

Thème II: Les continents et leur dynamique

Objectif: Retracer le cycle de la croûte continentale dans le modèle global de la tectonique des plaques.

Thème II: Les continents et leur dynamique

Objectif: Retracer le cycle de la croûte continentale dans le modèle global de la tectonique des plaques

→ Quelles sont les caractéristiques du domaine continental?

→ Comment et dans quel contexte, la CC acquiert-elle ces caractéristiques?

Comment se forme t-elle?

Comment est-elle épaissie et modifiée?

Comment disparaît-elle?

Thème : Les continents et leur dynamique.

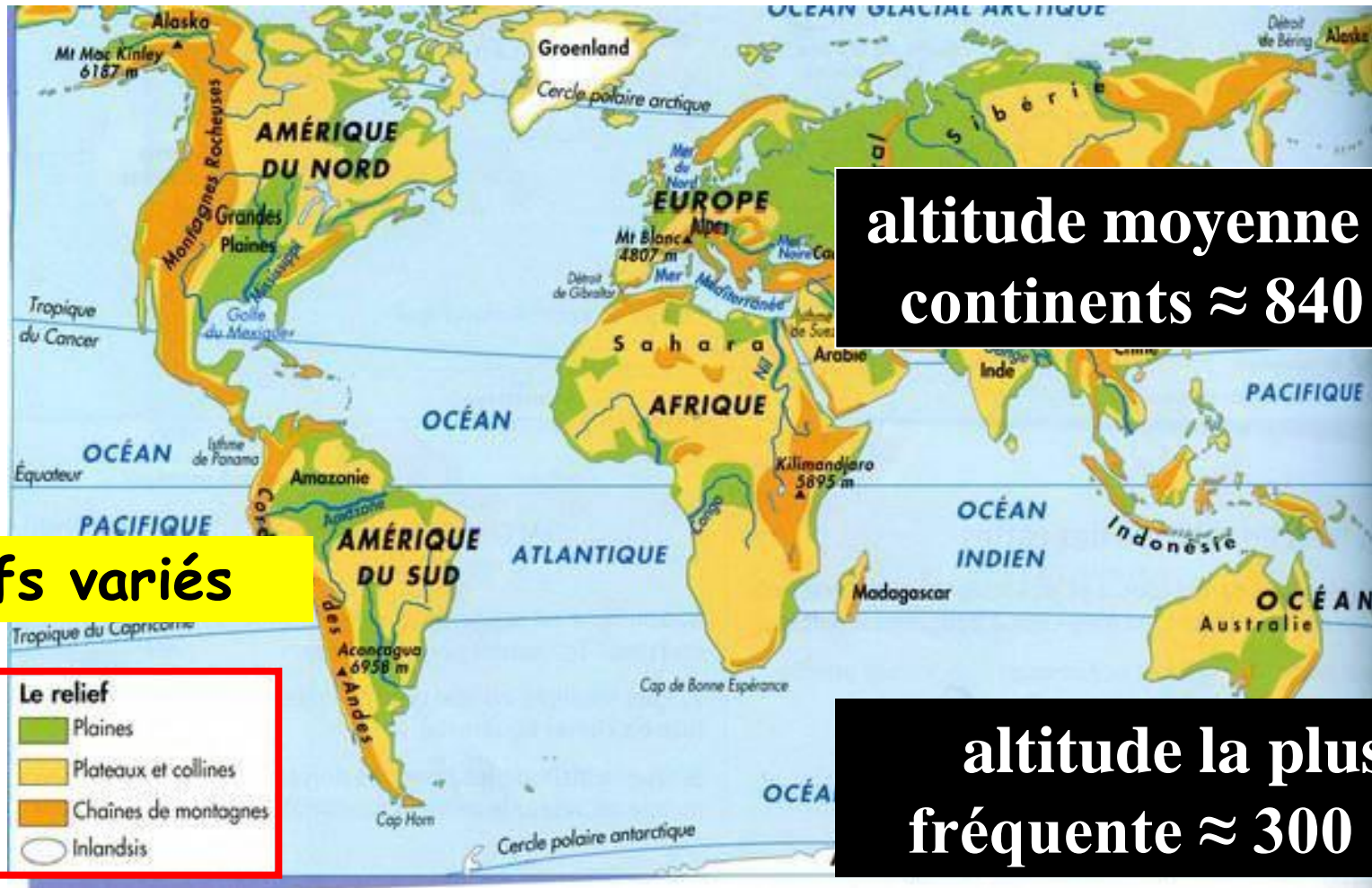
Chapitre 1: Caractérisation du domaine continental .

Les continents



**30 % de la surface
de la Terre**

Les continents



altitude moyenne des continents ≈ 840 m

Reliefs variés

altitude la plus fréquente ≈ 300 m.

résultant de mouvements verticaux et de mouvement horizontaux de la lithosphère.

Thème : Les continents et leur dynamique.

Chapitre 1. La croûte continentale.

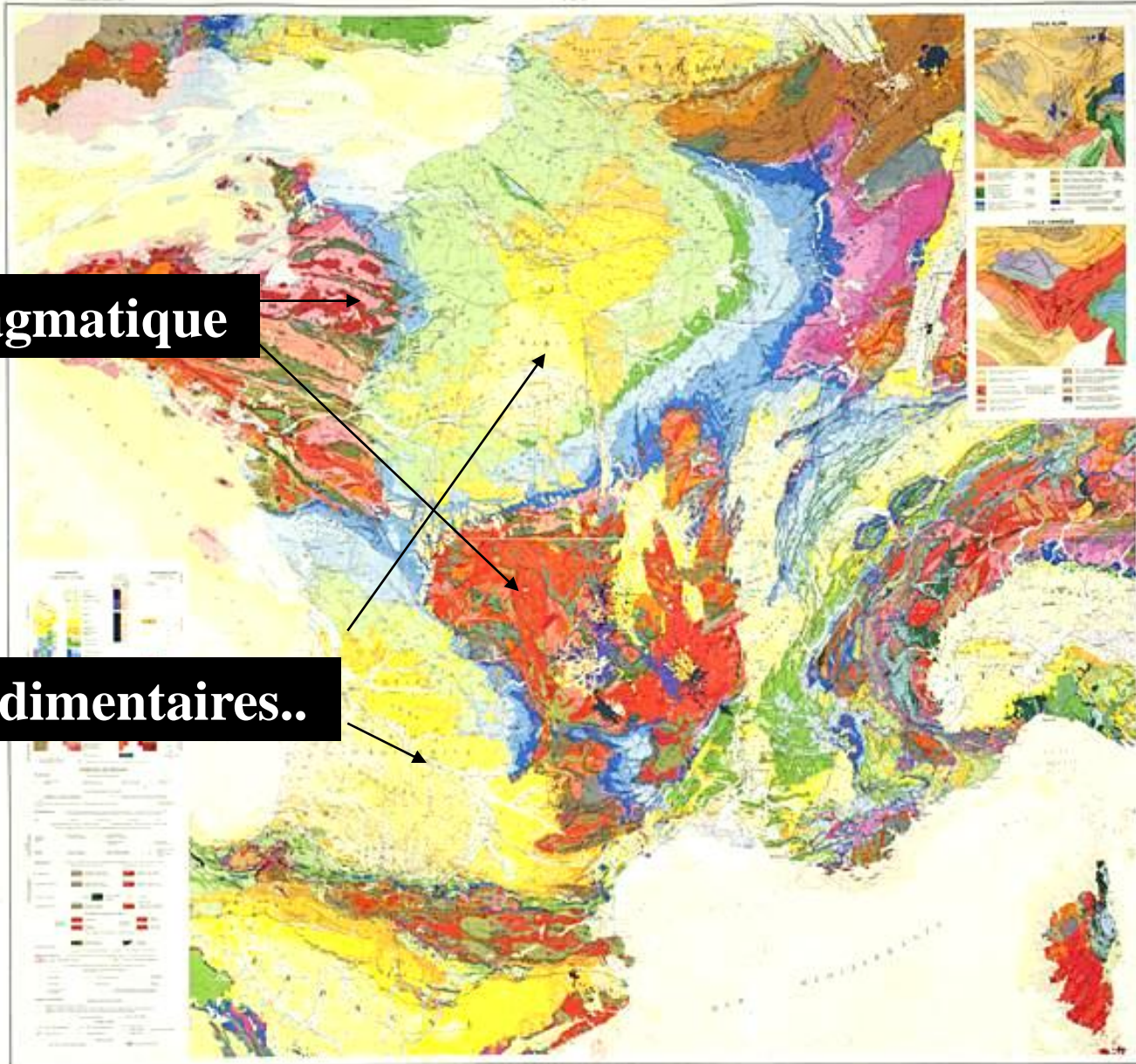
I. Composition et densité de la croûte continentale. .

Les roches à l'affleurement

CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE

roche magmatique

roches sédimentaires..



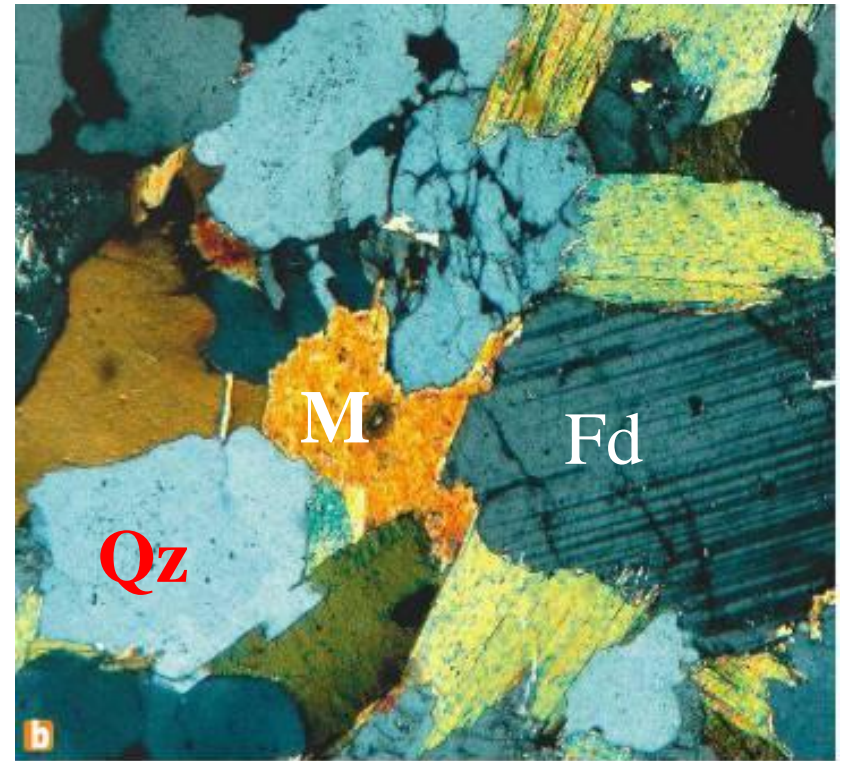
Roche caractéristique de la croûte continentale : le granite

Roche magmatique grenue



• 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



Lame mince de granite observée en lumière polarisée analysée

très grande richesse en silice

Détermination de la densité du granite



Densité = masse volumique de l'échantillon / masse volumique de l'eau

masse volumique de l'échantillon = masse de la roche / volume de la roche

Densité = 2,7

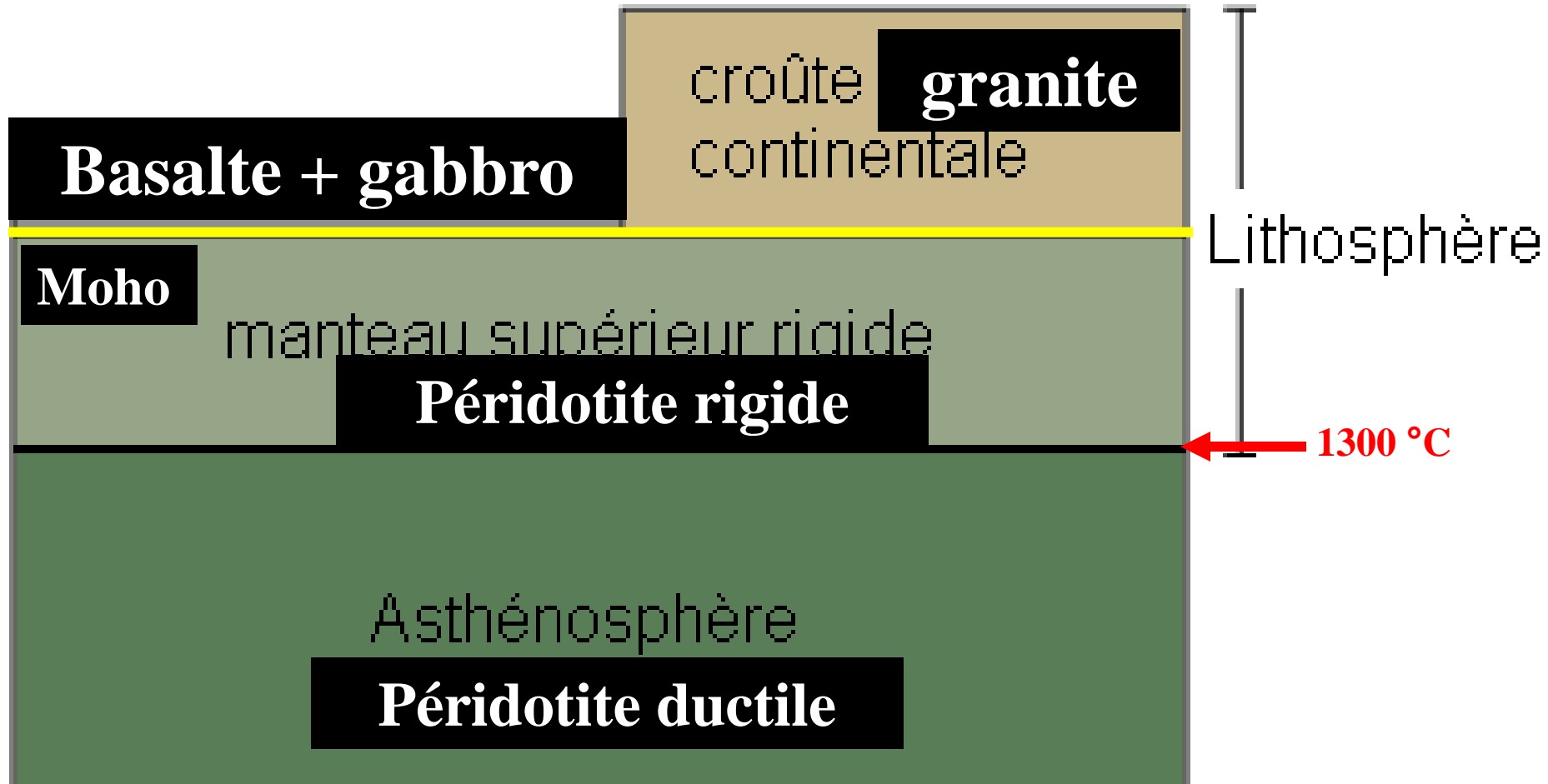
Thème : Les continents et leur dynamique.

Chapitre 1: Caractérisation du domaine continental .

II. Délimitation verticale du domaine continental

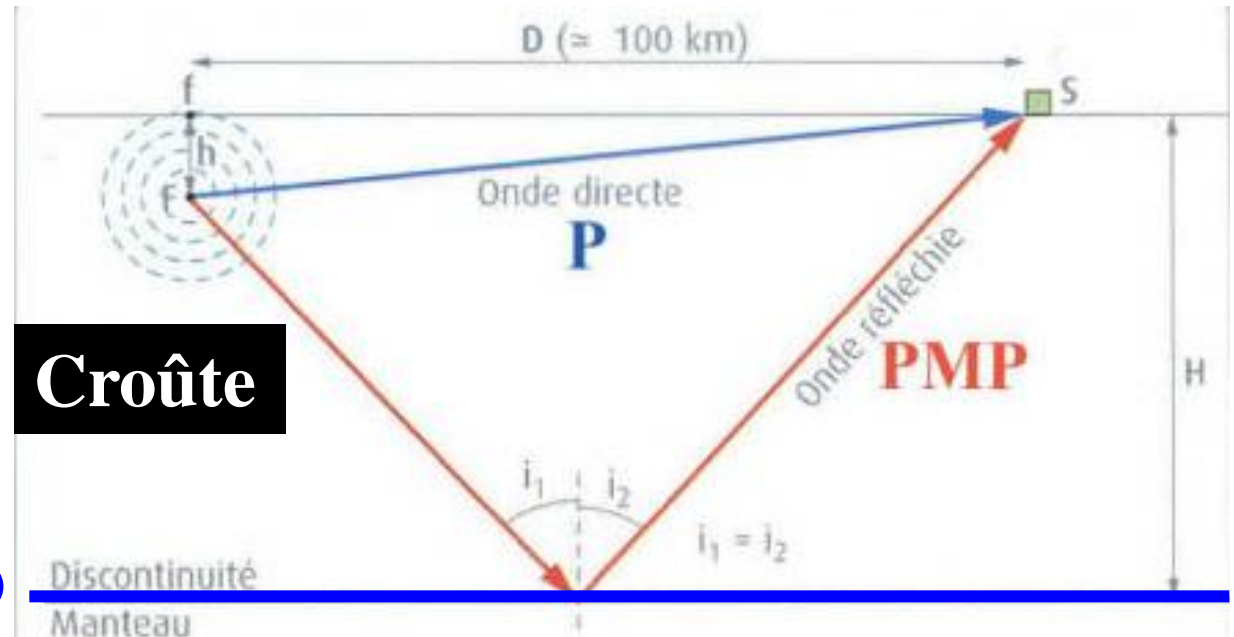
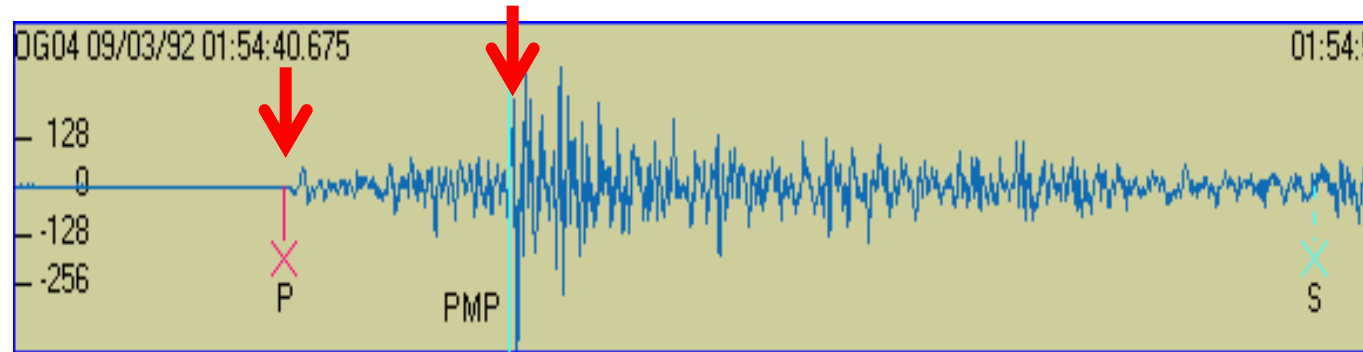
1. Epaisseur de la croûte continentale.

Lithosphère



lithosphère (divisée en plaques) repose en équilibre sur les péridotites asthénosphériques ductiles.

Les observations de Mohorovičić (1909)



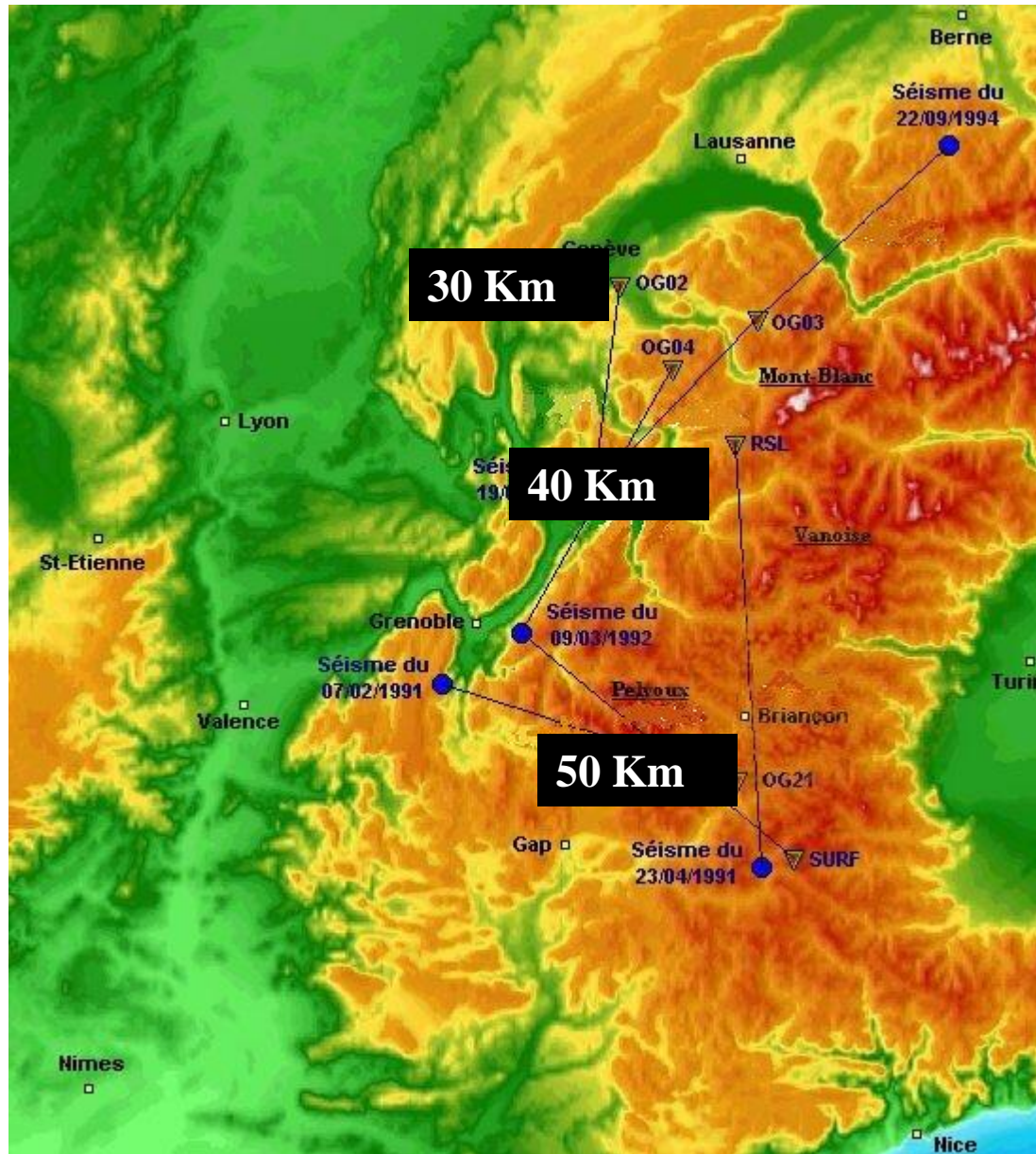
Croûte

Moho

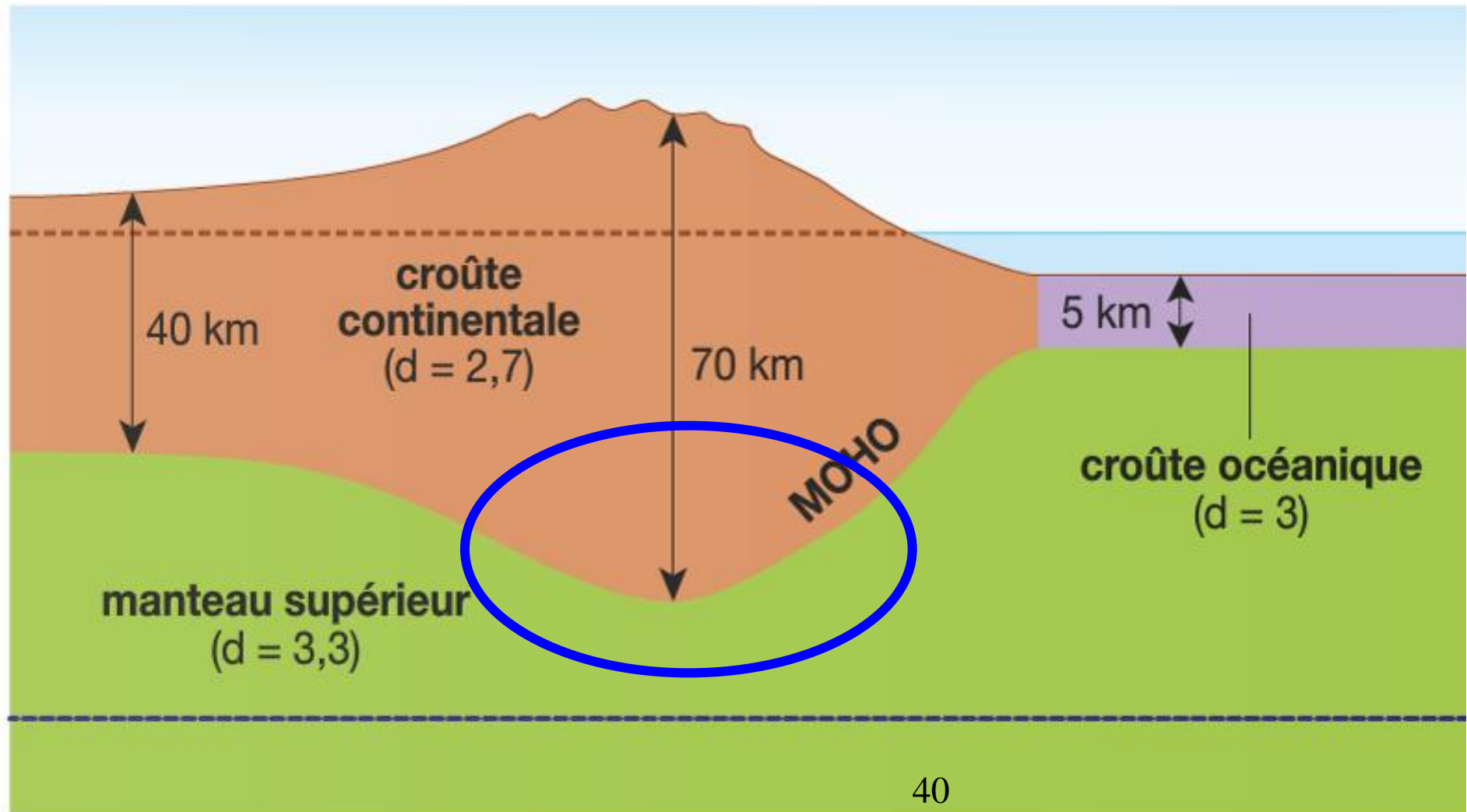
manteau

D : distance épicentre-sismographe
S : sismographe
E : épicentre
h : profondeur du séisme
H : profondeur de la discontinuité

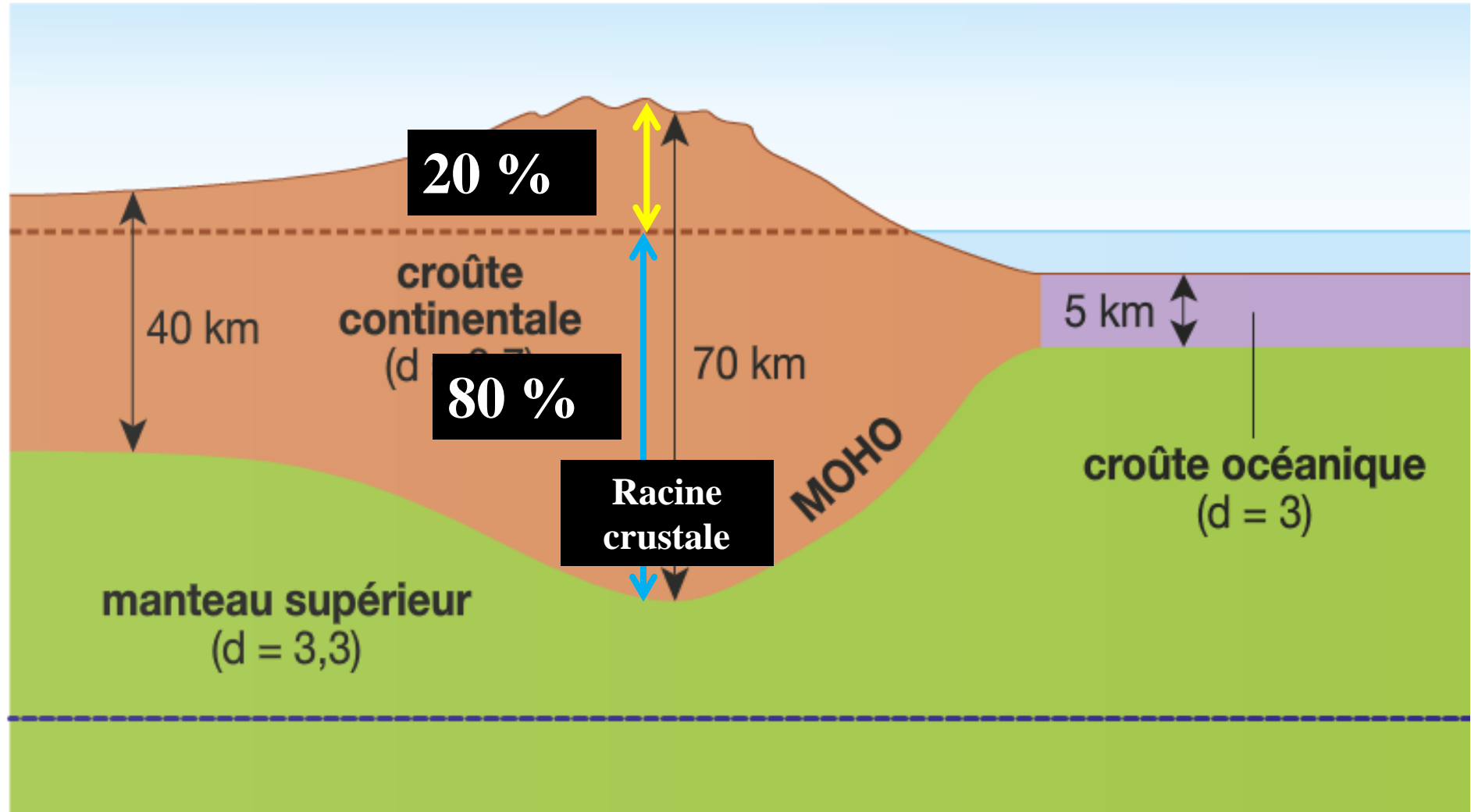
Epaisseur de la croûte continentale



L'épaisseur de la croûte (donc la profondeur du Moho) → beaucoup plus importante **dans les chaînes de montagne**



L'épaississement est essentiellement dû à l'existence d'une racine crustale



Thème : Les continents et leur dynamique.

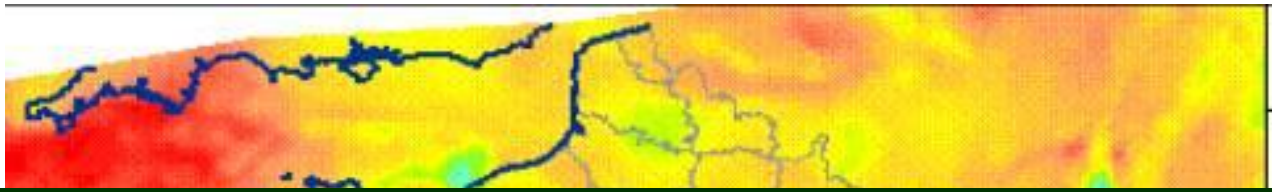
Chapitre 1: Caractérisation du domaine continental .

II. Délimitation verticale du domaine continental

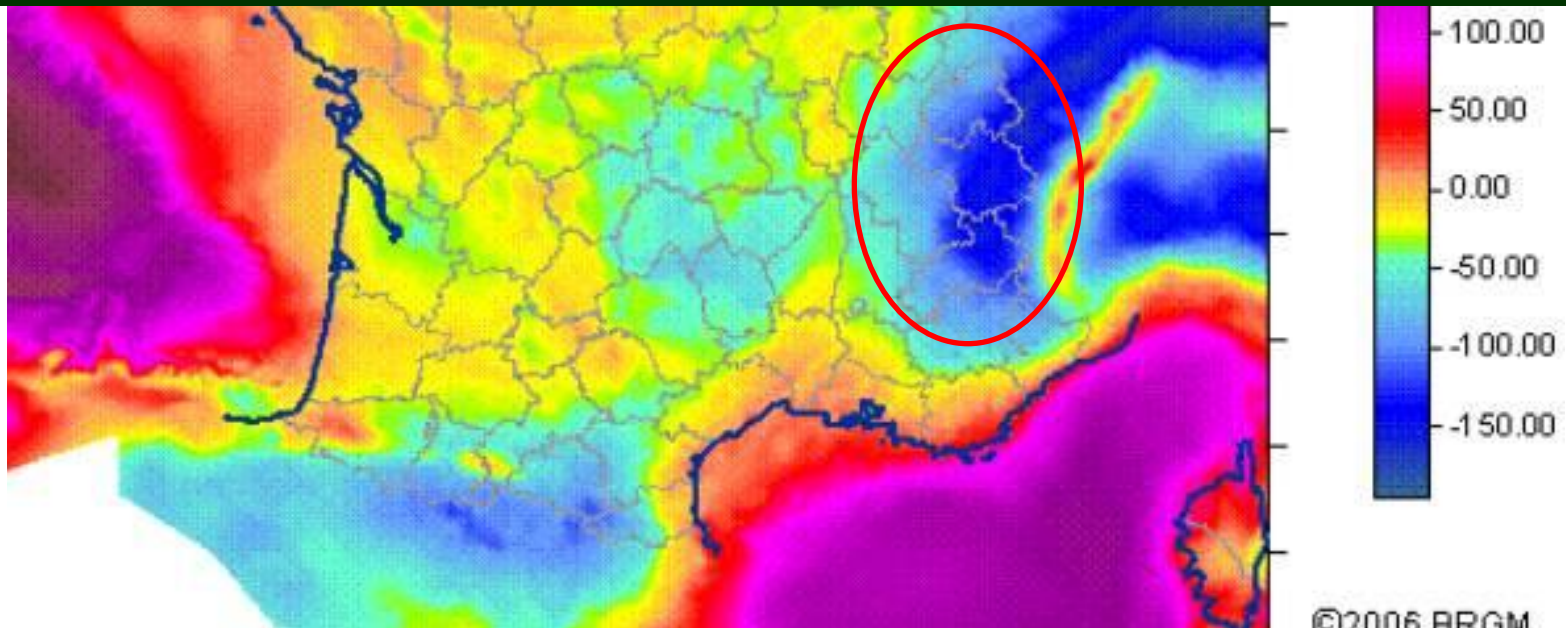
1. Epaisseur de la croûte continentale.

2. Mouvements verticaux de la lithosphère continentale.

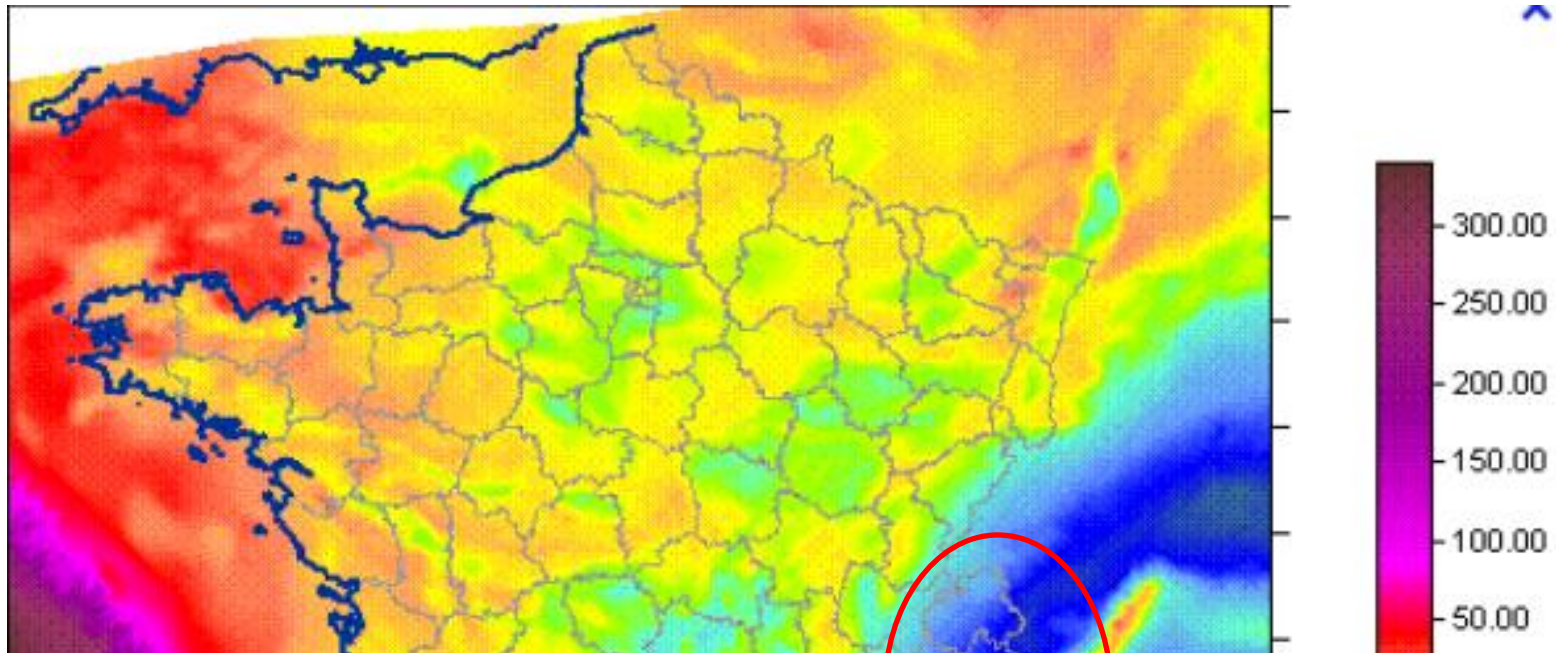
Anomalies gravimétriques en France



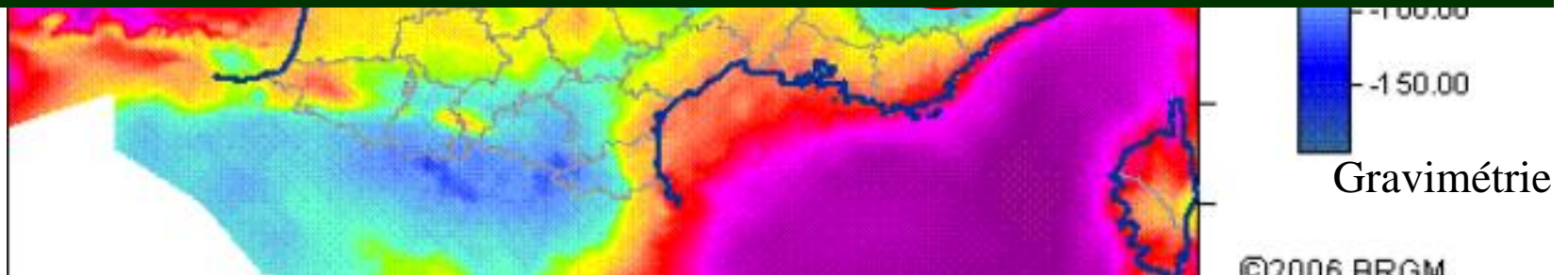
Dans les chaînes de montagne, la pesanteur mesurée est inférieure à la pesanteur calculée (en tenant compte de la masse des roches de la montagne) => tout se passe comme si les roches qui composent la montagne n'avaient pas de masse !!!!.



Anomalies gravimétriques en France



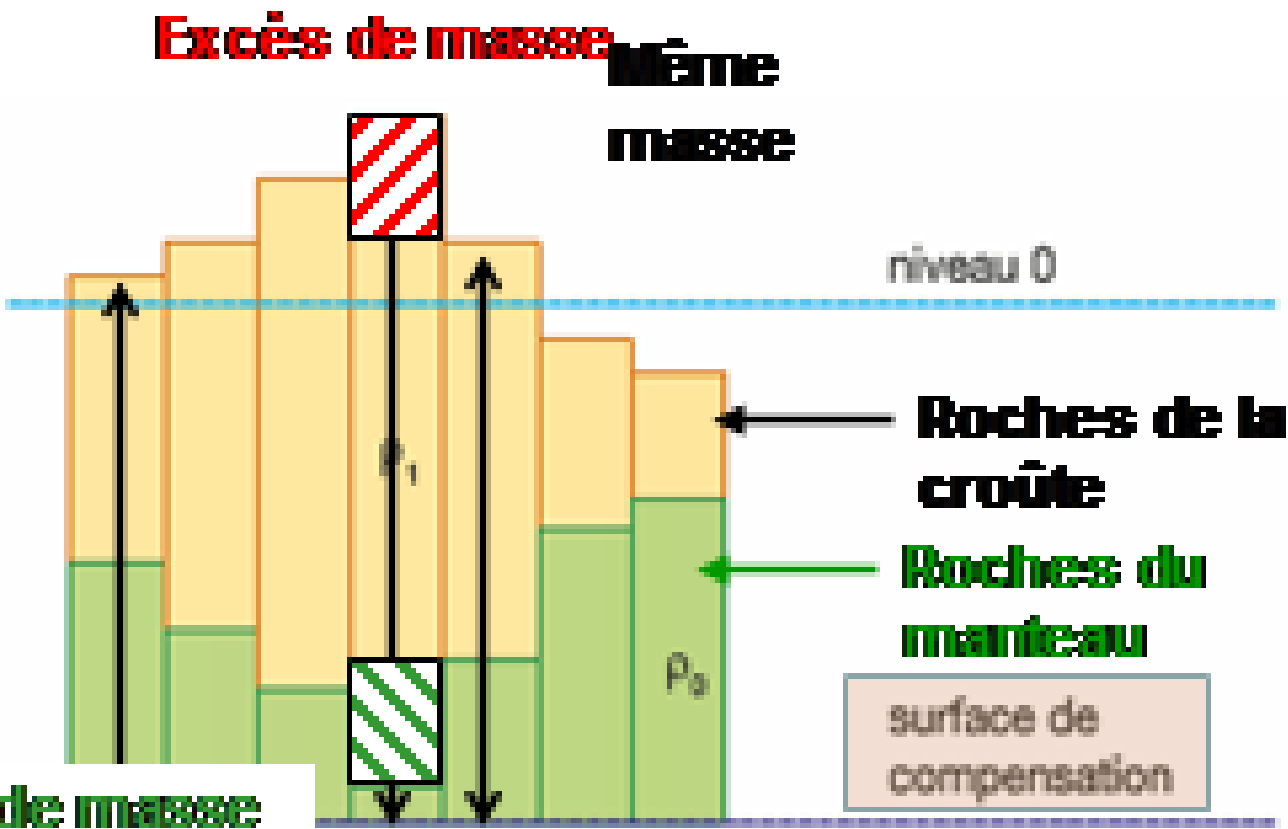
il semble que l'excès de masse lié à la présence d'un amas de roches en surface serait compensé en profondeur



Modèle proposé par Airy pour expliquer la présence d'une racine crustale



Airy
 ρ_1 (2.7)
 ρ_0 (3.3)



Un excès de roches crustales peu denses est compensé en profondeur (au dessus de la surface de compensation) par un déficit de roches plus denses du manteau.

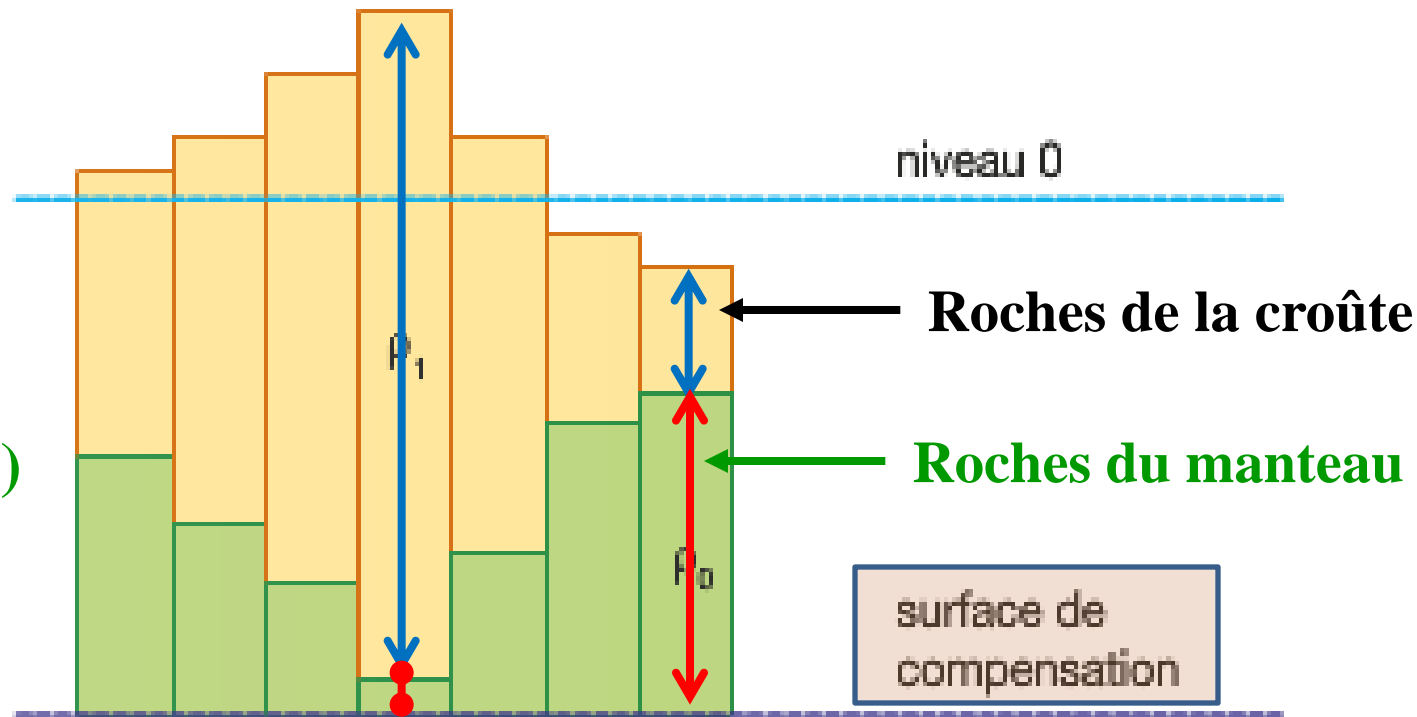
Modèle proposé par Airy pour expliquer les anomalies gravimétriques

Un excès de roches crustales peu denses est compensé en profondeur (au dessus de la surface de compensation) par un déficit de roches plus denses du manteau.



Airy

$$\rho_1 (2.7) < \rho_0 (3.3)$$



La lithosphère est en équilibre hydrostatique sur le manteau asthénosphérique

On appelle **isostasie** cet état d'équilibre hydrostatique qui s'explique par la présence à une certaine profondeur d'une **surface de compensation**.



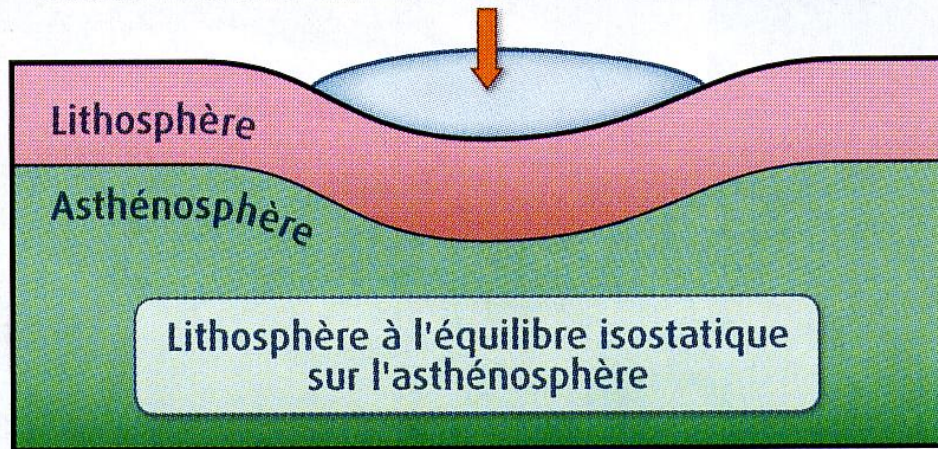
**mouvements verticaux de la lithosphère mis en évidence
lors de la fonte de glaciers.**



Plages soulevées en baie d'Hudson (Canada)

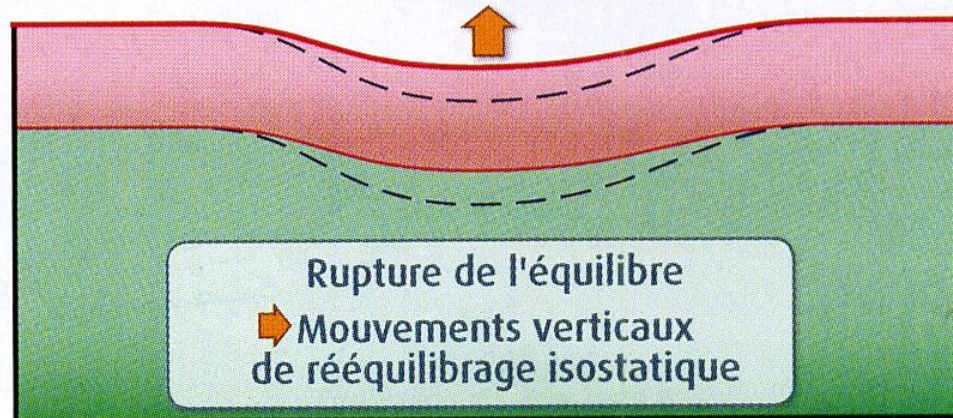
Réajustement isostatique suite à la fonte des glaciers

1 Présence d'une surcharge (calotte glaciaire)



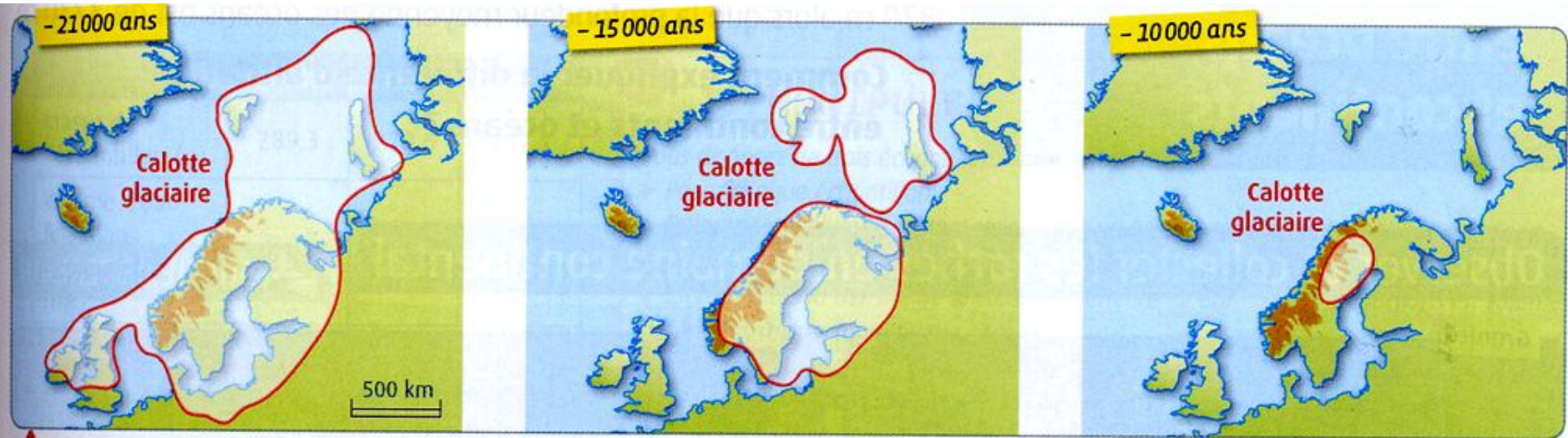
2 Fonte de la calotte

Soulèvement



Comparaison du rivage actuel et du rivage il y a 5000 ans en Scandinavie





4 Reconstitution de l'évolution de la calotte glaciaire scandinave. Des formes d'érosion et des sédiments périglaciaires témoignent de la présence d'une ancienne calotte glaciaire en Scandinavie. Il y a 20 000 ans, l'épaisseur des glaces atteignait plusieurs kilomètres.

Une surcharge telle un glacier sur une croûte entraîne d'après Airy un enfoncement plus ou moins important. S'il y a fonte, la charge est allégée, la croûte remonte

Les enveloppes superficielles du globe terrestre sont donc animées de mouvements verticaux

Thème : Les continents et leur dynamique.

Chapitre 1. La croûte continentale.

III. La croûte continentale, une croûte âgée .

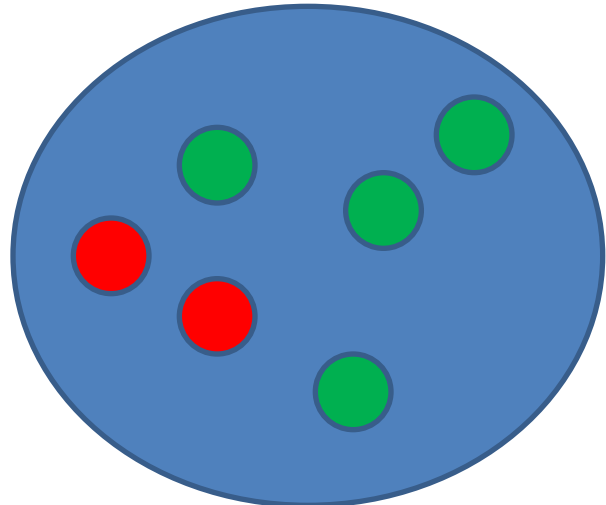
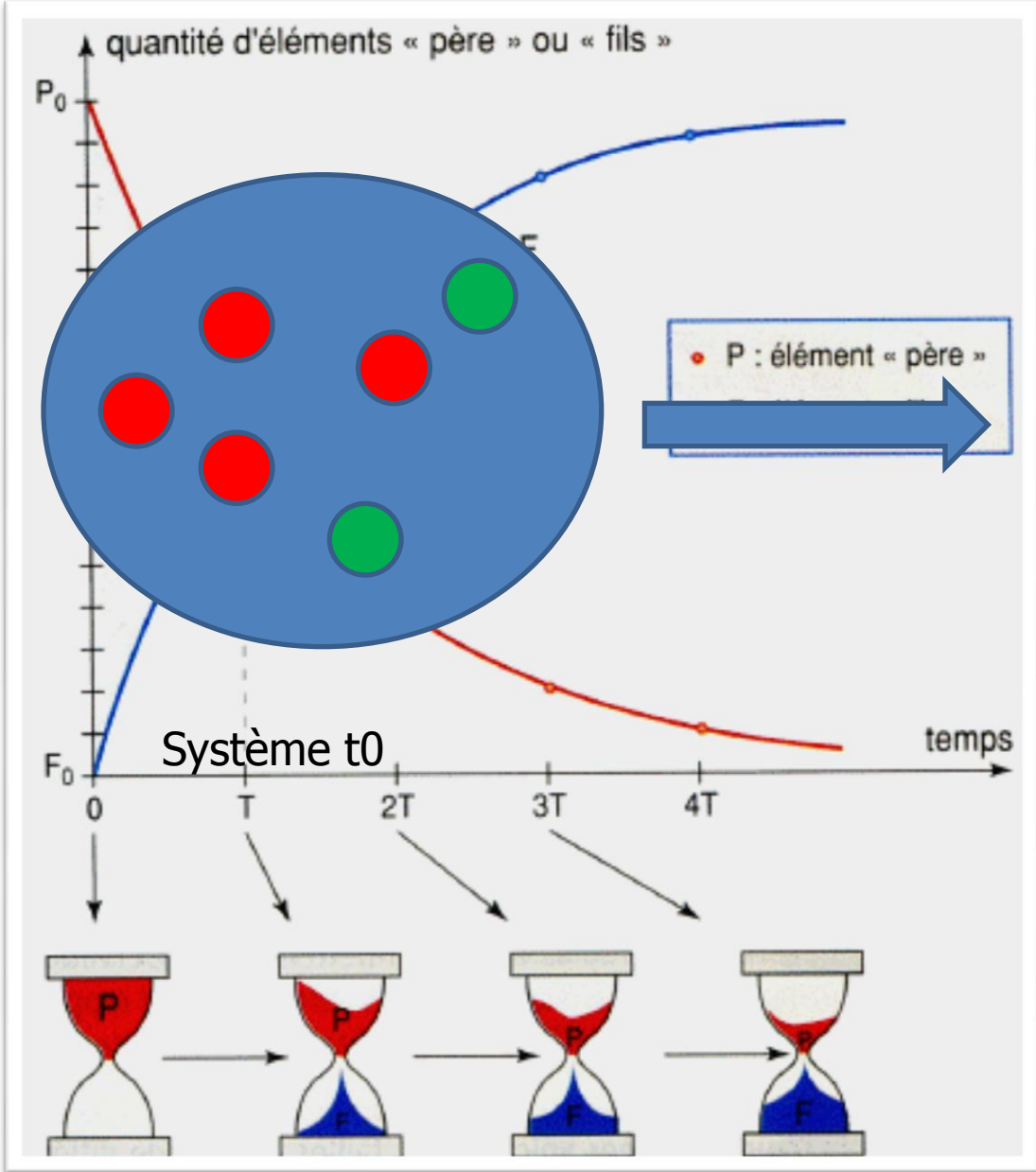
1. Age des roches de la croûte continentale.

lithosphère océanique actuelle → de moins de 200Ma

roches continentales d'environ → 4 Ga.

La **radio-chronologie** permet de dater la croûte continentale.

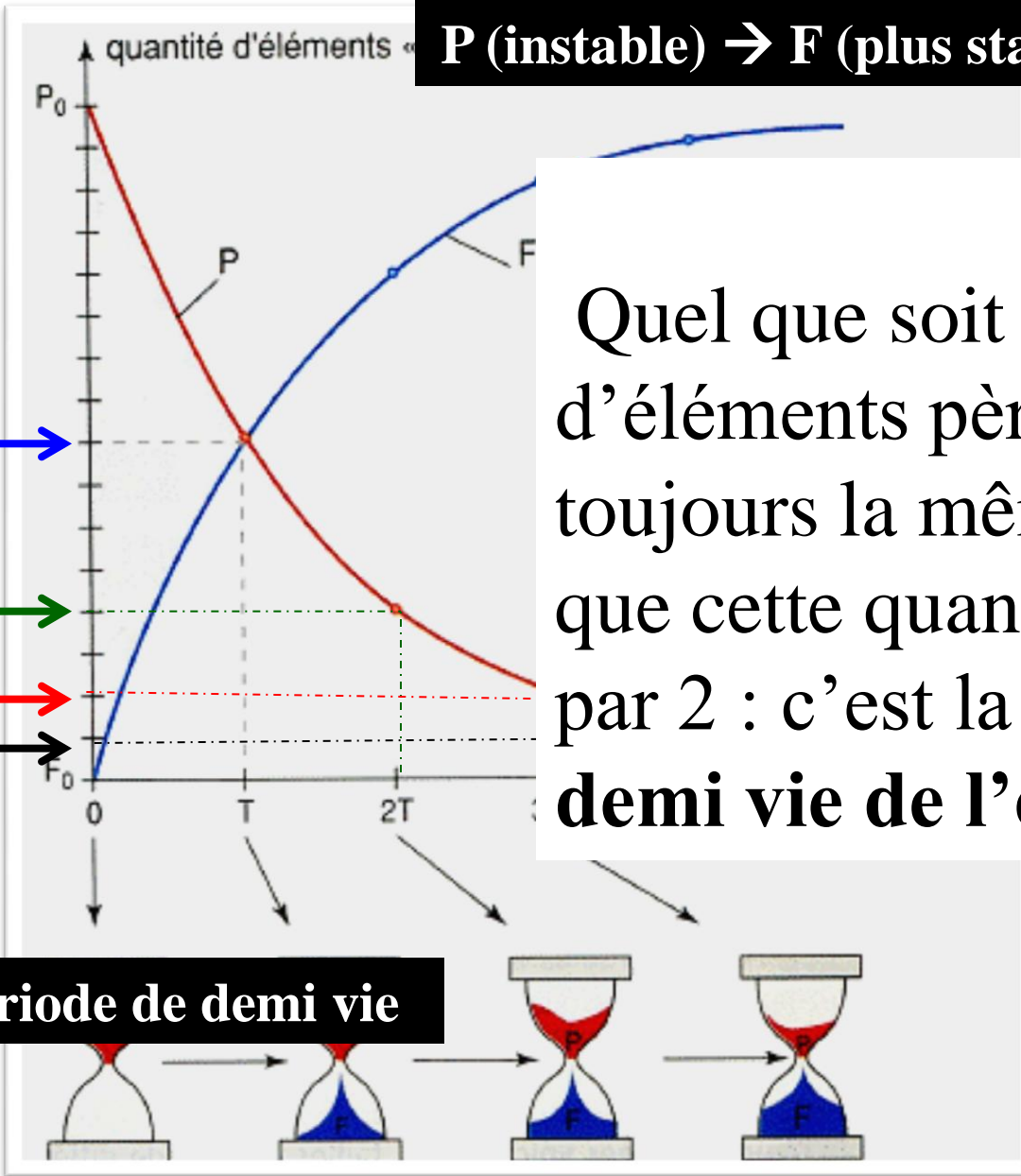
méthode → basée sur **la décroissance radioactive de certains éléments chimiques présents dans les roches.**



Systeme $t_{1/2}$

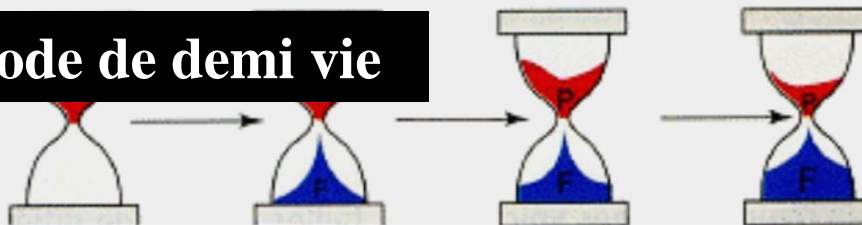
Principe de la radio-chronologie

P (instable) \rightarrow F (plus stable) + rayonnement



Quel que soit la quantité d'éléments père, il faut toujours la même durée pour que cette quantité soit divisée par 2 : c'est la **période de demi vie de l'élément.**

T = période de demi vie



P_0 : quantité d'élément père au moment de la fermeture du système étudié

P_t : quantité d'élément père au moment de la mesure

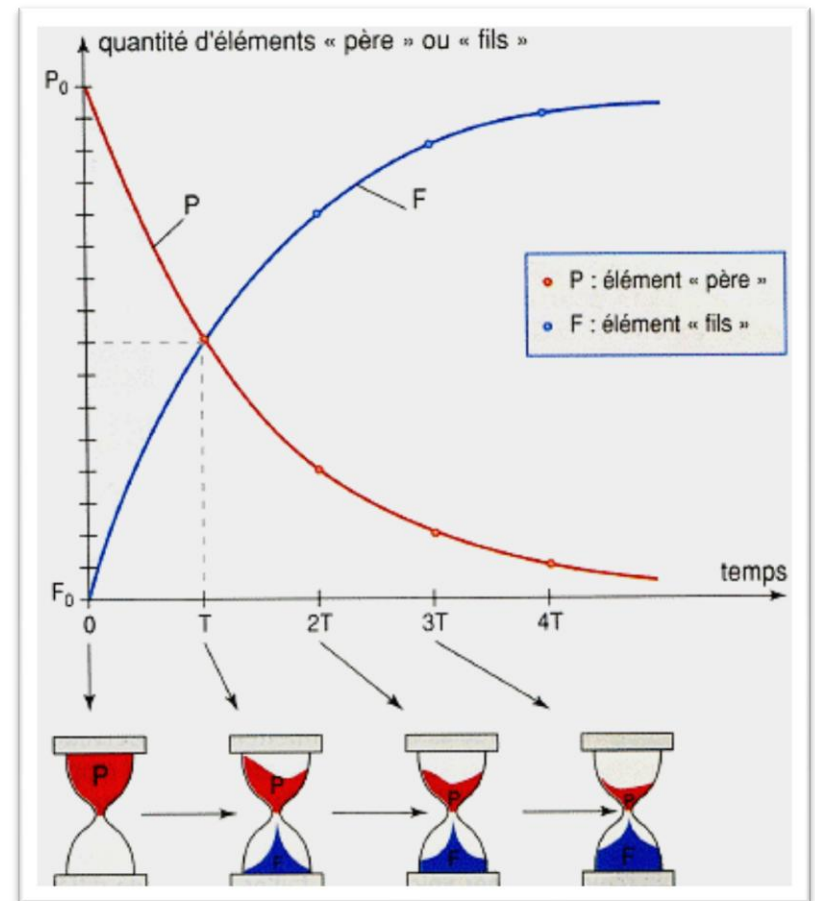
t : temps écoulé entre la fermeture du système et le moment de la mesure

λ : constante radioactive

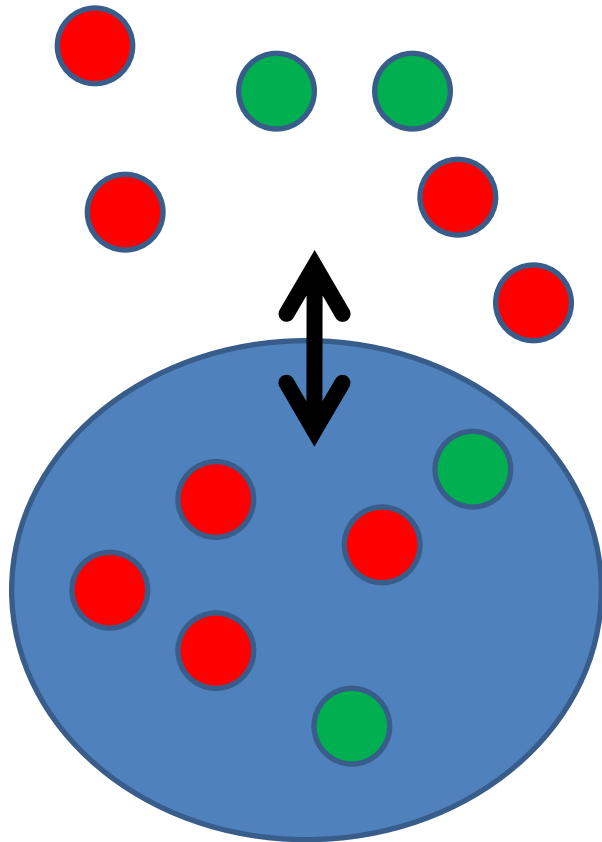
$$\lambda = \ln 2 / t_{1/2}$$

ou $t_{1/2}$: période ou temps de demi-vie : temps nécessaire à la désintégration de la moitié des éléments pères présents

$$t = \ln(a + 1) / \lambda$$



Echanges d'éléments pères et fils
avec l'extérieur

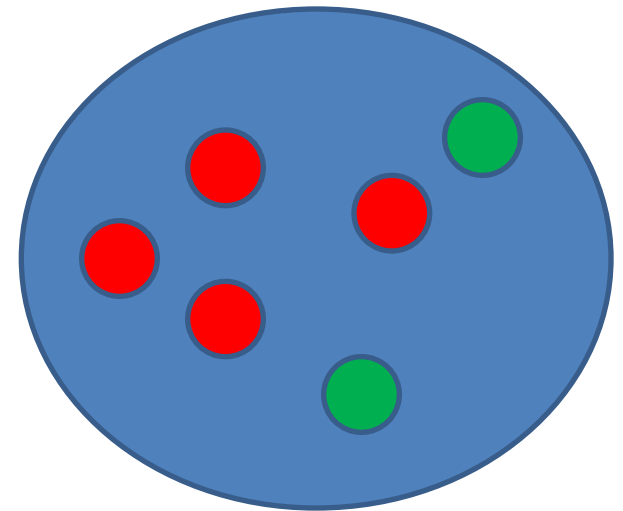


Système

Arrêt des échanges



Fermeture du système



la désintégration au cours du temps de l'élément radioactif
constitue un **géochronomètre naturel**

Thème : Les continents et leur dynamique.

Chapitre 1. La croûte continentale.

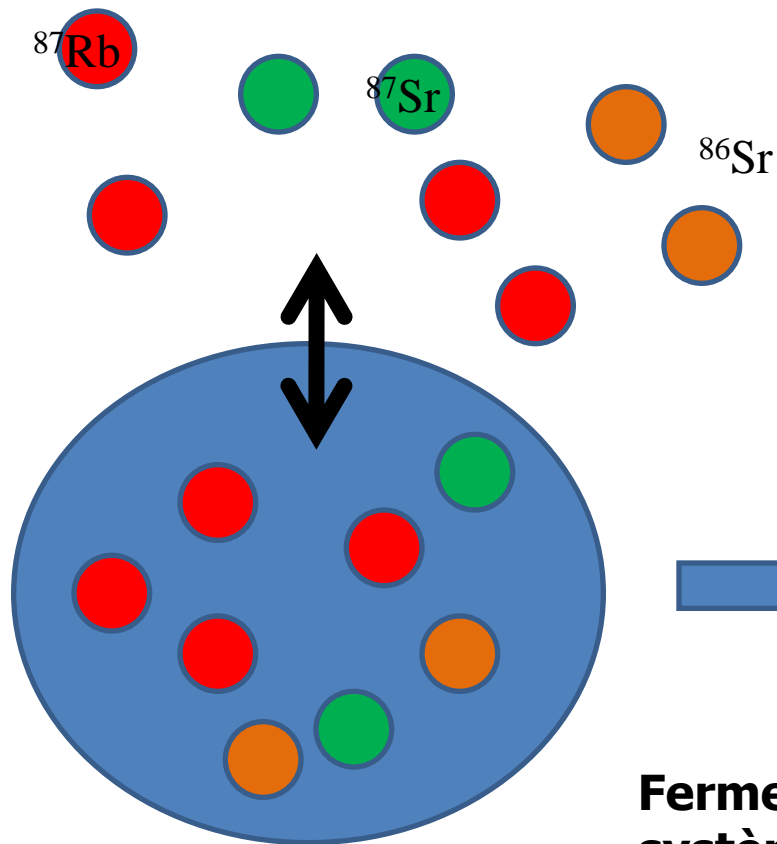
III. La croûte continentale, une croûte âgée .

1. Age des roches de la croûte continentale.
2. la méthode rubidium/strontium.



$t_{1/2} = 50 \text{ Ga} \rightarrow$ datation époques très
anciennes

Echanges de ^{87}Rb et ^{87}Sr avec l'extérieur

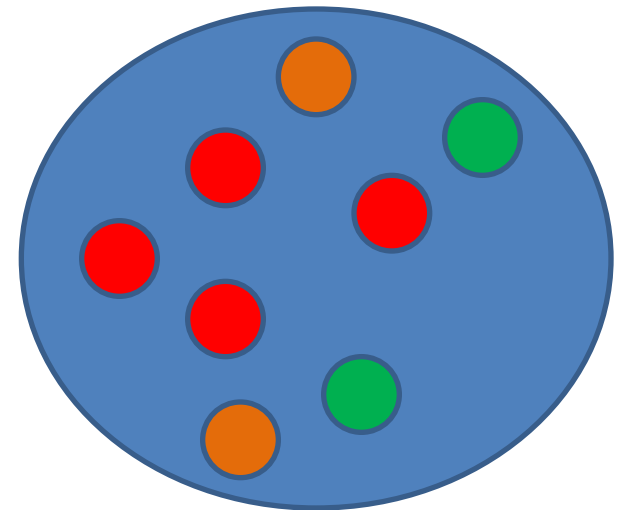


Quantité de ^{87}Rb et de ^{87}Sr initiales **inconnues**

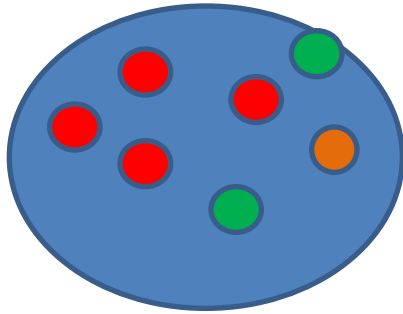


Fermeture du système

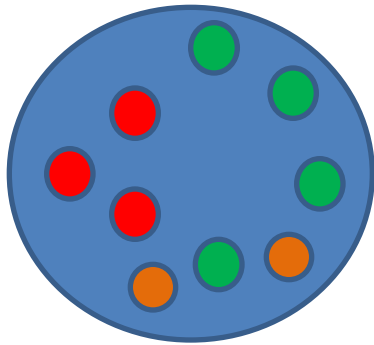
Solidification de la roche



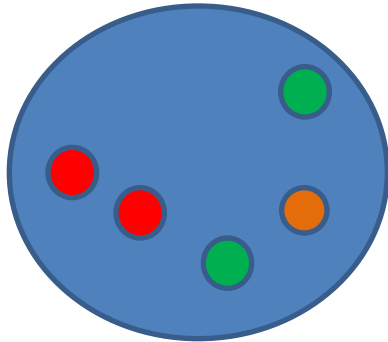
La solution pour contourner ce problème consiste à analyser **plusieurs échantillons d'une même roche**



Plagioclase



Felspath



Biotite

A la fermeture du système, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ est identique pour les 3 minéraux

A la fermeture du système, les 3 minéraux n'intègre pas tous la même quantité de ^{87}Rb

Avec le temps :

^{87}Rb diminue donc $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ diminue

^{87}Sr augmente donc $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ augmente

Le géochronomètre rubidium / strontium

$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$

A $t = 0$, tous les minéraux du granite sont alignés sur une droite parallèle à l'axe des abscisses.

$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
initial

plagioclase

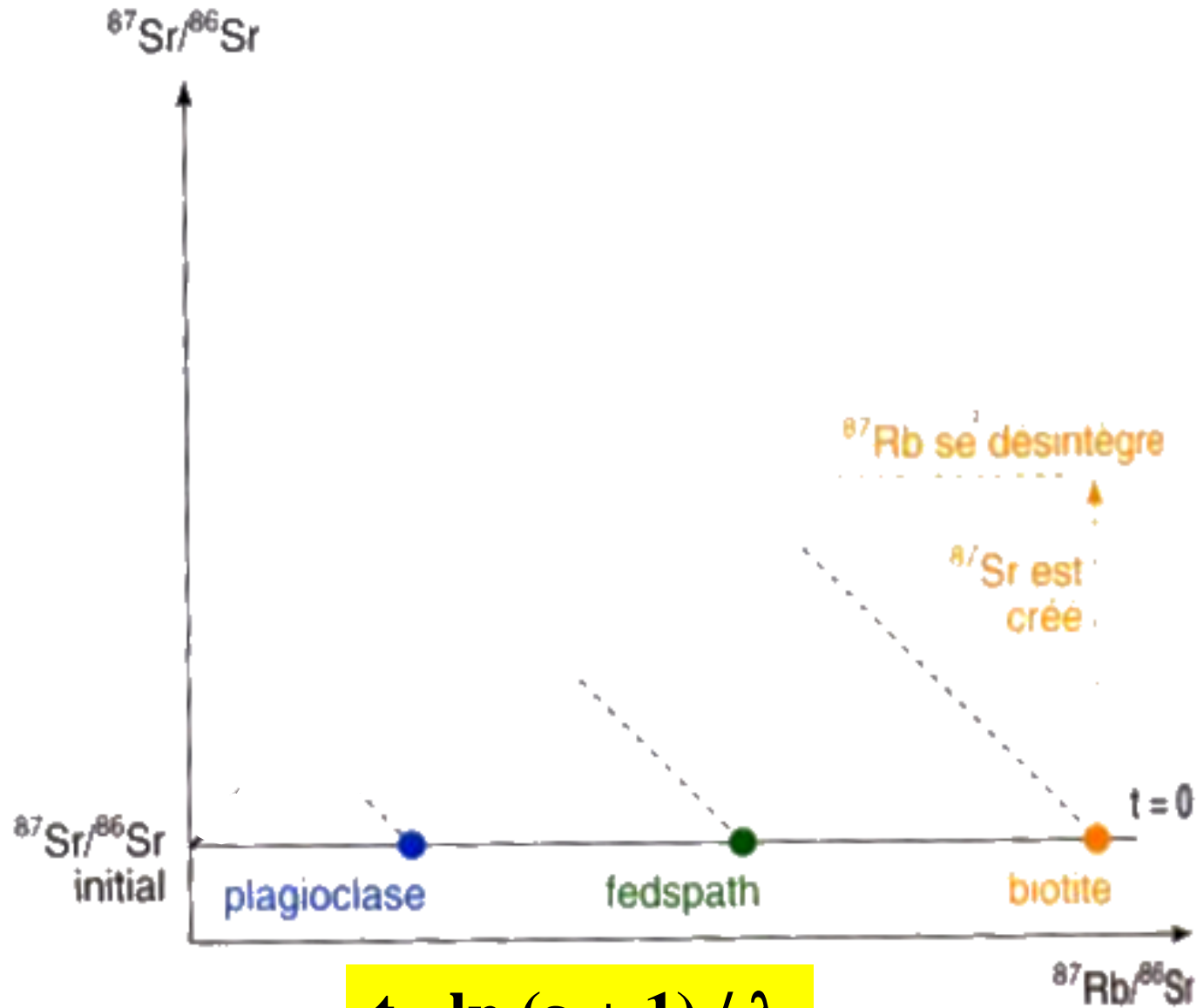
feldspath

biotite

$t = 0$

$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$

Le géochronomètre rubidium / strontium



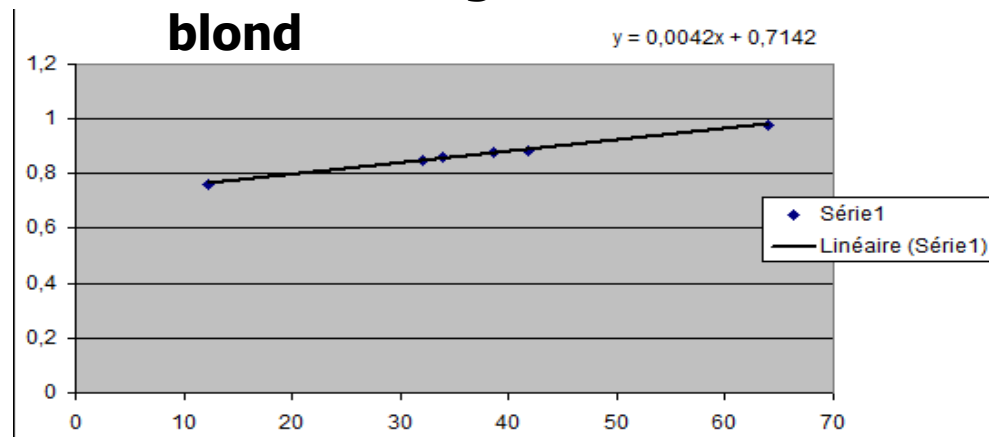
$$t = \ln(a + 1) / \lambda$$

a = pente de la droite isochrone

Intrusion d'un granite dans un autre granite

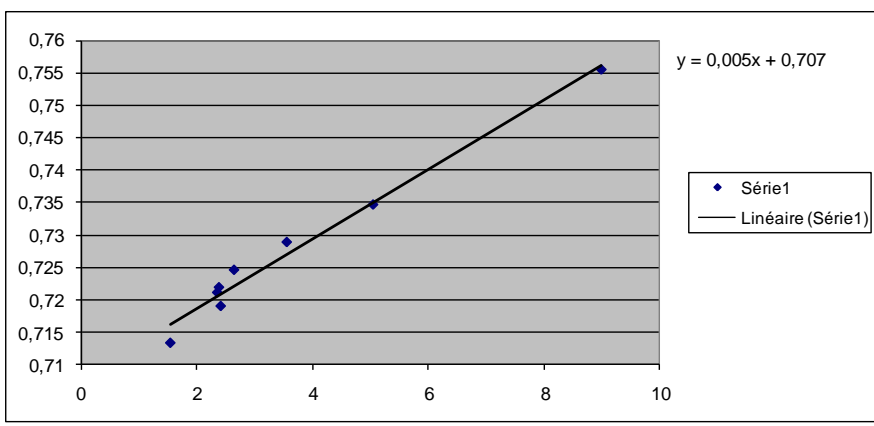
- Avec le principe de recoupement on peut dire que le granite de Vaulry et Cieux est plus ancien que le granite blond . Pouvons le avec la datation absolue.

Datation du granite blond



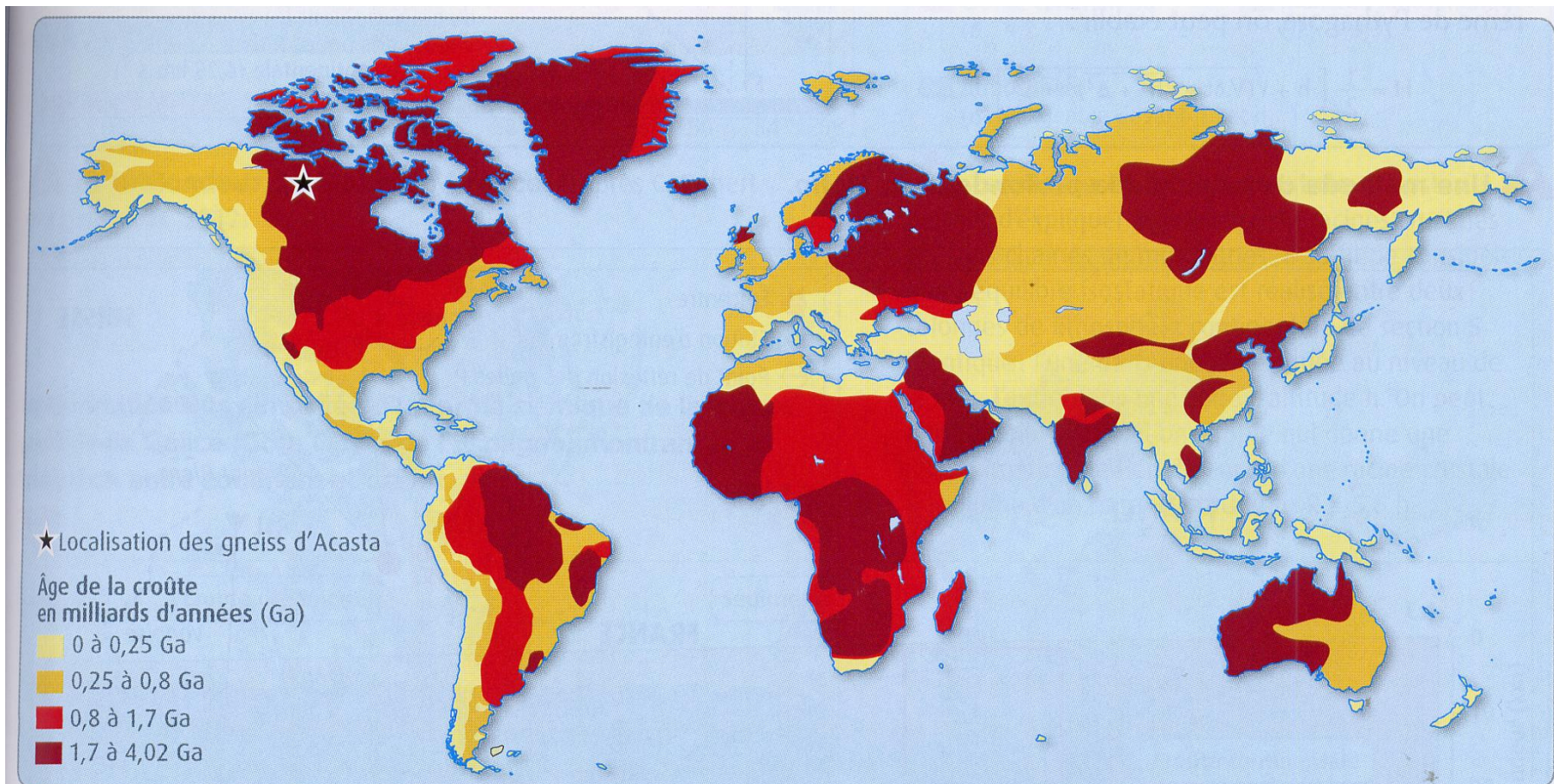
$I = 1.420 \cdot 10^{-11}$
 $\hat{\text{age}} = 2.952 \cdot 10^8$

Granite de de Vaulry / Cieux / St Junien



$I = 1.420 \cdot 10^{-11}$
 $\hat{\text{age}} = 3.793 \cdot 10^8$

Le granite les plus ancien est donc celui de Vaulry / Cieux / St Junien



4 L'âge de la croûte continentale. Les roches dont l'âge est indiqué sont celles du socle de roches magmatiques et métamorphiques. La couverture sédimentaire qui, en de nombreux endroits, recouvre ce socle, n'a pas été prise en compte. Les roches les plus anciennes connues sur Terre sont les gneiss d'Acasta (Canada), âgés de 4,02 milliards d'années (voir doc. 3 p. 207).