

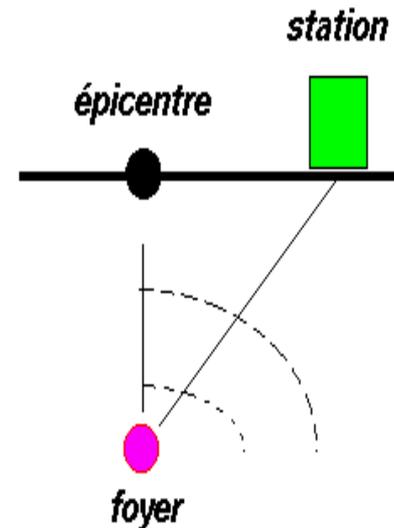
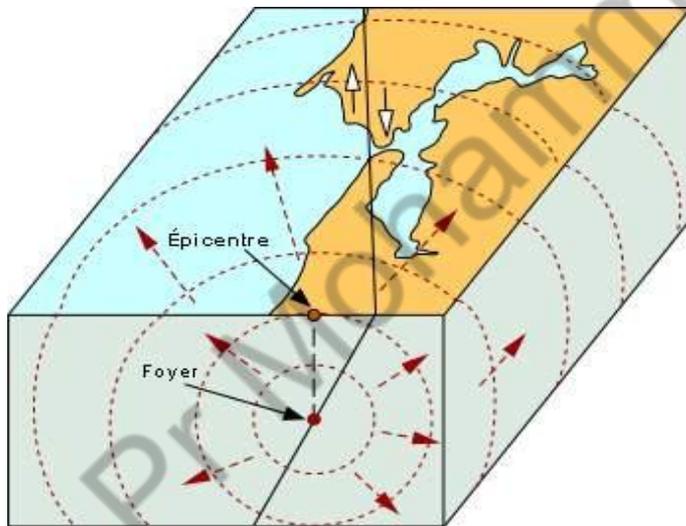
Université de Tlemcen  
Faculté de technologie  
Département d'architecture



**Pr Mohammed Nabil Ouissi**  
**ouissi\_n@yahoo.fr**

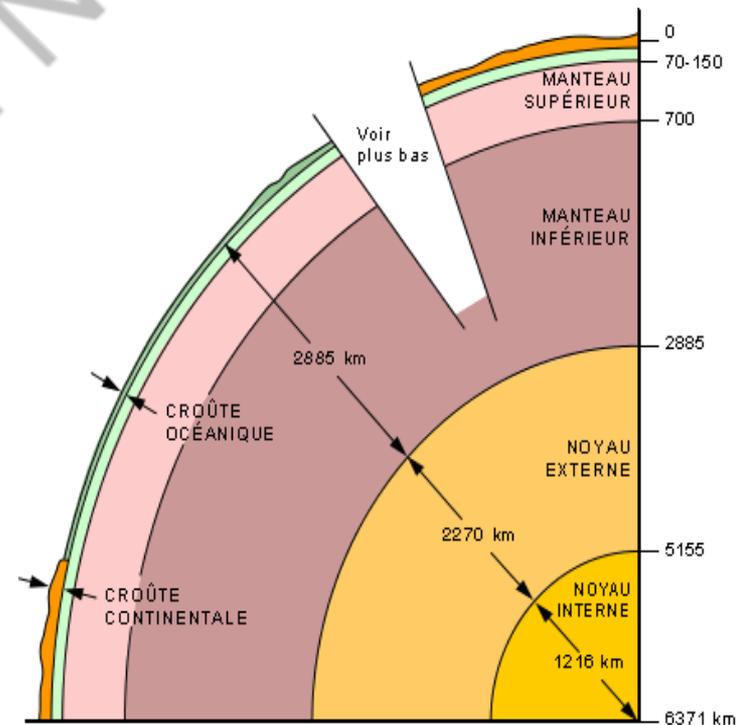
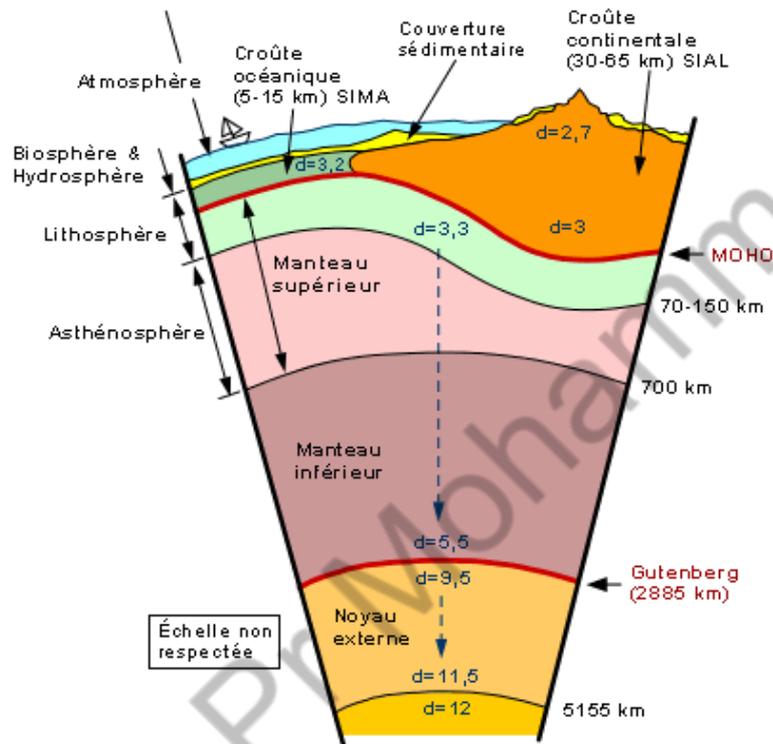
# I-PRESENTATION D'UN SEISME :

- C'est un mouvement bref du sol dû à l'arrivée d'ondes élastiques (ondes sismiques) transmises dans le globe à partir d'un point appelé foyer ou source ou hypocentre. L'hypocentre se trouve toujours dans la [lithosphère](#). On distingue les séismes:
- les séismes peu profonds (entre 0 et 60 km de profondeur) les plus fréquents.
- les séismes intermédiaires (entre 60km et 300km de profondeur).
- les séismes profonds (entre 300km et 700km de profondeur).



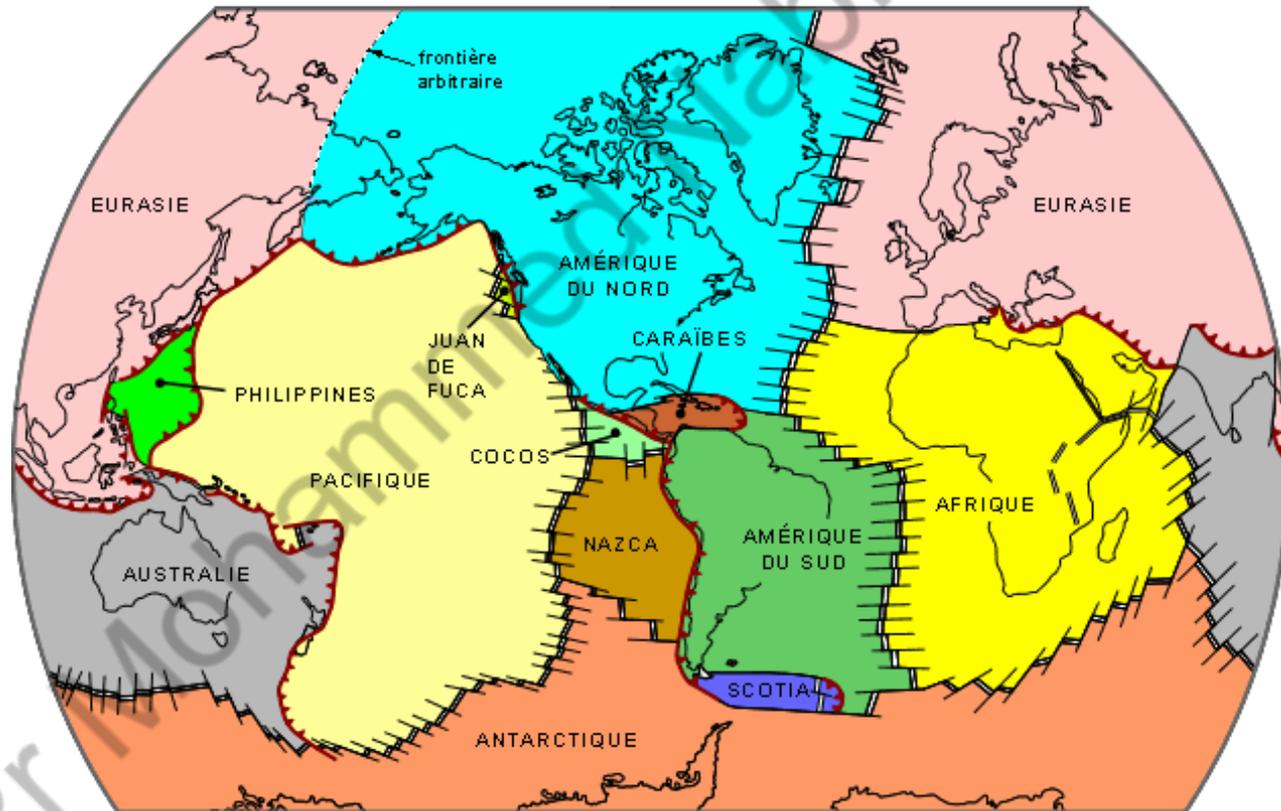
# II-Causes d'un séisme:

- **Croûte terrestre:** zone superficielle du globe terrestre, partie refroidie et solidifiée du magma, d'une épaisseur moyenne de 30 à 35 km sous les continents (croûte continentale) et de 10 km sous les océans (croûte océanique). Elle ne représente que 1 p. 100 environ du volume total du globe.



- **Faïlle:** ligne de cassure le long de laquelle un compartiment de roche, ou une section de la croûte terrestre, a été déplacé par rapport au compartiment voisin. Le mouvement responsable de cette dislocation peut être vertical ou horizontal, ou les deux à la fois.

**Les Plaques lithosphériques** // limites divergentes // limites convergentes // limites transformantes



# 1-Des séismes liés au mouvement Des plaques lithosphériques :

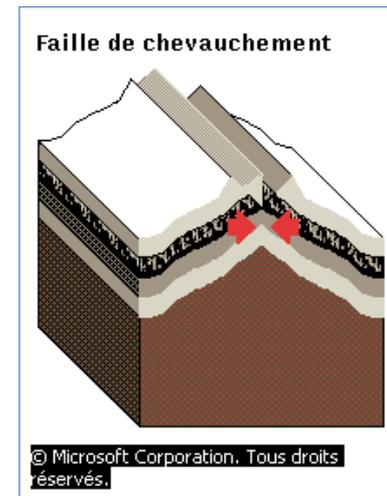
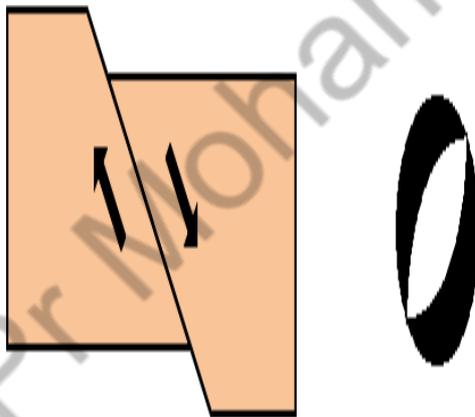
- Se produisent au niveau de leur frontière. Dans ce cas les séismes sont localisés le long d'une faille. Les couches de roche s'appuient les unes contre les autres pendant des années sans bouger.

Lorsque la pression accumulée devient trop fortes les couches en contact glissent brusquement en faisant vibrer le sol autour du foyer, des ondes sismiques sont créées qui se propagent en toute direction.

## 1-Les failles normales:

Elles sont appelées ainsi parce que la déformation entraîne un étirement des roches initiales. Elles résultent de mouvements d'écartement (divergence).

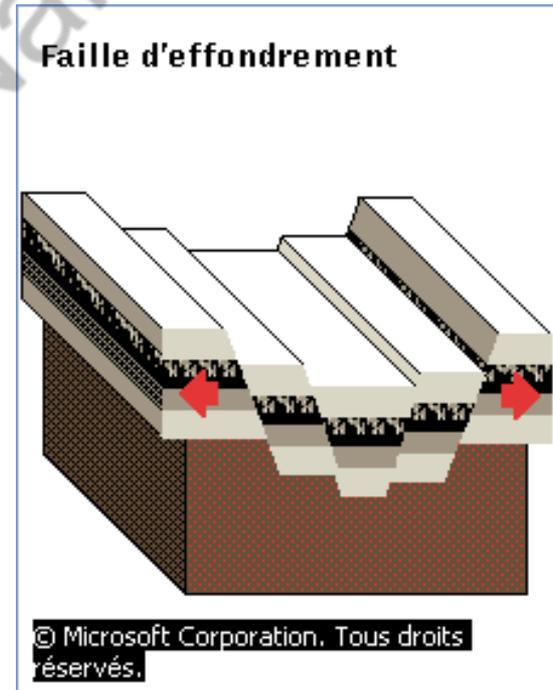
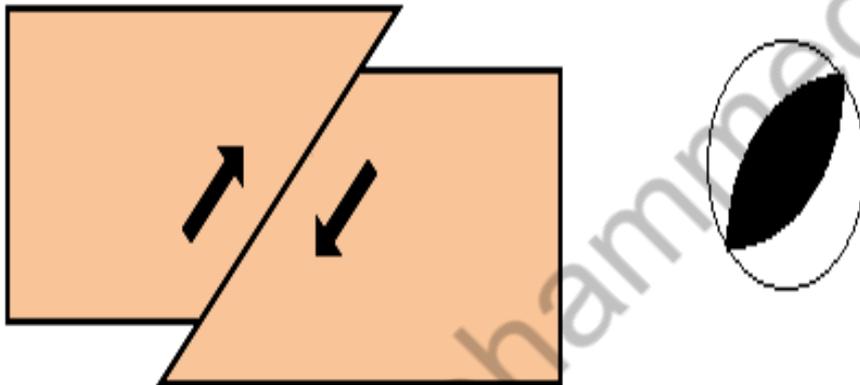
Faille normale (vue en coupe) et le diagramme de mécanisme au foyer correspondant  
Les flèches indiquent les blocs qui montent et qui descendent



## 2- Les failles inversées:

Elles sont appelées ainsi parce que la déformation entraîne un raccourcissement des terrains initiaux. Elles résultent de mouvements de rapprochement (convergence).

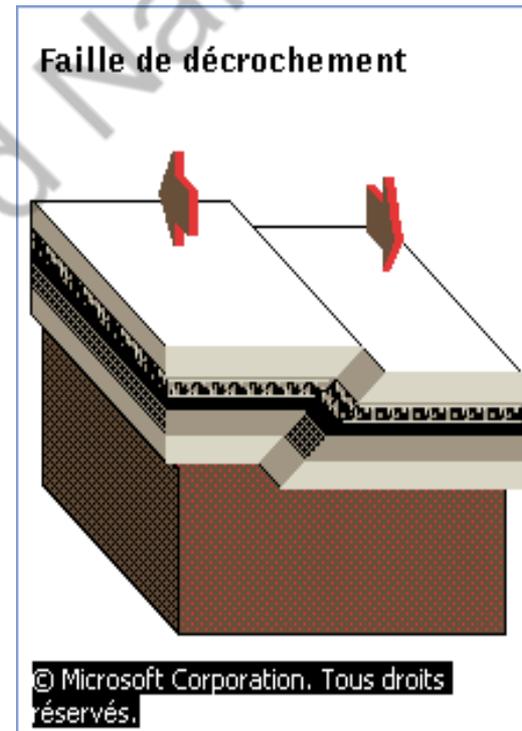
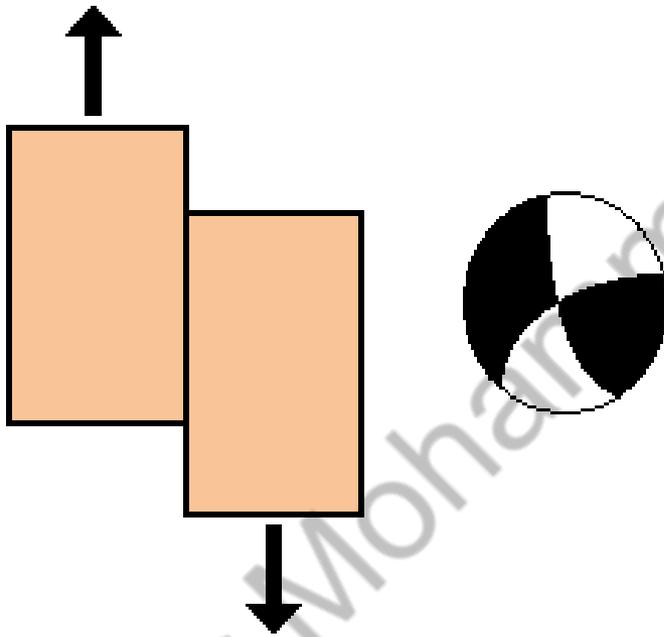
Faïlle inverse (vue en coupe) et le diagramme au foyer correspondant  
Les flèches indiquent les blocs qui montent et qui descendent



### 3-Les failles en décrochement:

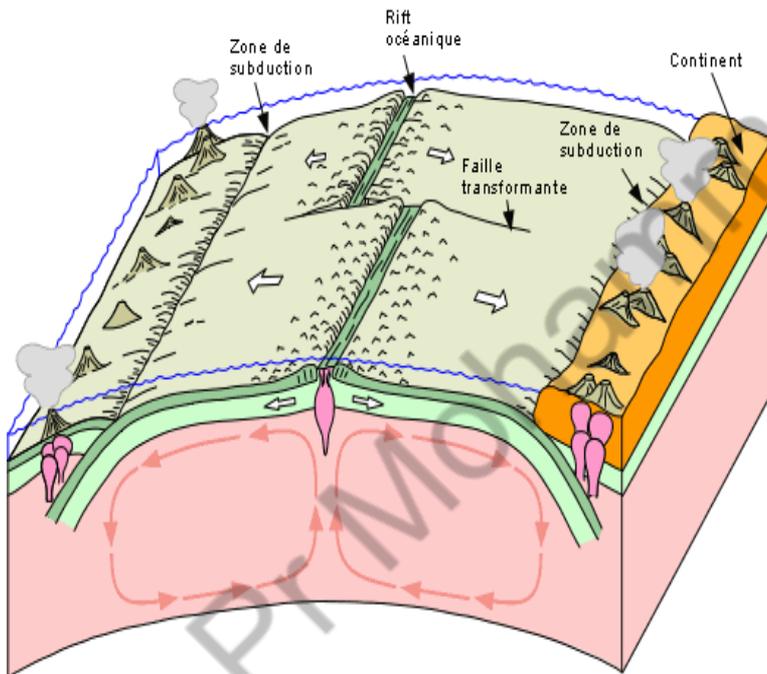
Les failles en décrochement provoquent un déplacement des blocs uniquement dans le sens horizontal.

Faille en décrochement (vue de dessus) et le diagramme au foyer correspondant



# 2-Des séismes provoqués par un déplacement de magma dans une chambre magmatique

Ces tremblements de terre se manifestent lorsque le magma s'accumule dans la chambre magmatique d'un volcan. Tandis que le sommet du volcan se soulève et que les flancs s'inclinent, des ruptures dans les roches comprimées sont révélées par une multitude de microséismes.



## 3-Les séismes artificiels:

Les hommes peuvent provoquer des séismes en raison de certaines activités telles que la constitution d'énormes réserves d'eau derrière des barrages, le pompage de fluides profonds, l'extraction minière ou les explosions souterraines de bombes atomiques. De faibles séismes se produisent de temps en temps lors de l'effondrement de galeries



Encyclopédie Encarta, Archive Photos/REUTERS/Lee Celano

# III-Les Ondes sismique:

Lors d'un séisme (tremblement terre) les vibrations dues au mouvement du sol sont appelées ondes sismiques.

## 1-Les Ondes de volume :

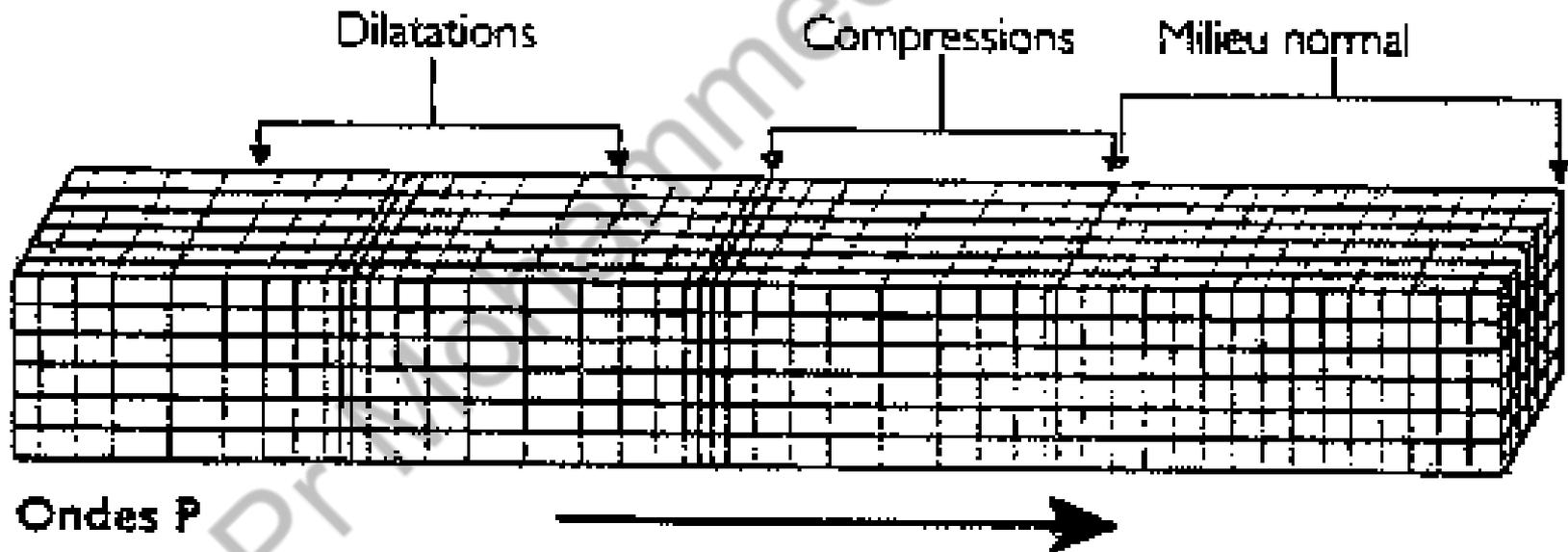
Elles se propagent à l'intérieur du globe. Leur vitesse de propagation dépend du matériau traversé et, d'une manière générale, cette dernière augmente avec la profondeur car le matériau traversé devient plus dense.

### REMARQUE :

Les ondes de volume se propagent un peu comme les rayons lumineux elles peuvent être réfléchies ou réfractées, c'est-à-dire déviées à chaque changement de milieu, au passage manteau noyau par exemple. Elles peuvent ainsi suivre des trajets très complexes à l'intérieur de la Terre. Leur temps de parcours dépend de ce trajet, elles n'arrivent pas toutes en même temps au même endroit.

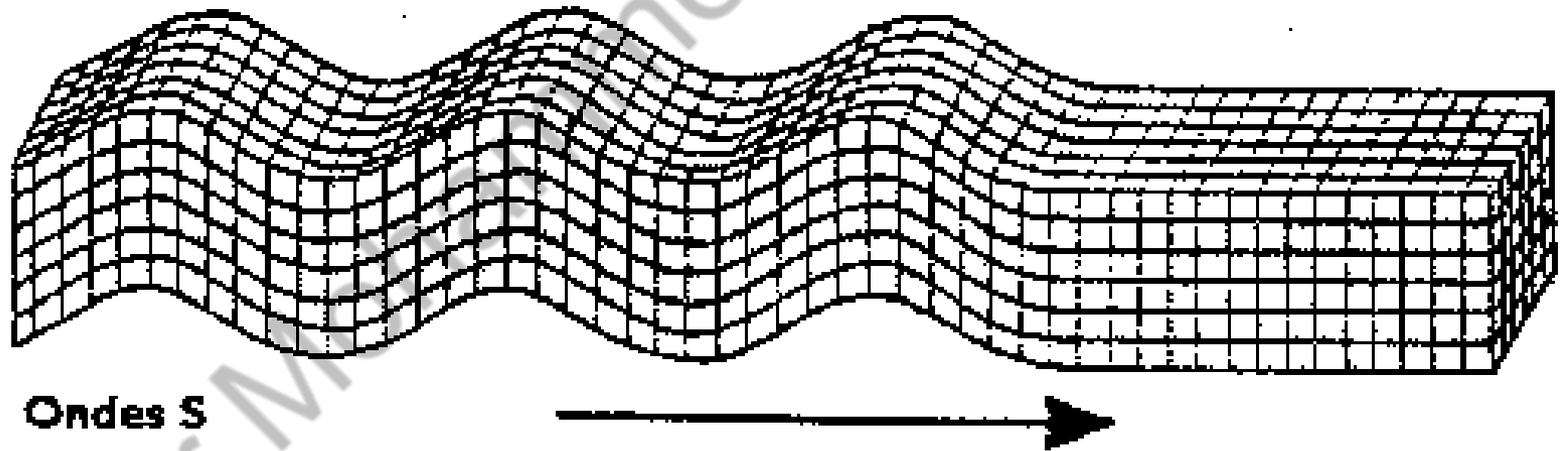
## 1-1-Ondes P / Ondes primaires :

Appelées aussi ondes de compression ou ondes longitudinales. Le déplacement du sol qui accompagne leur passage se fait par des dilatations et des compressions successives. Elles se déplacent parallèlement à la direction de propagation de l'onde. Ce sont les plus rapides (6 km.s-1 près de la surface) et donc les premières à être enregistrées sur les [sismogrammes](#). Elles sont responsables du grondement sourd que l'on peut entendre au début d'un séisme



## 1-2-Ondes S / Ondes secondaires:

- Appelées aussi ondes de cisaillement ou ondes transversales. À leur passage, les mouvements du sol s'effectuent perpendiculairement au sens de propagation de l'onde. Ces ondes ne se propagent pas dans les milieux liquides, elles sont en particulier arrêtées par le [noyau externe](#) de la Terre. Leur vitesse est de  $4,06 \text{ km.s}^{-1}$ . Elles apparaissent en second sur les sismogrammes.



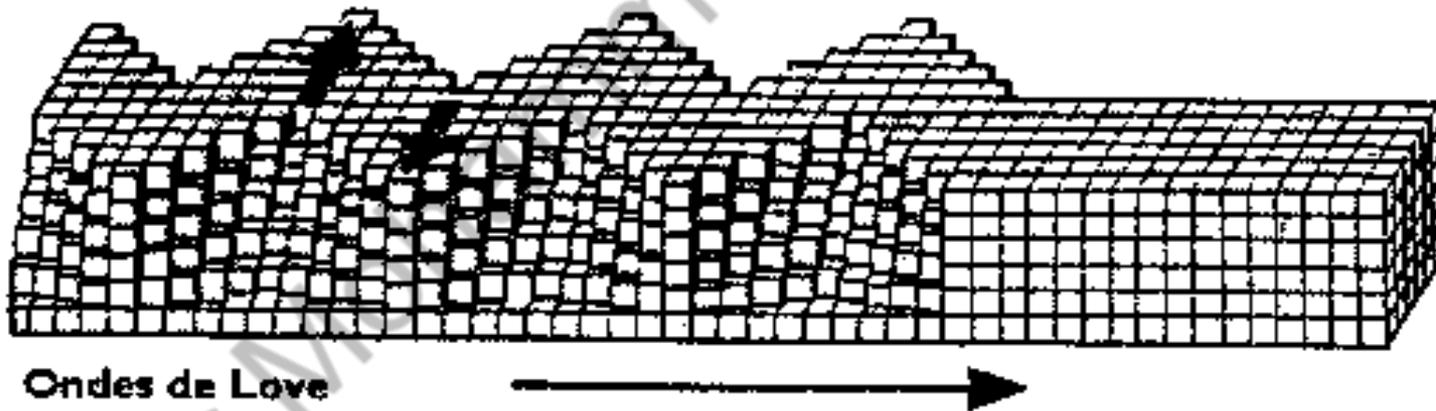
## 2-Les Ondes de surface:

Ce sont des ondes guidées par la surface de la Terre. Leur effet est comparable aux rides formées à la surface d'un lac. Elles sont moins rapides que les ondes de volume mais leur amplitude est généralement plus forte.

Pr Mohammed Nabil Oulssi

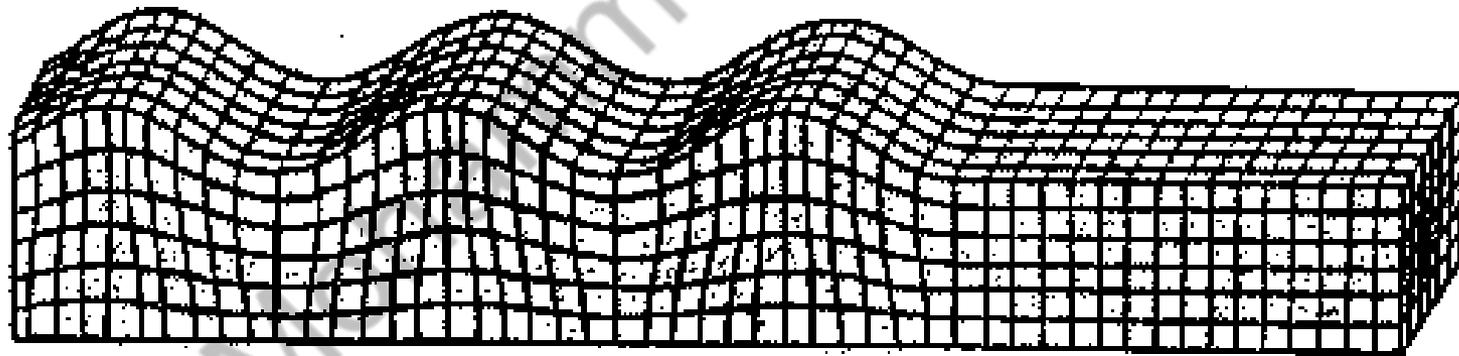
## 2-1-L'onde de Love :

C'est un [anglais](#) A.E.H. Love qui a découvert son existence en [1911](#). Son déplacement est comparable à celui des ondes S sans le mouvement vertical. Les ondes de Love provoquent un ébranlement horizontal qui est la cause de nombreux dégâts aux fondations d'un édifice qui n'est pas une [construction parasismique](#). Les ondes de Love se propagent à environ 4 km.s-1



## 2-2-L'onde de Rayleigh :

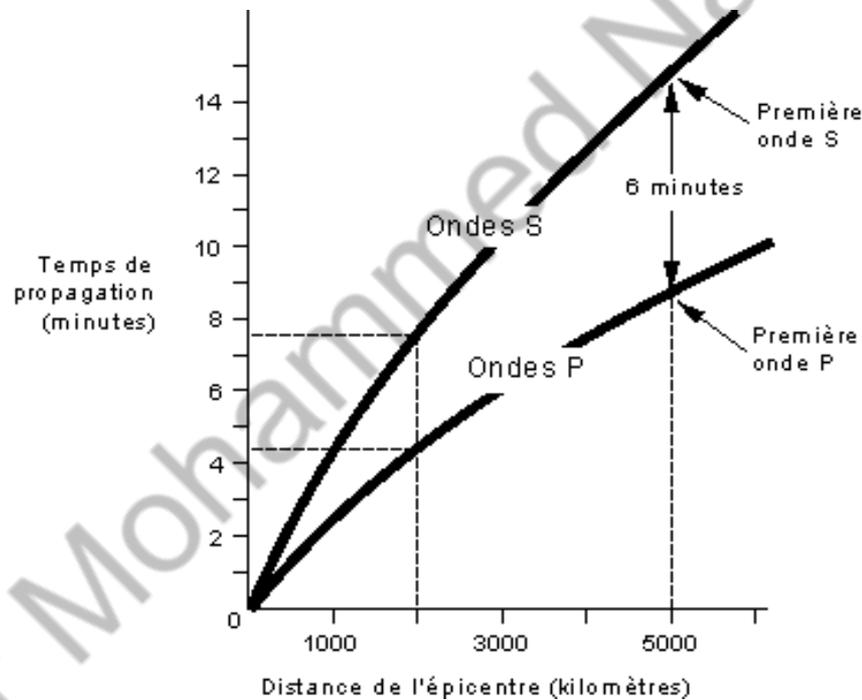
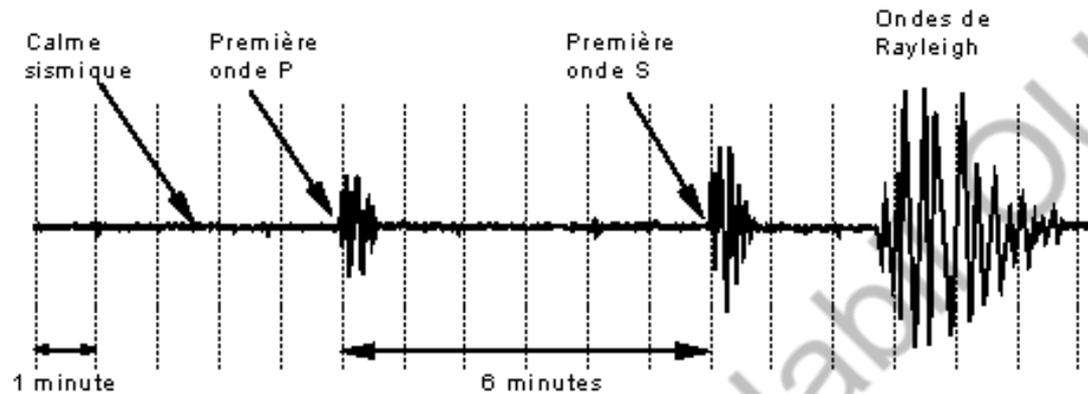
Elle a été découverte par [John William Strutt Rayleigh](#) en [1885](#). Son déplacement est complexe, assez semblable à celui d'une poussière portée par une vague, constituant un mouvement à la fois horizontal et vertical.



**Ondes de Rayleigh**



# Comparaisons entre les différentes ondes:



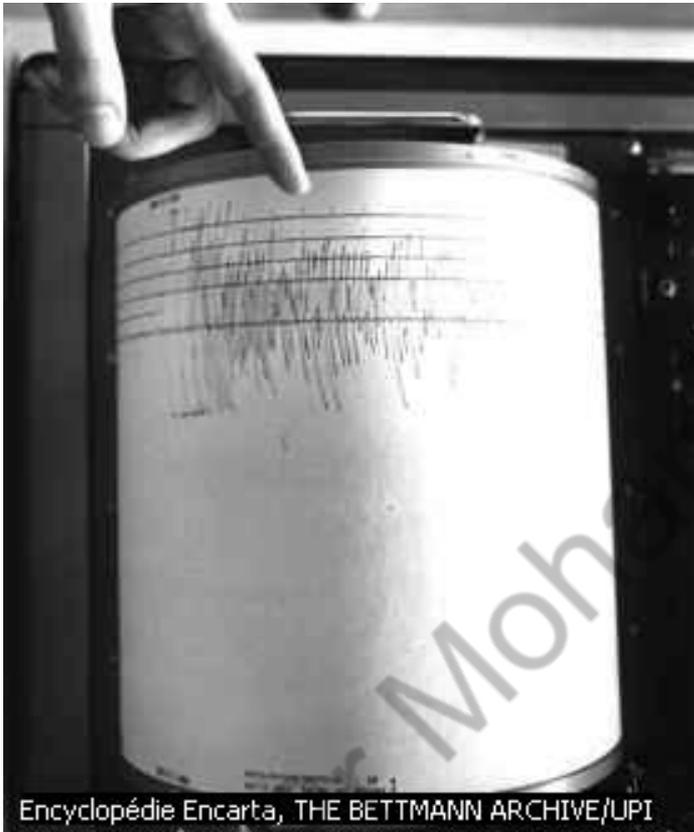
# IV-Magnitude et mesure d'un séisme :

## 1-Mesure:

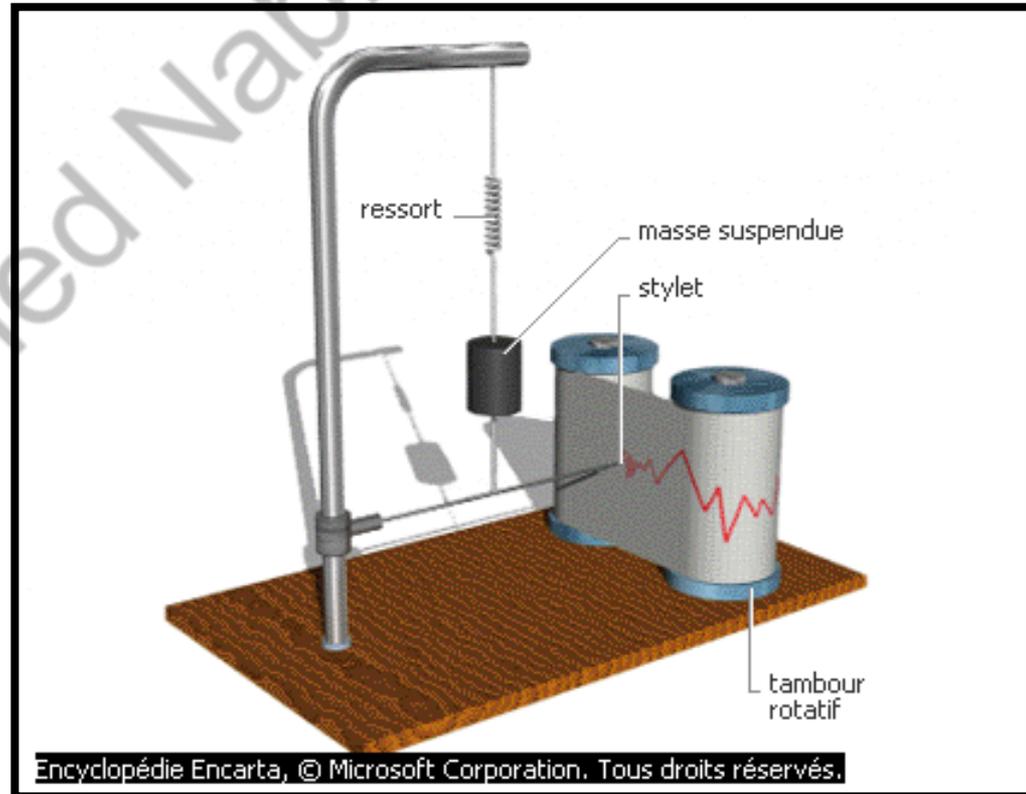
Lors d'un séisme (tremblement de terre) les vibrations dues au mouvement du sol sont appelées ondes sismiques. Les instruments qui enregistrent ces ondes sismiques sont appelés des sismographes. Un sismographe enregistre les mouvements du sol. Il comprend une feuille de papier associée à un support solidaire du sol et un stylo suspendu par un ressort et au contact avec le papier. Le stylo dessine les vibrations sur le papier qui vibre quand le sol vibre (le stylo restant immobile au dessus du papier).

L'enregistrement obtenu est appelé un sismogramme. L'analyse des sismogrammes renseigne les géophysiciens sur la magnitude du séisme et les coordonnées de son foyer. Ci contre un extrait de sismogrammes.

# Sismographe:



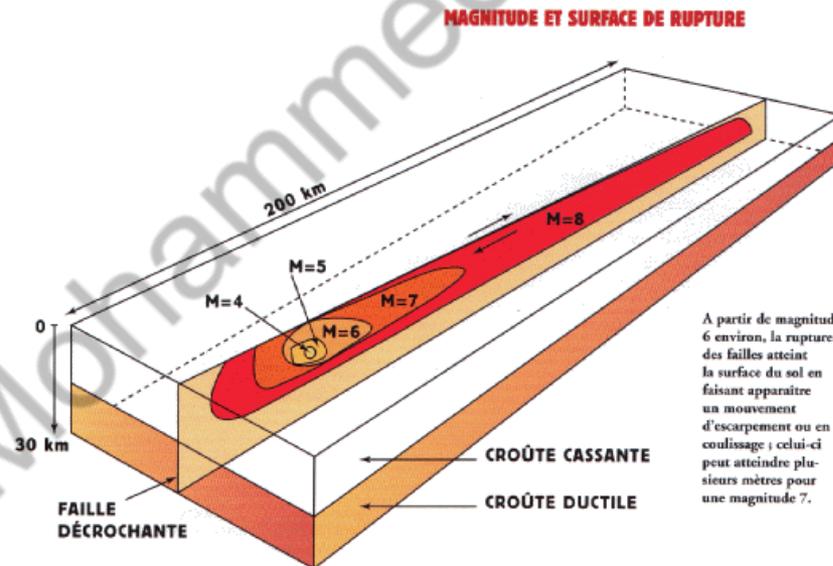
Encyclopédie Encarta, THE BETTMANN ARCHIVE/UPI



Encyclopédie Encarta, © Microsoft Corporation. Tous droits réservés.

## 2-Magnitude :

Magnitude d'un séisme est une valeur intrinsèque du séisme, indépendante du lieu d'observation. La magnitude n'est pas une échelle en degré, mais une fonction continue, qui peut être négative ou positive et, en principe, n'a pas de limites. En réalité, sa valeur minimale est liée à la sensibilité du sismographe. Un sismographe très sensible peut enregistrer une magnitude de l'ordre de -2, équivalente à l'énergie dégagée par la chute d'une brique sur le sol d'une hauteur de 1 mètre. Sa valeur maximale est liée à la résistance des roches aux forces tectoniques et à la longueur maximum de la faille susceptible de se fracturer d'un seul coup.



## 3-Outils de mesure :

### L'échelle de Richter :

*Du nom du sismologue américain Charles Francis Richter. Elle mesure l'énergie dissipée au foyer d'un séisme. C'est une échelle logarithmique. Une magnitude de 7 est dix fois plus puissante qu'une magnitude de 6, cent fois plus puissante qu'une magnitude de 5, mille fois plus puissante qu'une magnitude de 4, etc. On estime à huit cents le nombre annuel de séismes ayant une magnitude de 5 à 6 qui se produisent dans le monde, contre cinquante mille de magnitude 3 à 4, et seulement un tremblement de terre annuel de magnitude 8 à 9. Théoriquement, l'échelle de Richter est une échelle ouverte (elle n'a pas de limites), mais jusqu'en 1979, on pensait que la puissance maximale d'un séisme était de 8,5. Depuis lors, l'amélioration des techniques de mesure sismique a permis d'affiner l'échelle ; aujourd'hui, la limite supérieure est estimée à 9,5. La magnitude du tremblement de terre de San Francisco de 1906 a été ramenée de 8,3 à 7,9, tandis que celle du séisme de l'Alaska en 1964 a été élevée de 8,4 à 9,2.*

## L'échelle MSK :

Introduite au début du XXe siècle par le sismologue italien Giuseppe Mercalli, mesure l'intensité des secousses, maximale à l'épicentre, avec une graduation allant de I à XII. Elle est fondée sur les dégâts produits en surface ; comme ceux-ci diminuent lorsqu'on s'éloigne de l'hypocentre, l'intensité du tremblement de terre est appréciée qualitativement avec l'échelle de Mercalli et dépend du site de mesure.

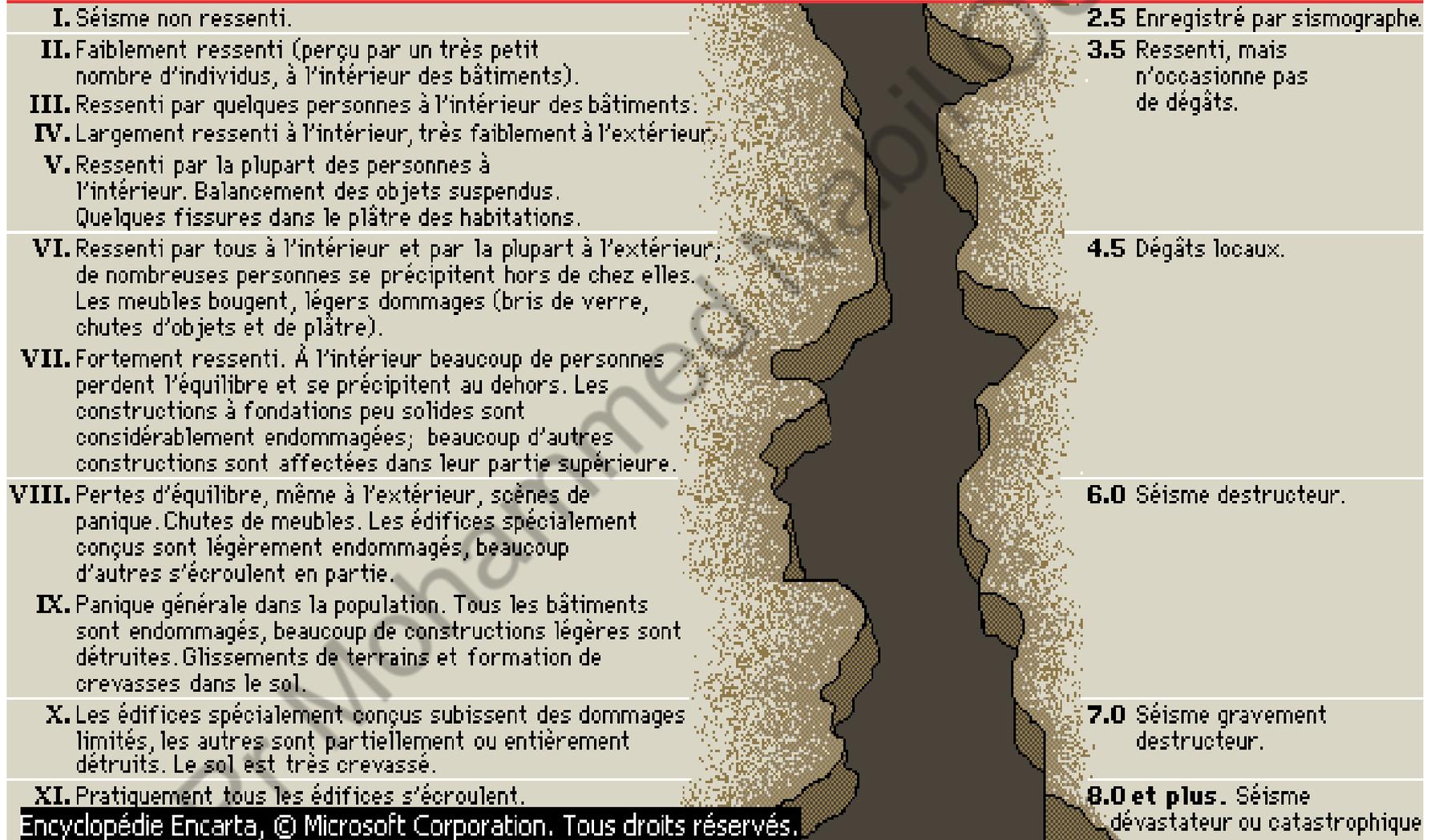
	secousse non ressentie, mais enregistrée par les instruments
II	secousse partiellement ressentie, notamment par des personnes au repos et aux étages
III	secousse faiblement ressentie, balancement des objets suspendus
IV	secousse largement ressentie dans et hors les habitations, tremblement des objets
V	secousse forte, réveil des dormeurs, chute d'objets, parfois légères fissures dans les plâtres
VI	légers dommages, parfois fissures dans les murs, frayeur de nombreuses personnes
VII	dégâts, larges lézardes dans les murs de nombreuses habitations, chûtes de cheminées
VIII	dégâts massifs, les habitations les plus vulnérables sont détruites, presque toutes subissent des dégâts importants
IX	destructions de nombreuses constructions, quelquefois de bonne qualité, chute de monuments et de colonnes
X	destruction générale des constructions, même les moins vulnérables (non parasismiques)
XI	catastrophe, toutes les constructions sont détruites (ponts, barrages, canalisations enterrées...)
XII	changement de paysage, énormes crevasses dans le sol, vallées barrées, rivières déplacées...

# Échelle MSK

# Échelle de Richter

## Échelle EMS 1992

## Échelle de Richter



<b>I.</b> Séisme non ressenti.	<b>2.5</b> Enregistré par sismographe.
<b>II.</b> Faiblement ressenti (perçu par un très petit nombre d'individus, à l'intérieur des bâtiments).	<b>3.5</b> Ressenti, mais n'occasionne pas de dégâts.
<b>III.</b> Ressenti par quelques personnes à l'intérieur des bâtiments.	
<b>IV.</b> Largement ressenti à l'intérieur, très faiblement à l'extérieur.	
<b>V.</b> Ressenti par la plupart des personnes à l'intérieur. Balancement des objets suspendus. Quelques fissures dans le plâtre des habitations.	
<b>VI.</b> Ressenti par tous à l'intérieur et par la plupart à l'extérieur; de nombreuses personnes se précipitent hors de chez elles. Les meubles bougent, légers dommages (bris de verre, chutes d'objets et de plâtre).	<b>4.5</b> Dégâts locaux.
<b>VII.</b> Fortement ressenti. À l'intérieur beaucoup de personnes perdent l'équilibre et se précipitent au dehors. Les constructions à fondations peu solides sont considérablement endommagées; beaucoup d'autres constructions sont affectées dans leur partie supérieure.	
<b>VIII.</b> Pertes d'équilibre, même à l'extérieur, scènes de panique. Chutes de meubles. Les édifices spécialement conçus sont légèrement endommagés, beaucoup d'autres s'écroulent en partie.	<b>6.0</b> Séisme destructeur.
<b>IX.</b> Panique générale dans la population. Tous les bâtiments sont endommagés, beaucoup de constructions légères sont détruites. Glissements de terrains et formation de crevasses dans le sol.	
<b>X.</b> Les édifices spécialement conçus subissent des dommages limités, les autres sont partiellement ou entièrement détruits. Le sol est très crevassé.	<b>7.0</b> Séisme gravement destructeur.
<b>XI.</b> Pratiquement tous les édifices s'écroulent.	<b>8.0 et plus.</b> Séisme dévastateur ou catastrophique

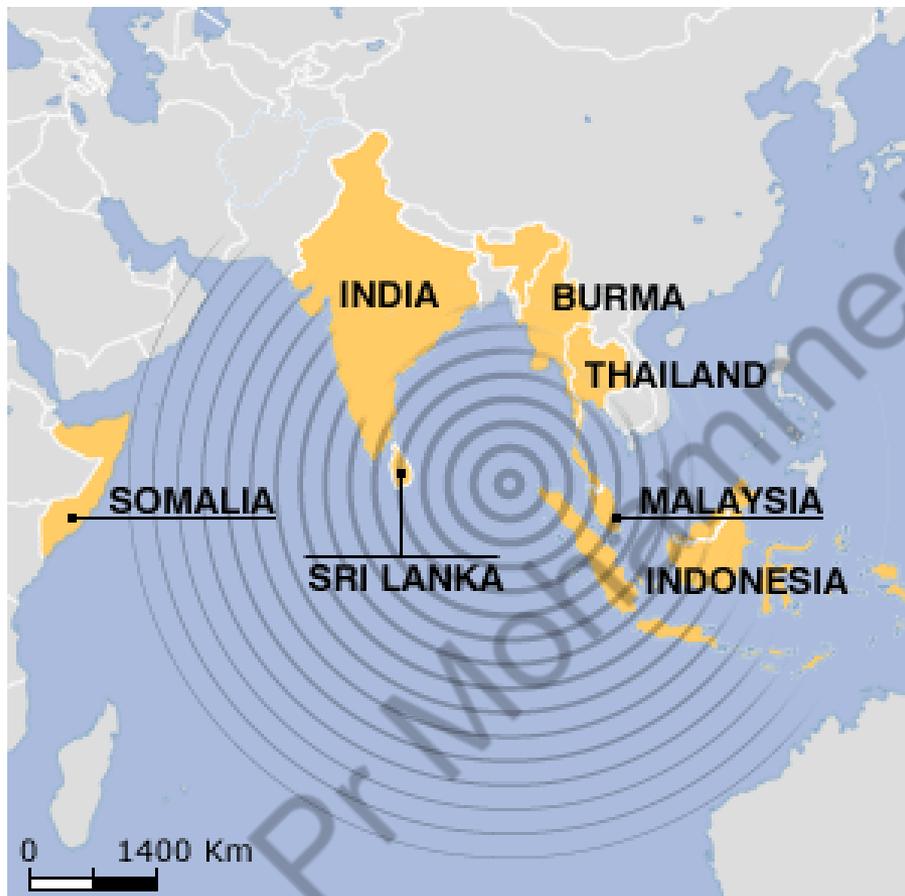
# V-Conséquence des séismes :

- Les tremblements de terre font peser de graves menaces sur les populations qui vivent dans des régions sismiques. Ils peuvent semer la mort en détruisant des habitations, des édifices publics, des ponts, des barrages ou en déclenchant de catastrophiques glissements de terrains.

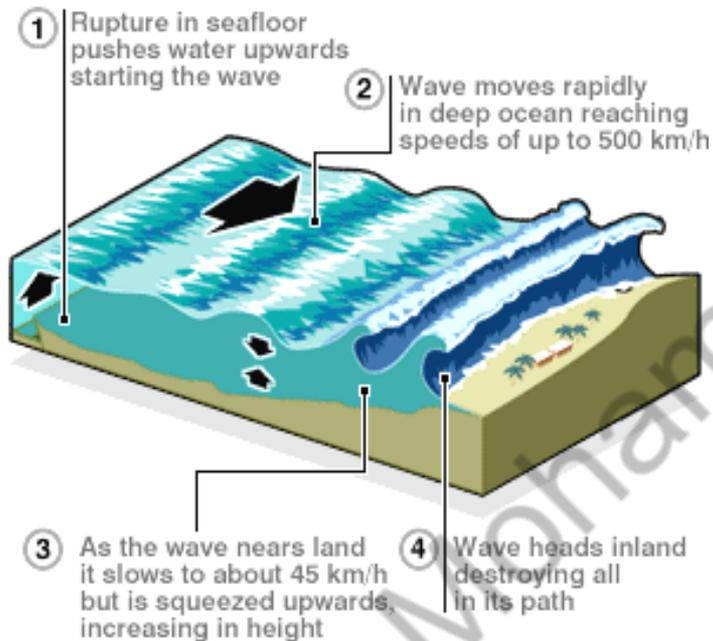
- **Tsunami:**

En cas de secousses sous-marines, les rivages peuvent être affectés la formation de tsunami (ou raz-de-marée) ; ceux-ci sont provoqués par l'onde de choc qui se propage à la surface des eaux marines. De véritables murs d'eau sont projetés le long des côtes avec une telle violence que des villes entières peuvent être détruites ; en 2004, un séisme sous-marin de magnitude 9,0 sur l'échelle de Richter a engendré le tsunami le plus meurtrier de l'histoire des catastrophes naturelles, dévastant tout le sud de l'Asie.

**En 2004, un séisme sous-marin de magnitude 9,0 sur l'échelle de Richter a engendré le tsunami le plus meurtrier de l'histoire des catastrophes naturelles, dévastant tout le sud de l'Asie.**



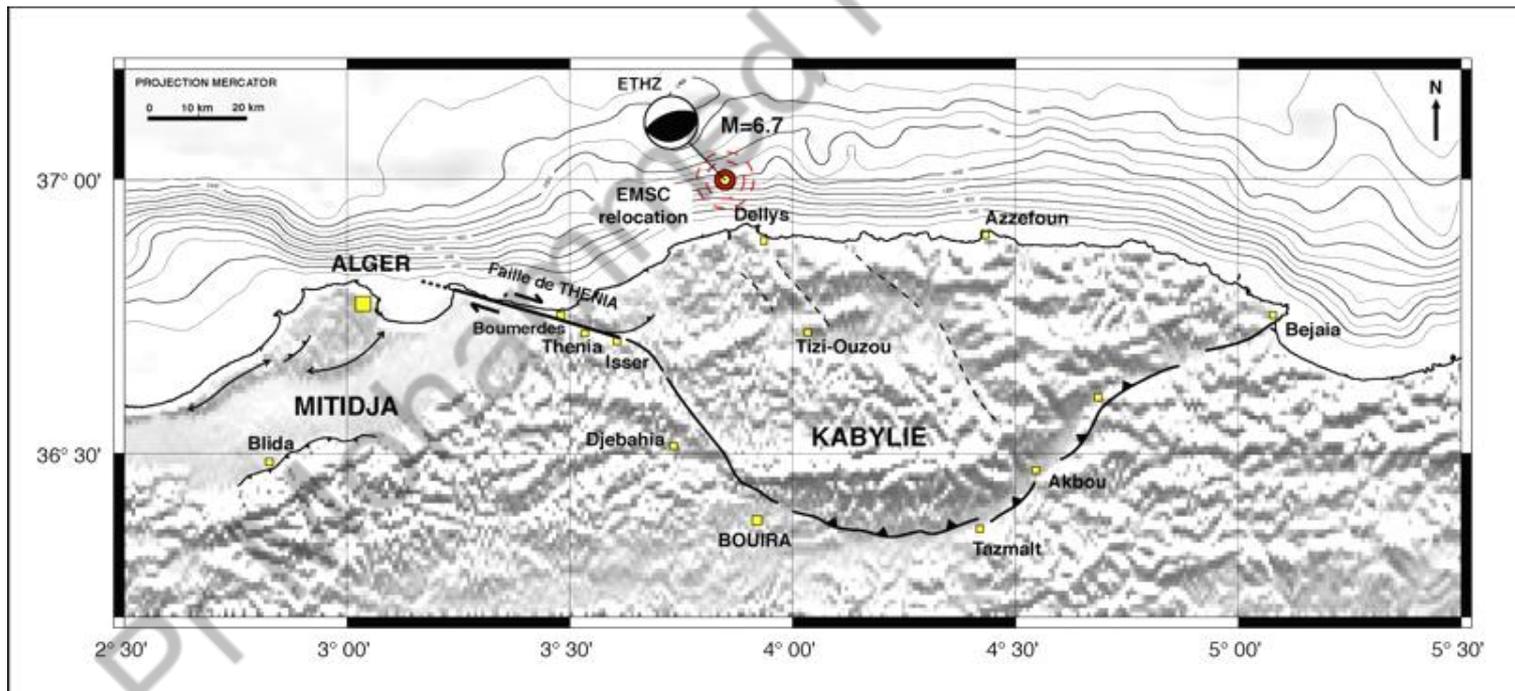
**En 2004, un séisme sous-marin de magnitude 9,0 sur l'échelle de Richter a engendré le tsunami le plus meurtrier de l'histoire des catastrophes naturelles, dévastant tout le sud de l'Asie.**



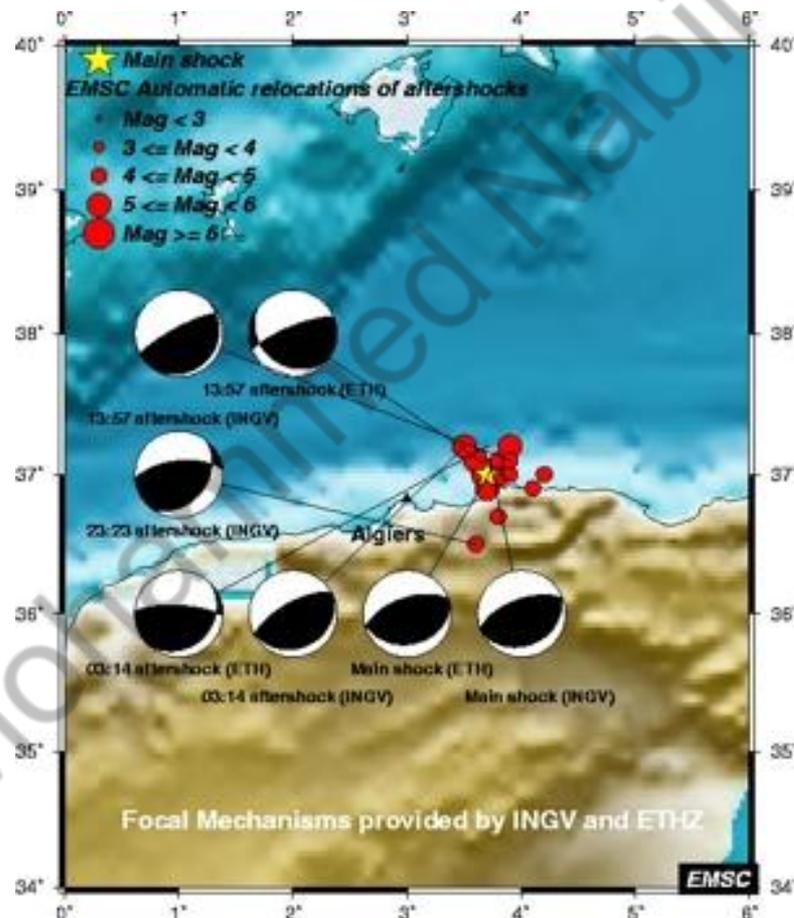
# VI-Le séisme de Boumerdès

du 21 Mai 18h44 :

L'Algérie du Nord a été le siège de nombreux séismes qui sont majoritairement des séismes en failles inverses compatibles avec le mouvement général de compression à la frontière de plaque Europe-Afrique.



La localisation du CSEM qui intègre la majorité des données de temps d'arrivées du pourtour méditerranéen est sans doute la plus fiable ; l'observation d'une vague de tsunami aux Baléares, mais aussi sur la côte française semble confirmer cette localisation en mer, que cette vague soit due au mouvement même le long de la faille qui a joué lors du séisme ou à un grand glissement de terrain ,Il a été ressenti très largement jusqu'aux côtes de Méditerranée Nord (région Niçoise, Gênes).



# Les conséquences du séisme de Boumerdès



# Les conséquences du séisme de Boumerdes



# Les conséquences du séisme de Boumerdès



# Les conséquences du séisme de Boumerdes



# Les conséquences du séisme de Boumerdes



# VII-Que faire en cas de séisme ?

Tout d'abord, il faut rester calme.

- Si on est à l'intérieur d'une habitation, ne sortir que si les issues sont proches ou si la construction laisse de grands doutes quant à sa résistance. Ne surtout pas prendre l'ascenseur. Se protéger sous une table solide, un lit, ou se réfugier dans l'angle de deux murs porteurs. S'éloigner absolument des vitres et des objets suspendus.
- Si on est à l'extérieur, ne pas rentrer. S'éloigner des bâtiments risquant de s'écrouler. Se mettre hors de portée d'objets ou de débris pouvant tomber des constructions environnantes. Ne pas rester à proximité d'une ligne électrique.
- Si on est en voiture, ne pas rester sur un pont, arrêter son véhicule et attendre la fin des secousses.
- Si on est enseveli sous les décombres, garder ses forces en attendant les secours. Se signaler lorsqu'on sent une présence proche.
- Après le séisme, vérifier l'eau, le gaz et l'électricité, et couper s'il y a des dégâts. Ne téléphoner qu'en cas d'urgence. Écouter la radio et respecter les conseils et consignes.

# VIII-Comment se protéger ?

- Il existe des règles parasismiques. Les barrages, les établissements industriels et l'industrie nucléaire sont soumis à des règles spécifiques de construction parasismique. L'application des règles de construction parasismique permet de réduire considérablement les dommages en cas de séisme.
- Au delà de 24 heures, les chances de retrouver des survivants diminuent rapidement. C'est souligner la nécessité d'une intervention rapide (localisation de la région touchée puis alerte et mobilisation des moyens).

# IX-La prédiction est-elle possible ?

Depuis la découverte de la tectonique des plaques, la prévision à long terme des séismes (évaluation de l'aléa sismique d'une région) a beaucoup progressé.

En revanche la prévision à court terme (ou prédiction d'un séisme particulier) semble inaccessible. Actuellement, il n'existe pas de moyen fiable pour prédire un séisme. Certains séismes ne sont précédés d'aucune anomalie géophysique particulière (à moins que l'on ne sache pas la mesurer) et inversement, de nombreuses anomalies, considérées comme des signes précurseurs, ne sont suivies d'aucun séisme.

L'analyse de la sismicité historique et des catalogues de sismicité instrumentale, permettent toutefois d'évaluer l'aléa sismique (probabilité qu'au cours d'une période de référence, une secousse sismique atteigne où dépasse une certaine intensité sur un site).

Des recherches mondiales sont entreprises pour mieux comprendre et prévoir les séismes. Elles sont axées sur la surveillance et l'observation des phénomènes précurseurs (variation anormale de la micro sismicité locale ou régionale, déformation du sol, variation du niveau d'eau dans les puits, courants électromagnétiques souterrains, réactions de fuite des animaux...) et sur la compréhension de la physique de la rupture sismique et plus particulièrement de la phase d'initiation (transition entre l'état stable et la propagation catastrophique de la rupture sismique).