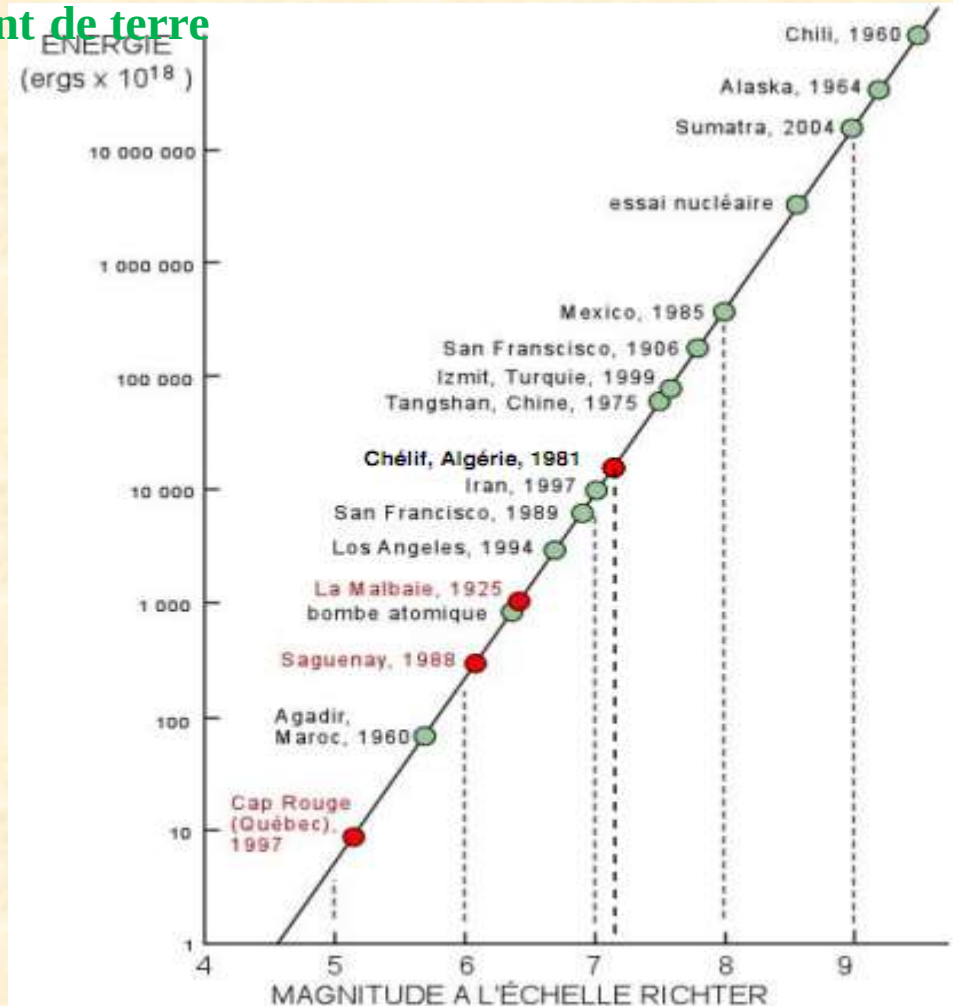
6- Les séismes

6.2- Effets et intensité des séismes

6.2.2- Mesure d'un tremblement de terre

6.2.2.2- Echelle de Richter

L'échelle de Richter a été instaurée en 1935. Elle nous fournit ce qu'on appelle la magnitude d'un séisme, calculée à partir de la quantité d'énergie dégagée au foyer. Elle se mesure sur une échelle logarithmique ouverte; à ce jour, le plus fort séisme a atteint 9,5 sur l'échelle de Richter (Chili).



Comparaison entre les séismes

II. Géodynamique Interne

6- Les séismes

6.2- Effets et intensité des séismes

6.2.3- Types d'ondes

Onde première ou P: Onde longitudinale (dans le sens de la longueur) ou de compression;

Onde secondaire ou S: Onde transversale (Qui traverse une chose en la coupant perpendiculairement à sa plus grande dimension) ou de cisaillement, elle ne traverse pas les liquides;

Onde Longue ou L: Onde complexe et qui sont à l'origine des principaux dégâts.

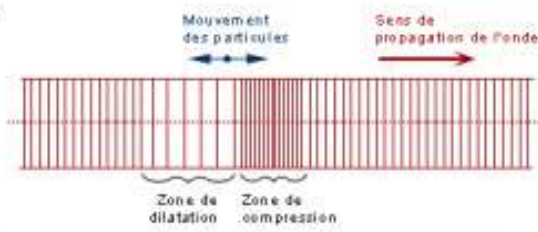
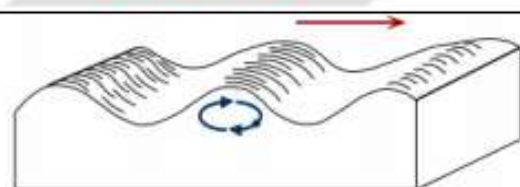
Onde de Rayleigh ou R: Onde Rotationnelle.

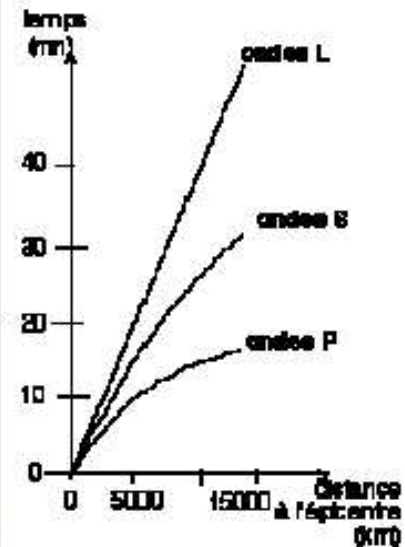
II. Géodynamique Interne

6- Les séismes

6.2- Effets et intensité des séismes

6.2.3- Types d'ondes

ordre d'arrivée à la station	types d'ondes		propagation et interprétation
ondes P (premières)	ondes de compression <i>responsables du grondement sourd entendu au début du tremblement de terre</i>		ondes se propageant en profondeur: selon les discontinuités et les différents milieux rencontrés, leur vitesse varie (elle diminue lorsque la distance parcourue augmente)  Mouvement des particules Sens de propagation de l'onde Zone de dilatation Zone de compression
ondes S (secondes)	ondes de cisaillement (polarisées dans un plan perpendiculaire au déplacement de l'onde)	ondes S_V polarisées verticalement ondes S_H polarisées horizontalement = ondes LOVE (L)	
ondes de Rayleigh	ondes rotationnelles		ondes de surface: leur vitesse est constante car elles ne se propagent que dans un seul type de milieu, la couche superficielle de la croûte qui est homogène vis-à-vis de la déformation sismique 



II. Géodynamique Interne

6- Les séismes

6.2- Effets et intensité des séismes

6.2.3- Types d'ondes

