

Thème : La dynamique interne de la Terre.

Leçon 1. Structure et composition du globe terrestre

Introduction

Thème : La dynamique interne de la Terre.

Leçon 1. Structure et composition du globe terrestre

Introduction

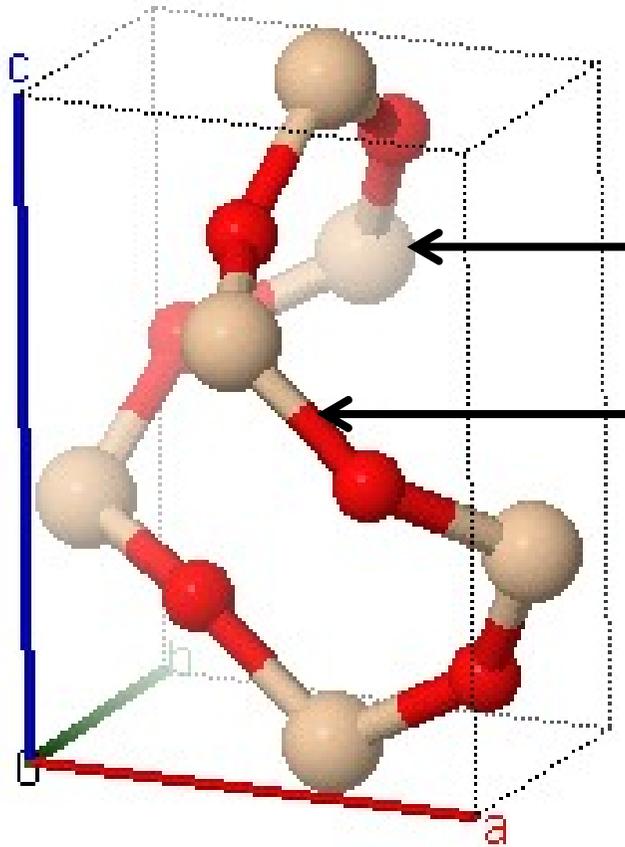
I°) Apport de la composition des croûtes à la connaissance du globe terrestre

A°) Méthodes d'étude

1°) observation macroscopique

Le minéral, une molécule géologique (assemblage d'atomes)

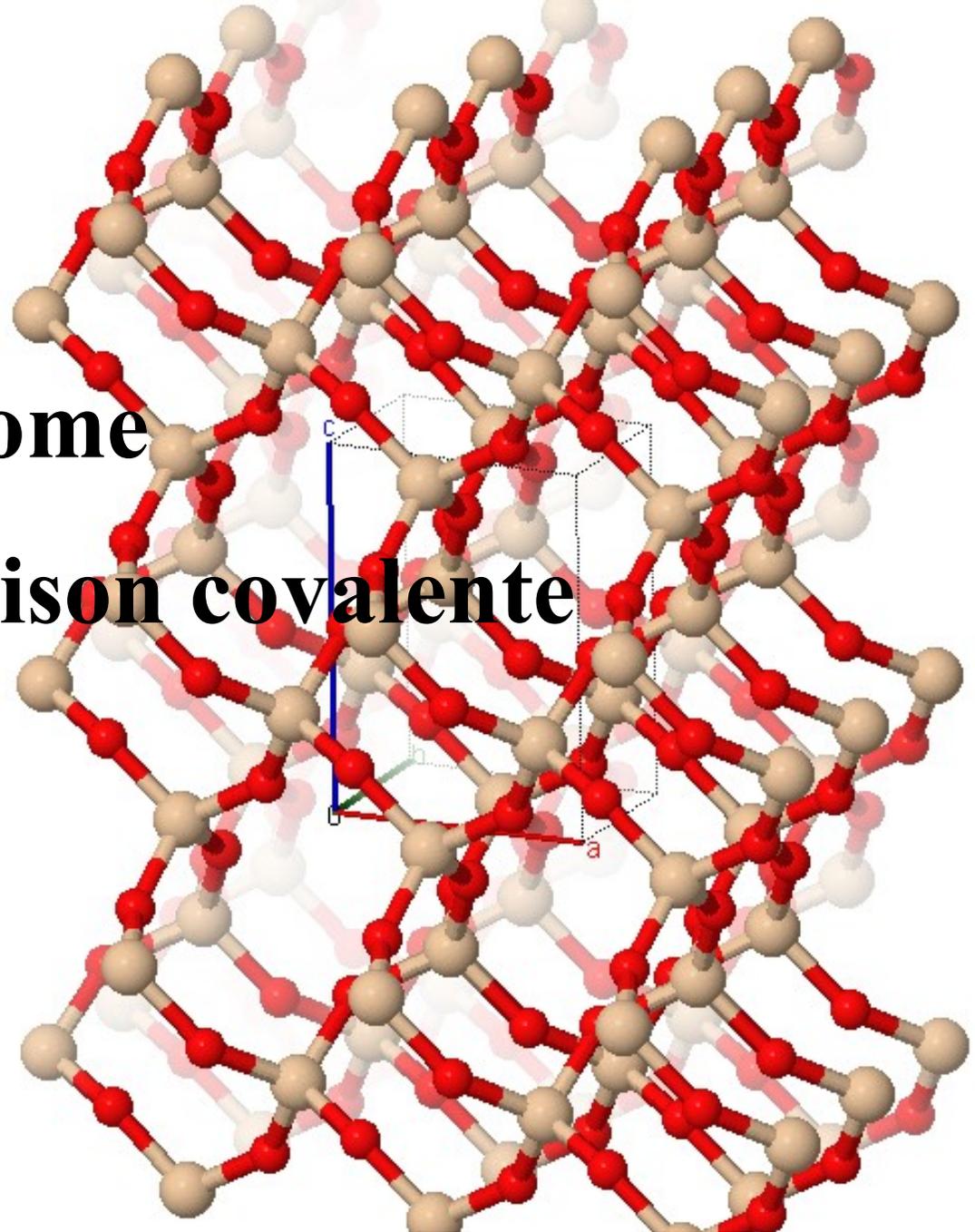
Ex. du Quartz



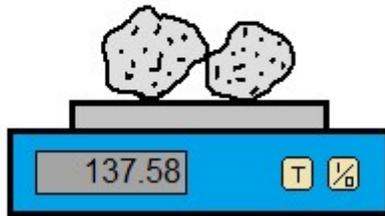
atome

liaison covalente

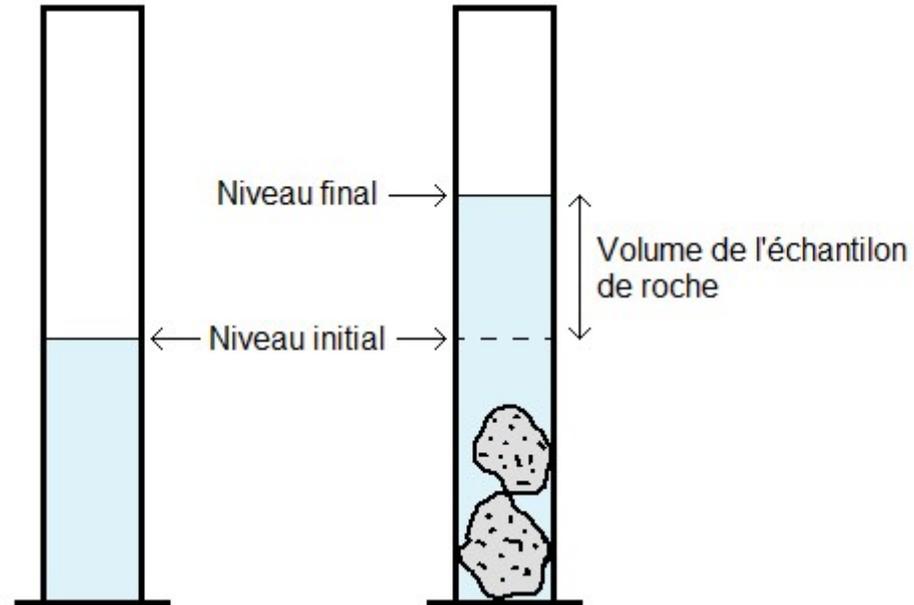
Atomes : O²⁻ Si⁴⁺



Etude macroscopique des roches



Détermination de la masse des échantillons de roches



Détermination du volume des échantillons de roche

$$\rho_{\text{échantillon}} = \frac{m_{\text{échantillon}}}{V_{\text{échantillon}}} \quad \text{en g.mL}^{-1} \text{ c'est-à-dire g.cm}^{-3}$$

$$d_{\text{échantillon}} = \frac{\rho_{\text{échantillon}}}{\rho_{\text{eau}}} \quad \text{rapport sans unité !}$$

Deux exemples de structure de roches : basaltes et gabbros

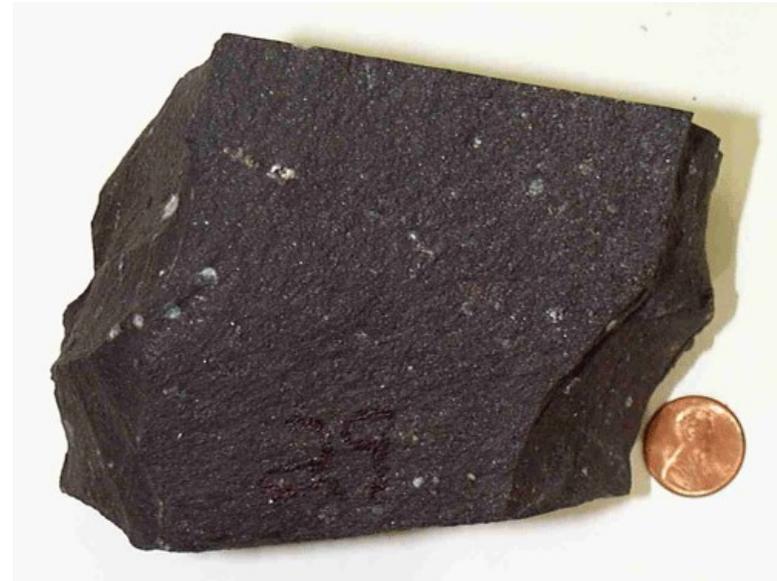
Gabbro



Roche grenue

Tous les cristaux sont visibles

Basalte



Roche microlithique

Tous les cristaux ne sont pas visibles

Thème : La dynamique interne de la Terre.

Leçon 1. Structure et composition du globe terrestre

Introduction

I°) Apport de la composition des croûtes à la connaissance du globe terrestre

A°) Méthodes d'étude

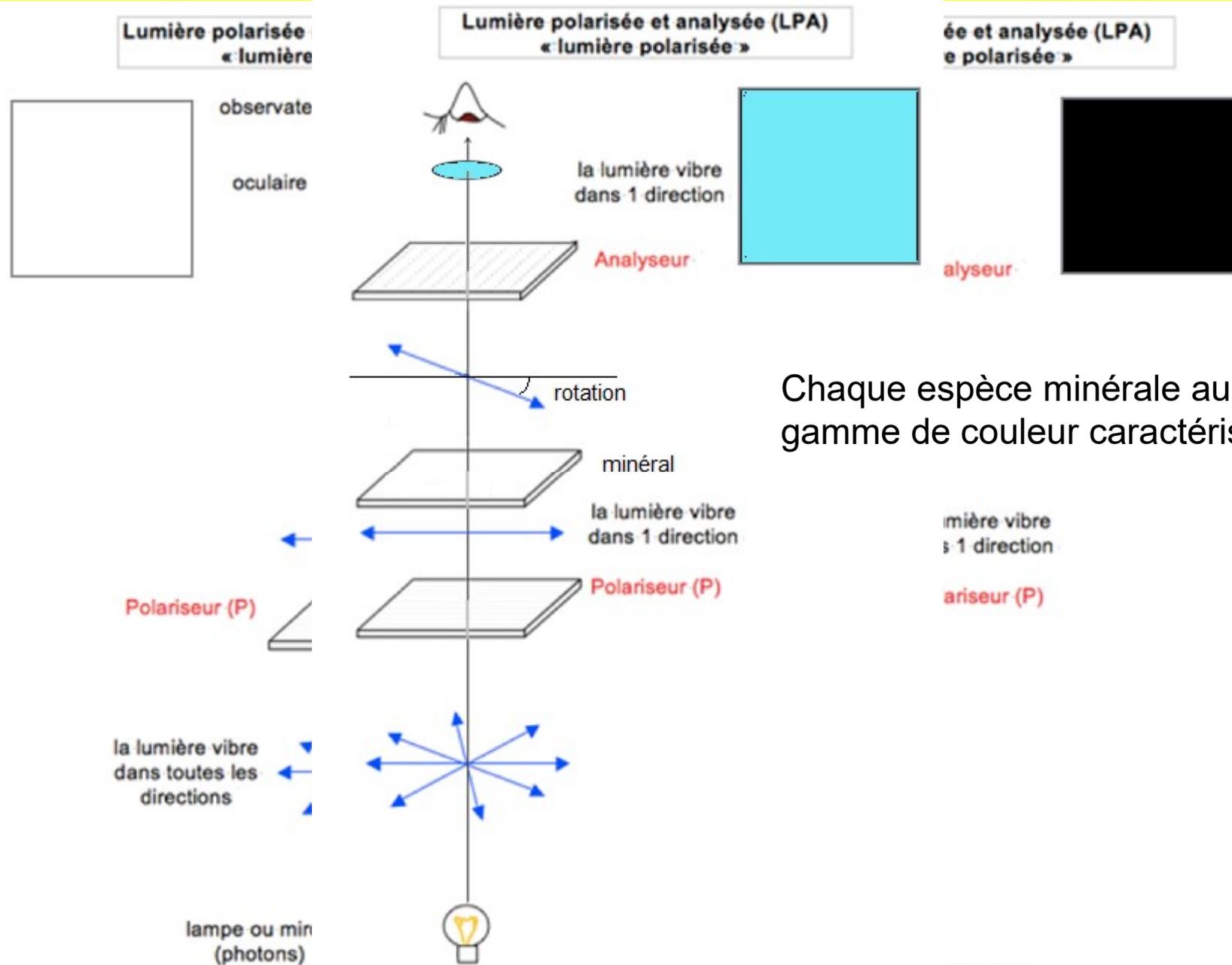
1°) observation macroscopique

2°) observation microscopique

Préparation de plaque mince de roche



Principe du microscope polarisant



Chaque espèce minérale aura une gamme de couleur caractéristique !

Thème : La dynamique interne de la Terre.

Leçon 1. Structure et composition du globe terrestre

Introduction

I°) Apport de la composition des croûtes à la connaissance du globe terrestre

A°) Méthodes d'étude

1°) observation macroscopique

2°) observation microscopique

B°) La croûte océanique est basaltique

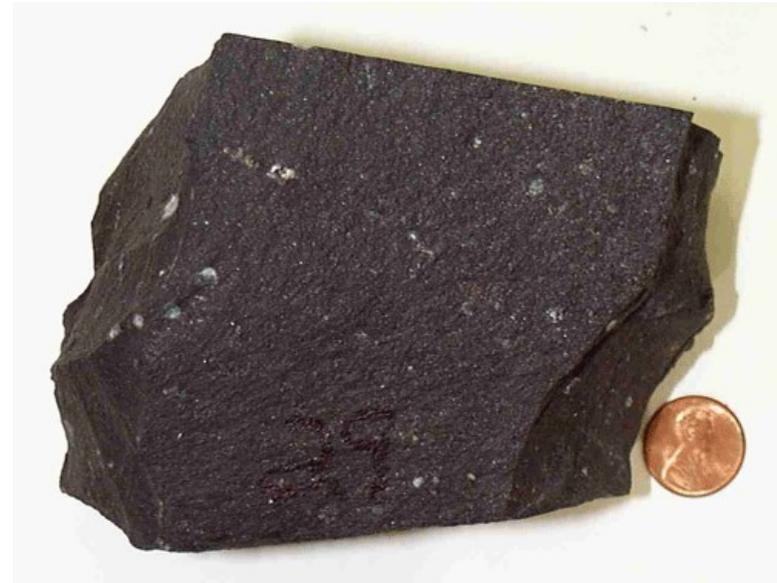
Les roches de la croûte océanique : gabbros et basaltes

Gabbro



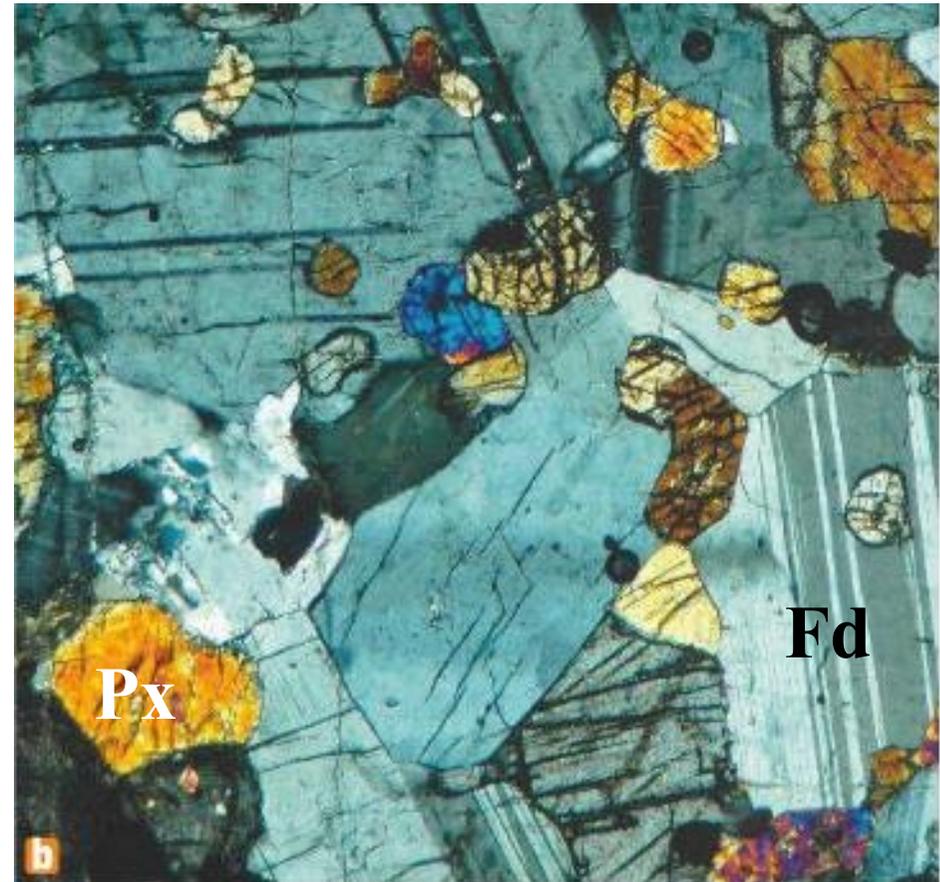
Roche grenue

Basalte



Roche microlithique

Composition des gabbros



Lame mince de gabbro observée en lumière polarisée analysée

O	Si	Al	Fe	Mg	Ca	Na	K
43,5	23,7	7,4	8,3	3,8	7,4	1,6	0,6

Densité = 2,9

Formation des basaltes en 3 temps

Basalte



← Refroidissement très rapide,
au contact de l'eau => verre

← Refroidissement plus rapide
lors de l'ascension du magma
=> microlites

← Refroidissement lent en
profondeur => phénocristaux

Thème : La dynamique interne de la Terre.

Leçon 1. Structure et composition du globe terrestre

Introduction

I°) Apport de la composition des croûtes à la connaissance du globe terrestre

A°) Méthodes d'étude

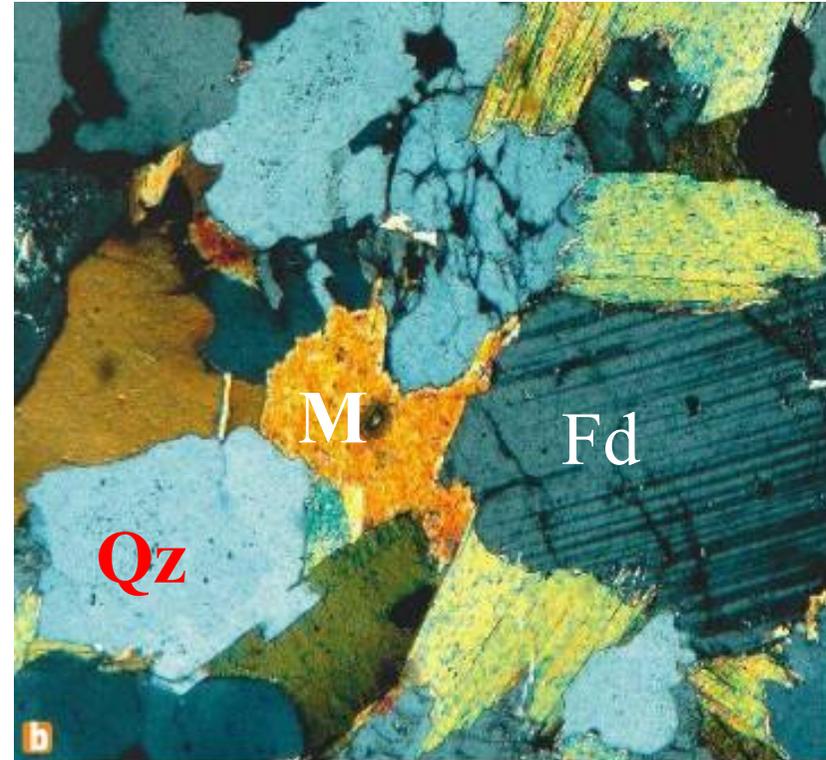
1°) observation macroscopique

2°) observation microscopique

B°) La croûte océanique est basaltique

C°) La croûte continentale est granitique

Roche caractéristique de la croûte continentale : le granite



Lame mince de granite observée en lumière polarisée analysée

• Principaux éléments chimiques (en %) :

O	Si	Al	Fe	Mg	Ca	Na	K
47,4	32,6	7,6	2,2	0,5	1,4	2,4	4,1

Densité = 2,7

Thème : La dynamique interne de la Terre.

Leçon 1. Structure et composition du globe terrestre

Introduction

I°) Apport de la composition des croûtes à la connaissance du globe terrestre

A°) Méthodes d'étude

1°) observation macroscopique

2°) observation microscopique

B°) La croûte océanique est basaltique

C°) La croûte continentale est granitique

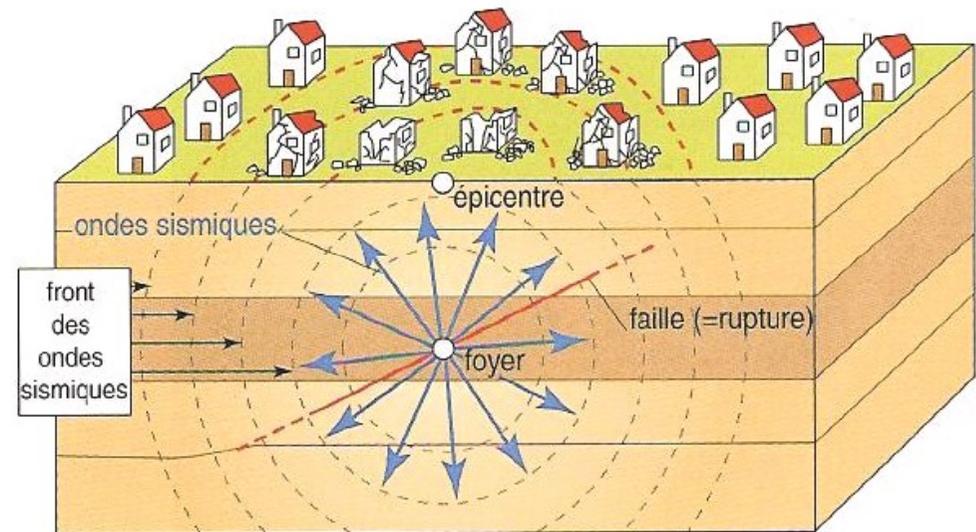
II°) Apport des études sismiques à la connaissance du globe terrestre

A°) Méthodes d'étude

Naissance des ondes sismiques

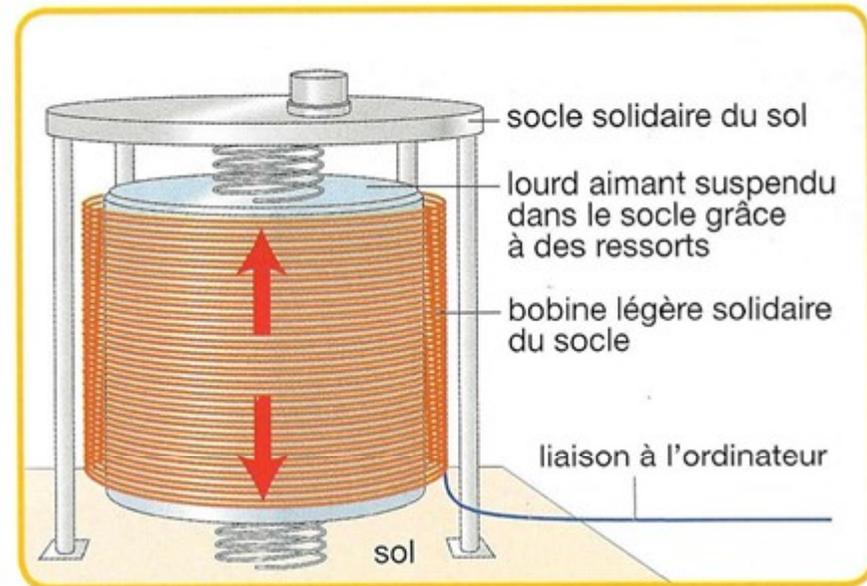


Effets en surface d'un séisme destructeur



Les foyers des séismes sont situés entre 1 et 700 km de profondeur, le plus souvent à moins de 30 km. Rappel : rayon de la Terre = 6 400 km.

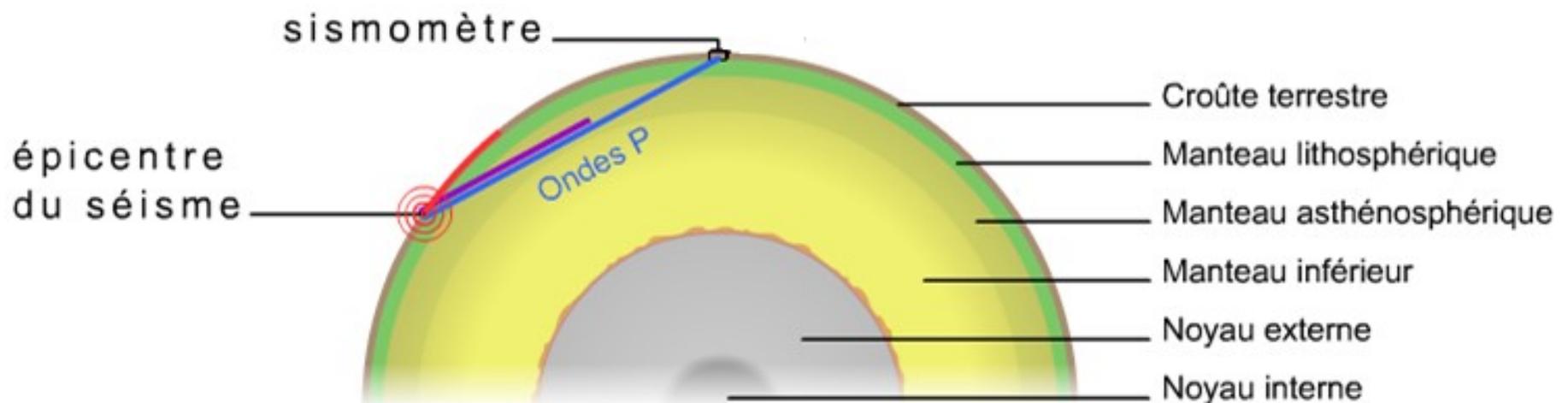
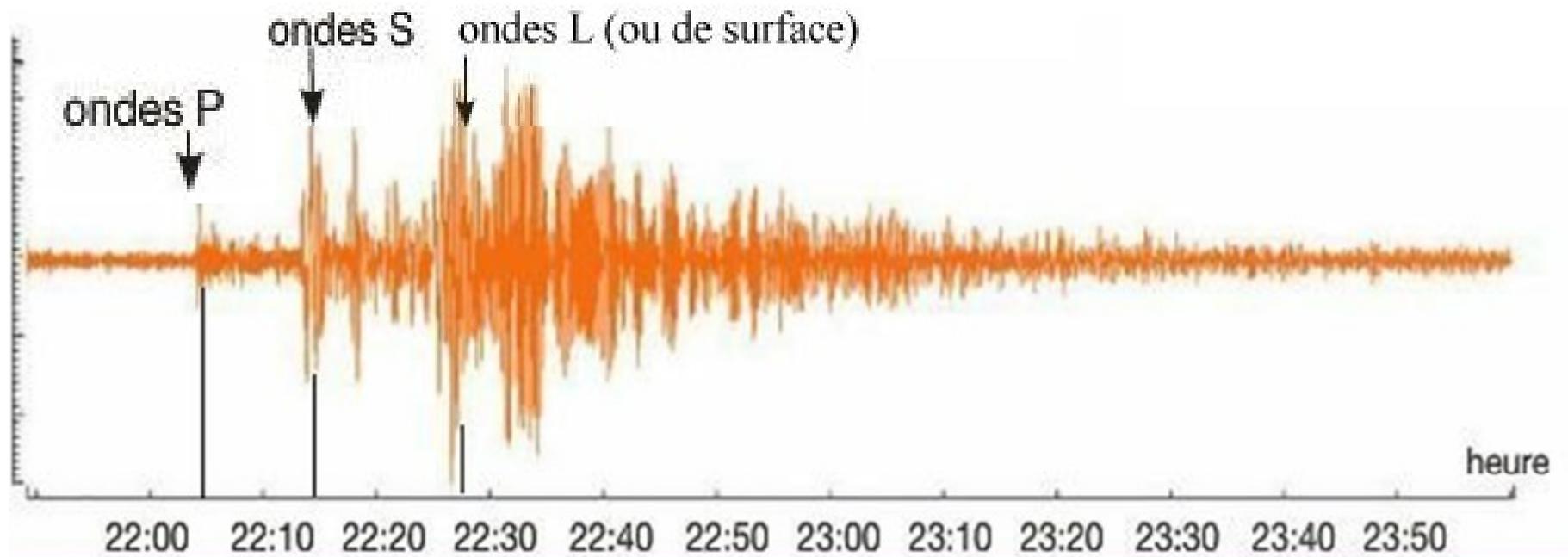
Principe du sismomètre ([animation en ligne](#))



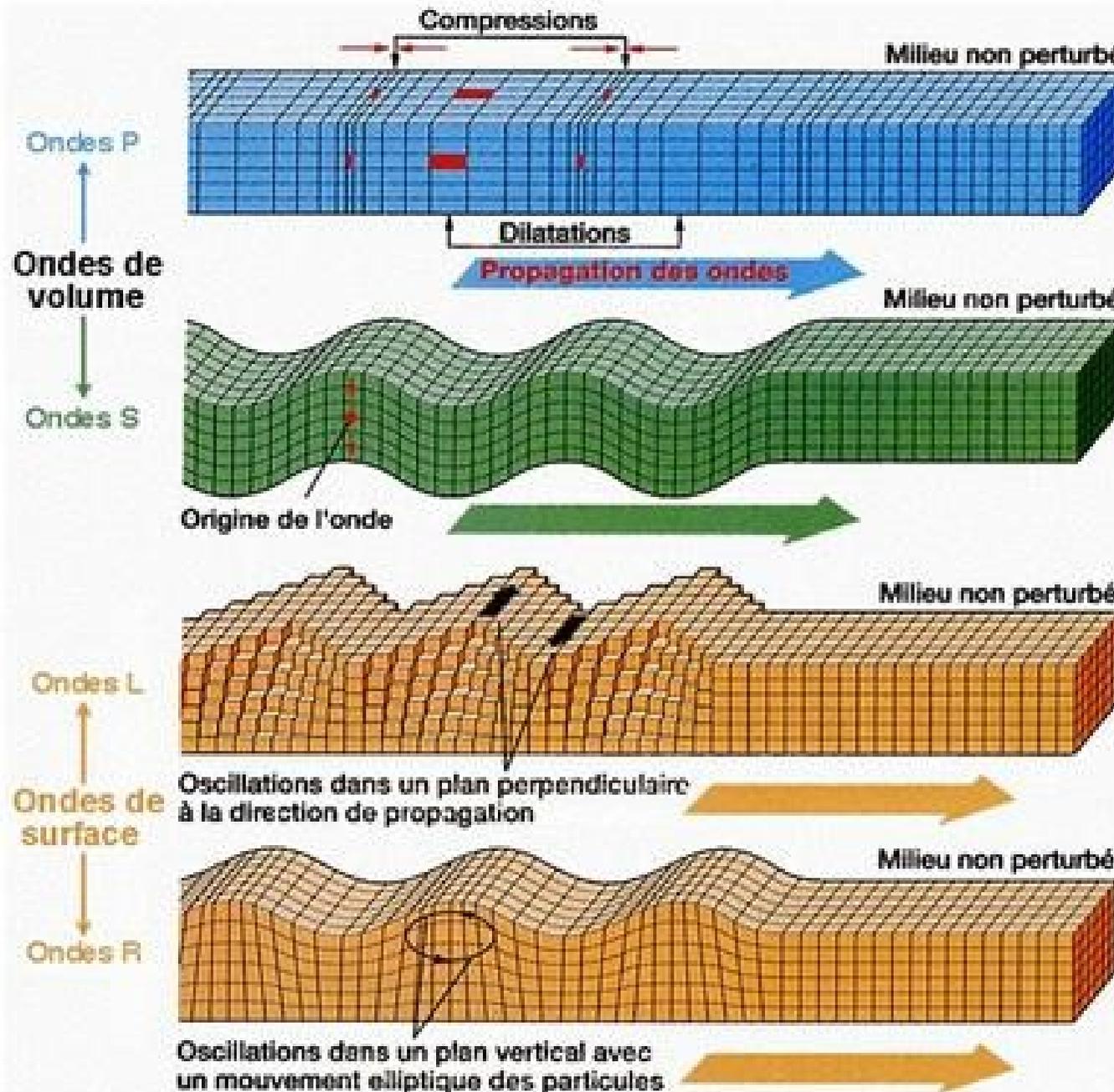
Principe d'un sismomètre.

Quand des vibrations arrivent au sismomètre, la bobine légère, solidaire du socle, suit ces vibrations. L'aimant, plus lourd, bouge plus lentement que la bobine. Les mouvements relatifs de la bobine et de l'aimant génèrent de faibles courants électriques proportionnels aux vibrations. Ces signaux sont envoyés vers un ordinateur où ils sont traduits sous forme de graphique appelé sismogramme.

différents types d'ondes sismiques



différents types d'ondes sismiques



Seules utiles pour l'étude du globe (elles traversent le globe)

inutiles pour l'étude du globe

Mais destructrices !

Connaître l'inaccessible



Thème : La dynamique interne de la Terre.

Leçon 1. Structure et composition du globe terrestre

Introduction

I°) Apport de la composition des croûtes à la connaissance du globe terrestre

A°) Méthodes d'étude

1°) observation macroscopique

2°) observation microscopique

B°) La croûte océanique est basaltique

C°) La croûte continentale est granitique

II°) Apport des études sismiques à la connaissance du globe terrestre

A°) Méthodes d'étude

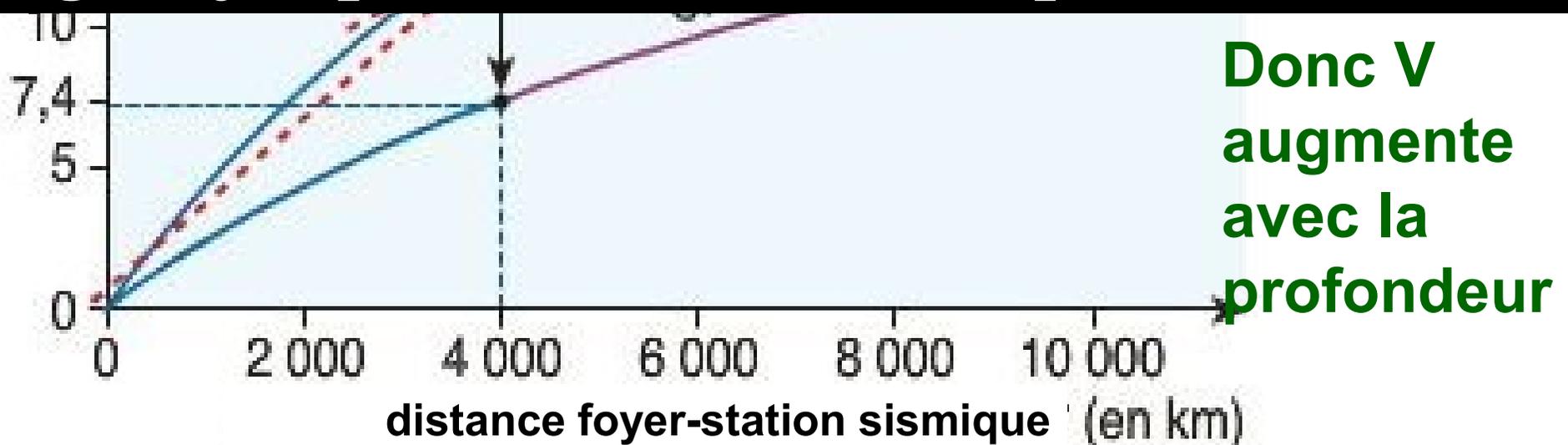
B°) Structure sismique du globe

1°) à grande échelle

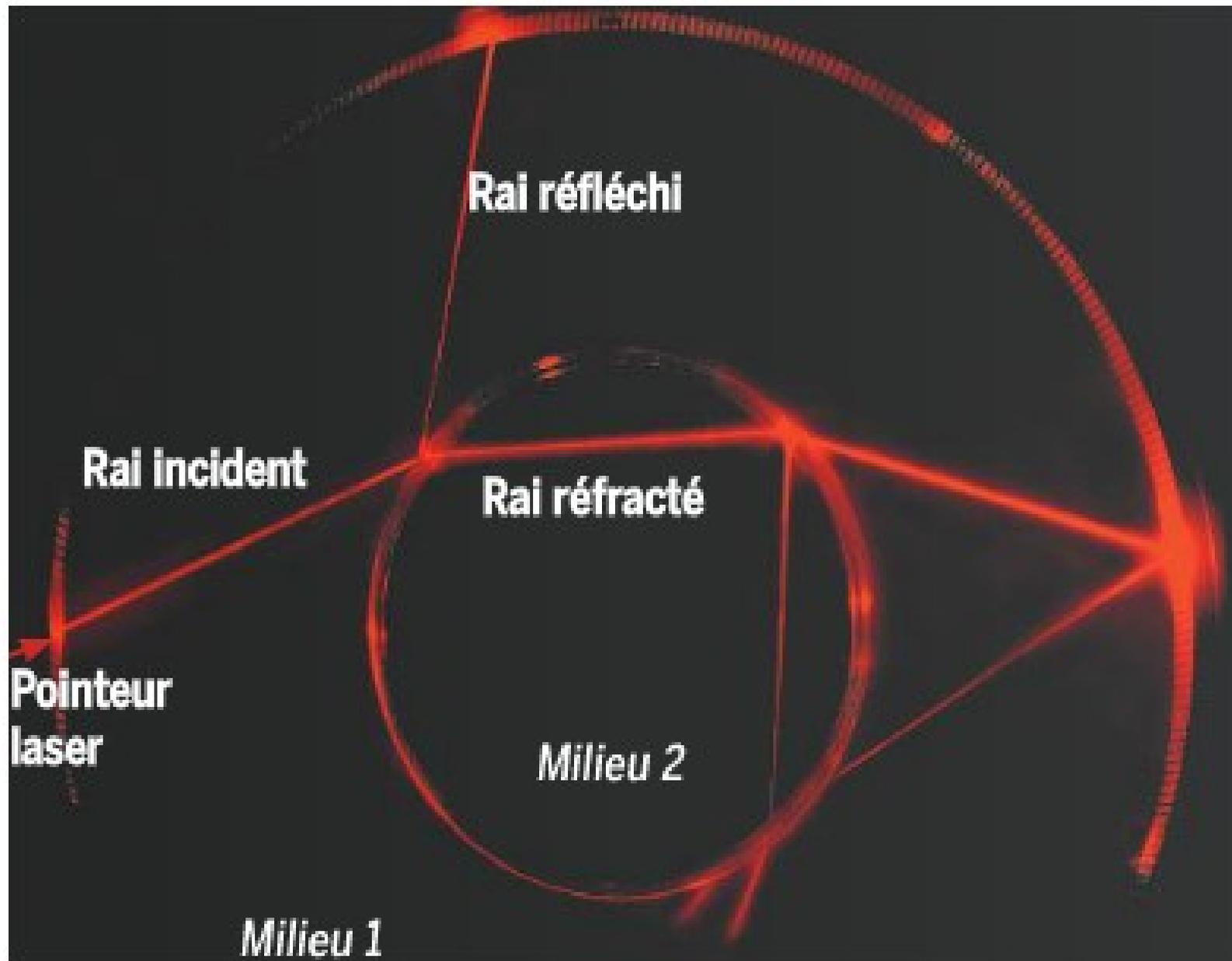
La vitesse des ondes sismiques augmente avec la profondeur Oldham (1906)



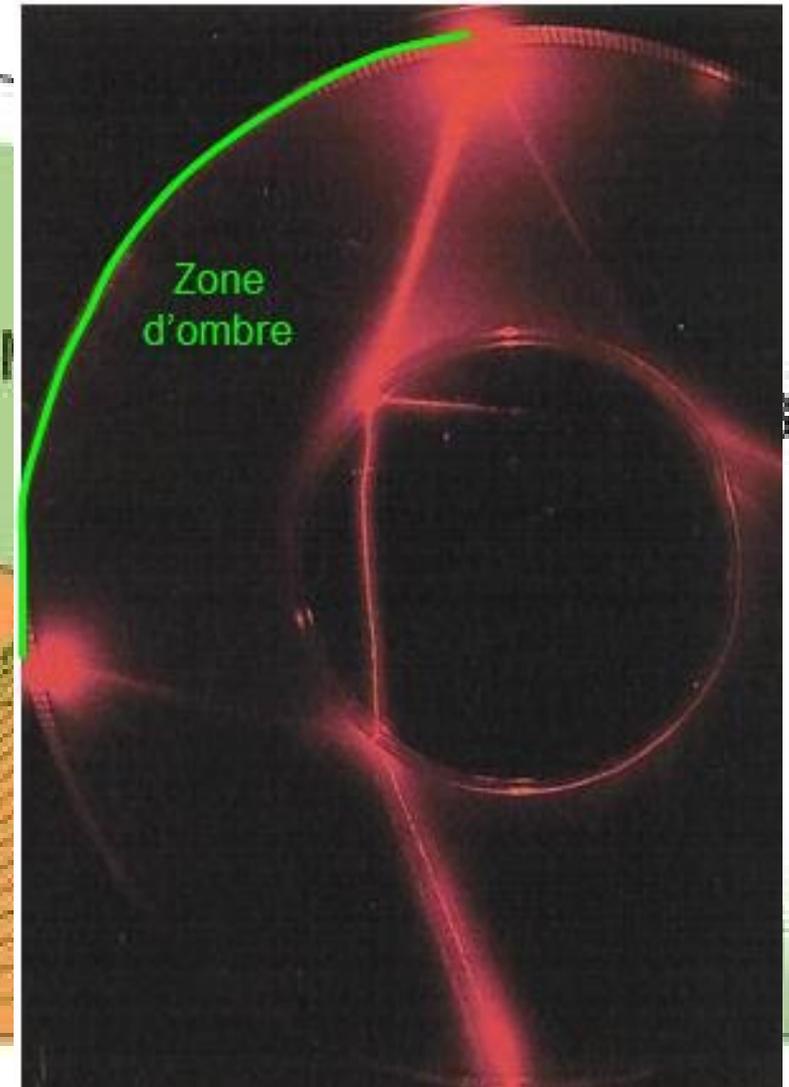
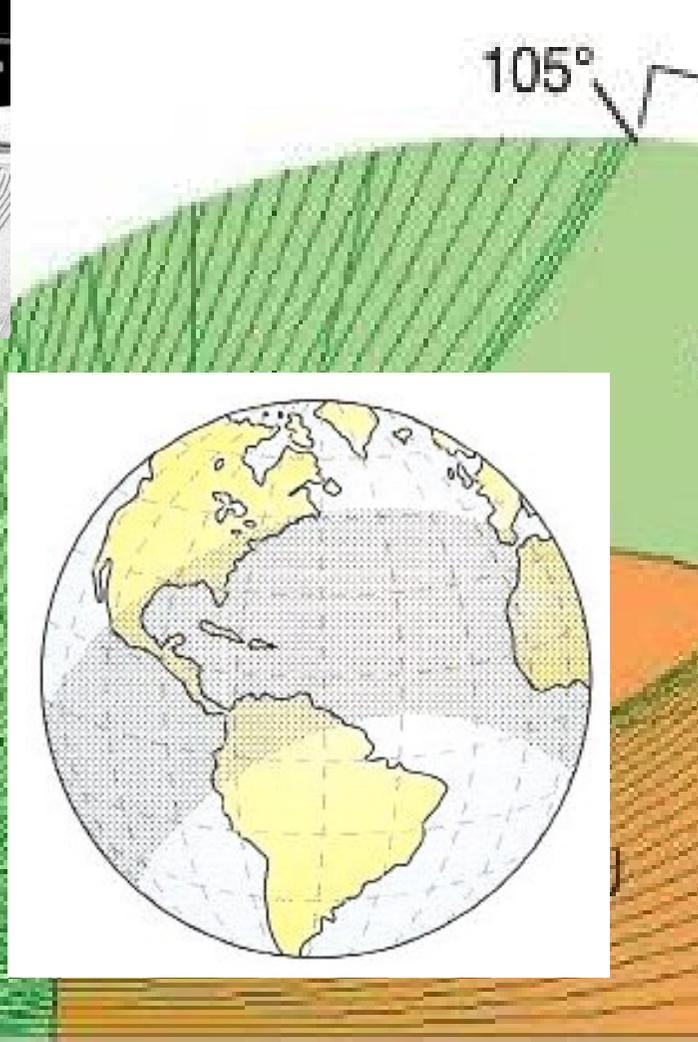
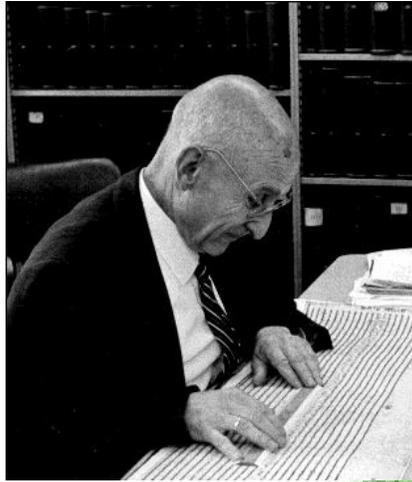
l'intérieur du globe est rigide, de plus en plus rigide jusque vers 2900 km de profondeur...



Modélisation pour comprendre le comportement des ondes sismiques à l'intérieur du globe.



La zone d'ombre de Beno Gutenberg



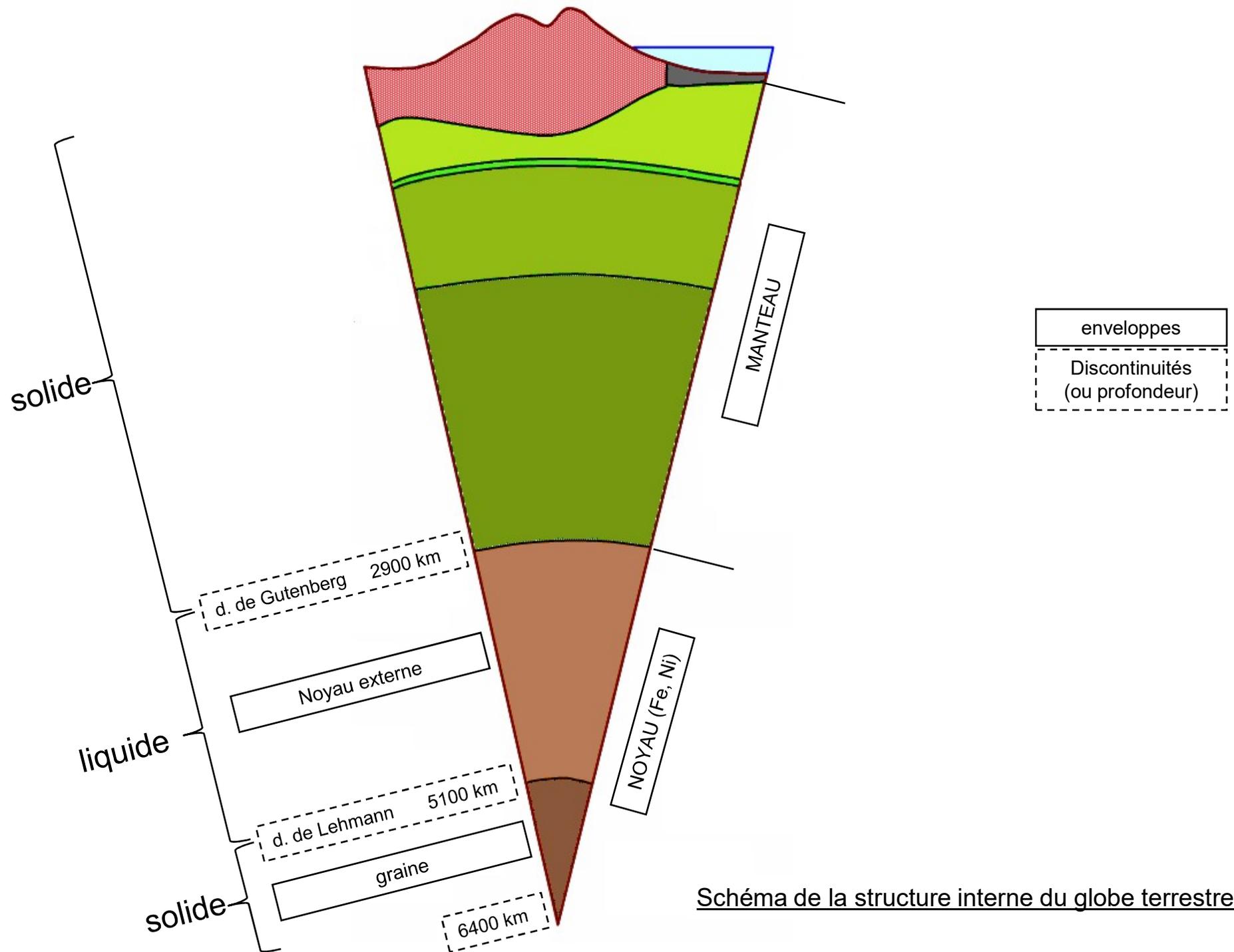


Schéma de la structure interne du globe terrestre

Thème : La dynamique interne de la Terre.

Leçon 1. Structure et composition du globe terrestre

Introduction

I°) Apport de la composition des croûtes à la connaissance du globe terrestre

A°) Méthodes d'étude

1°) observation macroscopique

2°) observation microscopique

B°) La croûte océanique est basaltique

C°) La croûte continentale est granitique

II°) Apport des études sismiques à la connaissance du globe terrestre

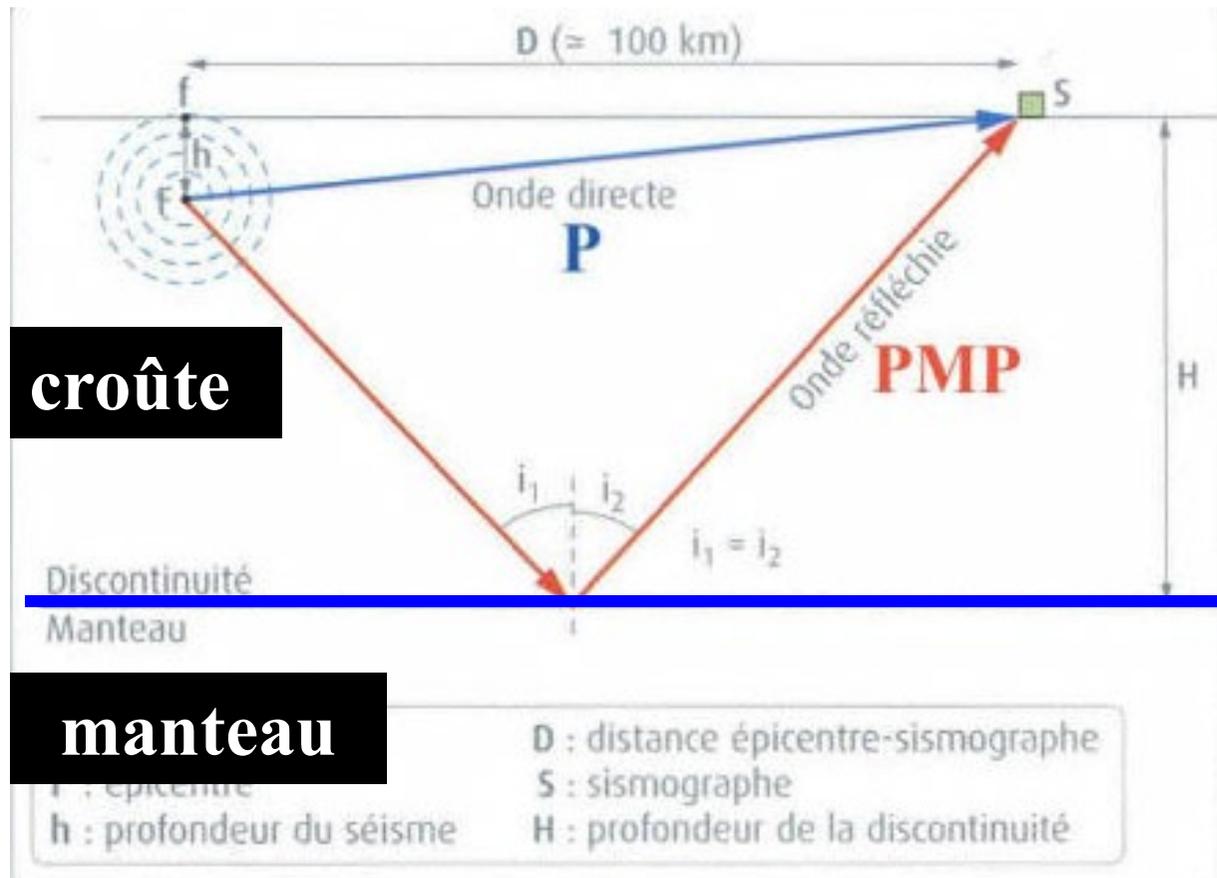
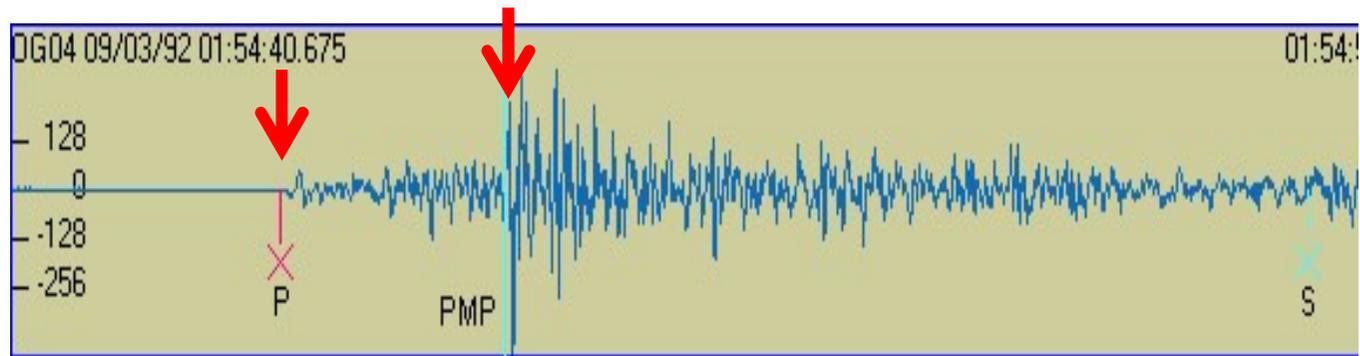
A°) Méthodes d'étude

B°) Structure sismique du globe

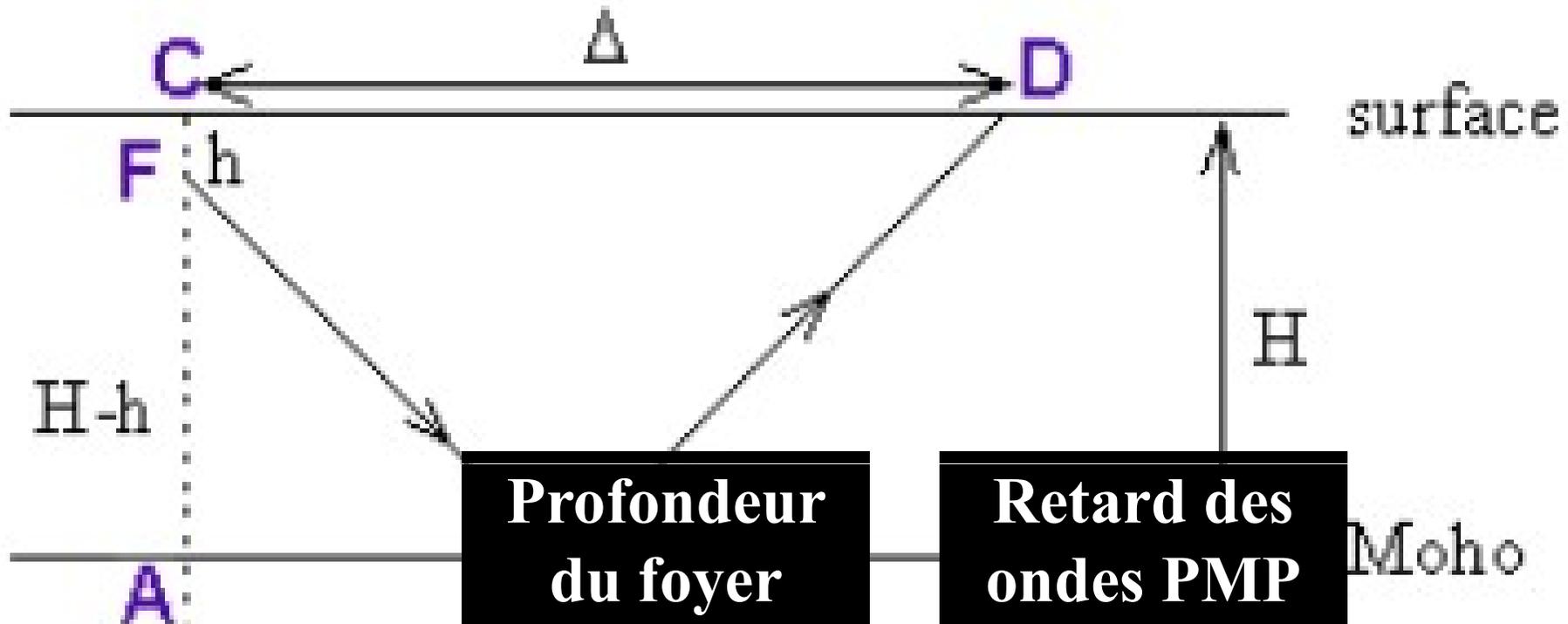
1°) à grande échelle

2°) au niveau des deux types de lithosphère

Les observations de Mohorovičić (1909)



Calcul de la profondeur du Moho

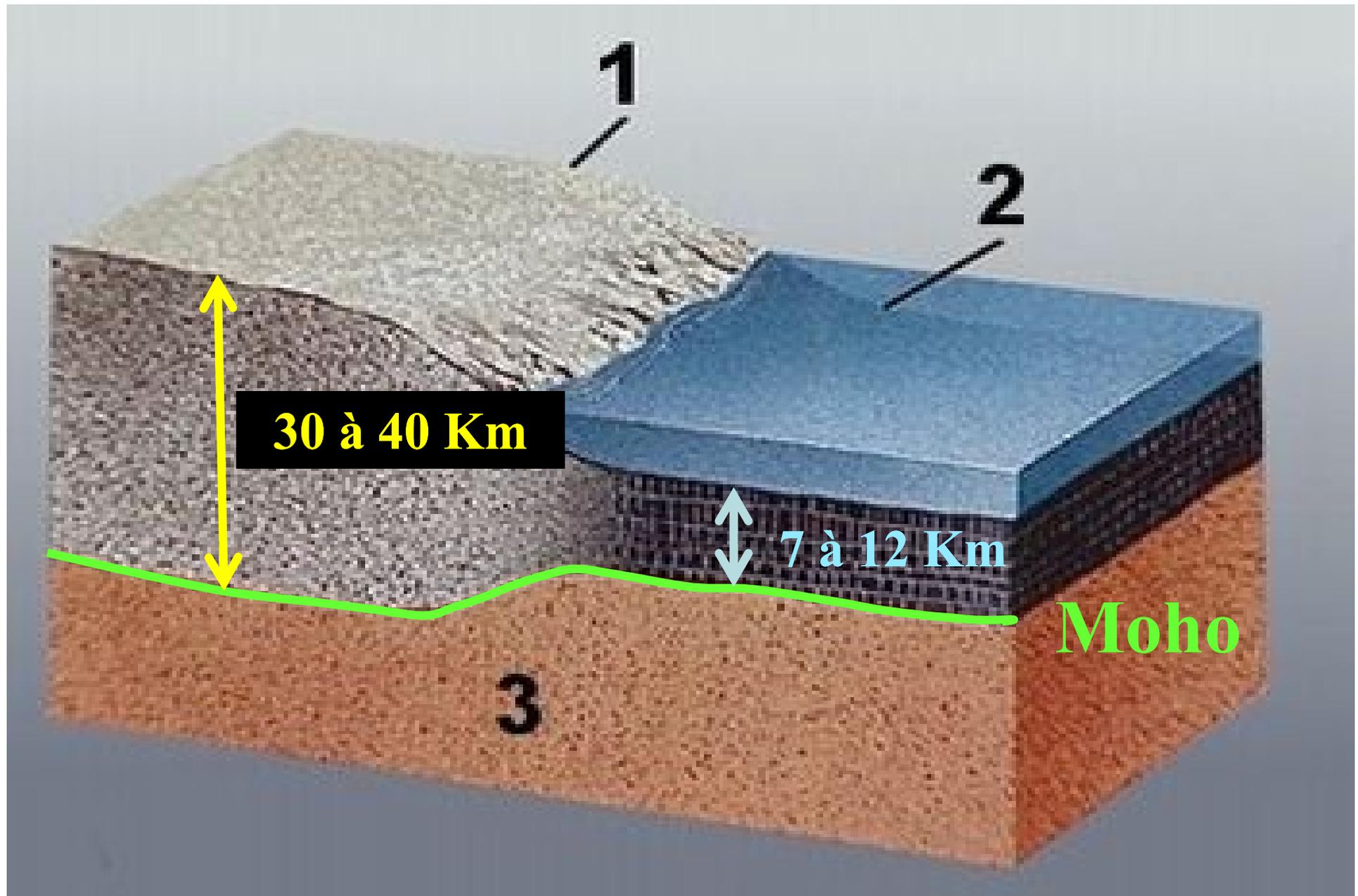


$$H = \frac{1}{2} \left[h + \sqrt{(V \cdot \delta t + \sqrt{h^2 + \Delta^2})^2 - \Delta^2} \right]$$

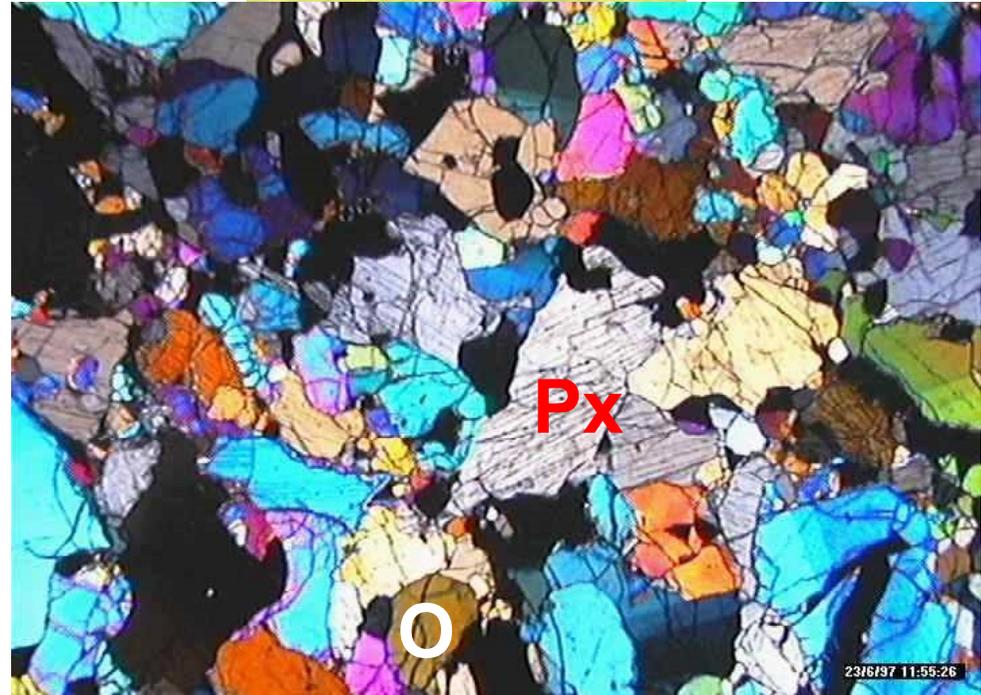
Vitesse des ondes P

Distance à l'épicentre

Profondeur du Moho



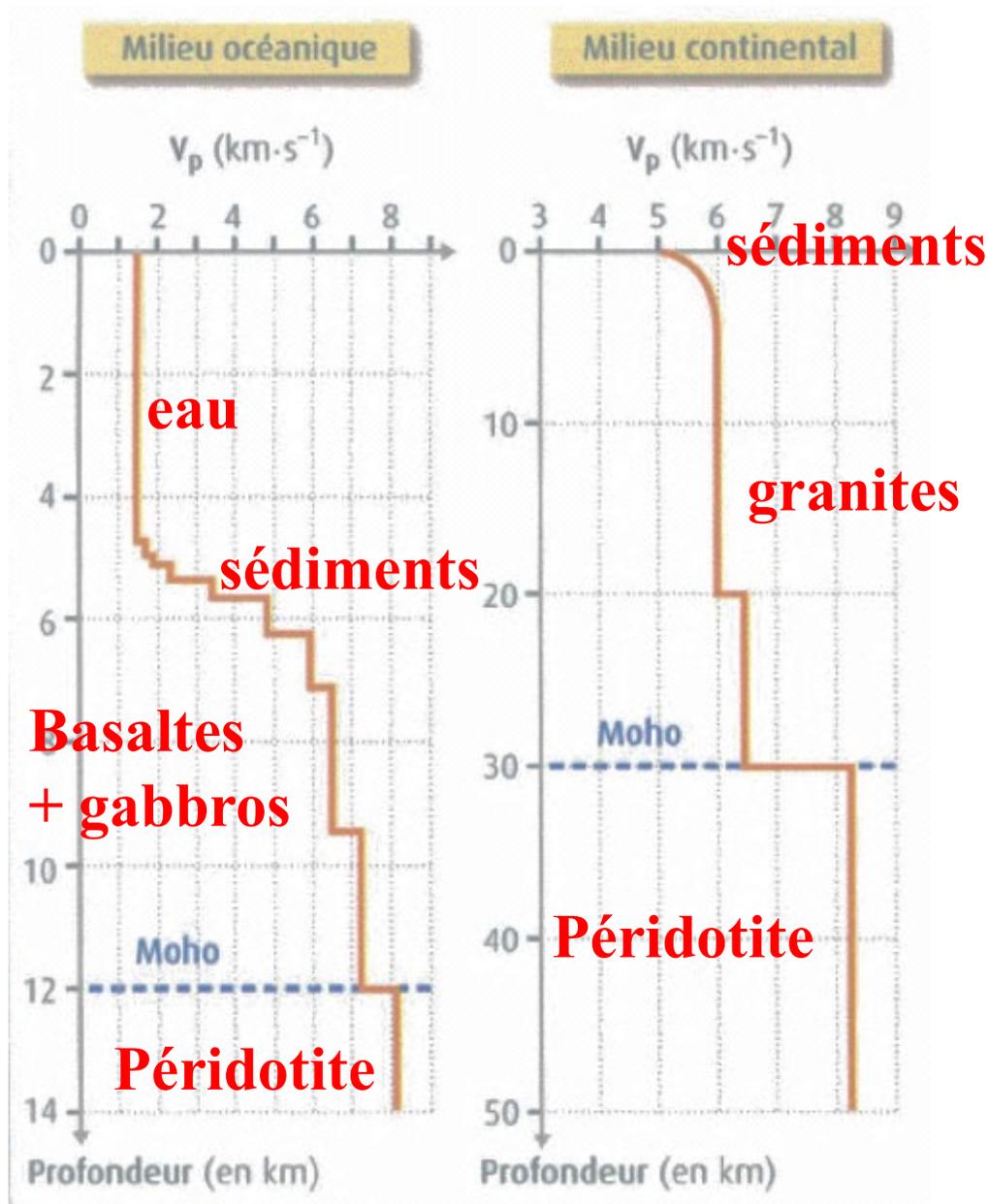
Roches caractéristiques du soubassement : la péridotite



O	Si	Al	Fe	Mg	Ca	Na	K
42,7	20,3	2,1	9,4	20,5	2,4	0,4	0,2

Densité = 3,2

Vitesse des ondes P et nature des roches



Roches	Vitesse des ondes P ($\text{Km}\cdot\text{s}^{-1}$)
granite	5,5 à 6,3
sédiments	2 à 5
basaltes	6,4 à 6,9
Gabbro	6,4 à 7,2
péridotites anhydres	7,9 à 12

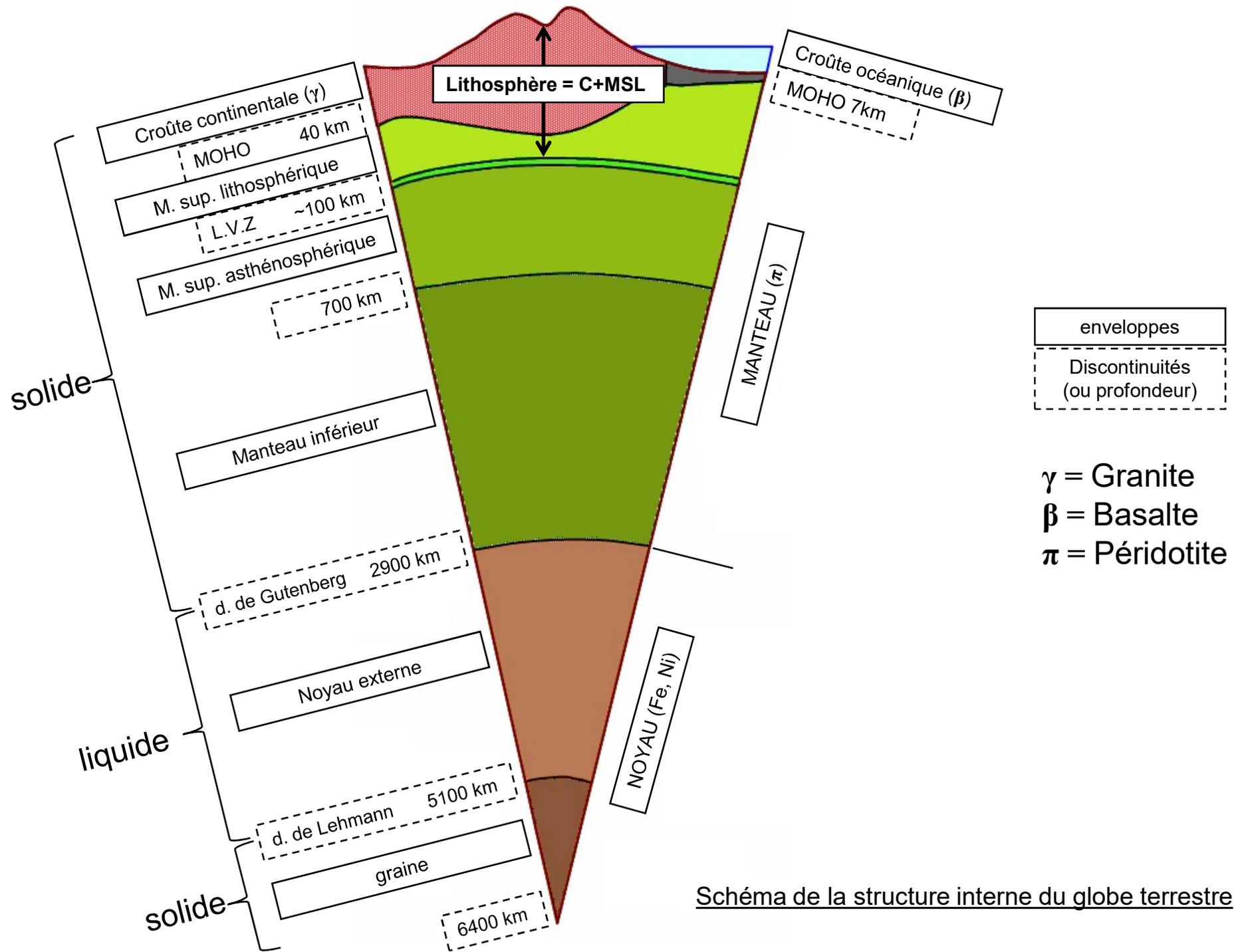
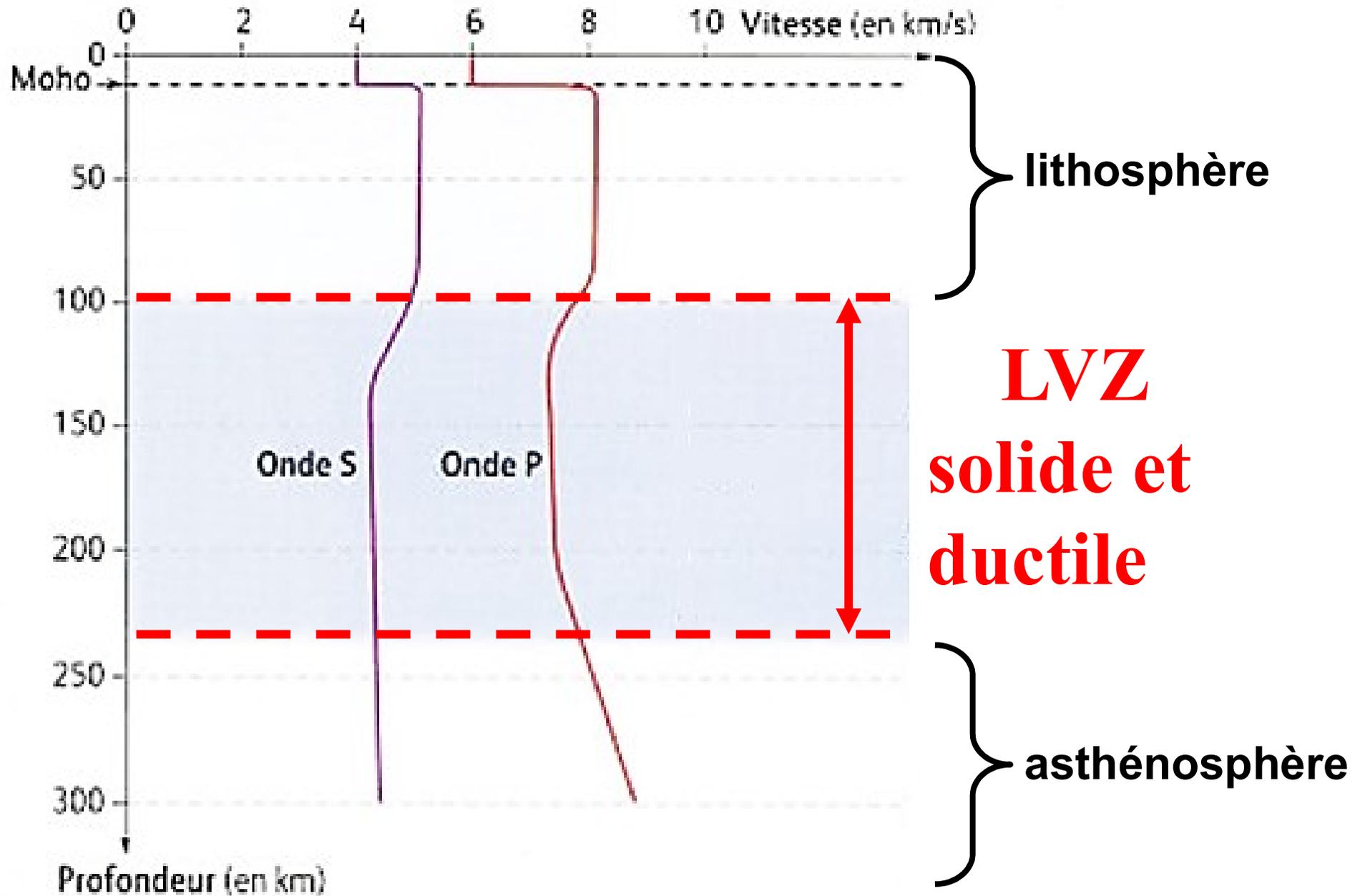


Schéma de la structure interne du globe terrestre

La Low Velocity Zone



Thème : La dynamique interne de la Terre.

Leçon 1. Structure et composition du globe terrestre

Introduction

I°) Apport de la composition des croûtes à la connaissance du globe terrestre

A°) Méthodes d'étude

1°) observation macroscopique

2°) observation microscopique

B°) La croûte océanique est basaltique

C°) La croûte continentale est granitique

II°) Apport des études sismiques à la connaissance du globe terrestre

A°) Méthodes d'étude

B°) Structure sismique du globe

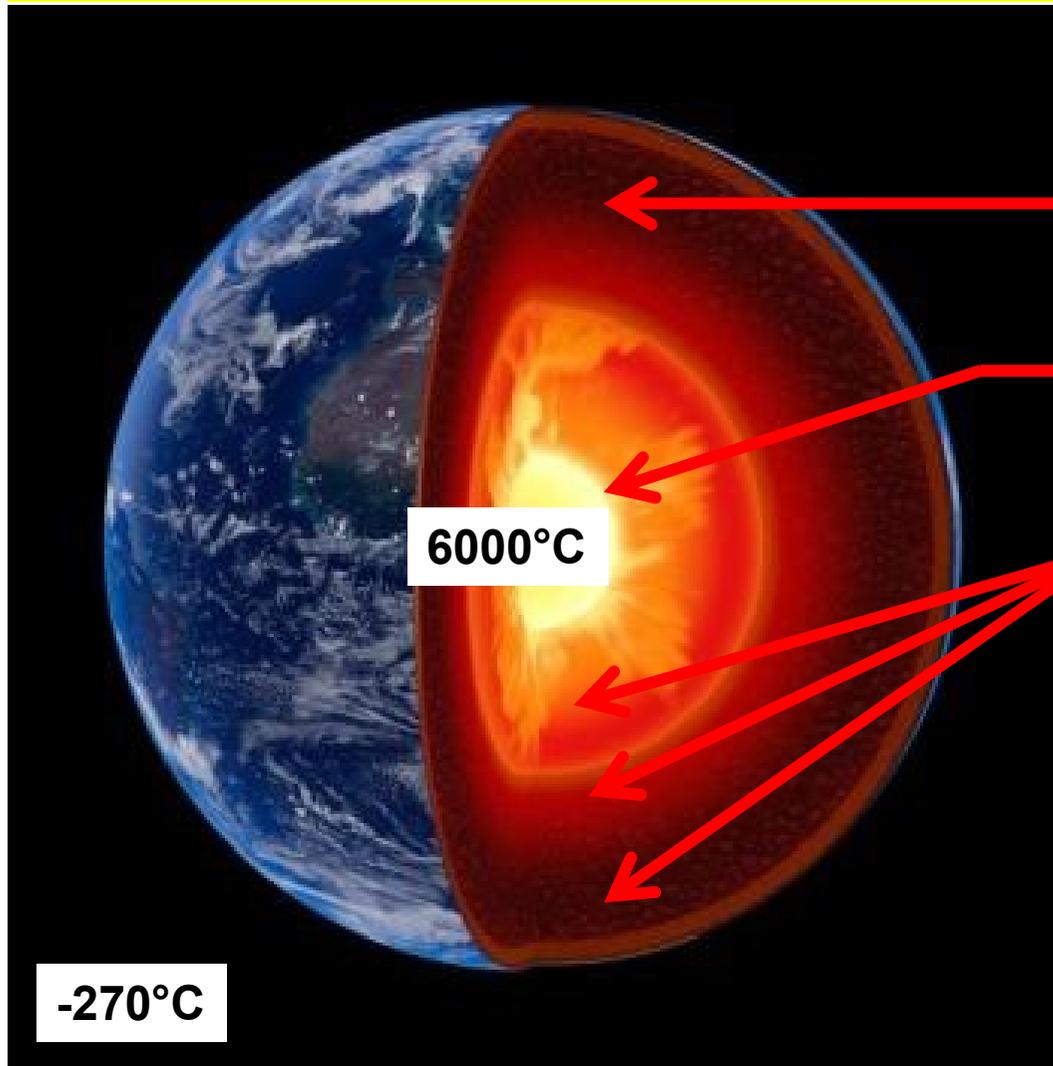
1°) à grande échelle

2°) au niveau des deux types de lithosphère

III°) Apport des études thermiques à la connaissance du globe terrestre

A°) Structure thermique globale de la Terre

La chaleur de la Terre



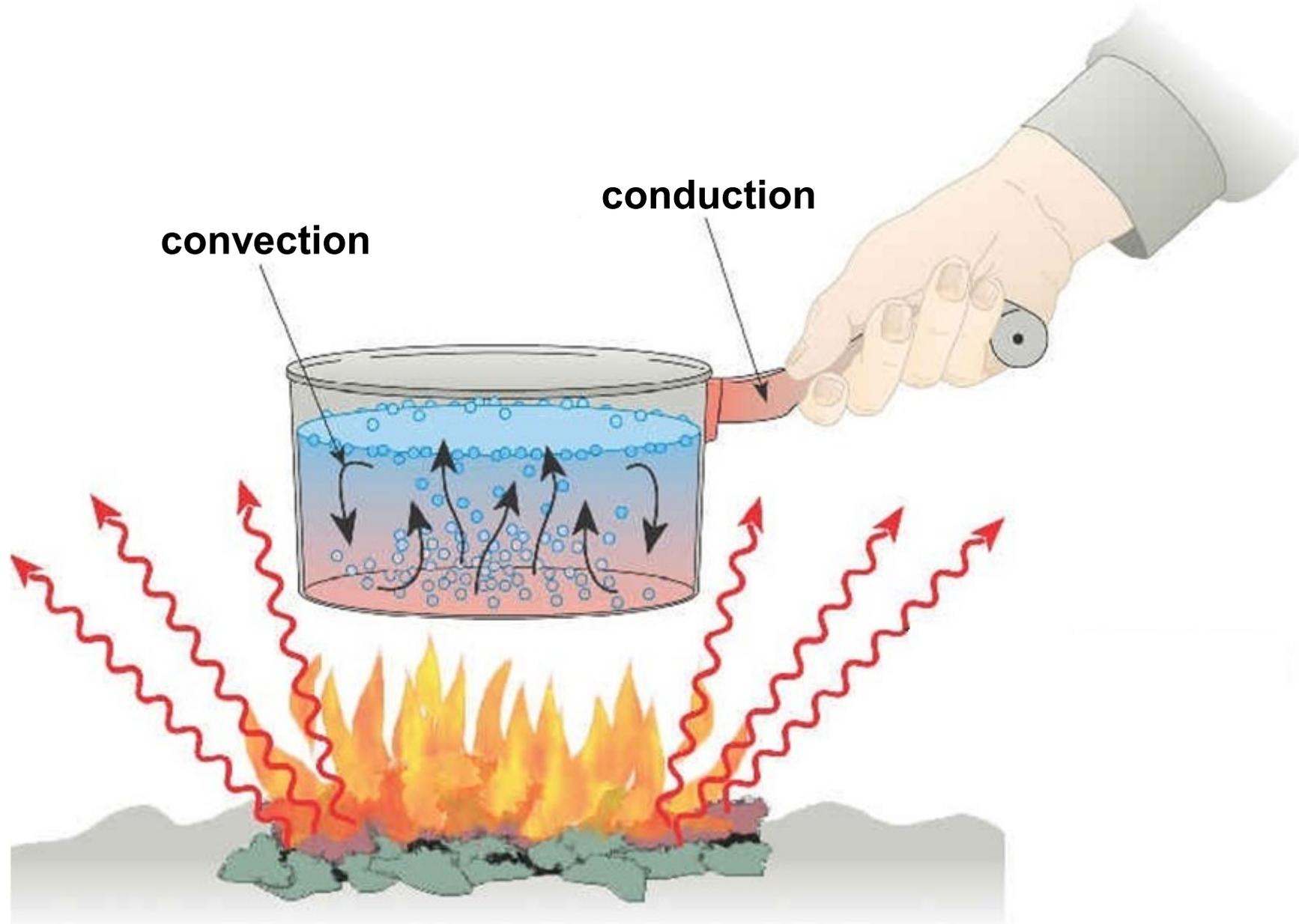
← Désintégration d'éléments radioactifs du manteau

← Chaleur latente de cristallisation de la graine

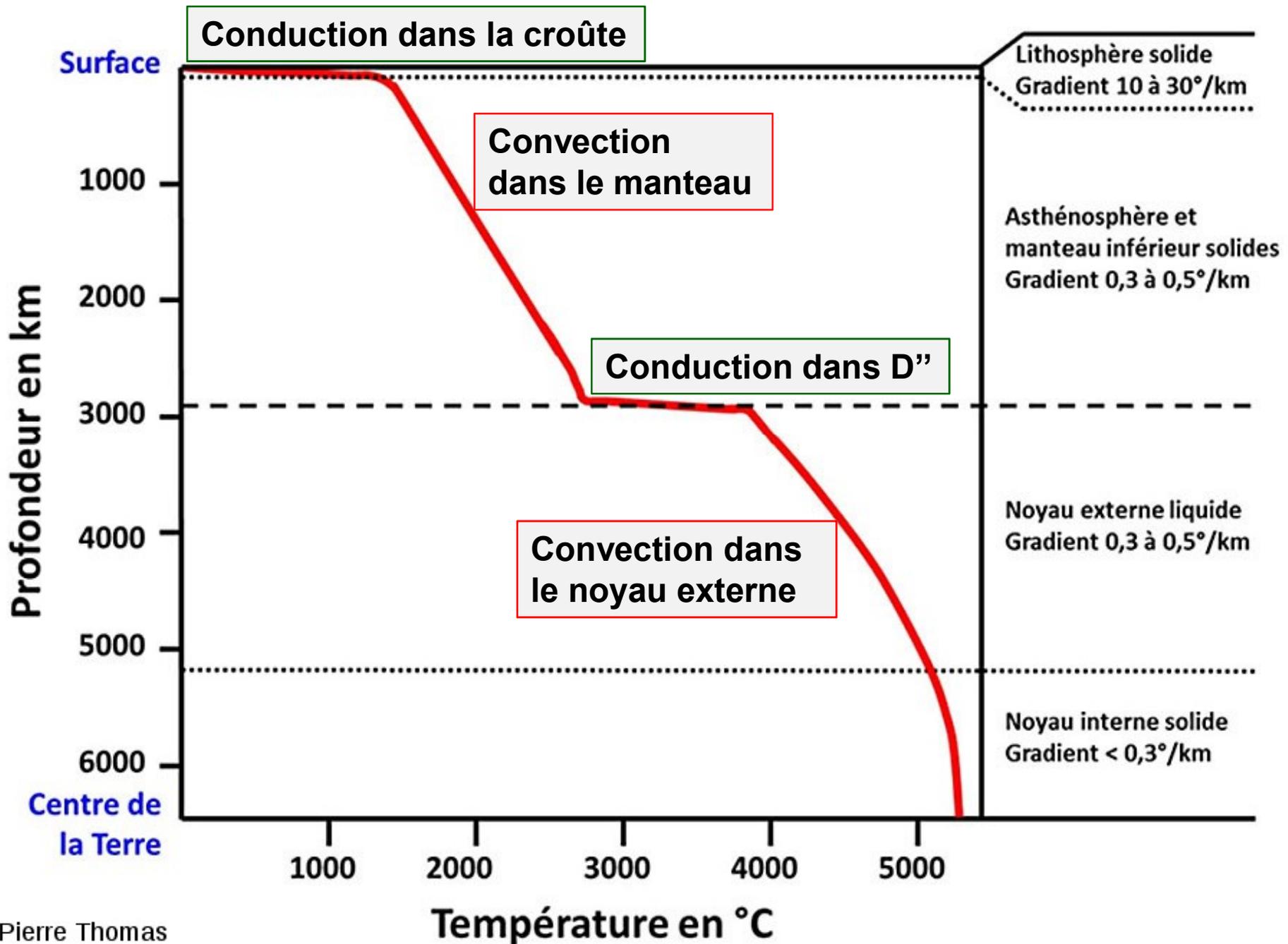
← Chaleur accumulée lors de sa formation par agrégation de météorites

Depuis sa formation la Terre perd de la chaleur

Les transferts thermiques



La température augmente avec la profondeur : gradient géothermique



Thème : La dynamique interne de la Terre.

Leçon 1. Structure et composition du globe terrestre

Introduction

I°) Apport de la composition des croûtes à la connaissance du globe terrestre

A°) Méthodes d'étude

1°) observation macroscopique

2°) observation microscopique

B°) La croûte océanique est basaltique

C°) La croûte continentale est granitique

II°) Apport des études sismiques à la connaissance du globe terrestre

A°) Méthodes d'étude

B°) Structure sismique du globe

1°) à grande échelle

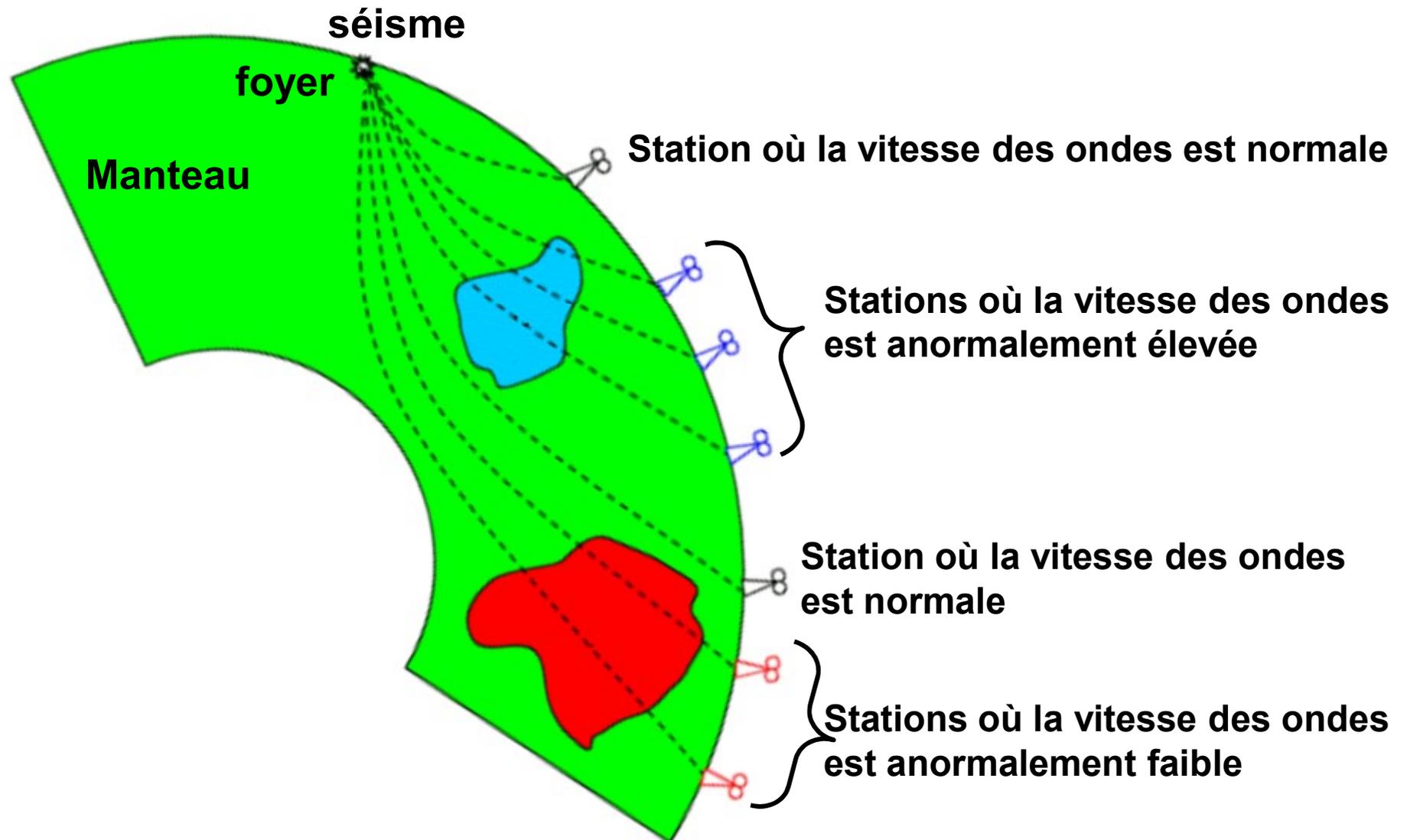
2°) au niveau des deux types de lithosphère

III°) Apport des études thermiques à la connaissance du globe terrestre

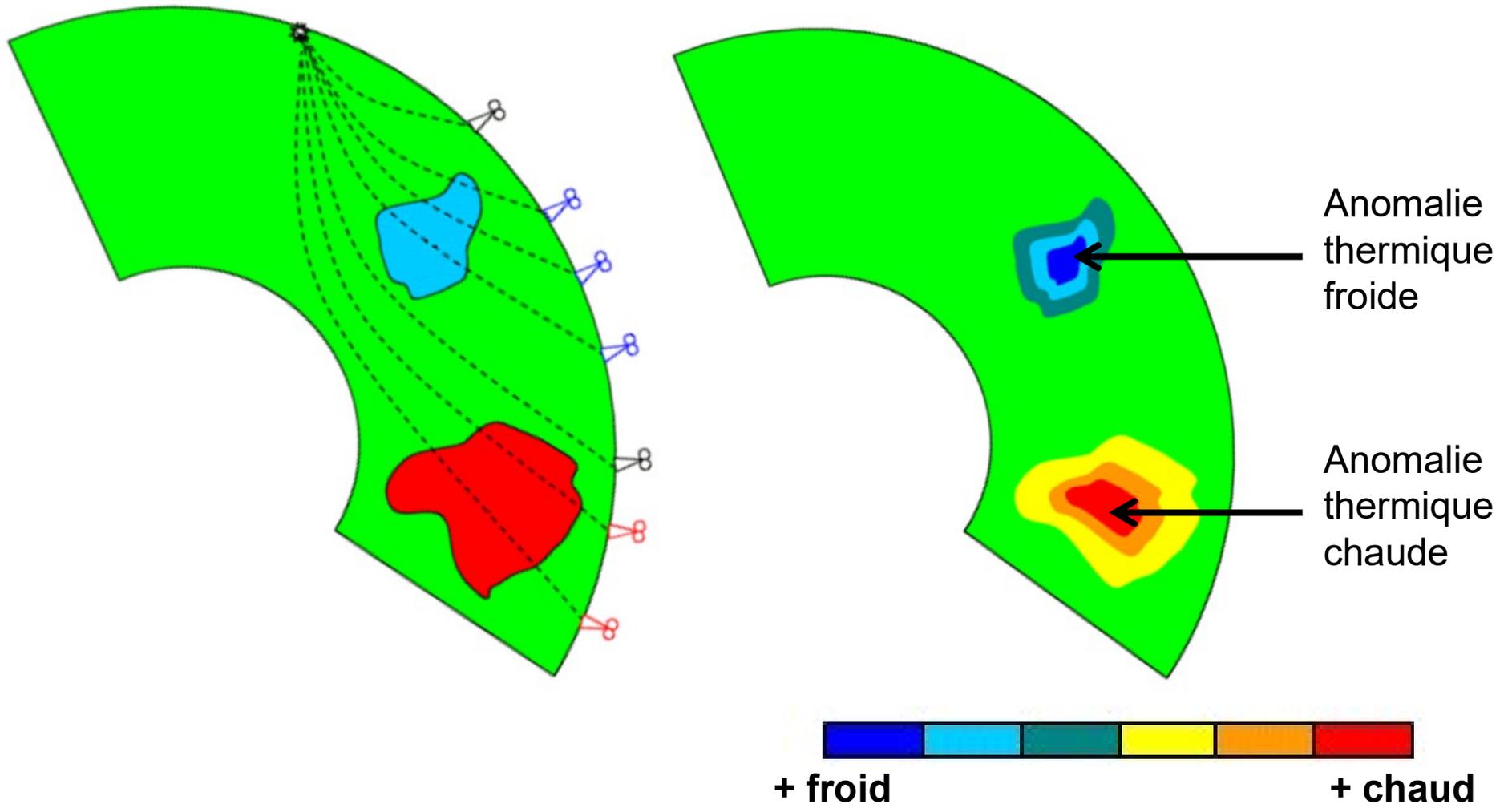
A°) Structure thermique globale de la Terre

B°) Anomalies thermiques et interprétations

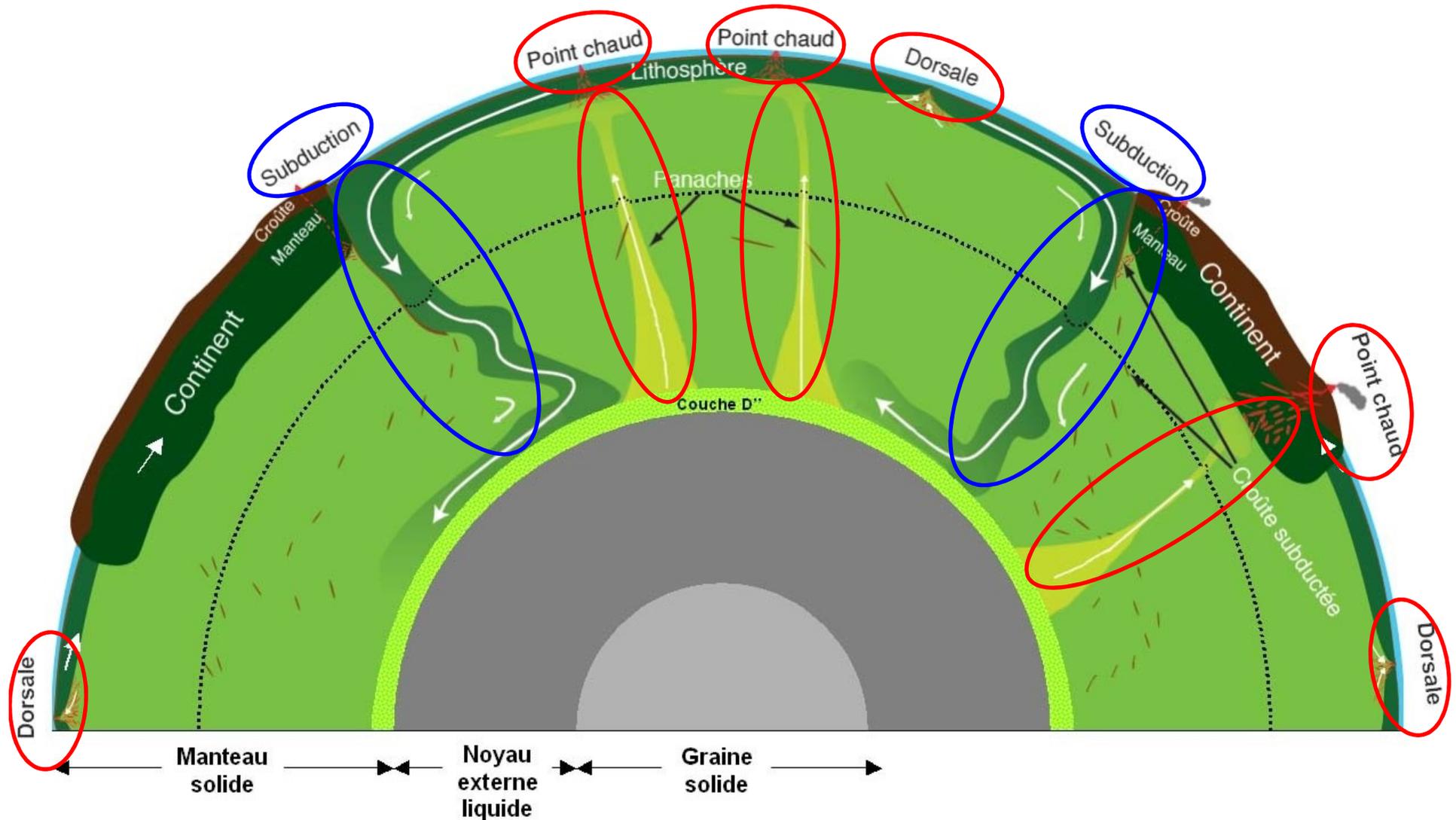
La tomographie sismique : principe



La tomographie sismique : interprétations



Modèle de Terre (ENS Lyon 2011-2014)



Les anomalies thermiques sont dues à des mouvements de matière