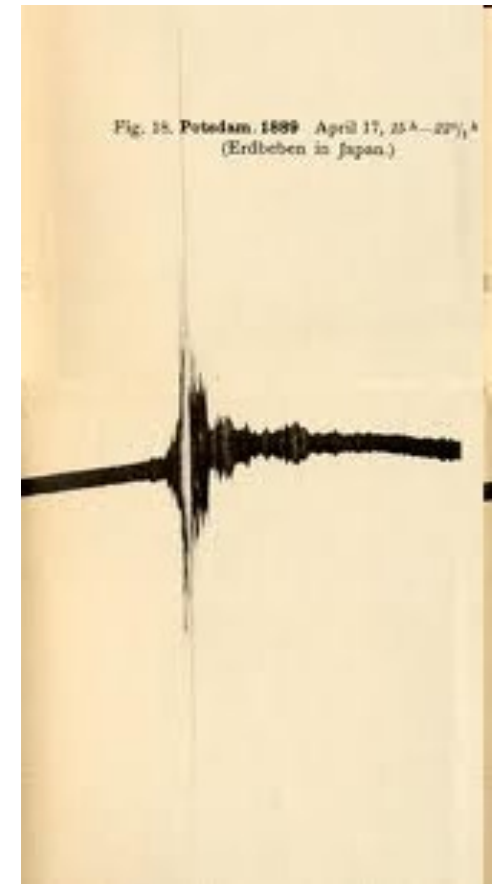


Sismologie et Traitement du signal

Sophie Peyrat, Bat 22, 4ème étage
sophie.peyrat@umontpellier.fr

Heures en présentiel:
24 CM, 16,5 TD et 9 TP

Evaluation:
1 QCM, 1 CC, TP + projet



Enregistrement Potsdam
Tokyo (1889)

Sismologie et Traitement du signal



132 – Zhang Heng

1755- Lisbonne M=8.5 à 9



Enregistrement Potsdam
Tokyo (1889)

Sismologie et Traitement du signal

- Introduction

- Les séismes: comment sont-ils générés?

Contraintes, déformation, élasticité et rupture

- Les séismes: comment les étudier?

- Les ondes sismiques

- Mesures d'un séisme et analyse d'un sismogramme:

Localisation, magnitude, intensité,...

- Méga séismes, et étude de la source sismique

- Imagerie de la Terre

- Structure interne et tomographie sismologique

- Sismique réflexion et sismique réfraction

- Aléa sismique et prévention

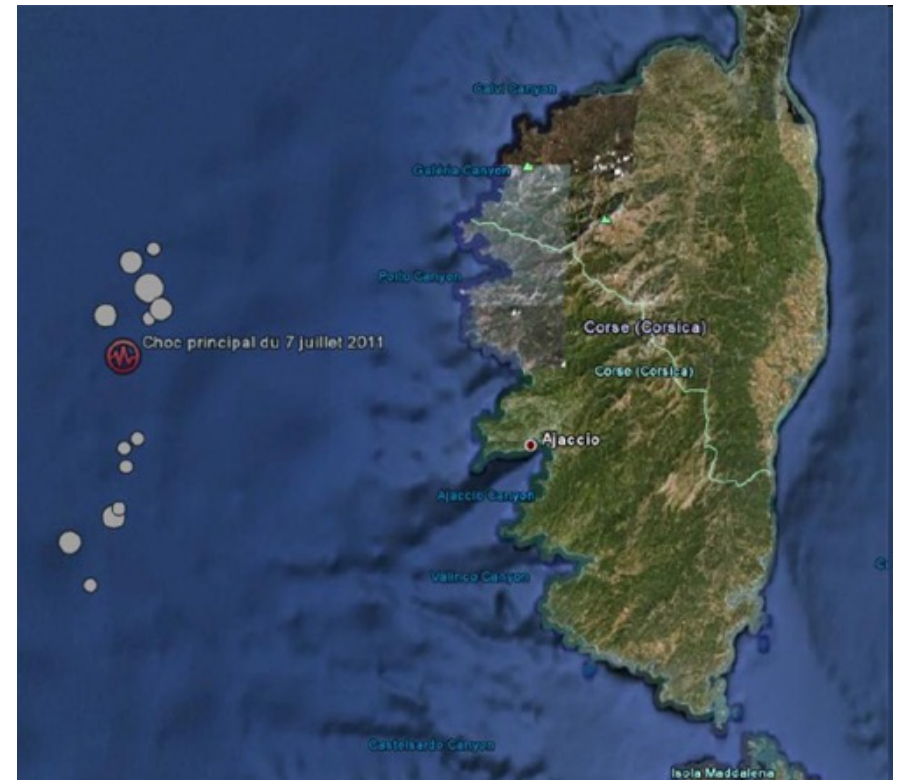
- Phénomènes induits (Tsunami...)

INTRODUCTION

Coupure de presse

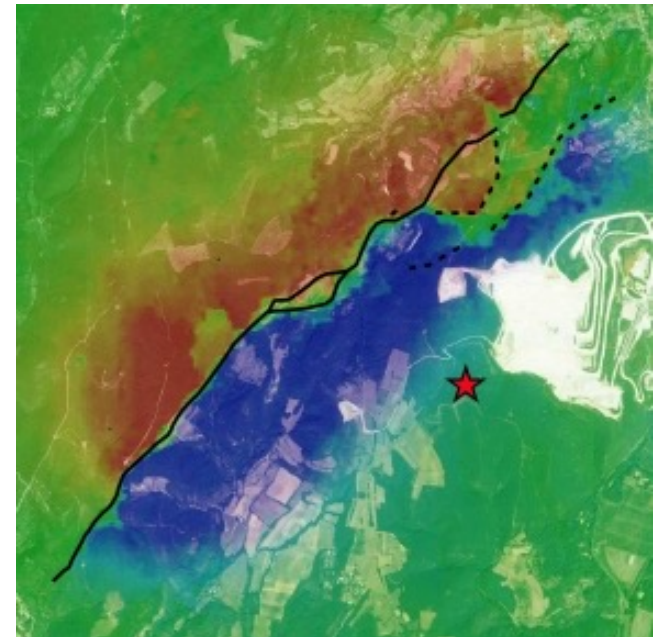
Une forte secousse sismique d'une **magnitude** de 5,2 a été ressentie jeudi soir en Corse ainsi que sur le continent, à Marseille, dans le Var et les Alpes-Maritimes, mais sans faire de dégâts ni de blessés.

Selon le bureau central sismologique de Strasbourg, l'**épicentre** du séisme était situé en mer, à 100 km à l'ouest d'Ajaccio, et s'est produit à 21h21, tandis que le centre sismologique euro-méditerranéen l'a situé précisément à 20 km de **profondeur**, en Méditerranée.



*Epicentre du séisme du 7/07/2011
(GéoAzur)*

« Le séisme du Teil a été une surprise à double titre. Tout d'abord, le **foyer** étant très superficiel, autour de 1 km de profondeur, la **rupture** a atteint la surface, bien que la **magnitude (M5)** du séisme fût modérée. ... La faible profondeur du **foyer** explique également qu'il y ait eu autant de dégâts avec notamment plus de 900 maisons endommagées qui ne sont plus habitables. L'**énergie** n'a pas eu l'espace et le temps de se dissiper au sein de la roche, comme il aurait été le cas si le foyer du séisme était autour de 5-10 km de profondeur. »

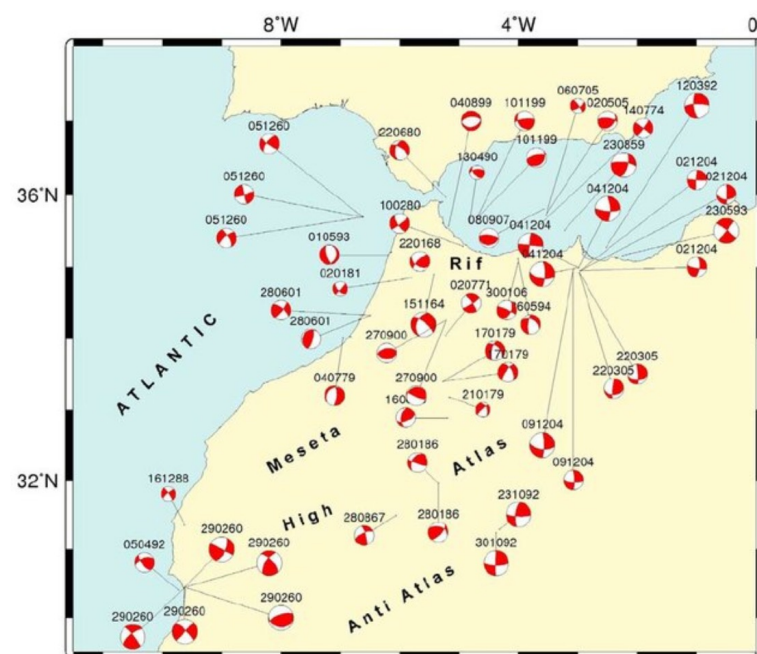
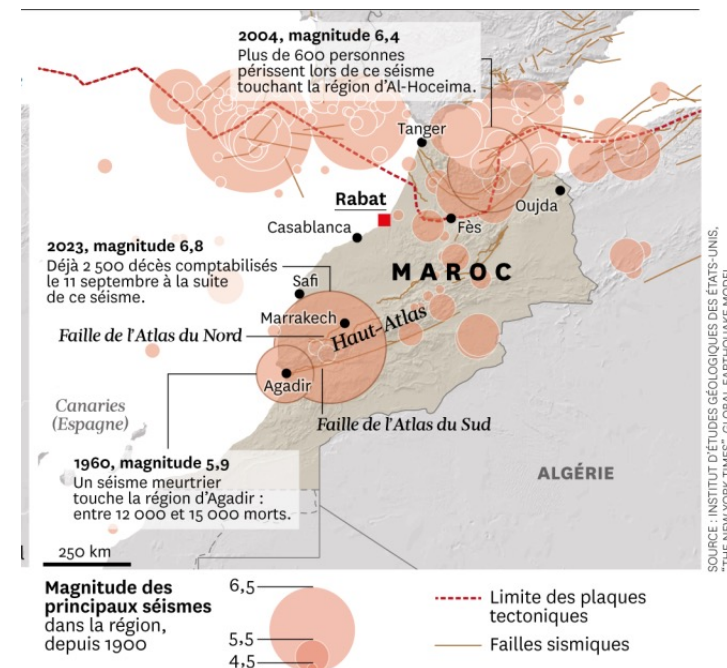


2029, M Mw 4.9

Source: Ritz et al. - Technique de l'ingénieur + site web INSU

« Le séisme de 2023 au Maroc, survenu le 8 septembre 2023 à 22 h 11 min 2,2 s UTC, 23h11 heure locale, et de magnitude $M_w = 6,8$ à $7,2$ selon les instituts sismologiques... L'épicentre du séisme se trouve dans le Haut Atlas à 71,8 km au sud-ouest de Marrakech. L'hypocentre est calculé à une profondeur de 12 à 24 km. Le séisme est suivi 20 minutes plus tard d'une importante réplique de magnitude 4,9.

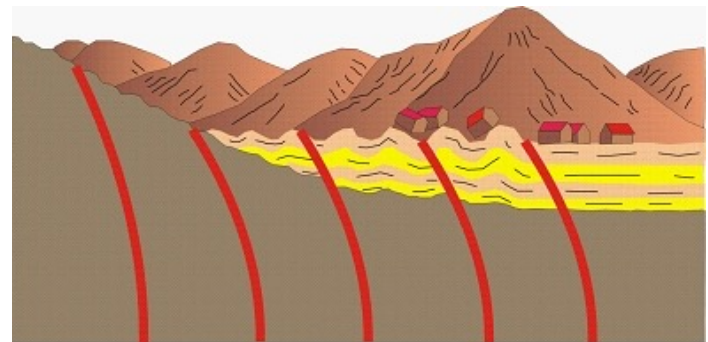
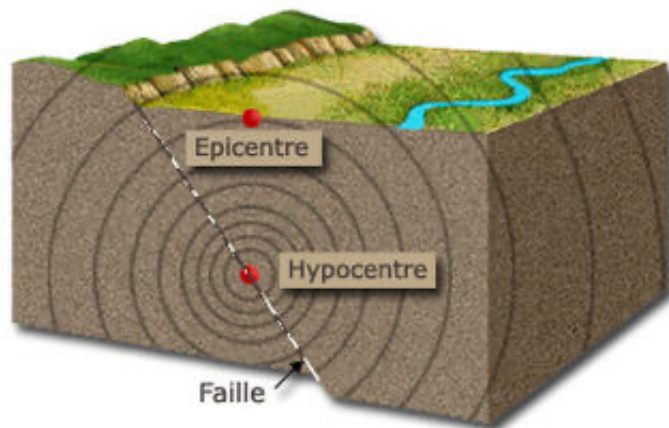
L'USGS indique un mécanisme au foyer de chevauchement oblique. Les deux plans nodaux seraient donc une faille inverse à composante dextre, orientée SE-NW, et de pendage 37° SW, et une faille inverse, orientée WSW-ENE, avec une composante senestre, sur un plan à pendage de 69° NNW. On estime également que la zone de rupture de la faille mesure environ 30 km par 20 km.



Sismologie

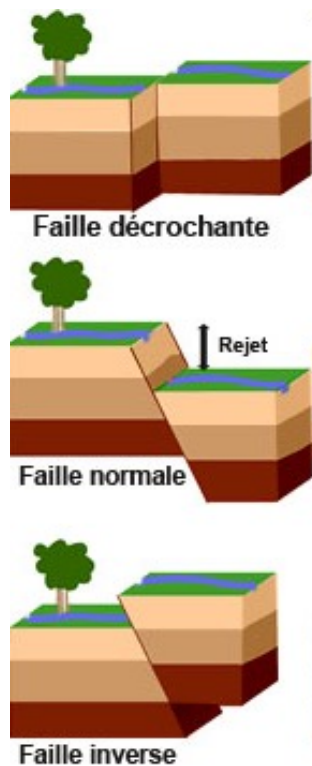
Un séisme est une libération soudaine d'énergie à l'intérieur de la terre qui provient de la fracturation des roches en profondeur en lieu appelé foyer, source ou hypocentre.

Un séisme peut occasionner des dégâts considérables à cause des ondes élastiques qui se propagent depuis le foyer jusqu'à n'importe quel point de la surface, provoquant un ébranlement du sol.

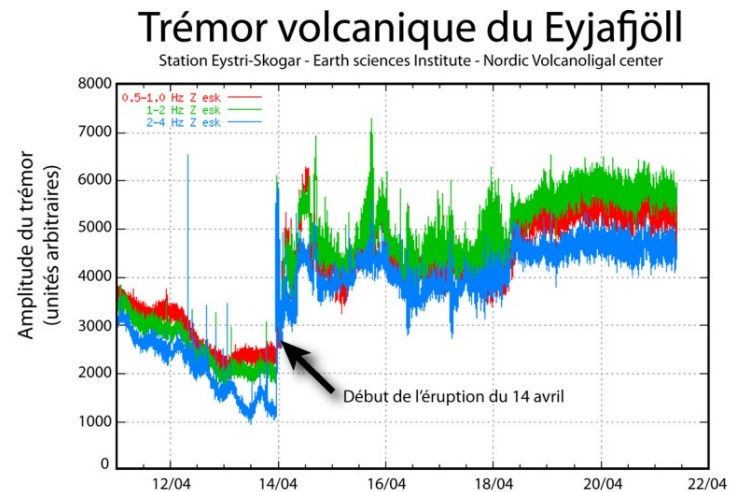


Origine d'un séisme

NATURELLE: formation ou rejet de faille, volcanisme, effondrement grotte



Séismes tectoniques

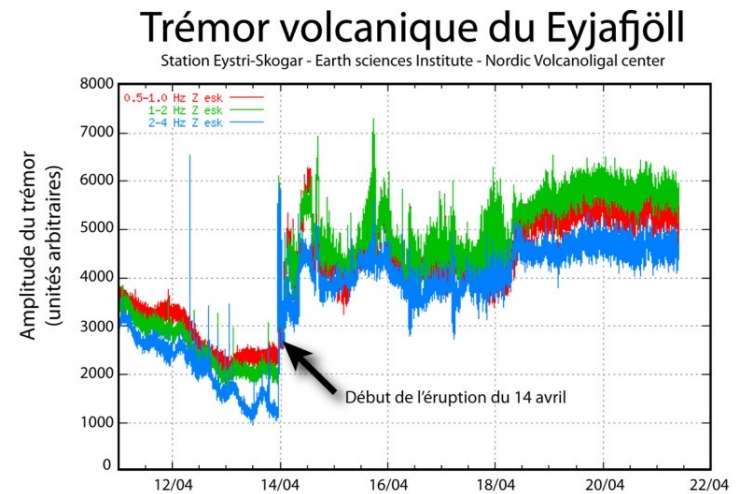
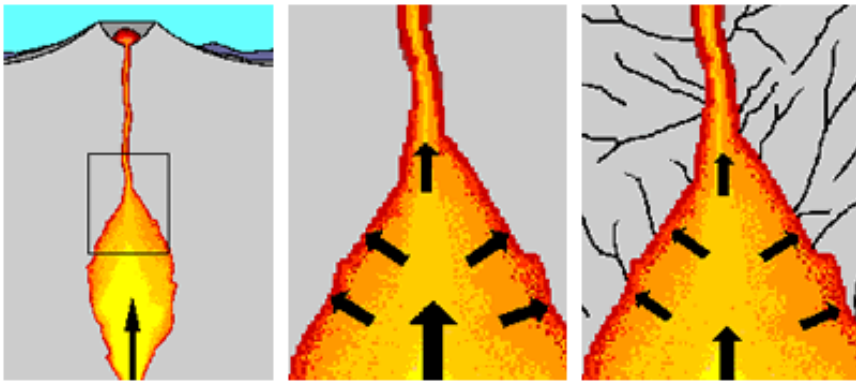


Séismes volcaniques
(remontée du magma visqueux)

Origine d'un séisme

NATURELLE: accumulation de magma dans chambre volcanique

➔ intrusion et dégazage de magma, formation de conduits,...

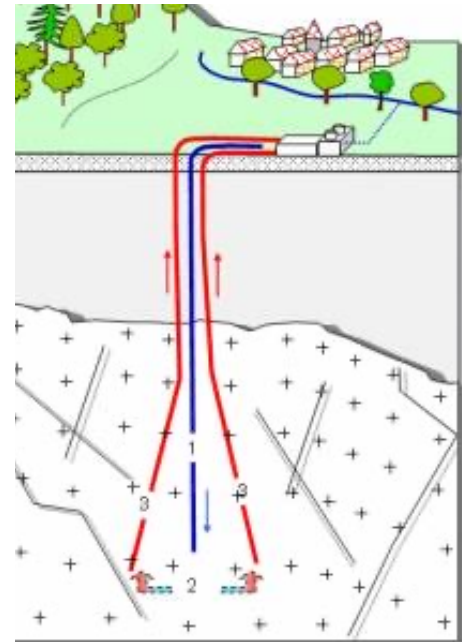
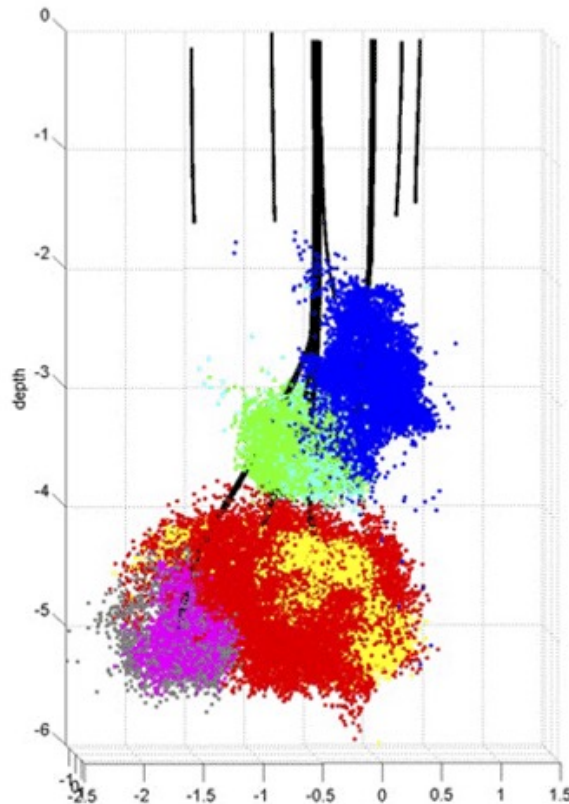


➔ Suivi de l'activité des volcans

Trémor: vibration du sol liée aux mouvements de magma.

Origine d'un séisme

ARTIFICIELLE/ ANTHROPIQUE: essais nucléaires, barrages-réservoirs, exploitation réservoirs,...



Migration des séismes avant et après des stimulations hydrauliques effectuées à Soultz-sous-Forêts.

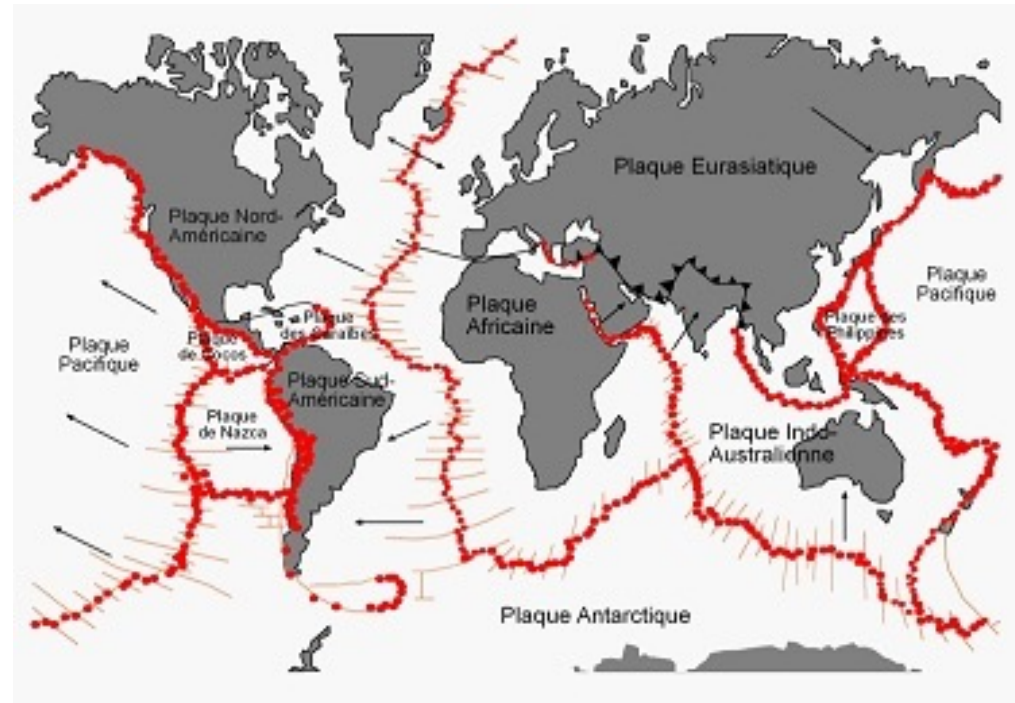
SEISMES INDUITS

Origine d' un séisme tectonique

Le séisme → rupture de la roche, avec formation ou réactivation d'une faille
= propagation d'une rupture le long d'une faille

La rupture → relâchement de l'énergie accumulée sous l'effet des contraintes tectoniques extérieures.

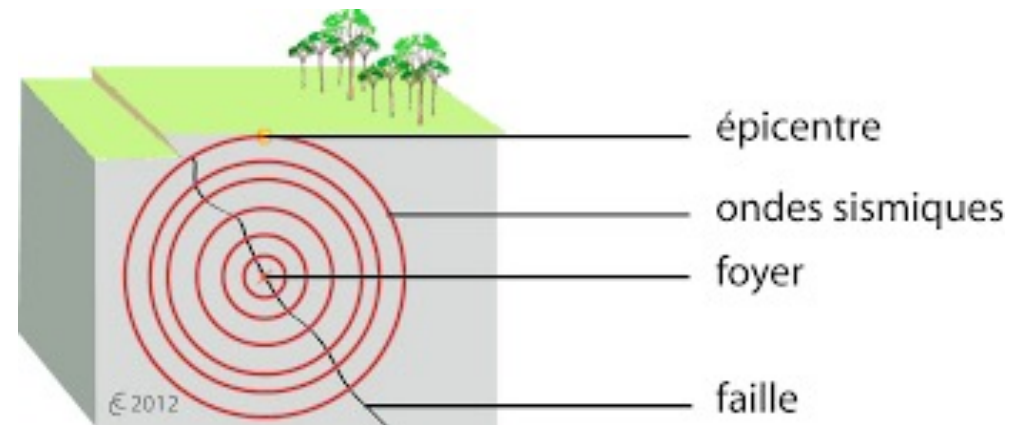
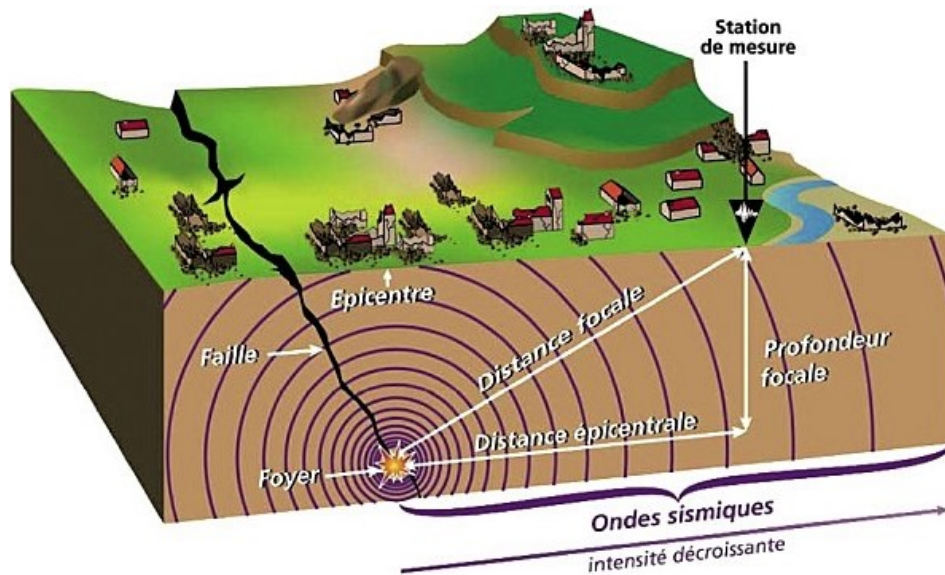
Origine d'un séisme tectonique



Le mouvement des plaques provoque des tensions, faisant que celles-ci s'accumulent jusqu'à un point où la résistance de la croûte ne peut plus supporter la tension et elle se casse. Au moment où a lieu cette rupture, l'énergie qui s'était accumulée se libère soudainement sous forme d'ondes qui se propagent dans toutes les directions en produisant une secousse du terrain. (BRGM)

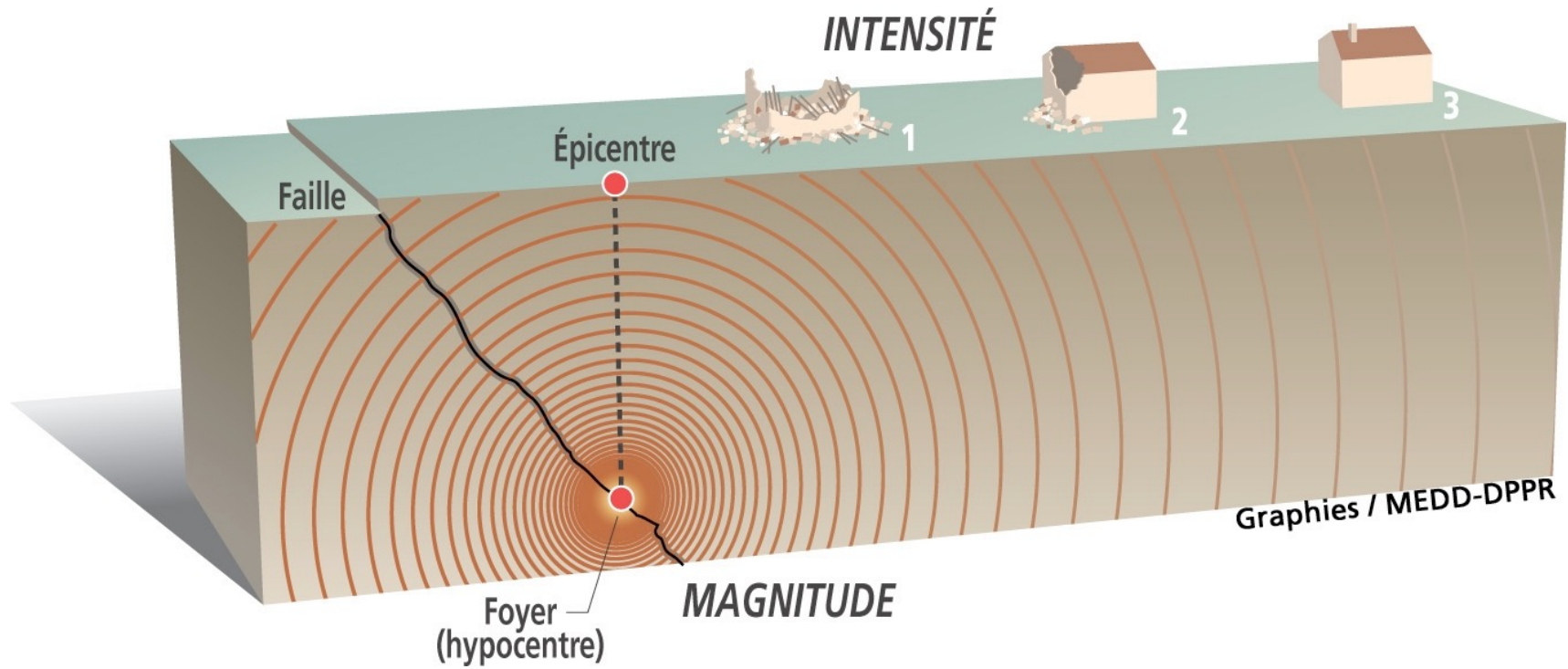
Vocabulaire

- Le foyer, source ou hypocentre est l'endroit où se produit la rupture.
- L'épicentre est la projection du foyer à la surface de la Terre.

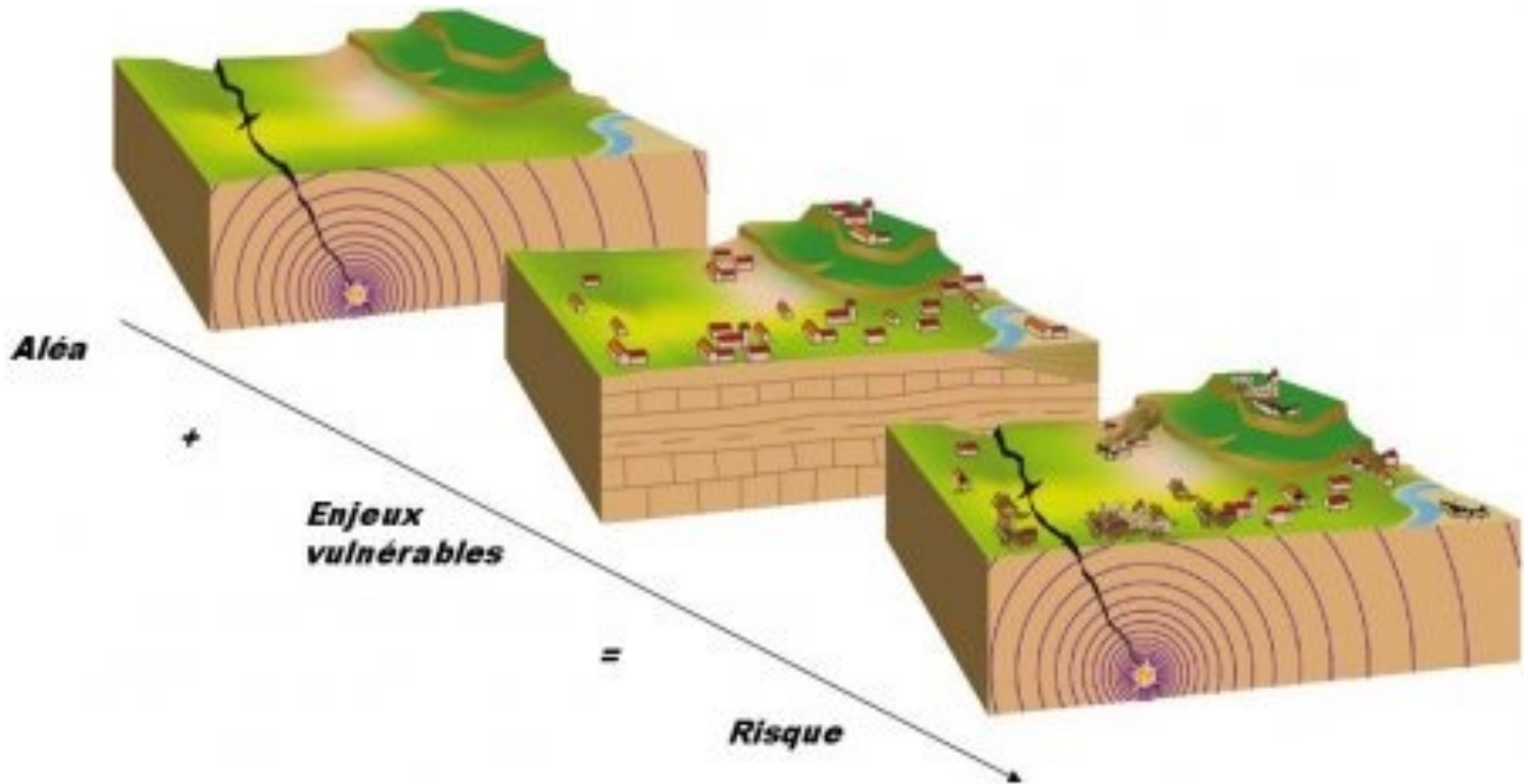


Vocabulaire

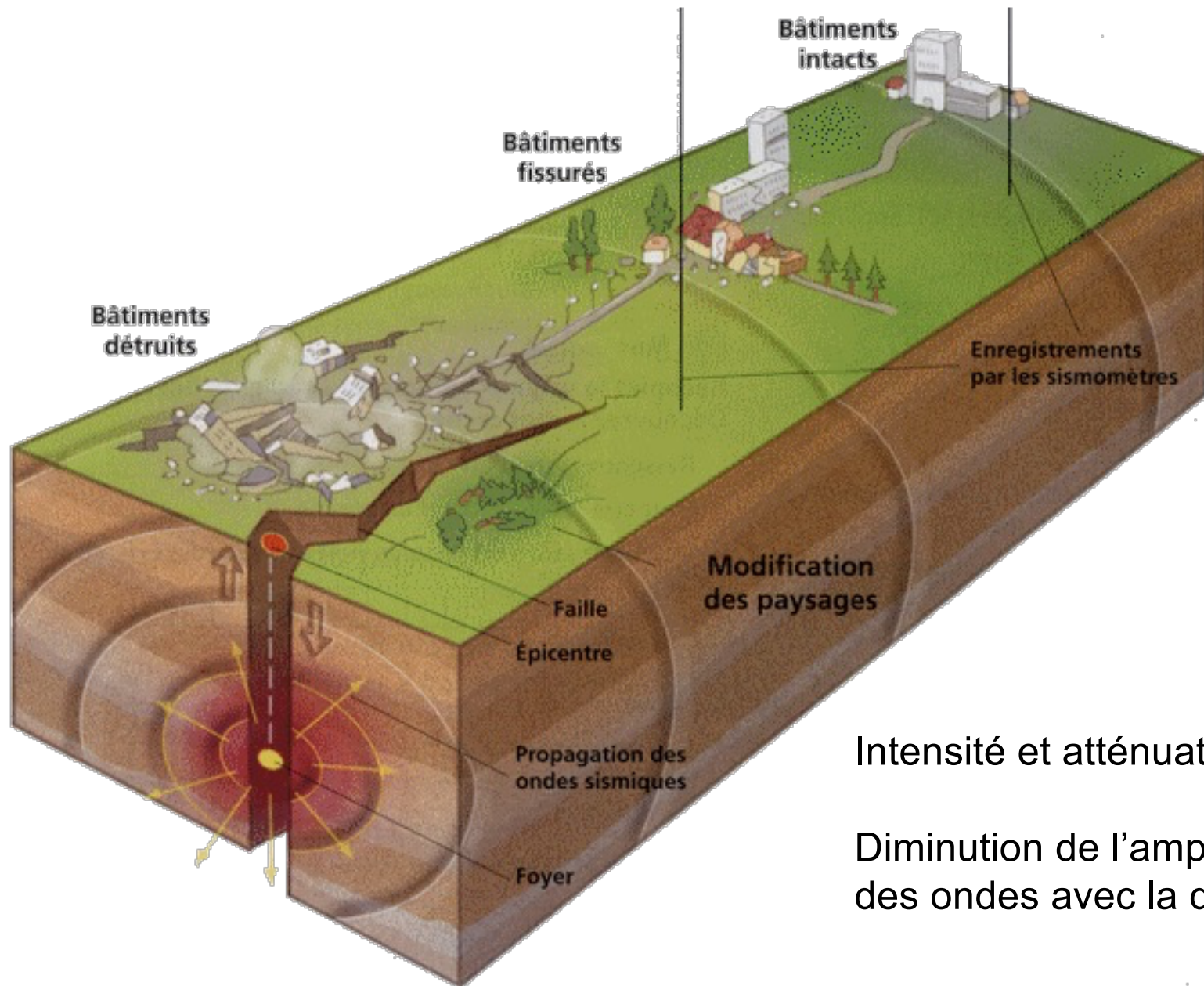
- La magnitude : énergie libérée par le séisme → calcul (« Echelle Richter »)
- L'intensité : ressenti (secousses, dégâts) → témoignage (« Echelle Mercalli »)



Vocabulaire



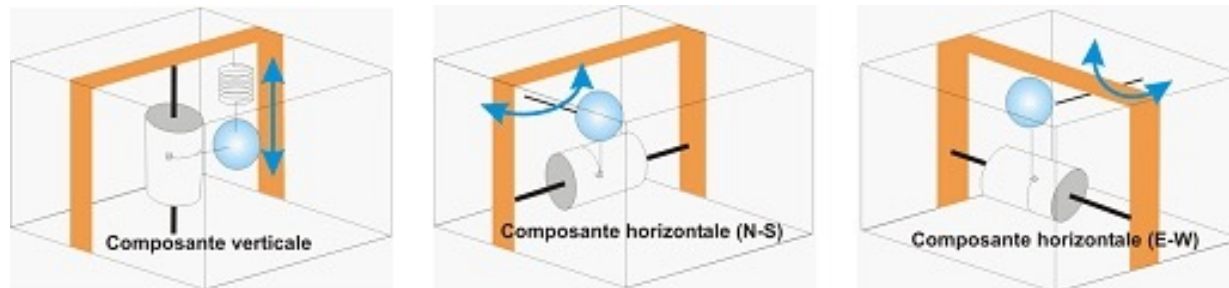
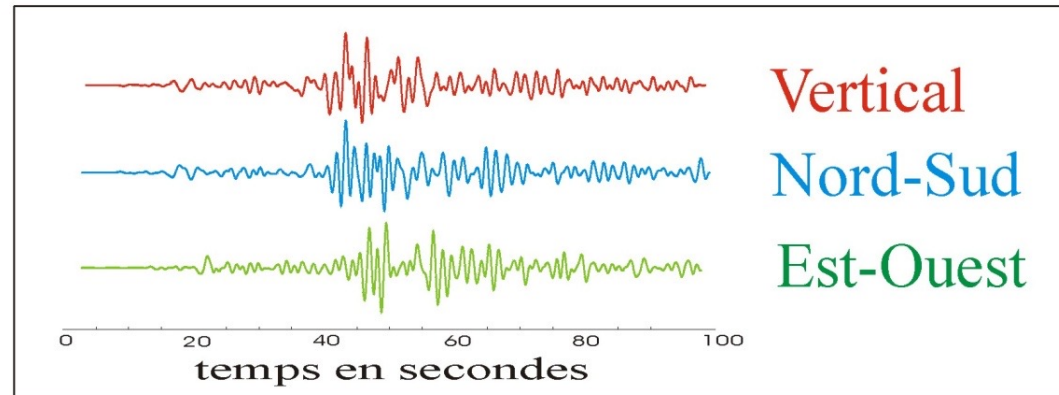
Vocabulaire



Intensité et atténuation:

Diminution de l'amplitude des ondes avec la distance.

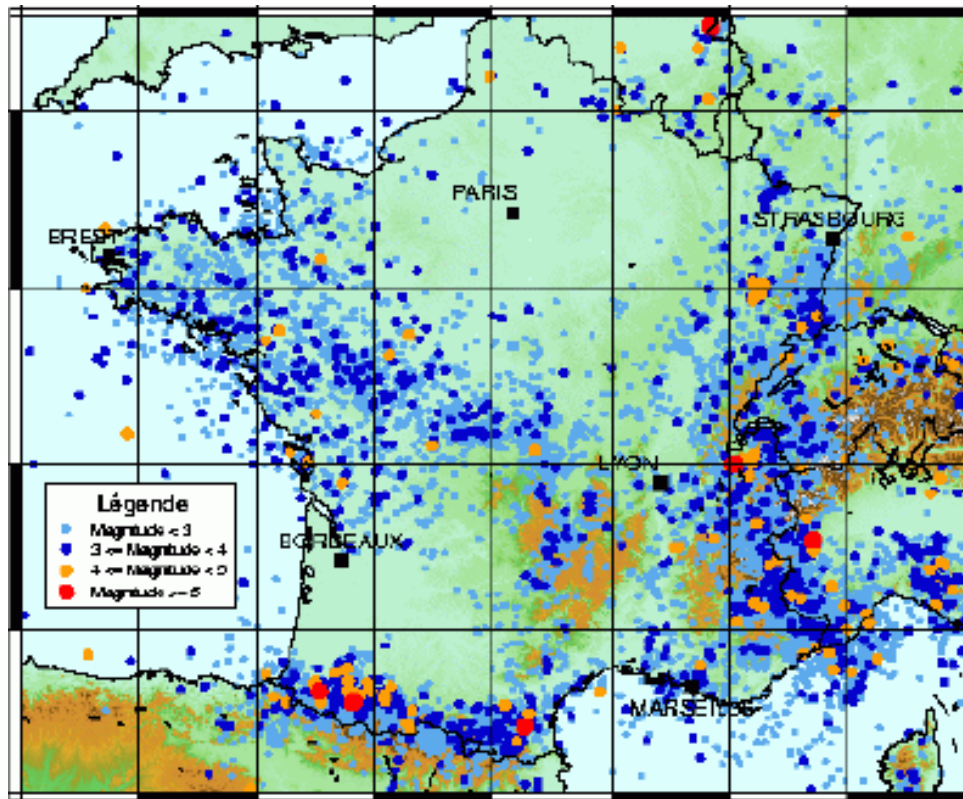
Enregistrement des séismes



Principe d'un sismomètre 3 composantes

Début 20eme siècle... principe du pendule.

Localisation des séismes



Sismicité moyenne avec des séismes superficiels (croûte)

-20 séismes par an $> M=3.5$

-10 séismes $M > 5$ depuis 1980

-Zones de failles ou plissements hérités

Rapprochement lent entre la plaque africaine et plaque eurasienne.

Carte réalisée à partir des données du BCSF du 1980 à 2000

Histoire

ANTIQUITE – Aristote → Pneuma

Le pneuma est produit par les rayons du soleil qui, lorsqu'il s'enfonce dans la terre et s'accumulent et produisent des séismes.

1600 - Poches de gaz (P. Cassendi)

1779 - Tonnerre souterrain (P. Bertholon de Saint-Lazare) : accumulation d'électricité dans le sol.

1755- Séismes de Lisbonne

1854 - Première carte sismique du monde (R. Mallet)

Début XXe siècle – Premières bases scientifiques

Identification des différentes ondes sismiques (Richard Dixon Oldham)

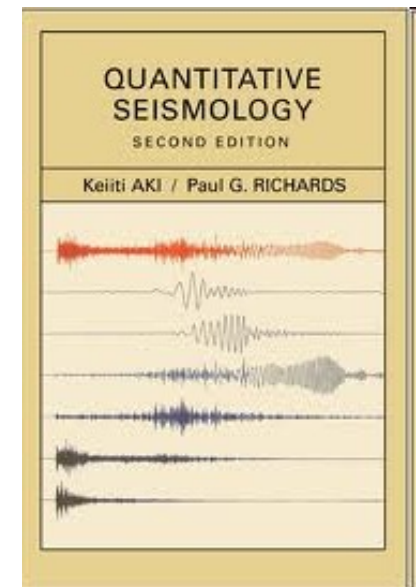
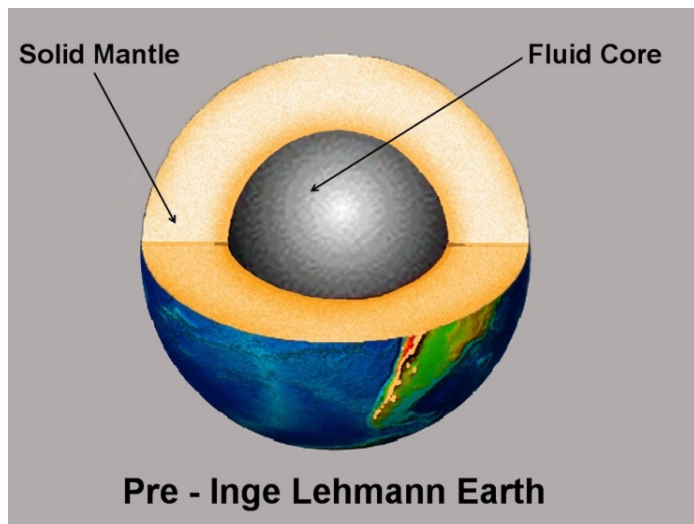
Recensement des séismes (A. Perrey)



The linked image cannot be displayed. The file may have been moved, renamed or deleted. Verify that the link points to the correct file and location.

Histoire

- 1893 - Lien entre séisme et faille est mis en évidence par Bunjiro Koto
- 1902 - Echelle d'intensité par Guiseppe Mercalli
- 1906 - Noyau de la Terre liquide par Richard Dixon Oldham
- 1909 – Discontinuité sismique à la base de la croûte terrestre par Mohorovicic
- 1935 – Echelle fondée sur la magnitude par Charles Francis Richter
- 1936 – Graine solide dans le noyau par Inge Lehmann
- 1966 – Moment sismique par Keiiti Aki
- 1977 - Magnitude basée sur le moment sismique par Hirro Kanamori



Histoire

- Connaissance avant 1900
sans sismologie
- Connaissance vers 1935
Temps de trajet
- Connaissance vers 1985
Analyse des sismogrammes

