

# GÉOLOGIE GÉNÉRALE

## PR. MORARECH MOAD

### DÉPARTEMENT DE GÉOLOGIE



## *Chapitre 4: NOTIONS DE SISMOLOGIE*

### *(1° partie)*

Filière Sciences de la Vie et de la Terre ( SVT , Semestre 1)  
Module M3- 2020-2021

- **Sismologie : Définition**

*fait partie des Sciences de la Terre*

- Etude des séismes et plus généralement  
La propagation des ondes à l'intérieur de la  
Terre

- Sismologie = Etude des Tremblement de la Terre

# Qu'est ce qu'un séisme ?

- Un séisme est un mouvement du sol causé par l'arrivée d'ondes élastiques issues d'une même source (foyer du séisme).

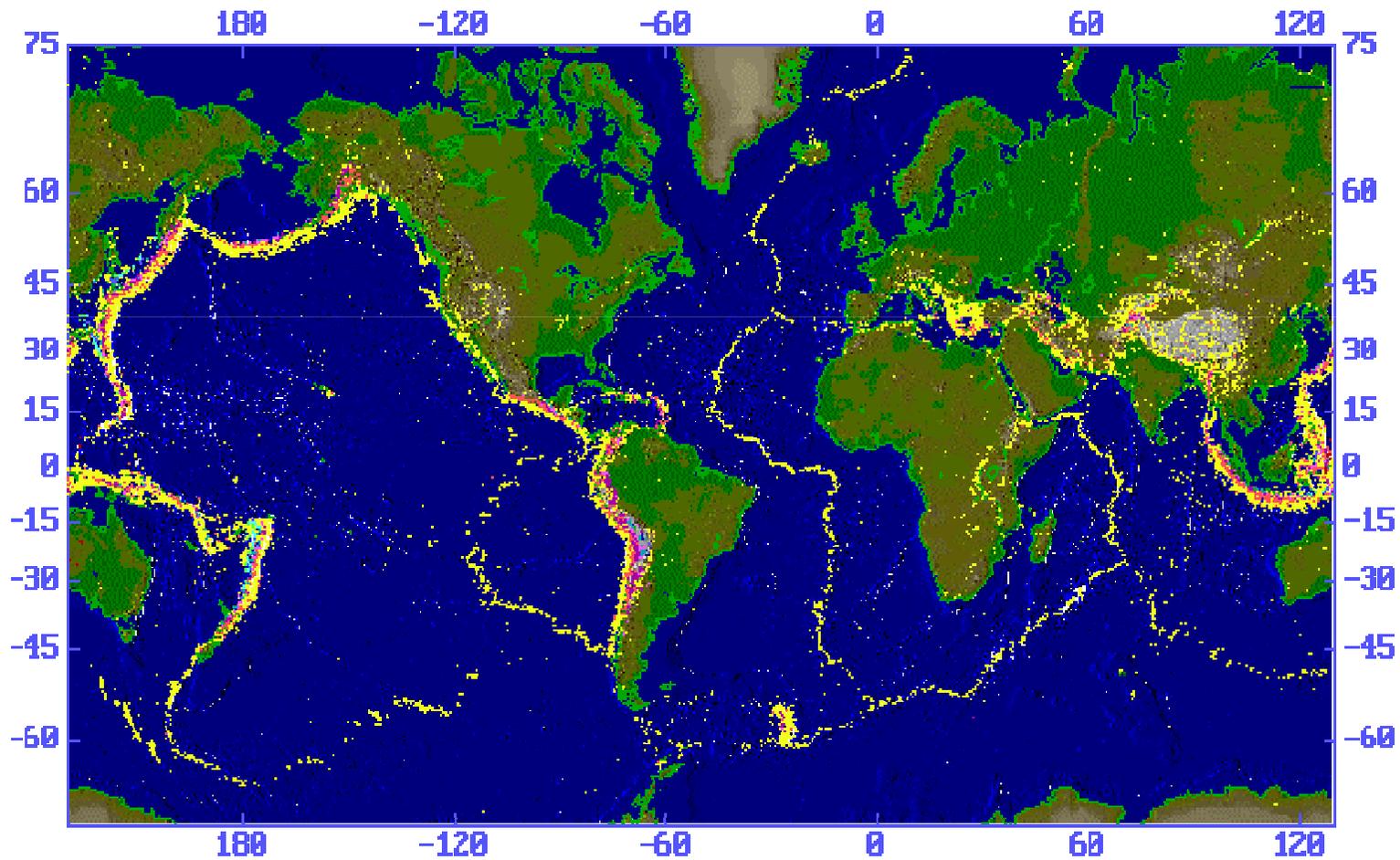


# UNE ONDE C'EST QUOI?

- Physicien: une onde est la *propagation d'une perturbation produisant sur son passage une variation réversible des propriétés physiques locales.*
- "*onde*" est un mot qu'on utilise lorsqu'on veut causer de choses qui bougent et se répètent. ( lorsqu'on jette ne pierre dans l'eau par exemple ou les mouvements des vagues ..



# SURFACE DU GLOBE TERRESTRE PLAQUES TECTONIQUES(LITHOSPHERE)



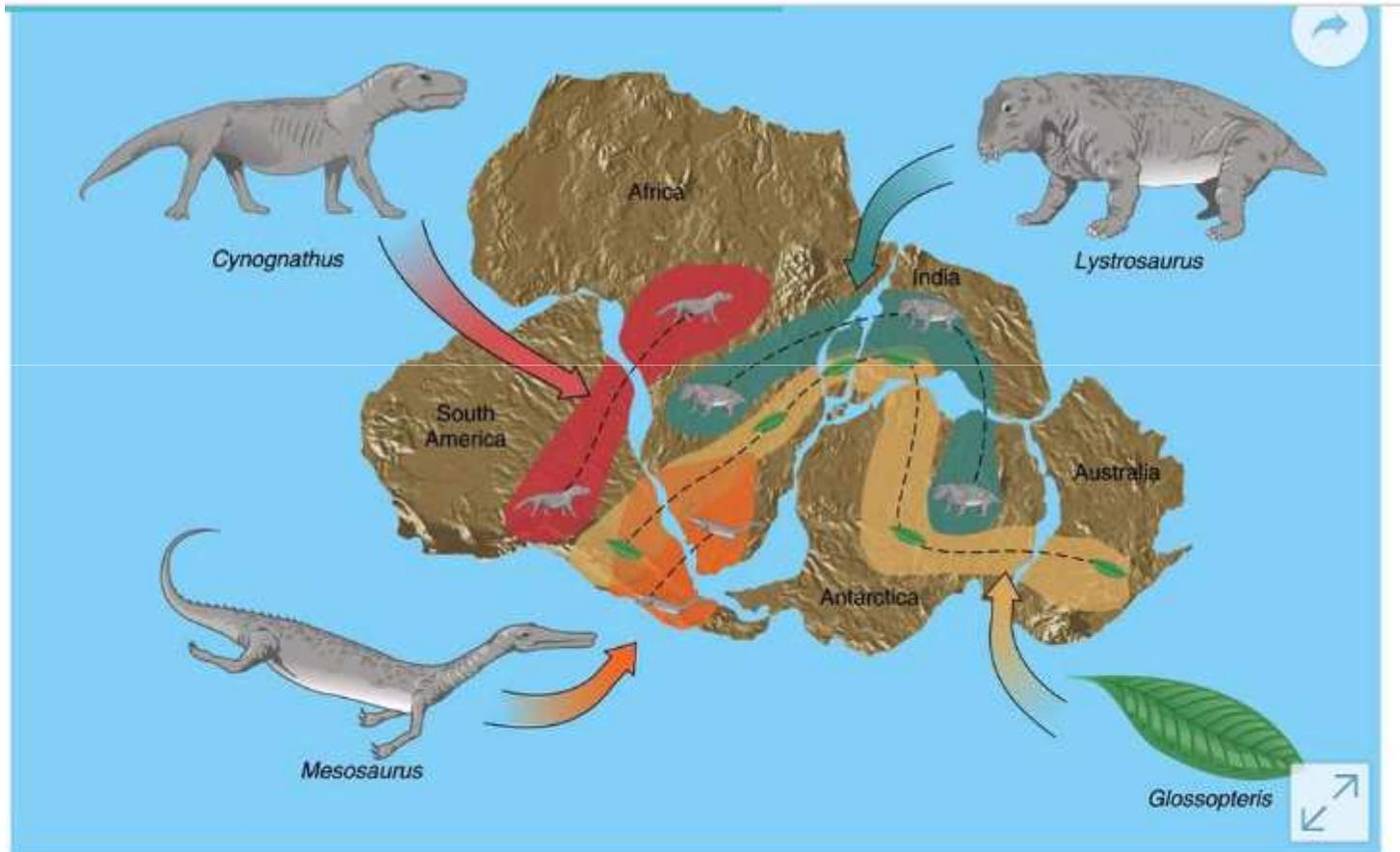
# THÉORIE DE LA DÉRIVE DES CONTINENTS (WEGENER 1912) = DÉPLACEMENT DES CONTINENTS





**La Terre à la fin de l'ère primaire. La plupart des continents sont alors rassemblés en supercontinent, la Pangée. © Christian Darkin, Science Photo Library**

# Les preuves

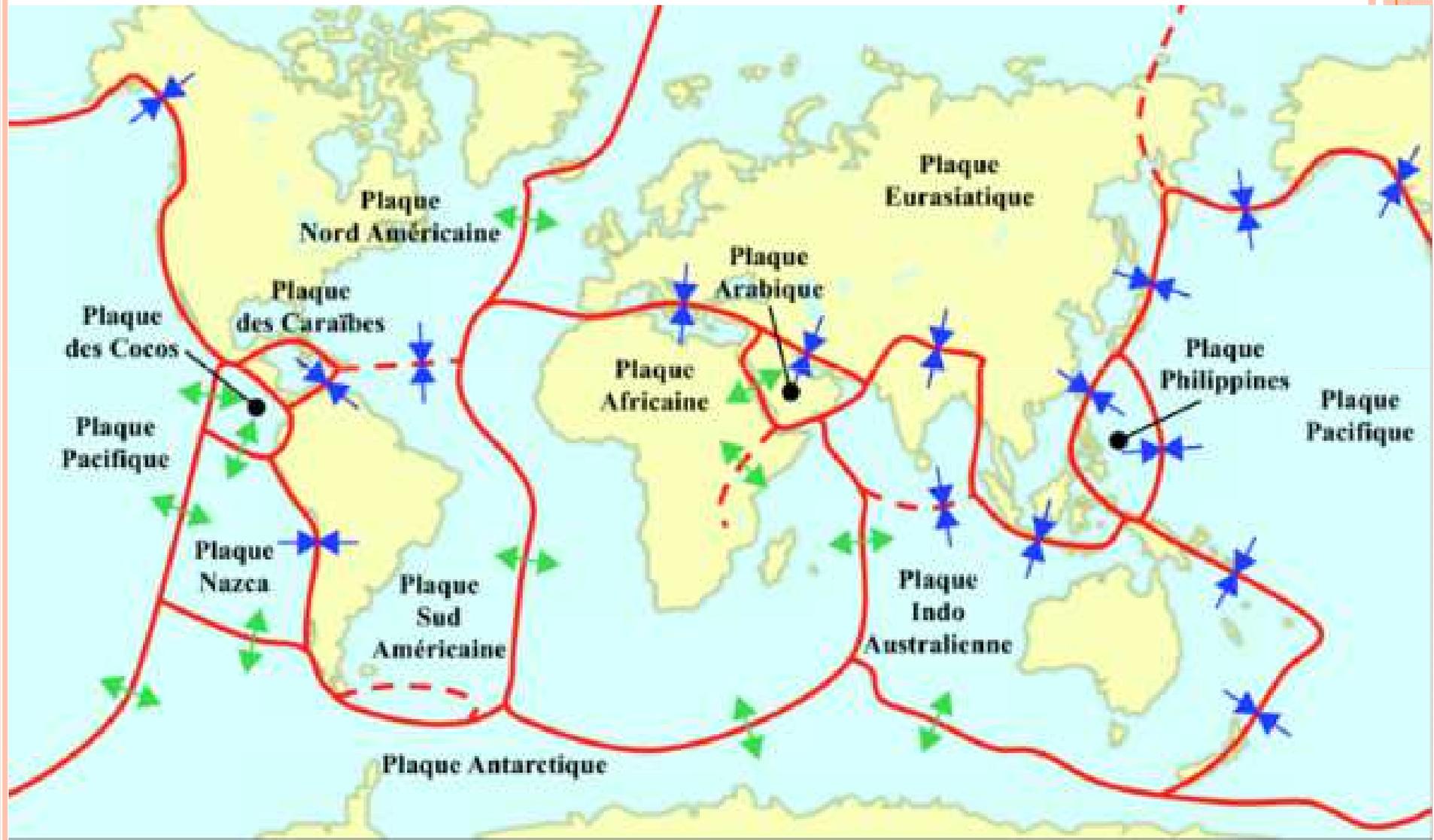


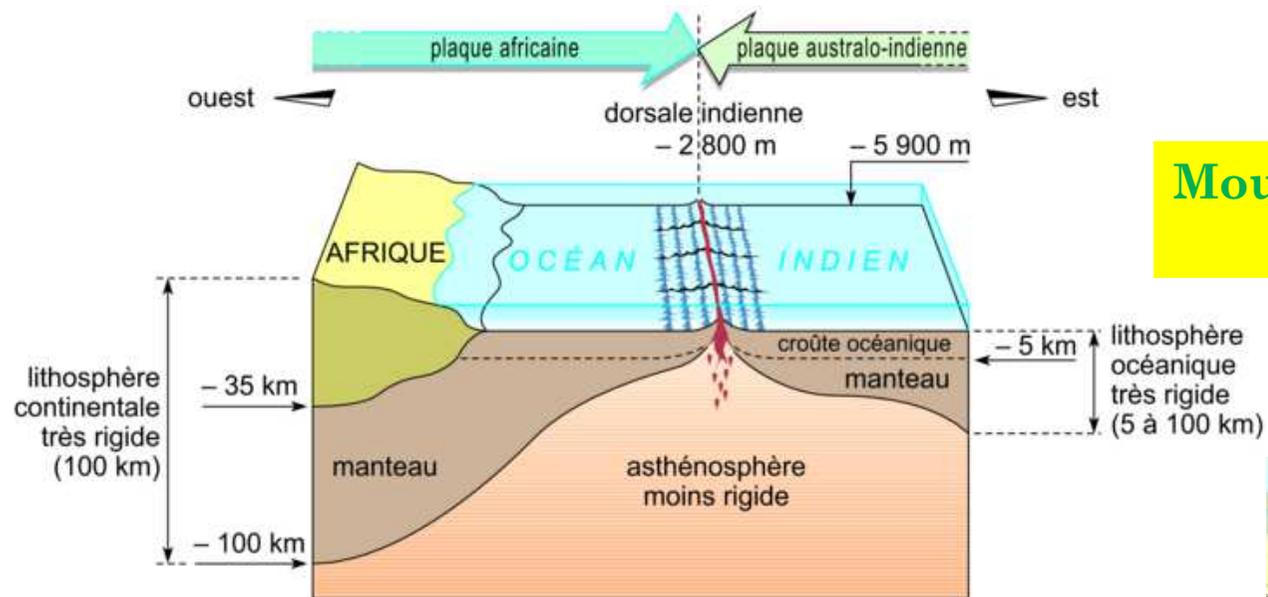
Le Gondwana, partie sud de la Pangée, avec les aires de distribution de quelques espèces de la période permienne. © Southern Utah University



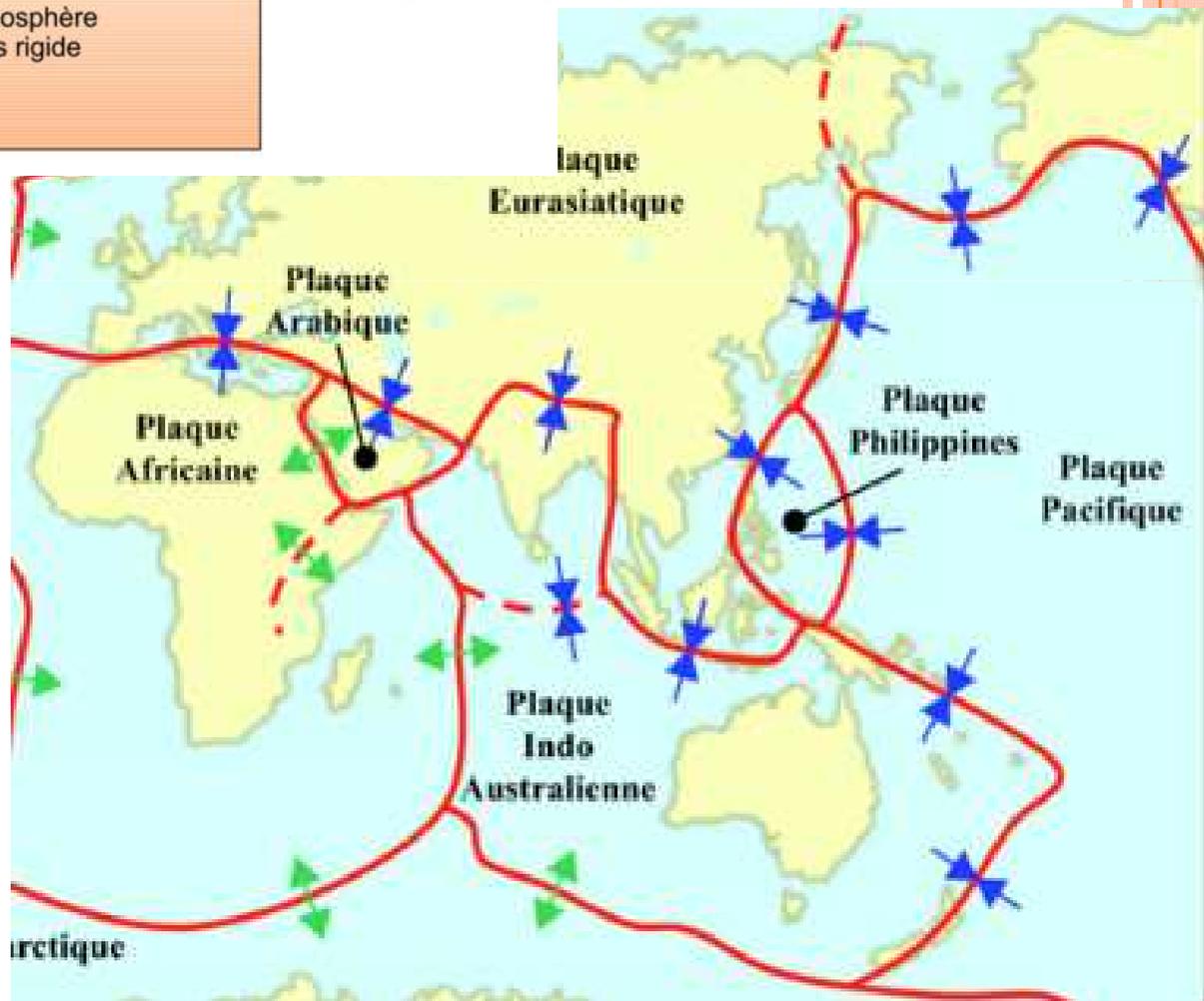
# THÉORIE DE LA TECTONIQUE DES PLAQUES

## Convergence et divergence

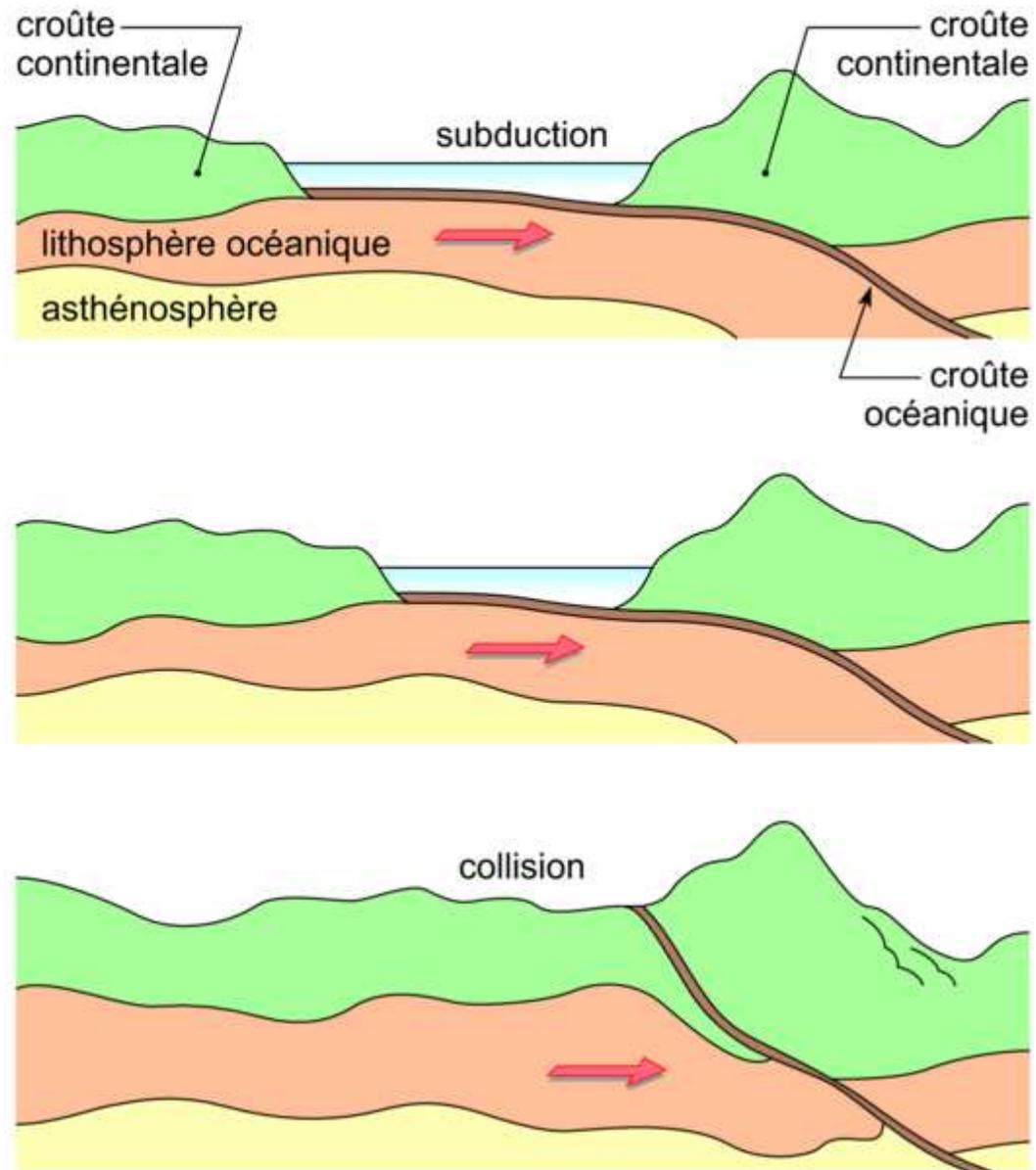




## Mouvements de divergence (Ecartement)



## Mouvements de convergence (Rapprochement)



## QUELLE RELATION AVEC LES SÉISMES ?

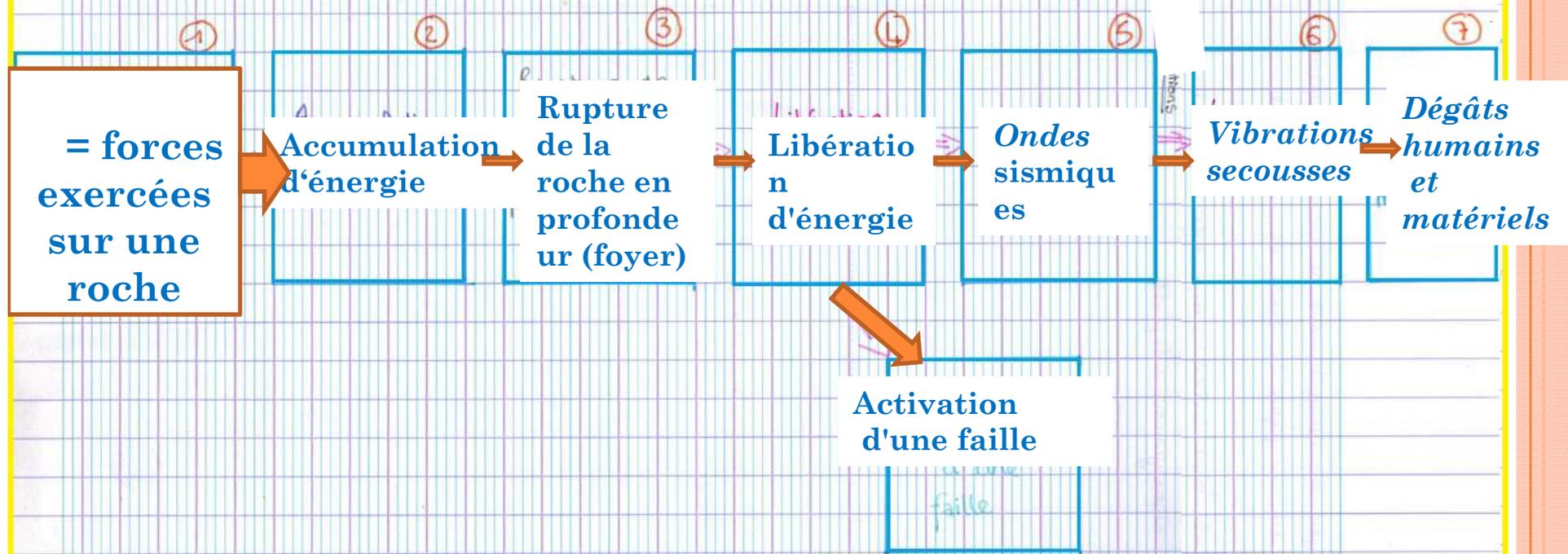
- lorsqu'on comprime une roche (ressort)
- **Energie emmagasiné (E potentielle)**
- **Si on continue  Cassure**
- **= Cette énergie va se libérer sous forme d'onde sismiques**
- **Au niveau de la Terre ce sont ces ondes qui vont faire Trembler la terre**

# UN SÉISME?

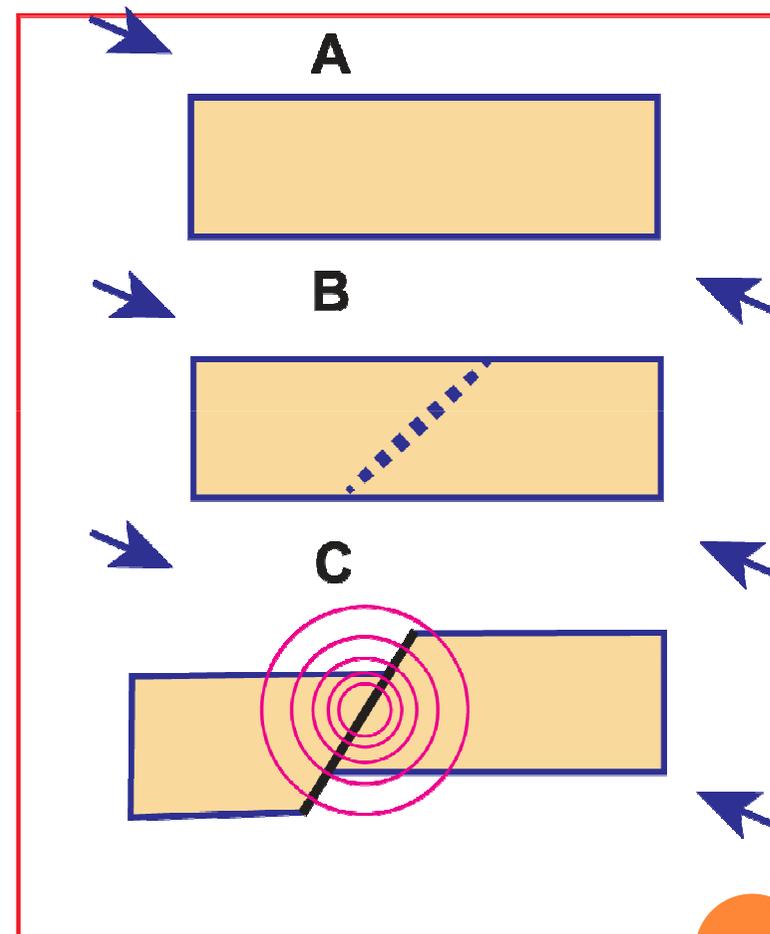
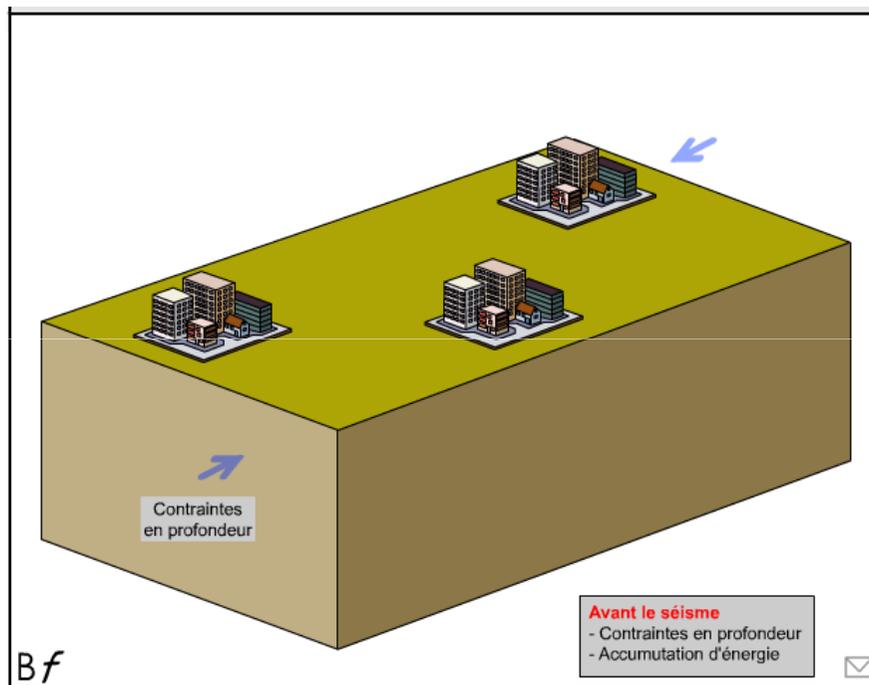
- **Un séisme c'est la rupture brutale de roches suite à l'accumulation de contrainte ayant pour résultat :**
- **Dispersion de l'énergie**
- **Vibration**
- **Propagation de la déformation**
- **Perturbation sans déplacement de la matière = ondes ou chaleur**



## Schéma du bilan chronologique d'un séisme



# ORIGINE DES SEISMES



# SÉISME OU TREMBLEMENT DE TERRE

Un séisme, résulte de la vibration du sol causée par le déplacement instantané qui se produit lorsque les efforts créés par les mouvements des plaques :

- Divergents=(extension),
- Convergents (compression)
- ou en Coulissage (cisaillement)

: deviennent

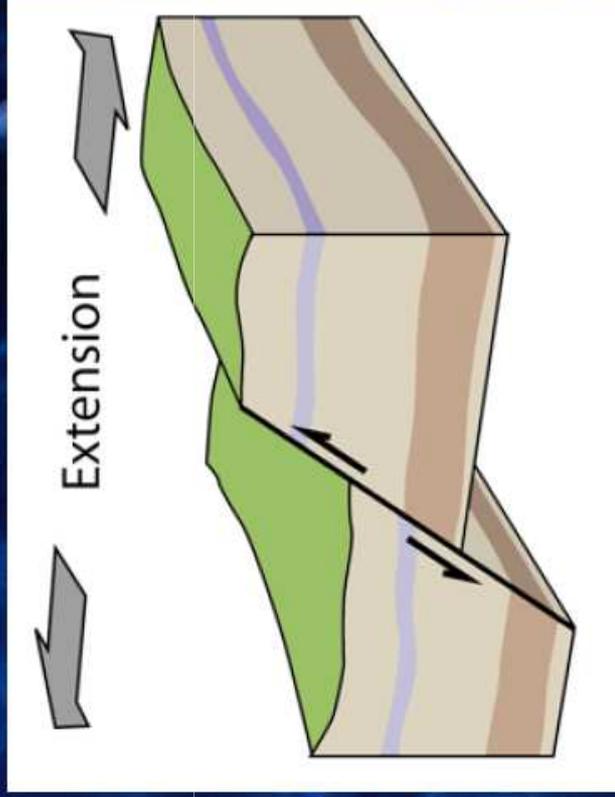
supérieurs aux efforts résistants admissibles par les matériaux constituant les plaques.

Le lieu où cette libération brusque d'énergie provoque la rupture des roches en profondeurs, se nomme le foyer. La rupture des roches en surface s'appelle une faille.

- Un tremblement de terre est le résultat d'un relâchement brutal et quasi-instantané de forces géologiques qui se sont accumulées pendant des milliers d'années.
- Ces forces sont imposées par des déplacements des plaques tectoniques (mouvements de rapprochement ou d'écartement ou bien encore de coulissage des plaques).

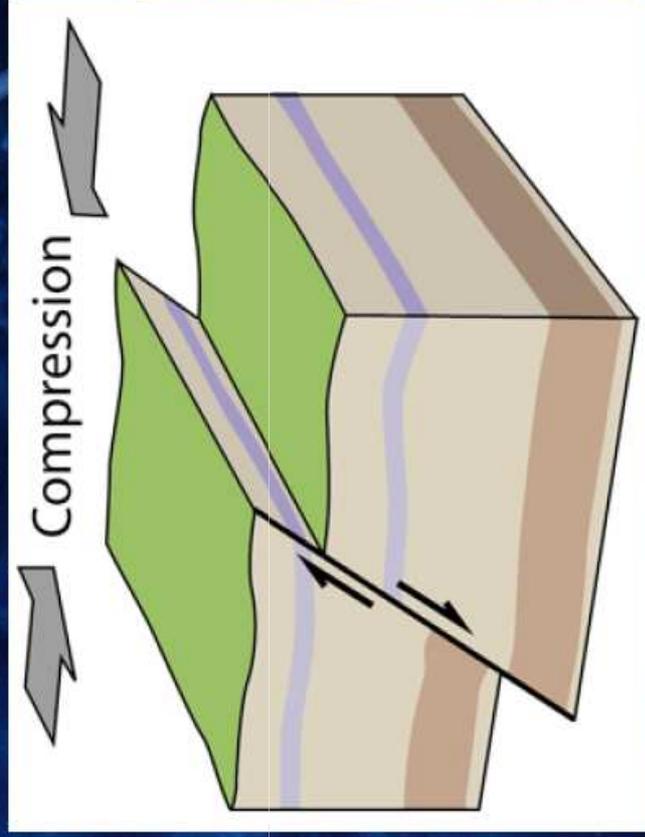
Les parois de la faille mises en mouvement, frottent l'une contre l'autre, de telle sorte qu'il y a dissipation de l'énergie, d'une part sous forme de chaleur obtenue par frottement, et d'autre part sous forme de vibrations, les ondes sismiques, qui se propagent dans toutes les directions à partir du foyer et que l'on peut enregistrer sur un sismomètre.

# Faille normale

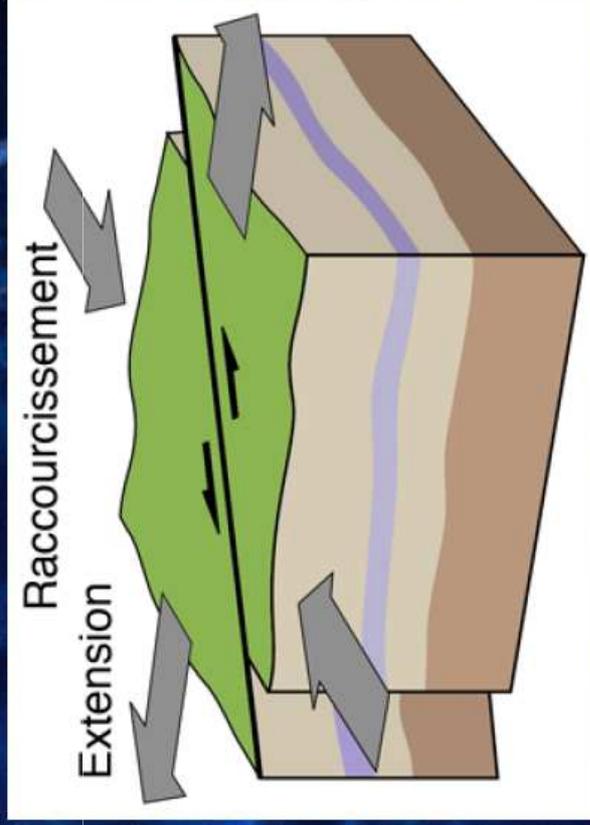


Islande

# Faïlle inverse



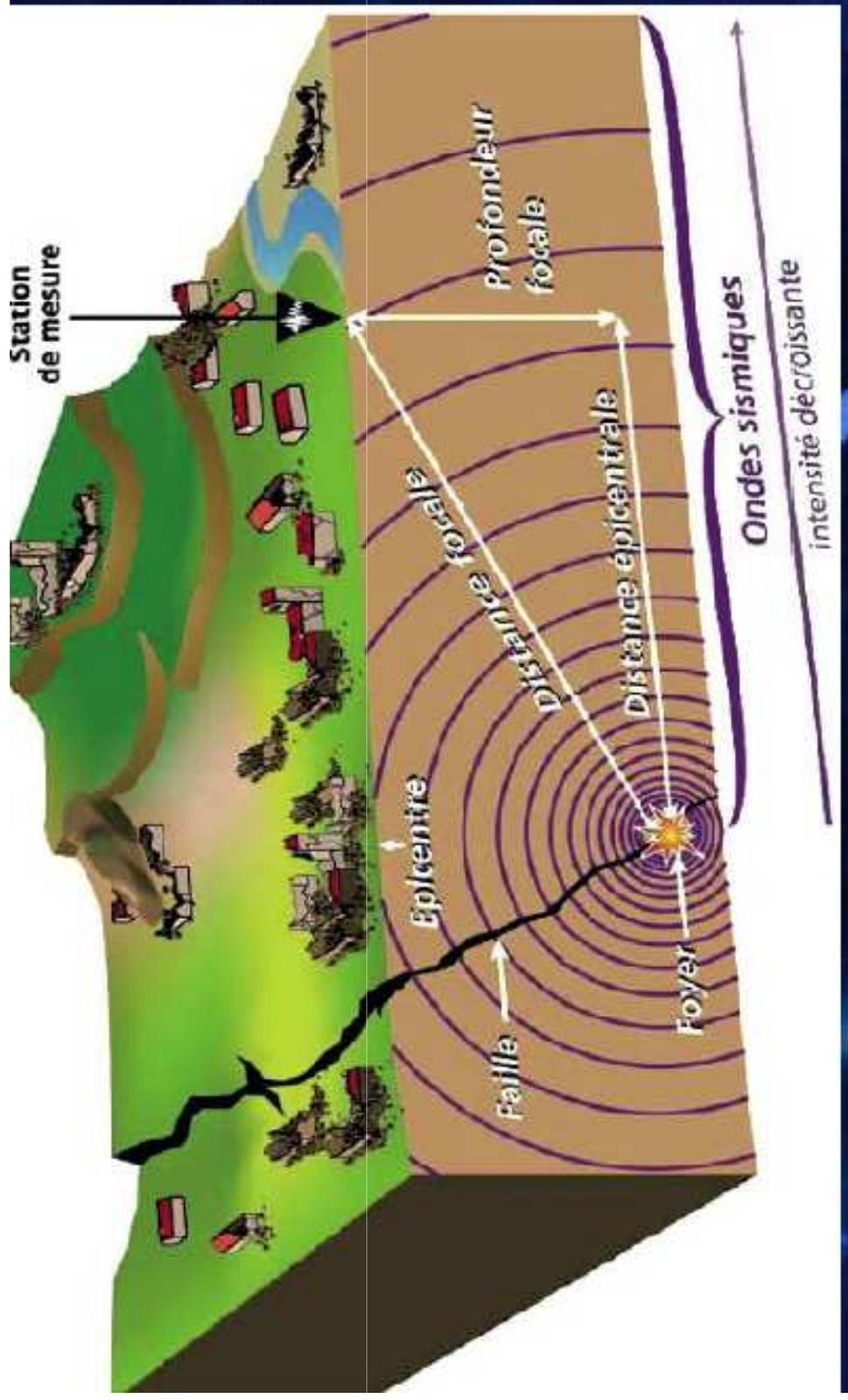
# Faïlle décrochante



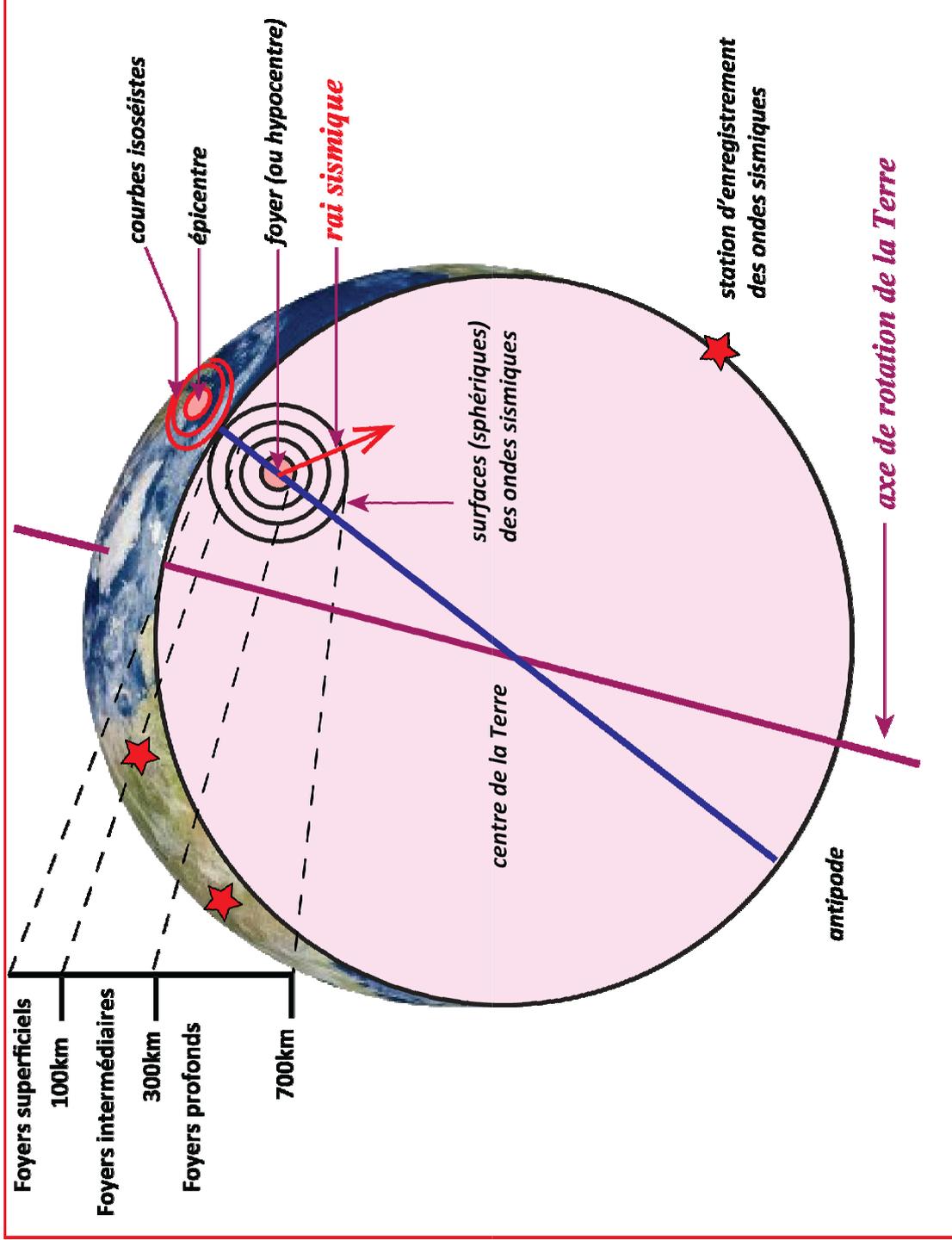
# VIBRATIONS OU ONDES

Lors du déplacement de la roche le long d'une faille, l'énergie libérée se propage dans toutes les directions à partir du foyer sous la forme d'une vibration constituée d'ondes :

- les ondes de volume qui se propagent à l'intérieur de la Terre,
- les ondes de surface qui ne se propagent qu'à la surface et qui produisent les effets destructeurs des séismes.



- **Le foyer**, ou **hypocentre**, d'un séisme est le point où ont pris naissance les ondes sismiques.
- Au niveau du foyer apparaissent des **surfaces d'ondes sismiques** sphériques qui séparent des particules déjà entrée en vibration de celles qui ne l'ont pas encore été
- **le rai** (ou **rayon**) **sismique** qui est une ligne perpendiculaire aux surfaces d'ondes.
- **L'épicentre** d'un séisme est le point de la surface situé à la verticale du foyer
- **L'antipode** est le point du globe terrestre qui est diamétralement opposé à l'épicentre

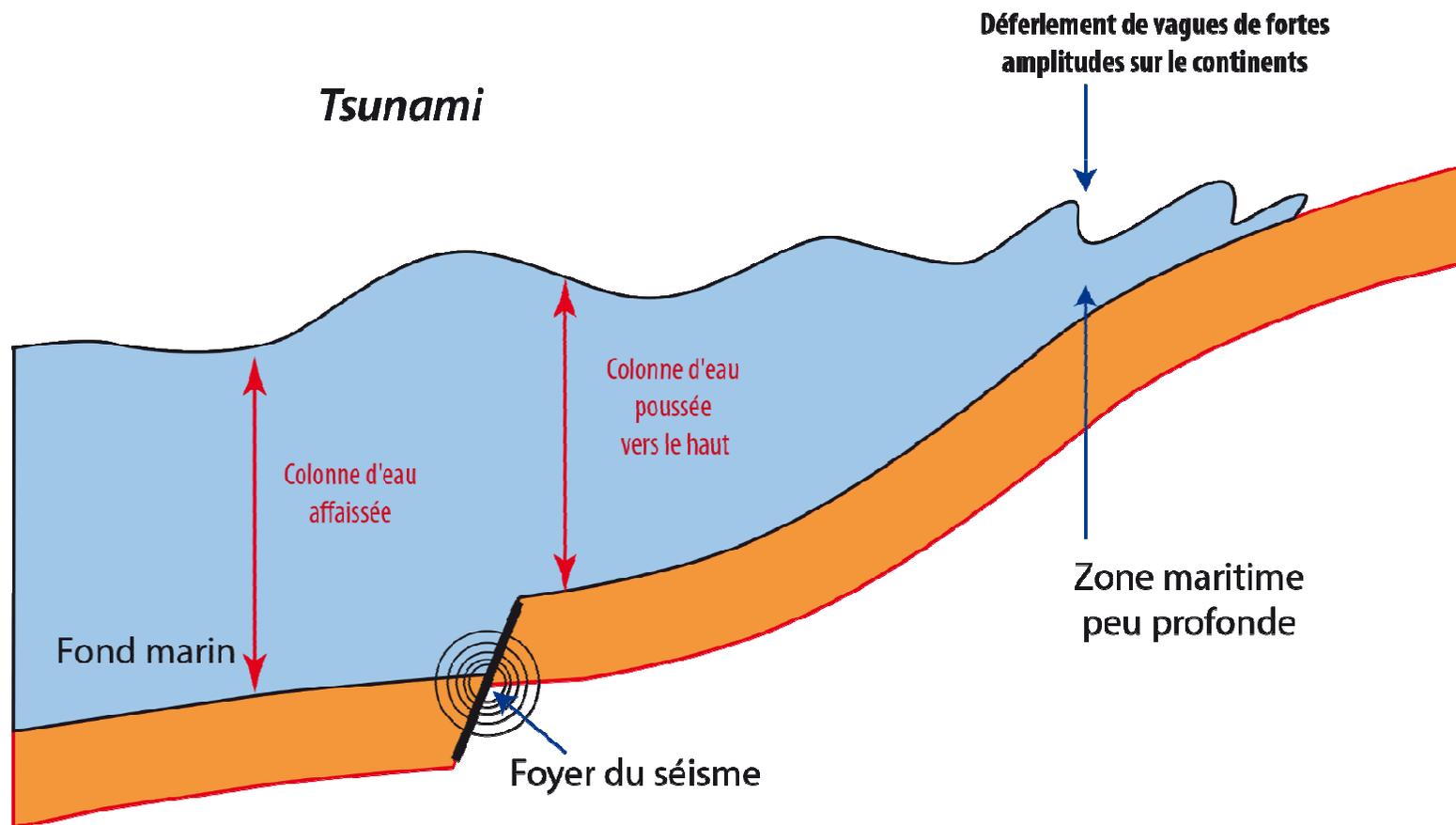


# PROFONDEUR DU SÉISME SELON PROFONDEUR DU FOYER

- Le séisme est superficiel: le foyer est à faible (quelques kms)
- ou profond : le foyer est à grande profondeur (plusieurs dizaines ou centaines de kms  $\approx$  700 km)

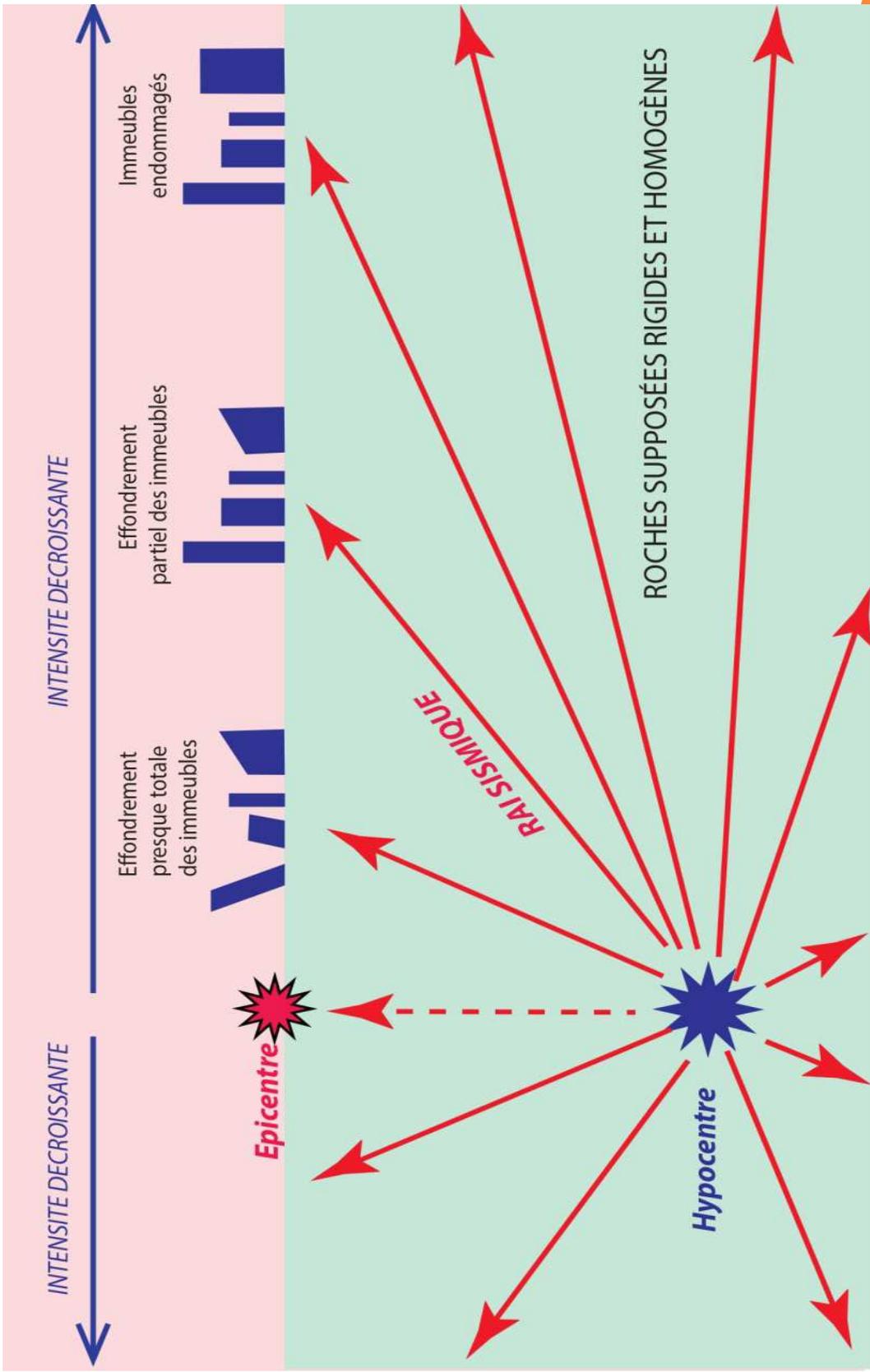
# TSUNAMI

**IL COMMENCE PAR UN RETRAIT TRÈS IMPORTANT DE LA MASSE D'EAU DU RIVAGE ET QUELQUES MINUTES APRÈS, CE MÊME RIVAGE SERA INONDÉ PAR DES VAGUES DE GRANDES AMPLITUDES**



# L'INTENSITÉ D'UN SÉISME

- La violence du séisme dépend de la quantité d'énergie stockée au niveau de la faille avant le séisme et de la position de la faille par rapport à la surface.
- L'intensité d'un séisme est définie en un lieu par rapport aux effets produits par ce séisme, qu'ils soient seulement observés ou ressentis par l'homme (réveil, chute d'objets, fissures ...) ou qu'ils aient causés des dégâts plus ou moins importants aux constructions
- **Intensité mesure les dégâts**



## L'INTENSITÉ D'UN SÉISME- ÉCHELLE MSK SIMPLIFIÉE

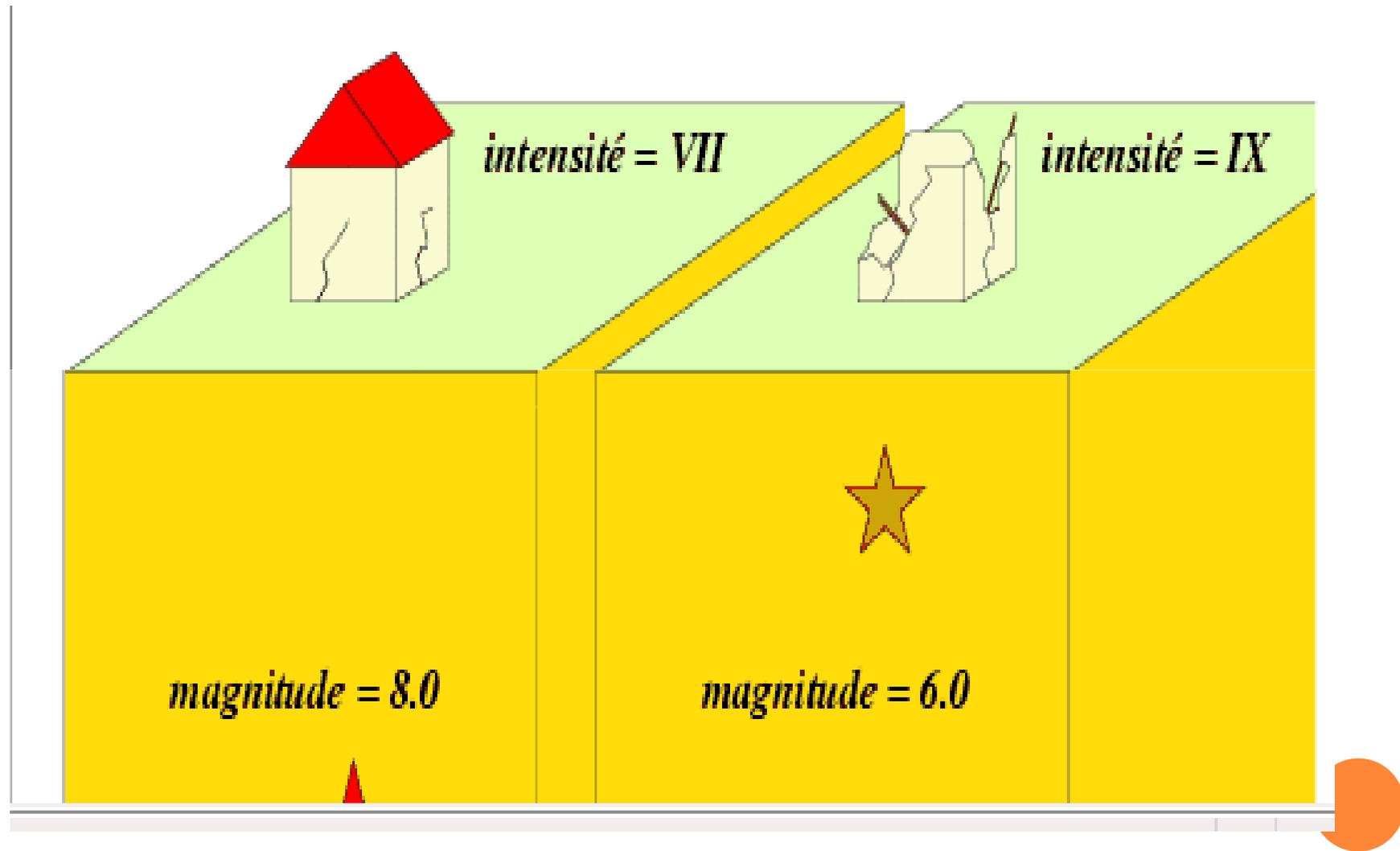
	<b>secousse non ressentie, mais enregistrée par les instruments</b>
<b>II</b>	<b>secousse partiellement ressentie, notamment par des personnes au repos et aux étages</b>
<b>III</b>	<b>secousse faiblement ressentie, balancement des objets suspendus</b>
<b>IV</b>	<b>secousse largement ressentie dans et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

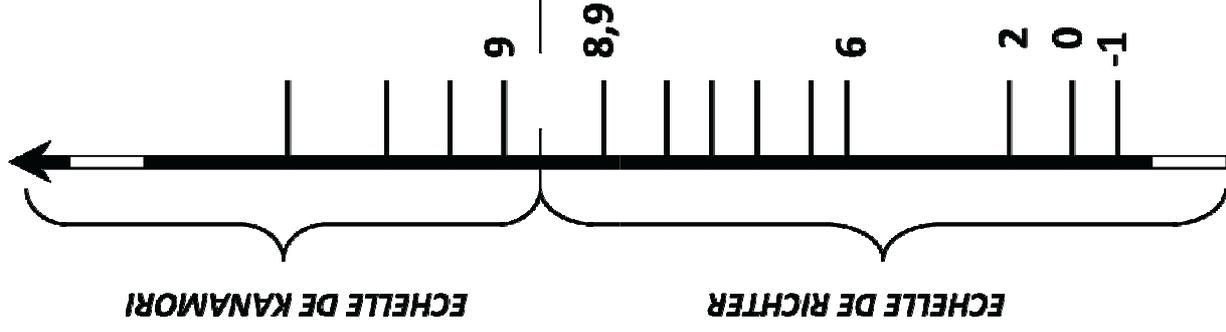


# MAGNITUDE

- La magnitude est une mesure de la taille d'un séisme, c'est-à-dire de l'énergie libérée lors de ce séisme.
- Elle dépend essentiellement des dimensions de la surface de rupture du séisme, et de la longueur du glissement sur le plan de faille.
  - L'intensité est une estimation des effets en surface du séisme

# MAGNITUDE





\*-  $M_w$  est la magnitude de Kanamori

$$M_w = (\log. M_0 - 16,1) \times 1,5$$

$M_0$  = moment sismique =  $\mu \cdot D \cdot Sf$

$\mu$  = coefficients de rigidité en dynes/cm<sup>2</sup>

D = déplacement (en cm) moyen des 2 bords de la faille

Sf = surface de rupture exprimée en km<sup>2</sup>

\*- M est la magnitude de Richter

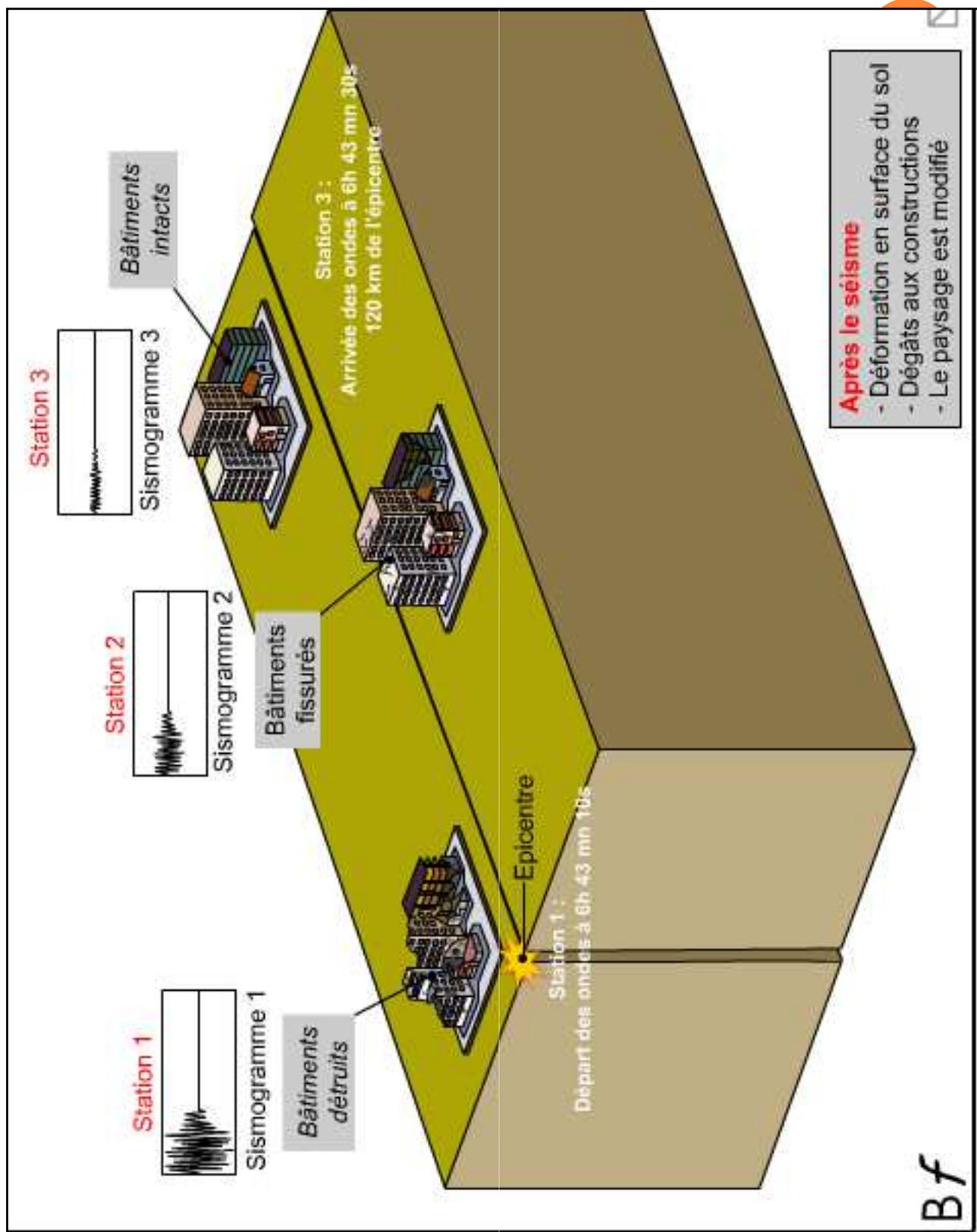
$$M = \log.A + \text{corrections}$$

A = amplitude de l'onde en microns

\*- Le calcul de l'énergie E libérée est donné par la relation suivante :  $\log. E_{\text{joules}} = 1,5M + 4,8$

\*- Remarques :

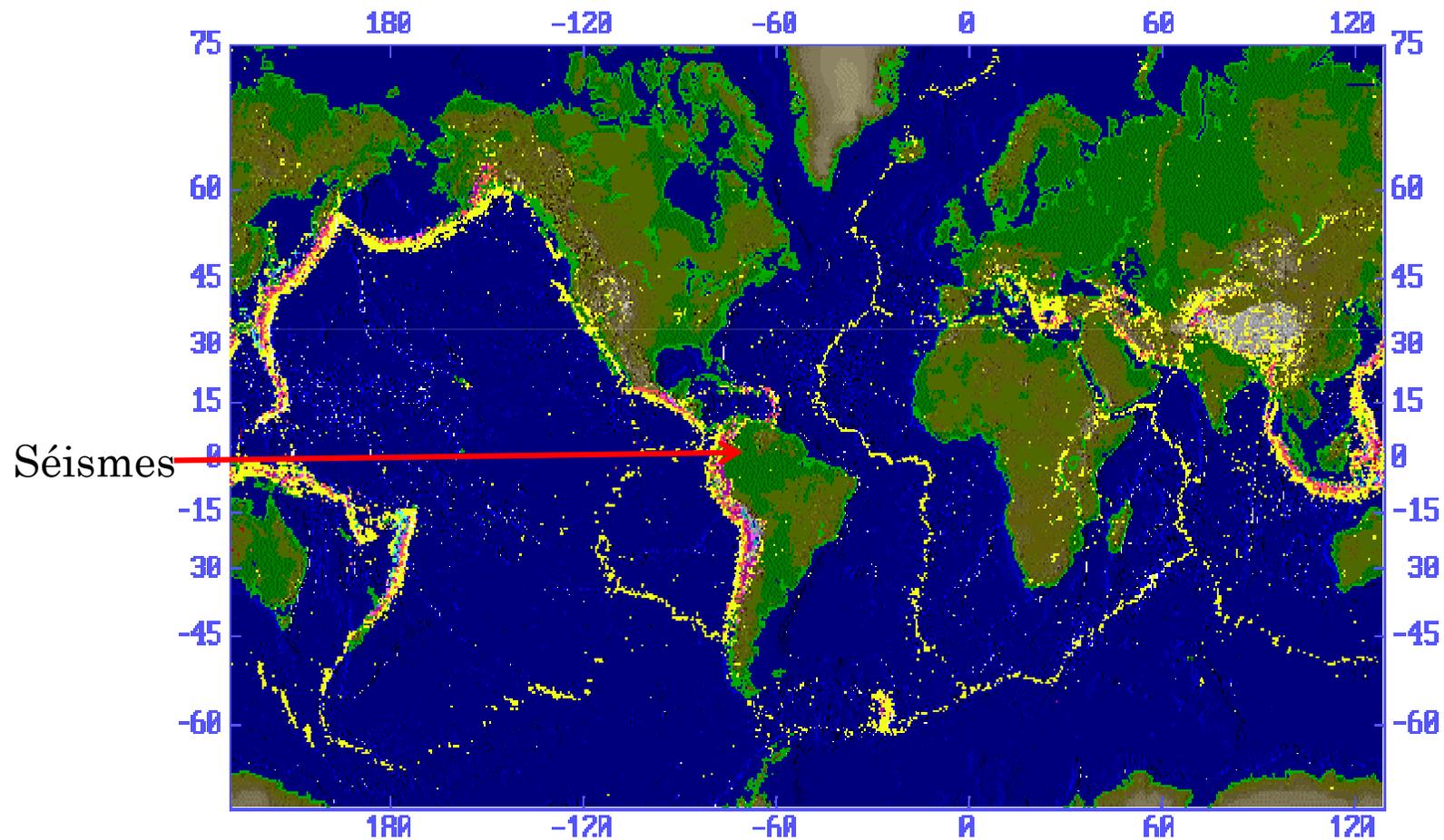
M = 0 ; cela veut dire que A = 1 $\mu$



## REPARTITION DES SEISMES SUR LE GLOBE TERRESTRE

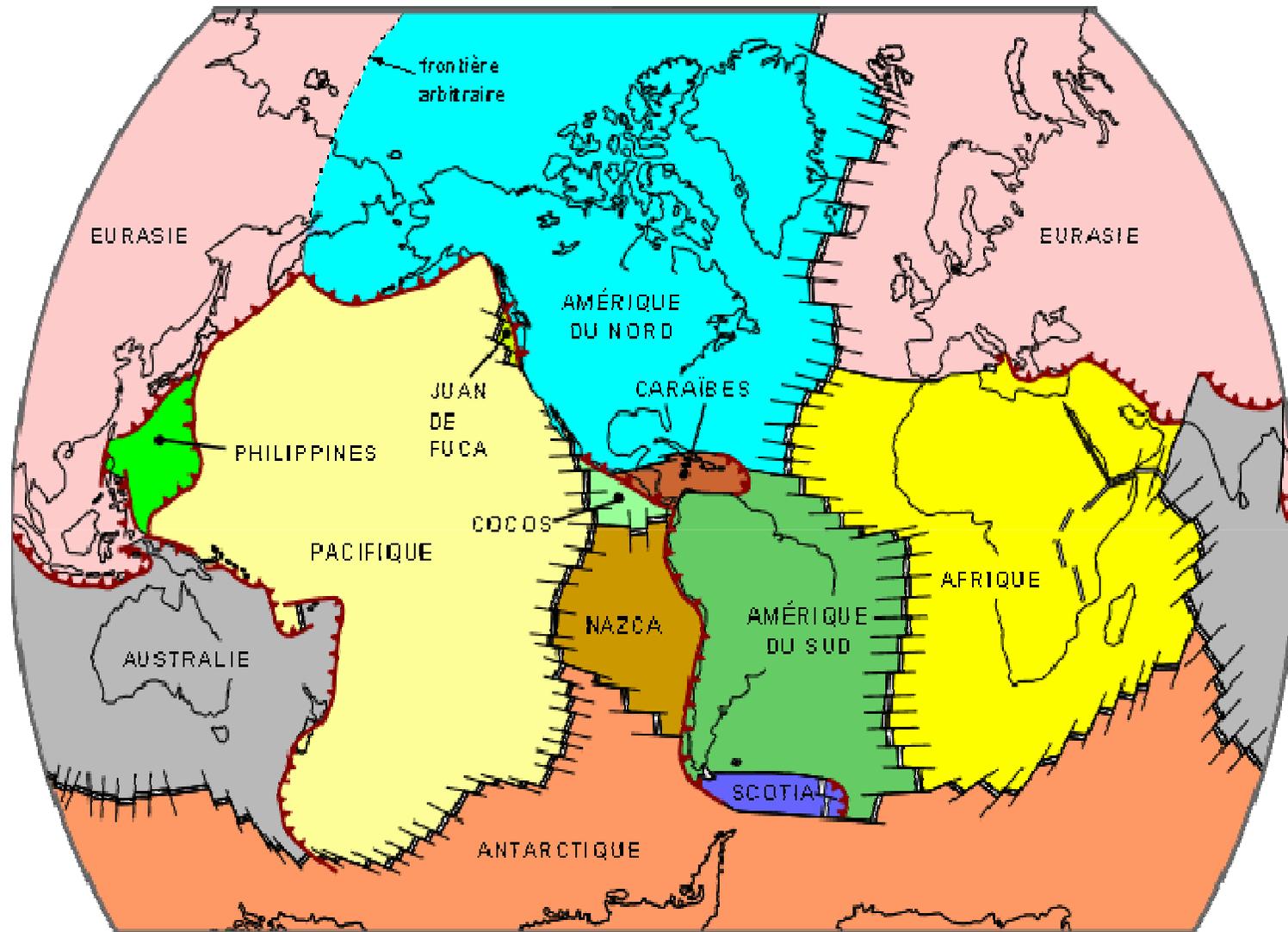
- La très grande majorité des séismes est localisée sur des failles à la frontière des plaques tectoniques.
- Les séismes ont lieu sur des zones de subduction ou de collision (convergence)
- dorsales médio-océaniques qui voient des plaques tectoniques s'écartier (divergence)

# REPARTITION DES SEISMES SUR LE GLOBE TERRESTRE



## Les Plaques lithosphériques

limites divergentes    limites convergentes    limites transformantes

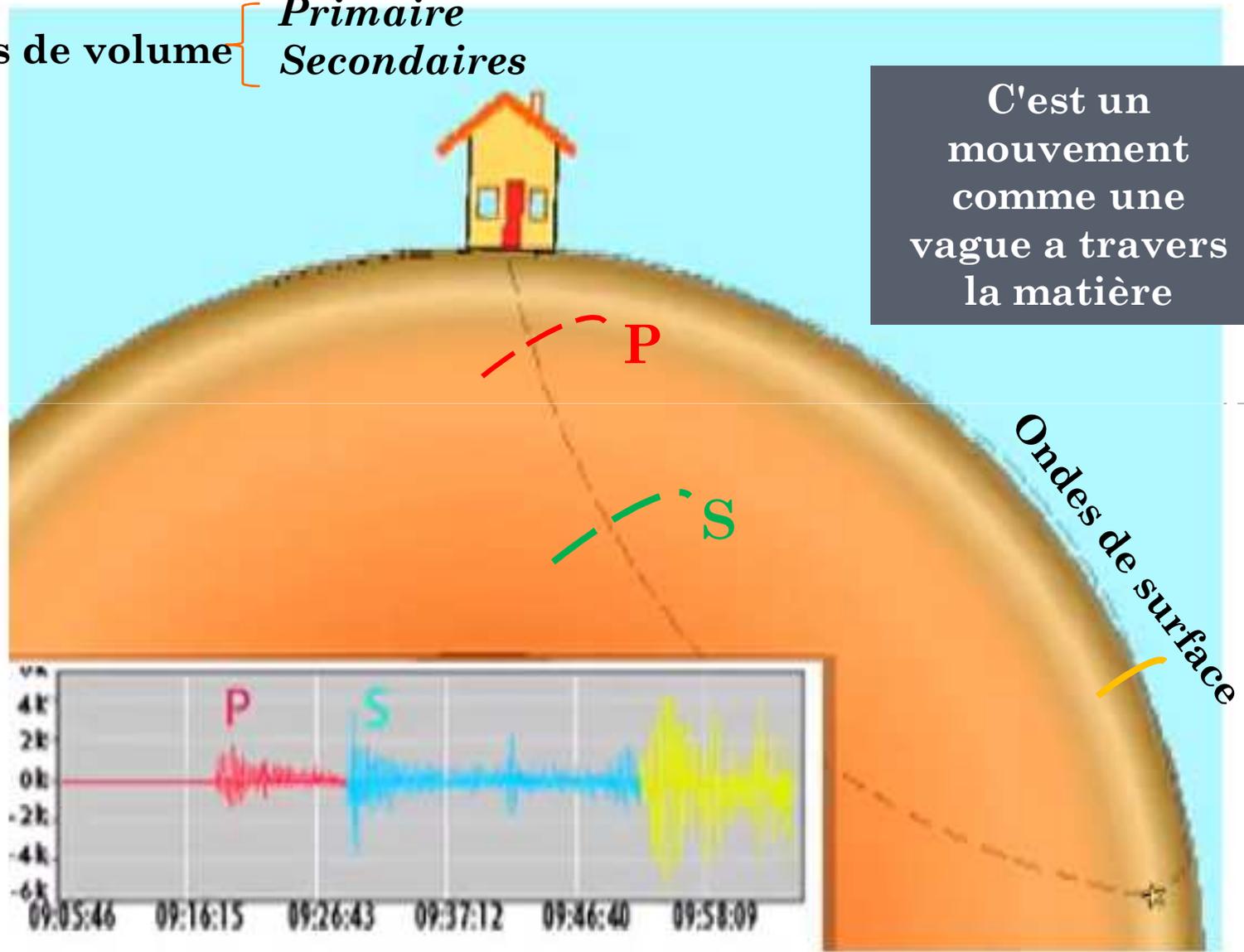


La très grande majorité des séismes est localisée sur des failles à la frontière des plaques tectoniques.

# NATURE ET PROPAGATION DES ONDES SISIMIQUES

## -TYPES D'ONDES - 3 TYPES

Ondes de volume { *Primaire*  
*Secondaires*



C'est un mouvement comme une vague a travers la matiere



# -TYPES D'ONDES- 3 TYPES

## I- ONDES DE VOLUMES (OU ONDES DE PROFONDEUR)

\*Onde longitudinale (Ondes P)  >> propagation dans milieux solides et liquides

\*Onde transversale (Ondes S) >>>  propagation en milieu solide

## 2- ONDES DE SURFACE (OU ONDES DE LONGUES PERIODES)

\*Onde de Rayleigh

\*Onde de Love

