

Chapitre 2 : Les séismes et la tectonique des plaques

Introduction :

Les séismes se manifestent en surface de la terre par des secousses dues à des vibrations, en provoquant des dégâts plus ou moins importants sur la surface de la terre.

Question à résoudre :

- Comment réalise-t-on l'enregistrement d'un séisme ?
- Quelle est l'origine des séismes ?
- Quelle est l'importance des ondes sismique dans l'étude de la structure interne de la terre ?
- Quelle relation existe-elle entre les séismes et la tectonique des plaques ?

I-Quelques méthodes d'étude des séismes

1-L'enregistrement des secousses sismiques et l'évaluation de l'intensité et de la magnitude d'un séisme

a- Mesure de l'intensité du séisme sur l'échelle de MSK

- Comment mesurer l'intensité des séismes sur l'échelle de MSK ?

Document 2 Document présentant l'échelle MSK de mesure de l'intensité des séismes. (MSK : Medvedev, Sponheuer et Karnik, 1964)

Degrés d'intensité	Dégâts observés
I	Seuls les sismographes très sensibles enregistrent les vibrations.
II	Secousses à peine perceptibles, quelques personnes au repos ressentent le séisme.
III	Vibrations comparables à celles provoquées par le passage d'un petit camion.
IV	Vibrations comparables à celles provoquées par le passage d'un gros camion.
V	Séisme ressenti en plein air. Les dormeurs se réveillent.
VI	Les meubles sont déplacés.
VII	Quelques lézardes apparaissent dans les édifices.
VIII	Les cheminées des maisons tombent.
IX	Les maisons s'écroulent. Les canalisations souterraines sont cassées.
X	Destruction des ponts et des digues. Les rails de chemin de fer sont tordus.
XI	Les constructions les plus solides sont détruites. Grands éboulements.
XII	Les villes sont rasées. Bouversements importants de la topographie.

Figure

1

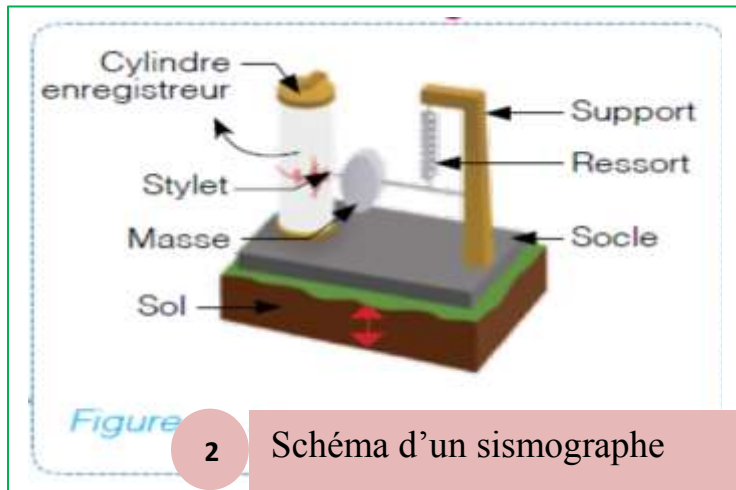
Mesure de l'intensité du séisme sur l'échelle de MSK

L'échelle MSK décrit les effets d'un Séisme en termes de destructions des installations humaines et de modifications de l'aspect du terrain, mais également en termes de dégâts humains en un lieu donné.

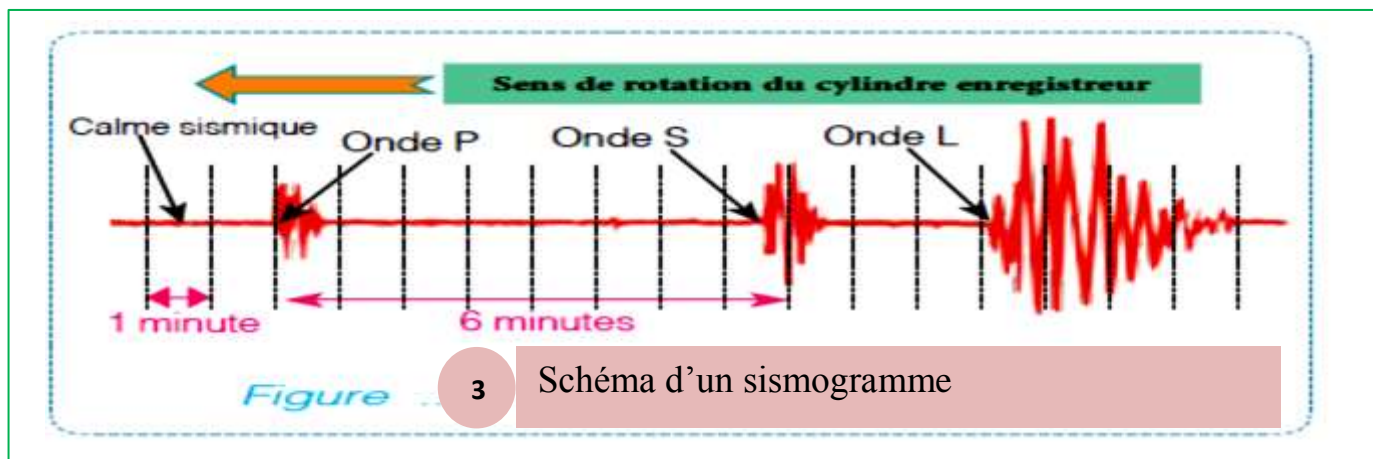
b-La mesure de la magnitude des séismes sur l'échelle de Richter

La mesure de la magnitude (force du séisme) sur l'échelle de Richter est basée sur la mesure de la quantité d'énergie libérée lors d'un séisme. la détermination de cette magnitude est réalisée par des appareils spéciaux : **les sismographes**.

- Expliquer le principe de fonctionnement du sismographe



Un sismographe est constitué d'un **socle** solidaire du sol, sur lequel est fixé un **cylindre enregistreur** et d'un **pendule** qui du fait de sa très grande masse est pratiquement immobile. Lors d'une secousse, le socle est brutalement déplacé par les mouvements du sol et le **stylet** attaché au pendule inerte inscrit les vibrations sur un cylindre enregistreur tournant. L'enregistrement obtenu est un **sismogramme** (Voir document 2)



Il existe deux grands domaines de propagation des ondes:

– **les ondes de fond** qui se propagent à l'intérieur de la Terre et peuvent être enregistrées en plusieurs points du globe.

On distinguera 2 grands types : les ondes de cisaillement, ou ondes S, et les ondes de compression, ou **ondes P**.

– **les ondes de surface (ondes L)** qui se propagent à la surface du globe et dans la croûte terrestre ; elles provoquent tous les dégâts liés au séisme.

Remarque : Il existe une relation d'équivalences entre l'échelle de MSK et l'échelle de Richter

Echelle	Degrés d'intensité							
MSK	I et II	III	IV et V	VI	VII et VIII	IX	X et XII	XII
Richter	2	3	4	5	6	7	8	9

Figure 4 Les équivalences entre l'échelle de MSK et l'échelle de Richter

2-Comparaison entre l'intensité et la magnitude d'un séisme

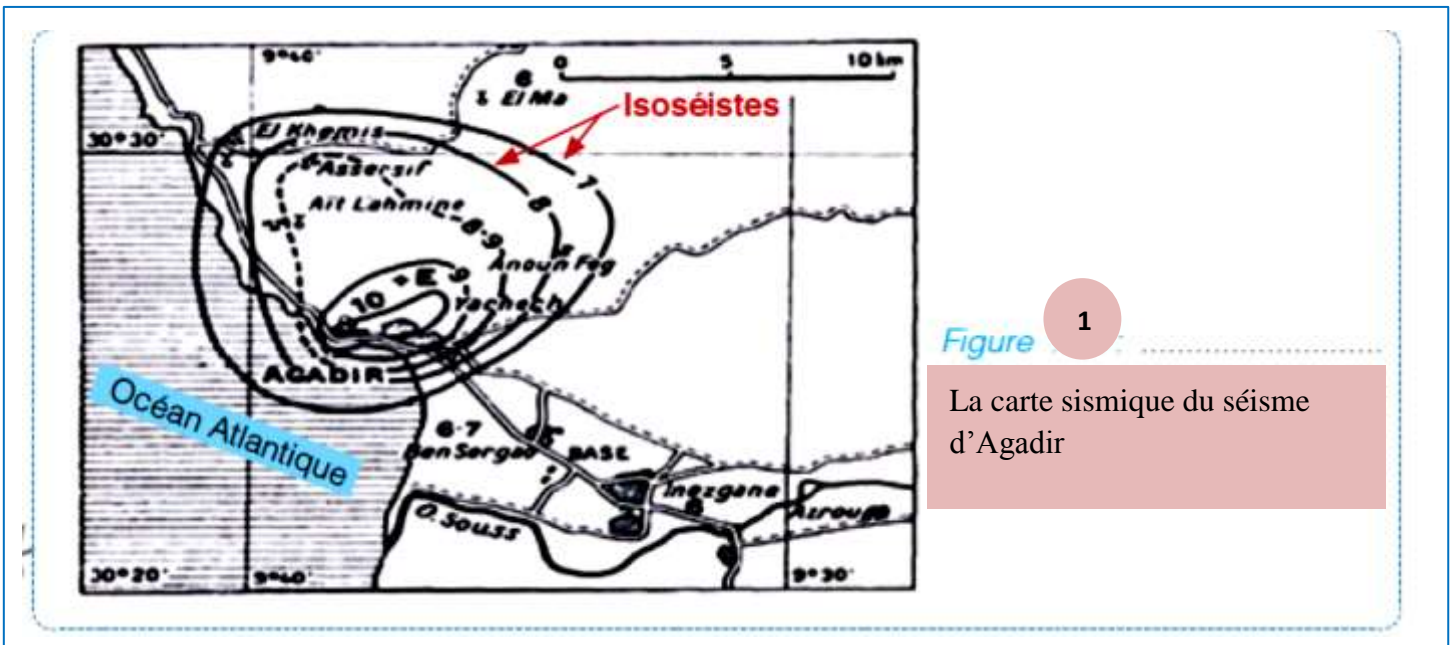
	Intensité	Magnitude
Définition	Mesure les effets que produit le séisme	Mesure l'énergie libérée par un séisme et permet d'évaluer sa puissance
Nom de l'échelle utilisée	Echelle de MSK	Echelle de Richter
Nombre maximale de niveaux à cette échelle	12	9
Comment est-elle évaluée ?	Par observation des dégâts	Par les sismographes

II- Les caractéristiques principales d'un séisme :

1-Etude de la carte sismique d'une région.

- Activité 1

-Le document suivant représente la carte sismique établie après le séisme d'Agadir en 1960 :



- 1-Que représentent les courbes figurées sur la carte ?
- 2- Quel est le point qui a connu l'intensité la plus élevée du séisme ? Comment appelle-t-on ce point ?
- 3-Définir l'épicentre
- 4- Comment varie l'intensité du séisme lorsqu'on s'éloigne de l'épicentre ?

Eléments de réponse :

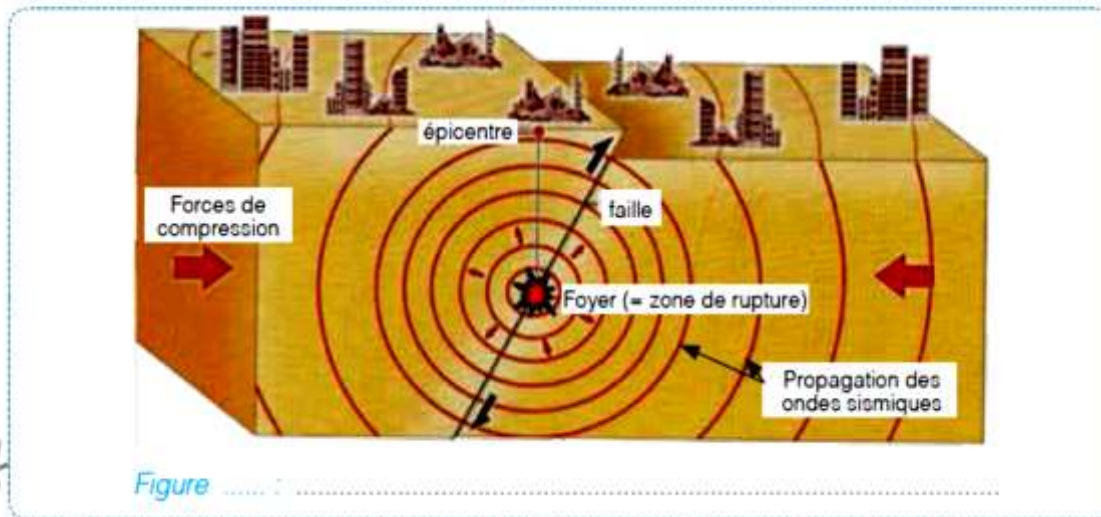
- 1-Elles représentent *les courbes isoséistes*, c'est l'ensemble des points de même intensité sismiques dont les chiffres indiquent le degré de l'intensité du séisme à ces points.
- 2- Le point qui a connu l'intensité la plus élevée est Agadir, on le qualifie de *l'épicentre*
- 3-L'épicentre : C'est le point de surface du globe où l'intensité du séisme a été la plus intense.
- 4-L'intensité du séisme diminue en s'éloignant de l'épicentre vers les autres régions affectées

2-L'origine du séisme.

-Activité 2 :

-Le schéma ci-dessous représente un schéma modèle explicatif d'un séisme

Document 4 Document présentant, en bloc diagramme, un modèle explicatif de la genèse des secousses sismiques.



1-Quel est le point qui est à l'origine de la genèse des ondes sismiques, comment s'appelle ce point ?

2-D'après le document, expliquez pourquoi l'épicentre connaît l'intensité la plus importante lors d'un séisme ?

3-En se basant sur le document et sur vos réponses précédentes, expliquer l'origine des ondes sismiques et ses impacts lors de sa propagation sur la surface de la terre.

Eléments de réponse :

1-Les ondes sismiques se propagent à partir d'un point de rupture suite à une faille, ce point est nommé : **l'hypocentre** (zone de rupture des roches)

2- l'hypocentre: lieu où commence la rupture des roches à l'origine d'un séisme. Il est situé en profondeur.

3-L'épicentre se situe à la verticale du foyer c'est donc le point de surface le plus proche de l'hypocentre qui va subir les premières ondes sismiques.

4-Les ondes sismiques ont lieu suite à une rupture (faille) au niveau de la croûte terrestre après une accumulation d'énergie en un point donné. Elles se propagent à partir de l'hypocentre vers la surface où cela provoque des dégâts importants notamment au niveau de l'épicentre.

Bilan :

Les séismes génèrent des ondes sismiques se propageant dans toute la terre. Le passage des ondes à travers le sol provoque des vibrations pouvant être ressenties à la surface.

Le séisme est caractérisé par :

-**La magnitude** : elle traduit l'énergie libérée par le séisme. Elle s'obtient par la mesure de l'amplitude des ondes enregistrées par un sismographe

•**L'intensité** : elle mesure les effets et dommages du séisme à la surface de la terre en un lieu donné.

•**L'hypocentre** : point origine de la rupture sur le plan de faille d'où partent les ondes sismiques.

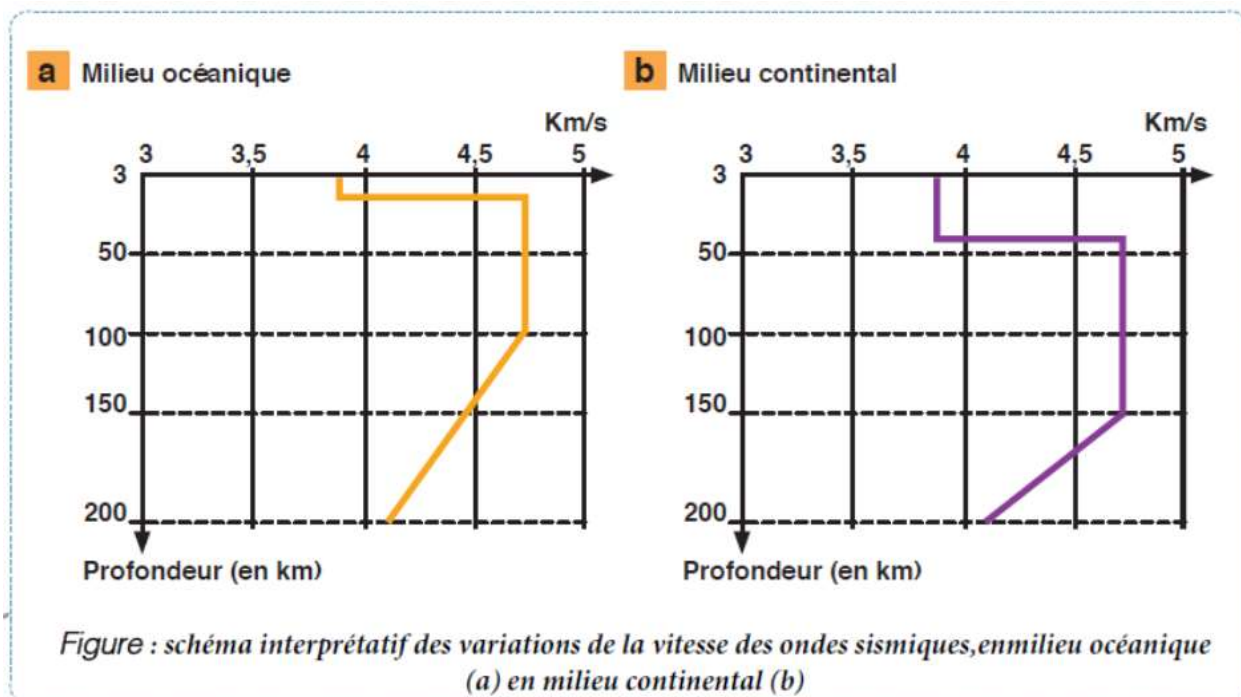
•**L'épicentre** : point situé à la surface terrestre, à la verticale du foyer.

III-L 'importance de l'étude des ondes sismique dans la détermination de la structure interne de la terre

1-Découvrir la structure de la lithosphère

Activité 1

Le document ci-dessous montre la variation des ondes sismiques S de la surface de la terre à une profondeur de 200 km. (Doc 1 page 30 manuel univers)



1-Déterminer les profondeurs auxquelles une variation de vitesse des ondes sismiques S s'est produite, puis expliquer cette variation.

2-A partir du graphique (a) et (b), comparer l'épaisseur la croûte terrestre et du manteau supérieur sous le continent et sous l'océan.

Eléments de réponse :

1-La 1ere variation de vitesse est brutale et se produit à une profondeur de 7km sous les océans et 35km sous les continents, il marque l'existence d'un changement de la composition du milieu so. C'est la **discontinuité de MOHO**.

La 2eme variation de vitesse se produit vers 70km sous les océans et 150km sous les continents et désigne la limite du manteau supérieur.

2-L'étude de la variation de la vitesse des ondes sismiques S permet de mettre en évidence la structure de la lithosphère :

La croute terrestre : constituée d'une croute continentale plus épaisse et d'une croute océanique moins épaisse.

Le manteau supérieur : se situe entre 35km et 200km sous les continents et entre 7km et 70km sous les océans. Il constitue avec la croute terrestre qu'on appelle **la lithosphère**.

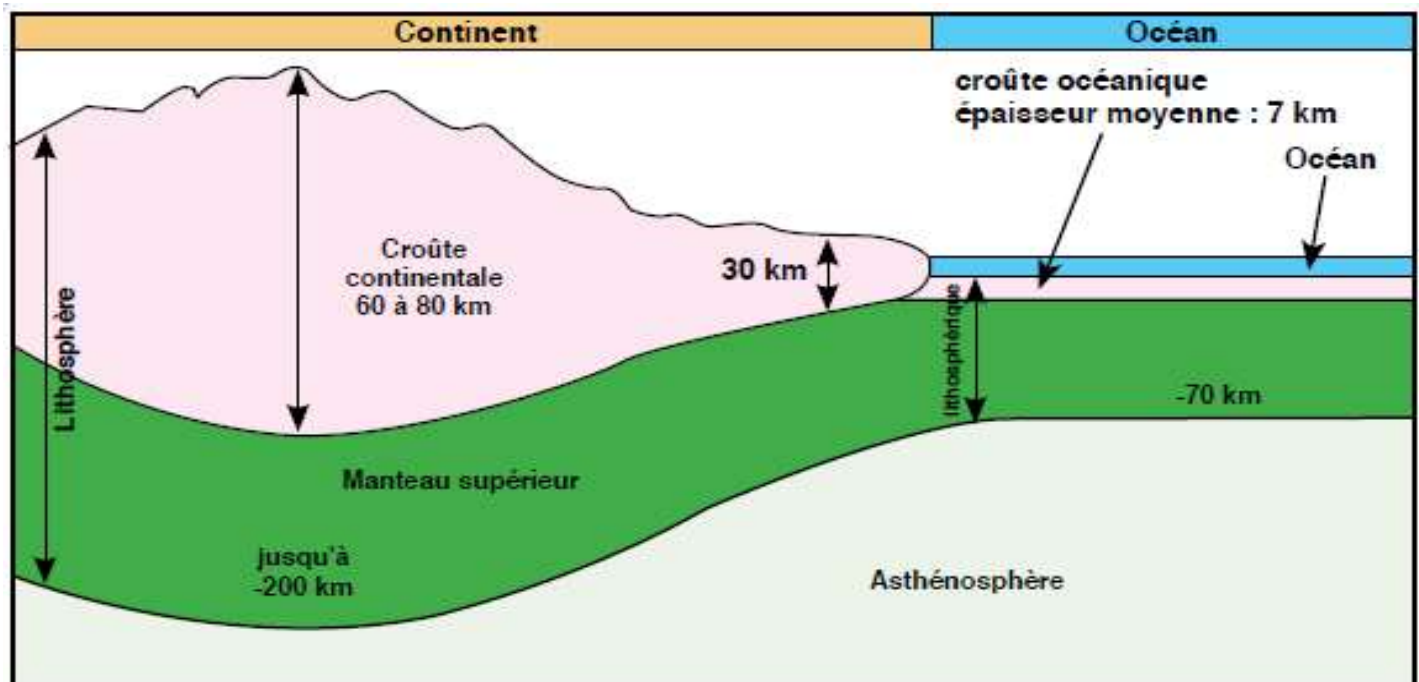
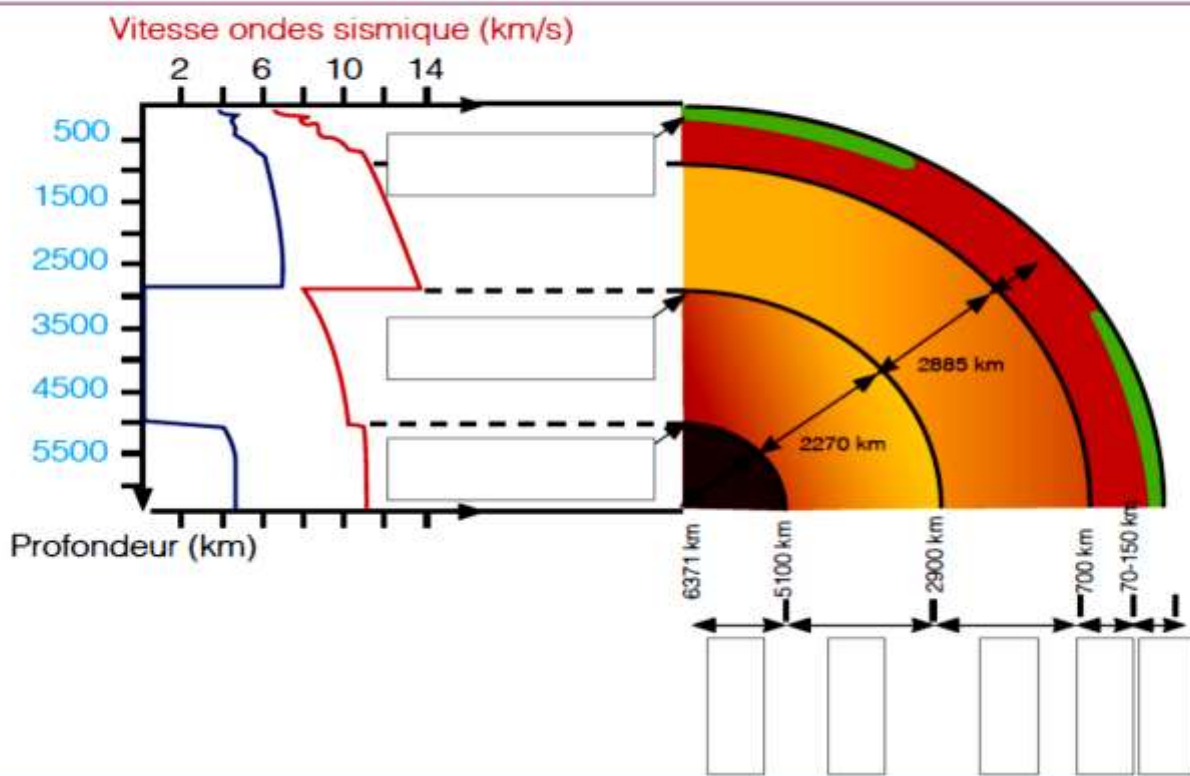


Figure : Schéma de la structure de la lithosphère

2-Découvrir la structure interne de la terre :

Activité 2 :

Le document ci-dessous représente graphiquement la variation de la vitesse de propagation des ondes sismiques Pet S en fonction de la profondeur du globe terrestre.



- 1 - A partir du document, déterminer les vitesses de propagation des ondes sismiques aux profondeurs définies dans le tableau ci-dessous : (compléter le tableau).

Profondeur (Km)	vitesse de l'onde P	vitesse de l'onde S
à la surface
1500
3500
5500

- 2 - Identifier les profondeurs où se passent des changements brusques dans la vitesse de propagation des ondes P et S ?

.....

.....

- 3 - Comment explique-t-on ces variations brutales de la vitesse au niveau de ces profondeurs?

.....

.....

- 4 - En se basant sur tes réponses et tes connaissances, compléter la légende du schéma représentant la structure interne du globe terrestre.

Eléments de réponse :

1- Voir tableau

2- Le graphique montre 3 changements brutaux de la vitesse qui désignent 3 discontinuités :

- **La discontinuité de Moho** : Entre 10 Km et 40 Km de profondeur.

- **La discontinuité de Gutenberg** : Vers 2900 Km de profondeur.

- **La discontinuité de Lehmann** : Vers 5150 Km de profondeur.

3- Un changement de la vitesse de propagation des ondes correspond à un changement de l'état physique lors du passage d'un milieu à un autre, D'où l'existence de différentes enveloppes constituant la structure interne globe terrestre.

4- Voir schéma

Bilan

L'étude de la vitesse des ondes sismique a permis d'identifier 3 discontinuités permettant de distinguer 4 enveloppes constituant la structure de la terre selon le tableau suivant:

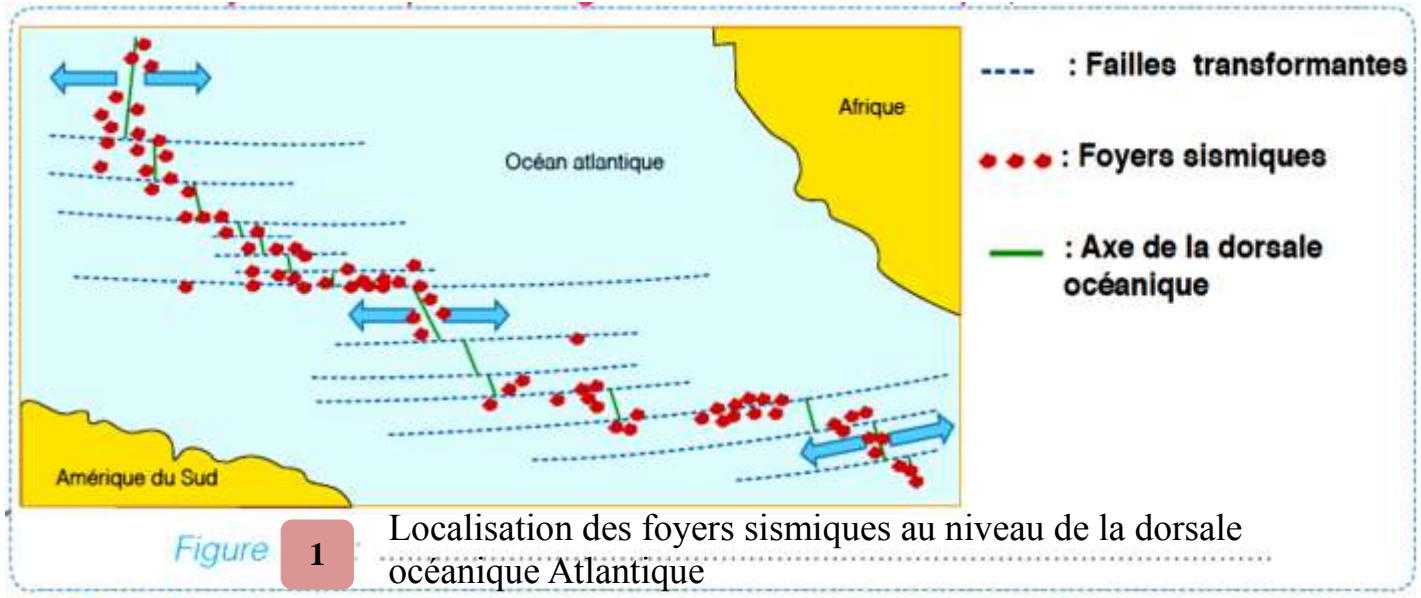
		L'état physique	La profondeur (Km)	Lithosphère
La croûte		Rigide	0 à 35	
Le manteau	Manteau supérieur	Rigide	35 à 200	
	Asthénosphère	Ductile	200 à 700	
	Manteau inférieur	Ductile	700 à 2900	
Le Noyau	Noyau externe	Liquide	2900 à 5100	
	Noyau interne (Graine)	Rigide	5100 à 6400	

IV-La relation entre les séismes et la tectonique des plaques

1- Au niveau des dorsales océaniques

La répartition géographique des séismes actuellement montre que la plupart de ces séismes se produisent dans des zones limitant les plaques lithosphériques, ce qui suggère une relation entre la mobilité de ces plaques et les phénomènes sismiques.

a-Observation



Les dorsales médio-océaniques est le siège d'une activité sismique importante en continu. Les séismes au niveau des dorsales se produisent à faible profondeur sous l'axe de la dorsale. On constate l'existence des failles transformantes qui se trouvent perpendiculaire à la dorsale.

b-Conclusion

Les séismes superficiels au niveau des dorsales médio-océaniques sont dus au jeu des failles transformantes dans la lithosphère océanique suite à des contraintes extensibles qui caractérisent les zones de divergences.

2-Au niveau des fosses océaniques

- Activité 3

Les figures ci-dessous permettent d'établir le lien entre le mouvement des plaques et les phénomènes sismiques au niveau des fosses océaniques. (Répartition des séismes le long de la fosse océanique de la côte Ouest de la plaque Sud-américaine).

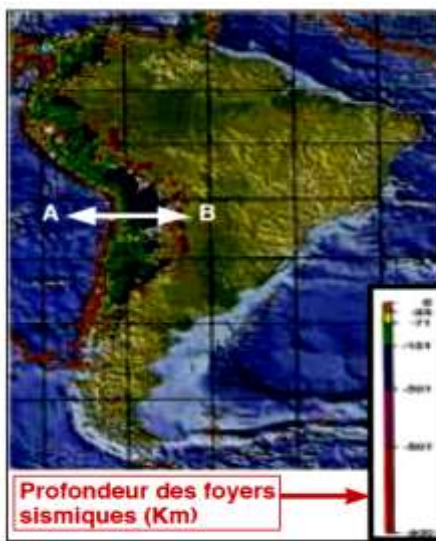


Figure 1 Carte de la répartition des séismes dans le continent sud-américain

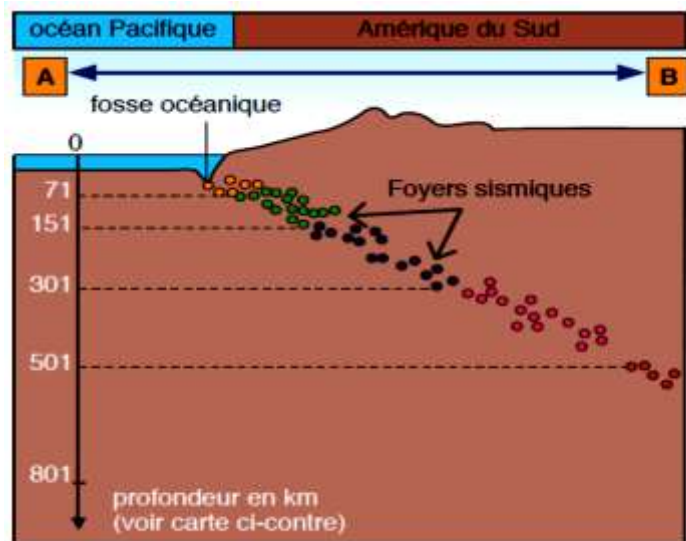


Figure 2 La répartition des séismes dans le long de la fosse océanique

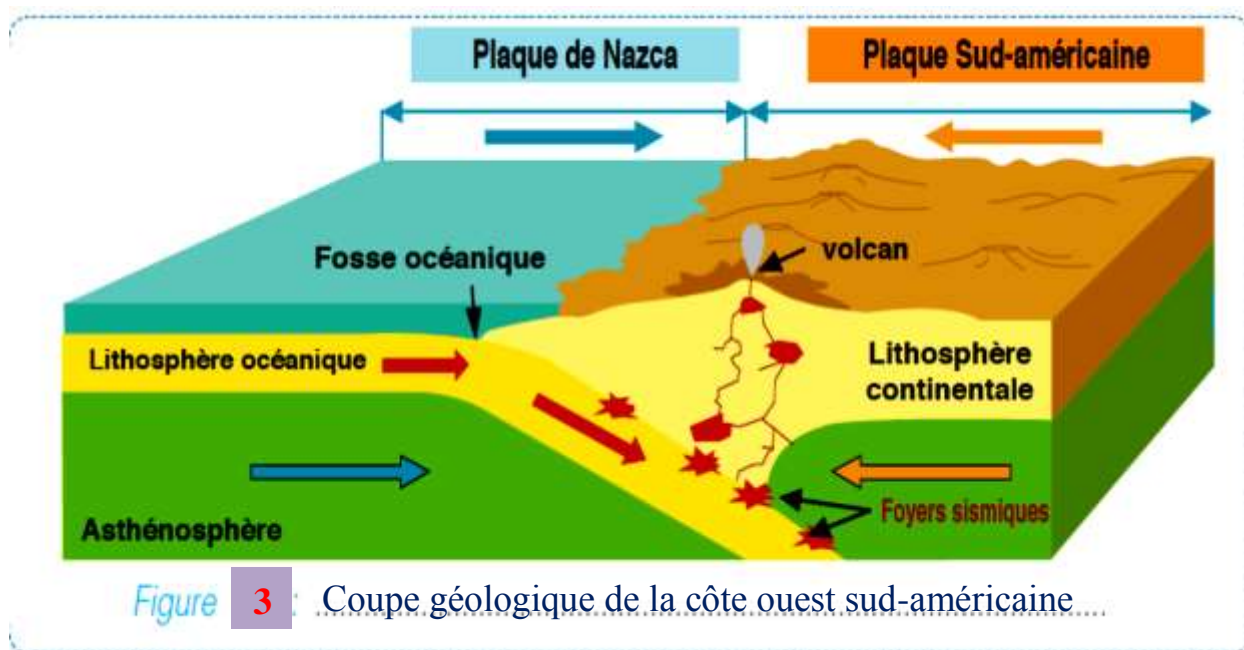


Figure 3 Coupe géologique de la côte ouest sud-américaine

1-Décrire la répartition des foyers sismiques au niveau de la côte ouest sud-américaine (figure 1).

2- D'après la figure 2, décrire la répartition des Foyers sismique selon la coupe AB

3-Pour expliquer cette répartition en se base sur la figure (3)

3-a-Que se passe-t-il à la lithosphère océanique au niveau de la fosse océanique.

3-b- Que peut-on conclure

-Les éléments de réponse :

1-Les séismes se répartissent tout au long de la marge occidentale de l'Amérique du sud.

2- D'après la figure (2), décrire la répartition des Foyers sismique selon la coupe AB

Les foyers sismiques se répartissent selon un plan oblique sous le continent de l'Amérique du sud appelé plan de Benioff. Ces foyers peuvent atteindre 500km de profondeur.

3-a-La lithosphère océanique plus dense s'enfonce et disparaît sous la lithosphère continentale moins dense sous l'effet des contraintes compressive au niveau des zone de divergence ce phénomène est appelé **phénomène de subduction** ظاهرة الطمر.

3-b- Au niveau des zones de subduction, les séismes sont caractérisés par foyers profonds repartis selon un plan incliné. Ces séismes se produisent sous l'effet des contraintes compressives qui aboutissent à l'enfoncement de la lithosphère océanique sous la lithosphère continentale.

—Remarque :

L'accrétion de la lithosphère océanique au niveau des dorsales médio-océaniques (zones d'écartement) et sa disparition au niveau des zones de subduction (zone de rapprochement) maintiennent le volume constant du globe terrestre