

COURS DISPONIBLE SUR INTERNET

A PARTIR DE

LA SEMAINE PROCHAINE

Serveur step.ipgp.jussieu.fr

—————→ TICE

—————→ Serveur de Cours

PROGRAMME :

DEUX COURS

Vendredi 28 avril

Vendredi 5 mai

AUJOURD'HUI :

9h40

**Présentation
du camp de terrain
par Yves GAUDEMER**

PLAN

1°) Energie et températures dans la Terre

2°) Eléments de dynamique

3°) Champ de pesanteur

4°) **Mesure de la déformation**

5°) **Sismologie et tremblements de terre**

6°) Chimie des roches

Chapitre 5

Sismologie et tremblements de terre

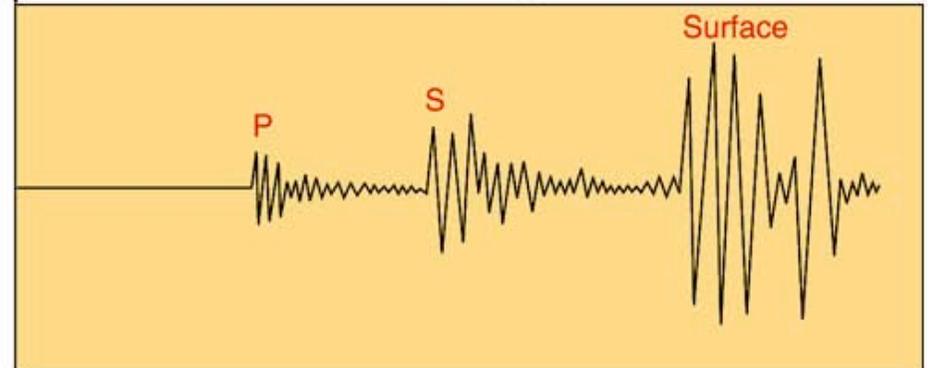
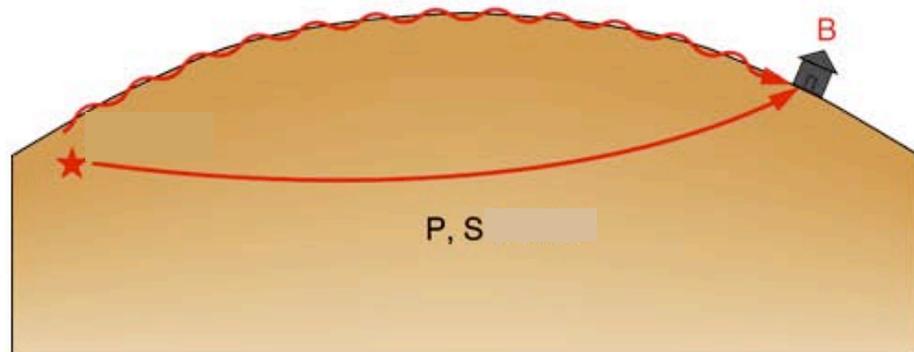
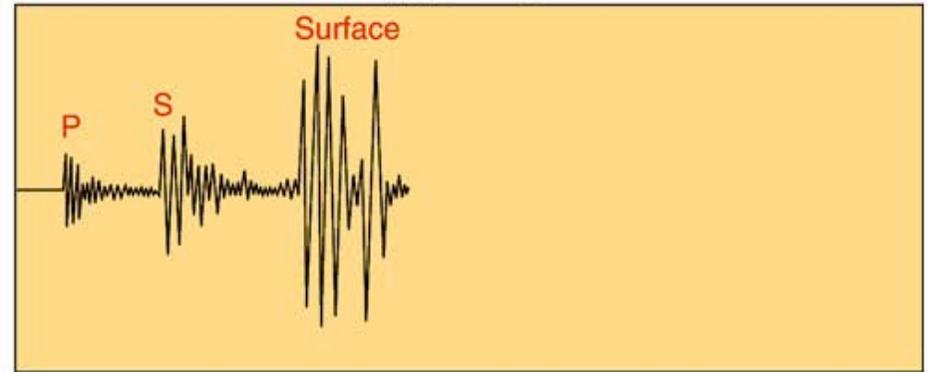
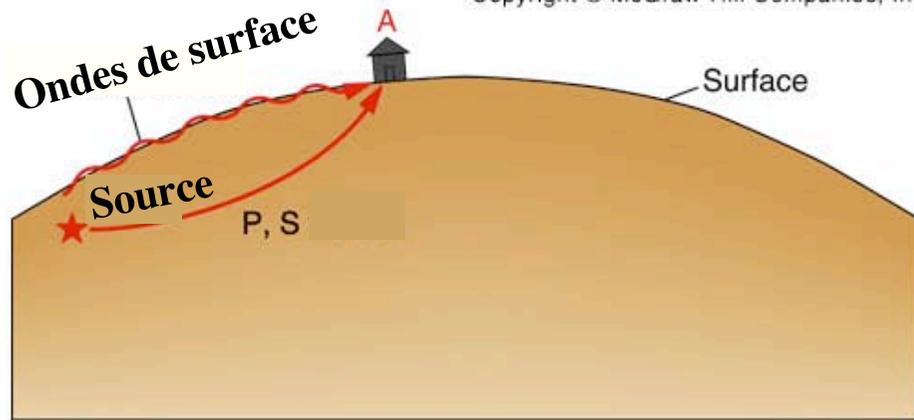
5.1. Les ondes sismiques

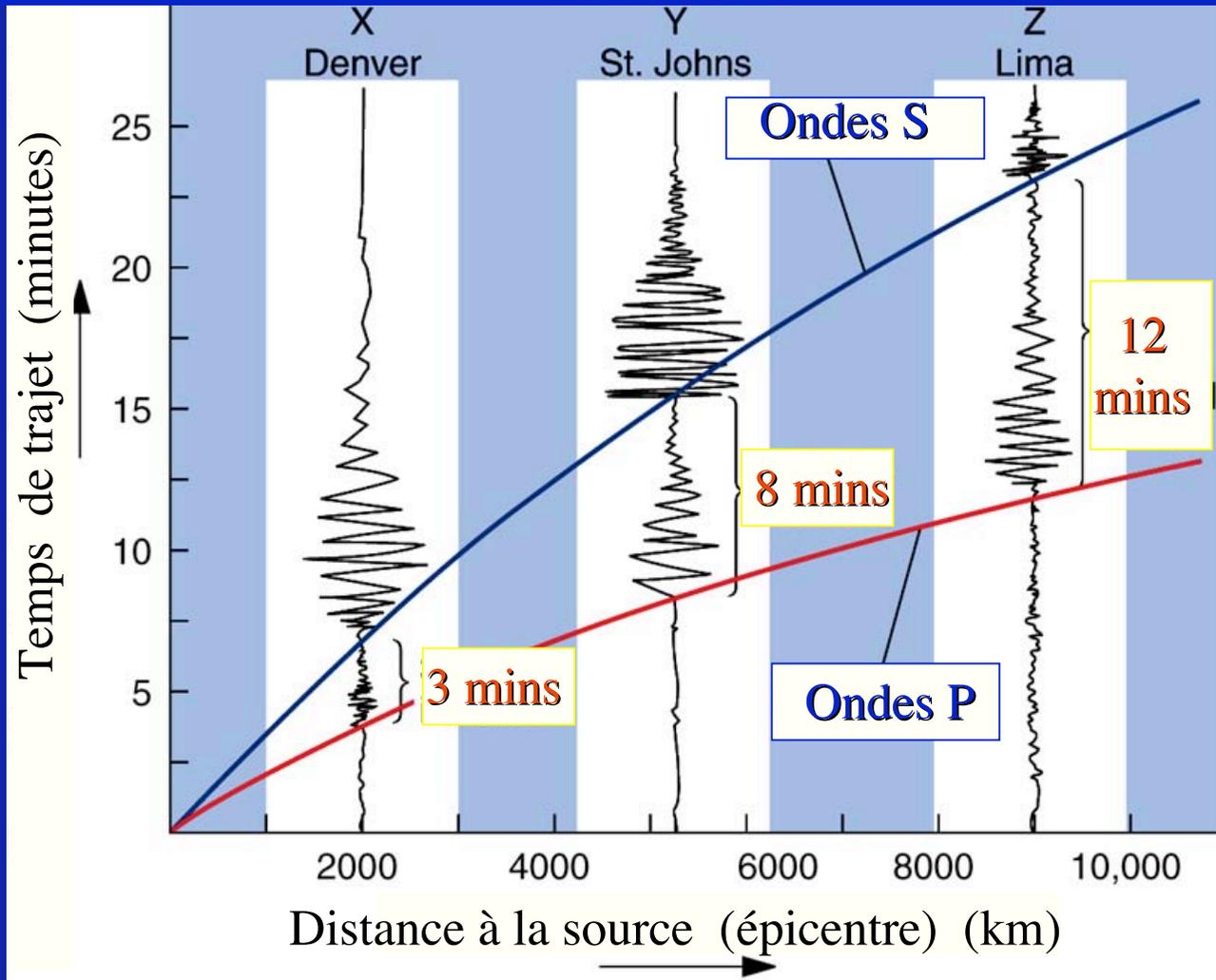
5.2. Principes d'imagerie du sous-sol

5.3. Tremblements de terre et failles actives

a. Localiser les séismes

Copyright © McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or distribution



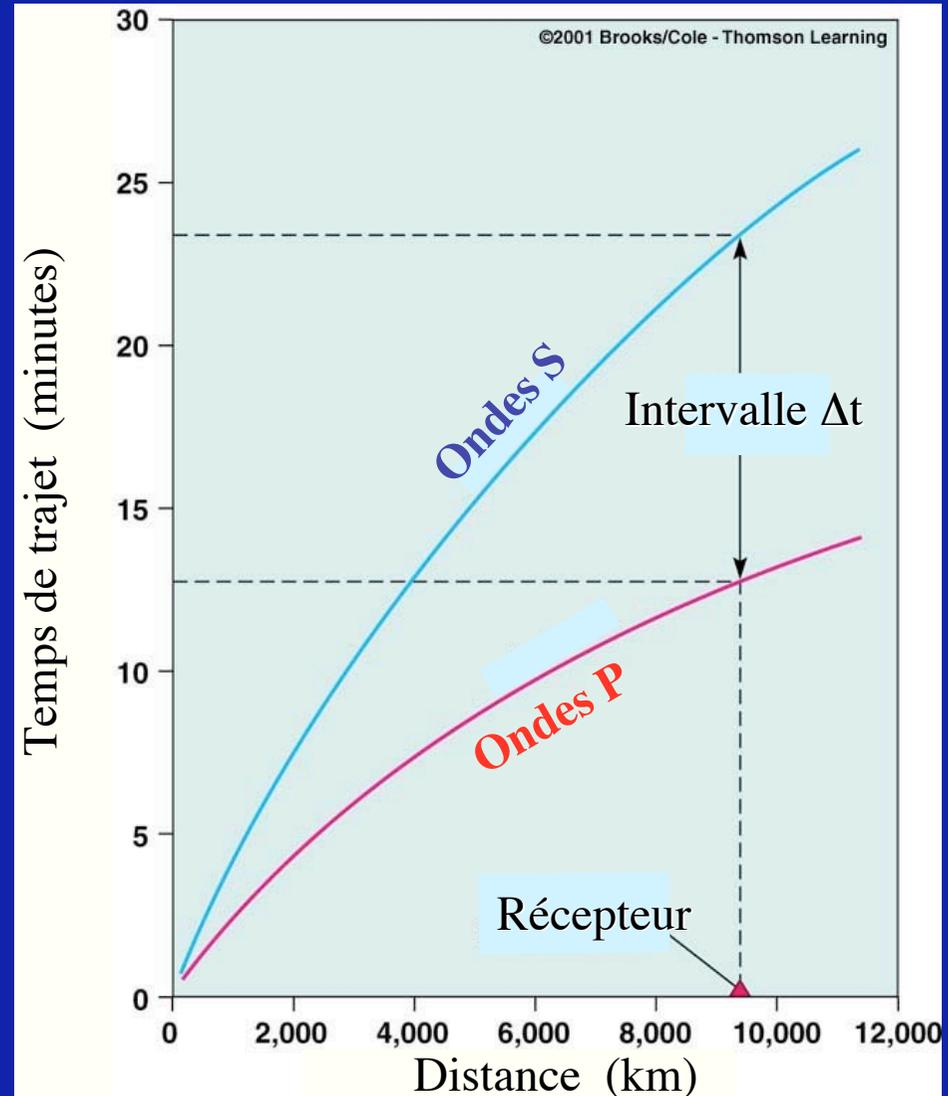


Localisation d'un tremblement de terre (épïcéntré)

Distance
séisme-récepteur d

$$d = V t$$

Mais on ne connaît pas
le temps exact du séisme, t_0 .



Localisation d'un tremblement de terre (épïcéntré)

On utilise les ondes P et S:

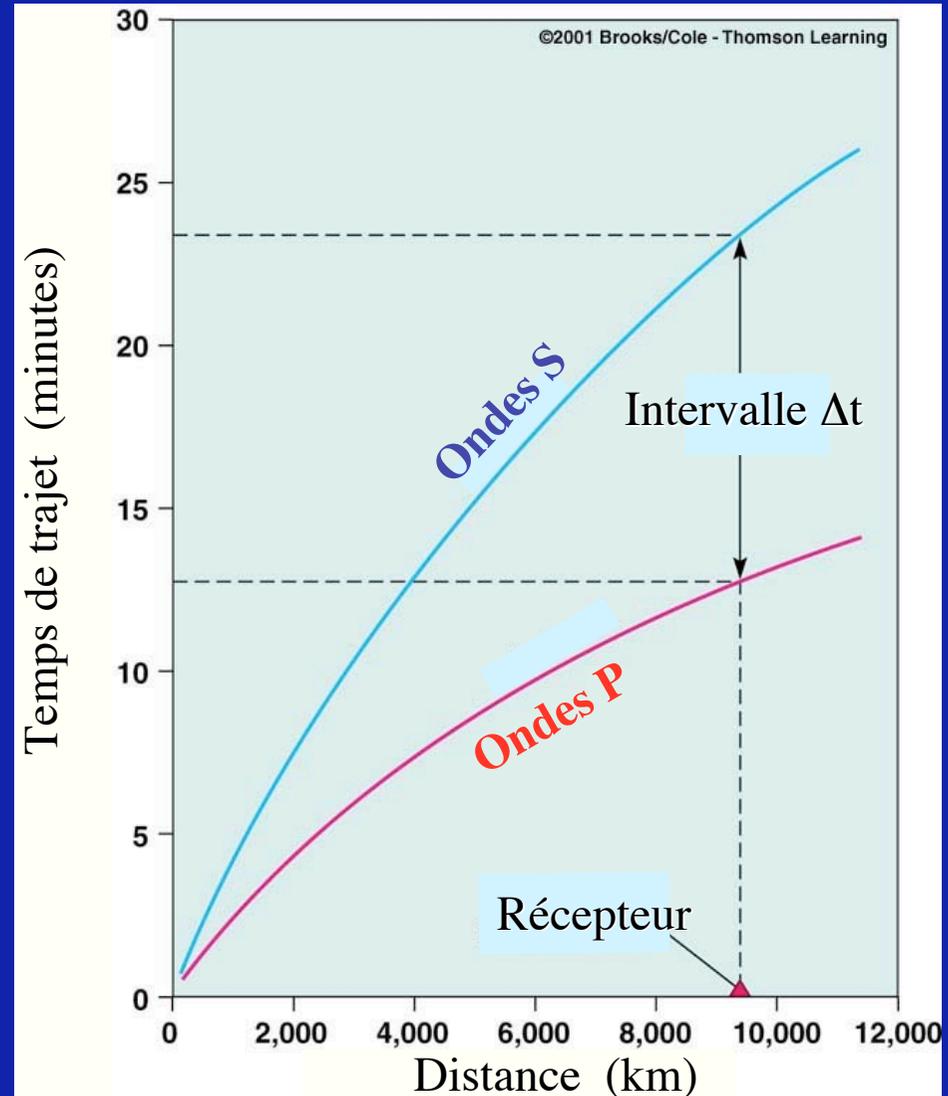
$$d = V_P (t_P - t_o)$$

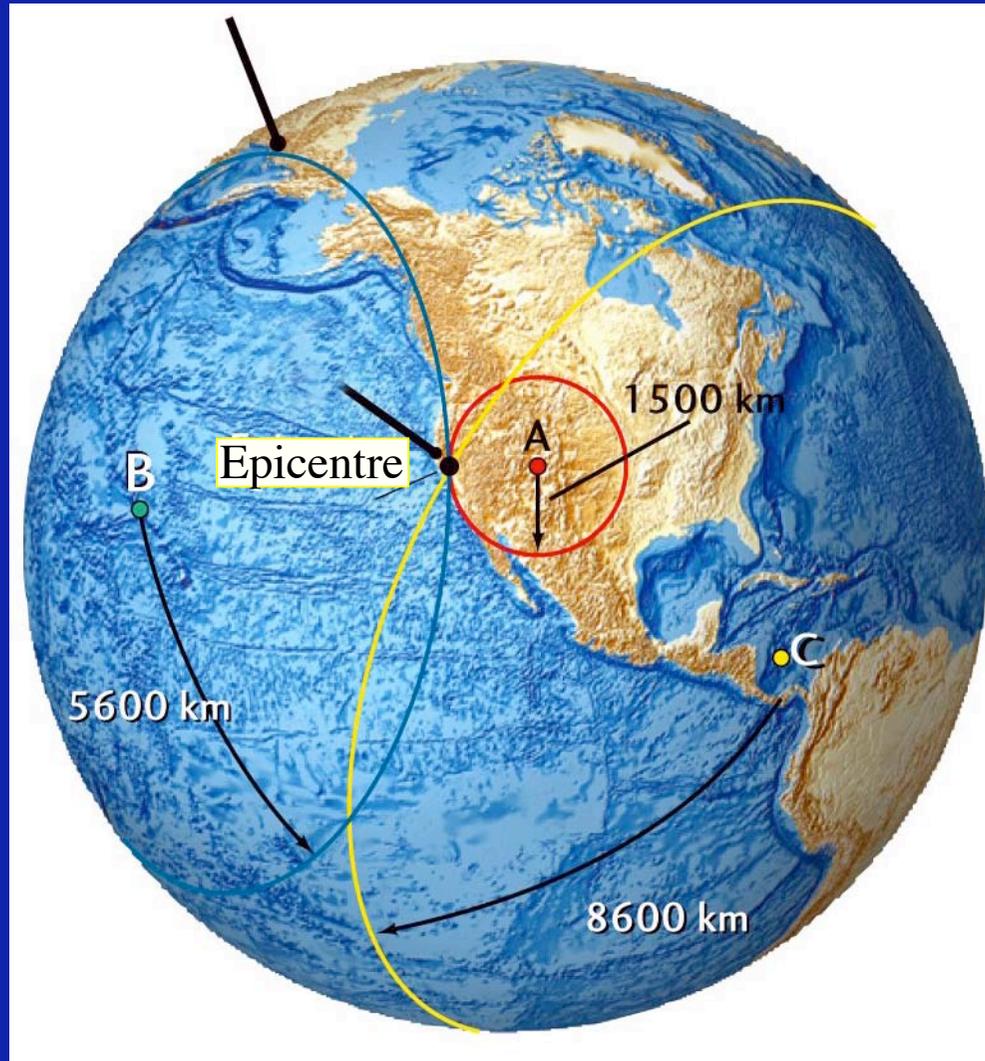
$$d = V_S (t_S - t_o)$$

$$t_P - t_o = d / V_P$$

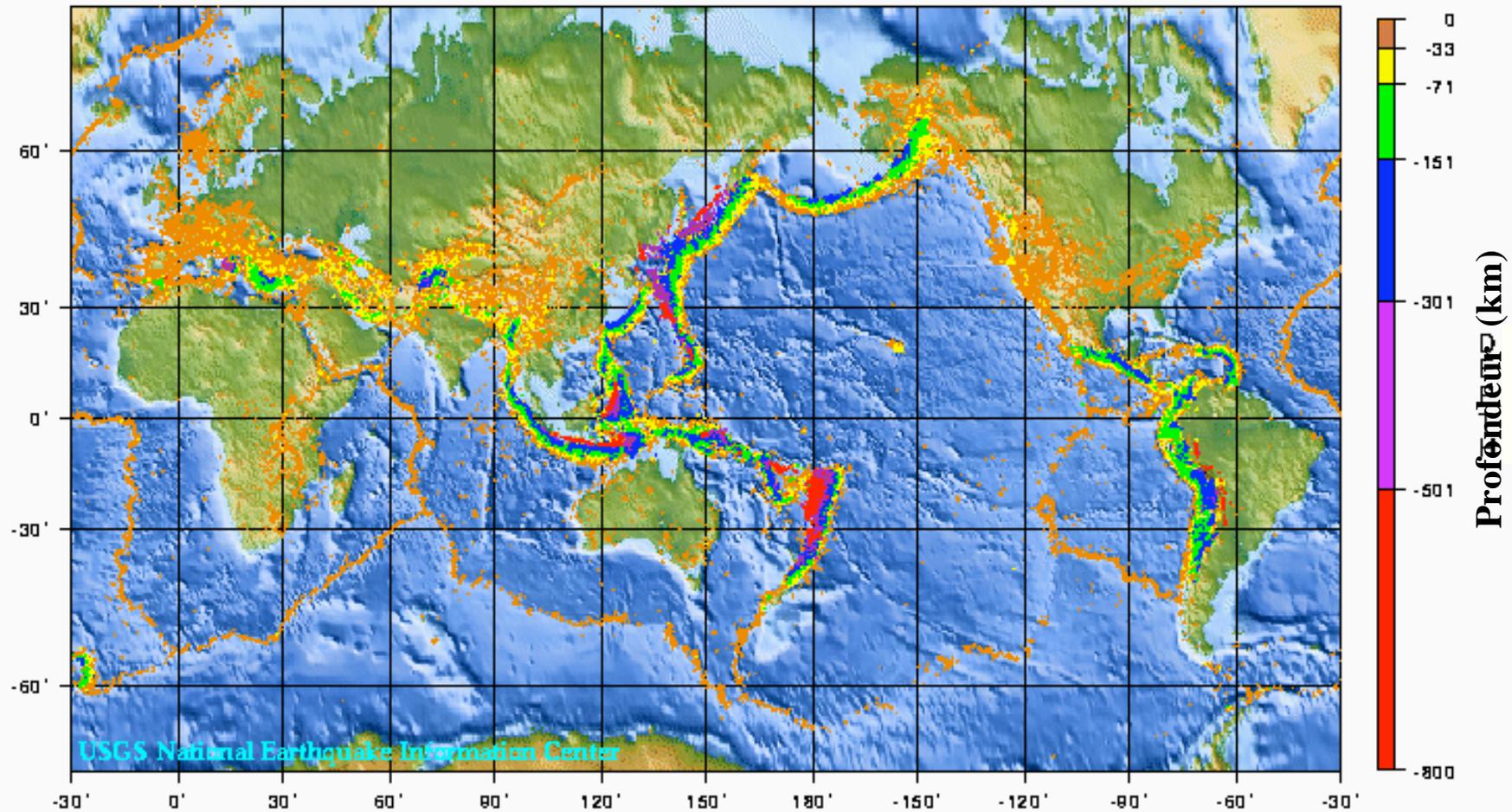
$$t_S - t_o = d / V_S$$

$$t_S - t_P = \Delta t = d \left(1 / V_S - 1 / V_P \right)$$

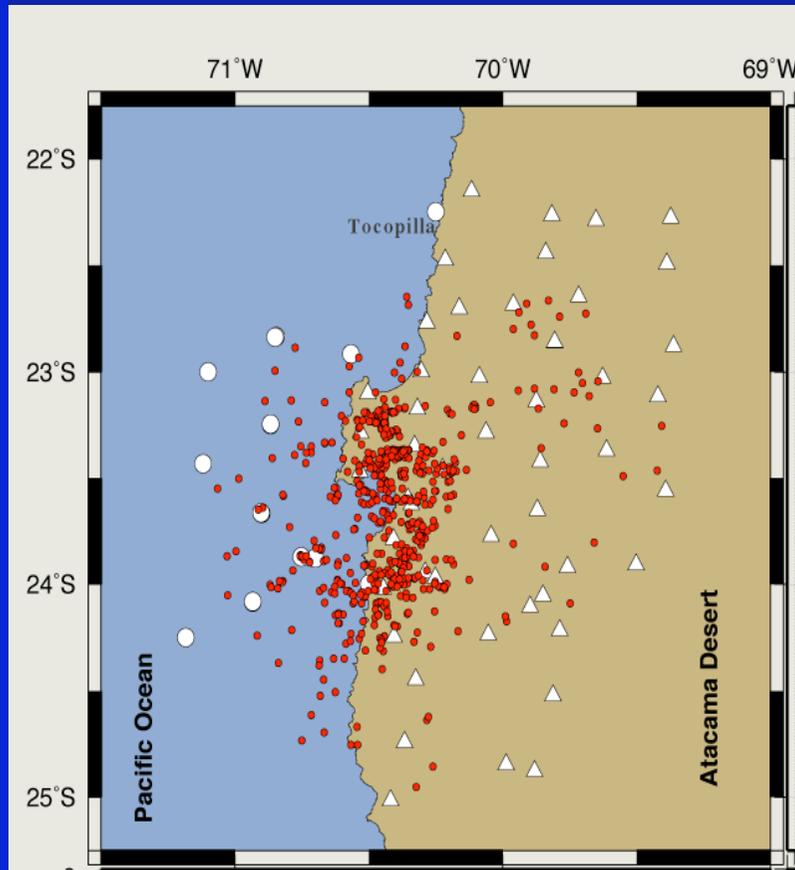




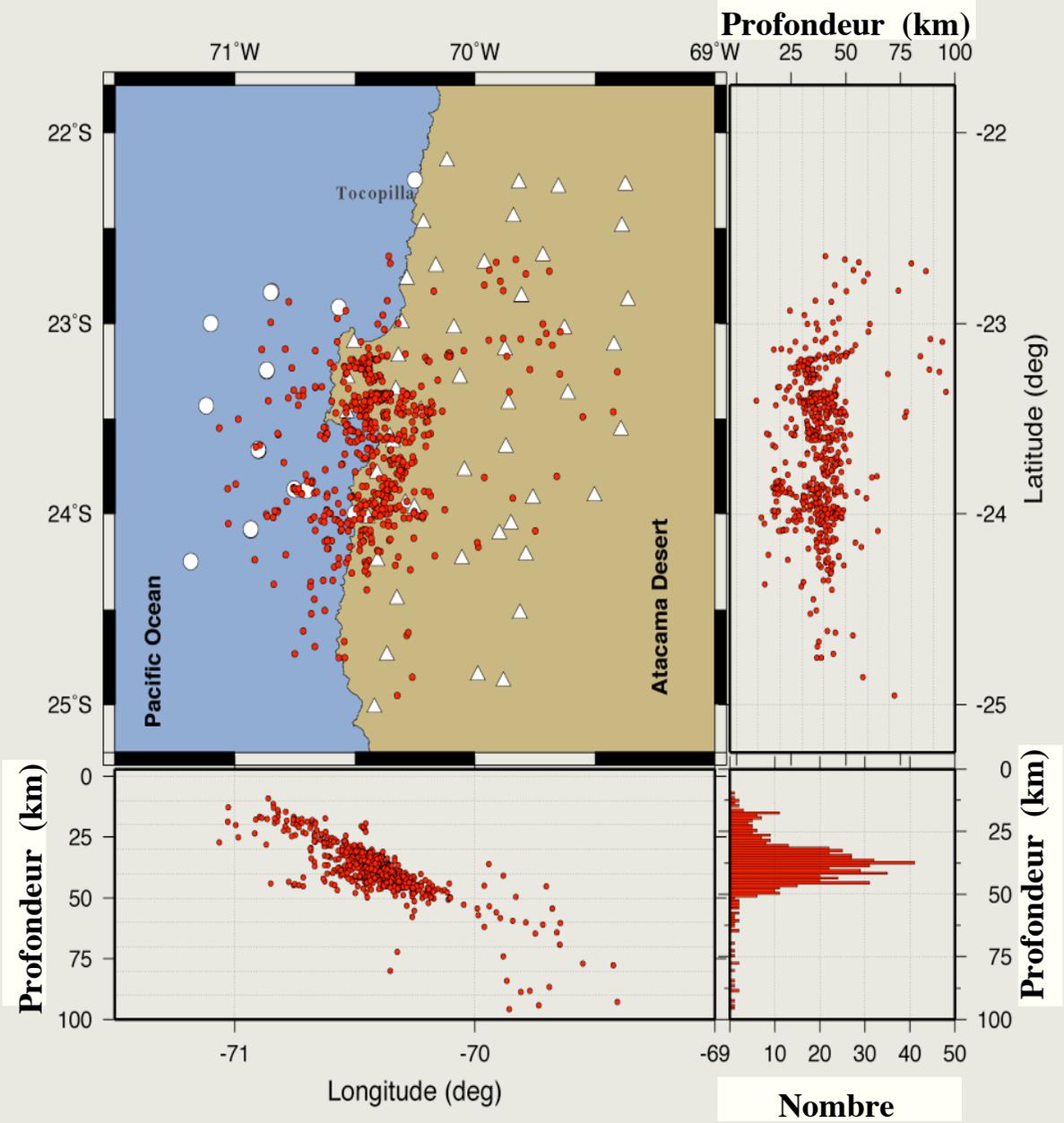
SISMICITE MONDIALE 1975 - 1995



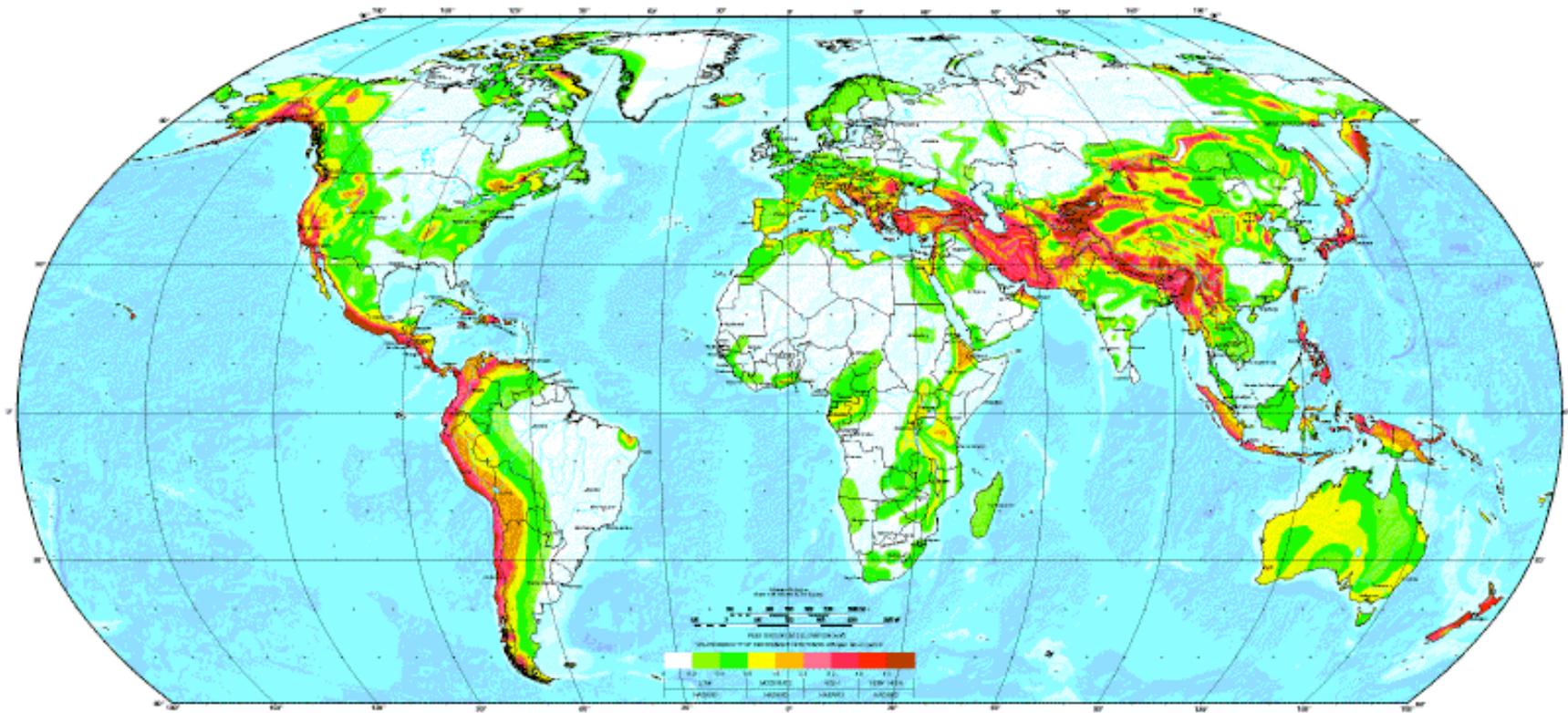
Sismicité du Chili : subduction



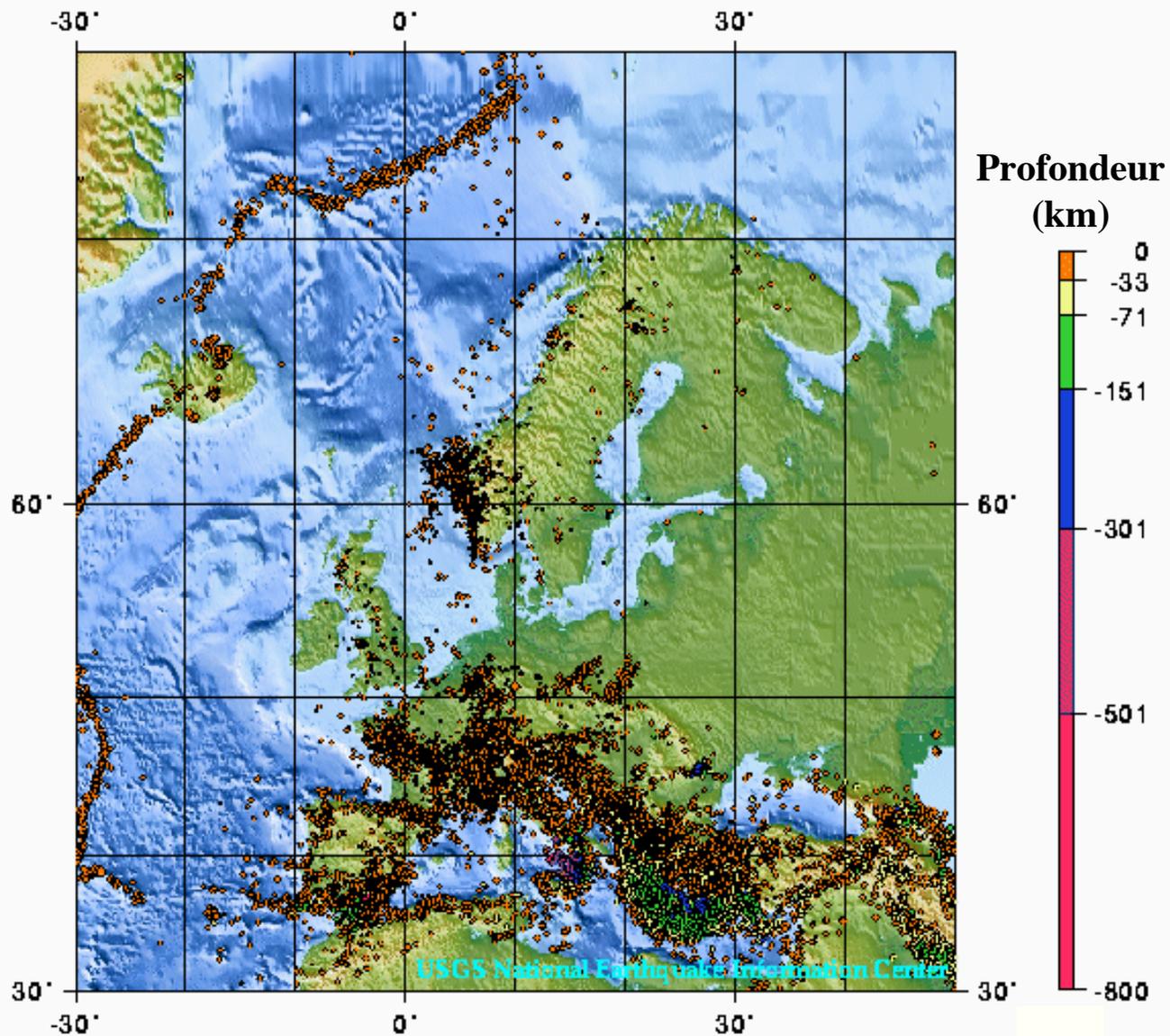
Sismicité du Chili : subduction



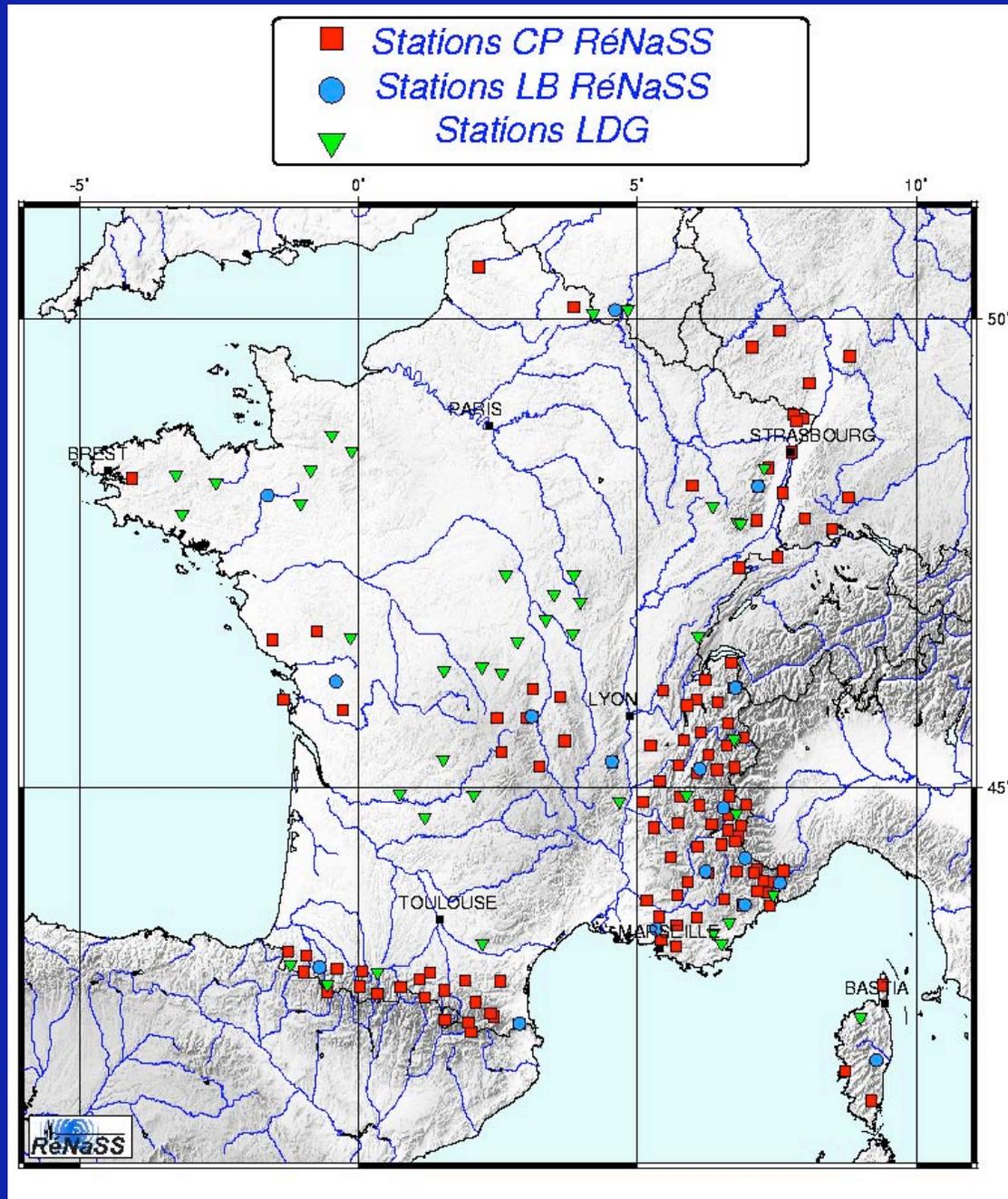
Carte du risque sismique



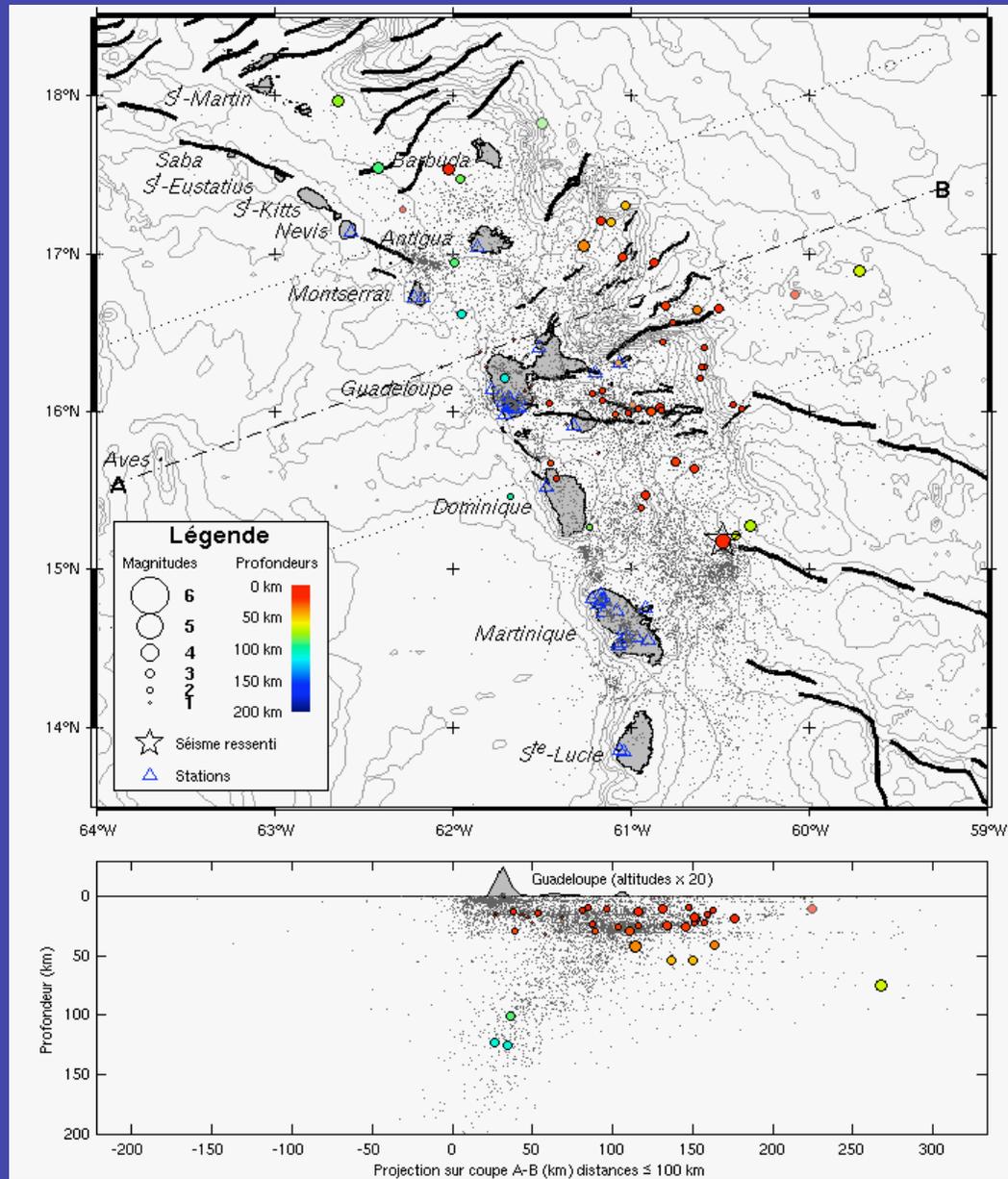
SISMICITE DE L'EUROPE 1975 - 1995



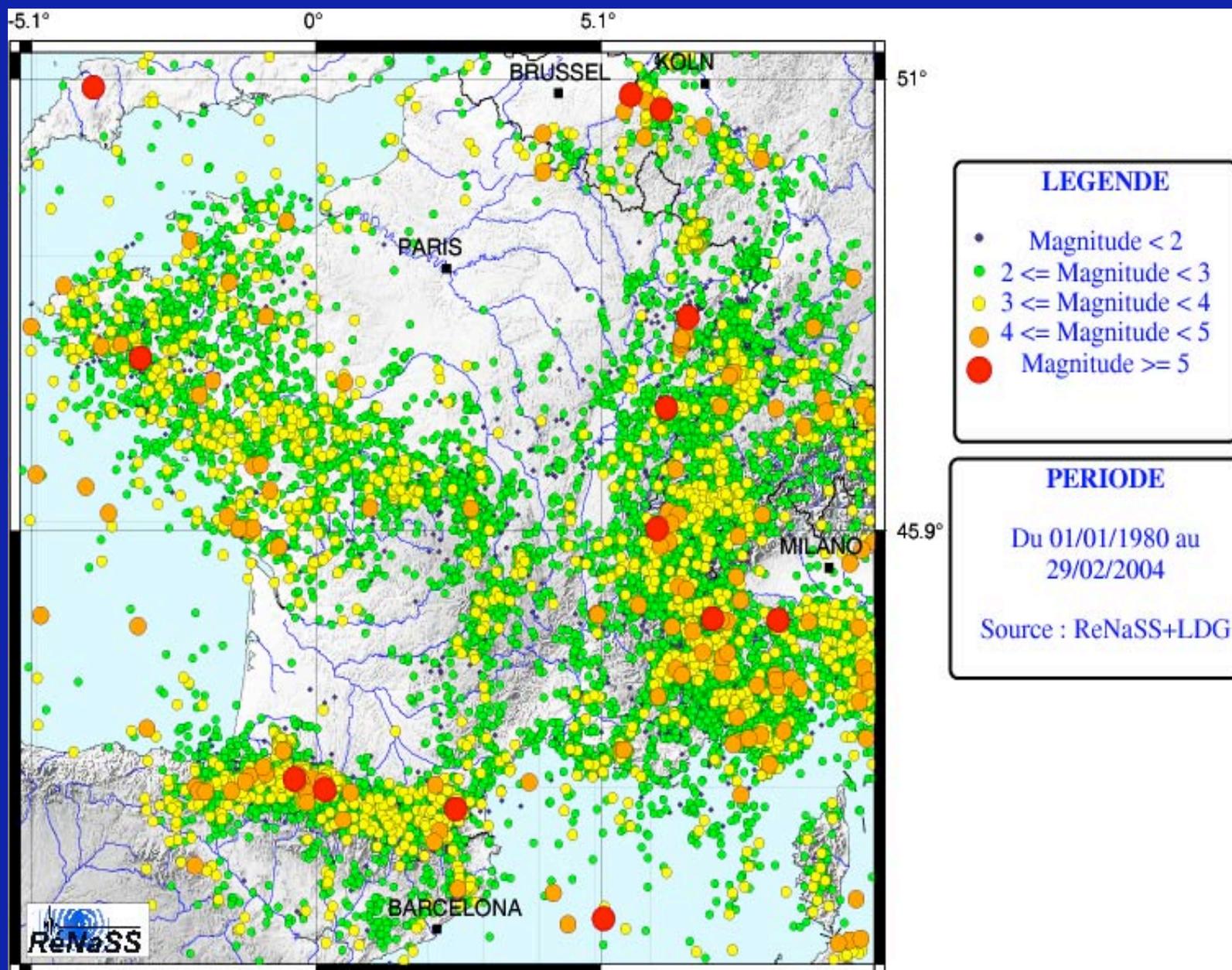
Réseau(x) français



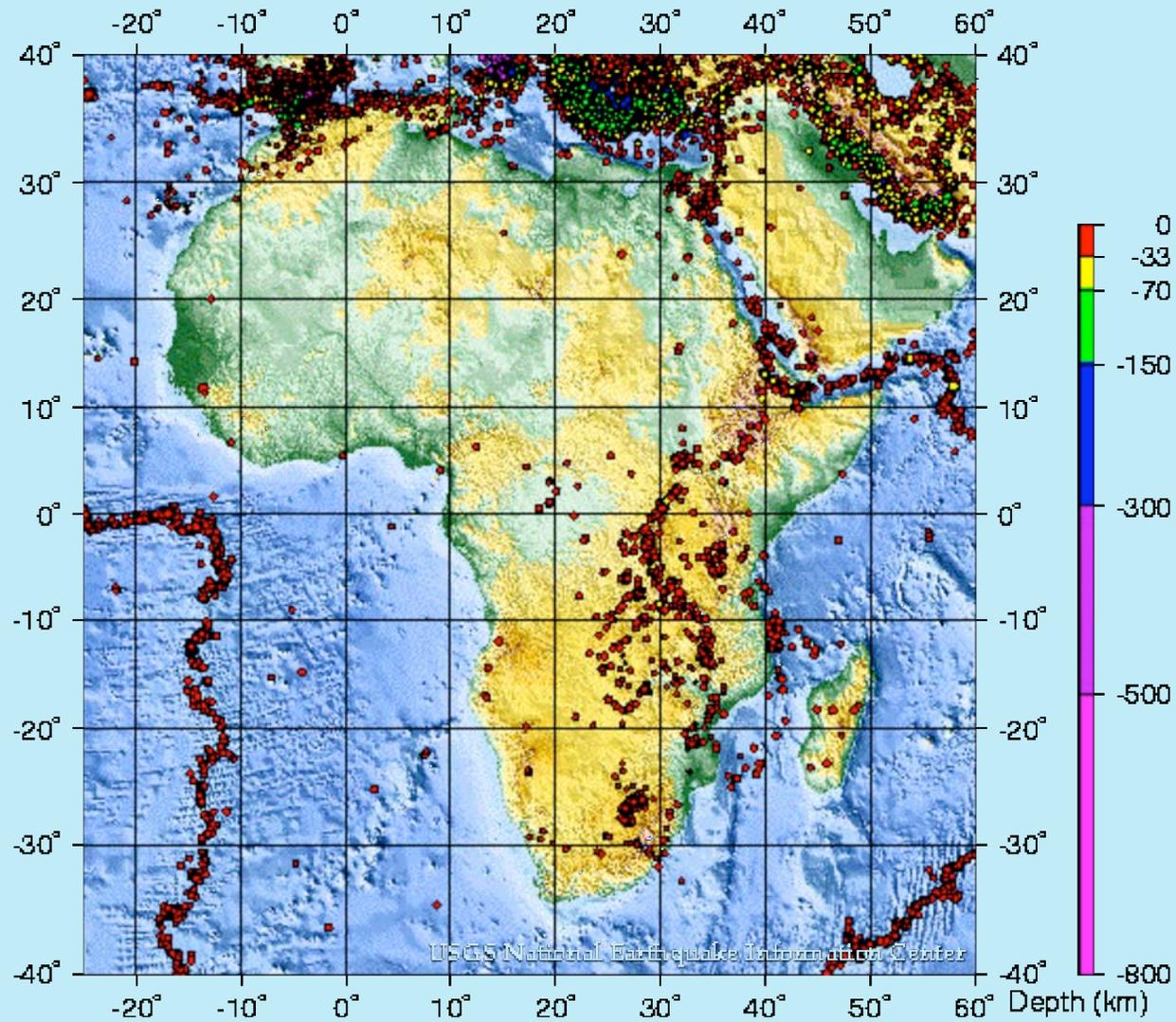
Sismicité des Antilles



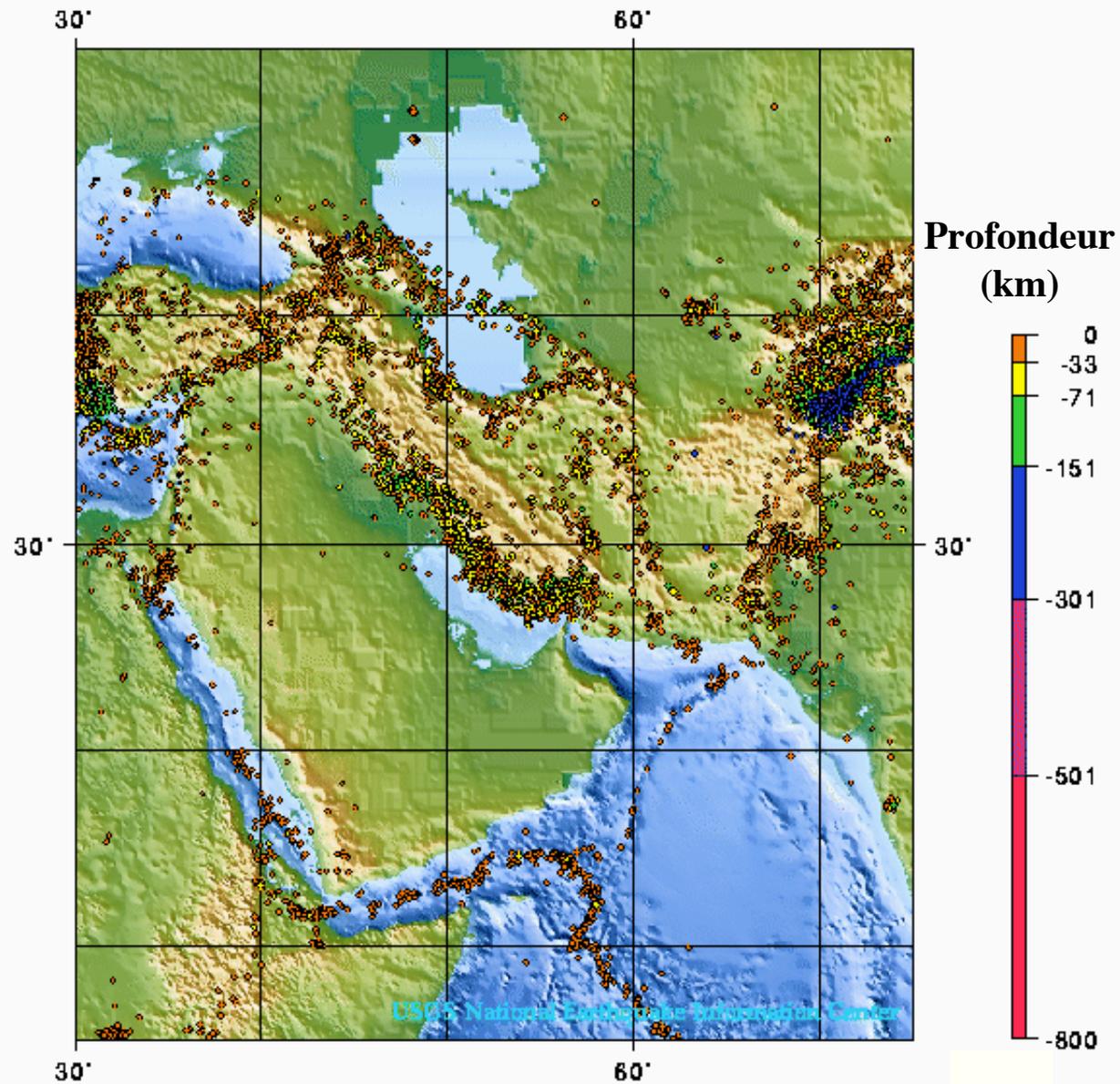
Sismicité de l'Hexagone



SISMICITE DE L'AFRIQUE 1977 - 1997



SISMICITE DU MOYEN-ORIENT 1975 - 1995



**b. Mesurer les caractéristiques
d'un tremblement de terre**

Energie d'un tremblement de terre



Faille de surface

$$S = L \times d$$

Contrainte

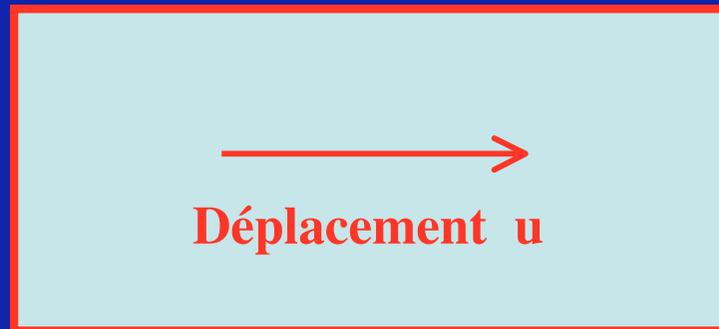
$$\sigma$$

Force

$$F = \sigma S$$

Travail de la force
(énergie)

$$W = F u = \sigma S u$$



Faille de surface

S

$$S = 5 \text{ km} \times 100 \text{ km} = 5 \cdot 10^8 \text{ m}^2$$

Contrainte

σ

$$\sigma = 10 \text{ bars} = 10^6 \text{ Pa}$$

Force

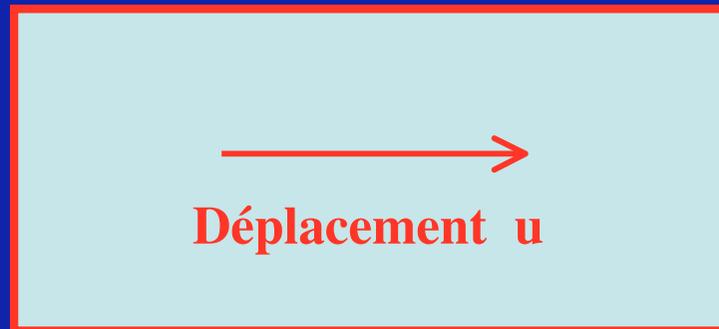
$$F = \sigma S$$

$$u = 2 \text{ m}$$

Travail de la force
(énergie)

$$W = F u = \sigma S u$$

$$W = 10^{15} \text{ Joules}$$



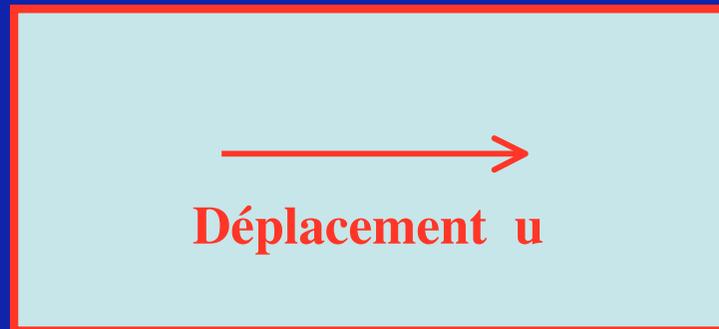
$$W = 10^{15} \text{ Joules}$$

Pour la perte totale d'énergie de la Terre $P_T \approx 40 \times 10^{12}$ Watts

$$W / P_T = 25 \text{ s,}$$

c'est-à-dire il faudrait un tel séisme toutes les 25 secondes pour dissiper toute l'énergie disponible dans la Terre.

Conclusion : les séismes dissipent une petite fraction de l'énergie de la Terre.



Grâce aux enregistrements sismiques, on peut déterminer $u(t)$ et les dimensions de la faille.

On détermine aussi le moment sismique:

$M_0 = \text{surface} \times \text{déplacement} \times \text{rigidité (paramètre élastique)}$

$W = \text{surface} \times \text{déplacement} \times \text{contrainte}$

$= \text{surface} \times \text{déplacement} \times \text{rigidité} \times \text{déformation}$

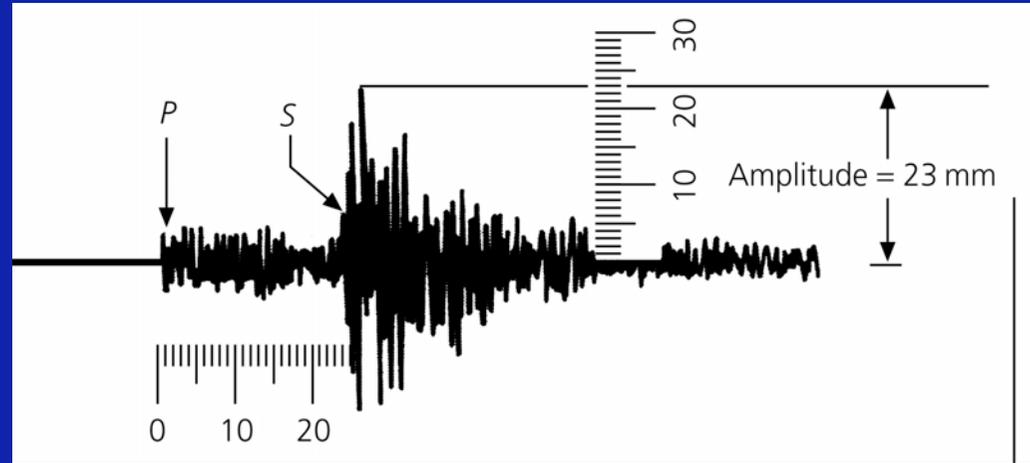
$= M_0 \times \text{déformation}$

MAGNITUDE D'UN SEÏSME

Nombre sans dimension déduit
des caractéristiques du
tremblement de terre

Idée sous-jacente: mesurer la
force et/ou l'énergie.

M_S magnitude des
ondes de surface



$$M_S = \log(A/T) + F(h,D) + C$$

A = amplitude

T = période

F = correction pour la distance et la profondeur

C = correction pour la structure géologique locale

MAGNITUDE D'UN SEÏSME

Nombre sans dimension déduit
des caractéristiques du
tremblement de terre

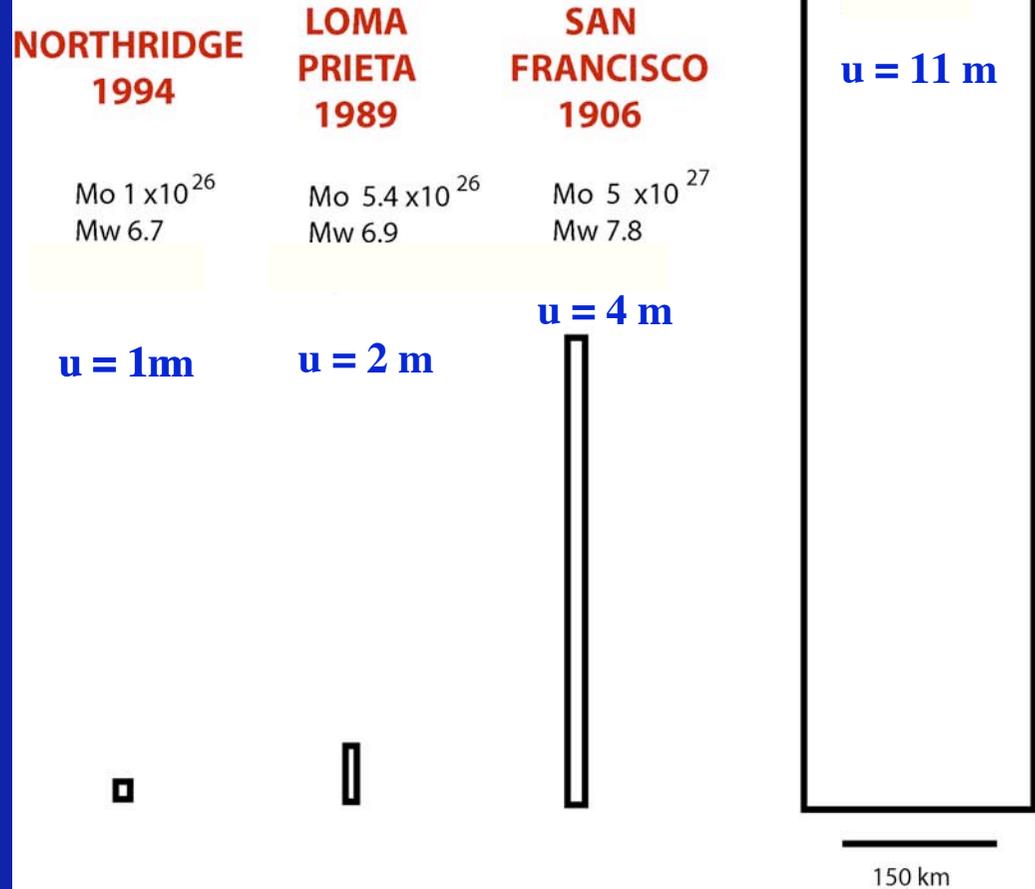
Idée sous-jacente: mesurer la
force et/ou l'énergie.

M_W magnitude du
moment sismique

$$M_W = \log M_0 / 1.5 - 10.73$$

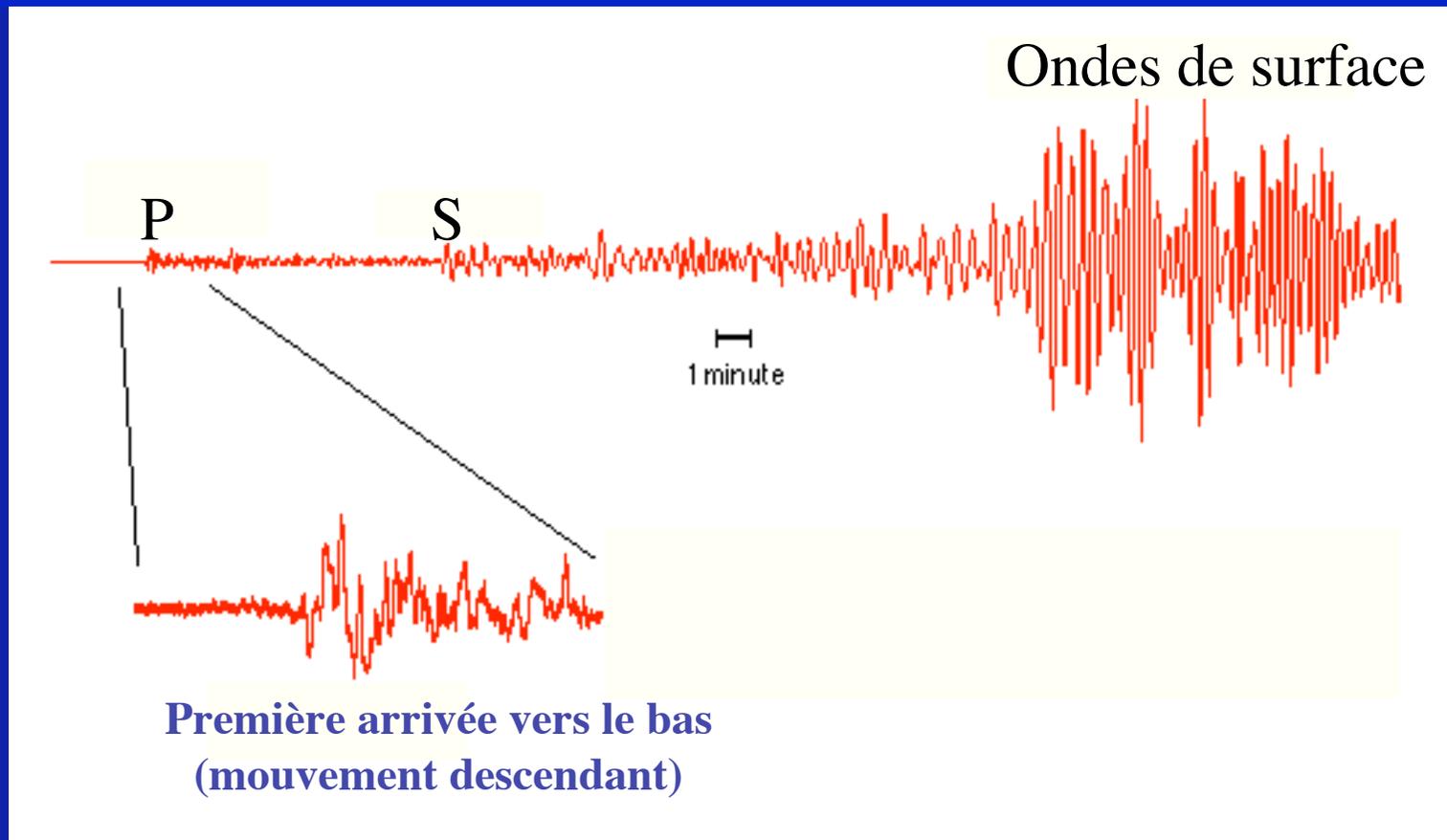
M_0 mesuré en unités cgs
(dynes.cm)

Les magnitudes de quelques séismes



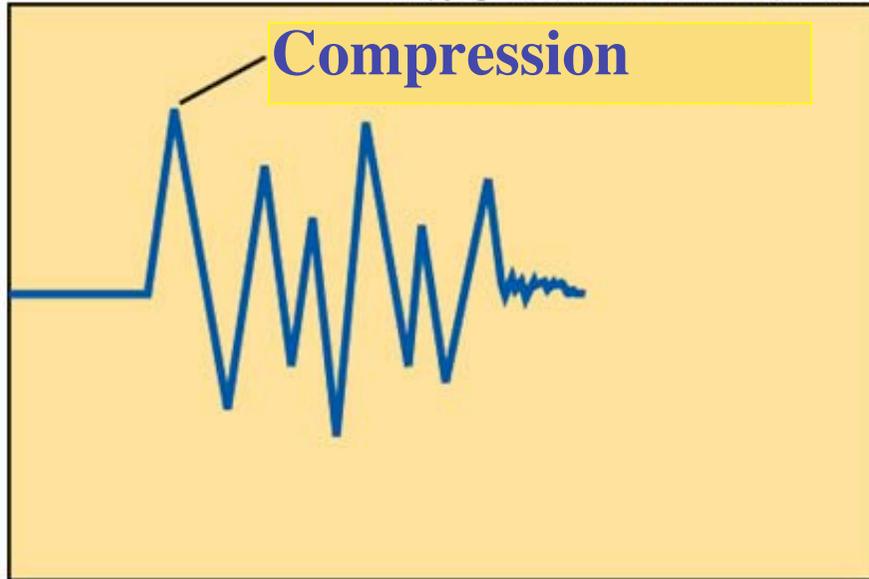
Le rectangle représente la surface de la faille

Séisme de Izmit, Turquie (17 sept. 1999) $M = 7.8$ première arrivée à Boston

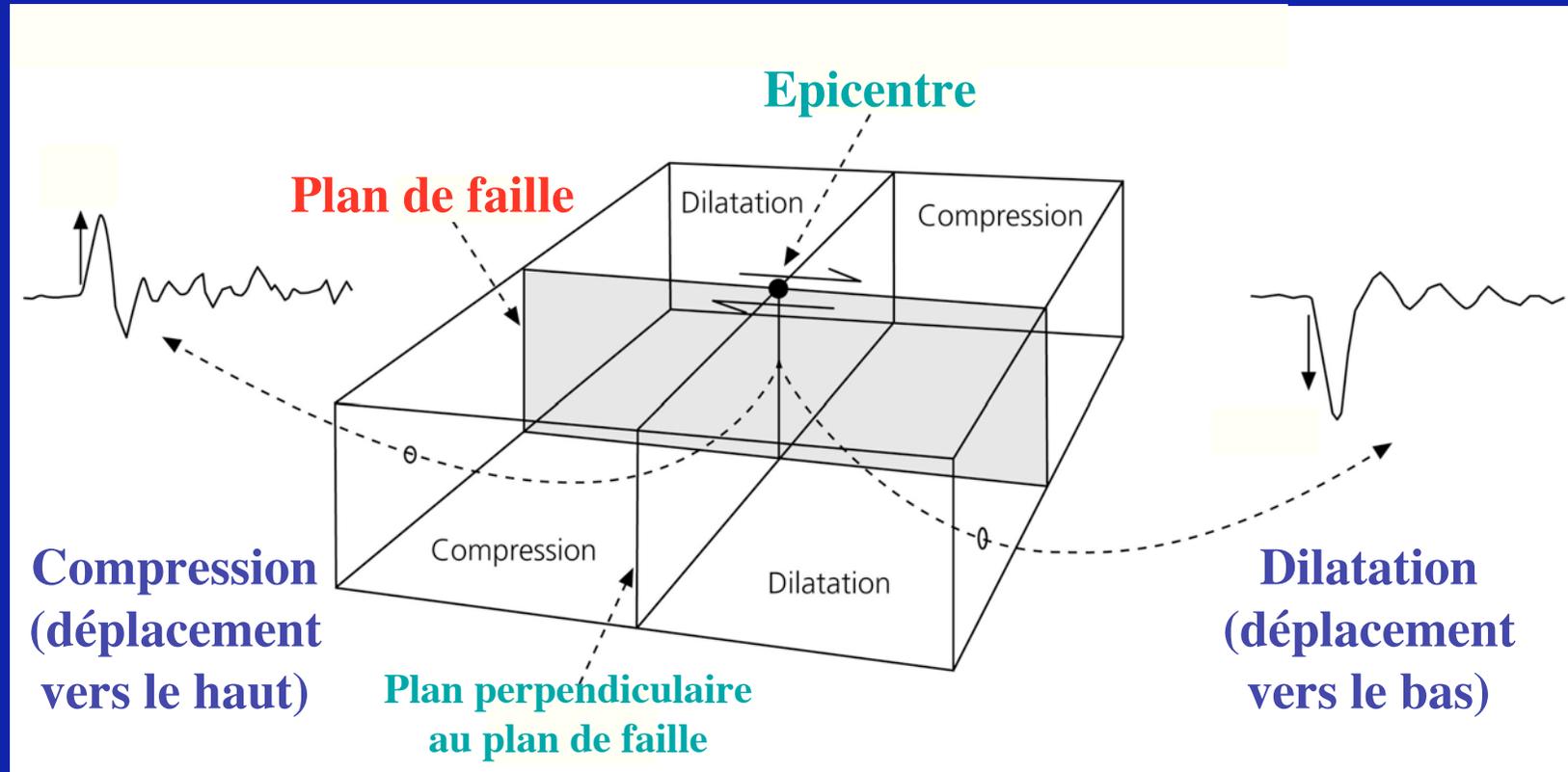


Deux types d'arrivées des ondes P : compression et dilatation

Copyright © McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



**Les premières déformations enregistrées :
compression ou dilatation.
Cas d'une faille cisailante.**



Cisaillement

Copyright © McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

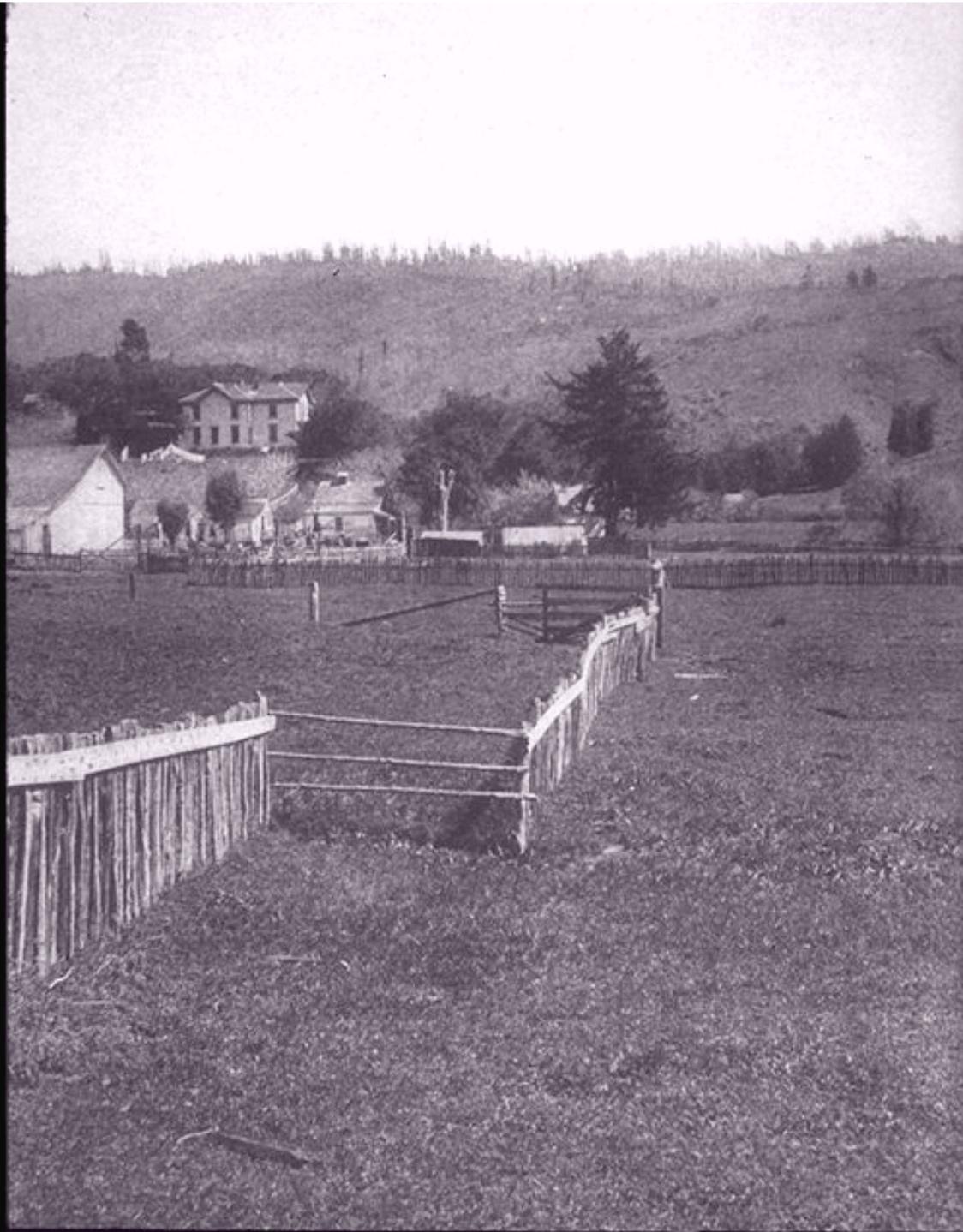


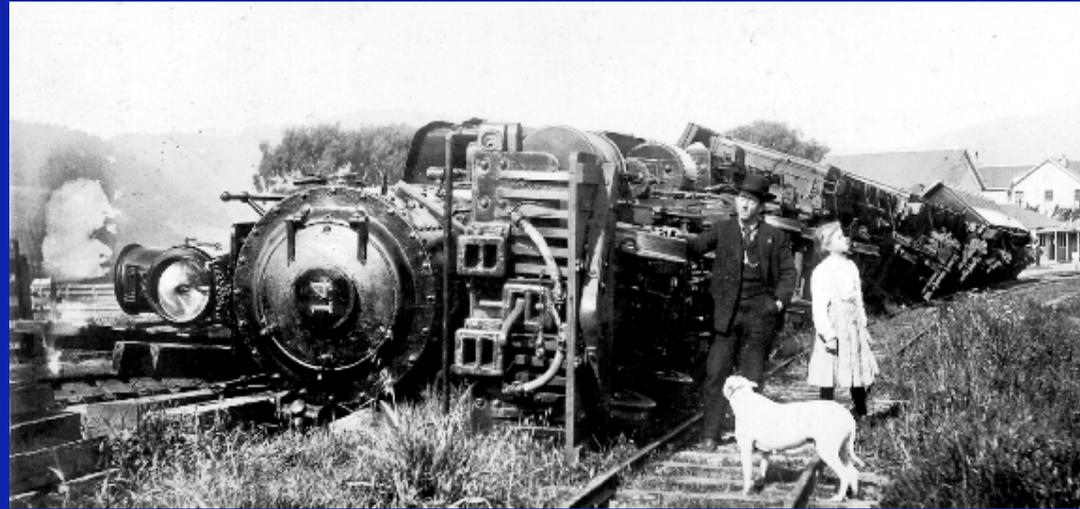
Séisme de Landers (Californie, 1992, $M = 7,3$)



Landers

**San Francisco
1906**





San Francisco 1906



Californie 1989



Izmit, Turquie, 17 août 1999

San Francisco, 1989



Compression - San Fernando, California, 1971

Copyright © McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



D

Photo by David McGeary

Compression

Copyright © McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

