

# Thème 1 B - Le domaine continental et sa dynamique.

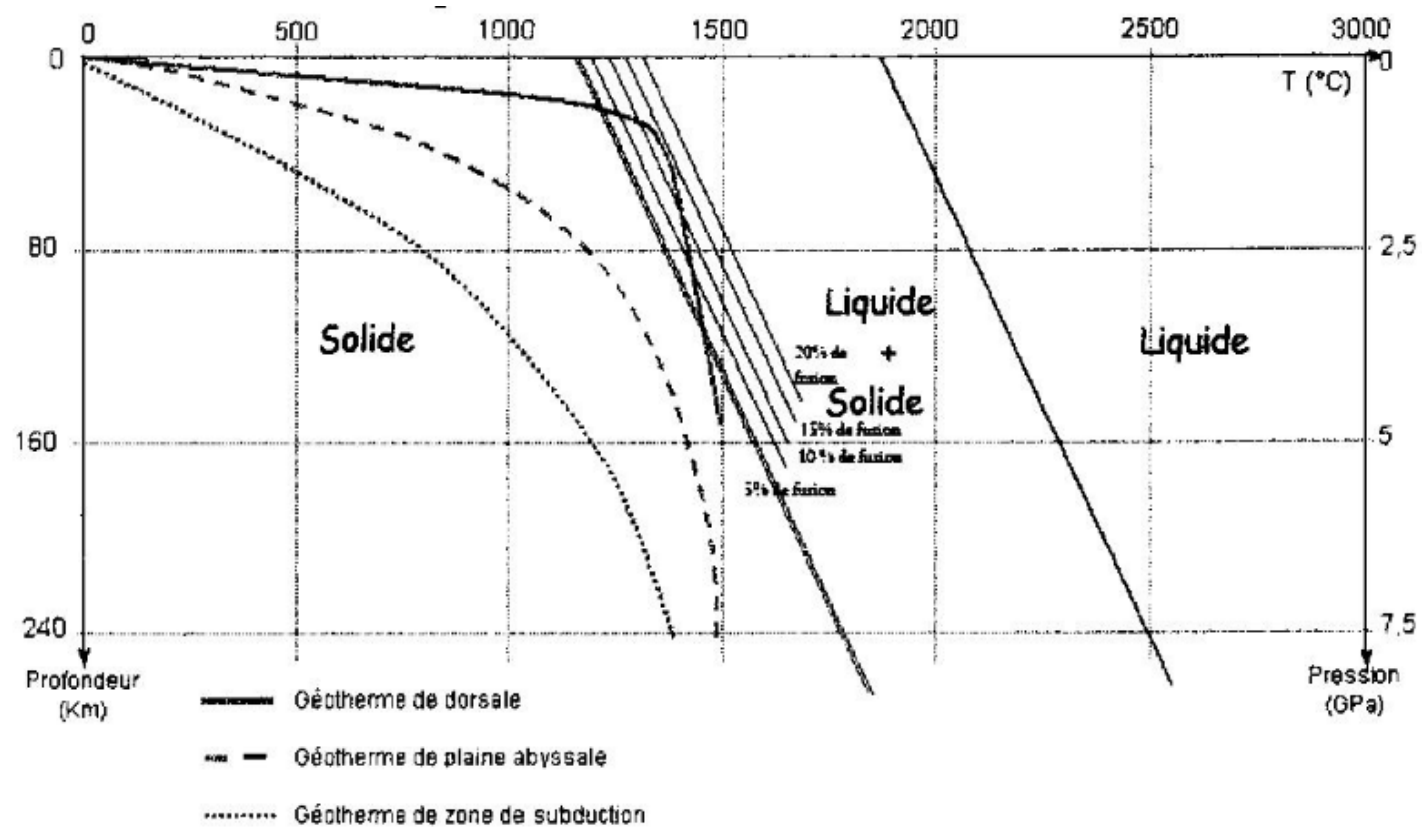
## Chapitre 3

### La production de nouveaux matériaux continentaux dans les zones de subduction.

Fiche 1

## Exercice 1 : Les conditions de fusion de la péridotite

Pour comprendre comment se forme le magma à l'aplomb de la dorsale, on a réalisé une fusion partielle de la péridotite au laboratoire. Les résultats sont reportés dans le graphique ci-dessous. Sur ce graphique ont été représentés les différents géothermes.



D'après Nathan 1<sup>re</sup> S, 2011

### Question 1 :

Donnez la définition des termes suivants puis placez-les sur le schéma ci-dessus :

Solidus : .....

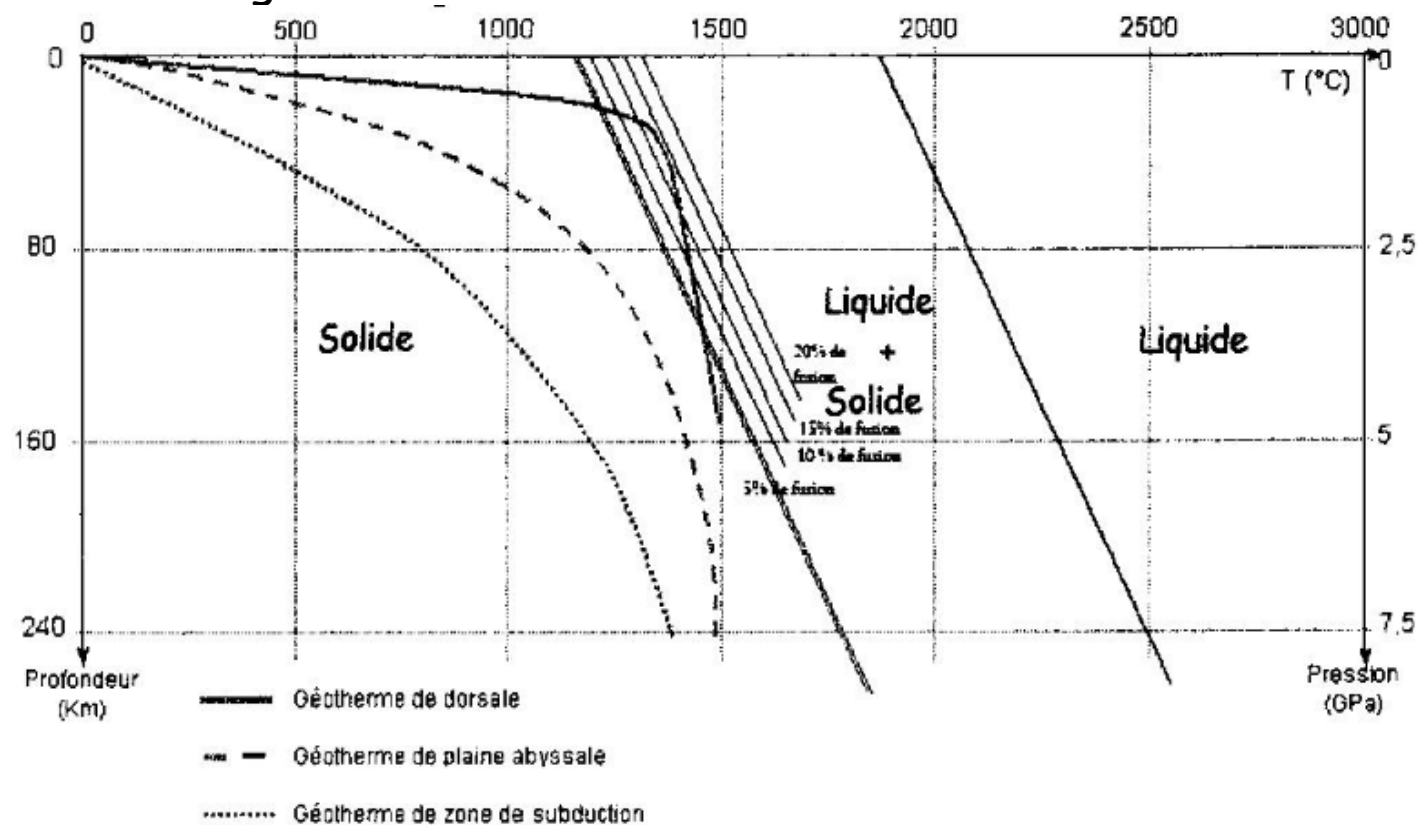
.....

Liquidus : .....

.....

## Exercice 1 : Les conditions de fusion de la péridotite

Pour comprendre comment se forme le magma à l'aplomb de la dorsale, on a réalisé une fusion partielle de la péridotite au laboratoire. Les résultats sont reportés dans le graphique ci-dessous. Sur ce graphique ont été représentés les différents géothermes.



D'après Nathan 1<sup>er</sup> S, 2011

Question 2 :

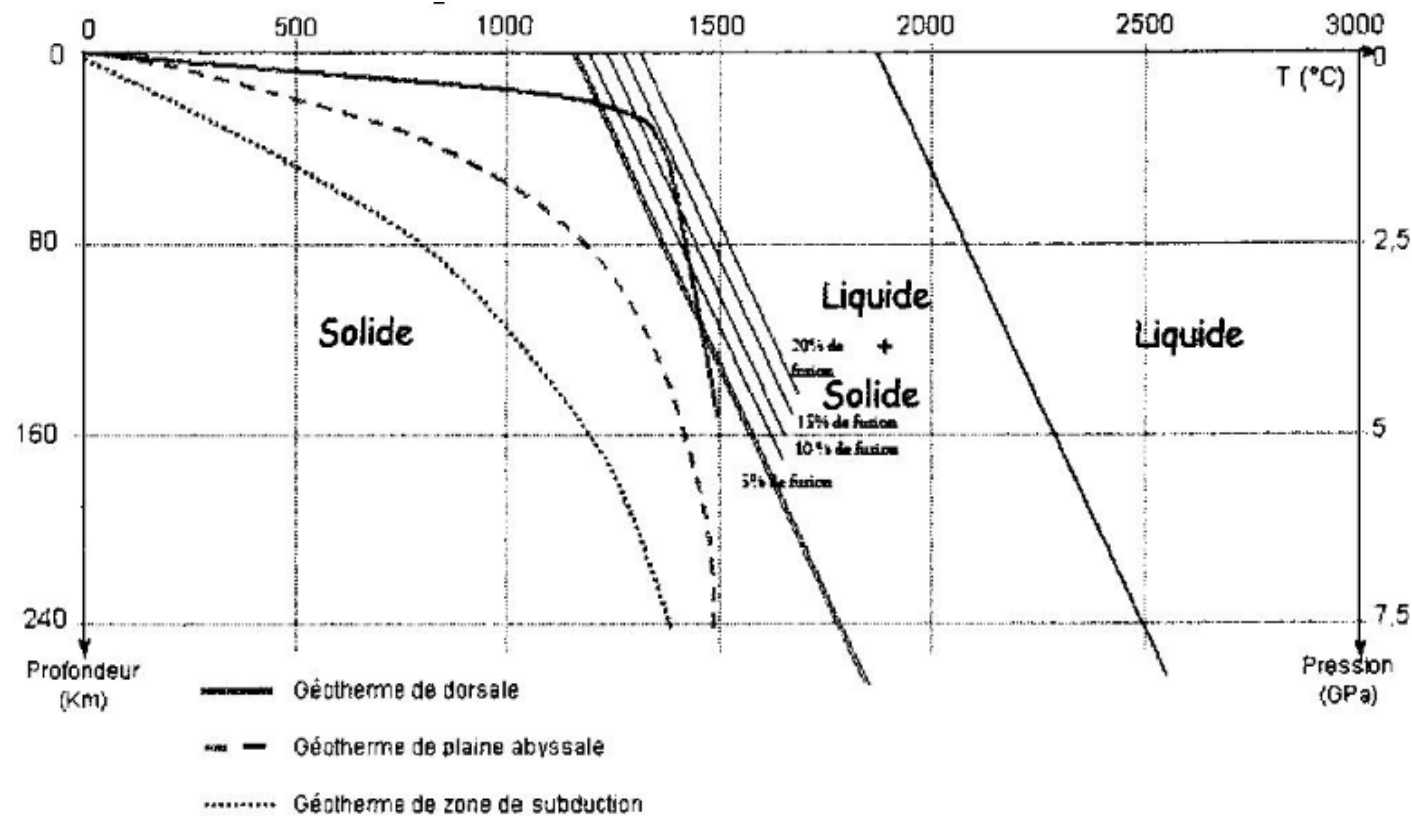
Expliquez ce que représentent les géothermes. Pourquoi existe-t-il différents géothermes ?

.....

.....

.....

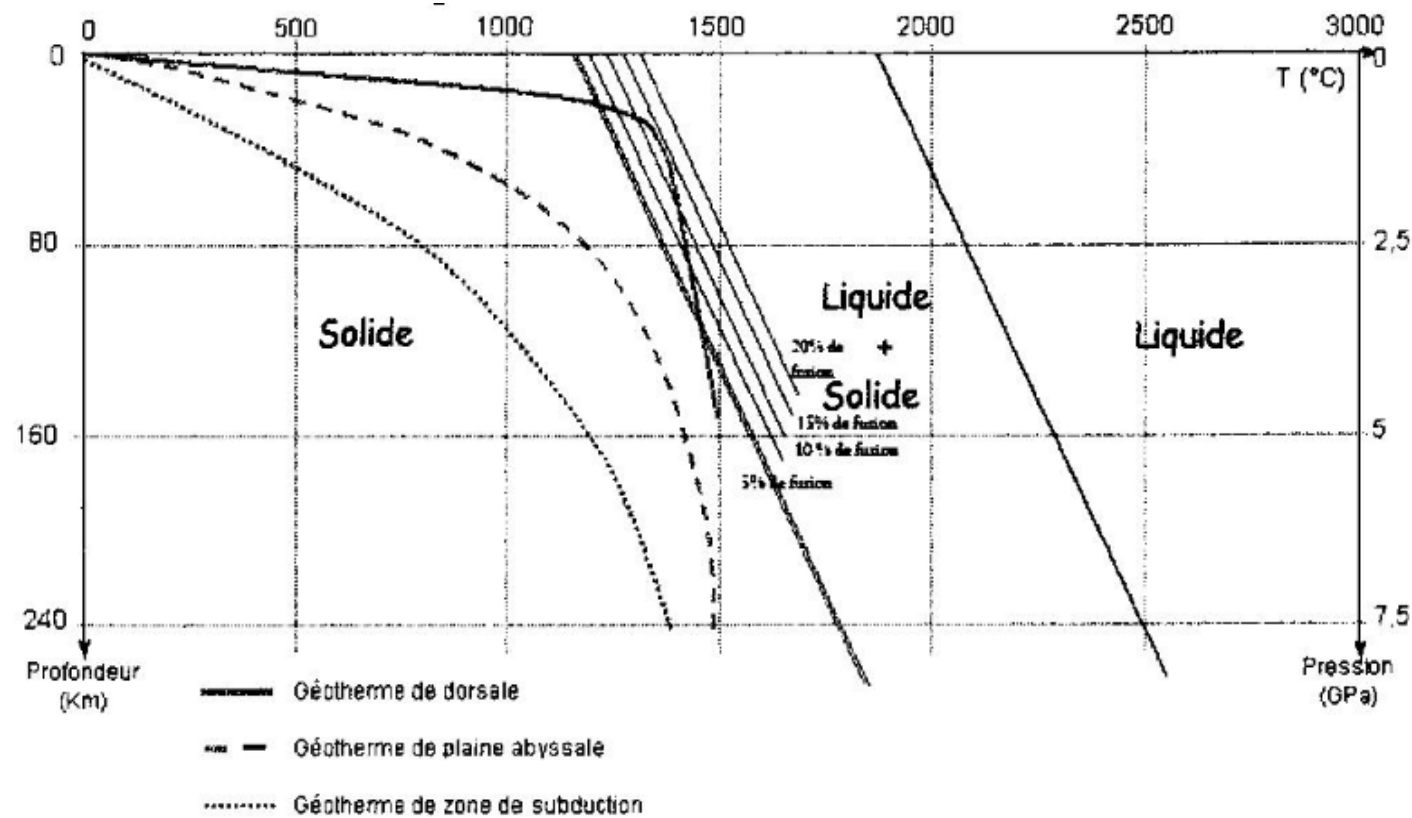
# Exercice 1 : Les conditions de fusion de la péridotite



D'après Nathan 1<sup>re</sup> S, 2011

A 40 km de profondeur, la péridotite est :	Vrai	Faux
Exclusivement liquide sous la dorsale.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Exclusivement solide sous la dorsale.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Partiellement solide sous une plaine abyssale.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Partiellement liquide sous une dorsale.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Liquide pour 5 à 10% de proportion.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

# Exercice 1 : Les conditions de fusion de la péridotite



D'après Nathan 1<sup>re</sup> S, 2011

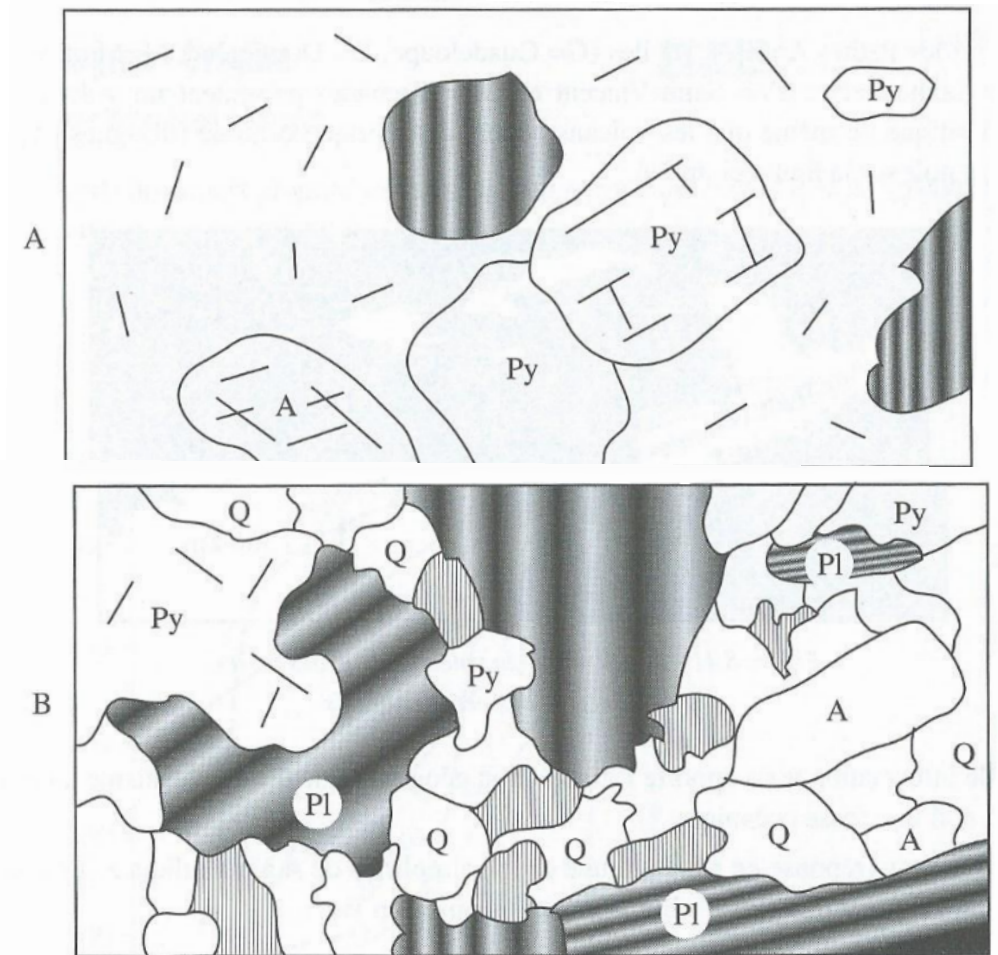
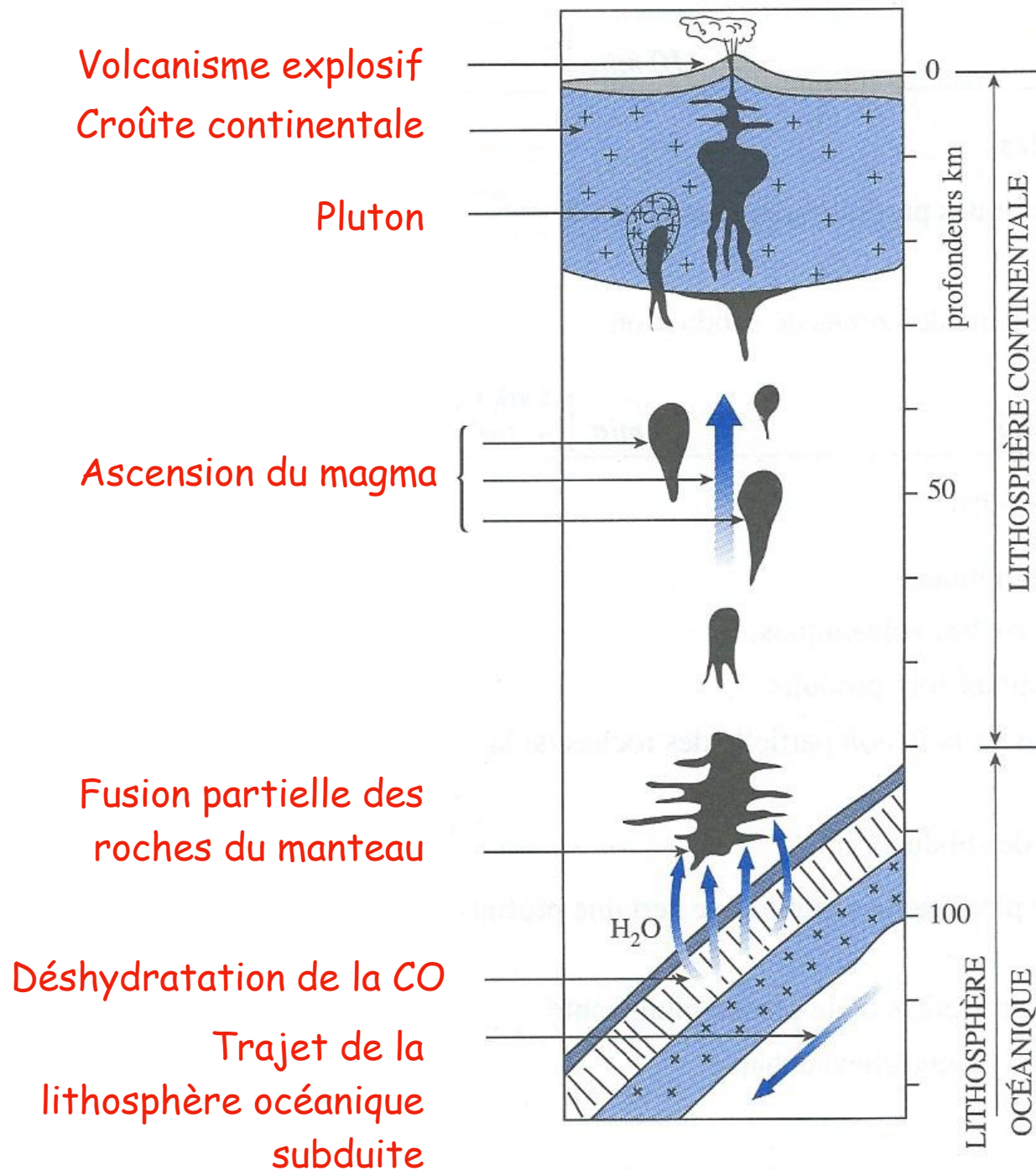
Le magma se forme :	Vrai	Faux
A une profondeur de 50 km sous une plaine abyssale.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
À une profondeur de 20 à 90 km sous une dorsale.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
À une profondeur de 0 à 20 km sous une dorsale.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
À une profondeur de 160 km sous une plaine abyssale.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Par fusion complète de la péridotite.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Grâce à une fusion de 0 à 15 % de la péridotite.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Grâce à une fusion de plus de 15 % de la péridotite.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Fiche 2



## Exercice 2 : Le magmatisme des zones de subduction

Après avoir légendé le document 1 concernant les principaux évènements se déroulant lors d'une convergence océan/continent, vous identifierez les deux roches dont le dessin des observations microscopiques est donné dans le document 2. Vous les placerez dans la zone du document 1 correspondant à leur zone de formation en justifiant votre réponse.

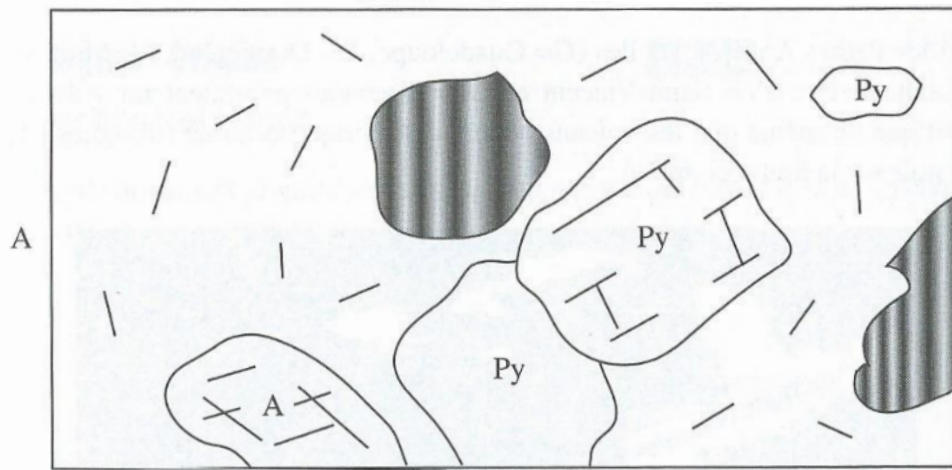


Récapitulatif des évènements se déroulant lors d'une convergence océan/continent



## Exercice 2 : Le magmatisme des zones de subduction

Après avoir légendé le document 1 concernant les principaux événements se déroulant lors d'une convergence océan/continent, vous identifierez les deux roches dont le dessin des observations microscopiques est donné dans le document 2. Vous les placerez dans la zone du document 1 correspondant à leur zone de formation en justifiant votre réponse.



### **Texture :**

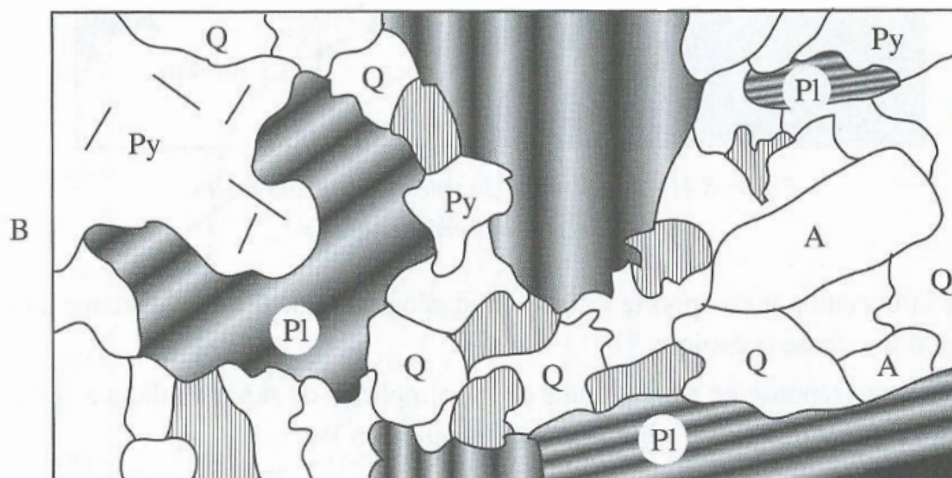
Phénocristaux dans pâte de verre amorphe : roche microlithique.  
DONC roche volcanique.

### **Minéraux :**

Plagioclase, amphibole et pyroxène

DONC du type andésitique

Sur le schéma, elle doit se trouver au niveau du volcan.



### **Texture :**

Phénocristaux exclusivement : roche grenue.

DONC roche plutonique.

### **Minéraux :**

Plagioclase, amphibole, quartz et pyroxène

DONC du type granodiorite

Sur le schéma, elle doit se trouver au niveau du pluton  
(poche de roche particulière dans la CC).





### Exercice 3 : Contrôle !

Suite à une interrogation de cours, un de vos camarades a répondu à la question suivante : " Expliquez les mécanismes générateurs du magma au niveau des zones de subduction". Il a répondu par le texte et le schéma suivants. Vous devez corriger sa copie!

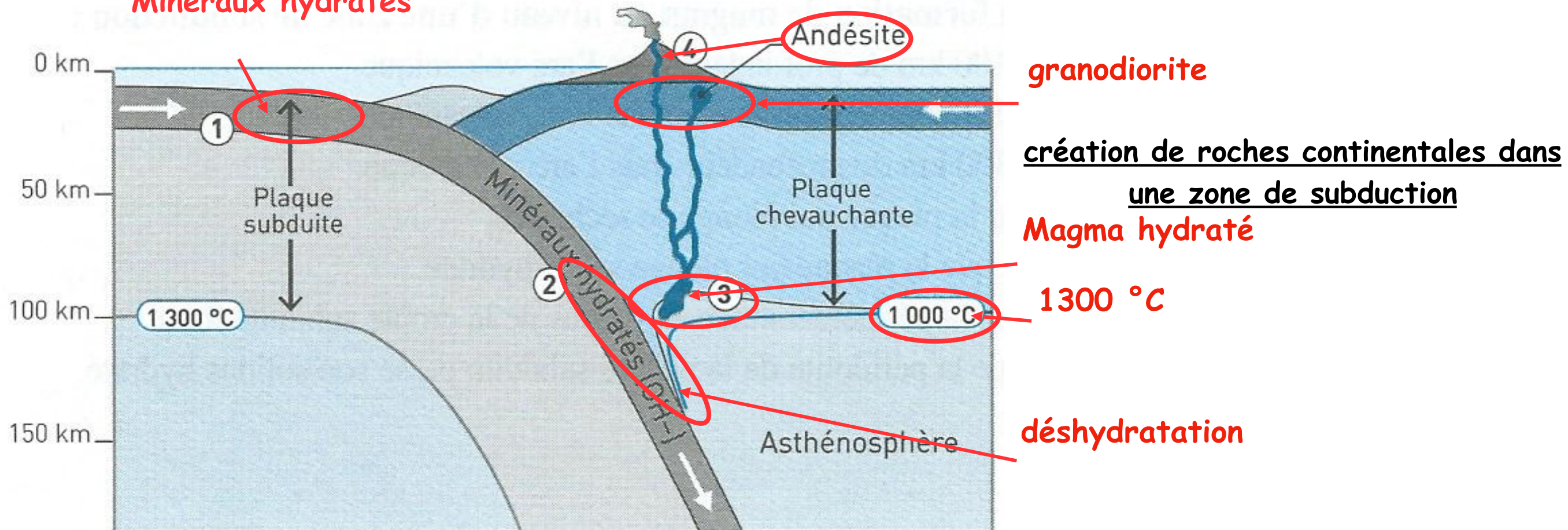
#### **Pression**

"lorsqu'une plaque océanique entre en subduction (1), elle est hydratée. Au fur et à mesure que la plaque subducte, ses minéraux subissent un métamorphisme croissant, caractérisé par des températures élevées. Ces transformations minéralogiques conduisent à libérer de l'eau (2) qui, vers 50 km de profondeur, permet la fusion du manteau de la plaque plongeante (3)."

**100 à 150 km**

**Chevauchante**

**Minéraux hydratés**



Fiche 3

## Exercice 4 :

Au cours de cet exercice, vous allez reproduire le processus de refroidissement d'un magma andésitique. Les éléments chimiques sont modélisés par des bonbons de couleurs différentes (ne les mangez pas avant la fin de l'exercice !). Pour simplifier l'exercice, seulement 4 éléments sont retenus pour ce modèle.

- Q1 - Formez les minéraux dans l'ordre chronologique de leur solidification (Doc. 1)
- Q2 - Calculez le pourcentage de silice du magma résiduel, après chaque cristallisation.
- Q3 - Quelle est la composition minéralogique de la dernière roche ? S'agit-il bien de granite ?

**Matériel** : Utilisez des éléments de couleur, au choix : des billes, des boulettes de cotillon, des petits carrés de papier colorés... Vous travaillerez aujourd'hui avec des Smarties, qui ont l'avantage de pouvoir être consommés en fin d'exercice !

**Les conventions de construction :**

- Ouvrez votre paquet de Smarties et choisissez 4 couleurs, une pour chaque élément Si, Al, Ca et Fe, sachant qu'il vous faut 10 Si, 4 Al, 4 Ca et 4 Fe.
- Notez sur votre feuille vos conventions de couleur, par exemple :



- Chaque espèce minérale sera construite à partir de ces éléments, en adoptant une formule chimique simplifiée

Olivine :  $\text{Fe}_2\text{Si}$

Pyroxène :  $\text{CaFeSi}$

Feldspath plagioclase :  $\text{CaAlSi}$

Muscovite :  $\text{AlSi}$

Amphibole :  $\text{Ca}_2\text{FeAl}_2\text{Si}$

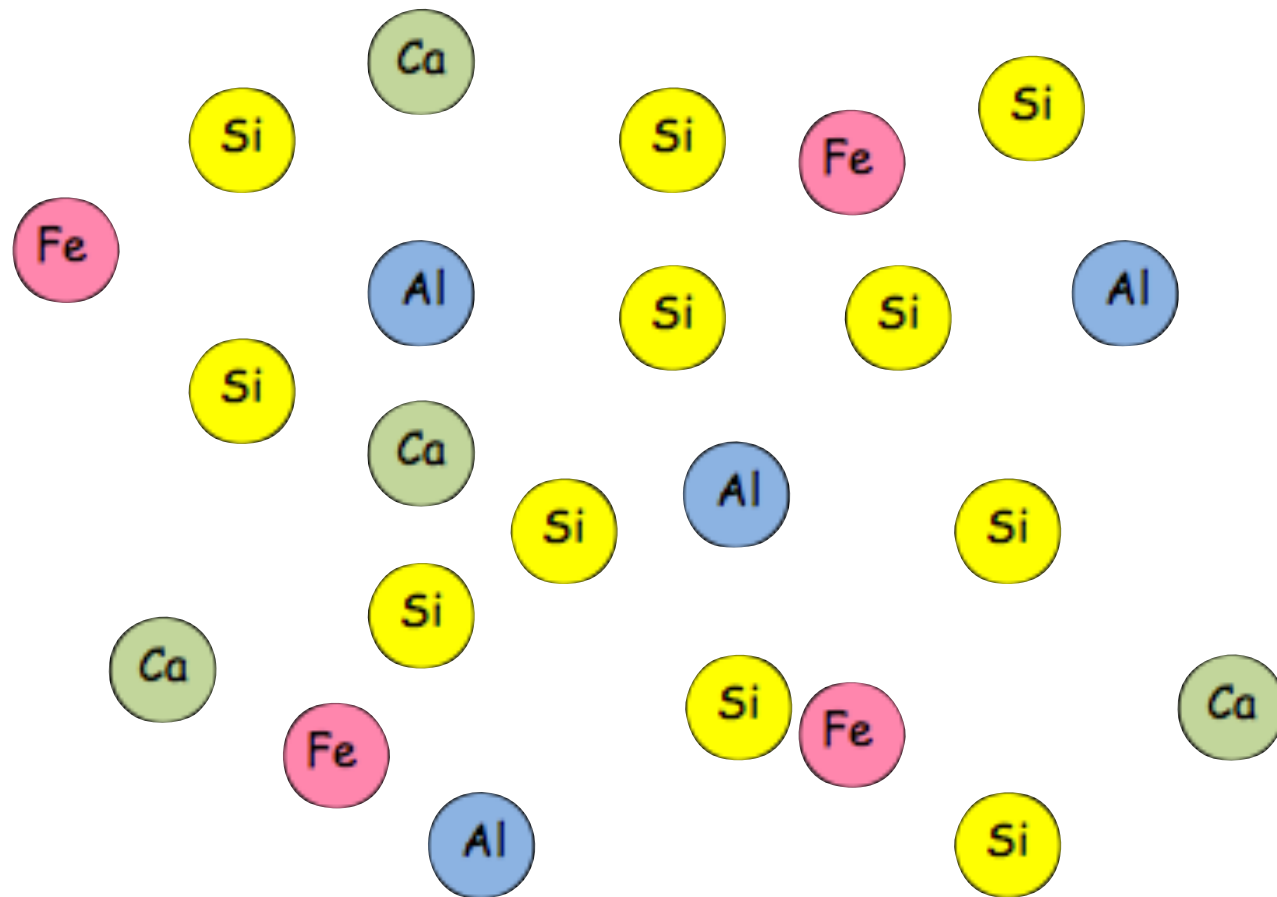
Quartz :  $\text{Si}$

## Etape 1 - Le magma primaire

Issu de la fusion partielle de la péridotite hydratée du manteau chevauchant, ce magma a la composition chimique globale suivante : 10 Si + 4 Al + 4 Ca + 4 Fe.

☞ **Construisez-le et schématisez-le** sur votre feuille.

☞ **Calculez** le pourcentage relatif de silice de ce magma primaire



Pourcentage de silice du magma :

$$\underline{10 / 22 * 100 = 45,45\%}$$

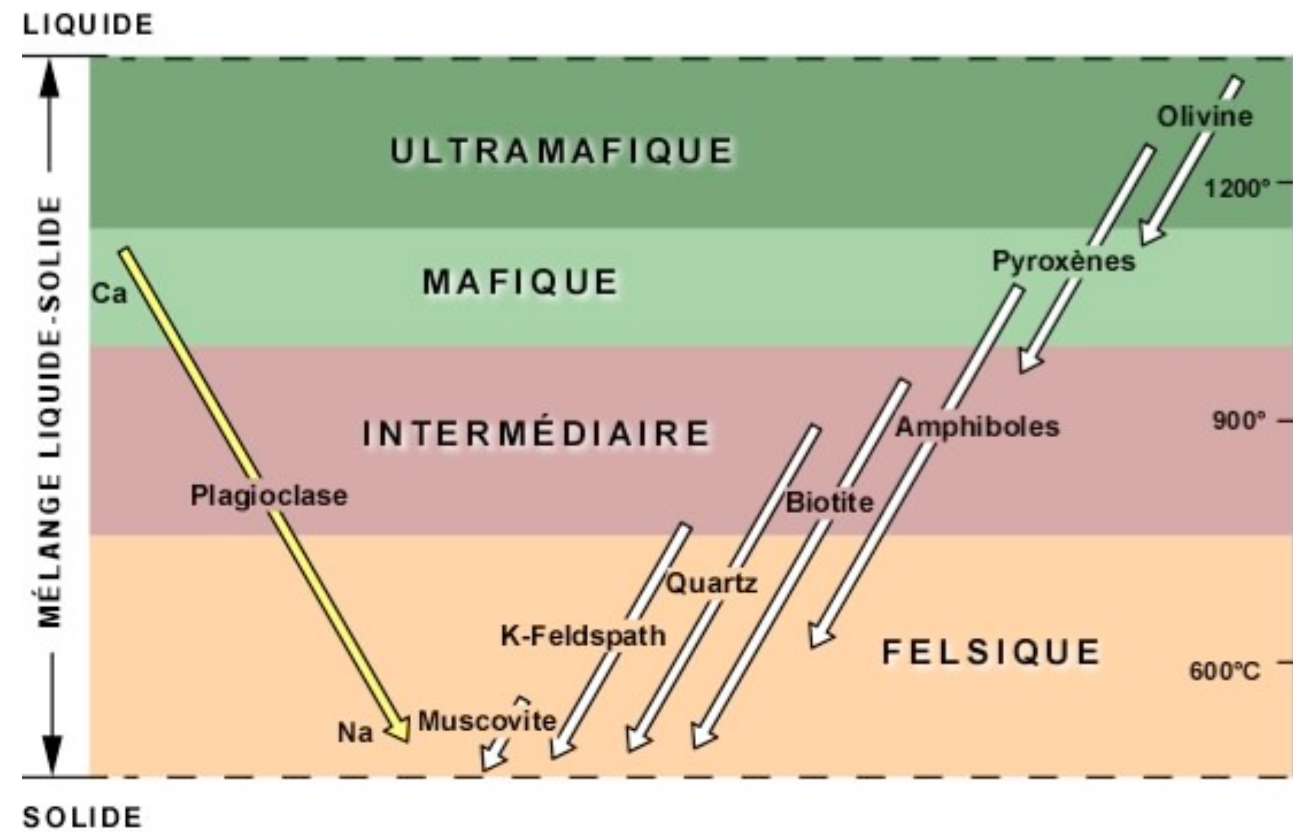


## Etape 2 - le refroidissement progressif du magma

Le magma primaire, obtenu par fusion partielle de la péridotite, n'arrive que rarement tel quel à la surface du globe, car lors de sa montée, il rencontre des roches encaissantes de plus en plus froides et a donc tendance à cristalliser.

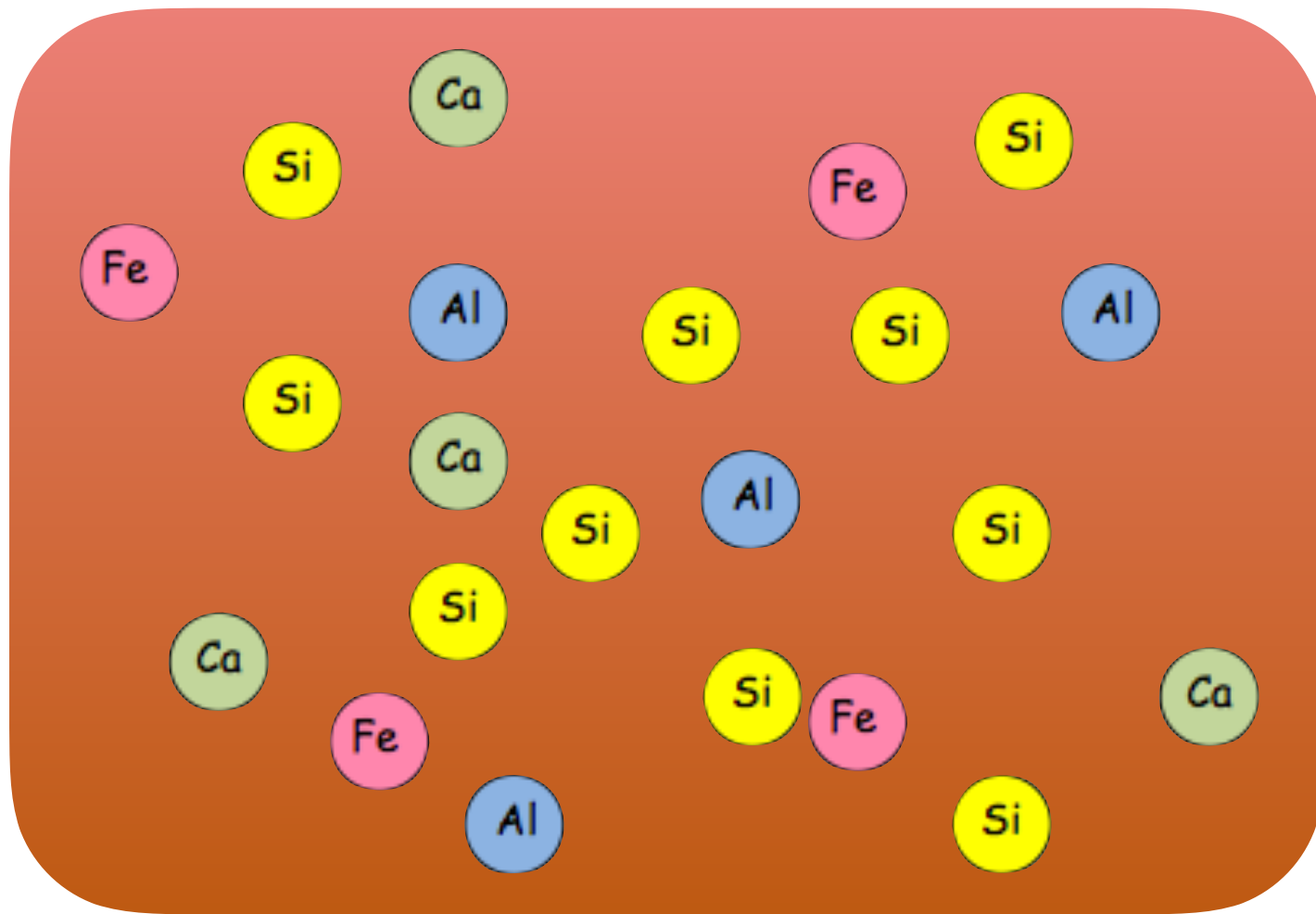
### Document 1 : température de formation des minéraux

Les cristaux des diverses espèces minérales apparaissent à des températures différentes : c'est le processus de **cristallisation fractionnée**. **Les minéraux cristallisent les uns après les autres**. La nature et l'ordre d'apparition des cristaux dépendent de la composition chimique globale et aussi de la température et de la pression. Les cristaux ainsi formés précipitent **et sont retirés des échanges** avec la partie liquide.

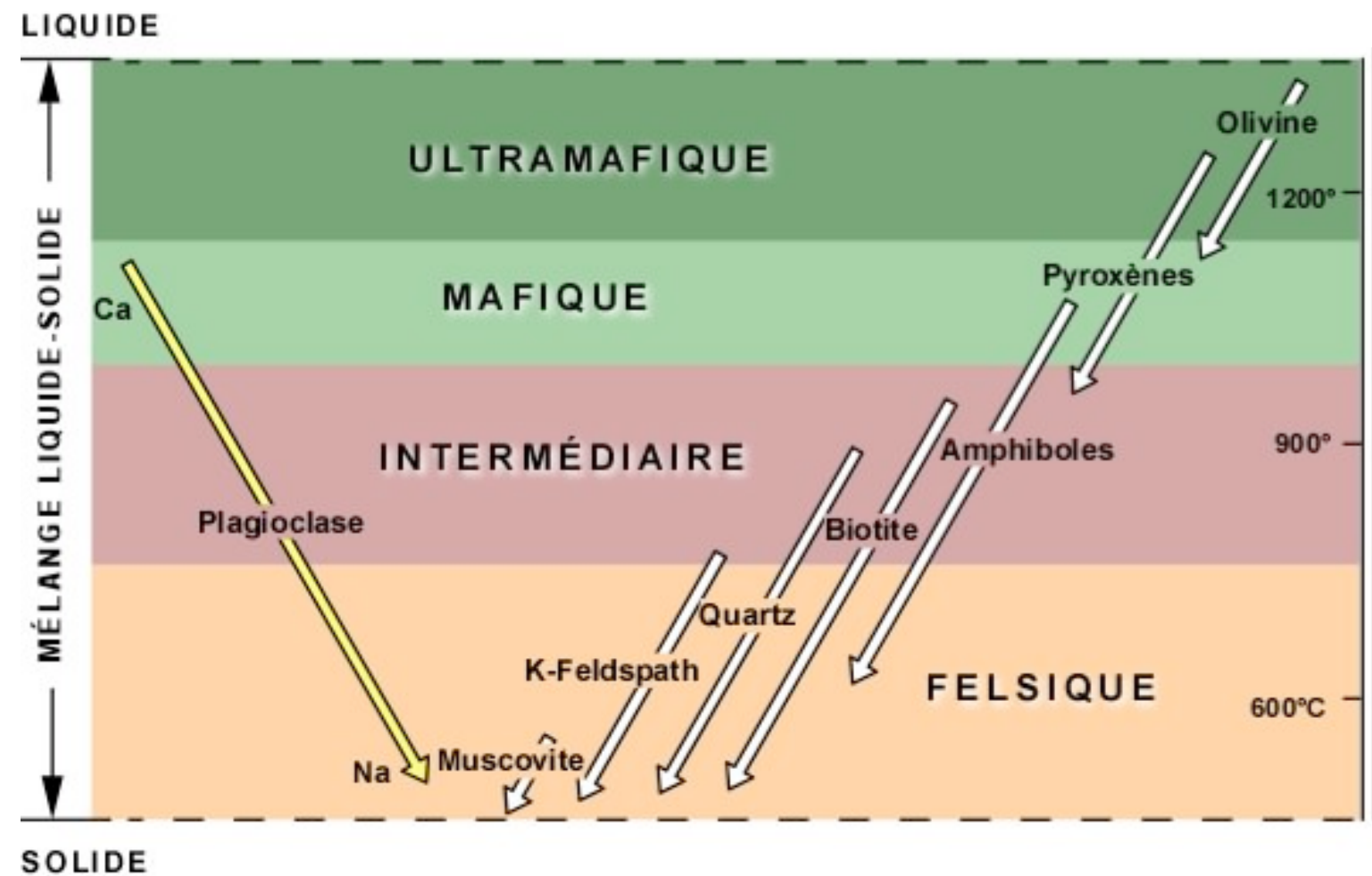


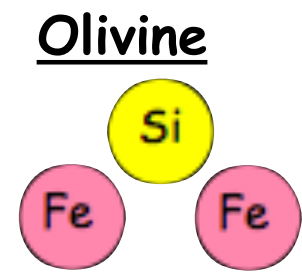
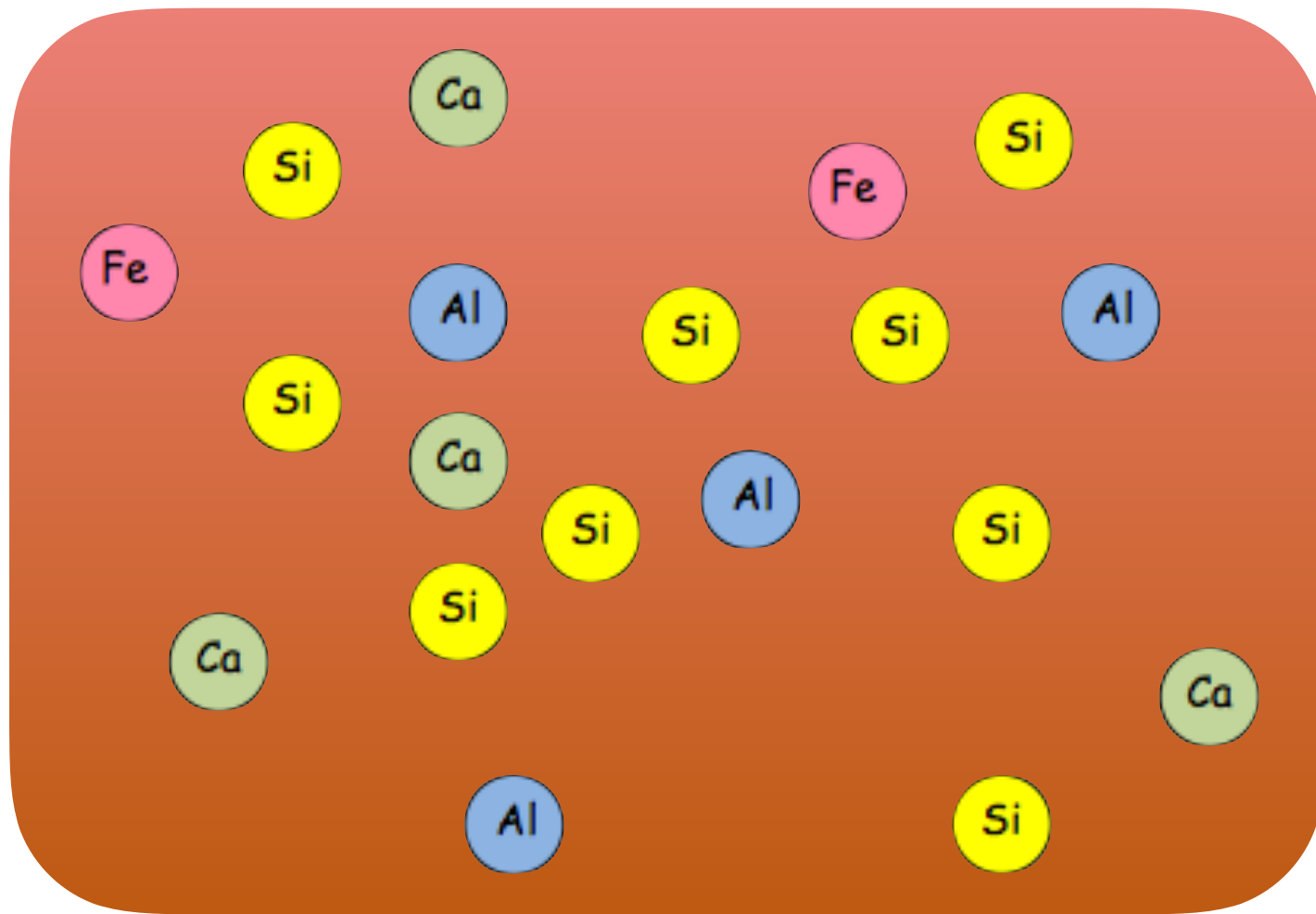
👉 Utilisez le **Document 1** pour **former les minéraux** au cours d'un refroidissement progressif du magma primaire. Notez dans un tableau chaque étape de cristallisation, en indiquant le minéral formé, la composition du magma résiduel, et le pourcentage relatif de silice.

**Remarque** : dans ce modèle, le plagioclase a une composition intermédiaire entre Ca et Na. Il cristallise donc en même temps, voire juste après l'amphibole.



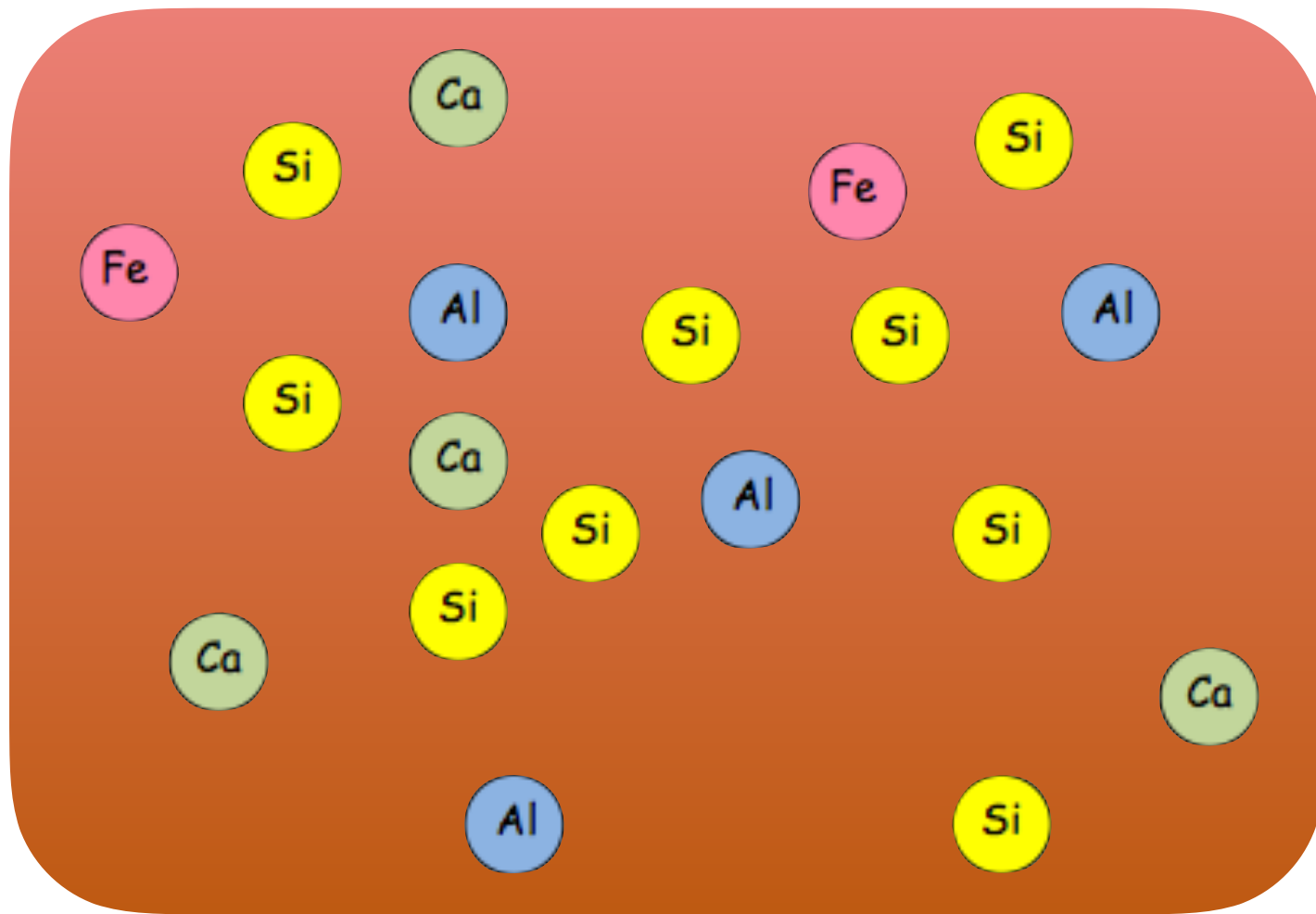
Olivine





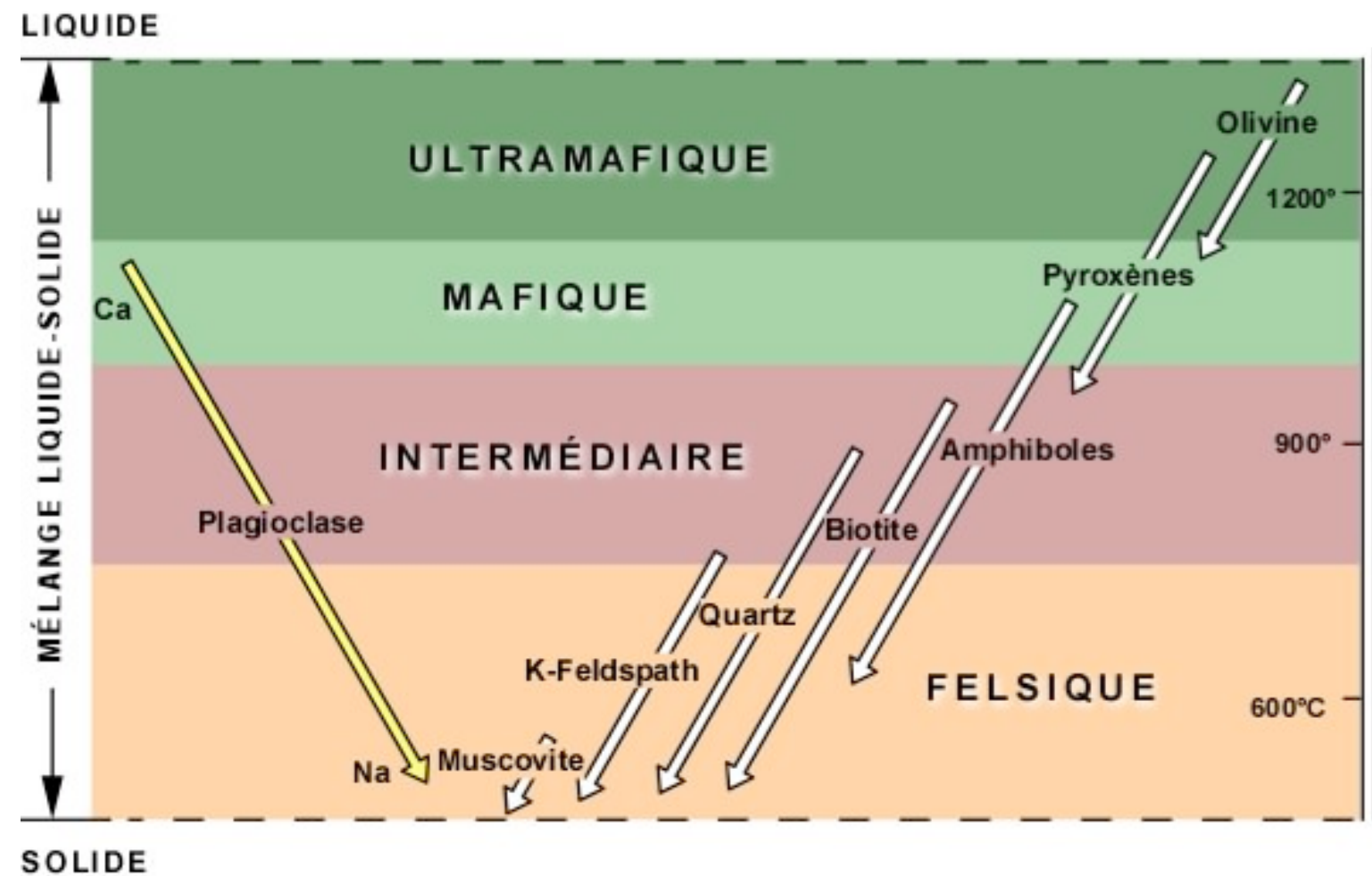
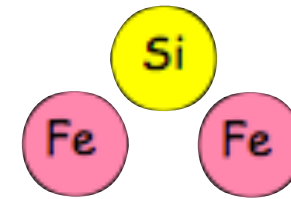
Pourcentage de silice du magma :

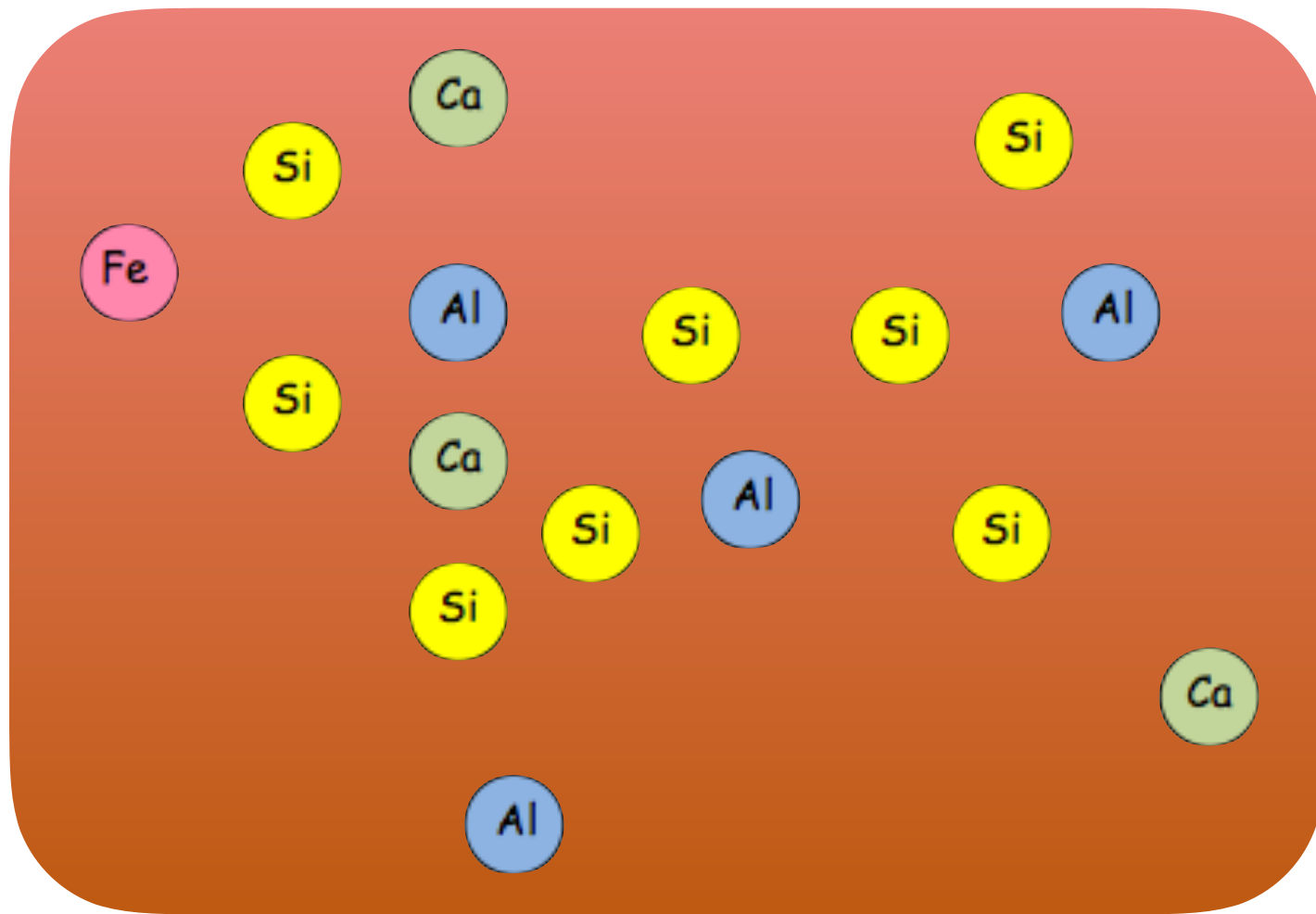
$$\underline{9 / 19 * 100 = 47,36\%}$$



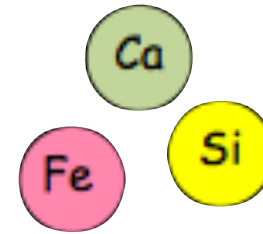
Pyroxène

Olivine

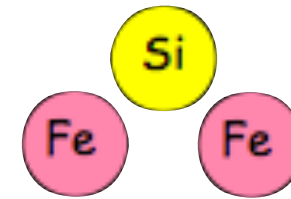




Pyroxène



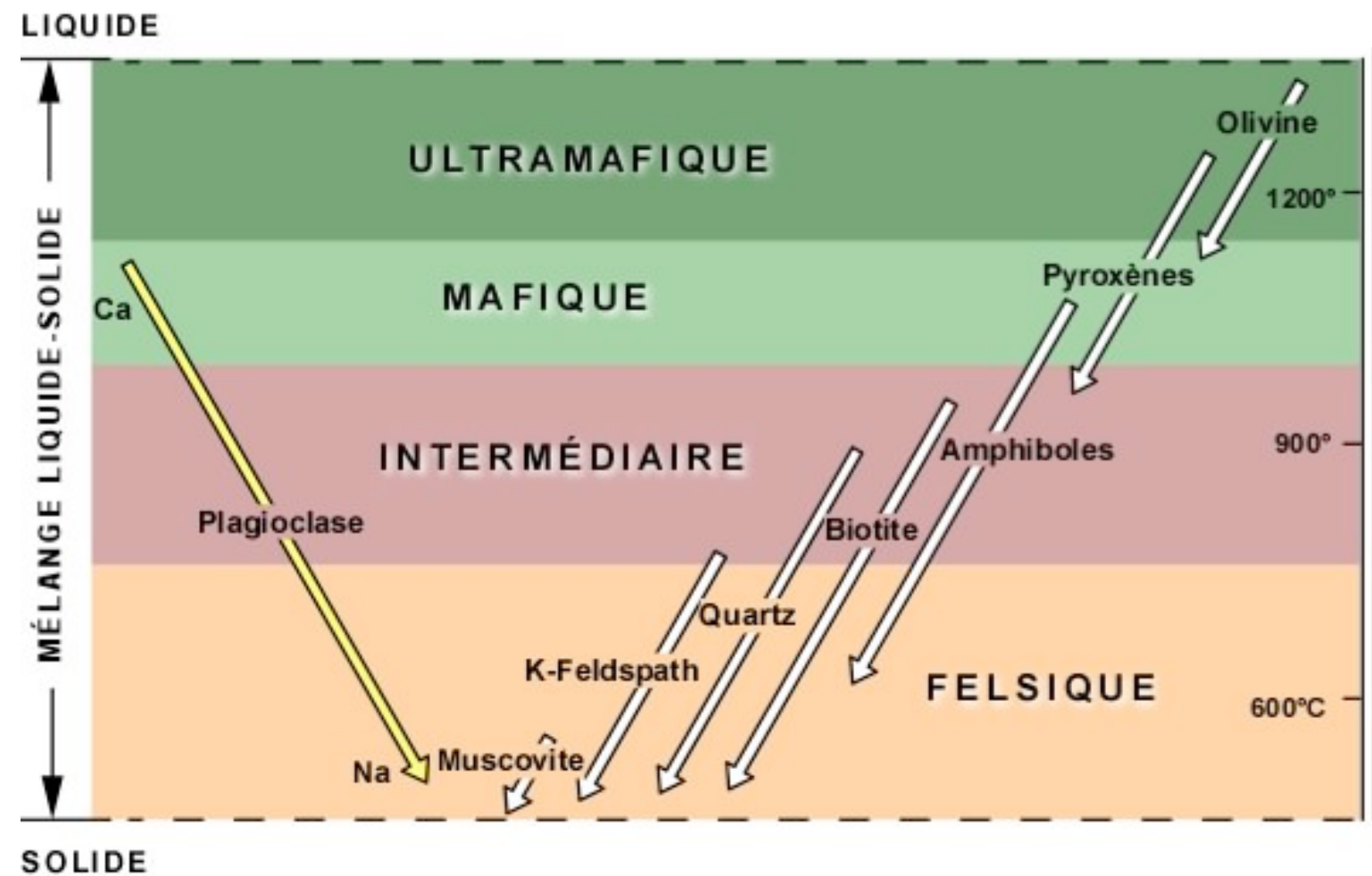
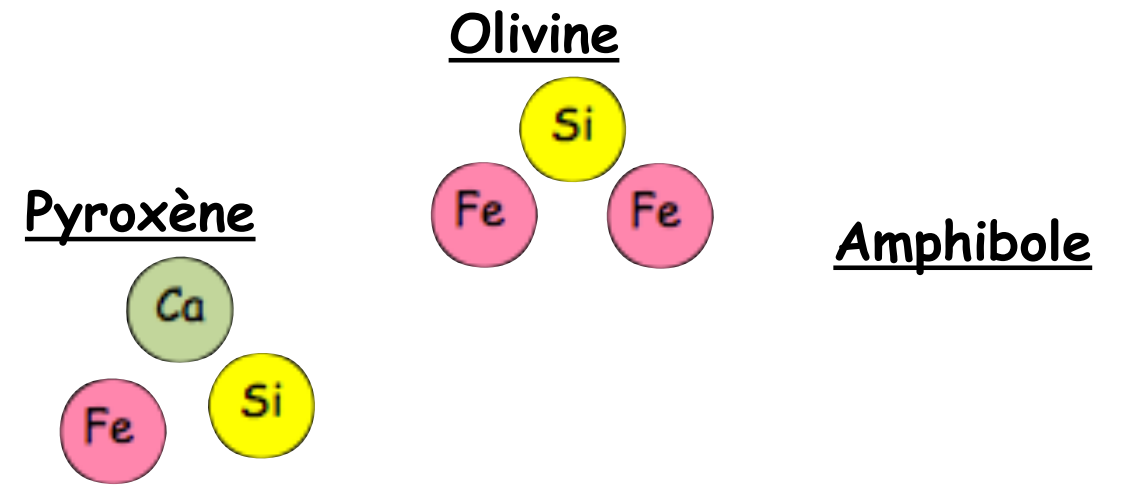
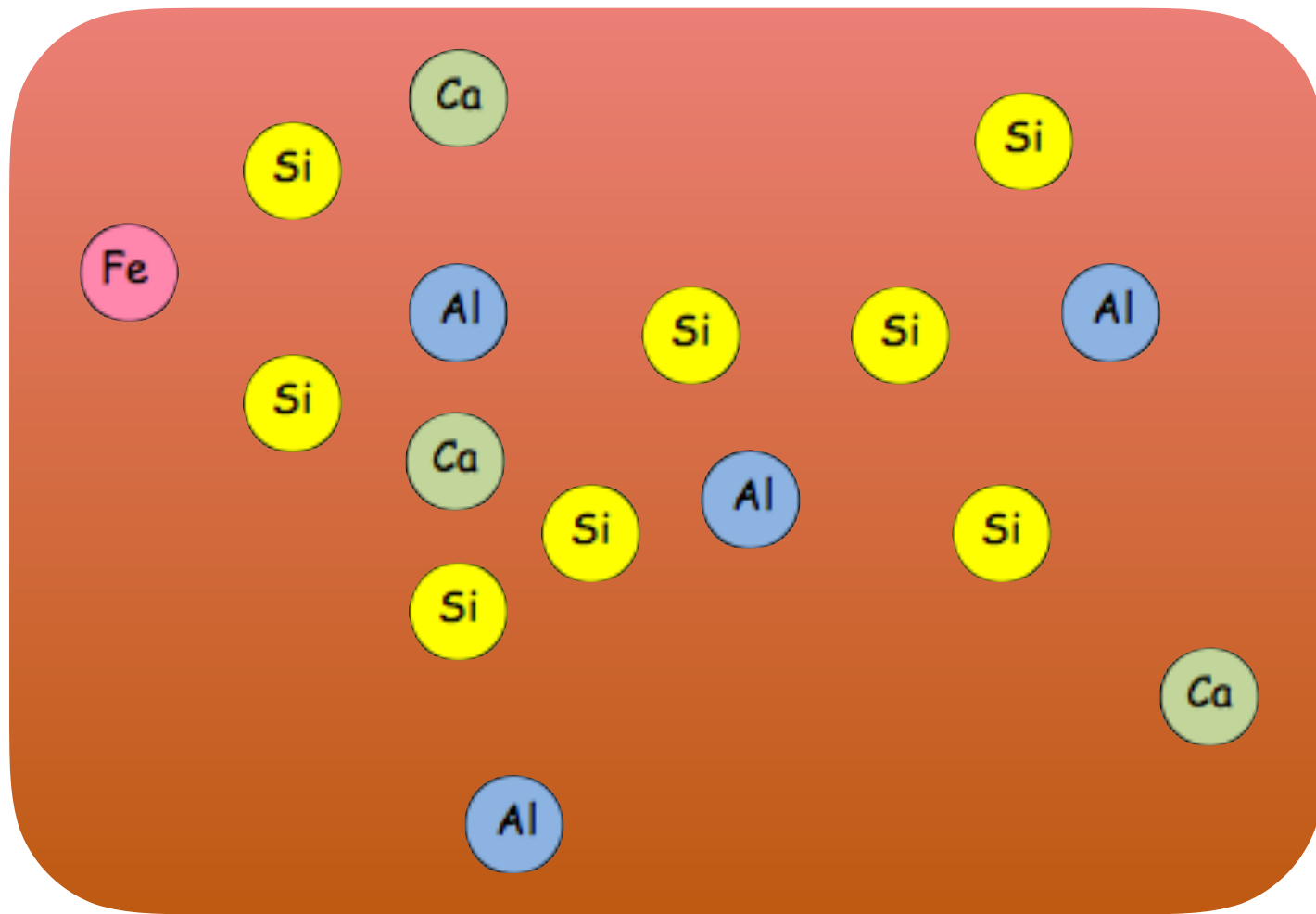
Olivine

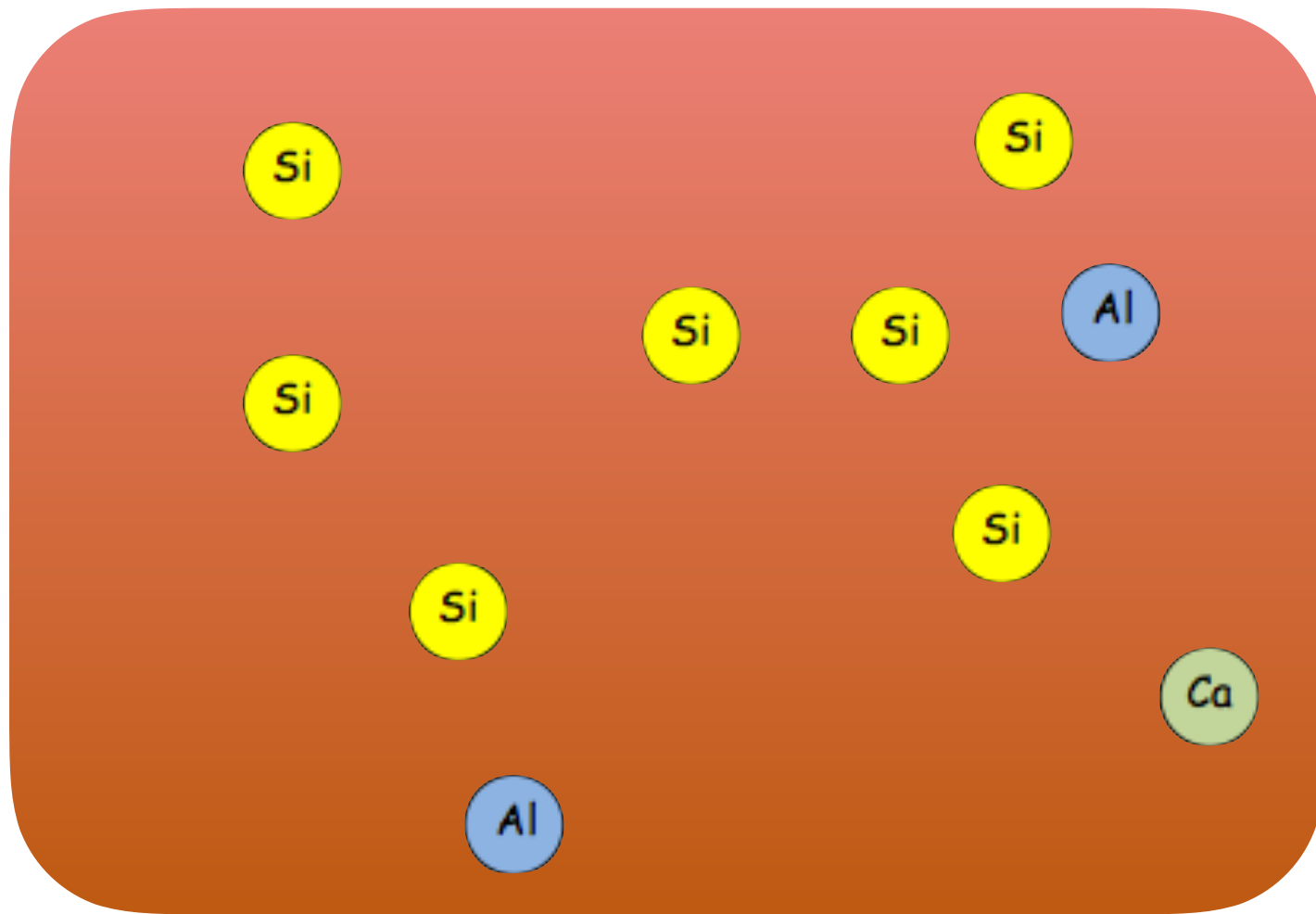


Pourcentage de silice du magma :

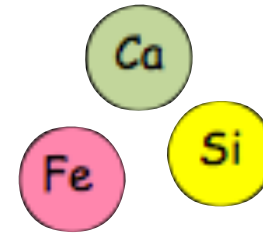
$$\underline{8 / 16 * 100 = 50\%}$$



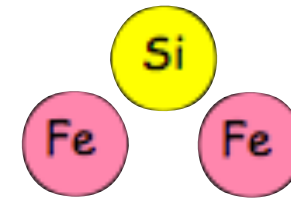




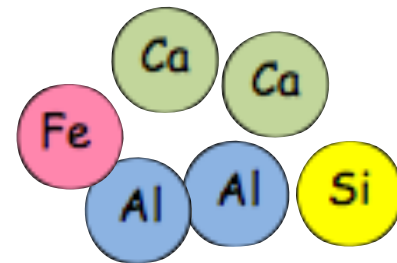
Pyroxène



Olivine



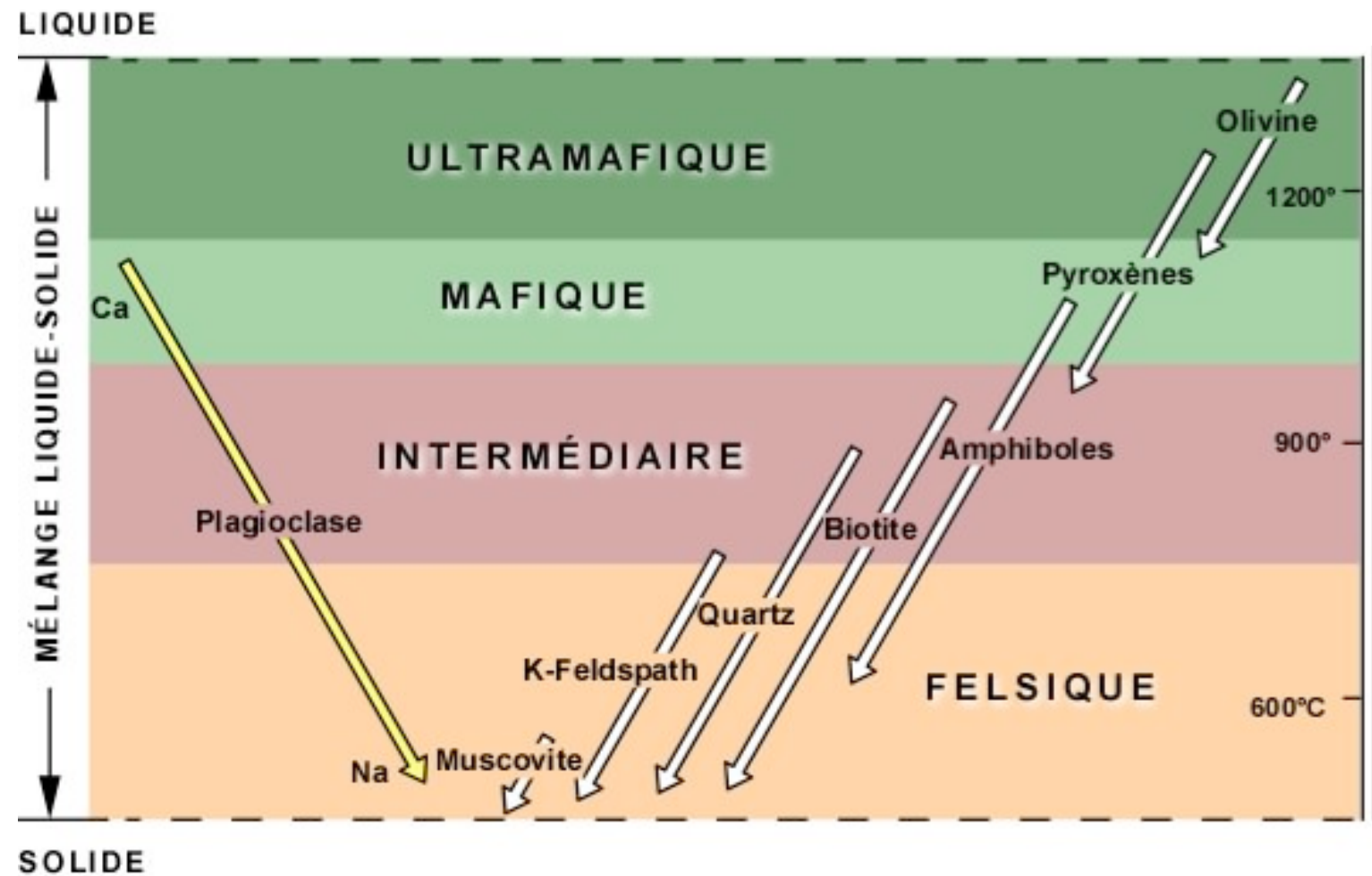
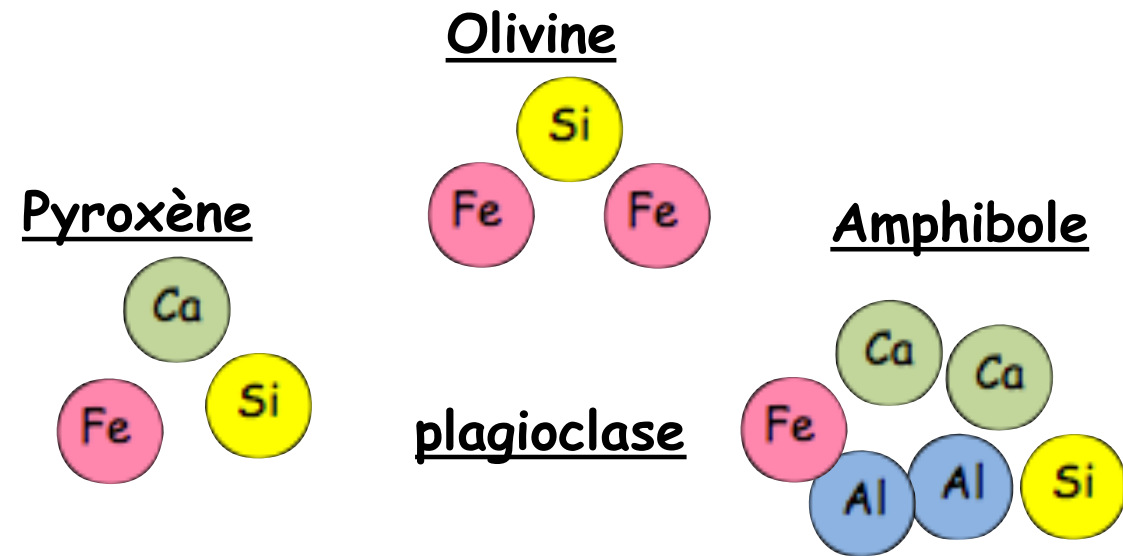
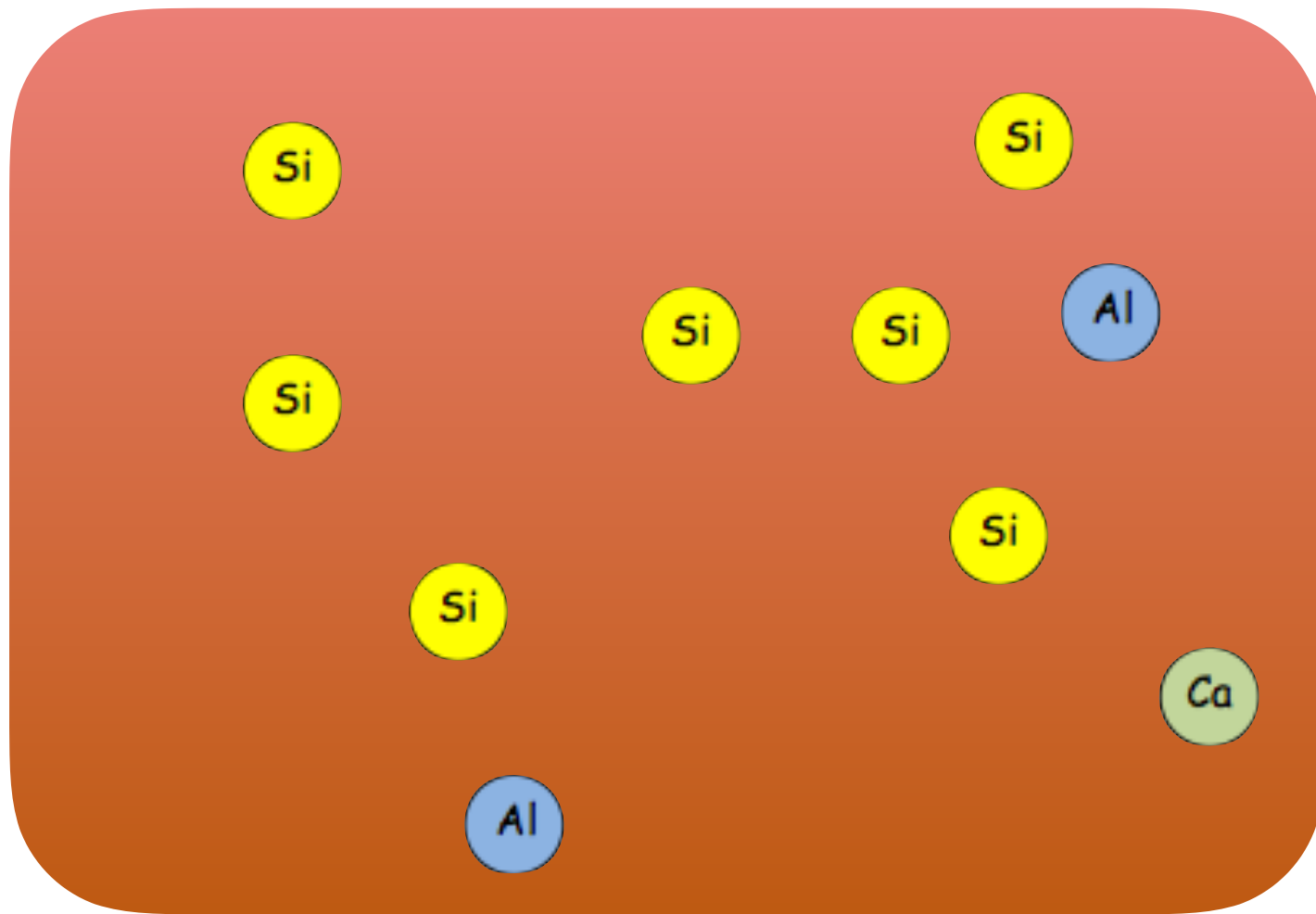
Amphibole

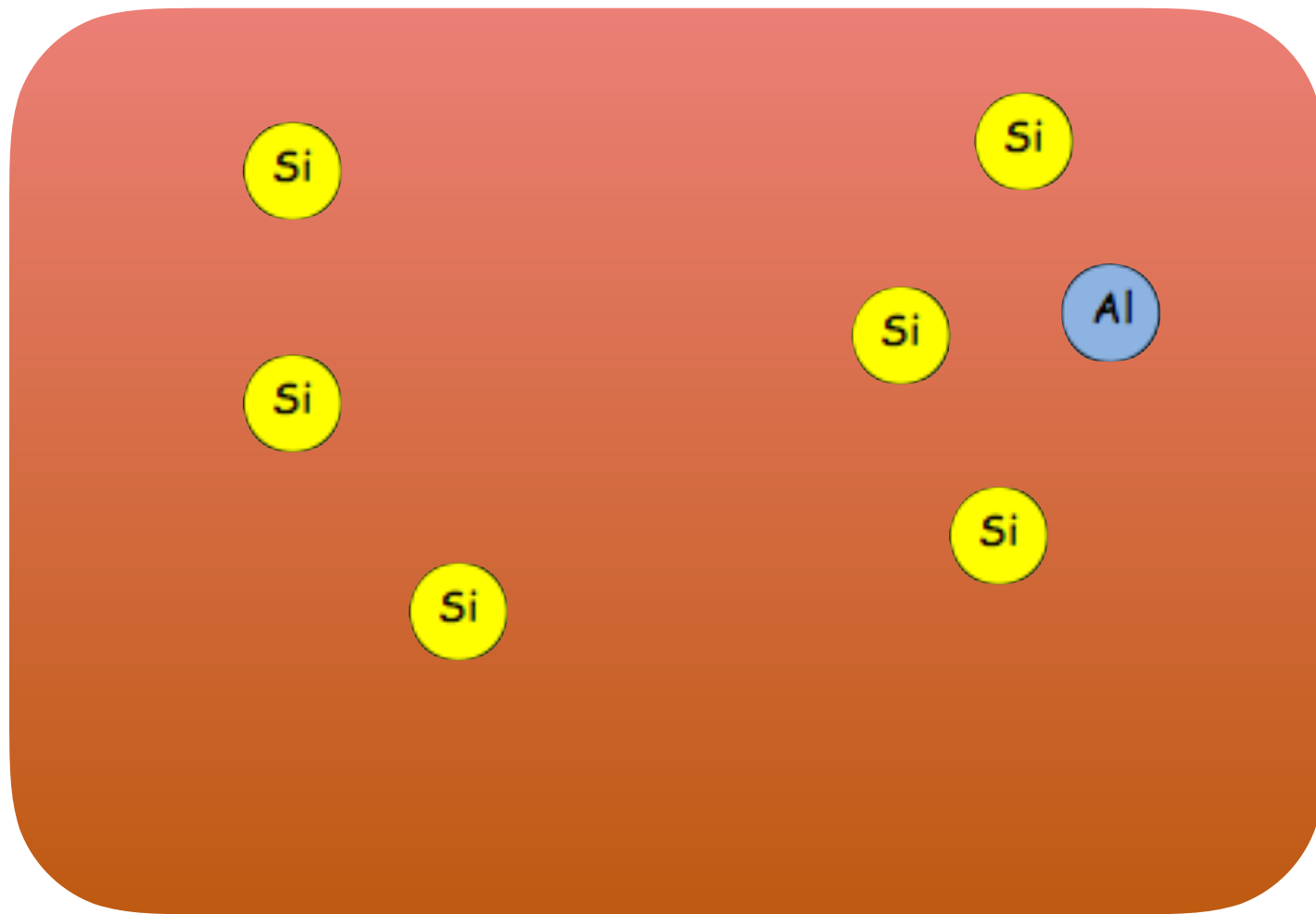


Pourcentage de silice du magma :

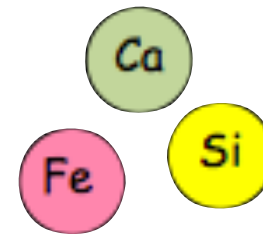
$$\underline{7 / 10 * 100 = 70\%}$$



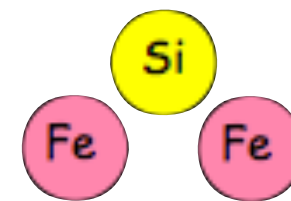




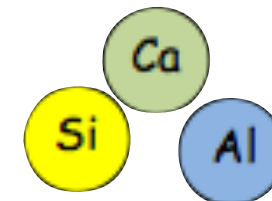
Pyroxène



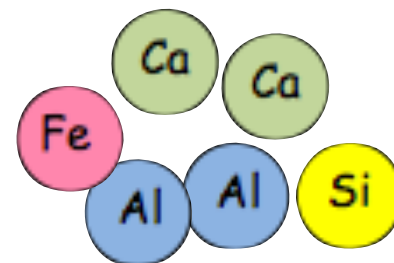
Olivine



plagioclase

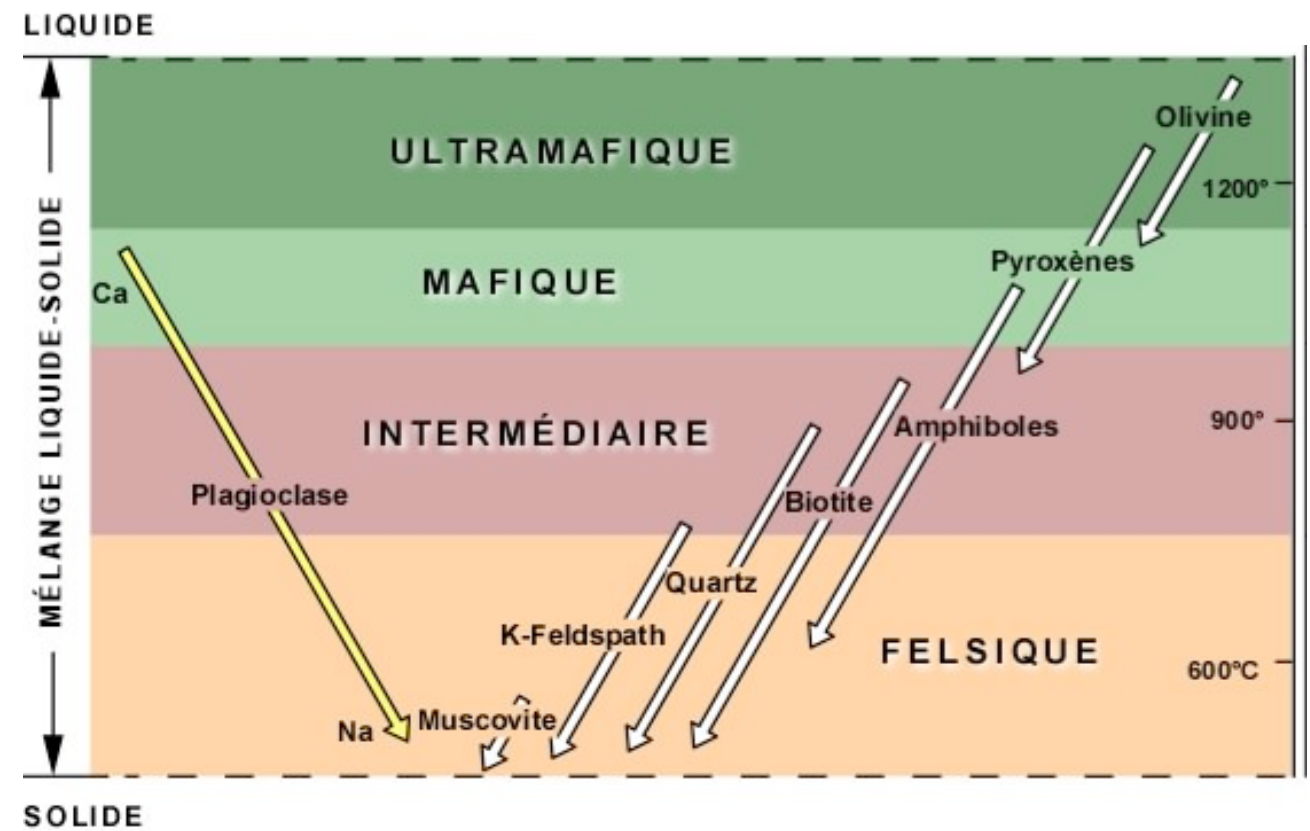
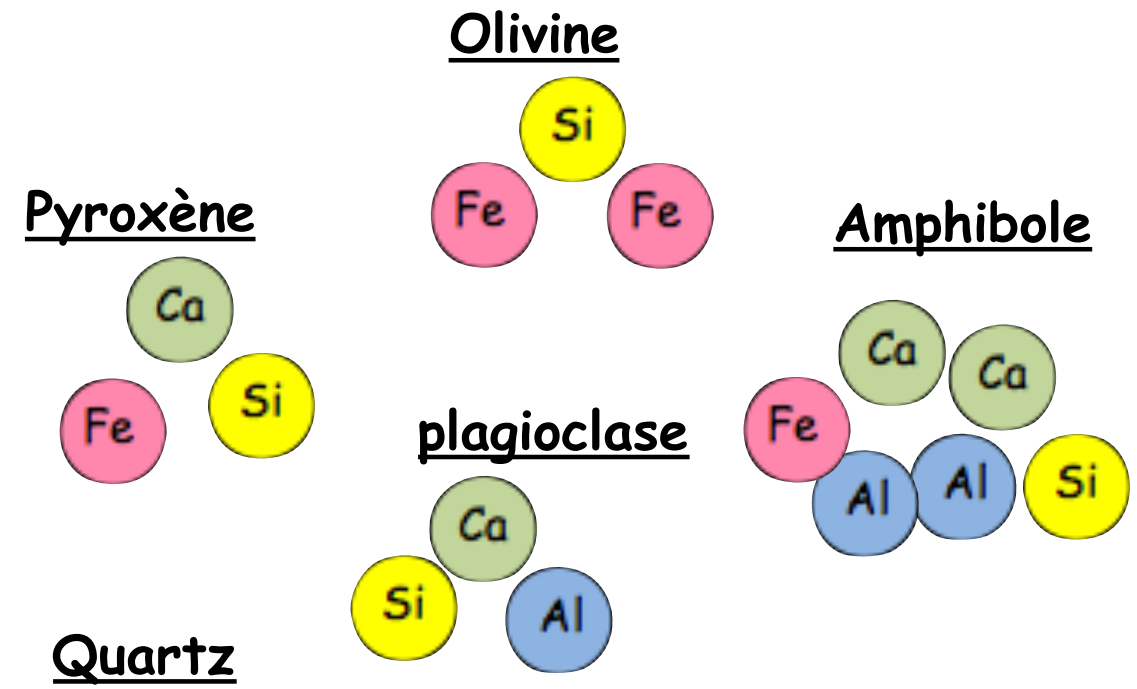
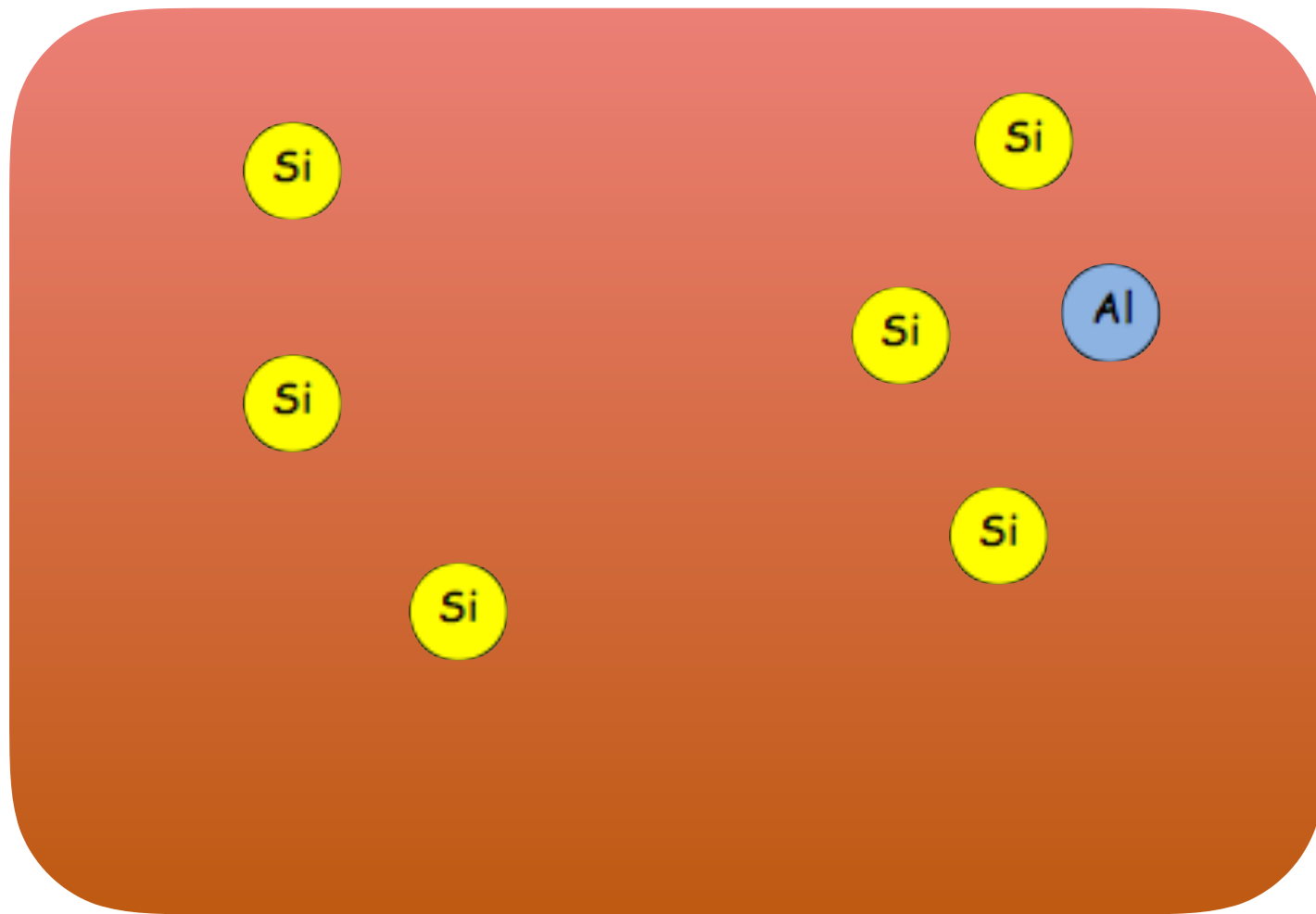


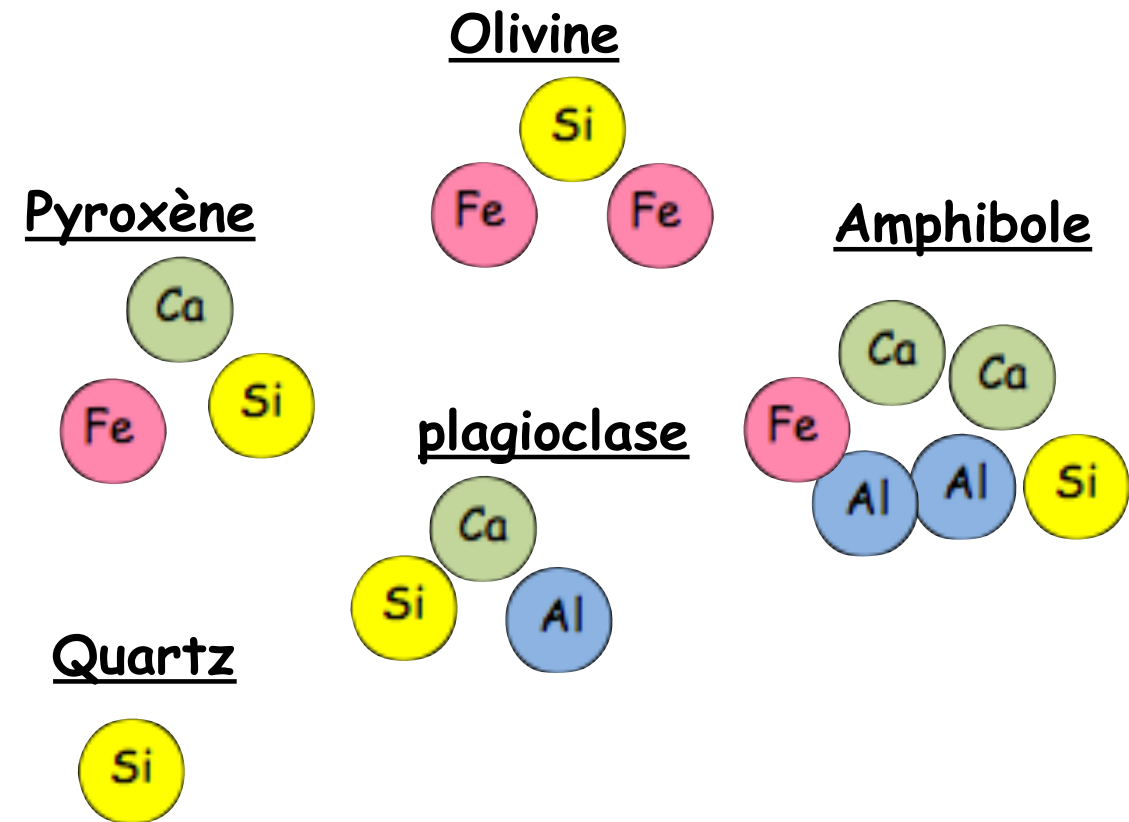
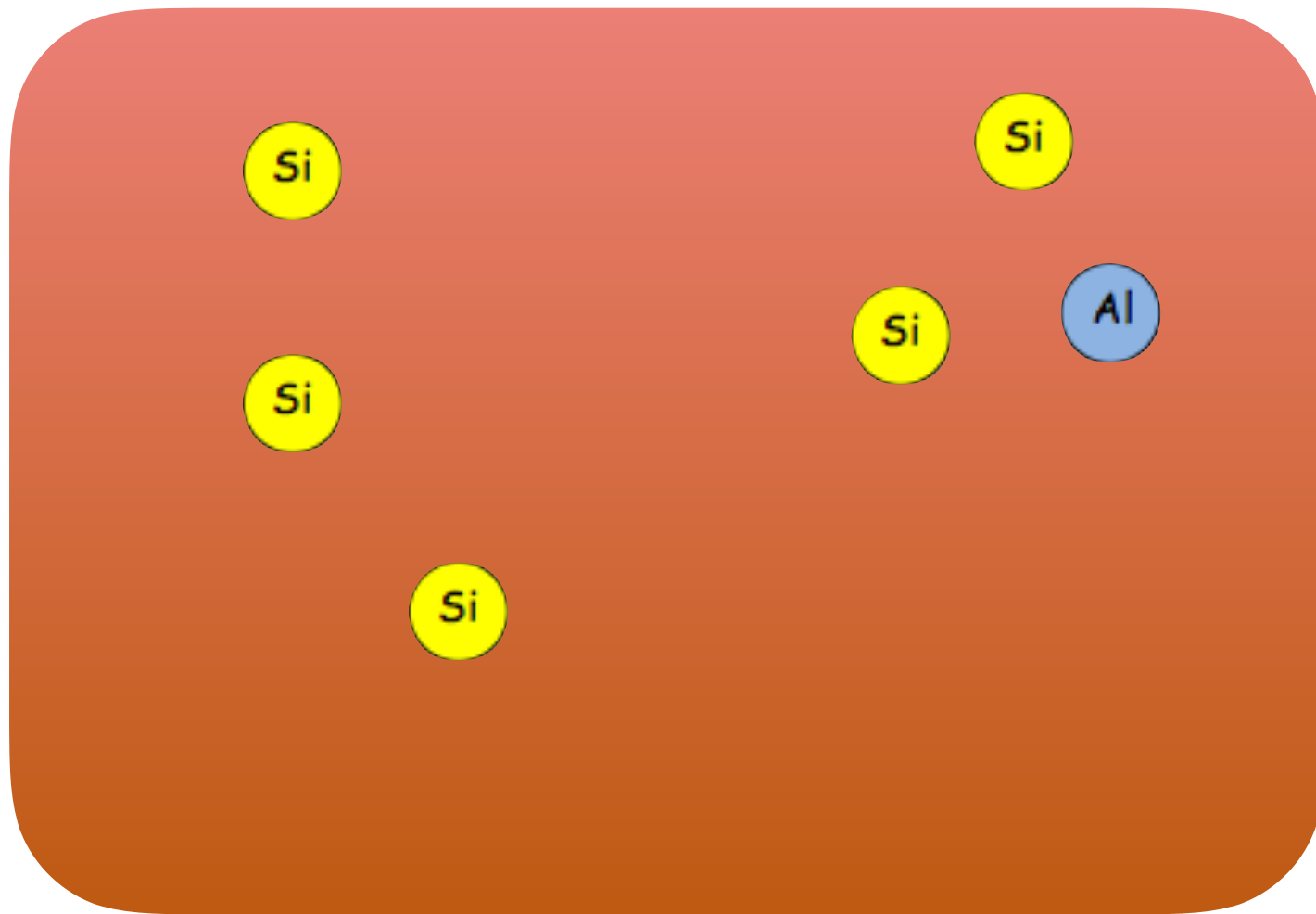
Amphibole



Pourcentage de silice du magma :

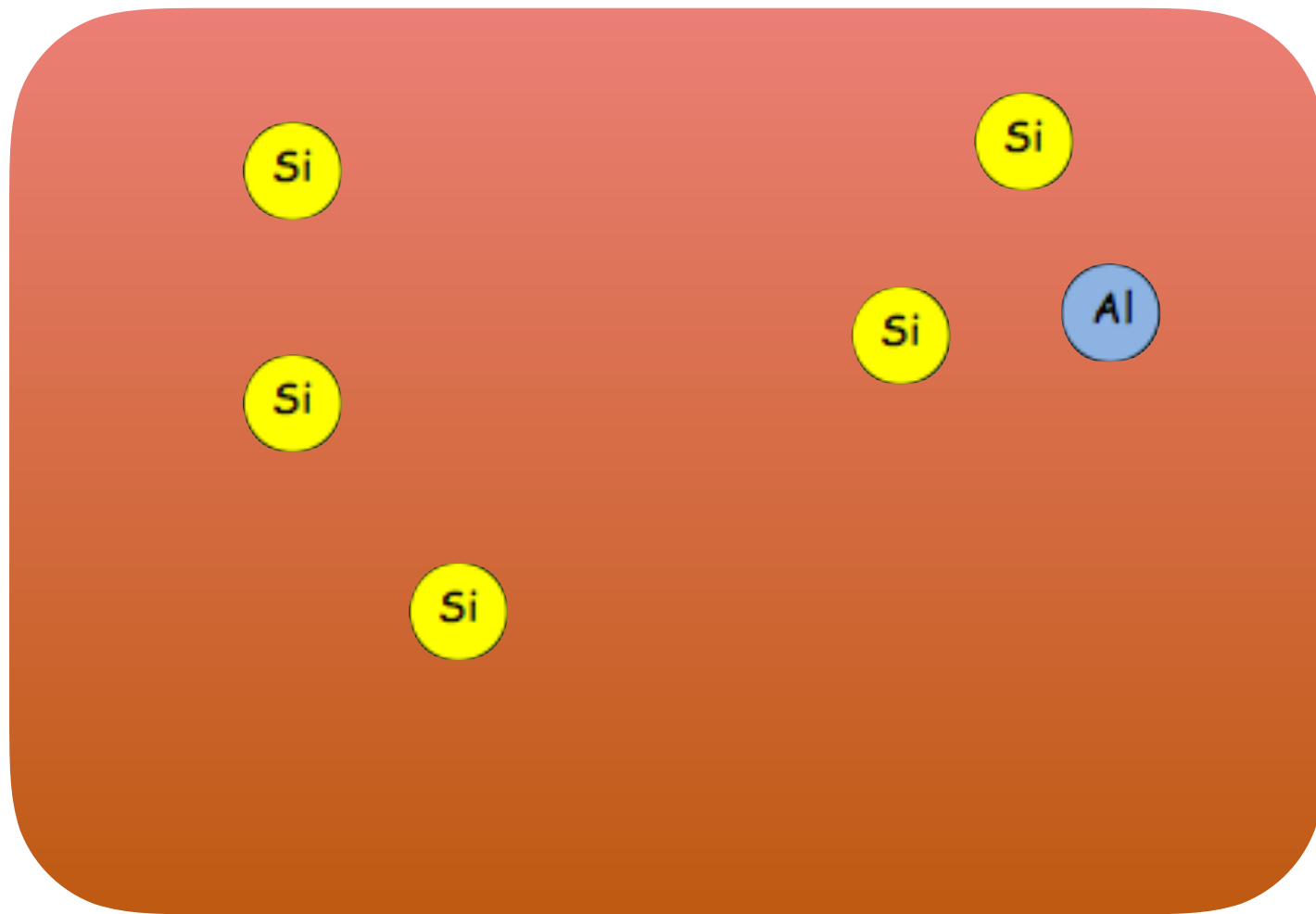
$$\underline{6 / 7 * 100 = 85,71\%}$$



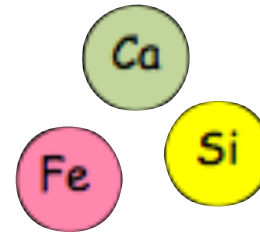


Pourcentage de silice du magma :

$$\underline{5 / 6 * 100 = 83,33\%}$$



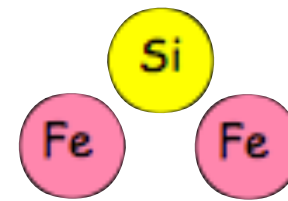
Pyroxène



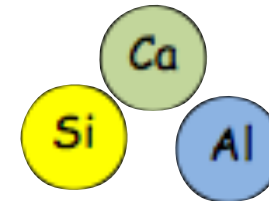
Quartz



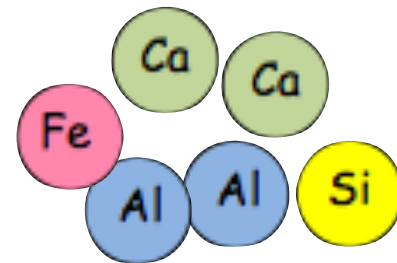
Olivine



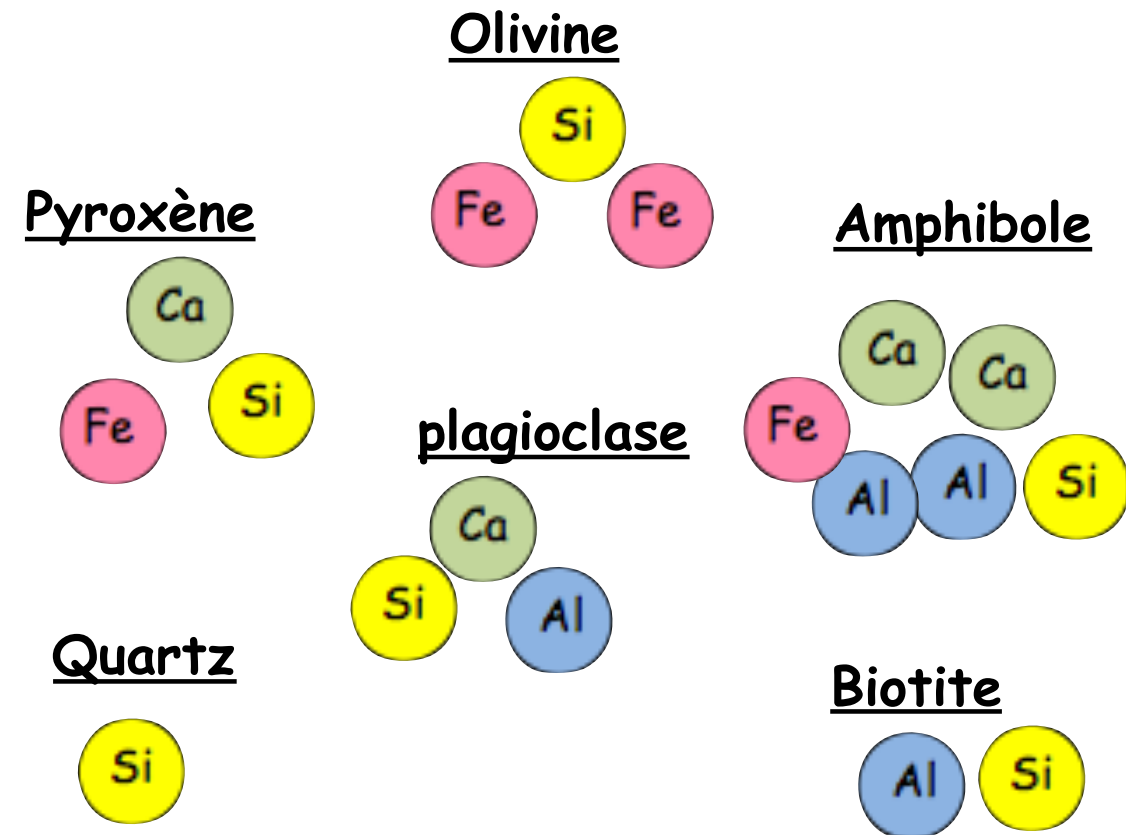
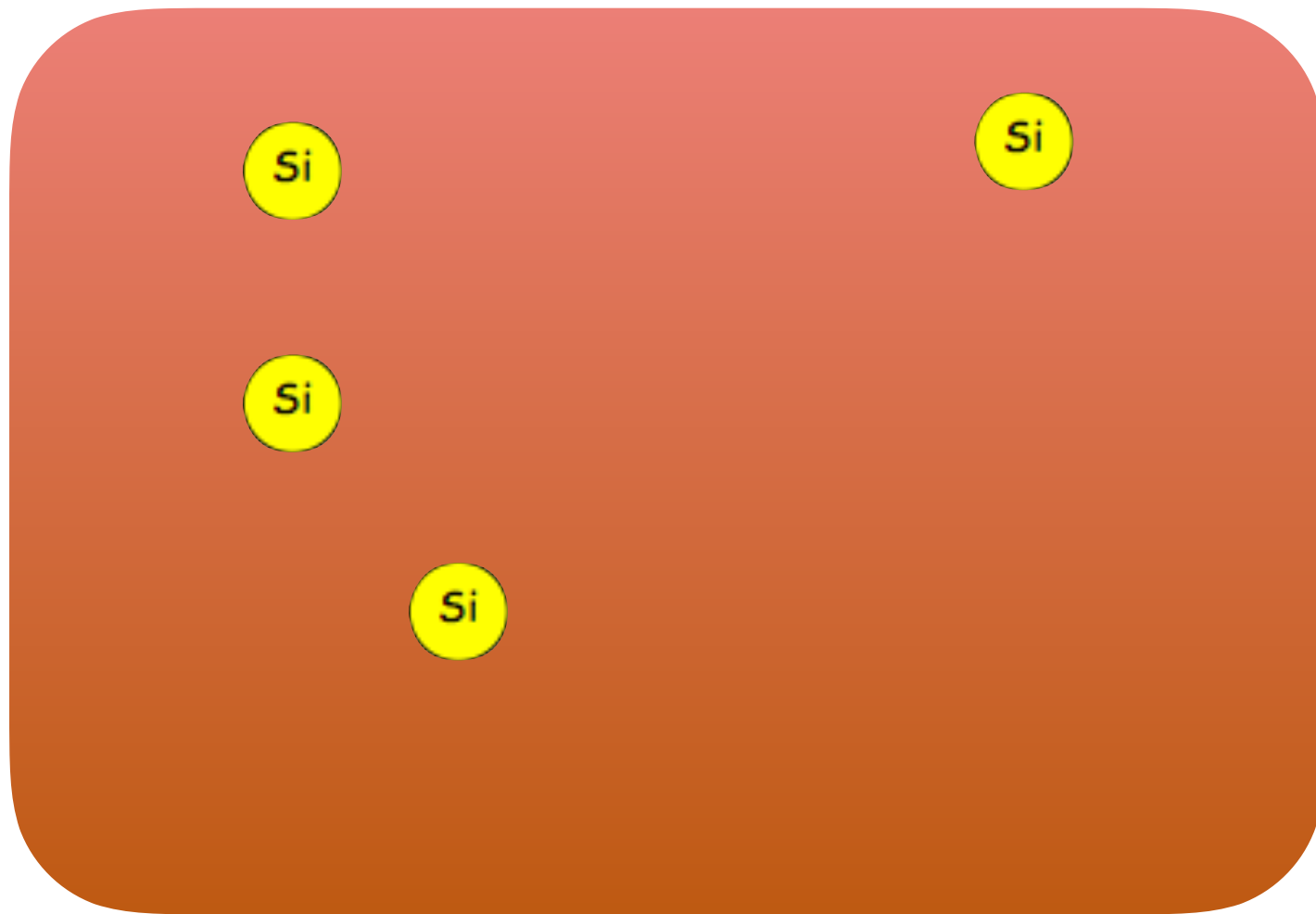
plagioclase



Amphibole



Biotite



Pourcentage de silice du magma :

$4 / 4 * 100 = 100\%$

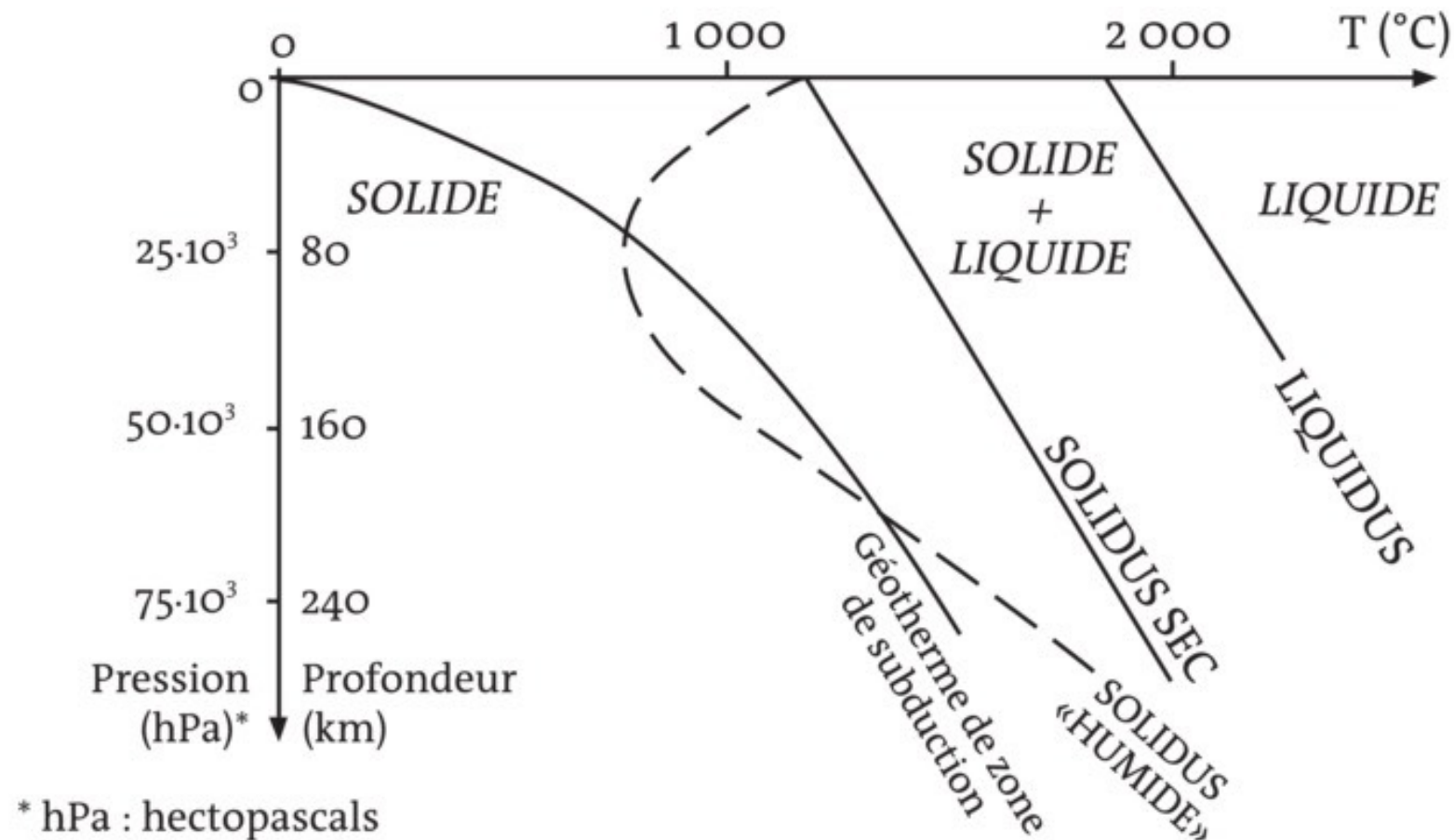
Fiche 4



### Exercice 5 : conditions de formation du magma.

A l'aide du graphique ci-contre expliquez les conditions nécessaires pour obtenir du magma dans les zones de subduction. Vous indiquerez pourquoi ces conditions sont réunies dans les zones de subduction, puis vous préciserez la profondeur de fusion des péridotites.

#### Résultats expérimentaux des états de la péridotite et le géotherme d'une zone de subduction.



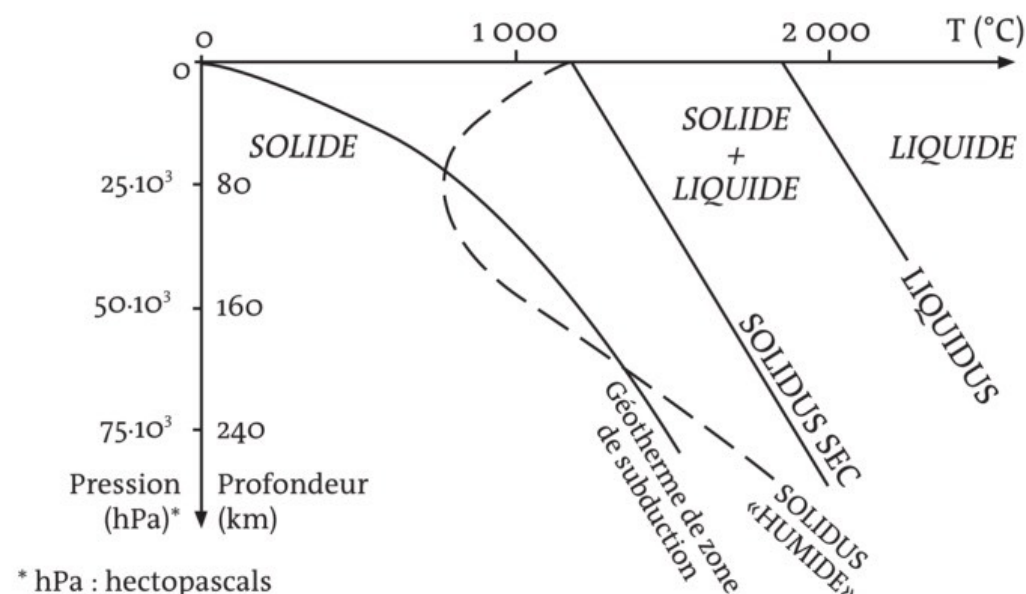
## Exercice 5 : conditions de formation du magma.

A l'aide du graphique ci-contre expliquez **les conditions nécessaires** pour obtenir du magma dans les zones de subduction. Vous indiquerez **pourquoi** ces conditions sont réunies dans les zones de subduction, puis vous **préciserez** la profondeur de fusion des péridotites.

Conditions :

Pour obtenir du magma, il faut que le géotherme croise le solidus de la péridotite.

### Résultats expérimentaux des états de la péridotite et le géotherme d'une zone de subduction.



Profondeur :

Le géotherme de zone de subduction et le solidus humide se croisent pour des profondeurs de 80 à 200 km.

Pourquoi dans les zones de subduction c'est possible :

Le géotherme de zone de subduction ne croise pas le solidus sec de la péridotite.

Mais dans les zones de subduction, le solidus de la péridotite change : cette péridotite est hydratée ce qui abaisse le point de fusion de la péridotite.

## Exercice 6 : Rapport entre 3 roches.

Dans une zone de subduction, les roches 1 et 2 constituent en partie les reliefs de la plaque chevauchante. Dans cette même région, on a trouvé en faible quantité des échantillons de la roche 3.

A partir des informations tirées du document, vous déterminerez les trois roches, puis vous expliquerez en quoi la formation de la roche 3 a contribué à celle des roches 1 et 2.

### Structure et composition minéralogique de trois roches.

Roches	Structure	Minéraux principaux
1	Grenue	Quartz, Feldpaths, Mica
2	Microlithique	Quartz, Feldpaths, Mica
3	Grenue	Grenat, Jadéite

#### Roche 1 :

Structure grenue: roche à refroidissement lent donc roche magmatique plutonique  
Minéraux: quartz, feldspaths et mica  
Donc: granite

#### Roche 2 :

Structure microlithique: roche à refroidissement rapide donc roche magmatique volcanique  
Minéraux: quartz, feldspath, mica  
Donc: rhyolite

#### Roche 3 :

Structure grenue: roche à refroidissement lent donc roche magmatique plutonique  
Minéraux: grenat, jadéite  
Donc : métagabbros de type éclogite

#### Rôle de la roche 3:

Minéraux : grenat, jadéite : ce sont des minéraux déshydratés

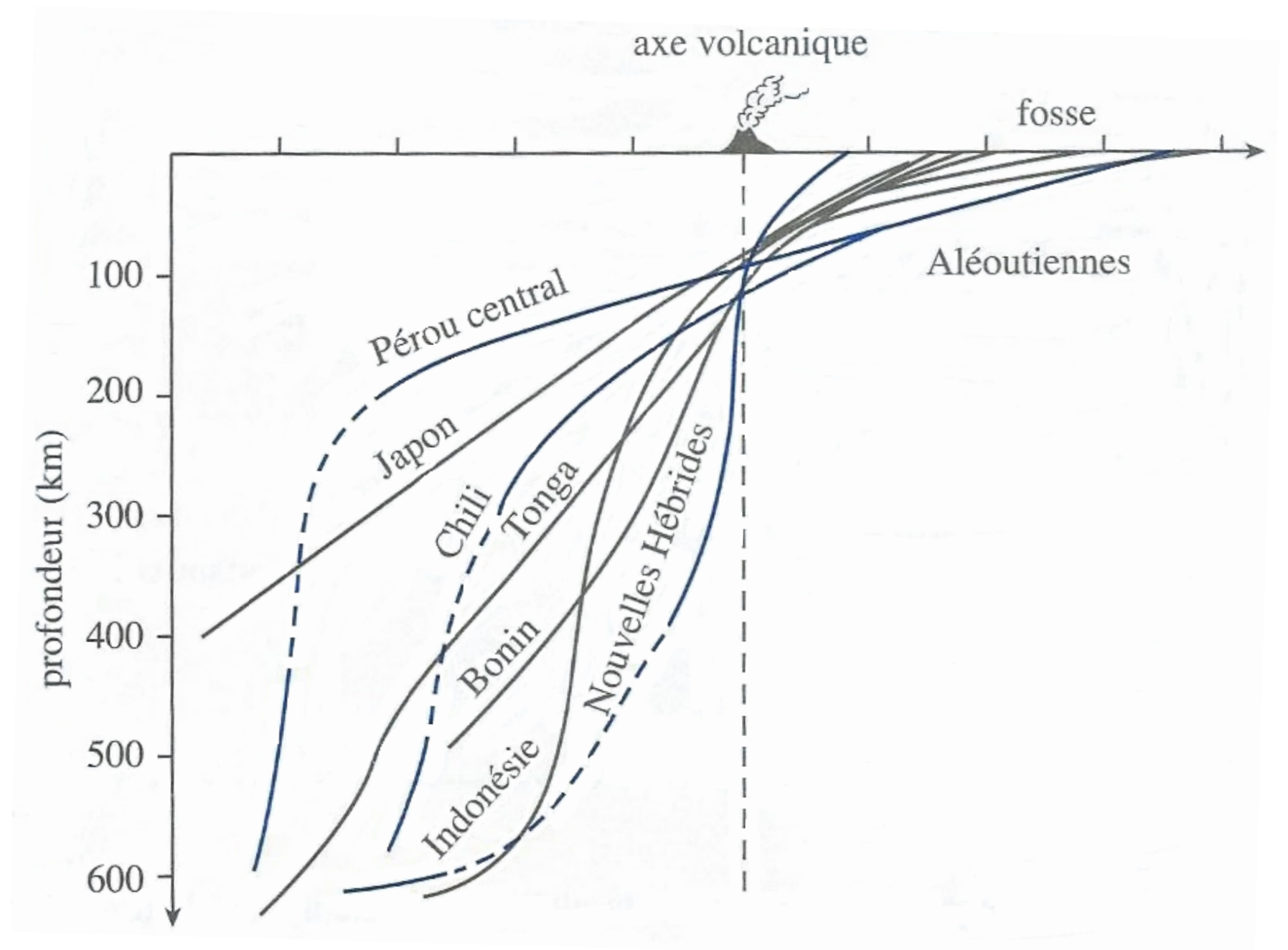
Minéraux : quartz, feldspath et mica : ce sont des minéraux hydratés

La roche 3 en se déshydratant, donne de l'eau à la péridotite sus-jacente, qui voit son point de fusion s'abaisser, du magma peut alors se former et donner les roches 1 et 2.

## Exercice 7 : comparaison des profils de différentes zones de subduction.

Au niveau des zones de subduction, la distance de l'arc volcanique à la fosse n'est pas toujours la même. Sur le schéma suivant, les différents profils ont été alignés au niveau de l'arc volcanique. Les profils des plaques plongeantes ont été représentés.

A partir de l'exploitation du document, vous expliquerez les variations observées.



Localisation du volcanisme  
orogénique par rapport aux  
surfaces de subduction.



## Exercice 7 : comparaison des profils de différentes zones de subduction.

A partir de l'exploitation du document, vous expliquerez les variations observées.

On cherche à expliquer les différences existant entre les différentes coupes.

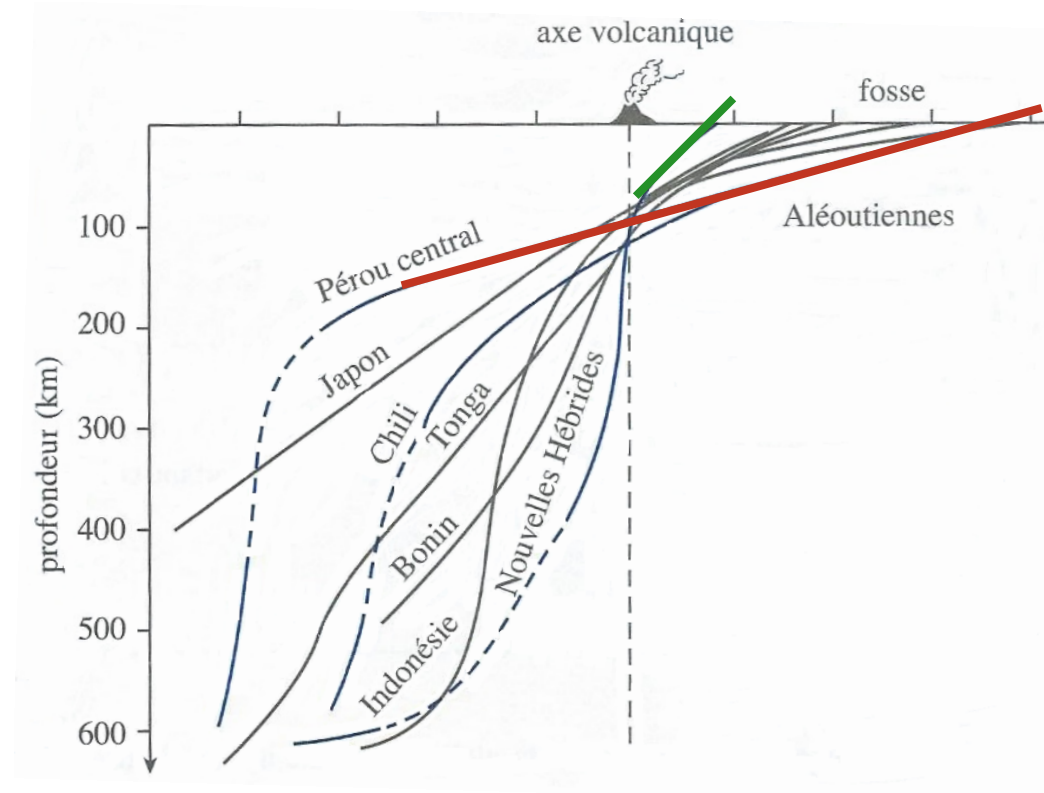
Sur le doc:

- Plus la fosse est éloignée de l'arc volcanique, moins le plan de subduction est incliné

- l'arc volcanique est toujours au dessus de la plaque quand elle est située entre 100 et 150 km de profondeur.

- On sait que c'est la profondeur à laquelle la péridotite hydratée par le métamorphisme de la plaque plongeante peut entrer en fusion partielle et fabriquer le magma.

### Localisation du volcanisme orogénique par rapport aux surfaces de subduction.



Donc

- Plus le plan de Wadati-Benioff est incliné, plus la distance de la fosse à la profondeur de 100 à 150 km est faible et donc plus la distance de la fosse à l'arc volcanique est faible.

### Conclusion

- La distance entre la fosse et l'arc volcanique dépend de l'inclinaison du plan de Wadati Benioff. Plus cette inclinaison est forte, plus la distance est faible.