

La sismologie est la science qui étudie les tremblements de terre.

L'activité sismique est un phénomène naturellement présent sur Terre, dont l'homme cherche à se protéger. Son fonctionnement est étudié afin de s'en prémunir, nous verrons donc quelles sont les caractéristiques des séismes ainsi que les moyens pour les détecter.

Enfin, les séismes comportent de nombreux risques, mais des mesures peuvent être prises pour s'en protéger.

Les séismes ou tremblements de terre sont des manifestations brutales et brèves de l'activité du globe terrestre.

- **Qu'est-ce qu'un séisme ?**
- **Quelles sont les manifestations lors des séismes ?**
- **Quelle est l'origine des manifestations observées ?**
- **A quoi les différentes intensités observées lors des séismes sont – elles dues ?**

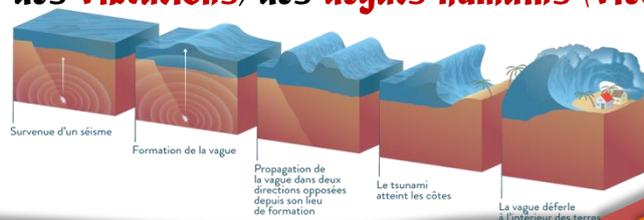
Activité 1 Manifestation et enregistrement des Séismes

1-les manifestations des séismes:



Chaque année, de nombreux séismes se produisent dans le monde avec des effets plus ou moins importants. L'étude des séismes permet alors de comprendre l'origine des vibrations.

Les séismes se manifestent par des **vibrations**, des **dégâts humains (victimes)** et matériels et parfois par des **Tsunamis**.



2-Mesurer les effets d'un séisme:

On enregistre environ 100 000 séismes à travers le monde durant une année. La grande majorité d'entre eux ne sont même pas ressentis par les humains.

Il existe plusieurs échelles de mesure qui servent à déterminer l'importance d'un tremblement de terre.

Parmi celles-ci, **l'échelle de Richter et l'échelle de Mercalli.**

Mercalli a proposé une échelle formée de 12 degrés. Cette échelle a été modifiée par Medvedev et Sponheuer et Karnik et prend le nom échelle M.S.K ou échelle internationale d'intensité.

Remarque : les intensités sismiques correspondent aux effets ressentis ou observés par l'homme.

Intensité du séisme	Effets ressentis ou observés
I à III	Non ressentis
III à IV	Faibles : quelques vibrations à peine perceptibles
V à VI	Modérés : secousses ressenties par tout le monde, quelques dégâts mineurs ou modérés
VII à VIII	Très forts : les personnes sont paniquées, dégâts important au niveau des constructions, fissures du sol.
IX à X	Violents : panique générale, effondrement de bâtiments, déformations du sol
XI à XII	Dévastateurs : destruction de la majorité des bâtiments, bouleversement du paysage

L'échelle de Richter est la façon la plus connue de mesurer les tremblements de terre. Cette échelle est généralement graduée de 1 à 9, mais un tremblement de terre pourrait dépasser cette valeur.

L'échelle Richter peut reliée à l'échelle M.S.K par la formule suivante :

$$M = 1 + \frac{2}{3}I \quad \text{AVEC}$$

- M: la magnitude du séisme dans l'échelle de Richter,
- I: l'intensité du séisme dans l'échelle M.S.K

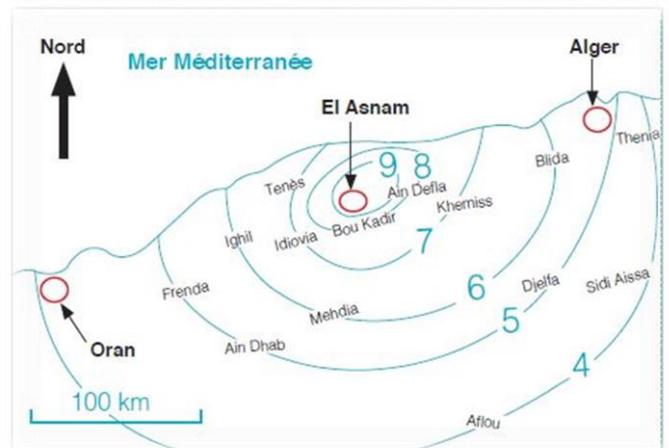
L'énergie libérée correspond à la magnitude du séisme. L'échelle de Richter permet de mesurer cette magnitude

Magnitude	Énergie libérée (en joules)	fréquence
1	$1,99 \times 10^6$	8000 par jour
2	$6,31 \times 10^7$	1000 par jour
.....		
8	$6,31 \times 10^{16}$	1 par an
9	$1,99 \times 10^{18}$	1 à 5 par siècle

Lorsque nous avons établi l'intensité des dégâts dans une région suite à un séisme, il est alors possible de joindre des points de même intensité formant des lignes appelées **isoséistes**.

Une ligne isoséiste relie les points de même intensité.

L'ensemble des lignes isoséistes forme une **carte isoséiste**.



Quelques définitions

Intensité : effets produits à la surface du sol lors d'un séisme.

Magnitude : énergie libérée lors d'un séisme.

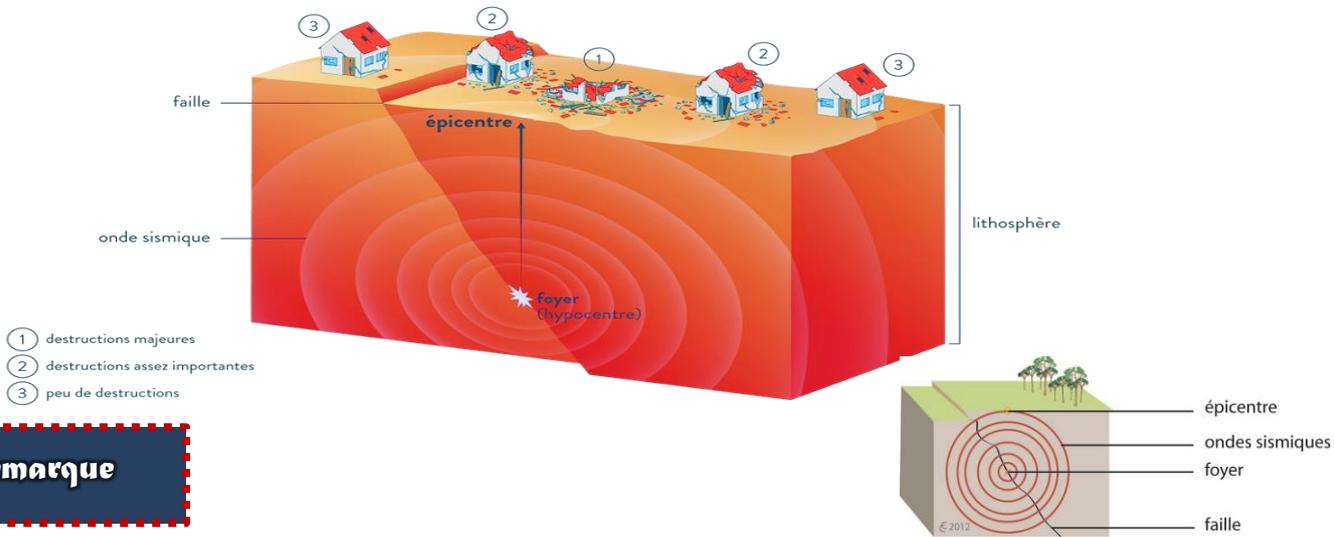
Isoséiste : Courbe reliant les points de même degré de séisme.

3-L'origine des séismes :

Un séisme est un phénomène naturel lié à la **rupture brutale de roches** en profondeur et qui provoque des **tremblements de terre**. La rupture aura lieu en un point appelé **foyer sismique** ou **hypocentre** qui correspond à l'endroit où se produit la première secousse sismique.

L'hypocentre se situe entre 0 et 700 km de profondeur. L'**épïcêtre** est situé à la verticale du foyer, à la surface de la terre. Il correspond à l'endroit de la surface terrestre où l'intensité du séisme est maximale.

Vue en coupe de la lithosphère lors d'un séisme



Remarque

L'intensité varie avec la distance : Plus on s'éloigne de l'épicentre, plus l'intensité du séisme est faible. Plus on se rapproche de l'épicentre, plus l'intensité du séisme est forte.

Quelques définitions

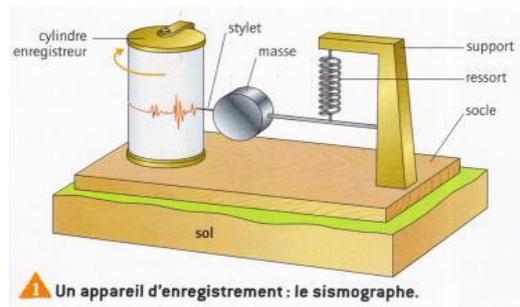
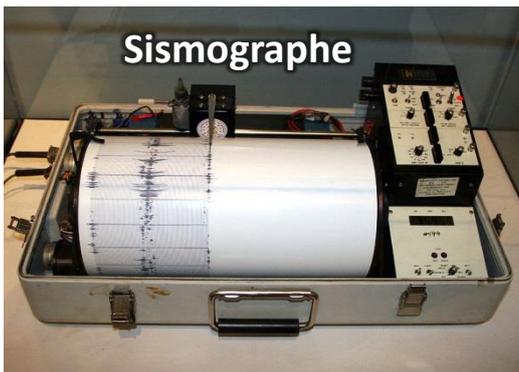
Foyer (hypocentre) : zone où se produit la rupture de la faille à l'origine du séisme.

Epicentre : Point en surface du sol où la terre a tremblé avec plus de force (plus de dégâts).

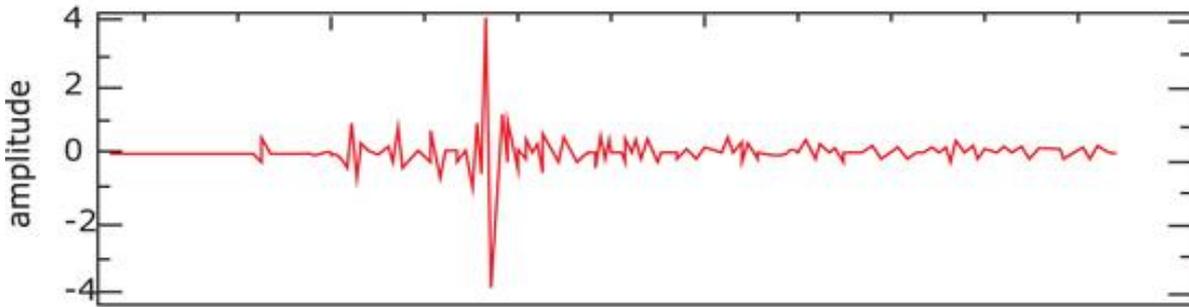
4-Enregistrement et propagation des ondes sismiques :

Un séisme provoque des vibrations de la roche. Ces vibrations sont appelées des **ondes sismiques**. Ces ondes sismiques peuvent être enregistrées par un **sismographe**. Le sismographe produit des graphiques appelés « **sismogrammes** ».

L'épicentre d'un séisme est l'endroit en surface où l'intensité du séisme est la plus forte. Plus on s'éloigne de l'épicentre, plus les ondes sismiques s'affaiblissent.



□ On obtient des sismogrammes comme ci-dessous :



Doc. :
Enregistrement d'une
onde sismique : un
sismogramme

Quelques définitions

Sismomètre / sismographe : appareil servant à enregistrer les ondes sismiques

Sismogramme : enregistrement obtenu avec un sismographe, il permet d'obtenir la puissance, la durée et l'heure du séisme.

Onde sismique : vibrations produites par un séisme

Faïlle : Cassure de l'écorce terrestre qui partage un ensemble rocheux en deux compartiments décalés.

5- Les ondes sismiques :

À la suite de la rupture au niveau du foyer, les ondes sismiques se propagent dans toutes les directions.

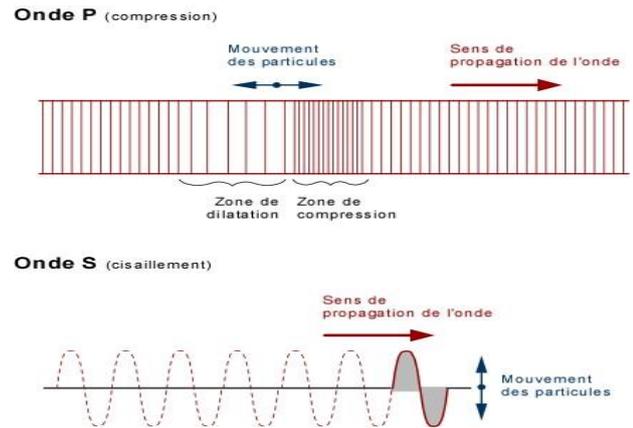
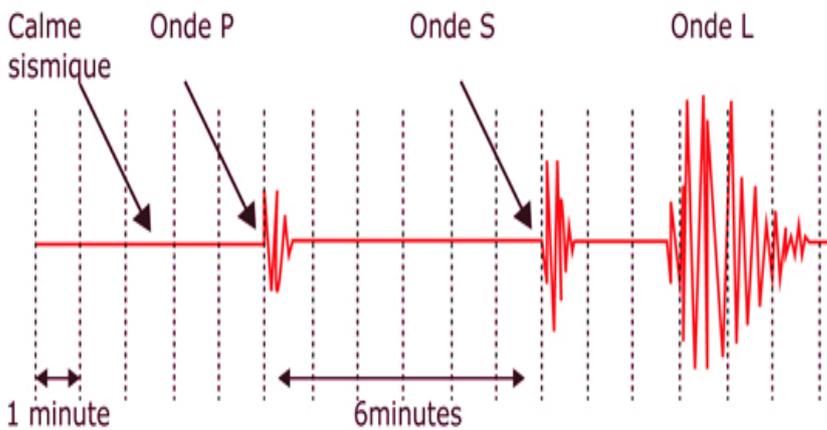
Le même phénomène de propagation d'ondes est observable lorsque l'on jette un caillou dans l'eau. Les ondes se propagent tout autour, même en profondeur.

La vitesse de propagation des ondes sismiques dépend de la nature des roches qu'elles traversent. Plus les roches sont dures plus les ondes sismiques se propagent rapidement.



Il existe trois formes d'ondes sismiques :

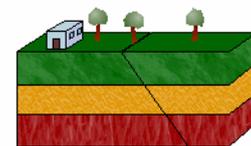
- **Ondes P : ondes de compression (onde Premières)** Elles se déplacent donc en créant des zones de dilatation (zones de décompression) et des zones de compression.
- **Ondes S : ondes de cisaillement (ondes Secondes)** ondes de cisaillement : elles consistent en des mouvements perpendiculaires à la direction de propagation des ondes.
- **Ondes L : ondes de surface**



Les ondes P	Les ondes S	Les ondes L
Ce sont les ondes les plus rapides (6 km/s en moyenne) Elles sont par conséquent les premières à être enregistrées par un sismographe	La vitesse de propagation des ondes S dans la croûte terrestre est d'environ 3,5 km/s	Elles sont moins rapides que les ondes P et les ondes S, mais sont de plus grande amplitude.
elles se propagent dans les solides, les fluides, les gaz	Ce sont des ondes transversales qui ne sont transmises que par les solides	Elles se propagent à la surface du globe et dans la croûte et provoquent tous les dégâts liés aux tremblements de terre.

Remarque : Les Ondes S ne se propagent pas dans les milieux de nature liquide.

6- la naissance des ondes sismiques :



Le mécanisme à l'origine des séismes

En profondeur, les roches sont soumises à des **contraintes** (pression, écartement...). Sous l'effet de ces **contraintes**, les roches se **déforment** et **accumulent de l'énergie** parfois pendant des siècles. **Quand les contraintes deviennent trop importantes, les roches cassent à l'endroit où elles sont le plus fragiles (=faille).** L'énergie emmagasinée est alors libérée sous forme de **vibrations appelées ondes sismiques** qui partent de la zone de rupture (=foyer) et se dispersent ensuite dans toutes les directions. L'énergie libérée constitue la **magnitude du séisme, qui est mesurée sur l'échelle de Richter.**

Activité 2

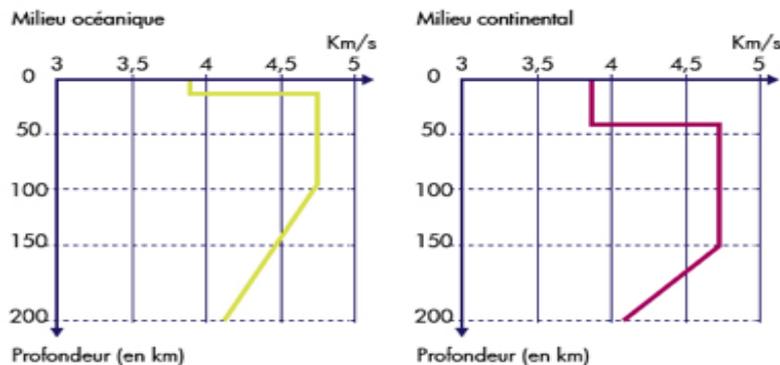
Relation entre Séismes et tectonique

1-la structure interne de la terre :

L'étude de la propagation des ondes sismiques a permis la connaissance de la structure interne du globe terrestre.

Un ralentissement de la vitesse des ondes sismiques traduit une Diminution de la rigidité des roches qu'elles traversent.

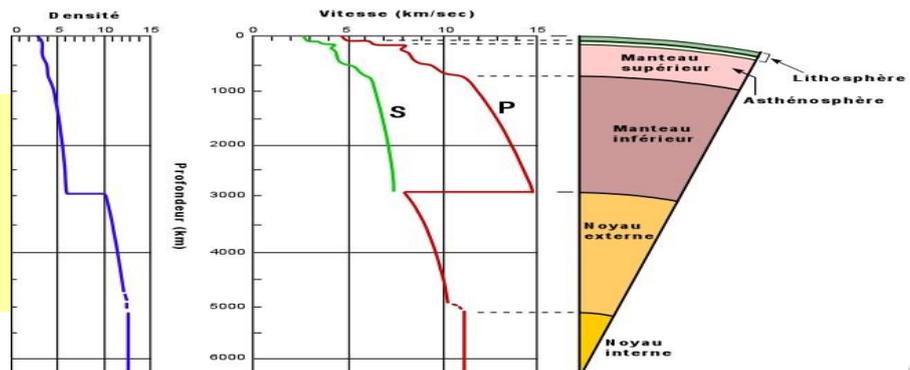
Le graphique ci-dessous montre que la vitesse des ondes sismiques n'est pas constante à l'intérieur de la terre : vers 100 km de profondeur en milieu océanique et vers 150 km de profondeur en milieu continental, on remarque une baisse de la vitesse des ondes. Les ondes traversent onc à ce moment un milieu moins rigide que le précédent.



Cette variation de vitesse a permis de matérialiser les limites entre deux coques ou enveloppes de nature différente :

- la lithosphère de 0 à 100 ou 150 km de profondeur, formée de roches très rigides.
- l'asthénosphère, située sous la lithosphère, est moins rigide et ca de 100(ou 150) à 700 km de profondeur.

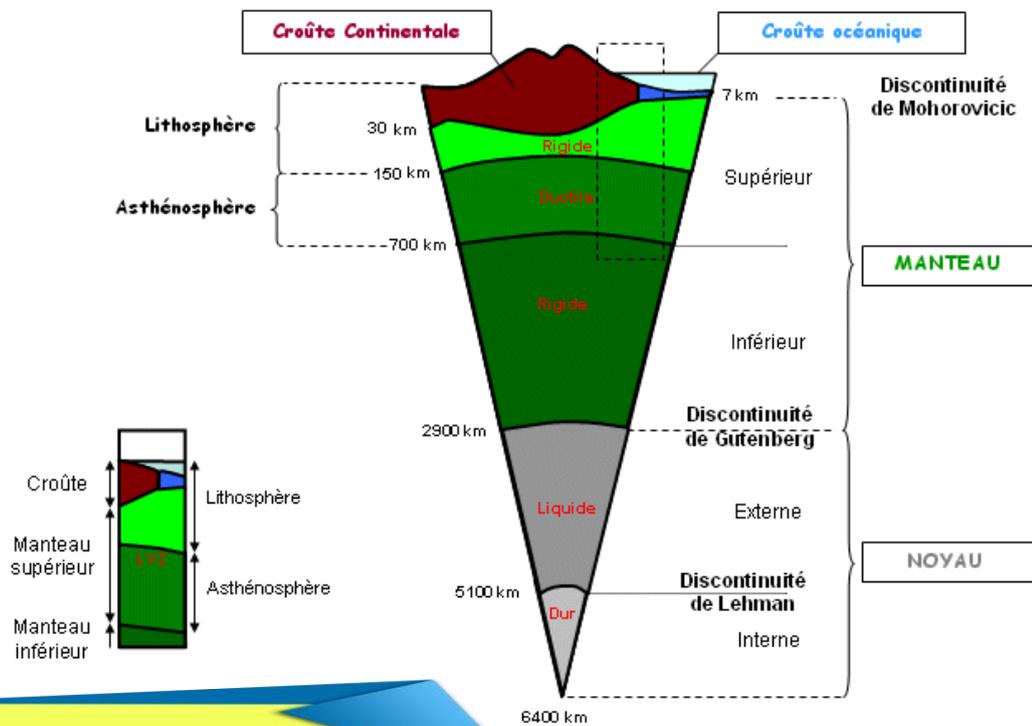
Comportement des ondes P et S en profondeur permet de connaître la structure interne de la terre.



La structure interne de la Terre, ainsi que l'état et la densité de la matière, ont été déduits de l'analyse du comportement des ondes sismiques. **Les ondes P se propagent dans les solides, les liquides et les gaz, alors que les ondes S ne se propagent que dans les solides.** On sait aussi que la vitesse de propagation des ondes sismiques est proportionnelle à la densité du matériel dans lequel elles se propagent.

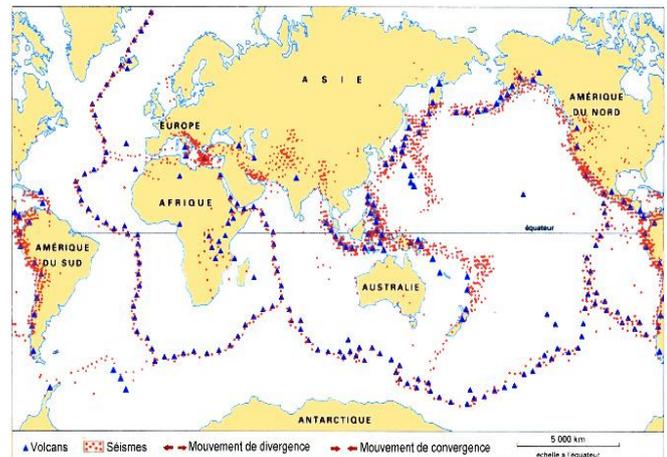
Les sismologues **Mohorovicic, Gutenberg et Lehmann** ont réussi à déterminer l'état et la densité des couches par l'étude du comportement de ces ondes sismiques. La vitesse de propagation des ondes sismiques est fonction de l'état et de la densité de la matière.

SCHEMA BILAN DE LA STRUCTURE INTERNE DU GLOBE TERRESTRE



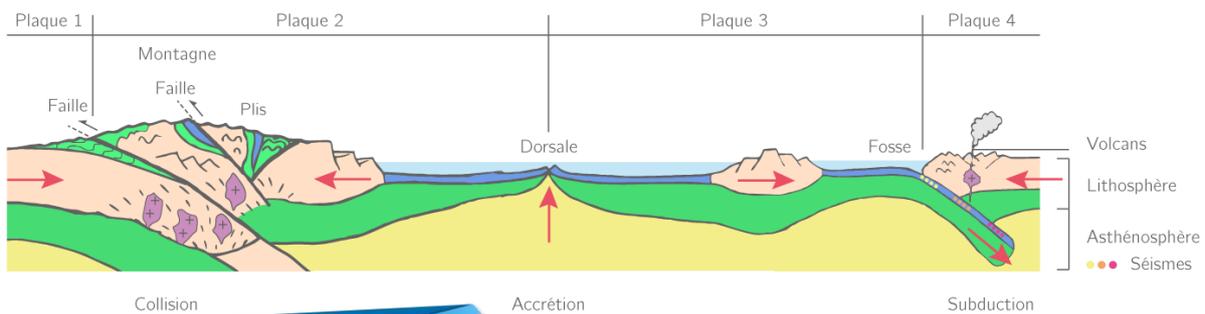
2-Localisation et répartition des séismes

Si l'on confronte la carte de répartition des séismes et la carte de tectonique des plaques, on constate que les séismes se localisent préférentiellement au niveau des frontières des plaques, ce qui témoigne que les tremblements de terre sont manifestement liés aux mouvements des plaques.



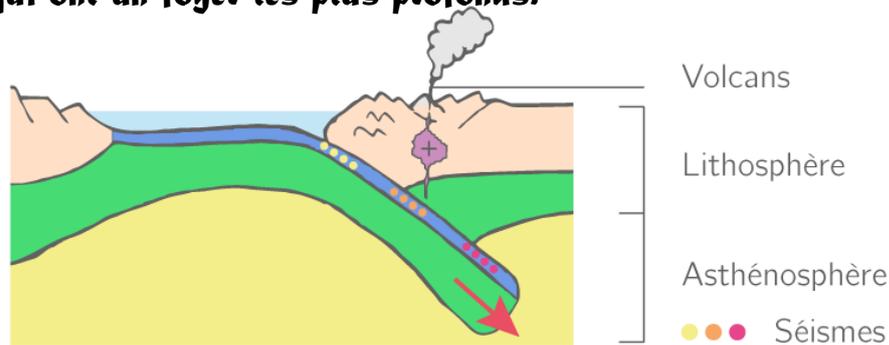
3-Dorsale océanique :

On retrouve les séismes dans les zones de divergence ou d'écartement qui donnent naissance aux **dorsales océaniques**. Ces zones sont le siège de nombreux tremblements de terre relativement modérés.



4-Zone de subduction :

On retrouve aussi des séismes dans les zones de convergence, d'affrontement qui correspondent aux **zones de subduction**. C'est là qu'on retrouve les tremblements de terre les plus violents et ceux qui ont un foyer les plus profonds.



5-Conclusion :

Les séismes sont des phénomènes naturels dus aux mouvements des plaques tectoniques. Ils créent des ondes sismiques qui peuvent être détectées à l'aide de sismographes.

Il existe plusieurs manières de se protéger des risques sismiques comme **la prévention ou la construction d'infrastructures spécifiques et de bâtiments répondant à des normes parasismiques**.

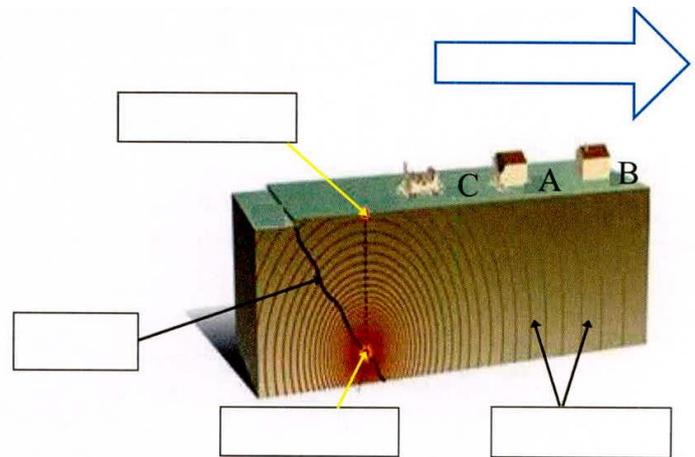
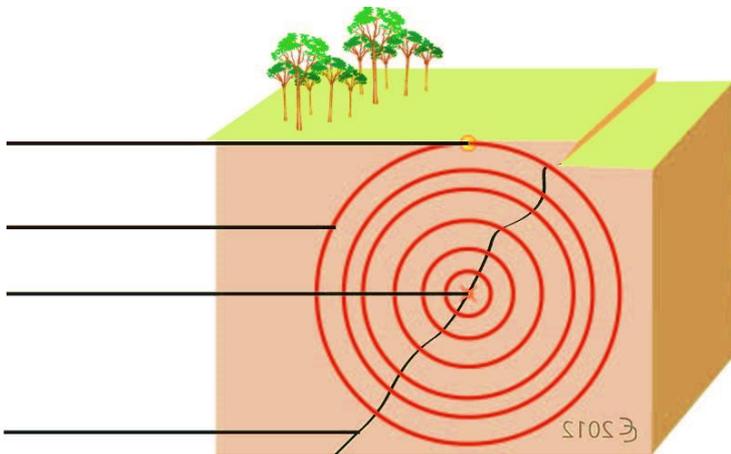
Exercices

1-Définir les mots suivants :

- Foyer(Hypocentre):
- Epicentre :
- Intensité :
- Magnitude :
- Onde sismique :
- Séisme :
- Sismogramme :
- Sismographe :

2-Le schéma ci-dessous montre la naissance d'un séisme, sa propagation et ses effets.

Mettre dans chaque case le nom qui lui convient parmi les expressions suivantes : Ondes sismiques, foyer, epicentre, faille, intensité décroissante. Classifier les points A,B et C dans l'ordre décroissant par rapport aux dégâts.



3-Rédige des phrases avec les mots suivants :

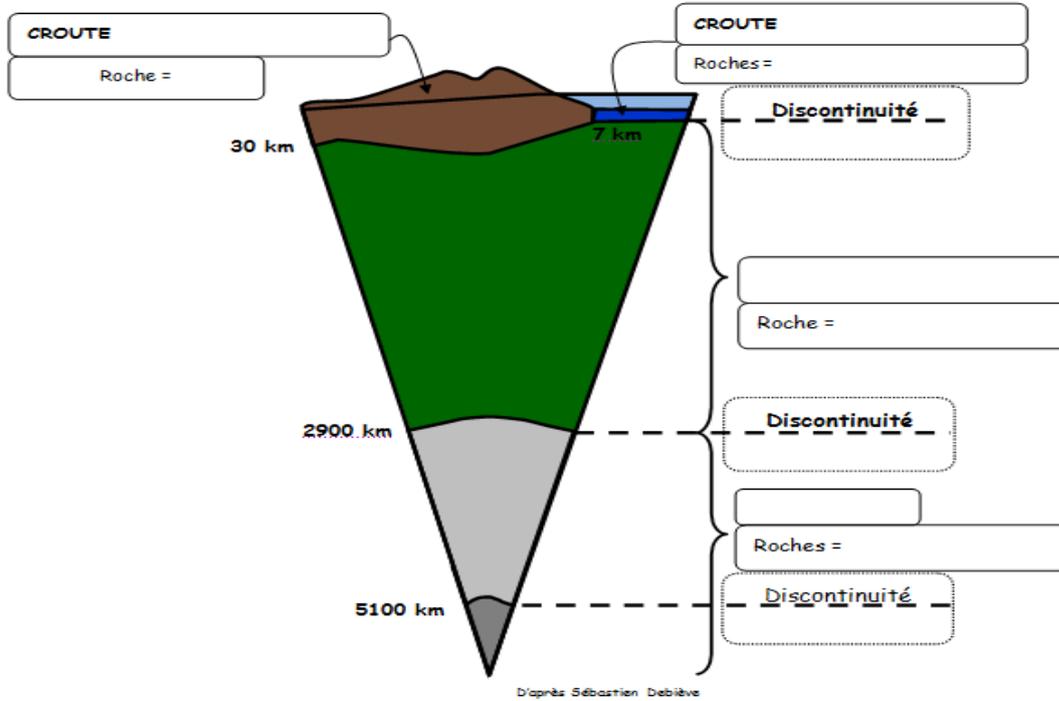
a. onde sismique, sismomètre, enregistrer

.....

b. rupture, foyer, profondeur, séisme, terre

.....

4- Compléter les légendes du schéma suivant :



5-Vrai/Faux

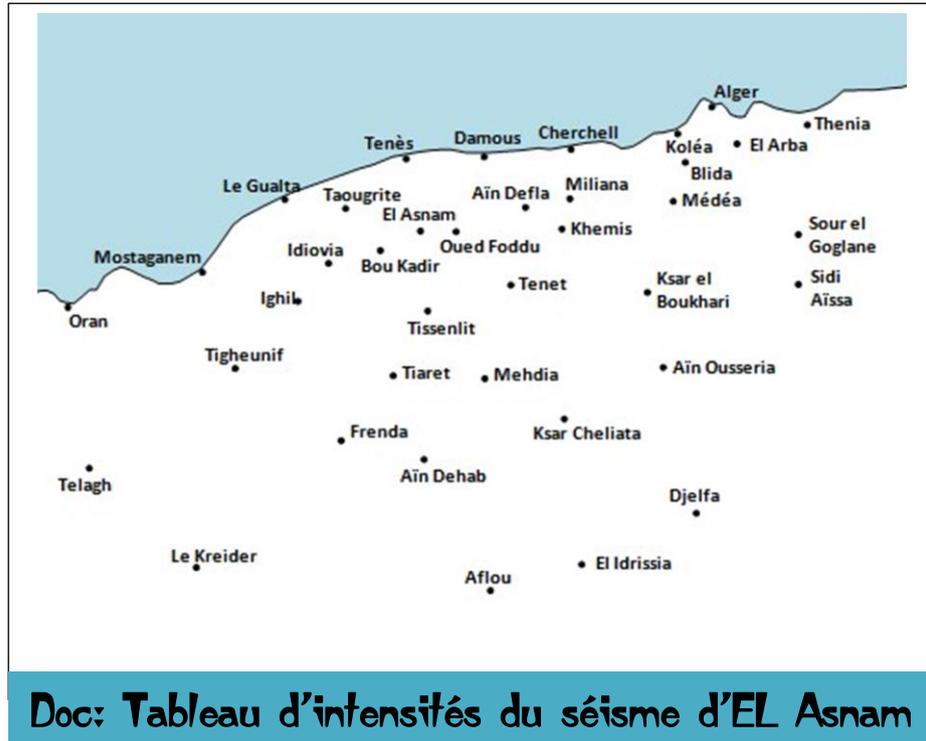
▪ Plus on s'éloigne de l'épicentre, plus l'intensité du séisme est faible.	
▪ L'épicentre est la région terrestre où les secousses sismiques sont les moins importantes.	
▪ Des sismographes peuvent enregistrer des séismes très loin de leur épicentre	
▪ Les dégâts provoqués par un séisme ne dépendent que de la profondeur du foyer.	
▪ A partir du foyer, des ondes se propagent dans toutes les directions de l'espace.	
▪ les ondes sismiques propagent dans toutes les directions.	
▪ Les Ondes S ne se propagent pas dans les milieux de nature liquide.	
▪ Plus les roches sont dures plus les ondes sismiques se propagent rapidement.	

Le 10 octobre 1980, un séisme d'une magnitude de 7,2 sur l'échelle de Richter s'est produit dans le nord de l'Algérie entraînant la mort de plus de 3500 personnes.

Le tableau ci-contre donne les degrés d'intensité observés dans 38 villes de la région.

- à l'aide du tableau, écrivez sur la carte ci-dessous à côté de chaque ville le degré d'intensité observé.
- Reliez sur la carte, les villes où l'on a observé la même intensité (courbe isoséistes)
- Dans quelle ville l'intensité a-t-elle été la plus élevée?

Aflou	4	Ksar el boukhari	6
Ain Defla	8	Le Gualta	6
Ain Dehab	5	Le Kreider	4
Ain Ousseria	5	Médza	6
Algèr	6	Mehdia	6
Blida	6	Miliana	7
Bou Kadir	8	Mostaganem	5
Cherchell	7	ORAN	4
Damous	8	Oued Foddu	9
Djelfa	4	Sidi Aïssa	4
El Arba	5	Sour el Goglane	4
EL ASNAM	9	Taougrite	7
El idrissia	4	Telagh	4
Frenda	5	Tenès	7
Ighil	6	Tenet	7
Idiovia	7	Thénia	4
Khemis	7	Tiarzt	6
Kolza	6	Tighzunif	5
Ksar Cheliata	5	Tissensilt	7



Doc: Tableau d'intensités du séisme d'EL Asnam

7-L'énoncé ci-dessous indique l'évolution de la vitesse de propagation des ondes sismiques ainsi que l'évolution de la rigidité des roches des milieux traversés.

Profondeur (en km)	Vitesse des roches sismiques(en km/s)	Rigidité des roches du milieu traversé
0 à 39	3,9	+ rigide
39 à 150	4,75	
150 à 175	4,4	- rigide
175 à 200	4,1	

1. Indiquer comment varie la vitesse des ondes sismiques en dessous de la profondeur 150 Km.
2. Indiquer comment varie la rigidité des roches du milieu traversé en dessous de la profondeur 150 Km.
3. La lithosphère continentale correspond à la partie du globe constituée de roches plus rigides. Déterminer l'épaisseur de la lithosphère continentale.
4. Indiquer comment varie la vitesse des ondes sismiques quand la rigidité des roches du milieu traversé diminue.