

Les roches magmatiques

Laurie BOUGEIS

ST3 - Polytech' Paris UPMC

21 novembre 2014



1. Introduction

2. Caractérisation des roches magmatiques

3. Fusion partielle des magmas

4. Géodynamique et origine des roches magmatiques

Les roches magmatiques



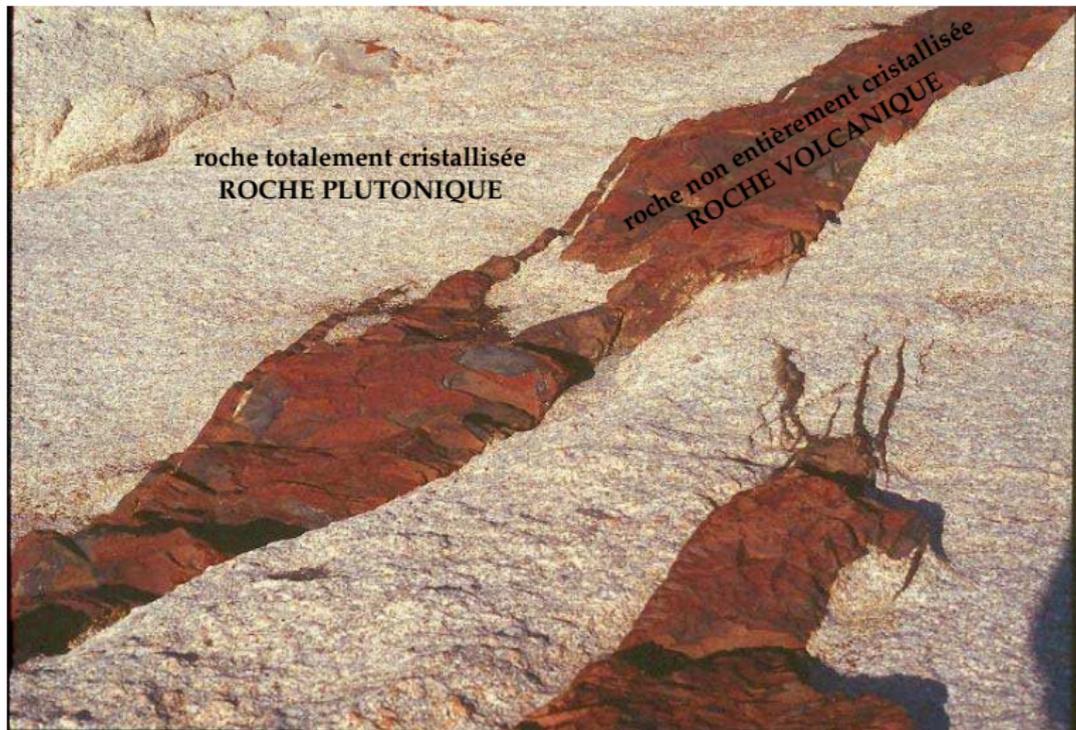
Les roches magmatiques

Filons (dykes) de basalte intrusifs dans une granodiorite en Corse (Calvi)



Les roches magmatiques

Filons (dykes) de basalte intrusifs dans une granodiorite en Corse (Calvi)



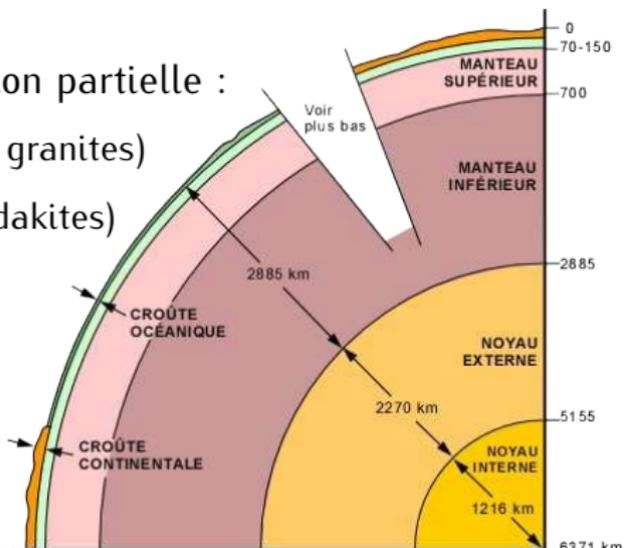
Définition

Les roches magmatiques
= roches ignées
= roches endogènes

↪ dérivent de la solidification d'un magma

Le magma peut être produit par fusion partielle :

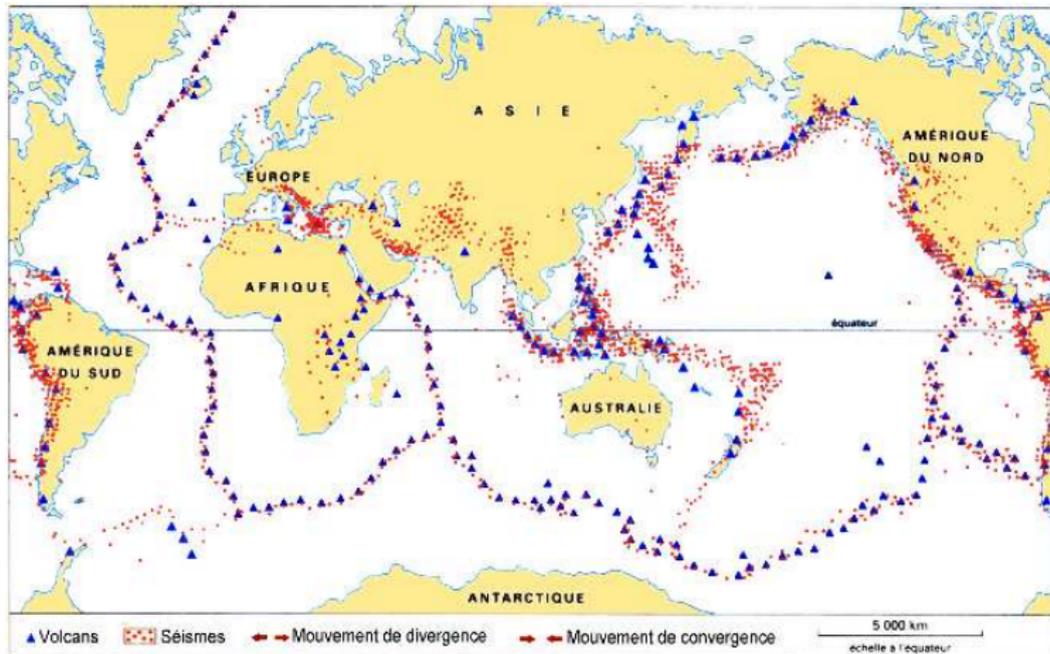
- de la croûte continentale (cas des granites)
- de la croûte océanique (cas des adakites)
- du manteau (cas des basaltes)



Activité magmatique actuelle

- 81% dorsales océaniques
- 13 % zones de subductions
- 6% magmatisme intraplaque

Sans oublier le plutonisme !



1. Introduction
- 2. Caractérisation des roches magmatiques**
3. Fusion partielle des magmas
4. Géodynamique et origine des roches magmatiques

Classification des roches magmatiques

En fonction de la nature chimique

● Couleur

- ↪ Leucocrate (blanc à gris clair) : $0\% < \text{mx Fe-Mg} < 35\%$
- ↪ Mésocrate (gris) : $35\% < \text{mx Fe-Mg} < 65\%$
- ↪ Mélanocrate (sombre, gris foncé à noir) : $\text{mx Fe-Mg} > 65\%$

● Abondance en quartz

- ↪ Roches sursaturées (acides) : $\text{SiO}_2 > 65\%$
- ↪ Roches saturées : $52\% < \text{SiO}_2 < 65\%$
- ↪ Roches sous-saturées (basiques) : $45\% < \text{SiO}_2 < 52\%$
- ↪ Roches ultrabasiques : $\text{SiO}_2 < 45\%$

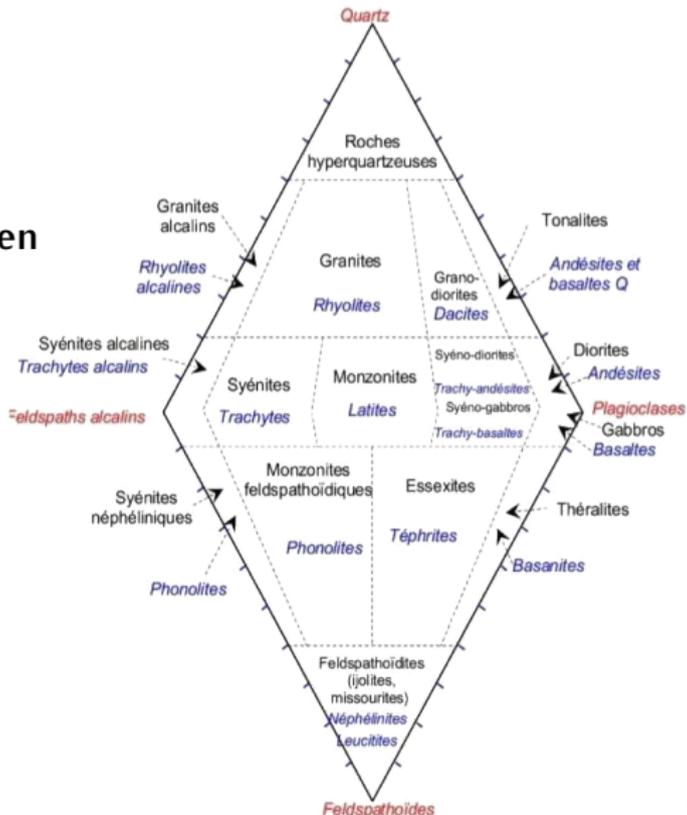
● Nature des feldspaths

- ↪ Roches à Fd potassique : alcalines
- ↪ Roches Fd potassique + plagioclases : calco-alcalines
- ↪ Roches plagioclases : calco-sodiques

Classification des roches magmatiques

En fonction de la nature chimique

Diagramme de Streckeisen



Classification des roches magmatiques

En fonction de la texture de la roche

- **La structure (ou texture)** d'une roche qualifie les arrangements des minéraux entre eux.
- Les pétrographes français font une différence entre structure et texture :
 - ↪ **Structure** se réfère aux minéraux (grenue, microgrenue, microlithique ou vitreuse)
 - ↪ **Texture** précise l'agencement des minéraux entre eux

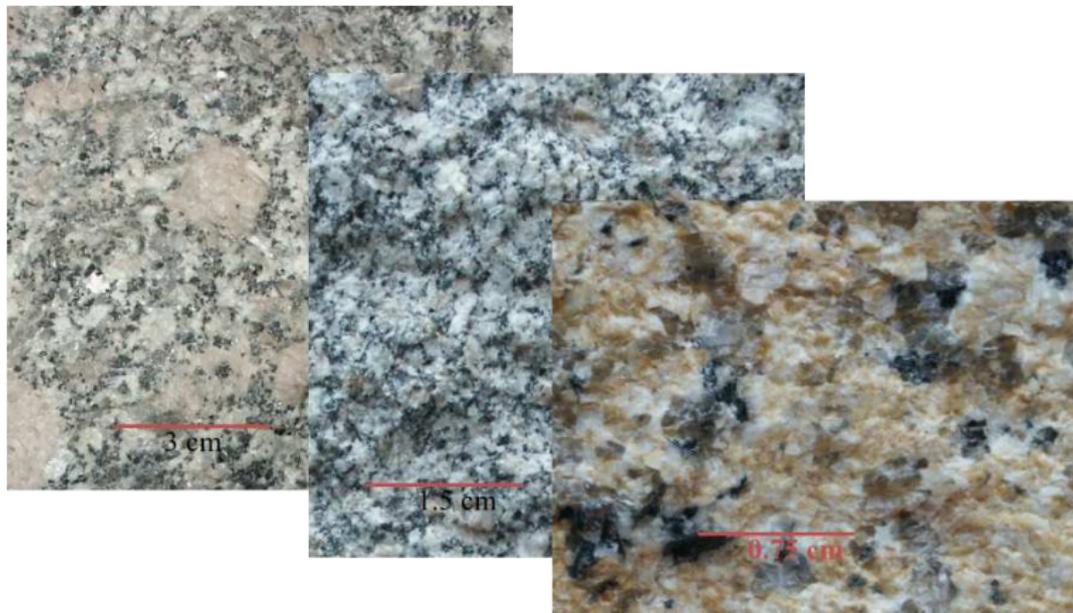
Texture des roches magmatiques

GRANITE



Texture des roches magmatiques

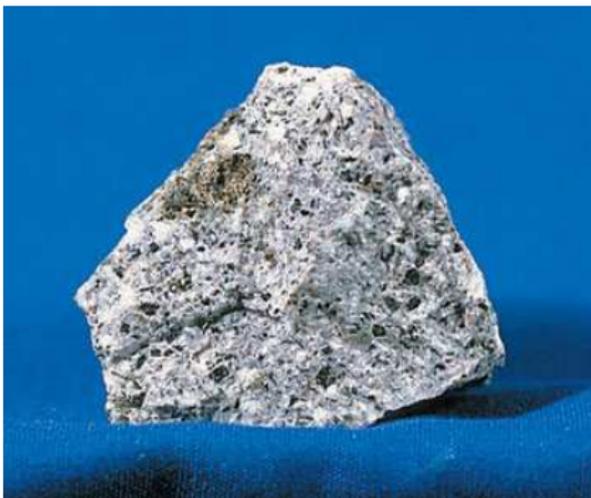
Roches grenues : tous les cristaux sont visibles à l'œil.
Ils sont automorphes et xénomorphes



Texture des roches magmatiques

● Texture grenue

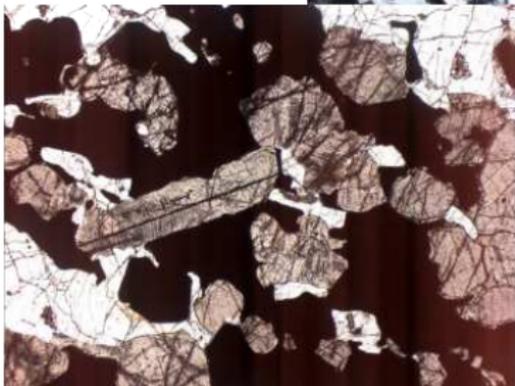
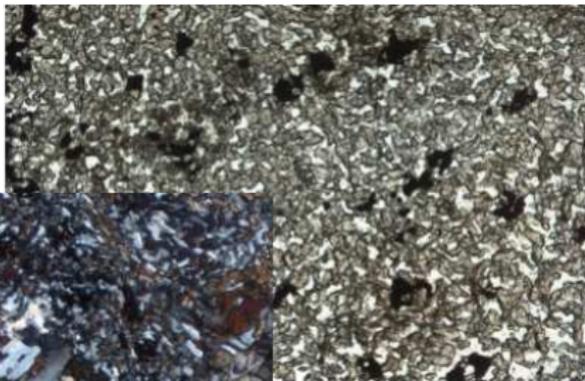
- ↪ Roches **plutoniques** = intrusives
- ↪ Refroidissement **LENT** en profondeur : texture grenue



Granite – Granodiorite – Syénite – Diorite – Gabbros – Péridotites

Texture des roches magmatiques

Des roches grenues
à microgrenues



Bordure
↔ refroidissement
rapide

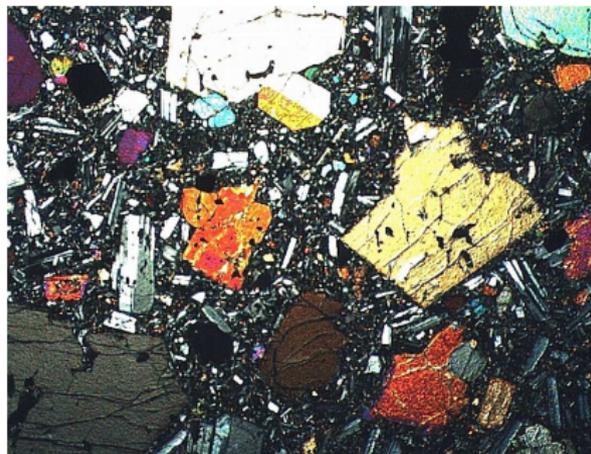
Milieu
↔ refroidissement lent

Intérieur
↔ refroidissement très lent

Texture des roches magmatiques



Observation en microscopie optique (LPA)



BASALTE

Texture des roches magmatiques

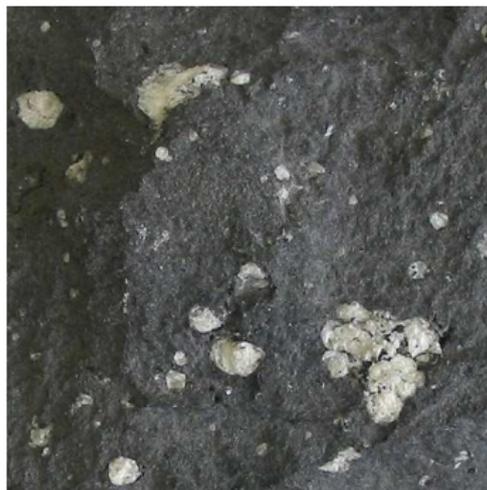
Roches microlithiques : nombreux petits cristaux (microlithes) « nagent » dans une pâte homogène (verre)



Texture des roches magmatiques

● Texture microlithique

- ↪ Roches **volcaniques** = extrusives = effusives
- ↪ Refroidissement **RAPIDE** en surface : texture microlithique



Rhyolite – Dacite – Trachyte – Andésite – Basalte

Texture des roches magmatiques

● Texture vitreuse

- ↪ Trempe de coulées basaltiques (pillow lava)
 - ⇒ refroidissement **TRÈS RAPIDE** au contact de l'eau
- ↪ Obsidiennes et laves acides visqueuses (magma rhyolitique, 70-75% de SiO_2)



Échantillon : Hervé Bertrand



Echantillons : Hervé Bertrand

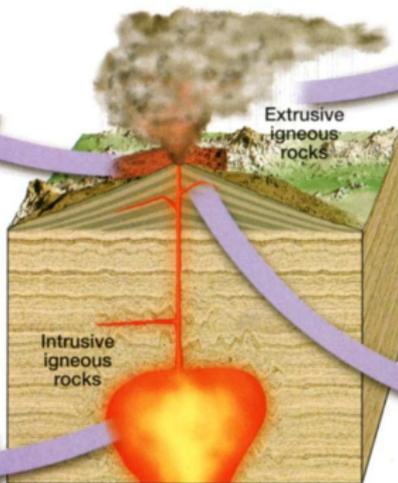
Structure et conditions de formation des roches ignées



A. Fine-grained



B. Coarse-grained



C. Glassy (pumice)



D. Porphyritic

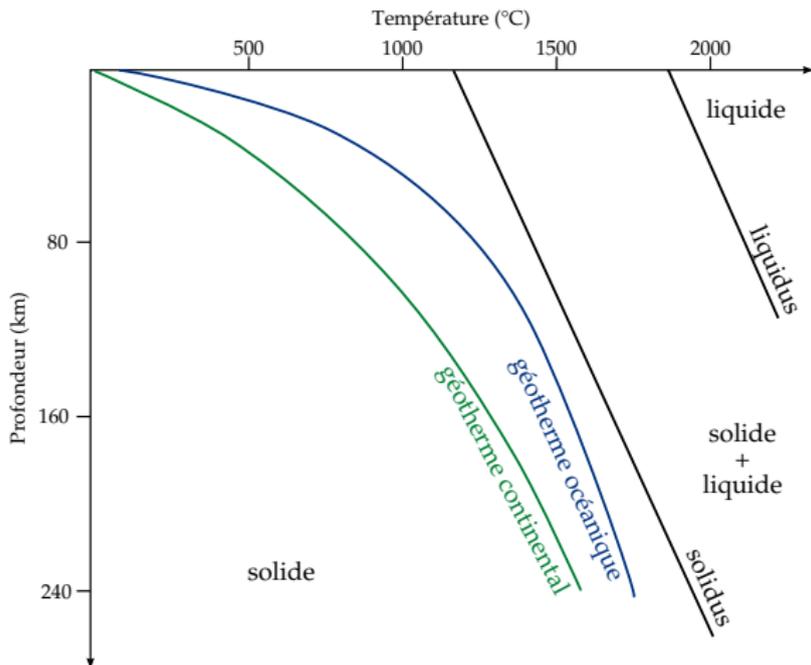
1. Introduction
2. Caractérisation des roches magmatiques
- 3. Fusion partielle des magmas**
4. Géodynamique et origine des roches magmatiques

Conditions de fusion partielle

- par modification du géotherme
- par modification du solidus
- par modification du géotherme et du solidus

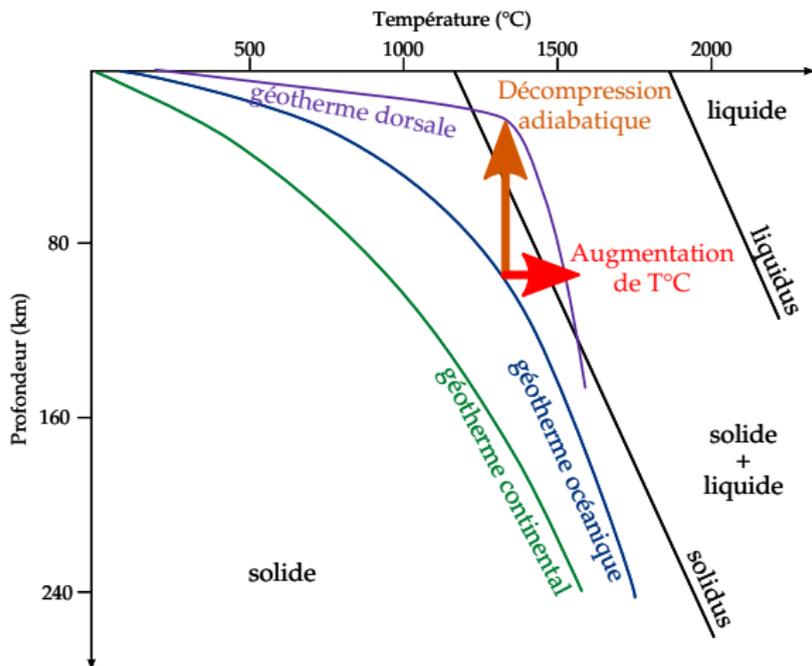
Conditions de fusion partielle

Exemple de la fusion de la péridotite



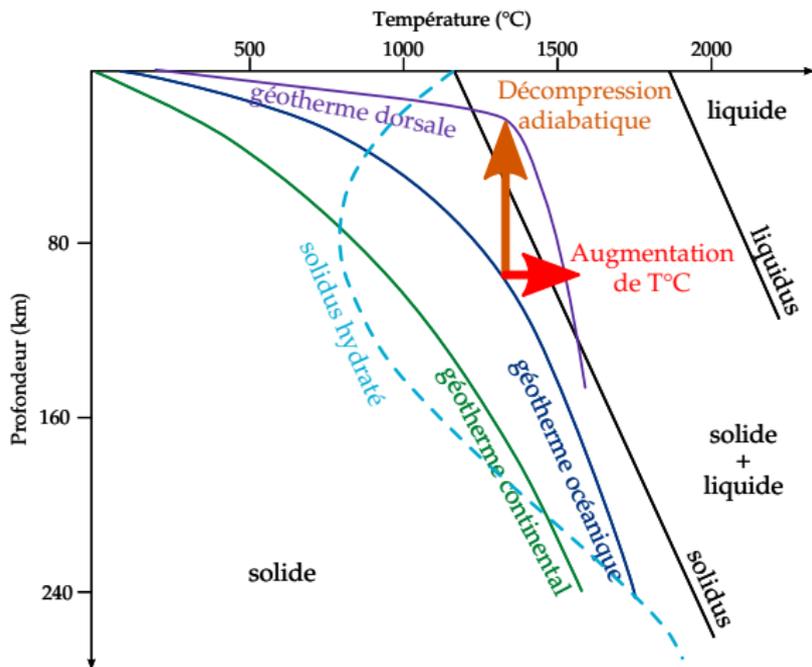
Conditions de fusion partielle

Exemple de la fusion de la péridotite

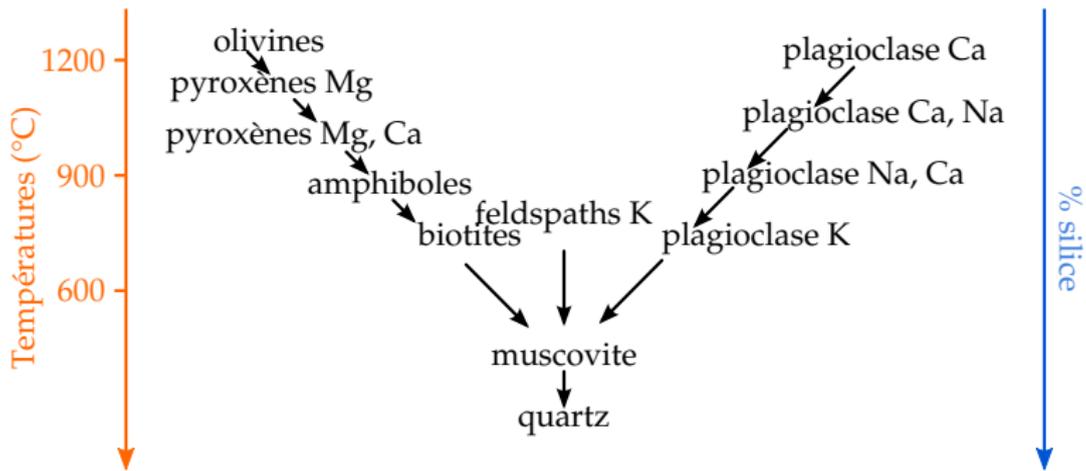


Conditions de fusion partielle

Exemple de la fusion de la péridotite



Rappel : séries de Bowen



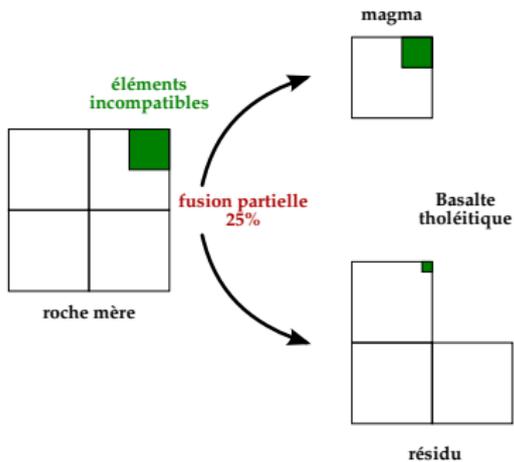
Fractionnement chimique au cours de la fusion partielle

Élément compatible élément qui a tendance à fondre en dernier et à cristalliser en premier

Élément incompatible élément qui a tendance à fondre en premier et à cristalliser en dernier (fort rayon ionique → ne rentre pas dans le réseau cristallin)

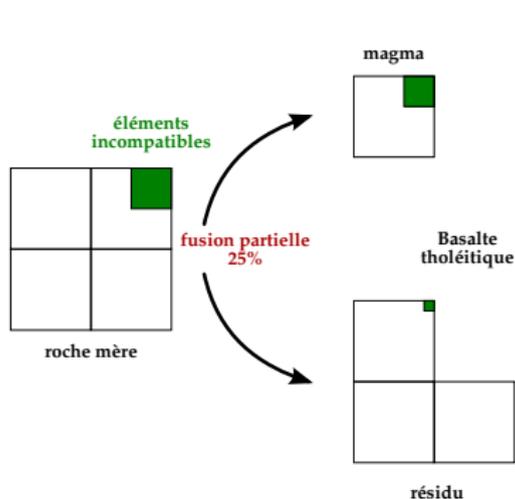
Degré d'incompatibilité $d = \frac{\text{concentration dans le solide}}{\text{concentration dans le liquide}}$

Taux de fusion partielle



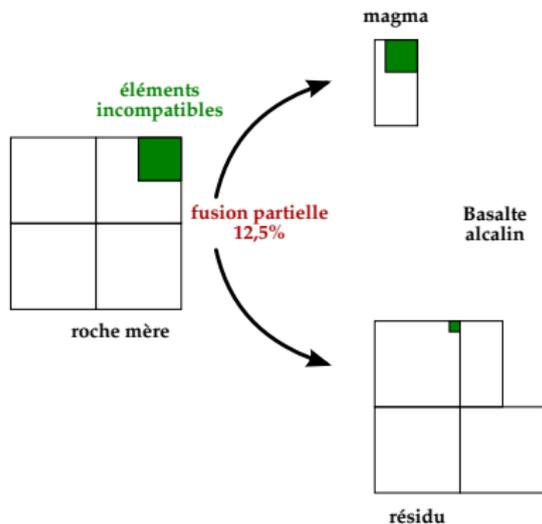
Taux de fusion partielle

TAUX DE FUSION ÉLEVÉ



↪ relativement
pauvre en éléments incompatibles

TAUX DE FUSION FAIBLE

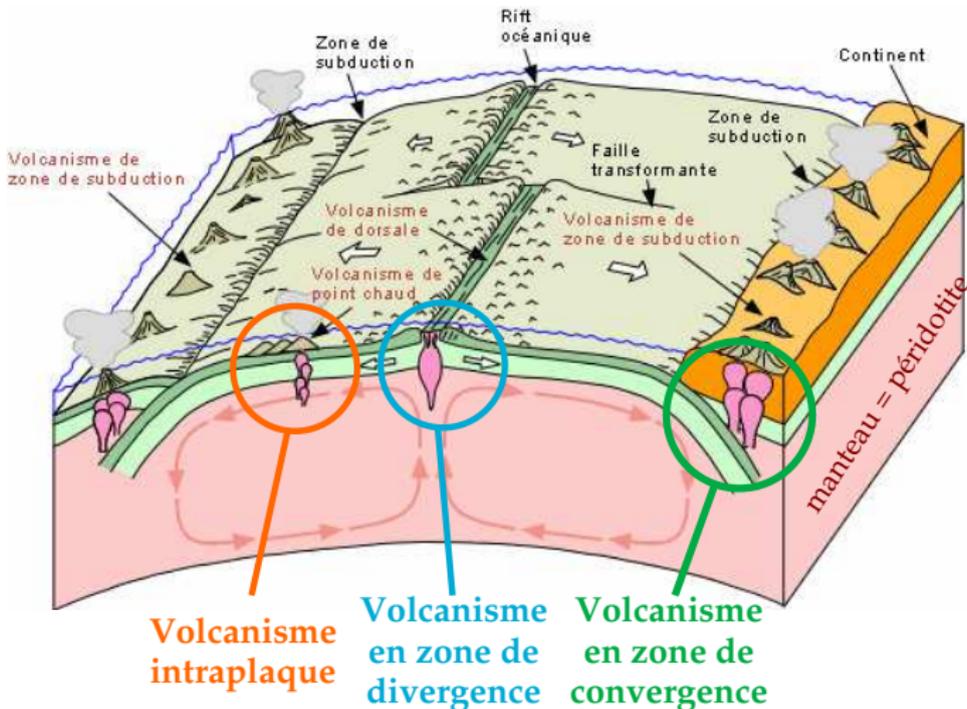


↪ relativement
riche en éléments incompatibles

1. Introduction
2. Caractérisation des roches magmatiques
3. Fusion partielle des magmas
- 4. Géodynamique et origine des roches magmatiques**

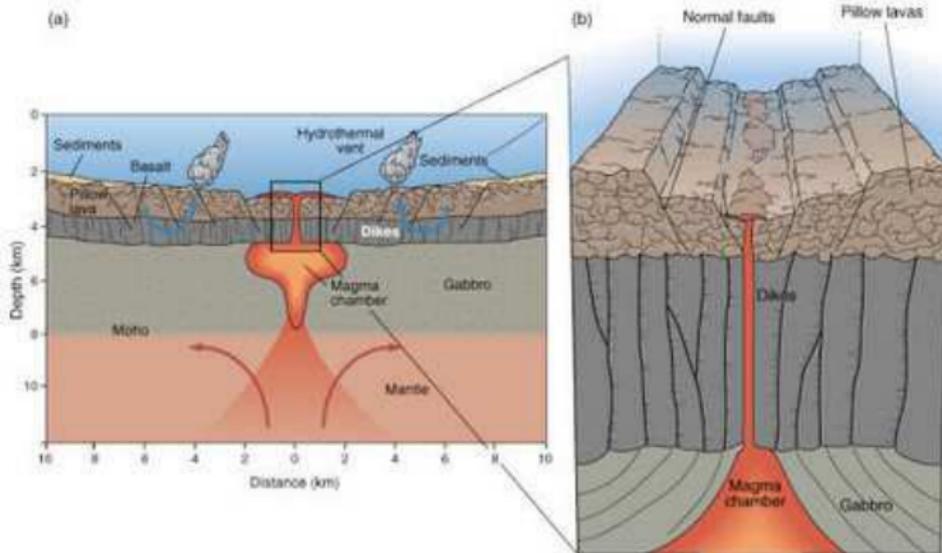
Origine des magmas basaltiques

Fusion partielle du manteau



Origine des magmas basaltiques

- Volcanisme en **zone de divergence** : dorsales océaniques



- ↪ décompression adiabatique
- ↪ forte fusion partielle de lherzolite (~20-30%)
- ↪ basalte tholéitique (pauvre en éléments incompatibles) type MORB

Origine des magmas basaltiques

- Volcanisme en **zone de divergence** : dorsales océaniques

Modèle ophiolitique de croûte océanique

Sédiments

Basalts en coussins

Dykes: complexe filonien

Gabbros isotropes

Gabbros litéés

Péridotte à olivine, spinelle et pyroxène

7 km

Manteau supérieur

D'après W M White 'Geochemistry'

Échantillons

LPA

RB

Origine des magmas basaltiques

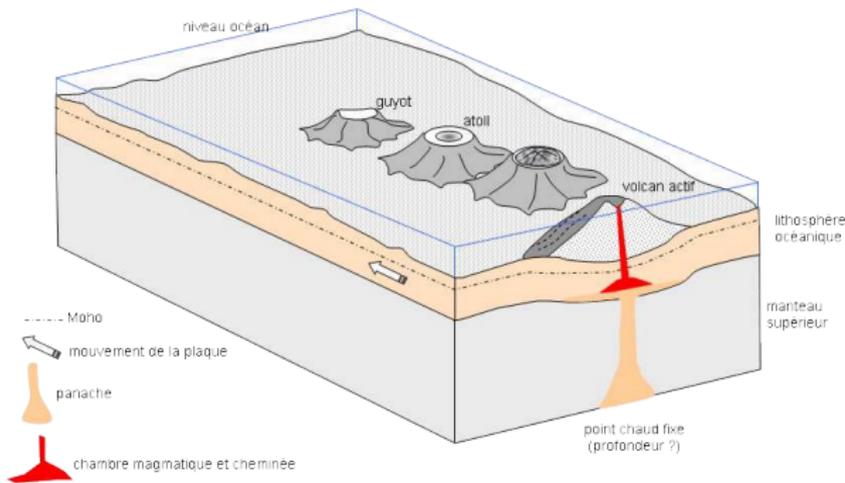
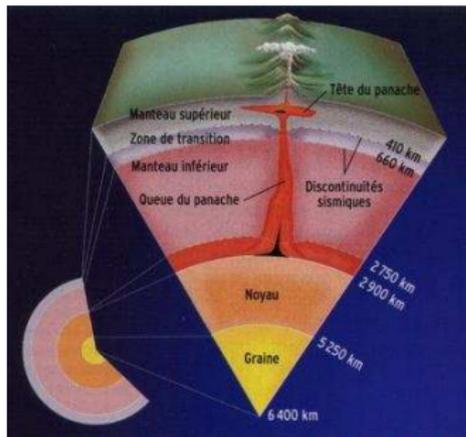
- Volcanisme en **zone de divergence** : dorsales océaniques



- ↪ décompression adiabatique
- ↪ forte fusion partielle de lherzolite (~20-30%)
- ↪ basalte tholéitique (pauvre en éléments incompatibles) type MORB

Origine des magmas basaltiques

- Volcanisme intraplaque : points chauds



- ↪ géotherme élevé
- ↪ faible fusion partielle de lherzolite (~5-10%)
- ↪ basalte alcalin (riche en éléments incompatibles) type OIB

Origine des magmas basaltiques

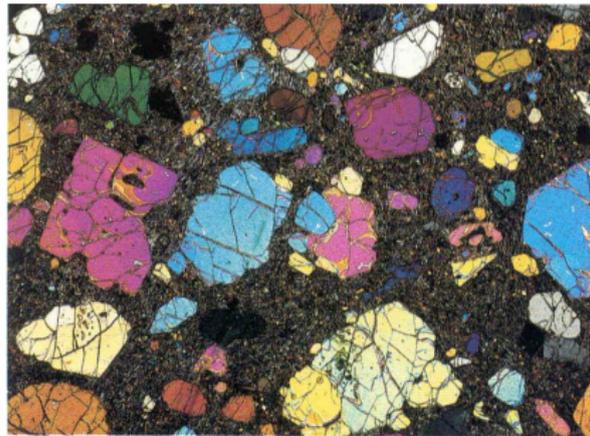
- Volcanisme **intraplaque** : points chauds



- ↪ géotherme élevé
- ↪ faible fusion partielle de lherzolite (~5-10%)
- ↪ basalte alcalin (riche en éléments incompatibles) type OIB

Origine des magmas basaltiques

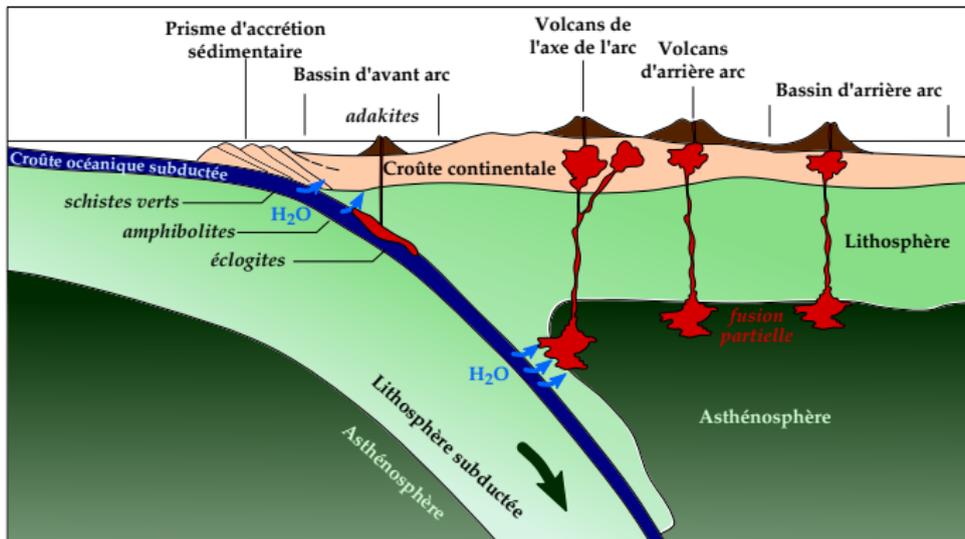
- Volcanisme **intraplaque** : points chauds



- ↪ géotherme élevé
- ↪ faible fusion partielle de lherzolite (~5-10%)
- ↪ basalte alcalin (riche en éléments incompatibles) type OIB

Origine des magmas basaltiques

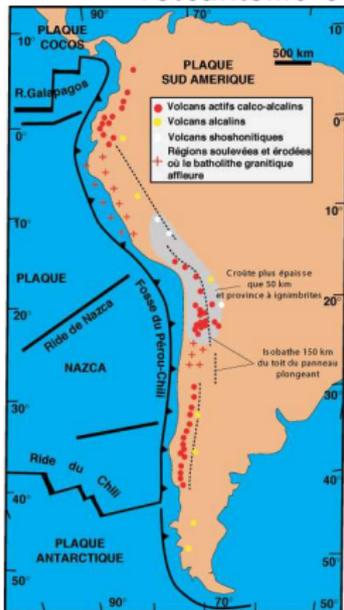
- Volcanisme en **zone de convergence** : subductions



- ↪ géotherme hydraté
- ↪ fusion partielle du manteau de la plaque chevauchante
- ↪ contamination crustale au cours de la remontée du magma
- ↪ basalte calco-alcalin type IAB

Origine des magmas basaltiques

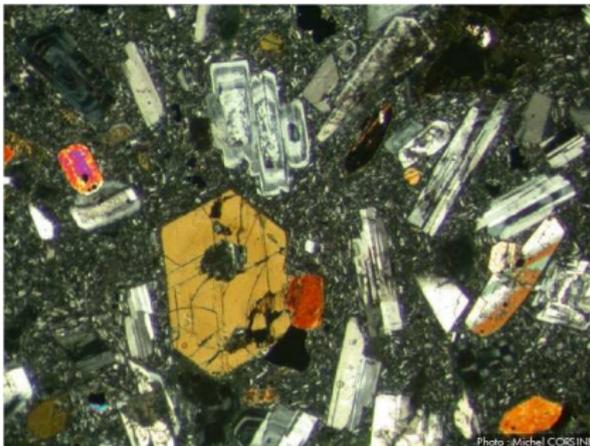
● Volcanisme en zone de convergence : subductions



- ~> géotherme hydraté
- ~> fusion partielle du manteau de la plaque chevauchante
- ~> contamination crustale au cours de la remontée du magma
- ~> basalte calco-alcalin type IAB

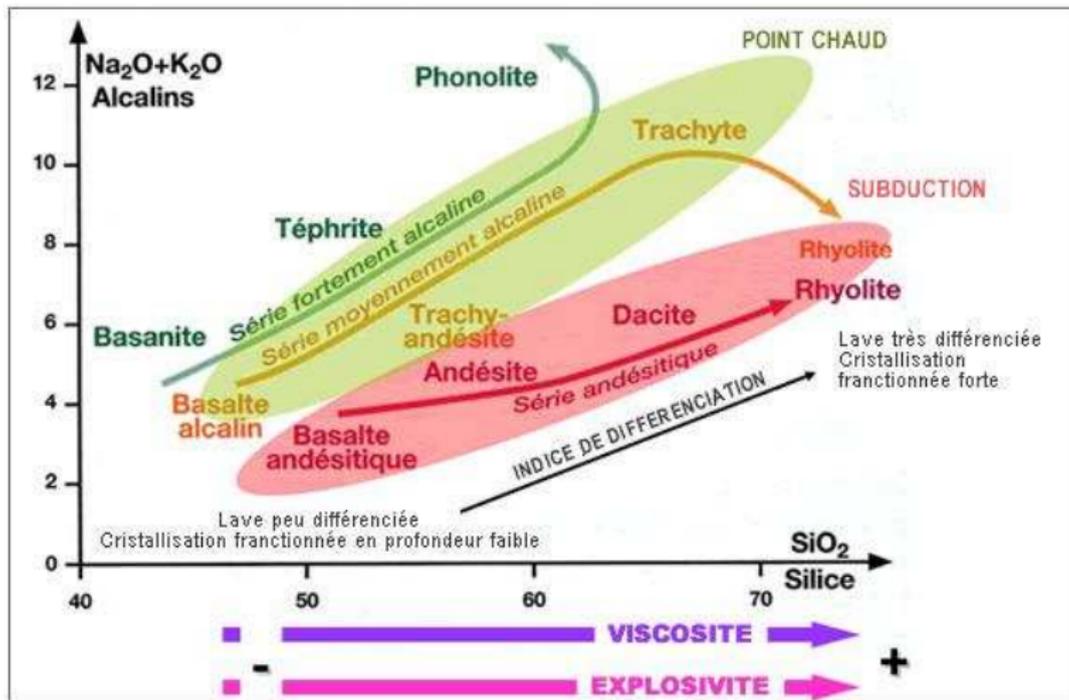
Origine des magmas basaltiques

- Volcanisme en **zone de convergence** : subductions



- ↪ géotherme hydraté
- ↪ fusion partielle du manteau de la plaque chevauchante
- ↪ contamination crustale au cours de la remontée du magma
- ↪ basalte calco-alcalin type IAB

Séries magmatiques et cristallisation fractionnée

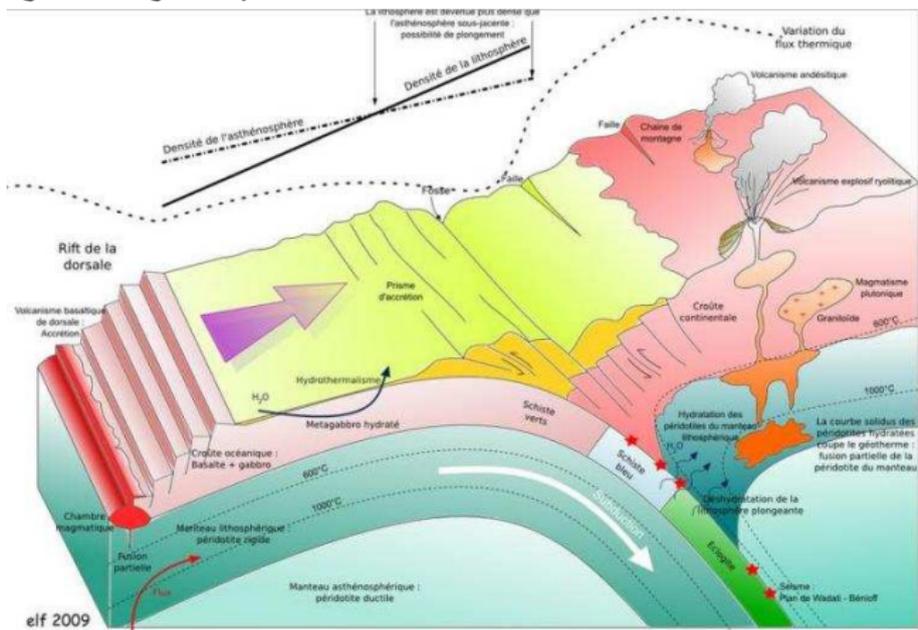


Origine des magmas rhyolitiques

Fusion partielle de la croûte continentale

Origine des magmas rhyolitiques

● Magmas rhyolitiques en zone de subduction



- ↪ géotherme élevé en lien avec la formation des magmas basaltiques
- ↪ rhyolites et granitoïdes

Origine des magmas rhyolitiques

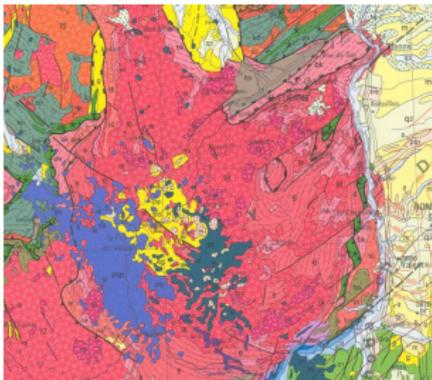
- Magmas rhyolitiques en zone de subduction



- ↪ géotherme élevé en lien avec la formation des magmas basaltiques
- ↪ rhyolites et granitoïdes

Origine des magmas rhyolitiques

- Magmas rhyolitiques en **contexte de collision**



- ↪ anatexie crustale
- ↪ rhyolites et granitoïdes