

M. E. S. S / R / T

JICA



SMASSE- NIGER

FORMATION DES PROFESSEURS DE MATHÉMATIQUES ET SCIENCES

**THEME : LES SEISMES ET LA STRUCTURE INTERNE DU GLOBE
TERRESTRE**

COMPILATION : GROUPE SVT

LES SEISMES ET LA STRUCTURE DE LA TERRE

A. Les séismes

I- Justification

L'enquête préliminaire de mai 2006 pour la mise en œuvre du projet SMASSE NIGER a montré que les enseignants éprouvent des difficultés pour enseigner les chapitres « les séismes » et « la structure interne du globe terrestre ».

Ces difficultés sont de deux ordres :

- La compréhension des mécanismes relatifs aux séismes ;
- Des difficultés dans le choix des activités d'enseignement/apprentissage.

Or presque chaque jour la presse rapporte la survenance des séismes de telle magnitude sur l'échelle de Richter, de plus les séismes sont un des moyens qui ont permis de connaître la structure interne du globe terrestre. Il est donc important de comprendre les séismes.

II- Objectifs généraux

- Comprendre les phénomènes sismiques ;
- Comprendre la structure interne du globe terrestre.

III- Objectifs spécifiques:

- Identifier les principales manifestations de surface des séismes.
- Expliquer les causes des tremblements de terre.
- Définir les caractéristiques d'un séisme : foyer, épicentre, intensité d'un séisme, magnitude, faille.
- Distinguer magnitude et intensité d'un séisme ;
- Interpréter un sismogramme ;
- Déterminer la structure du globe terrestre à partir des informations tirées de la sismographie.
- Localiser les zones de séismes à l'échelle du globe terrestre ;
- Citer les méthodes de prévention des séismes.

IV- Introduction :

Les séismes sont des phénomènes qui se produisent chaque jour à la surface du globe. Les sismographes sensibles décèlent en moyenne 2 séismes par minute. Parmi ces séismes une vingtaine seulement sont connus du public à cause des dégâts très importants qu'ils provoquent. L'étude des séismes a contribué à connaître les zones fragiles du globe et la structure interne de la terre. Elle permet aussi de prendre des mesures préventives.

Au cours de la présente formation les participants auront à examiner les activités qui leur seront proposées et échanger leurs expériences sur la meilleure façon d'aborder ces chapitres.

V- Manifestations et conséquences des séismes

Activité 1:

1. Manifestation d'un tremblement de terre:

- Taper avec un marteau, sous une table sur laquelle sont placés, à différents endroits et selon des orientations différentes des carreaux de sucre debout ou empilés (comme des immeubles). Observer et décrire ce qui se passe.
- Décrire ce que vous ressentez lorsqu'un camion passe à côté de vous ou quand une explosion très violente se produit à quelques dizaines de mètres de l'endroit où vous êtes ou même quand vous êtes à côté d'une femme qui pile.
- Pour mieux comprendre ce qui se passe au cours d'un tremblement de terre, lire le texte 1 ci-dessous et relever d'après ces témoignages ce que l'on ressent pendant un tremblement de terre.

2 - A partir de la lecture des textes 1 et 2 et de l'exploitation des photographies ci-dessous dites quelles sont les conséquences possibles d'un séisme?

Texte 1: « Tout d'un coup, à 9 heures 19 très exactement, nous entendons une formidable détonation, nous nous sentons progressivement secoués, on eut dit qu'on pressait fortement sur nos épaules pour nous affaïsser. Après ce mouvement de verticalité, un mouvement beaucoup plus fort de latéralité suivit; les chaises, tables, verres, carafes sont renversés, une cloison dégringola dans le café et la lumière s'éteignit. Une vive panique s'empare de nous tous, nous nous élançons vers la porte, nous nous bousculons, nous marchons sur des personnes qui, s'étant heurtées à des chaises, étaient tombées, et nous arrivons enfin sur la terrasse du café: Là, un spectacle bien plus navrant nous attendait. Toute une population surprise par le tremblement de terre que nous venions de subir, courait affolée dans les rues; ici, c'est une femme serrant dans ses bras son enfant nu et appelant à grands cris son mari; là, c'est un homme, Louis Isnard, demandant du secours pour retirer son père, sa mère, son frère et ses deux sœurs qui sont sous les décombres dans le quartier du Castellàs. C'est alors, qu'après avoir pensé à soi-même, on dut prendre courage et aller sortir des décombres meurtriers, les malheureuses victimes. De nombreux habitants se dévouèrent à cette tâche.

Pendant ce temps-là, la population évacuait Lambesc, et se retirait tristement sur le plateau de Berthoire. Hommes, femmes, enfants, vieillards, infirmes, quittaient leur demeure craignant qu'une nouvelle secousse ne vint augmenter le nombre des victimes.

Le lendemain, à l'aube, un nouveau spectacle navrant s'offrit à nos yeux, notre pauvre Lambesc nous apparut en ruines; en rentrant dans nos maisons, nous nous heurtâmes à des tas de plâtras, à des meubles renversés, à des objets que la terrible secousse avait réduits en miettes. Aucune maison n'avait échappé à la terrible catastrophe. » »

D'après Raymond Dauphin.

Texte 2 : Séisme meurtrier à Los Angeles

« Un tremblement de terre de magnitude 6,6 sur l'échelle de Richter a frappé la ville de Los Angeles (États-Unis) lundi 17 janvier vers 17 h 30 (heure de Paris). Ce séisme est le plus violent enregistré dans la ville depuis plus de vingt ans. Ressenti jusqu'à San Diego (200 km au sud) et à Las Vegas (450 km au nord-est).

Selon un bilan publié mardi 18 janvier à 8 h 30 (heure de Paris) ce séisme a fait au moins 30 morts et plus d'un millier de blessés. A Northridge, localité proche de l'épicentre, 14 personnes ont péri dans l'effondrement d'un immeuble. Plusieurs autoroutes se sont écroulées. De nombreux dégâts matériels ont été estimés à plusieurs centaines de millions de dollars. »

« Le Monde ». Mercredi 19 janvier 1994.

Bilan final: 65 morts, 3 000 blessés. 25 millions de dollars de dégâts.

Texte 3 : Un violent séisme ravage l'ouest de l'Inde

« Jamais l'Inde n'avait enduré de tremblement d'une telle violence depuis plus d'un demi-siècle. On recensait hier soir 16 000 morts selon l'agence indienne UNI, et des milliers de blessés souvent dans un état grave.

Il était 3 h 56 du matin, heure locale (23 h 26 heure de Paris), lorsque les sismologues ont enregistré une magnitude 6,4 sur l'échelle de Richter. C'est le district d'Osmanabad et la région de Latur, située à environ 450 km de Bombay et qui compte 947 villages, qui ont le plus souffert. Cinquante villages au moins ont été totalement rasés, et l'on comptait hier soir plus de 3 000 morts, rien que dans la petite ville de Khillari (10 000 habitants).

D'après les premiers témoignages, les habitants de la région, surpris en plein sommeil, ont été engloutis sous les débris de leurs maisons, faites de terre et de boue. Killari, où les maisons sont plus robustes (briques et pierres) n'a pas davantage résisté au séisme et ne serait plus qu'un champ de ruines, d'après les premiers témoignages. »

« Libération » Vendredi 1^{er} octobre 1993.

Texte 4 : Un séisme fait des milliers de morts dans l'est de l'Iran

« Un violent tremblement de terre, atteignant 7,1 sur l'échelle de Richter, a frappé samedi vers midi l'est de l'Iran, faisant 2 400 morts et des dizaines de milliers de blessés, selon le dernier bilan rendu public par le Croissant Rouge iranien.

L'organisation précise que 2 000 villages ont été entièrement rasés dans la région de Ghaen et de Birjand, épicentre du séisme.

L'Iran a lancé un appel à l'aide internationale pour faire face à ce troisième tremblement de terre meurtrier depuis le début de l'année. »

« Libération ». Lundi 12 mai 1997.

Bilan final établi par « Médecins sans frontières » : 1 568 morts, 2 600 blessés, 72 000 sinistrés, 147 villages gravement endommagés.

Texte 5 : Un séisme meurtrier a frappé le centre du Japon

« Le tremblement de terre qui a frappé, mardi 17 janvier au petit matin, le Kansai, grande région industrielle et zone très peuplée située à 400 kilomètres au sud-ouest de Tokyo, a particulièrement éprouvé la ville de Kobé, le deuxième port de l'archipel, qui restait isolé en fin de matinée. Il a suffi de 40 secondes accompagnées d'un grondement de tonnerre pour transformer Kobé, un port de 1,4 million d'habitants, en zone sinistrée privée d'électricité, de gaz, de téléphone, parfois d'eau et quasiment coupée du reste du Japon.

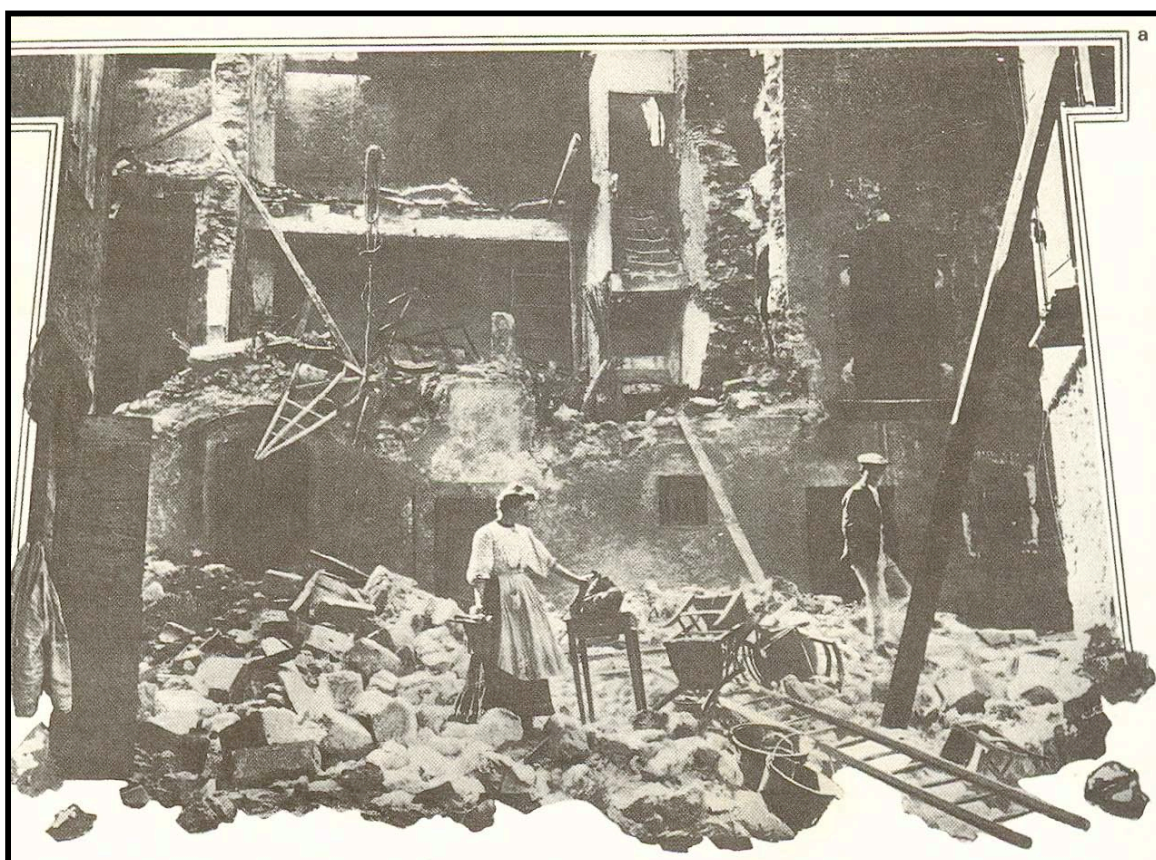
Le séisme, d'une magnitude de 7,2 sur l'échelle de Richter, a fait plus d'un millier de morts, au moins 500 disparus et plus de 3 000 blessés. Il a provoqué des effondrements d'immeubles et de maisons. Un pont et un toboggan sur une route nationale se sont aussi rompus. Des voies de chemin de fer ont été tordues. De nombreux incendies se sont déclarés. Le centre de Kobé a été en partie dévasté. »

«Le Monde ».

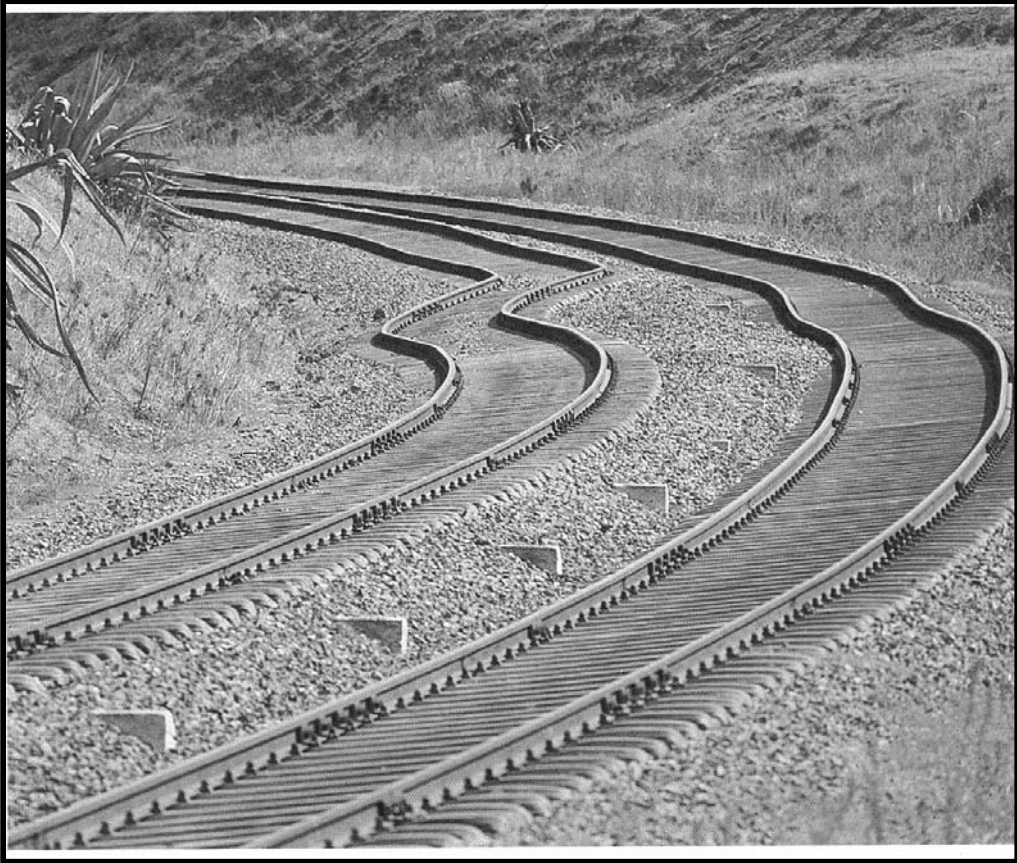
Mercredi 18 janvier 1995.

Bilan final: 5375 morts, 260 815 blessés. Plus de 80 000 bâtiments détruits ou gravement endommagés.

2 - A partir de la lecture des textes vus précédemment et de l'étude des photographies ci-dessous dites quelles sont les conséquences possibles d'un séisme dans le paysage, sur les habitations et sur la population?



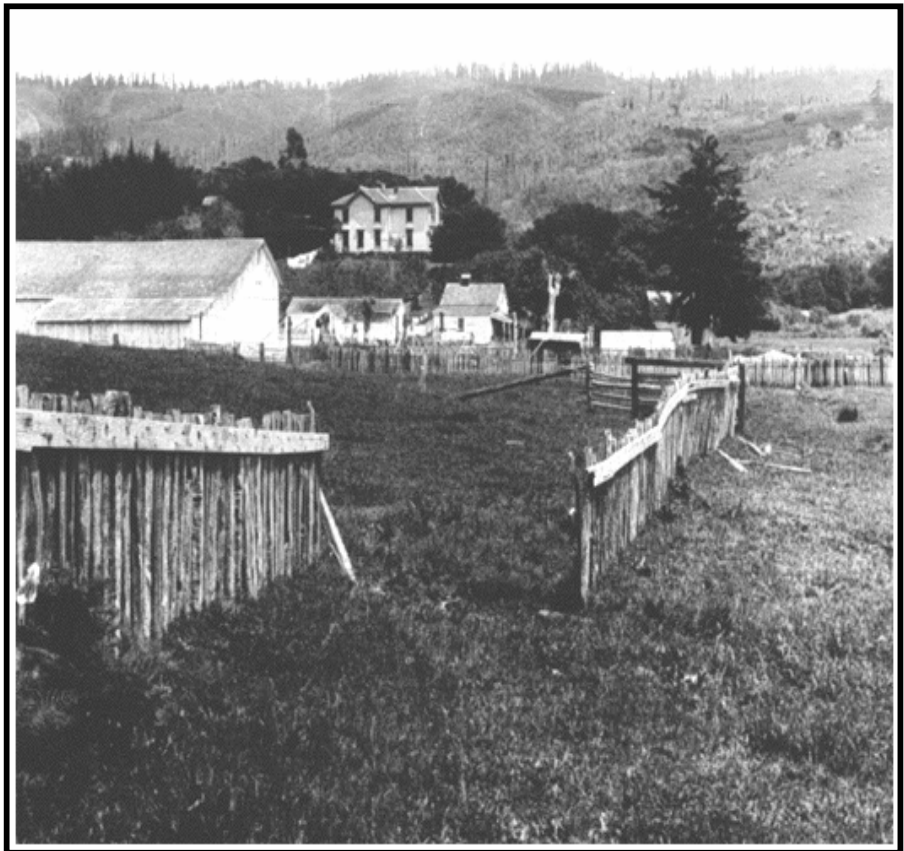
Le séisme de
Lambesc, le 11 juin
1909 (France)



**Le
tremblement de
terre d'El
Asnam
(Algérie)**



La faille de San Andreas en Californie (USA)

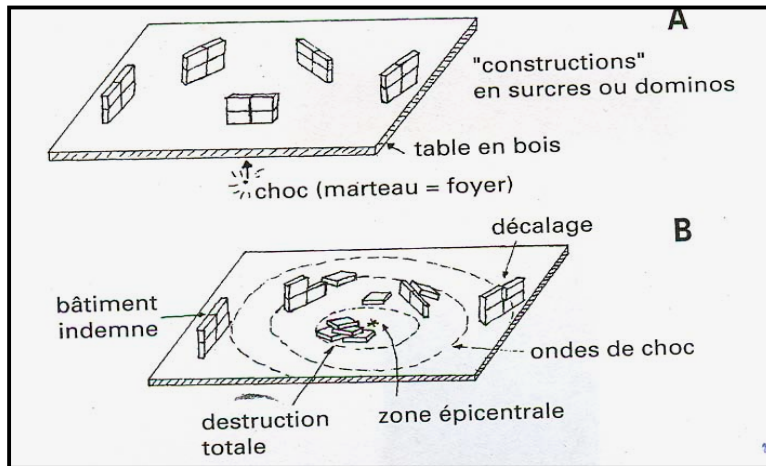


Le séisme de San Francisco (1906)

1. Synthèse:

1) Manifestations d'un tremblement de terre :

Lorsqu'on tape sous une table sur laquelle sont empilés des carreaux de sucre, on constate qu'ils se déplacent. Le mouvement est plus important quand les carreaux de sucre sont proches du point d'impact.



Expérience de simulation des effets d'un séisme.

Au passage d'un gros camion on sent des vibrations du sol sous les pieds. Lors d'une explosion violente non seulement le sol vibre mais aussi l'explosion peut provoquer la brisure des vitres et la fissuration sur le mur.

Ces différentes manifestations sont semblables à celles ressenties ou observées, mais à une échelle plus grande, lors d'un tremblement de terre comme le confirment les textes rapportant les témoignages des habitants. En effet pendant un tremblement de terre on entend des bruits souterrains ressemblant au tonnerre, des grondements, des détonations, des vibrations du sol et de l'ensemble des objets.

De plus, la secousse principale d'un tremblement de terre est parfois précédée de légers frémissements et souvent suivie par plusieurs centaines de petites secousses ou répliques qui se font sentir parfois pendant plusieurs mois.

2- Les conséquences possibles d'un séisme:

Les effets des séismes sont ressentis à plusieurs niveaux :

a) Dans le paysage :

D'aucune modification jusqu'à des fissures du sol entraînant des affaissements et des glissements de terrain de plusieurs mètres avec éboulements, effondrements, destructions de routes, de ponts, de barrages (pouvant entraîner des inondations), des déformations de rails de chemins de fer etc.

b) Au niveau des habitations

Déplacements, chutes d'objets, bascules voire effondrements d'immeubles, coupures d'électricité, ruptures de canalisations, incendies et explosions etc.

c) Pour la population :

Victimes, blessés, sans abris.... Difficultés d'approvisionnement et de circulation, épidémies.

VI- L'origine des tremblements de terre:

Activité 2: Pour comprendre l'origine des tremblements de terre on fait les expériences suivantes:

Expérience 1: Prendre un chewing gum ou une tige de pâte à modeler entre les deux mains et tirer. Décrire ce qui se passe.

En déduire le facteur qui est à l'origine de la rupture et donner les caractéristiques de ce facteur.

Expérience 2: Le chewing gum est un matériau rigide comme l'écorce terrestre. Que se passerait-il si une force très puissante s'exerçait sur les roches de l'écorce terrestre? Quelles conséquences aurait un tel évènement?

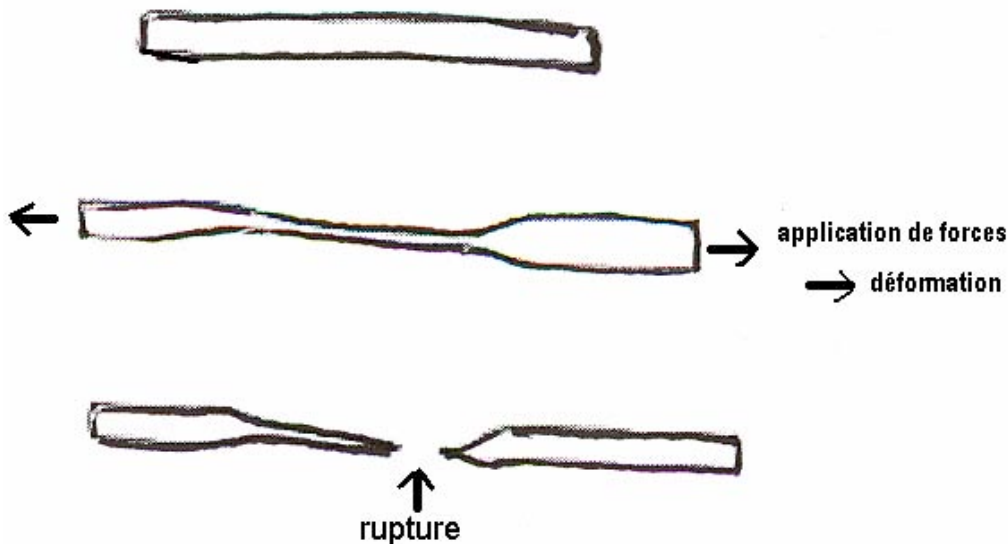
Faire un schéma de la faille de San Andreas. Mettre les flèches schématisant les forces.

Expérience 3: Pour comprendre la manière dont se propagent les ondes sismiques entre le lieu de rupture (foyer) et les lieux où les effets sont visibles, on fait l'expérience suivante: on fait tomber une goutte d'eau ou un petit caillou dans une bassine contenant de l'eau. Observer et décrire ce qui se passe

A l'image de ce que provoque la goutte d'eau ou le caillou dans l'eau, comment se propagent donc les ondes sismiques qui naissent après une rupture de roches.

Eléments de synthèse:

Expérience 1: Lorsqu'on exerce des forces de sens opposés il y a d'abord déformation du matériel puis rupture.

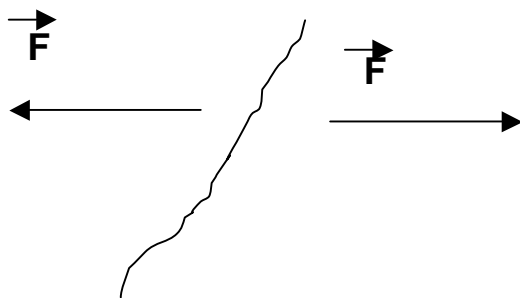


Modélisation d'une rupture à partir du chewing gum

Expérience 2:

Si une force très puissante s'exerçait sur les roches elle va engendrer une déformation des roches avec accumulation d'énergie. Lorsque la limite de l'élasticité est atteinte il se produit une cassure. Cette cassure ou faille libère une grande quantité d'énergie à partir du lieu où se produit la rupture. L'énergie libérée

se propage aux alentours sous forme d'ondes sismiques : C'est un séisme ou tremblement de terre. Le foyer du séisme est le lieu où se produit la rupture des roches.



Faille de San Andreas

Expérience 3: Lorsqu'on fait tomber une goutte d'eau ou un petit caillou sur une surface liquide, on observe des "ronds" (vagues) qui semblent se déplacer en s'élargissant. De nouveaux "ronds" apparaissent à l'endroit où le caillou a percuté l'eau. Le choc de la pierre est à l'origine des vibrations de l'eau.

Lors d'un séisme de l'énergie mécanique est relâchée à travers la Terre.

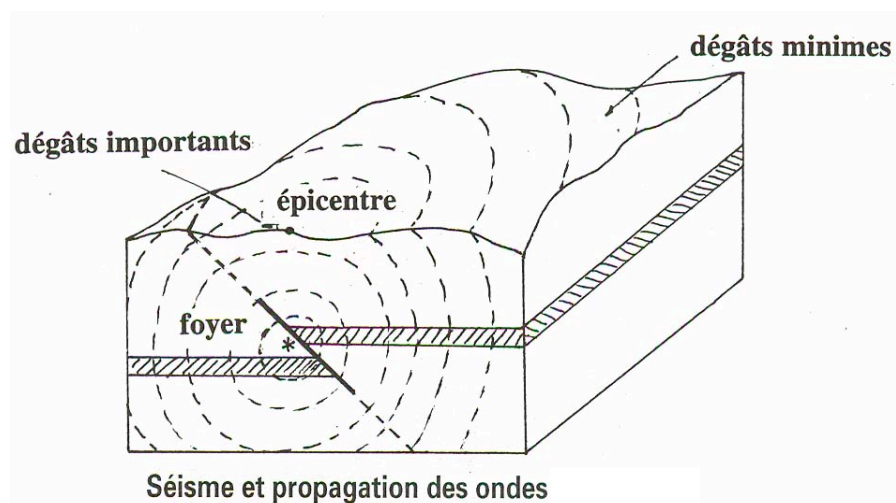
Ce relâchement d'énergie déclenche des ondes (comme un caillou lancé dans une mare) dans les roches qui avoisinent le foyer.

En résumé:

Les séismes résultent d'une rupture brutale des roches en profondeur et se manifestent par des déformations à la surface de la Terre : le foyer du séisme est le lieu où se produit la rupture à partir duquel la déformation se propage sous forme d'ondes. L'épicentre est le point de la surface du sol situé à la verticale de ce dernier et où la secousse est maximale.

Les séismes sont classés en fonction de la profondeur de leur foyer en :

- séismes superficiels à moins de 100 km ;
- séismes intermédiaires de 100 à 300 km ;
- séismes profonds de 300 à 700 km (pas au-delà).

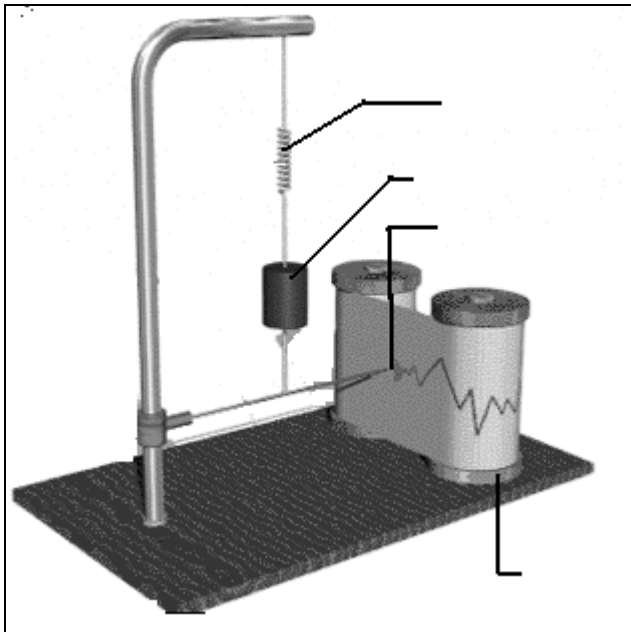


VII- Propagation des ondes sismiques

1) Sismographe

Activité 3:

Annoter l'image du sismographe ci-dessous.



2. Nature des ondes sismiques.

Activité : Analyse d'un sismogramme

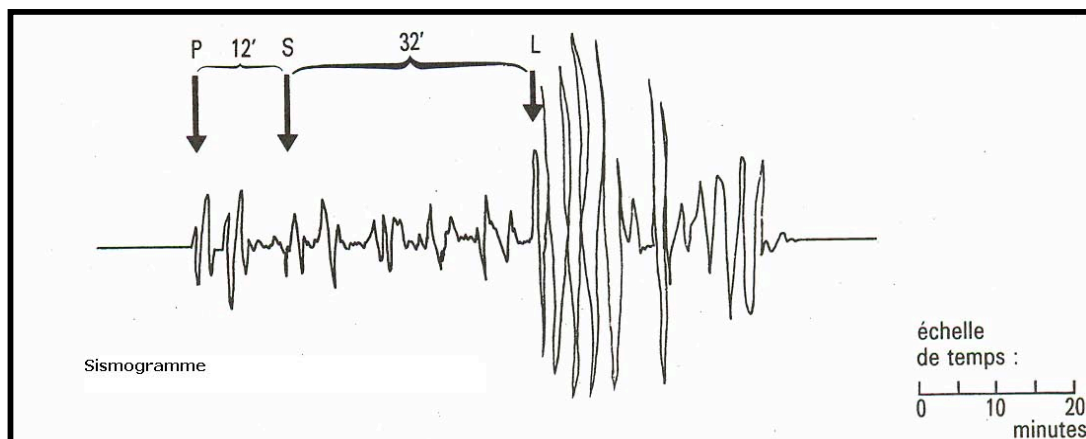
A la suite d'un séisme on obtient le sismogramme ci-dessous.

Identifier les différents types d'ondes

Sachant que le sismogramme est situé à une distance de 15 000 km de la zone d'origine du séisme et que les ondes sont arrivées 18 minutes après son déclenchement, calculer :

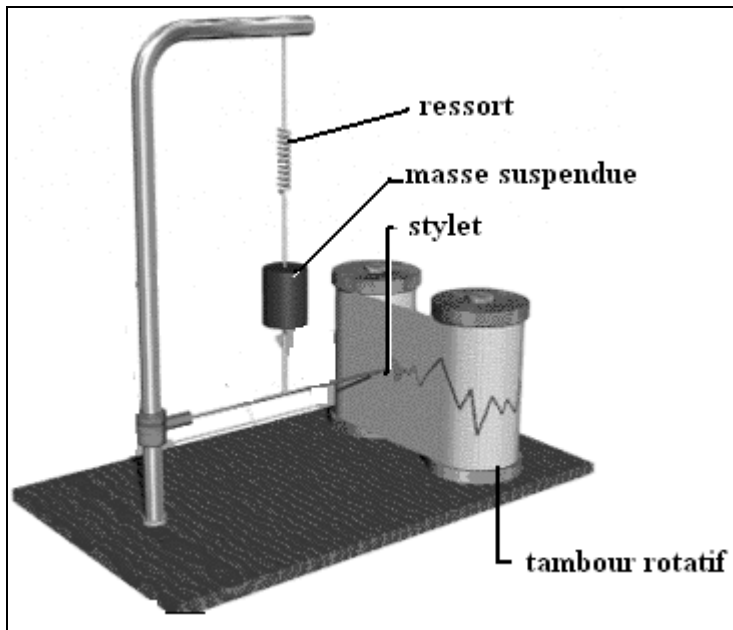
- la vitesse moyenne des ondes P (exprimées en km par seconde).
- Le temps mis par les ondes S puis L pour arriver à cette même station.
- Les vitesses moyennes des ondes S et des ondes L.

Conclure sur l'arrivée de ces ondes en surface ?



Eléments de synthèse :

a. Annotation de l'image du sismographe.



Le sismographe est un appareil capable de détecter et d'enregistrer les mouvements d'ondes sismiques. Il comprend :

- Un socle, solidaire du sol, sur lequel est fixé le cylindre enregistreur ;
- Un pendule qui, à cause de sa masse, a tendance à rester immobile lorsque le sol bouge.

Si la terre tremble, la grosse masse suspendue ne bouge pas, et l'aiguille qu'elle porte inscrit les mouvements de la terre sur une bande de papier d'un cylindre qui tourne à une vitesse constante. L'enregistrement obtenu est appelé sismogramme

b. Analyse d'un sismogramme

On distingue trois types d'ondes sismiques sur cet enregistrement, ce sont les ondes :

- Les ondes P ou ondes primaires, qui sont les premières sur le sismogramme. Elles se propagent dans tous les milieux. Ce sont des ondes de compression et de décompression.
- Les ondes S ou ondes secondaires, c'est la deuxième vague d'ondes sur le sismogramme. Elles ne se propagent que dans les solides. Ce sont des ondes transversales.
- Les ondes L ou ondes lentes qui sont les dernières, caractérisées par leur grande amplitude. Elles ne propagent qu'à la surface. Ce sont des ondes de torsion.

La vitesse moyenne des ondes P est : $15\ 000 / 1080 = 13.88$ km/ s

Le temps mis par les ondes S : 18' et 12' soit 30' (' signifie minutes)

Le temps mis par les ondes L : 18 mn et 32' soit 50 mn

Vitesse moyenne des ondes S : $15\,000\text{ km} / 1800\text{ s} = 8.33\text{ km/s}$

Vitesse moyenne des ondes L : $15\,000\text{ km} / 3720 = 4,03\text{ km/s}$

On constate que les ondes P sont plus rapides on les appelle ondes primaires. Elles sont suivies des ondes S ou ondes secondaires. Les ondes L sont les dernières à arriver en surface. On les appelle ondes lentes.

Remarque : Toutes ces ondes se propagent dans toutes les directions à partir du foyer. La vitesse des ondes P et S croit avec la distance à l'épicentre, celle des ondes L est constante. Les ondes S et les ondes L sont les plus destructrices.

Les ondes P se propagent dans tous les milieux solides comme fluides. Elles sont responsables du grondement sourd que l'on peut entendre au début d'un tremblement de terre. Les ondes L sont guidées par les couches superficielles du globe.

VIII- Intensité et magnitude du séisme :

Activité 4:

Le tableau du document 1 ci-dessous donne des informations sur les dégâts occasionnés par un séisme.

- Commenter ces dégâts dans les localités suivantes : Claye, Ambert, Gargis, Brion et Ampuis.
- Qu'expriment les dégâts occasionnés par le séisme dans une localité ?
- En reliant, sur une carte, les points d'égale intensité, on obtient des courbes concentriques, dites courbes isoséistes.

Etablir la carte simplifiée d'isoséistes à partir du document ci-dessous.

Déterminer l'épicentre de ce séisme.

Sur la carte du document 2 relier les villes d'égale intensité sismique.

- Qu'obtient-on ?

- comment les appelle-t-on ?

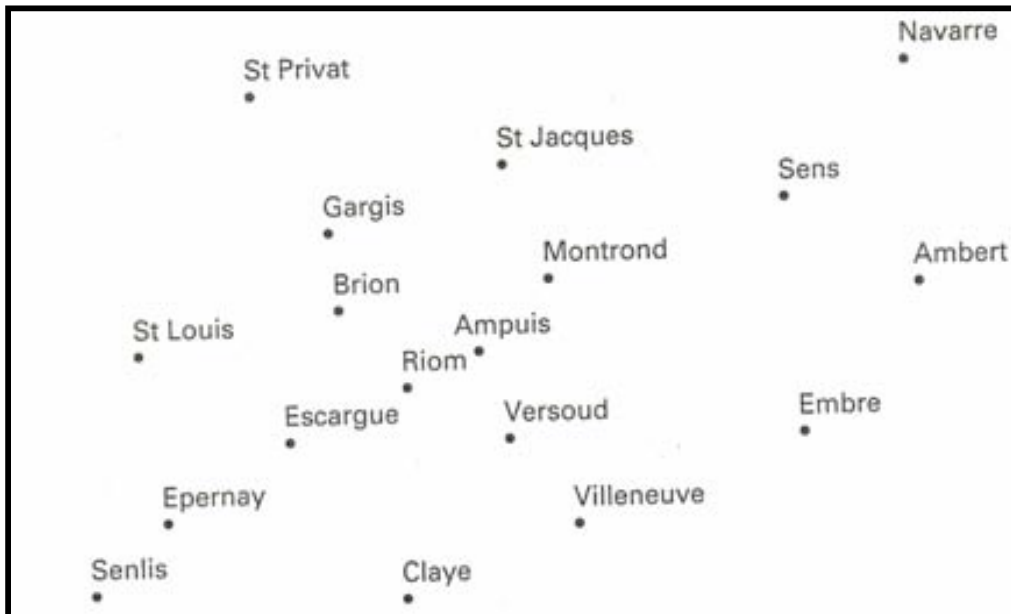
- Quel est alors l'épicentre du séisme

- En cas de séisme les radios, les télévisions et les journaux rapportent que le séisme est de telle magnitude sur l'échelle de Richter. Qu'est ce que la magnitude d'un séisme ?

Intensité des dégâts	Nature des observations	Localités concernées
1	Secousses enregistrées seulement par les sismographes ou à la partie supérieure des immeubles.	Claye, Navarre, St-Privat, Senlis.
2	Balancement des objets suspendus, craquement des planchers, début de déplacement des meubles.	Ambert, Embray, Epernay, St-Jacques, St-louis, Villeneuve.
3	Fissures dans les constructions et les sols détremés. Dommages notables dans les constructions. Eboulements.	Gargis, Sens, Versoud.
4	Destruction des immeubles les plus vulnérables puis destruction	Brion, Escargue, Montrond.

	généralisée.	
5	Domages aux ponts, barrages, voies ferrées. Le paysage est totalement modifié.	Ampuis, Riom

Document 1



Document 2

Synthèse :

a. Les dégâts occasionnés sont plus importants lorsqu'on passe de la localité de Claye à Ambert puis à Gargis, Brion et Ampuis. La variation des dégâts s'explique par le fait que ces localités sont situées à des distances différentes de l'épicentre.

D'autres facteurs influencent aussi l'ampleur des dégâts, ce sont : la nature des constructions, la profondeur du foyer, l'heure de la survenue du séisme...

b. Les dégâts occasionnés par un séisme représentent son intensité, c'est une mesure estimative. Cette estimation subjective est établie en se fondant sur les déclarations des témoins, sur l'inventaire des dégâts causés aux constructions humaines et sur l'ampleur des effets sur le terrain.

Différentes échelles d'intensité ont été définies et classent les effets sismiques suivant leur importance croissante et à l'aide de descriptions conventionnelles. La première échelle de mesure d'intensité de séisme connue est celle de Mercalli. Elle a été développée en 1902 et comporte 12 degrés.

L'échelle d'évaluation d'intensité actuellement utilisée est l'échelle M.S.K. (du nom de trois sismologues : Medvedev, Karnik et Sponheur).

- Degré I : seuls les sismographes très sensibles enregistrent les vibrations.
- Degré II : secousses à peine perceptibles ; quelques personnes au repos ressentent le séisme.
- Degré III : vibrations comparables à celles provoquées par le passage d'un petit camion.

- Degré IV : vibrations comparables à celles provoquées par le passage du camion.
- Degré V : séisme ressenti en plein air. Les dormeurs se réveillent.
- Degré VI : les meubles sont déplacés.
- Degré VII : quelques lézardes apparaissent dans les édifices.
- Degré VIII : les cheminées des maisons tombent.
- Degré IX : les maisons s'écroulent. Les canalisations souterraines sont cassées.
- Degré X : destruction des ponts et des digues. Les rails de chemin de fer sont tordus.
- Degré XI : les constructions les plus solides sont détruites. Grands éboulements.
- Degré XII : les villes sont rasées. Bouleversements importants de la topographie.

c. En reliant, sur la carte, les points d'égale intensité, on obtient des courbes concentriques, dites courbes isoséistes.

L'épicentre est le lieu où les dégâts sont le plus importants. Ici il est situé entre Ampuis et Riom.

d. La magnitude (M):

La magnitude évalue la quantité de l'énergie libérée au foyer du séisme. Elle est exprimée sur l'échelle de Richter graduée de 0 à 9. L'échelle de Richter n'est pas linéaire, elle est logarithmique:

Augmentation d' 1 unité de M =

- ébranlement du sol 10 fois plus fort
- énergie relâchée 30 fois plus forte

Alors qu'il existe, suivant le lieu, plusieurs intensités pour un même tremblement de terre, il est caractérisé par une seule magnitude.

Il existe une correspondance approximative entre l'intensité et la magnitude.

Echelle de Richter	2	3	4	5	6	7	8	9
Echelle MSK	1,5	3	4,5	6	7,5	9	10,5	12

IX- Prévision et prévention des séismes

Activité 5 :

- Après avoir expliqué ce que signifie le terme prévision, dites si on peut prévoir les séismes.
- Qu'est ce que la prévention ? Quels sont les moyens de prévention des séismes ?

Synthèse :

a. Prévoir un séisme, c'est prédire le jour et le lieu où un séisme aura lieu. Il n'existe malheureusement à l'heure actuelle aucun moyen fiable de prévoir où, quand et avec quelle puissance se produira un séisme.

Néanmoins les réseaux d'observation ont noté quelques signes prémonitoires de séismes, on peut noter :

- une diminution de la résistivité des roches ;
- une variation de champ magnétique local ;
- une augmentation de la circulation des eaux souterraines et une augmentation corrélative de la radioactivité ;
- une variation du niveau d'eau des puits et du débit des sources ;
- une activité sismique un peu plus marquée que les petites vibrations habituelles ;
- l'inquiétude des animaux peu de temps avant la secousse (les serpents quittent leur terrier, les animaux attachés tentent de s'échapper).

b. La prévention consiste à prendre les mesures qui minimiseront les effets d'un séisme. Puisqu'on ne peut pas les prévoir, la seule manière efficace de se protéger des séismes est donc la prévention. Les tremblements de terre se produisent dans les zones de failles. La cartographie de ces failles et l'étude de leur sismicité historique constituent donc la principale clé pour la prévention. La prévention est basée sur trois axes :

- Les constructions asismiques ou parasismiques : Elles consistent à construire les immeubles, des maisons, des ponts qui résistent jusqu'à la magnitude 8 des séismes. Ces constructions ont pour principe non pas d'être renforcées, mais d'être plus flexibles, plus souples.
- Les méthodes de préparation des évacuations, d'acheminement des secours, de mise en alerte des personnels de santé ou des pompiers.
- L'éducation des populations : c'est l'une des méthodes de prévention les plus efficaces. Le fait de savoir par exemple, qu'un séisme d'une forte intensité est suivi, 12 à 24 heures plus tard, d'une réplique aussi forte, permet de sauver de milliers de vies humaines. Il est aussi important de savoir qu'en cas de séisme, il faut couper eau, gaz et électricité pour éviter les incendies.

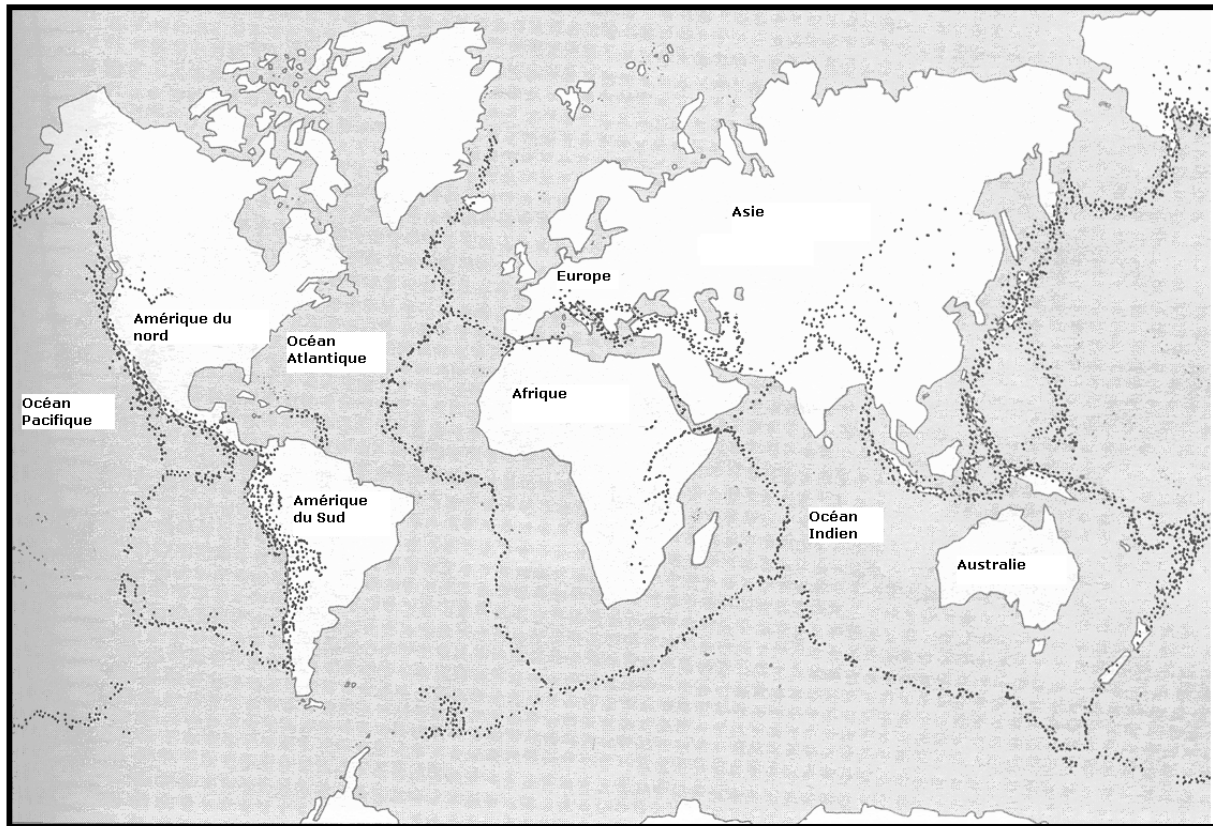
La méthode la plus efficace pour éviter qu'un bâtiment soit détruit par un séisme est encore de construire ce bâtiment dans un endroit où il n'y a pas de tremblement de terre. Grâce à la connaissance des zones à risque, on recommande de ne pas construire :

- sur les bords de versants escarpés
- à proximité immédiate des failles actives
- aux abords des falaises
- sur des sols meubles en pente (ou en aval de ces sols)
- sur les berges et rivages constitués de terrains meubles.

X- Répartition des séismes dans le monde

Activité 6 : Le planisphère ci-dessous indique la répartition géographique des foyers des séismes dans le monde.

- Décrire cette répartition.



Répartition des séismes dans le monde

Synthèse : On constate que les séismes ne se répartissent pas au hasard à la surface du globe. Il existe trois zones principales d'activité sismique:

- Les dorsales médio-océaniques: dans cette zone les séismes sont très superficiels, leur foyer sont situés à une profondeur inférieure à 20 km et leur magnitude est généralement modérée.
- La ceinture latitudinale transeurasiatique: c'est une bande qui s'étend de l'Espagne à la Chine en passant par la méditerranée. Les séismes sont plus profonds, jusqu'à 70 km.
- La zone circumpacifique ou pourtour du Pacifique. 75 à 80 % des séismes surviennent dans cette zone. Les foyers s'étagent depuis le niveau le plus superficiel jusqu'à des niveaux profonds (300 à 700 km).

On peut constater que la répartition des séismes est la même que celle des volcanismes.

Toute fois en dehors de ces grandes zones de répartition il existe des foyers de séismes isolés. C'est le cas de celui qui a donné naissance au séisme de Guinée en 1983. Il existe aussi de nombreux autres foyers de séismes dans la zone allant de la Mer Rouge à la région des grands lacs.

B- Structure interne de la terre

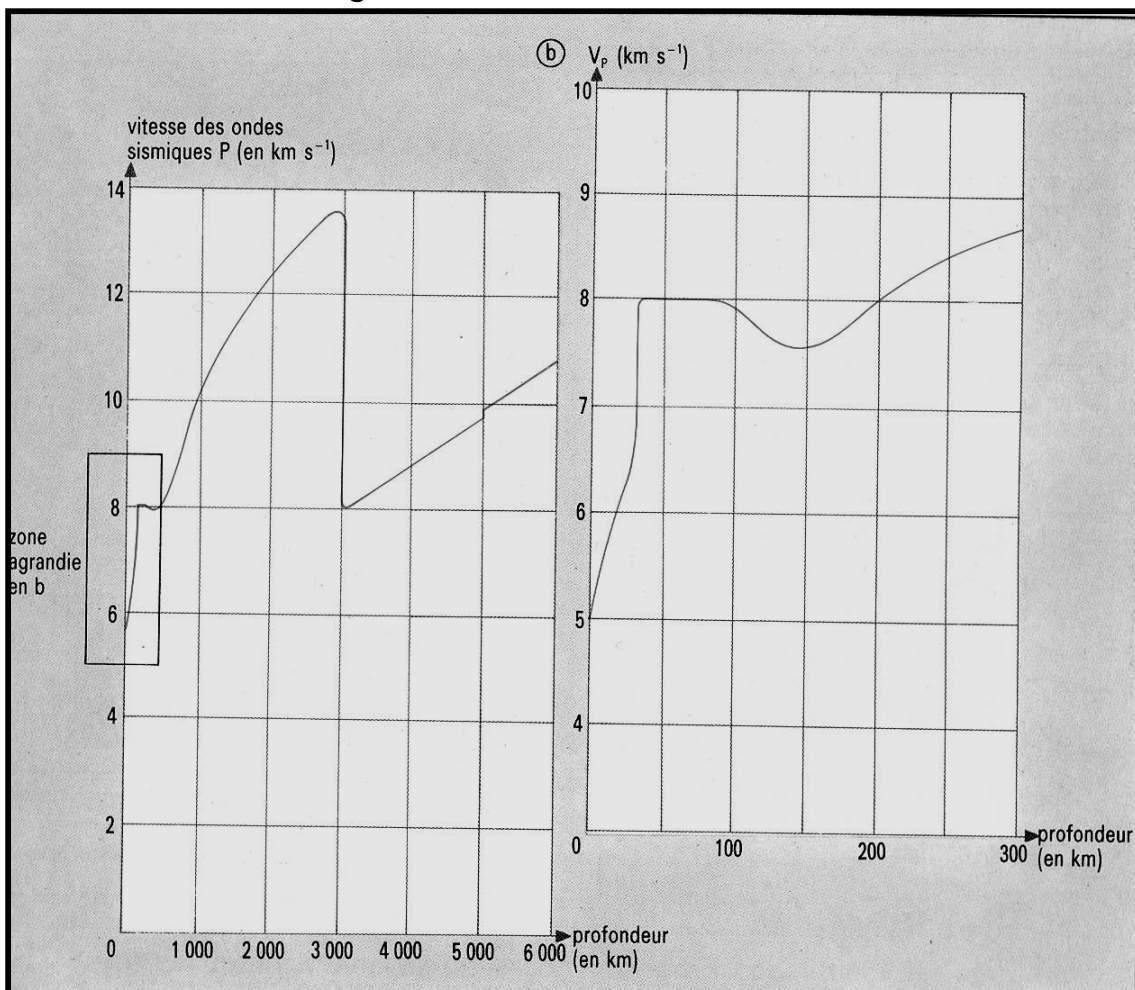
Activité7 : Détermination de la structure de la terre à partir de la propagation des ondes P.

Le tableau ci-dessous montre les vitesses moyennes de propagation des ondes P dans différentes roches, mesurées en laboratoire.

Analyser ce tableau.

Matériaux	V (km/s)
Granites	5,9 à 6,3
Basaltes	6,5 à 7,6
Péridotites	7,9 à 8,4
Eau liquide	1,5

2. Les graphes ci-dessous traduisent les variations de vitesse des ondes sismiques P en fonction de la profondeur. Analysez-les puis proposez un modèle de structure interne du globe.



a : Vitesse des ondes P depuis la surface jusqu'au centre du globe (6400 km)

b : Vitesse des ondes P dans les 300 premiers kilomètres du globe.

Synthèse :

1. L'analyse du tableau montre que les ondes P se propagent dans tous les milieux, liquides comme solides. Mais leur vitesse varie en fonction de la nature du matériau traversé. Cette vitesse est très faible dans l'eau. Elle est

plus grande dans les péridotites que dans les basaltes et les granites. La vitesse sismique dépend de la composition du matériau. On peut utiliser les propriétés des ondes sismiques pour connaître les propriétés de l'intérieur de la Terre.

2. L'analyse des graphes montre que la vitesse des ondes P n'est pas constante à l'intérieur du globe terrestre, ce qui signifie que l'intérieur de la terre n'est pas homogène. A environ 30 km de profondeur cette vitesse diminue avant d'augmenter plus loin. La diminution traduit le passage dans une zone de nature différente : c'est la discontinuité de Mohorovicic ou Moho. L'augmentation de la vitesse plus tard traduit le passage des ondes dans un milieu plus dense. Par convention on désigne par le terme de croûte, les zones situées au dessus de la discontinuité, et par celui de manteau la zone qui se trouve en dessous. Avant la profondeur 3000 km la vitesse diminue de nouveau, c'est une autre zone de discontinuité, celle de Gutenberg.

Entre 100 et 200 km de profondeur, la baisse de la vitesse est encore plus grande. C'est une zone de faible vitesse. Les niveaux situés au dessus de la zone de faible vitesse sont rigides, ils forment la lithosphère. La lithosphère est donc une couche du globe terrestre rigide, formée par la croûte continentale ou océanique et la partie supérieure du manteau. La partie située sous la lithosphère est moins rigide car constituée de roches partiellement fondues. Elle est appelée asthénosphère.

L'étude du comportement des ondes sismiques montre que la terre n'est pas une sphère homogène mais formée de trois couches concentriques qui sont de l'extérieur vers l'intérieur:

1. Une croûte ou écorce;
 - Densité : 2,7 à 2,9
 - Vitesse de propagation des ondes P inférieure à 8km /s ;
 - Epaisseur : 10 à 70 km ;

La croûte continentale est de nature granitique ou gneissique et la croûte océanique est de nature basaltique.

A la base de la croûte se trouve la discontinuité de Mohorovicic.

2. Un manteau constitué de péridotites ;
 - Densité : 3,3 ;
 - Vitesse de propagation des ondes P égale ou supérieure à 8 km /s.
 - Limite inférieure située à 2900 km de profondeur.

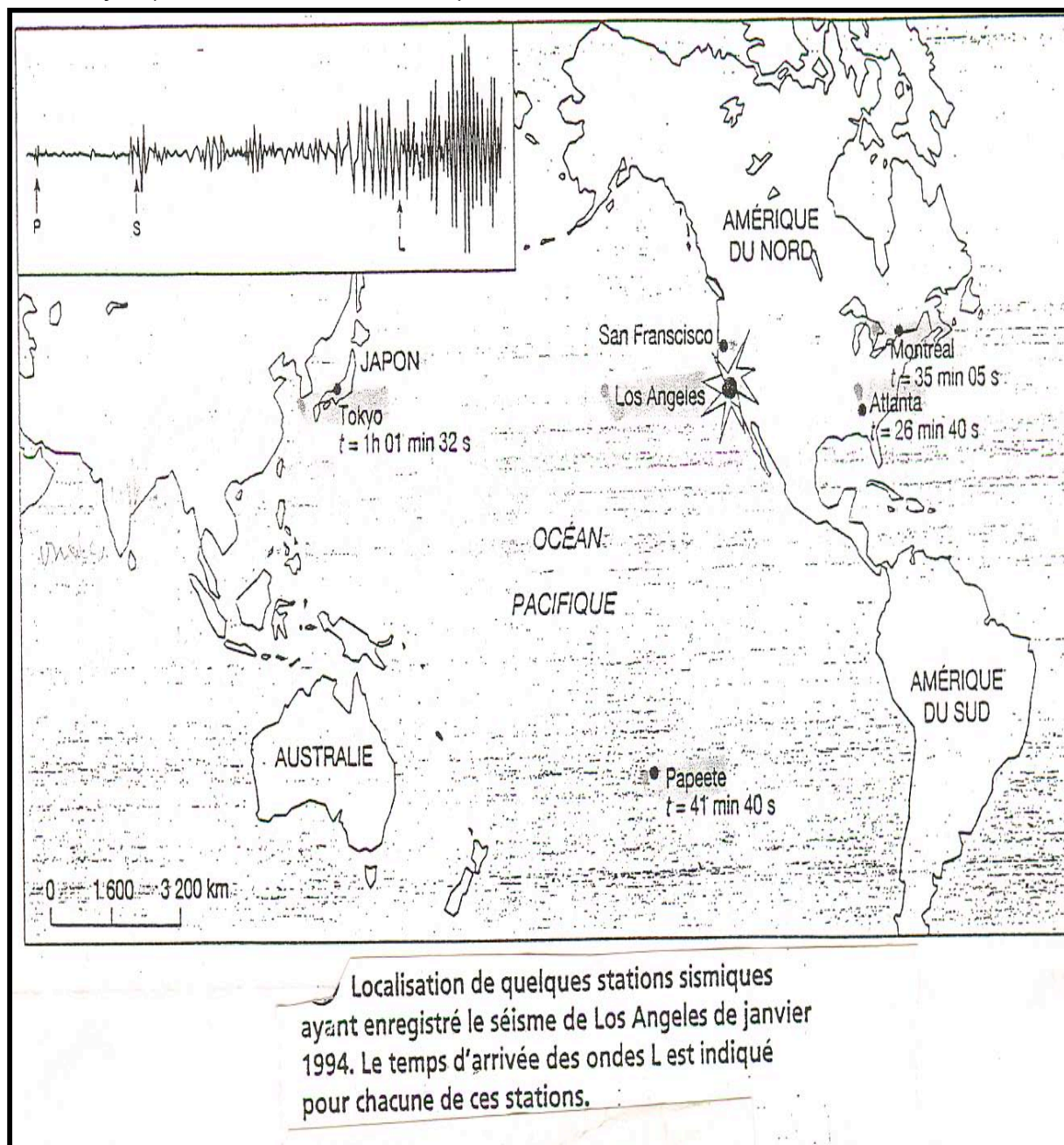
A sa base se trouve la discontinuité de Gutenberg.

3. Un noyau riche en fer, nickel... ;
 - Densité : 11,5 à 13
 - Vitesse de propagation des ondes P : de 8 à 10 km /s
 - Rayon : 3500 km

Complément d'information : Détermination de la nature des croûtes océanique et continentale

Pour déterminer la nature des croûtes océanique et continentale, on propose l'exercice suivant: Lors du séisme de Los Angeles de janvier 1994, on a enregistré

l'arrivée des ondes sismiques L dans les stations de Montréal, Papeete, Atlanta et Tokyo (voir carte ci-dessous).



Le tableau ci-dessous indique les vitesses d'arrivée des ondes L dans les différentes stations.

	Distance sur la carte (cm)	Distance sur le terrain (km)	Temps d'arrivée (sec)	Vitesses des ondes (km/s)
Tokyo	6	9600	3692	2,6
Papeete	4	6400	2500	2,56
Atlanta	2	3200	1600	2
Montréal	2,5	4000	2105	1,9

Les mesures des vitesses des ondes L en laboratoire donne les résultats suivants:

Roches	Vitesses (km/s)
Granite et Gneiss	1,8 à 2,2
Basalte	2,6
Péridotite	4,5

1. Comparer les vitesses calculées des ondes L dans les différentes stations à celles de ces mêmes ondes mesurées en laboratoire.
2. En déduire la nature probable des couches superficielles qui constituent la croûte terrestre au niveau :
 - a)-de l'océan Pacifique;
 - b)-du continent américain.

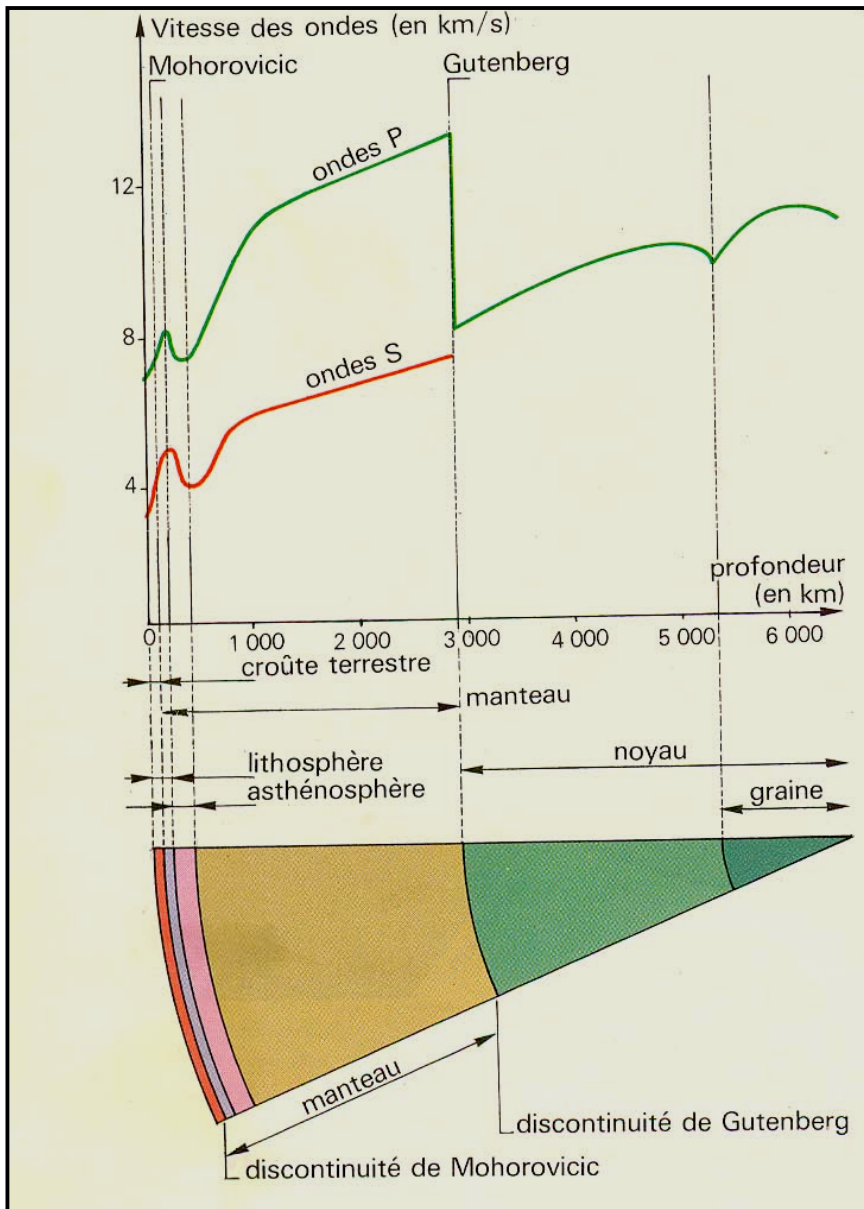
Synthèse :

Détermination de la nature des croûtes

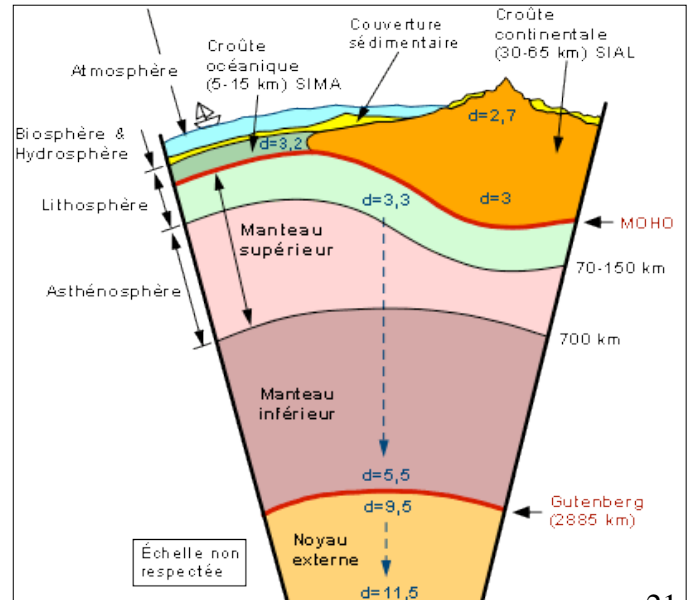
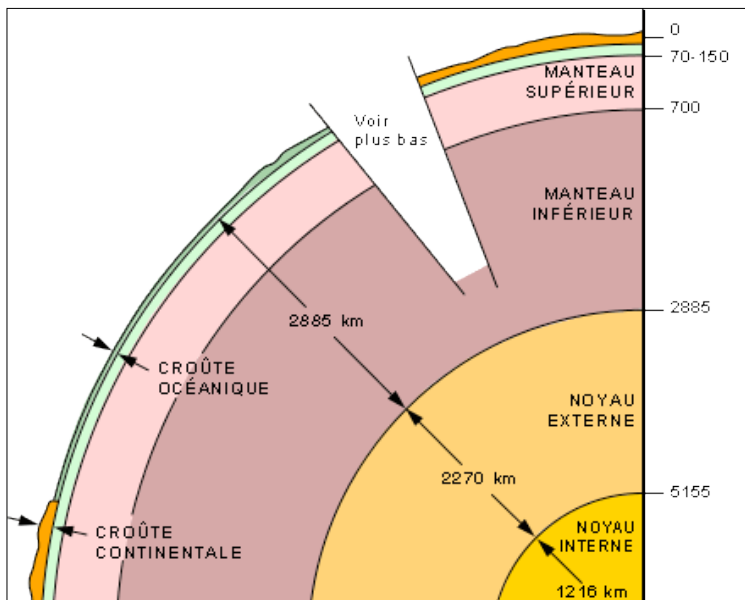
1. La comparaison des vitesses des ondes montre que :
 - A Tokyo et Papeete les vitesses sont respectivement de 2,6 et 2,56 qui correspondent à la vitesse de ces mêmes ondes dans le basalte (2,6).
 - A Montréal et Atlanta les vitesses sont respectivement de 1,9 et 2 ce qu correspond à la vitesse de ces ondes dans la granite et le gneiss.
2. D'après les résultats précédents on peut en déduire que la croûte océanique est de nature basaltique; la croûte continentale est de nature granitique ou gneissique.

Comparaison de l'épaisseur des croûtes:

L'examen du document montre que la croûte continentale a une épaisseur moyenne de 35km mais elle varie selon que l'on soit en zone de montagne ou non tandis que la croûte océanique a une épaisseur moyenne de 12km.



Structure du globe terrestre



Structure du globe terrestre

Conclusion :

Les séismes, tout comme les éruptions volcaniques, sont donc un témoignage de l'activité interne du globe terrestre.

Leur étude présente un triple intérêt :

- Elle permet de délimiter les zones fragiles de l'écorce terrestre ;
- Elle apporte une contribution fondamentale à la connaissance de la structure de la terre, notamment pour les zones profondes, inexplores par d'autres procédés ;
- Elle permet de prévenir les séismes.

Bibliographie :

- Charles Pomerol et Maurice Renard, Eléments de géologie 9^e édition, Armand Colin, septembre 1989.
- R Tavernier, Biologie Géologie 1^{ère} S. Bordas 1982.
- J Escalier, Biologie Géologie 1^{ère} S, Nathan 1989.
- Jean-Claude Hervé, Sciences et techniques biologiques et géologiques, Hatier 1988.
- R. Tavernier /C. Lizeaux, Sciences de la vie et de la terre 4^e, La géologie et la fécondation de reproduction, Bordas 2002.
- M. Sabourdy Georges, La géologie à l'école tome 1, CRDP DE POITOU-CHARENTES/QUARTZ-1994.
- G. et G. Ménant, Géologie 4^e, Hatier mai 1996.
- Annie DELETTRE/ Jean-Pierre Desloges, enseigner les sciences et techniques biologiques 6^e/5^e, Nathan août 1994.
- Pierron – SVT Fiche professeur – 4^e CSVT 48
- Jean- Charles Allain UIFM de Bourgogne, Fiche guide sur les Séismes et les éruptions volcaniques, Dijon, 200-.