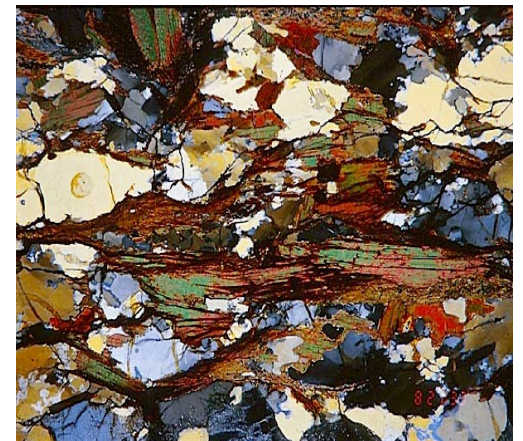


Introduction à la Pétrographie



Objectifs de ce cours :

- Comprendre la nature et la formation des grandes familles de roches*
- Réfléchir à leur répartition sur Terre et l'analyse de cette dernière*

Plan

I) Les roches : Nature, structure et critères d'identification

II) Les grandes familles de roches

Quelles sont les caractéristiques qui pourraient nous permettre de définir une roche ?

Quelles sont les caractéristiques qui pourraient nous permettre de définir une roche ?

Comportement physique : majoritairement solide

Quelles sont les caractéristiques qui pourraient nous permettre de définir une roche ?

Comportement physique : majoritairement solide

Composition : Matériau plus ou moins homogène, peut être composé de divers éléments

Quelles sont les caractéristiques qui pourraient nous permettre de définir une roche ?

Comportement physique : majoritairement solide

Composition : Matériau plus ou moins homogène, peut être composé de divers éléments

Genèse : Matériau produit par une grande diversité de processus, non anthropiques

Quelles sont les caractéristiques qui pourraient nous permettre de définir une roche ?

Comportement physique : majoritairement solide

Composition : Matériau plus ou moins homogène, peut être composé de divers éléments

Genèse : Matériau produit par une grande diversité de processus, non anthropiques

Roche : Matériel généralement solide, la plupart du temps composé partiellement ou totalement de minéraux

Quelles sont les caractéristiques qui pourraient nous permettre de définir une roche ?

Comportement physique : majoritairement solide

Composition : Matériau plus ou moins homogène, peut être composé de divers éléments

Genèse : Matériau produit par une grande diversité de processus, non anthropiques

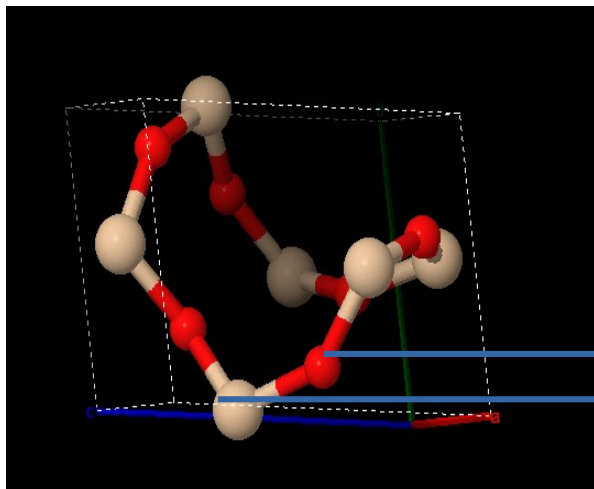
Roche : Matériel généralement solide, la plupart du temps composé partiellement ou totalement de minéraux

➡ Qu'est ce qu'un minéral ?

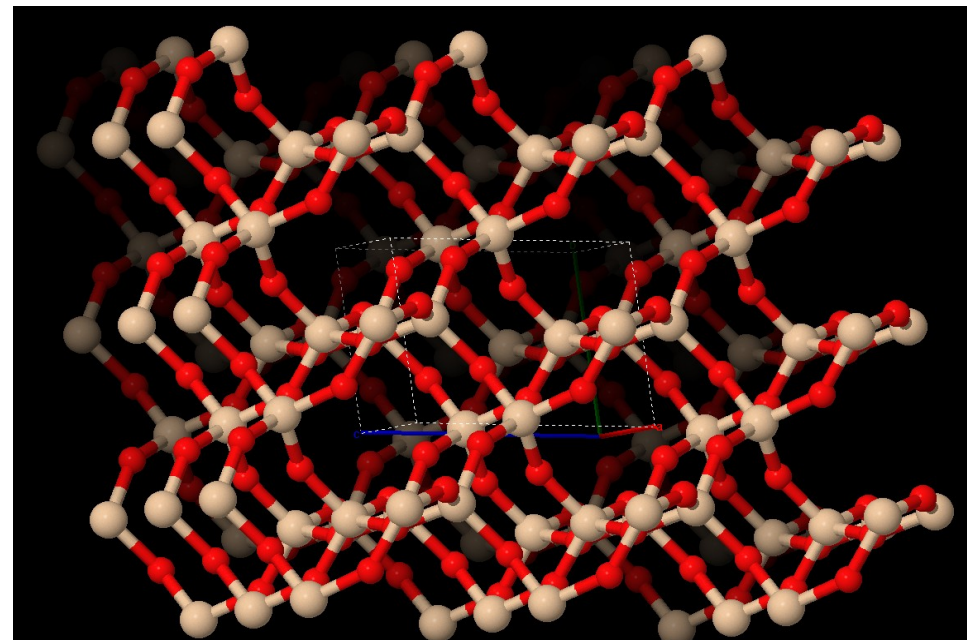
Un minéral se caractérise par une organisation précise des atomes dans le solide, c'est donc un **cristal**

Un minéral se caractérise par une organisation précise des atomes dans le solide, c'est donc un **crystal**

Cristal : Solide de composition chimique donnée dont les atomes sont rangés selon un motif régulier et répété dans tout le solide. On appelle cette unité de base **répétée** la **maille cristalline**

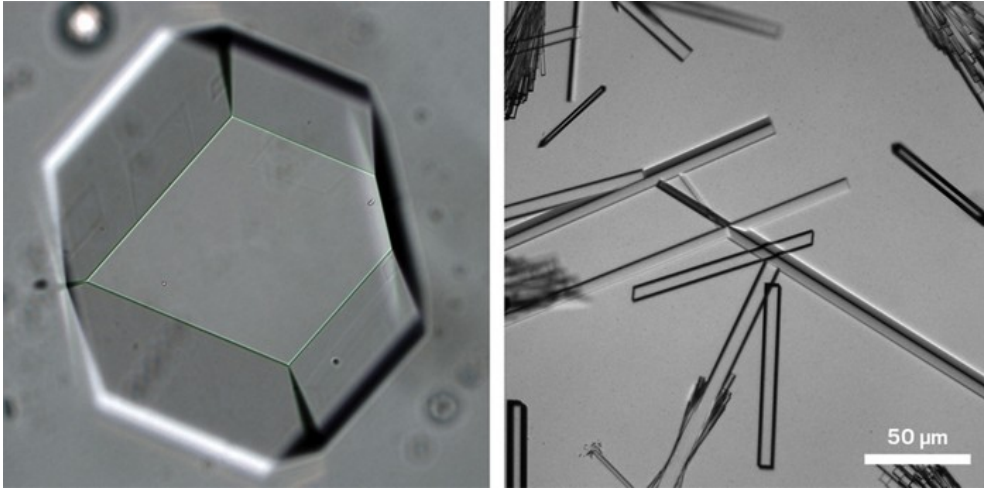


Modélisation d'une maille de **quartz** (SiO_2)



Réseau cristallin (27 mailles de quartz)

Or, tous les cristaux ne sont pas des minéraux

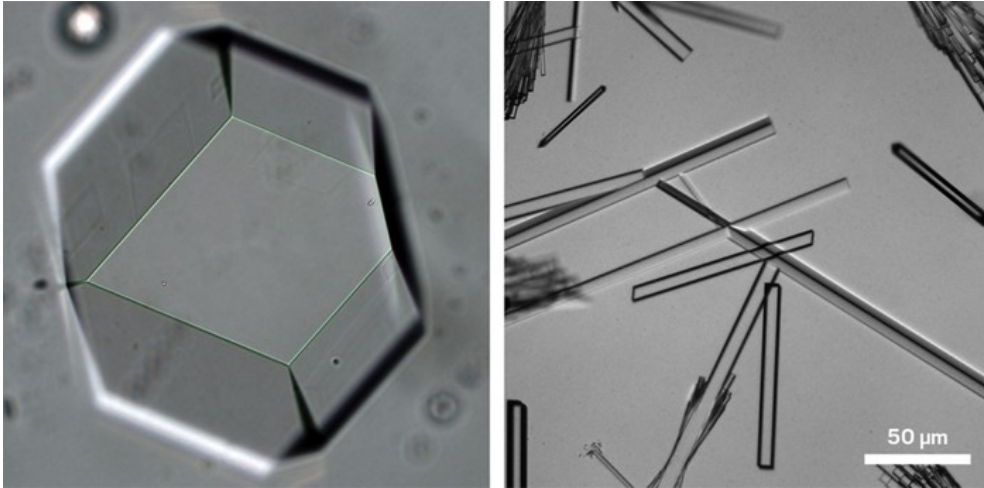


Protéine de Glucose isomérase cristallisée

Minéral de fluorite



Or, tous les cristaux ne sont pas des minéraux



Protéine de Glucose isomérase cristallisée

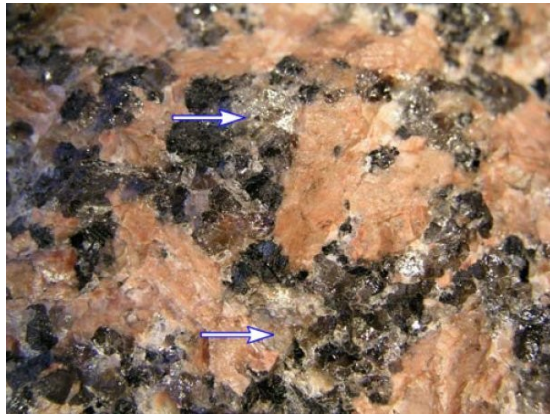
Minéral de fluorite



Minéral : Solide cristallin (= dont les atomes sont ordonnés) homogène de composition chimique définie qui se forme naturellement dans la nature



Cristaux de quartz automorphes



Cristaux de quartz xénomorphes



Cristal de pyrite automorphes



Cristal de grenat automorphes

La maille cristalline va déterminer la forme du minéral **automorphe**, c'est à dire un minéral qui s'est formé sans contrainte mécanique. Dans un milieu plus dur que lui, il remplira les interstices (**xénomorphe**)

Différentes catégories de minéraux : En fonction de leur composition chimique

Exemples de formule chimique de minéraux ?

Différentes catégories de minéraux : En fonction de leur composition chimique

Exemples de formule chimique de minéraux ?



Différentes catégories de minéraux : En fonction de leur composition chimique

Exemples de formule chimique de minéraux ?



Halite
→ **NaCl**

Différentes catégories de minéraux : En fonction de leur composition chimique

Exemples de formule chimique de minéraux ?



Halite
→NaCl

**Un minéral est un
solide, donc forcément
électriquement neutre**

Différentes catégories de minéraux : En fonction de leur composition chimique

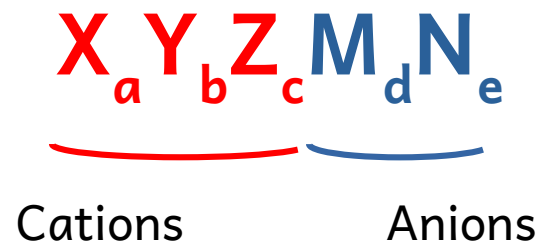
Exemples de formule chimique de minéraux ?



Halite
→ NaCl

Un minéral est un
solide, donc forcément
électriquement neutre

Formule théorique type d'un minéral (autre qu'un élément natif pur)



Différentes catégories de minéraux : En fonction de leur composition chimique

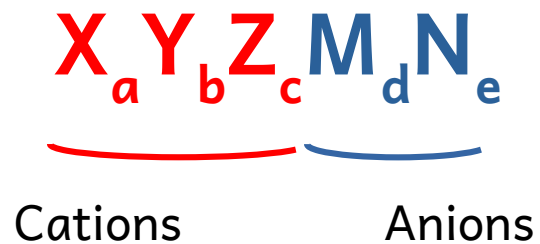
Exemples de formule chimique de minéraux ?



Halite
→ NaCl

Un minéral est un
solide, donc forcément
électriquement neutre

Formule théorique type d'un minéral (autre qu'un élément natif pur)



Les minéraux sont classés le plus souvent en fonction des **anions** ou des **oxyanions** qui les caractérisent

Nombreuses classifications possibles des minéraux

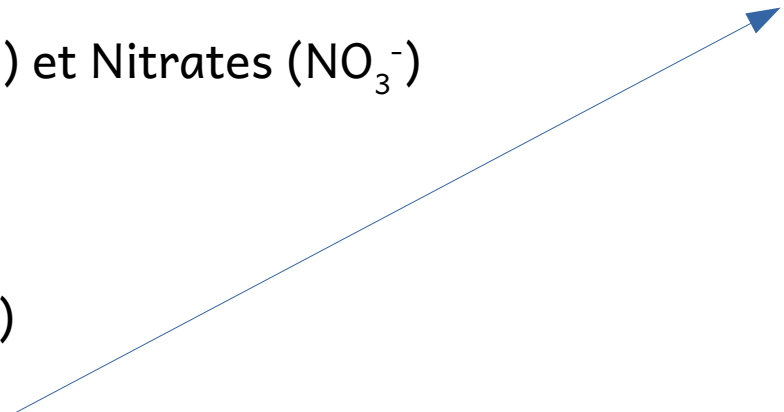
10 catégories classiques :

- 1) Éléments natifs purs
- 2) Sulfures (S^{2-})
- 3) Halogénures (Cl^- , F^- , ...)
- 4) Oxydes (O^{2-})
- 5) Carbonates (CO_3^{2-}) et Nitrates (NO_3^-)
- 6) Borates (BO_3^{3-})
- 7) Sulfates (SO_3^{2-})
- 8) Phosphates (PO_4^{3-})
- 9) Silicates (SiO_x^{4-2x})
- 10) Composés organiques cristallisés

Nombreuses classifications possibles des minéraux

10 catégories classiques :

- 1) Éléments natifs purs
- 2) Sulfures (S^{2-})
- 3) Halogénures (Cl^- , F^- , ...)
- 4) Oxydes (O^{2-})
- 5) Carbonates (CO_3^{2-}) et Nitrates (NO_3^-)
- 6) Borates (BO_3^{3-})
- 7) Sulfates (SO_3^{2-})
- 8) Phosphates (PO_4^{3-})
- 9) Silicates (SiO_x^{4-2x})
- 10) Composés organiques cristallisés

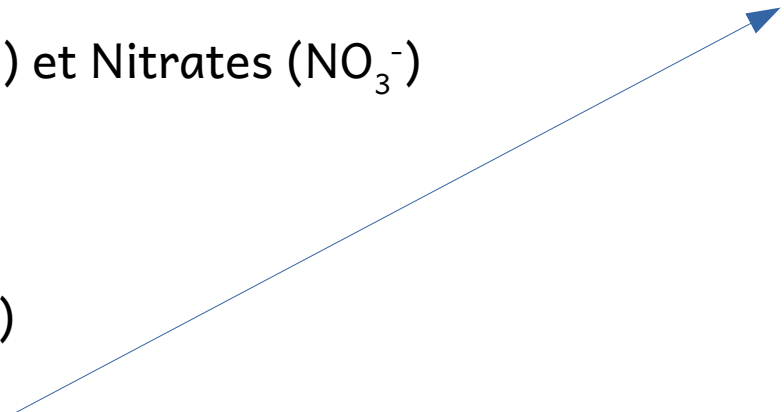


Parmi les plus diversifiés et fréquents dans certains types de roches :
Nésosilicates, Tectosilicates,
Phylosilicates, ...

Nombreuses classifications possibles des minéraux

10 catégories classiques :

- 1) Éléments natifs purs
- 2) Sulfures (S^{2-})
- 3) Halogénures (Cl^- , F^- , ...)
- 4) Oxydes (O^{2-})
- 5) Carbonates (CO_3^{2-}) et Nitrates (NO_3^-)
- 6) Borates (BO_3^{3-})
- 7) Sulfates (SO_3^{2-})
- 8) Phosphates (PO_4^{3-})
- 9) Silicates (SiO_x^{4-2x})
- 10) Composés organiques cristallisés



Parmi les plus diversifiés et fréquents dans certains types de roches :
Nésosilicates, Tectosilicates, Phylosilicates, ...

Les minéraux sont classés en fonction de leur composition chimique comme en fonction de leur maille cristalline

Exemple : Nom du carbone pur ?

Exemple : Nom du carbone pur ?

Diamant



Graphite

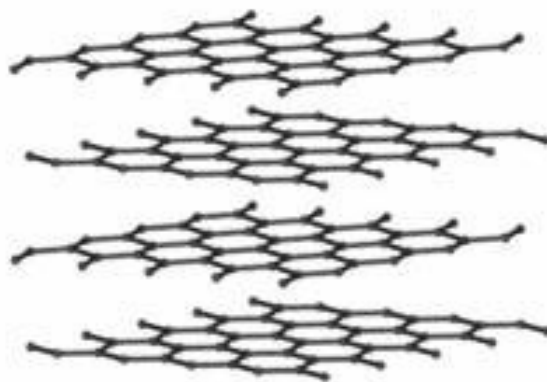
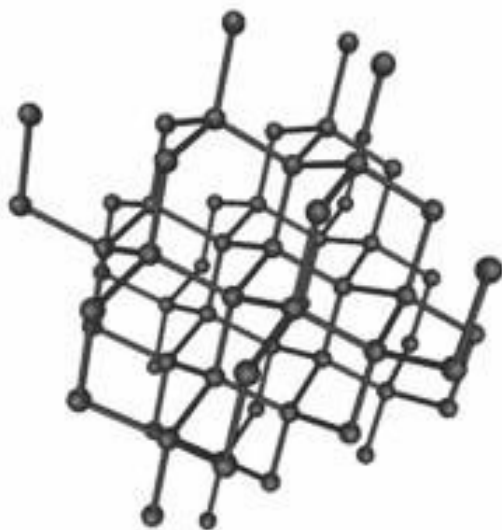


Exemple : Nom du carbone pur ?

Diamant



Graphite

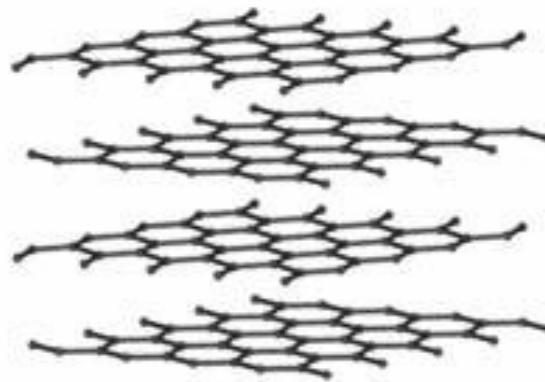
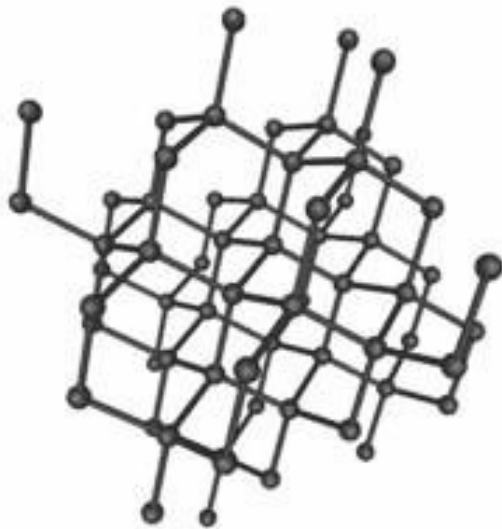


Exemple : Nom du carbone pur ?

Diamant



Graphite



Deux **mailles cristallines** différentes, qui ont toutes deux des propriétés différentes

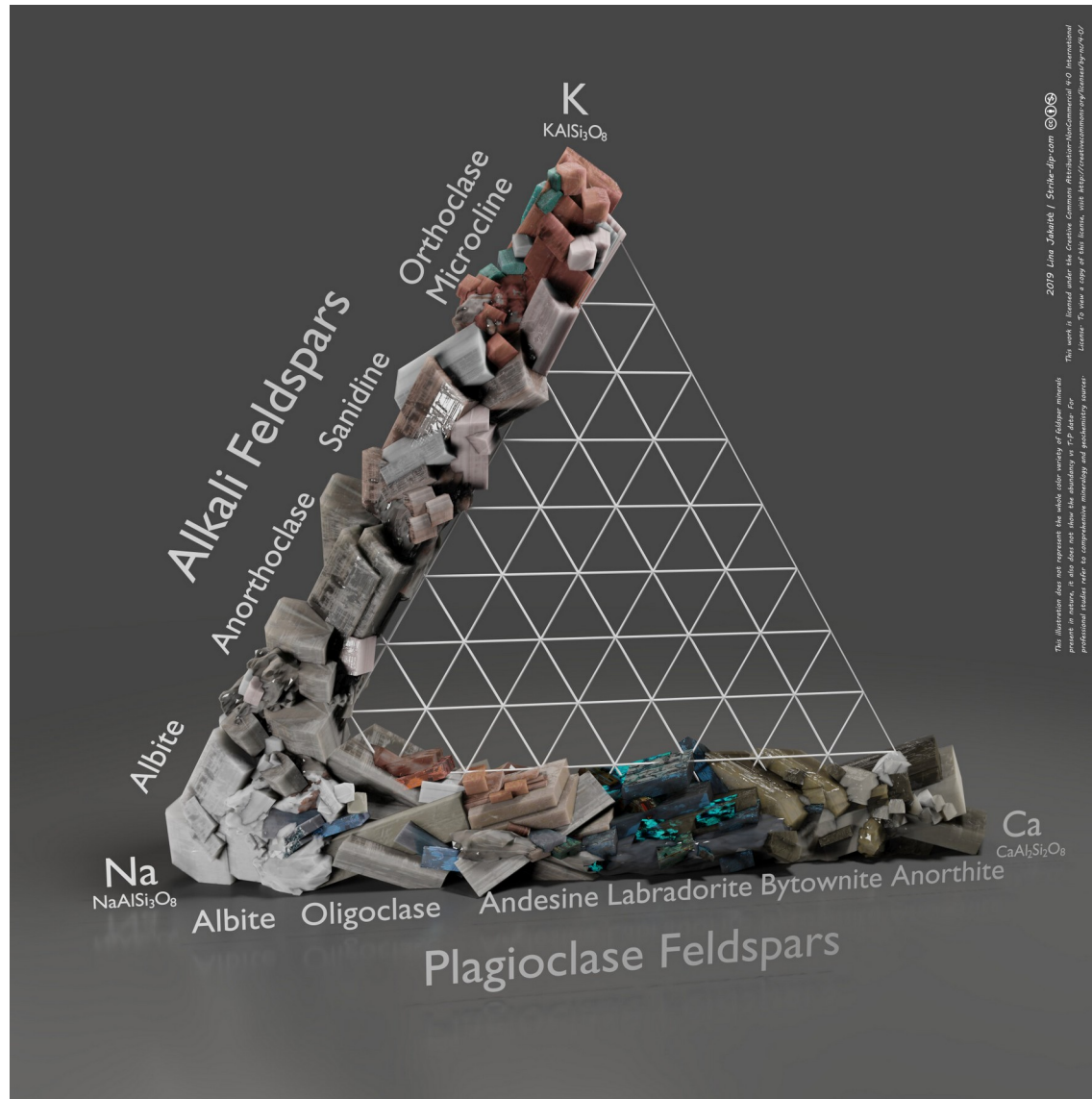


Attention : La formule chimique d'un minéral ne comprend pas que des entiers

→ Souvent, il existe des pôles purs entre lesquels se trouvent des **solutions solides** intermédiaires

Attention : La formule chimique d'un minéral ne comprend pas que des entiers

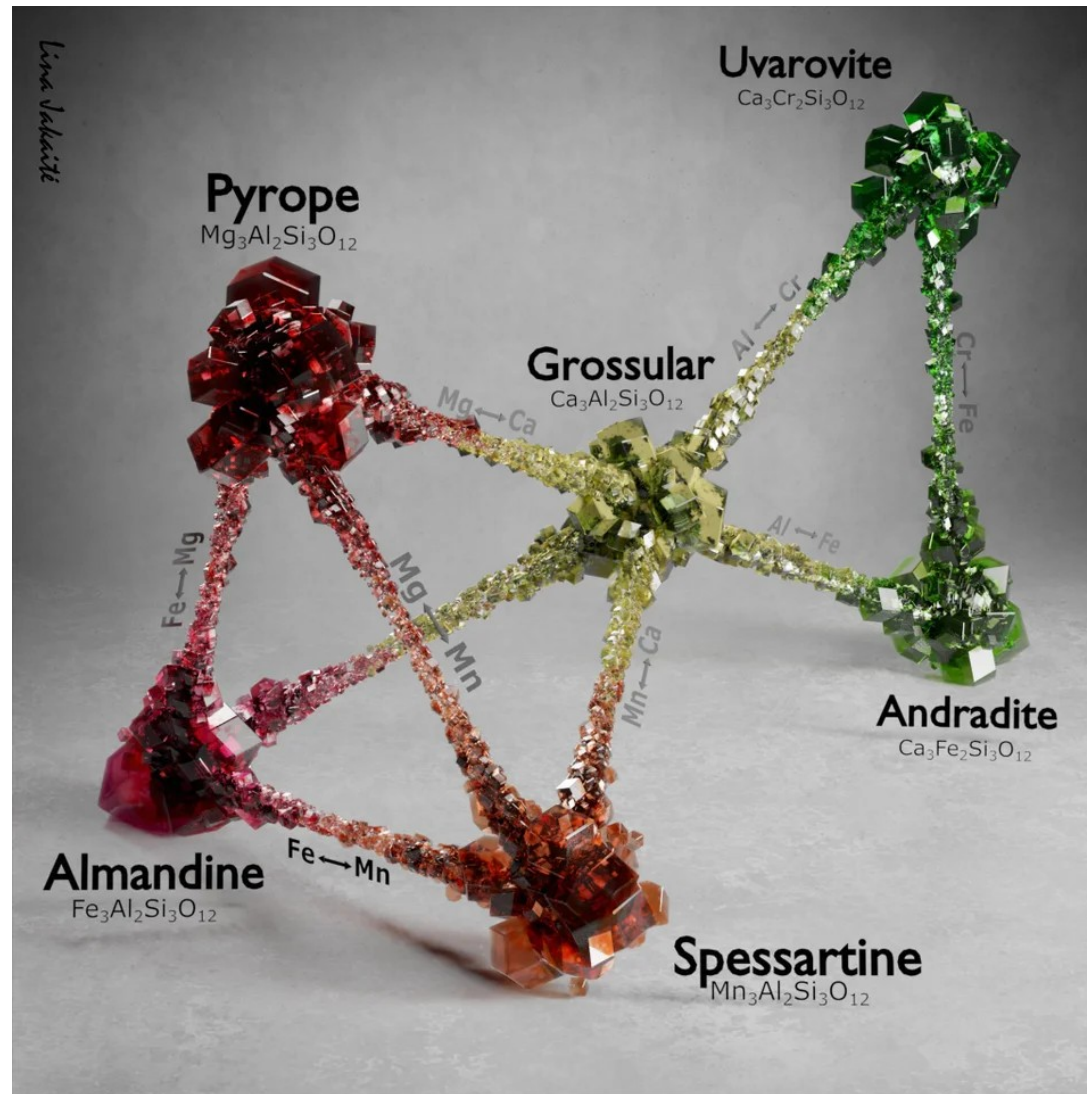
→ Souvent, il existe des pôles purs entre lesquels se trouvent des **solutions solides** intermédiaires



*Exemple des
feldspaths*

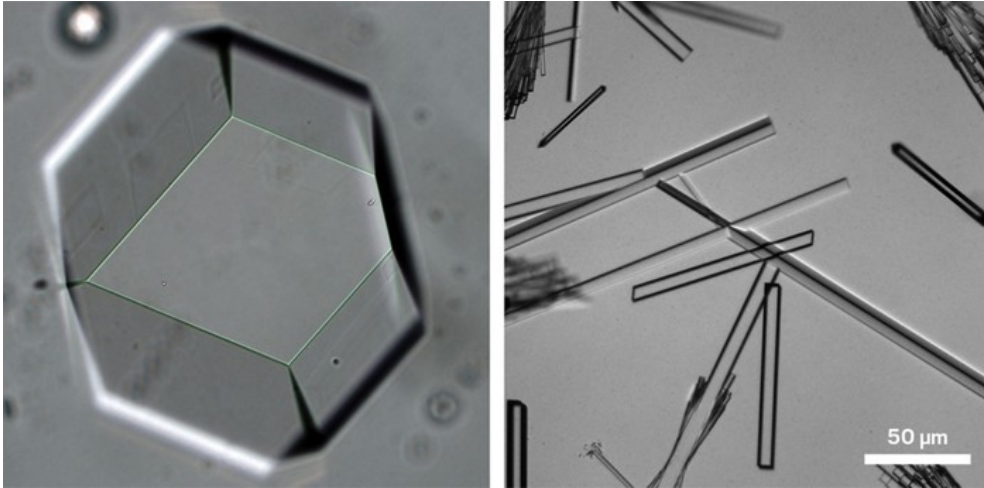
Attention : La formule chimique d'un minéral ne comprend pas que des entiers

→ Souvent, il existe des pôles purs entre lesquels se trouvent des **solutions solides** intermédiaires



Exemple des grenats

Or, tous les cristaux ne sont pas des minéraux



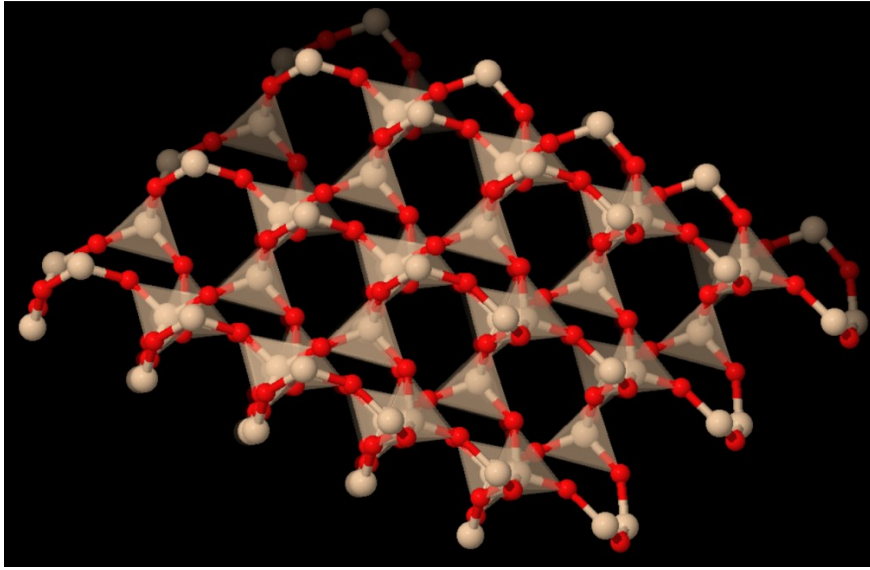
Protéine de Glucose isomérase cristallisée

Minéral de fluorite

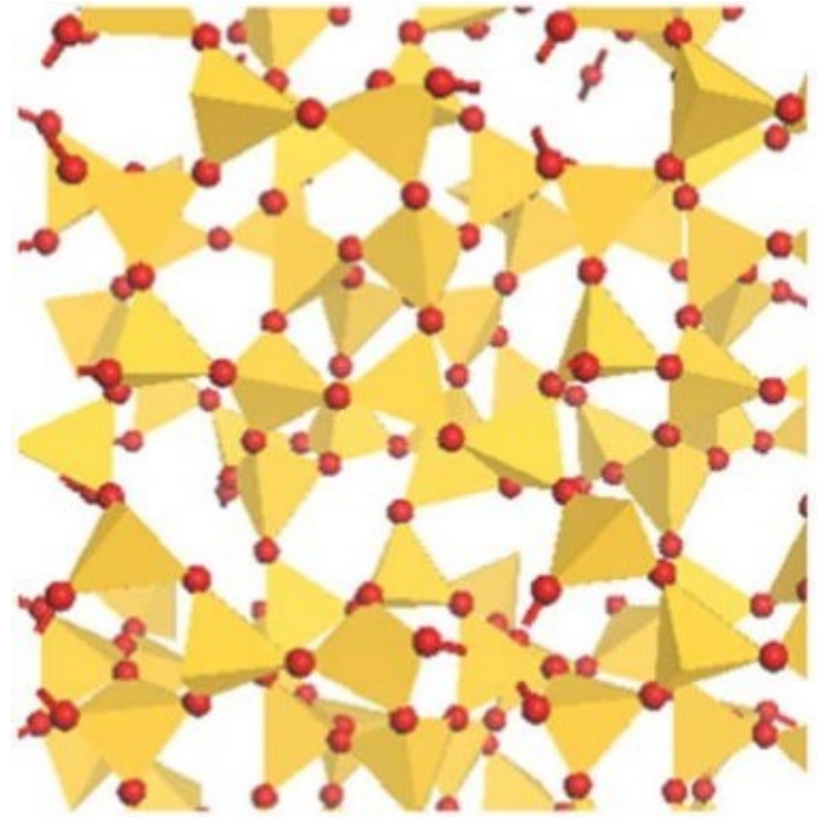


Minéral : Solide cristallin (= dont les atomes sont ordonnés) homogène de composition chimique définie qui se forme naturellement dans la nature

Est-ce que toute matière solide est cristalline ?



Réseau cristallin d'un quartz (SiO₂)



Organisation des atomes dans du **verre** (SiO₂)

On appelle un **verre** un solide non cristallin car présentant un agencement des atomes non régulier. On parle alors de phase amorphe (par opposition à une phase cristalline)

Exemples ?

Pétrographie : Discipline centrée sur la description des roches, de leur composition et de leur structure.

Pétrologie : Science qui s'intéresse aux processus de formation et de transformation des roches

Pétrographie : Discipline centrée sur la description des roches, de leur composition et de leur structure.

Pétrologie : Science qui s'intéresse aux processus de formation et de transformation des roches



Nous allons distinguer 4 grands types de roche



Sédimentaire



Sédimentaire



Magmatique



Sédimentaire



Magmatique



Métamorphique



Sédimentaire



Magmatique



Métamorphique



Mantellique

Roches qui se distinguent par leurs minéralogie, structure,... Mais surtout par leur **mode de formation**

*Comment décrire un roche ?
Quels sont les caractéristiques pertinentes ?*



- Minéraux présents et autres éléments constitutifs :

Quartz, Feldspath alcalins, Feldspath plagioclase, Biotite, Muscovite



Calcaire à bélemnites



Conglomérat

- Minéraux présents et autres éléments constitutifs : Minéraux, grains, fossiles

Quartz, Feldspath alcalins, Feldspath plagioclase, Biotite, Muscovite



Rhyolite



Granite

→ Bonne approche, mais insuffisante

- Minéraux présents et autres éléments constitutifs : Minéraux, grains, fossiles

- Dureté de la roche : meuble (argilite), friable (craie), compacte (marbre), ...

→ Peut dépendre à la fois de la nature des composant et de ce qui les lie entre eux au sein de la roche



Marbre



Craie

- Minéraux présents et autres éléments constitutifs : Minéraux, grains, fossiles
- Dureté de la roche : meuble (argilite), friable (craie), compacte (marbre), ...
- Porosité : Présence de pores dans la roche, $P = \text{Volume des espaces} / \text{Volume total}$



Basalte poreux

- Minéraux présents et autres éléments constitutifs : Minéraux, grains, fossiles
- Dureté de la roche : meuble (argilite), friable (craie), compacte (marbre), ...
- Porosité : Présence de pores dans la roche, $P = \text{Volume des espaces} / \text{Volume total}$
- Orientation préférentielle des éléments : schistosité, linéations, sens de courant, ...



Schiste ardoisier

- Minéraux présents et autres éléments constitutifs : Minéraux, grains, fossiles
- Dureté de la roche : meuble (argilite), friable (craie), compacte (marbre), ...
- Porosité : Présence de pores dans la roche, $P = \text{Volume des espaces} / \text{Volume total}$
- Orientation préférentielle des éléments : schistosité, linéations, sens de courant, ...
- Tailles et répartition des éléments : texture de la roche, granoclassement



*Granoclassement
dans un grès*



Analyser une roche

Échantillon macroscopique :



➡ Observation de la roche



- Cristaux visibles à l'œil nu : Phénocristaux
- Identification de la structure ou de la texture de la roche



Tous les cristaux ou éléments ne sont pas forcément évidents à reconnaître à l'œil

Analyser une roche

Échantillon macroscopique :

 Observation de la roche

 Utilisation de la dureté des minéraux

Échelle de Mohs

Analyser une roche

Échantillon macroscopique :

➡ Observation de la roche

➡ Utilisation de la dureté des minéraux

Échelle de Mohs



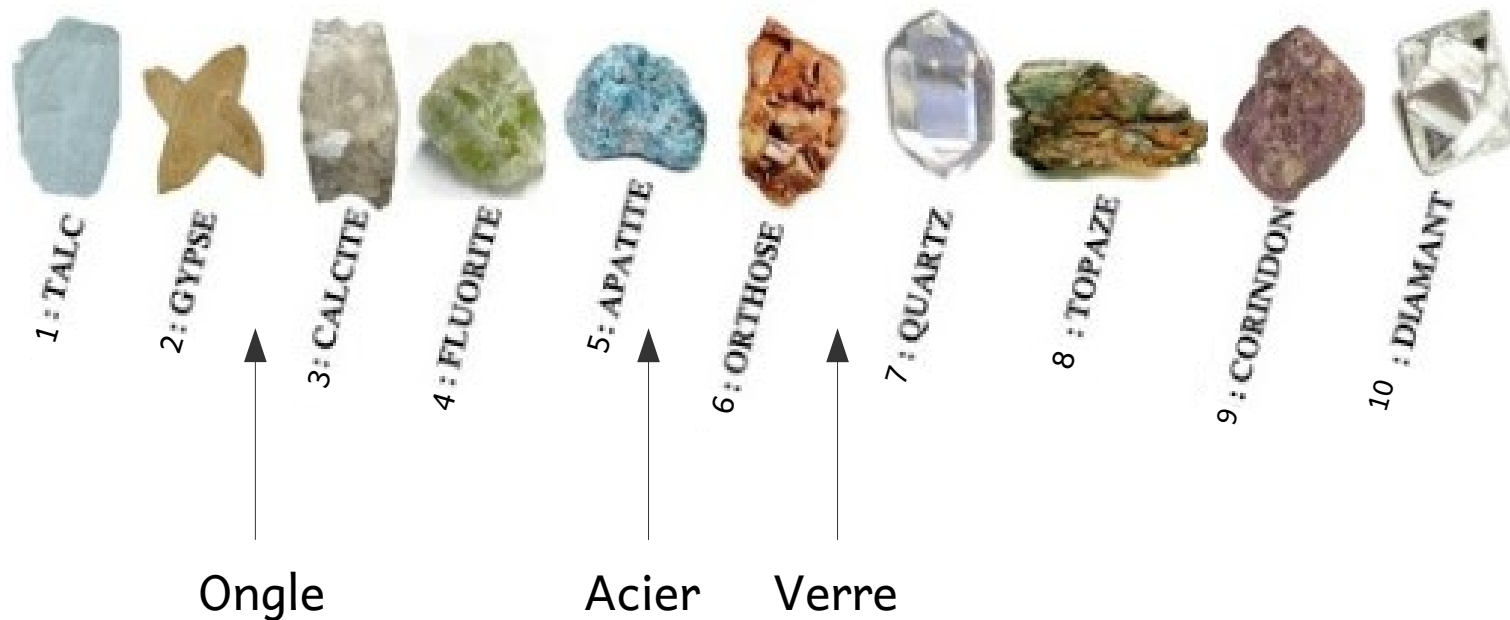
Analyser une roche

Échantillon macroscopique :

➡ Observation de la roche

➡ Utilisation de la dureté des minéraux

Échelle de Mohs



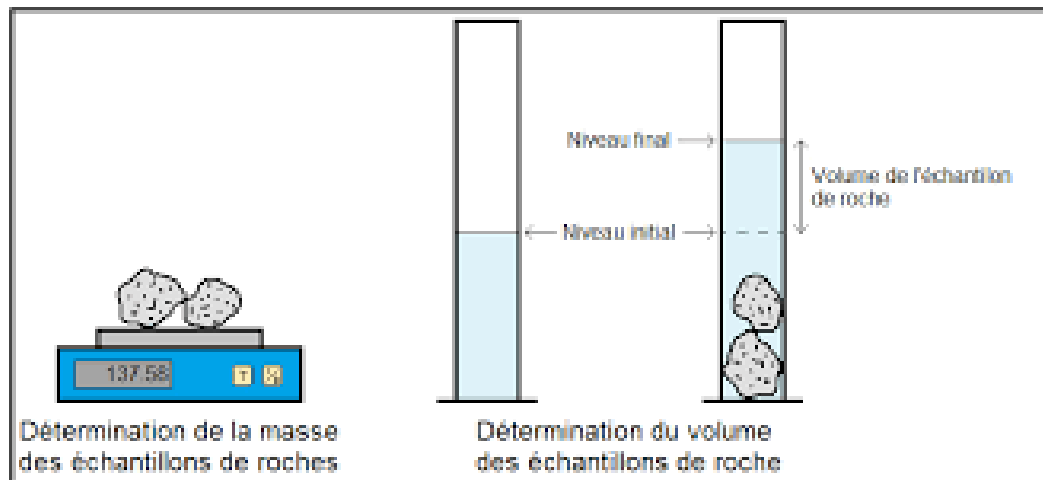
Analyser une roche

Échantillon macroscopique :

➡ Observation de la roche

➡ Utilisation de la dureté des minéraux

➡ Calcul de la densité



Mesure de la masse et du volume
→ Calcul de masse volumique

Dans certains cas
→ Possibilités de déduire
la porosité

Analyser une roche

Échantillon macroscopique :

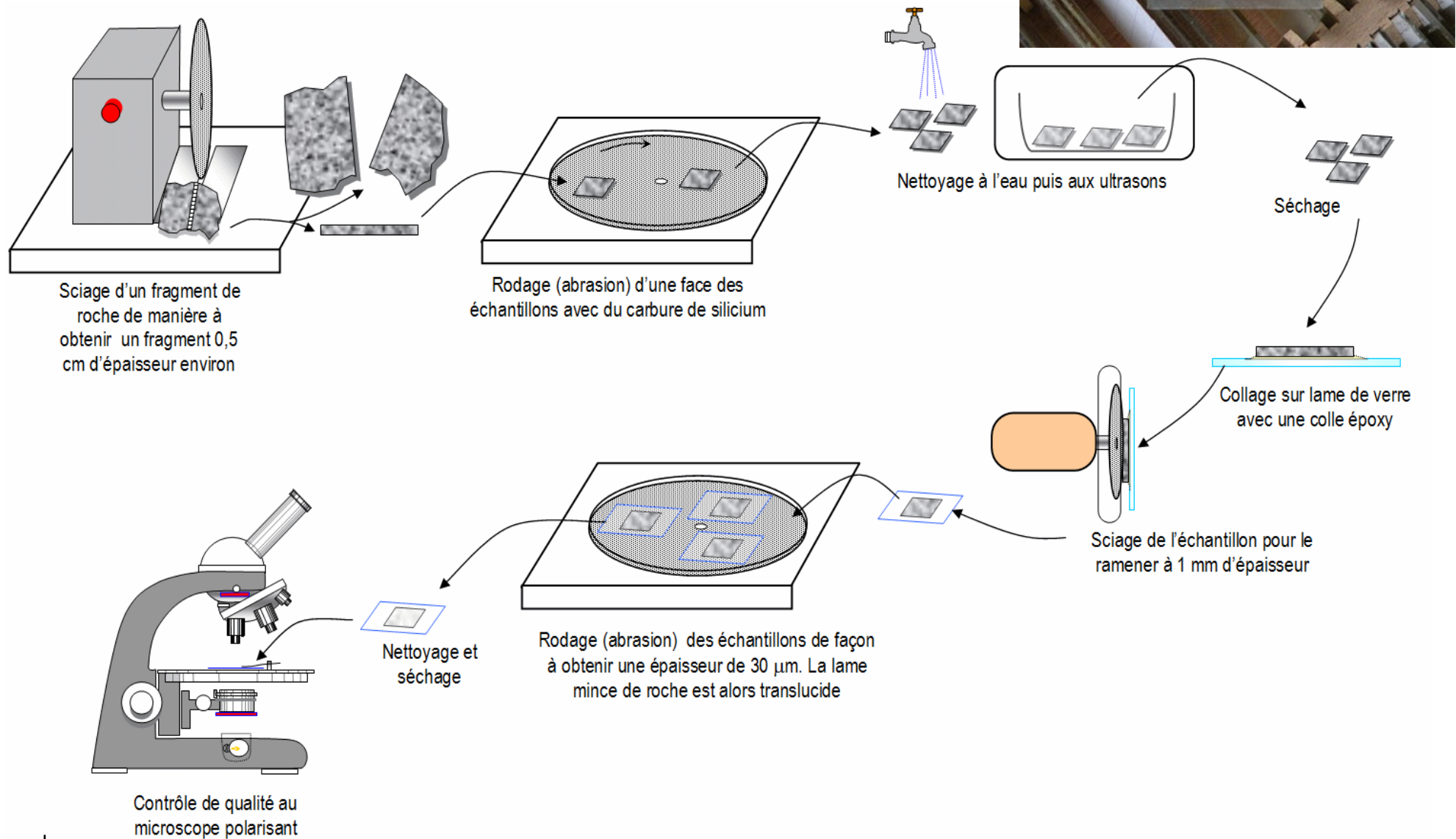
- ➡ Observation de la roche
- ➡ Utilisation de la dureté des minéraux
- ➡ Calcul de la densité
- ➡ Utilisation de réactions chimiques

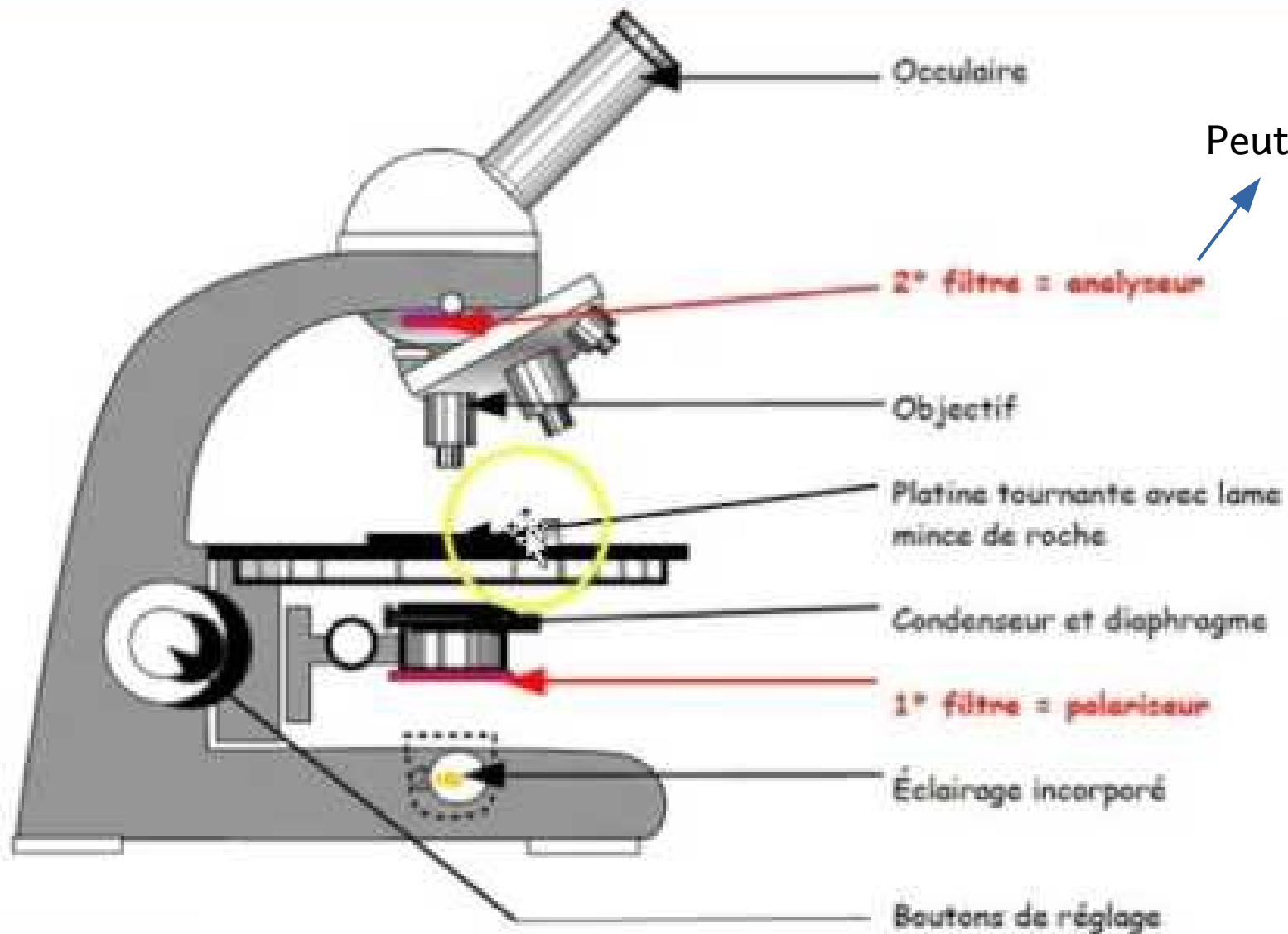
Acide chlorhydrique sur calcaire ?

À tester

Analyser une roche

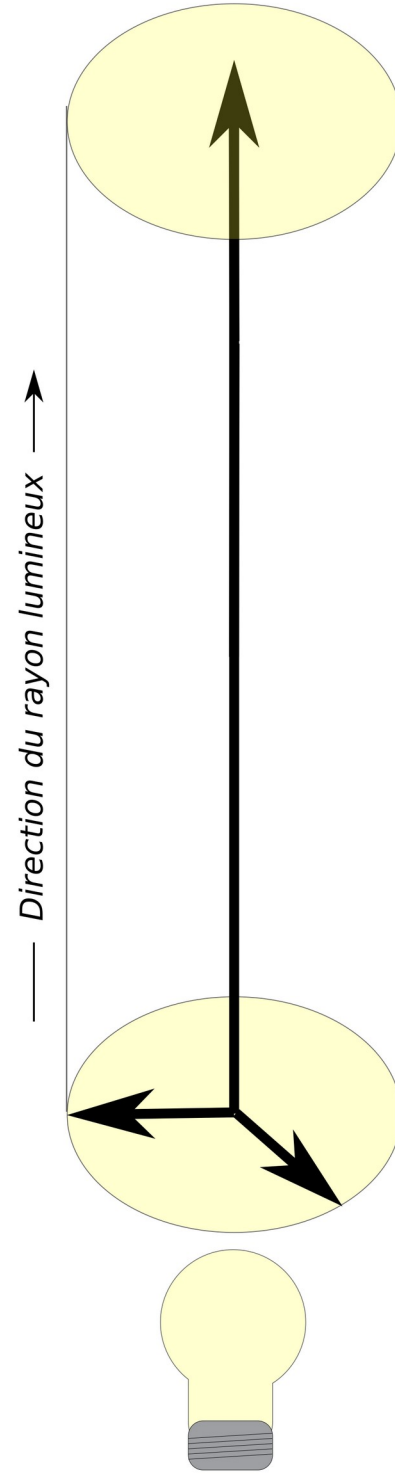
Lame mince :



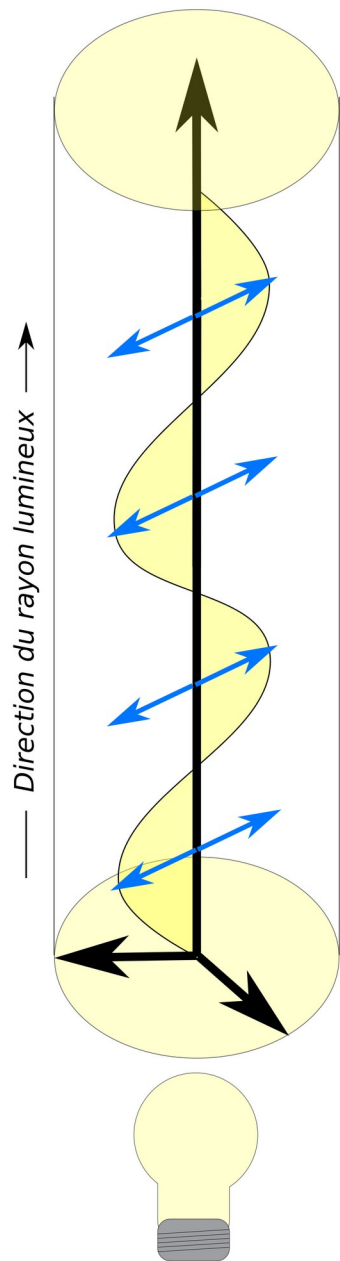


Peut être mis ou enlevé

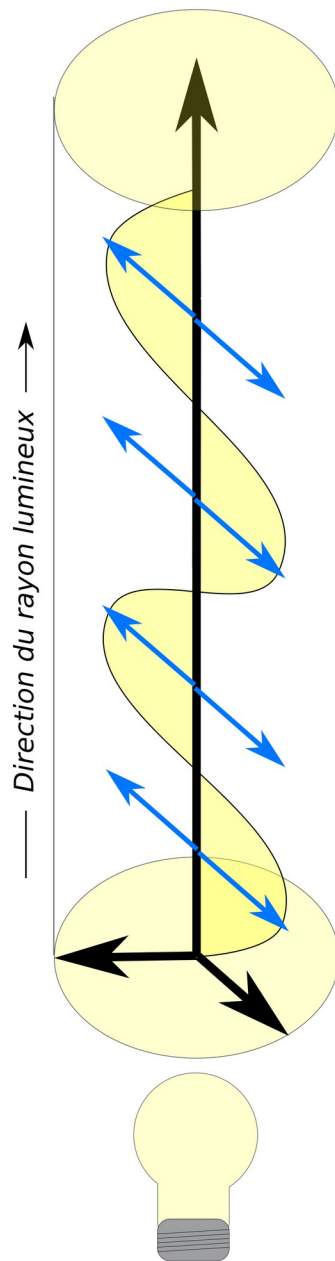
LPA ou LPNA



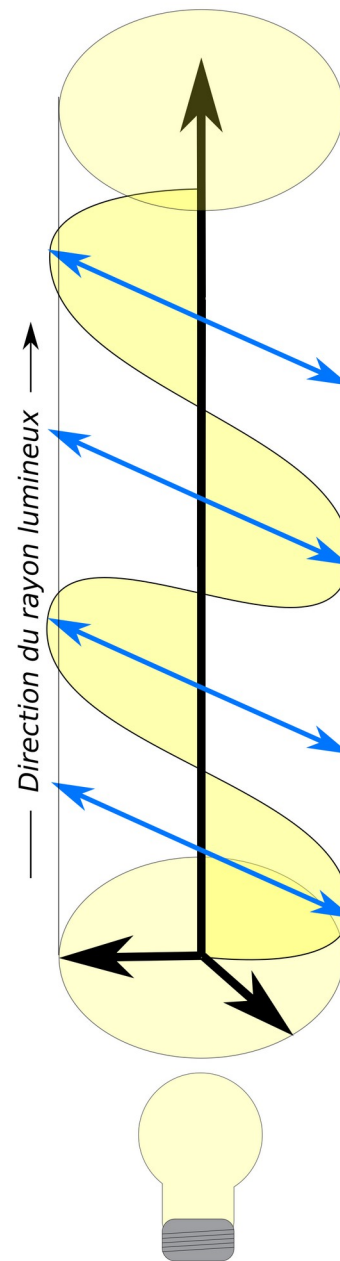
Source de lumière



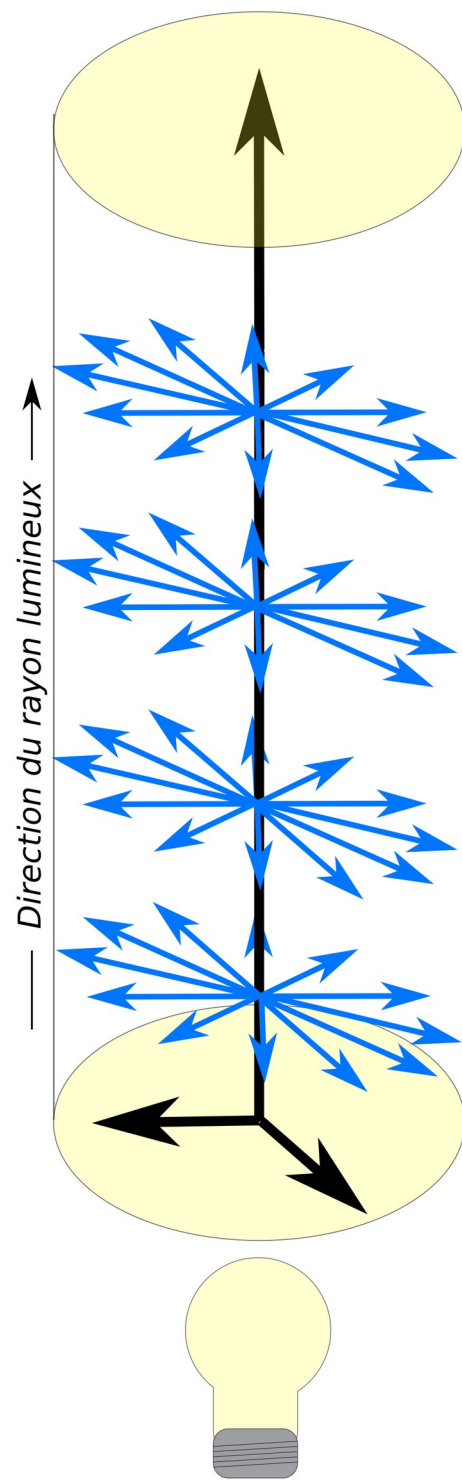
Source de lumière



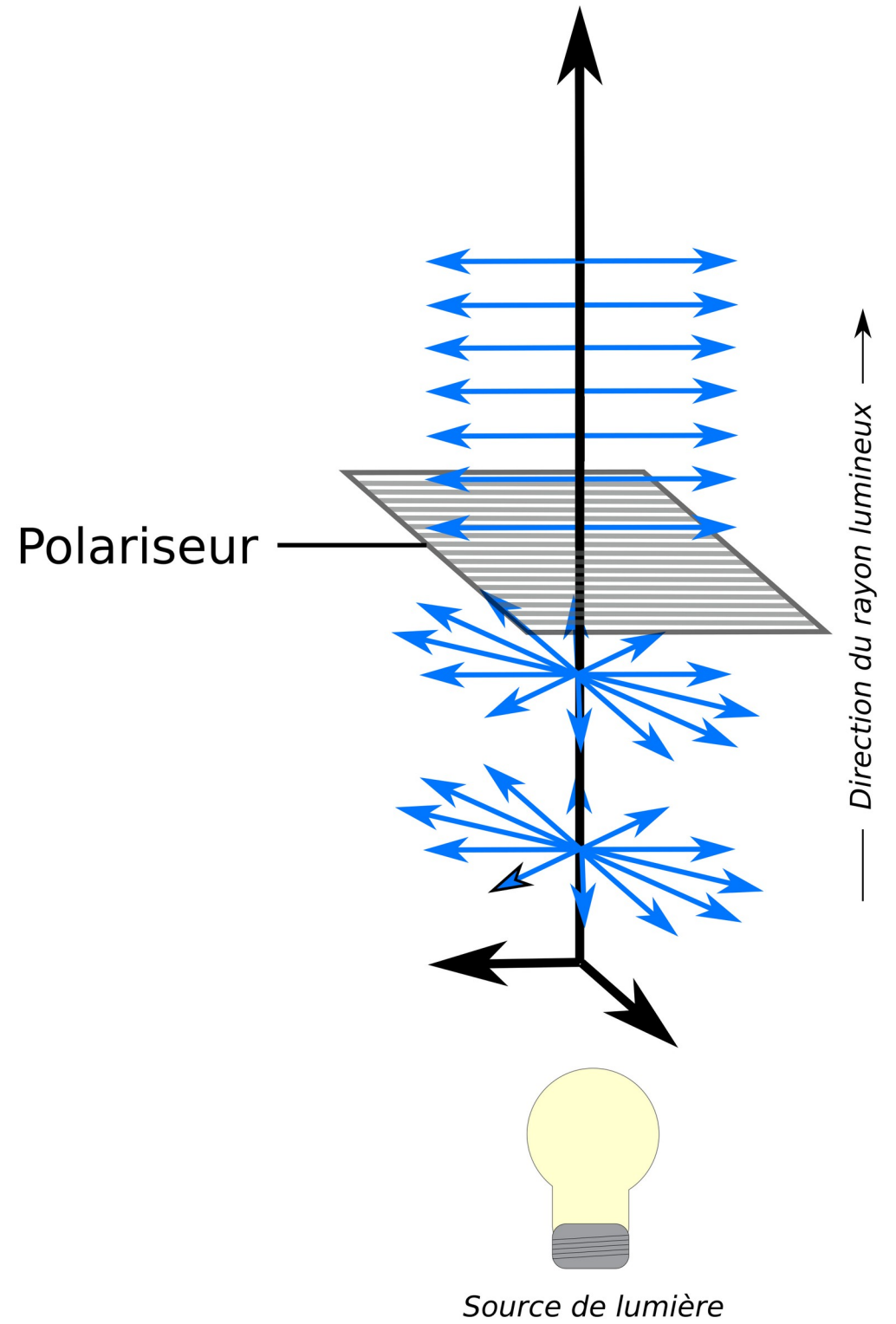
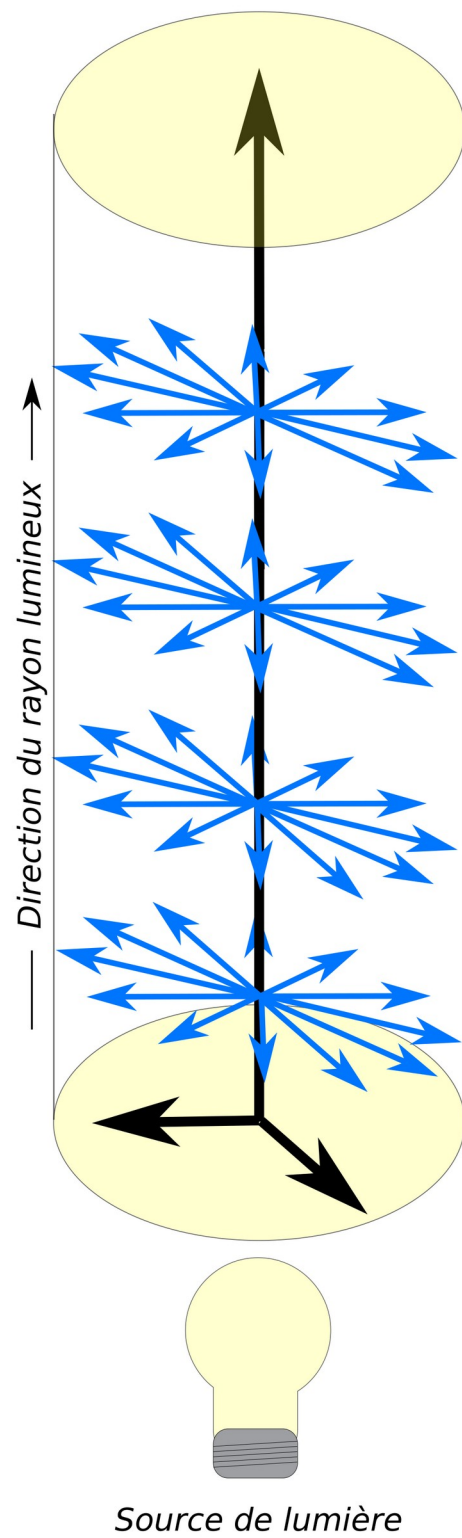
Source de lumière



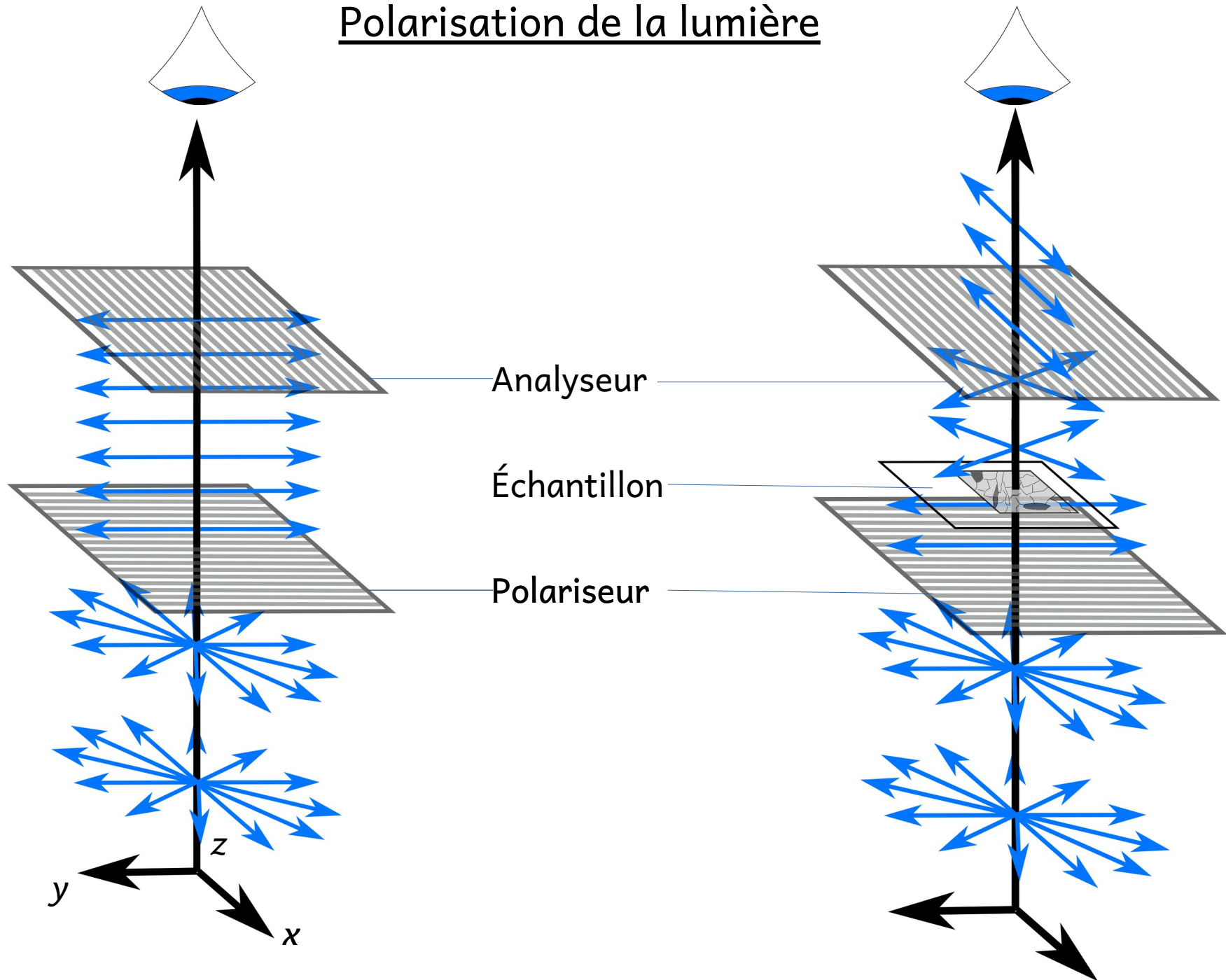
Source de lumière



Source de lumière

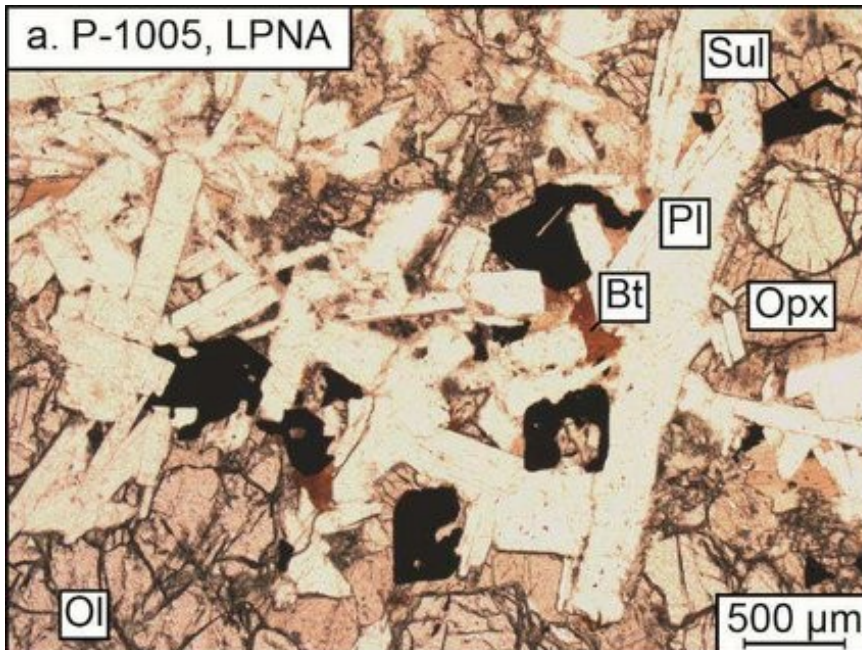


Polarisation de la lumière



Attention à toujours vérifier **avant** une observation que le polariseur et l'analyseur sont correctement croisés

a. P-1005, LPNA



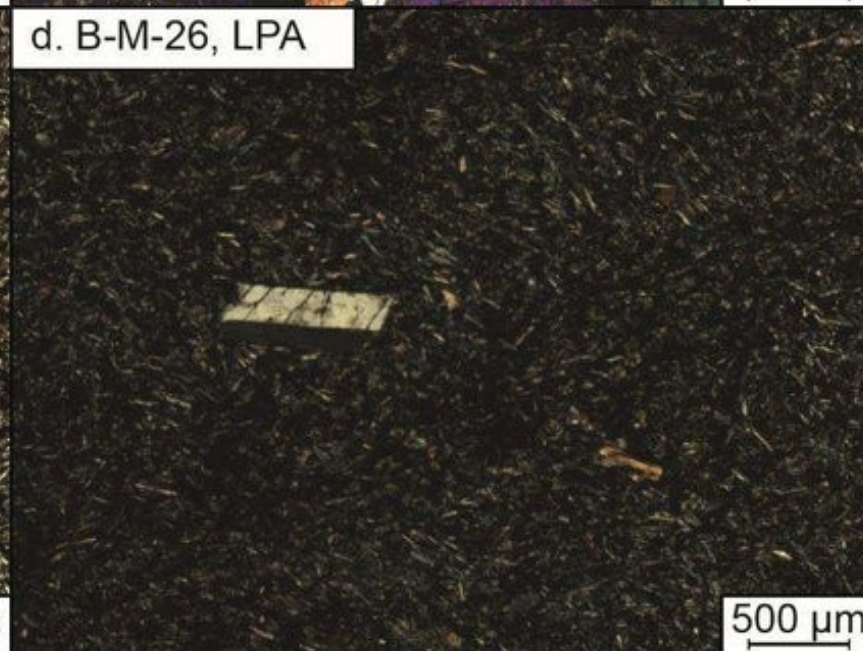
b. P-1005, LPA



c. B-M-26, LPNA



d. B-M-26, LPA



Différents critères de reconnaissance d'un minéral en lame mince : LPNA

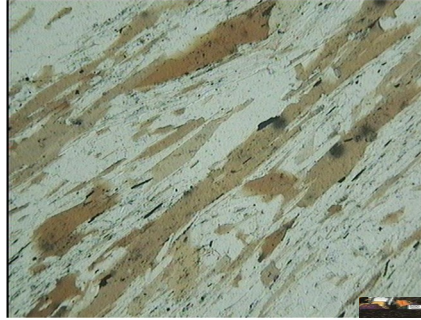
- Couleur (LPNA)



Différents critères de reconnaissance d'un minéral en lame

Mince : LPNA

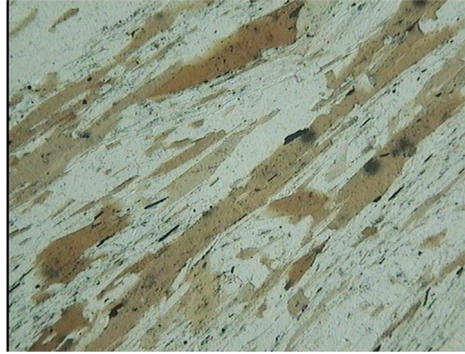
- Couleur (LPNA)
- Pléochroïsme (LPNA)



<https://webtv.univ-lille.fr/video/8288/coloration-et-pleochroisme>

Différents critères de reconnaissance d'un minéral en lame mince : LPNA

- Couleur (LPNA)
- Pléochroïsme (LPNA)



<https://webtv.univ-lille.fr/video/8288/coloration-et-pleochroisme>

- Clivages (LPA/LPNA)

Différents critères de reconnaissance d'un minéral en lame mince : LPNA

- Couleur (LPNA)



- Pléochroïsme

<https://www.earthsci.org/>

- Clivages

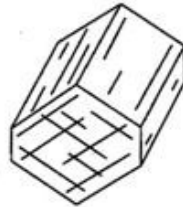
CLIVAGES



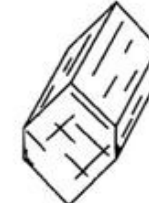
Clivage suivant une famille de plans* (exemple : micas)



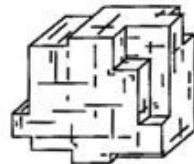
Clivage suivant deux familles de plans presque à angle droit (exemple : feldspaths)



Clivage suivant deux familles de plans décrivant des angles de 56° et 124° (exemple : amphiboles)



Clivage suivant deux familles de plans décrivant des angles de 87° et 93° (exemple : pyroxènes)



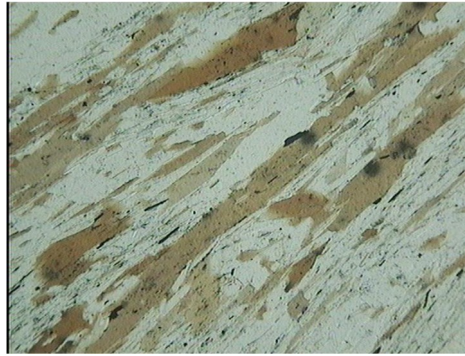
Clivage suivant trois familles de plans à angle droit (cube) (exemple : halite)



Clivage suivant trois familles de plans qui ne décrivent pas un angle droit (rhomboèdre) (exemples : calcite, dolomite)

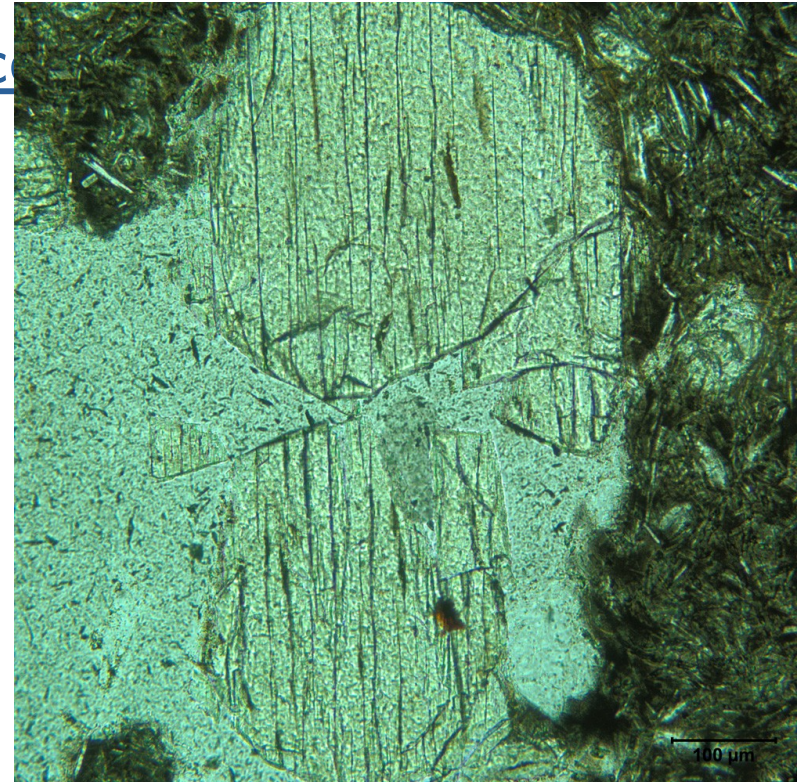
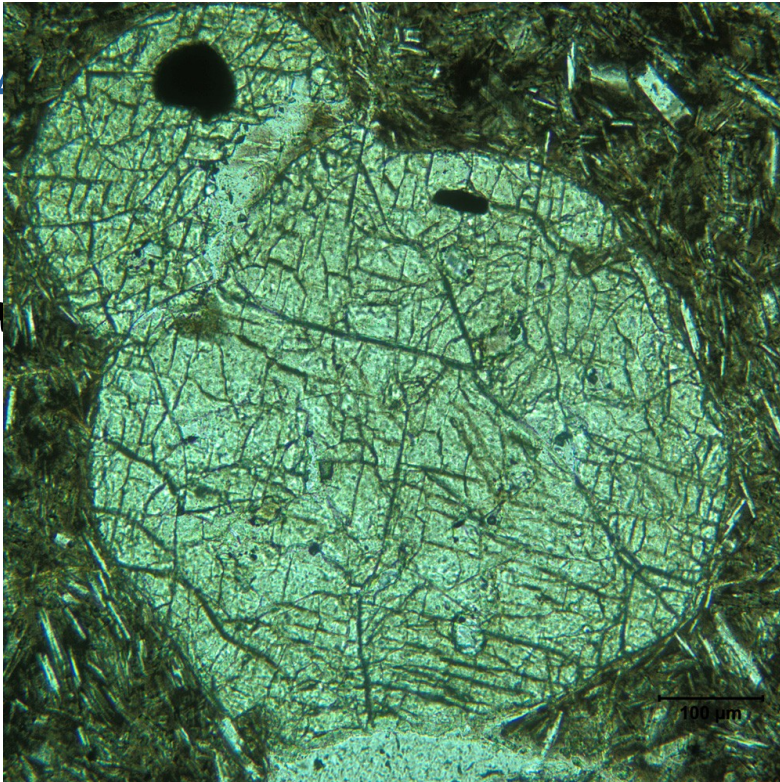
Différents critères de reconnaissance d'un minéral en lame mince : LPNA

- Couleur (LPNA)
- Pléochroïsme (LPNA)



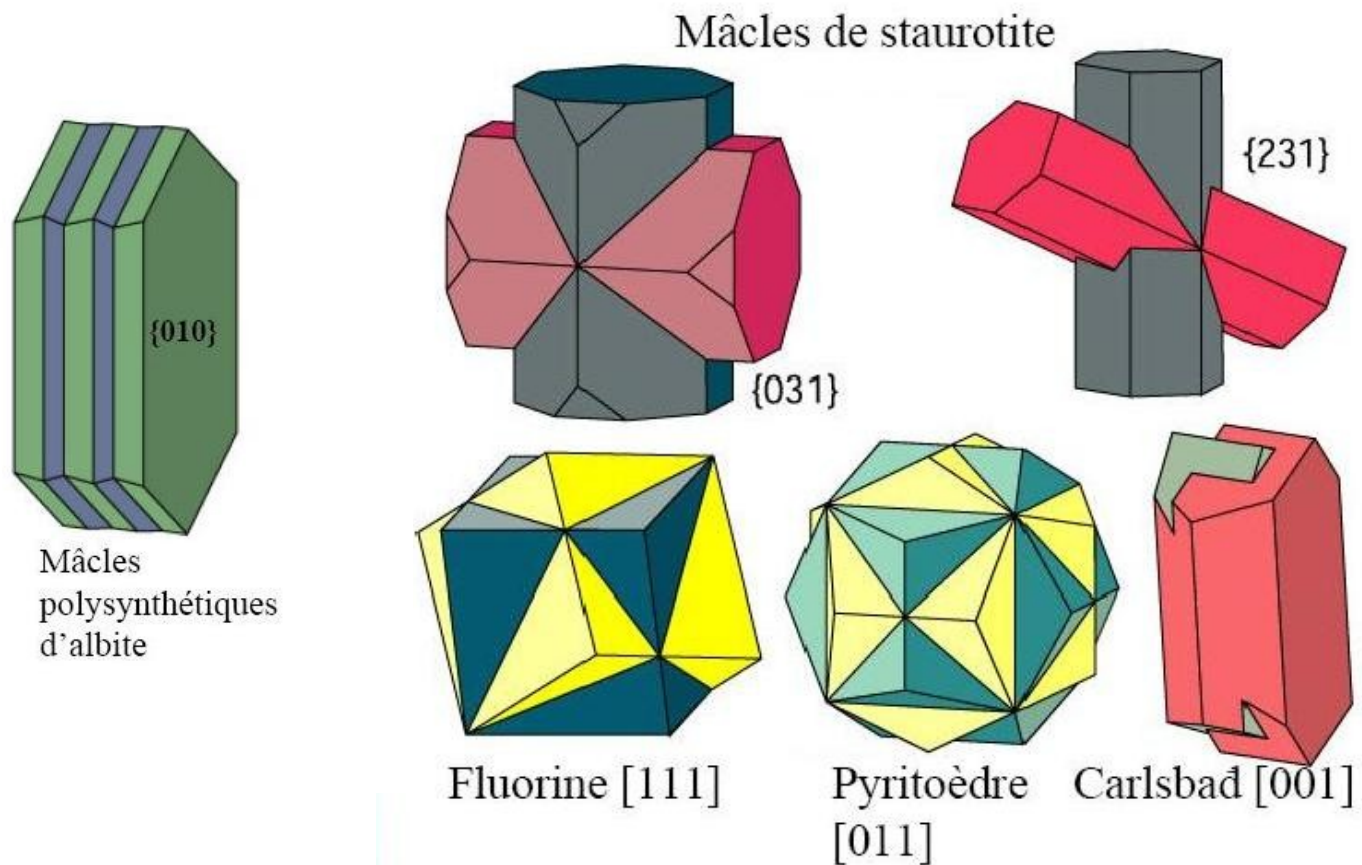
<https://www.researchgate.net/publication/288/c>

- Clivage



Différents critères de reconnaissance d'un minéral en lame mince : LPA

- Macles (LPA)

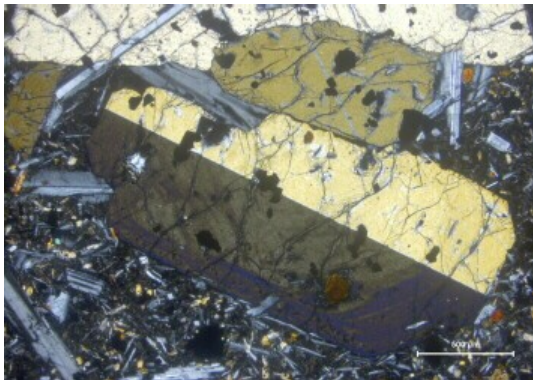


Différents critères de reconnaissance d'un minéral en lame mince : LPA

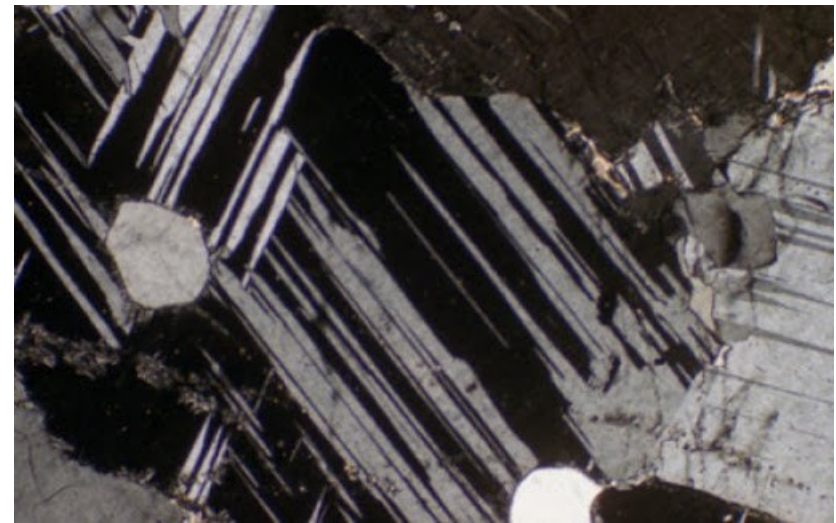
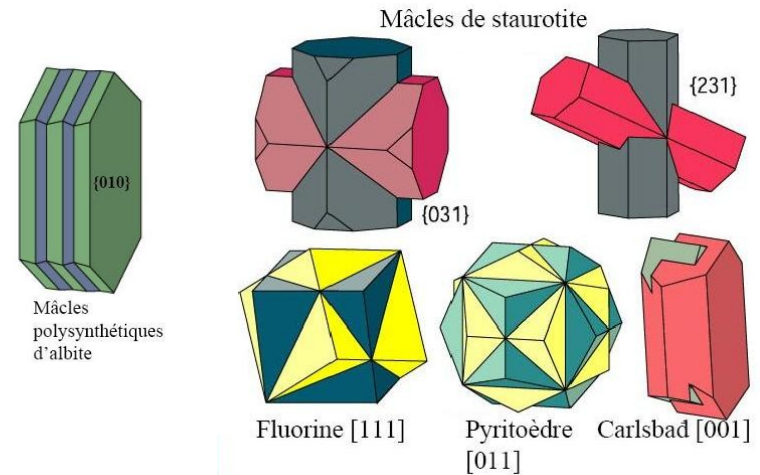
- Macles (LPA)



0,5 cm



Macle de Carlsbad (Orthose)

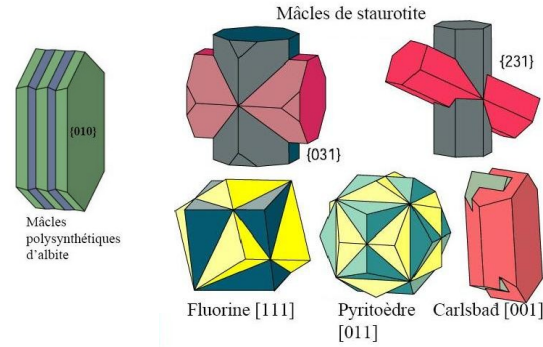


Macle polysynthétique (Plagioclase)

Différents critères de reconnaissance d'un minéral en lame

mince : LPA

- Macles (LPA)



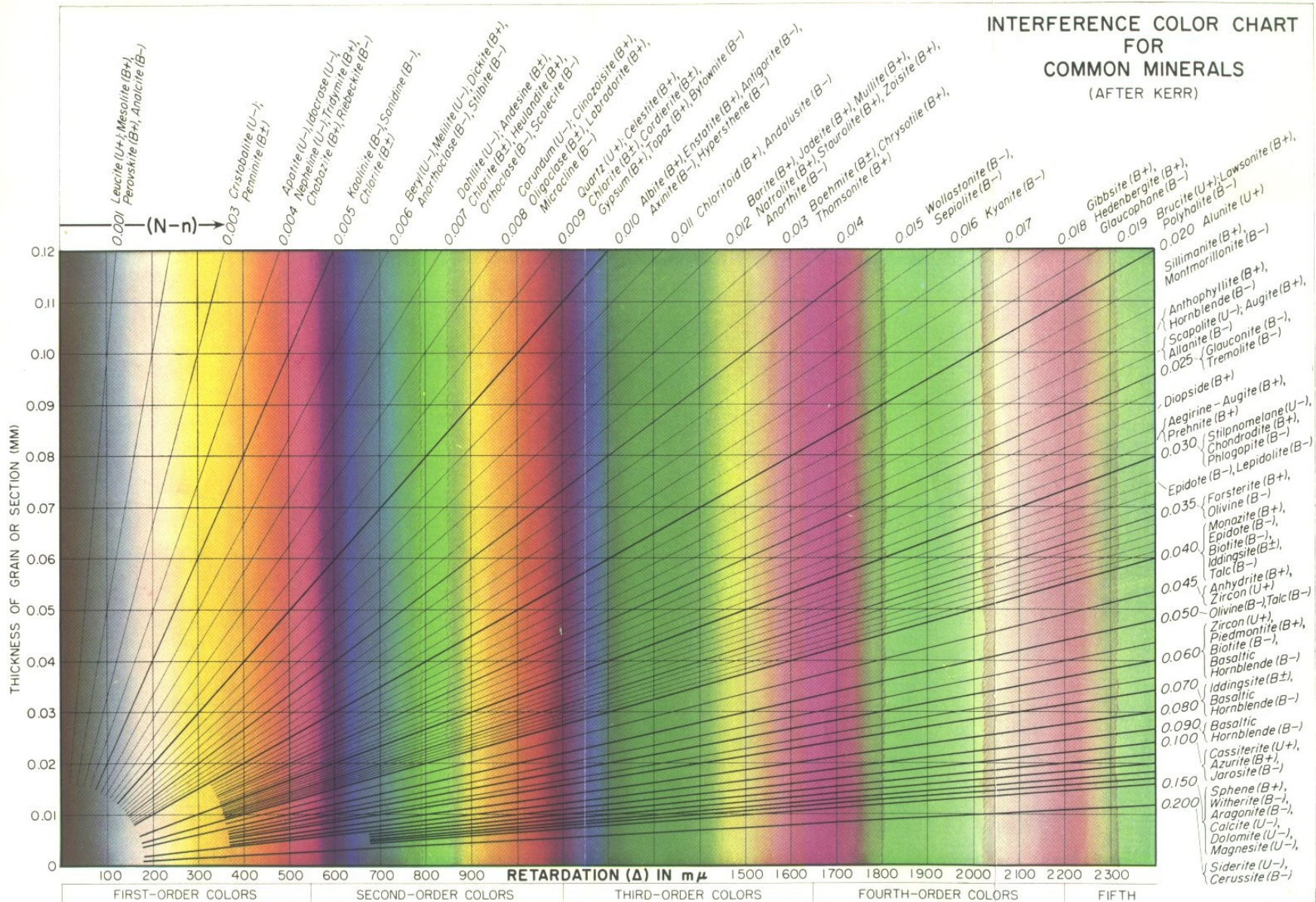
- Teinte de biréfringence (LPA)

Différents critères de reconnaissance d'un minéral en lame

Mince : LPA

- Ma

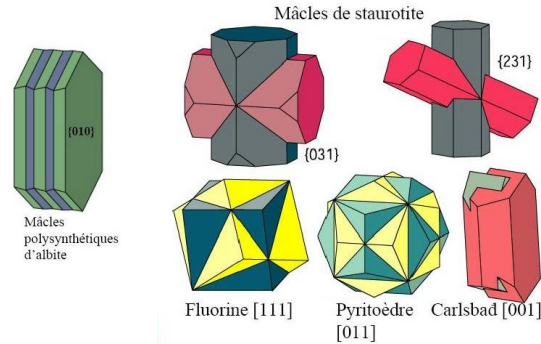
- Tei



Différents critères de reconnaissance d'un minéral en lame

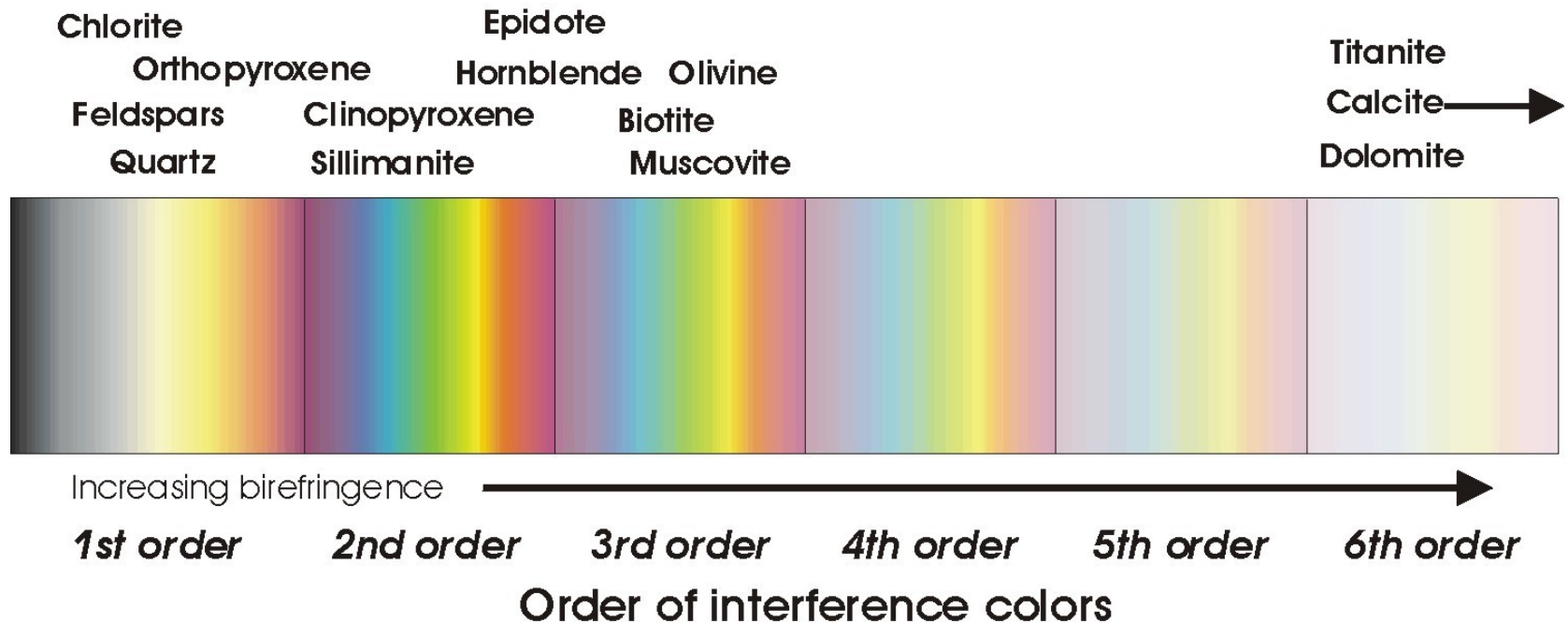
mince : LPA

- Macles (LPA)



- Teinte de biréfringence (LPA)

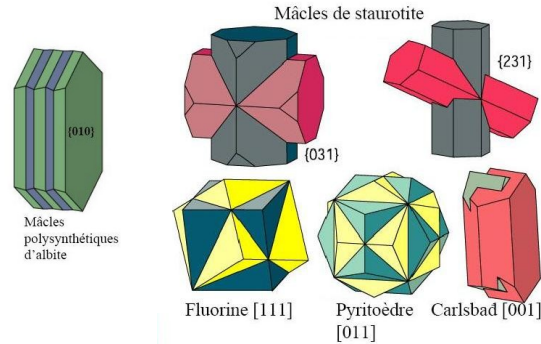
Interference Colors and Birefringence



Différents critères de reconnaissance d'un minéral en lame

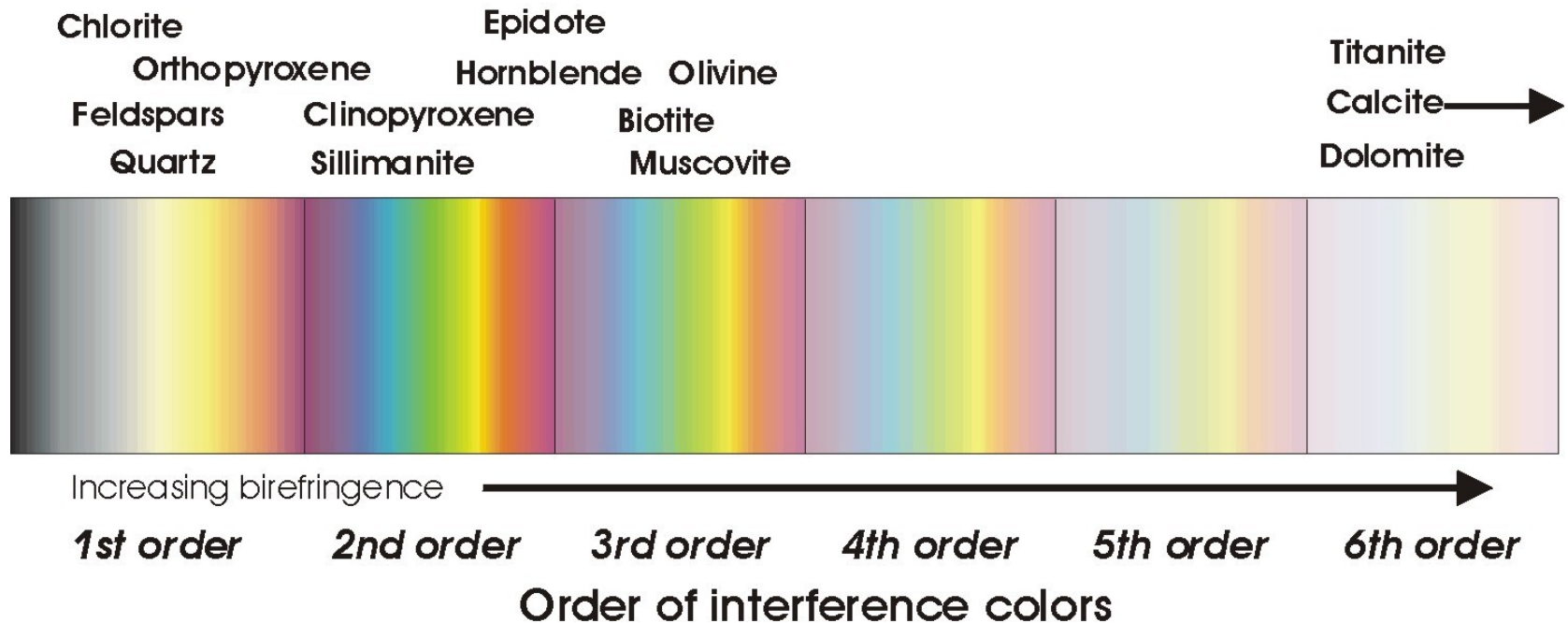
mince : LPA

- Macles (LPA)

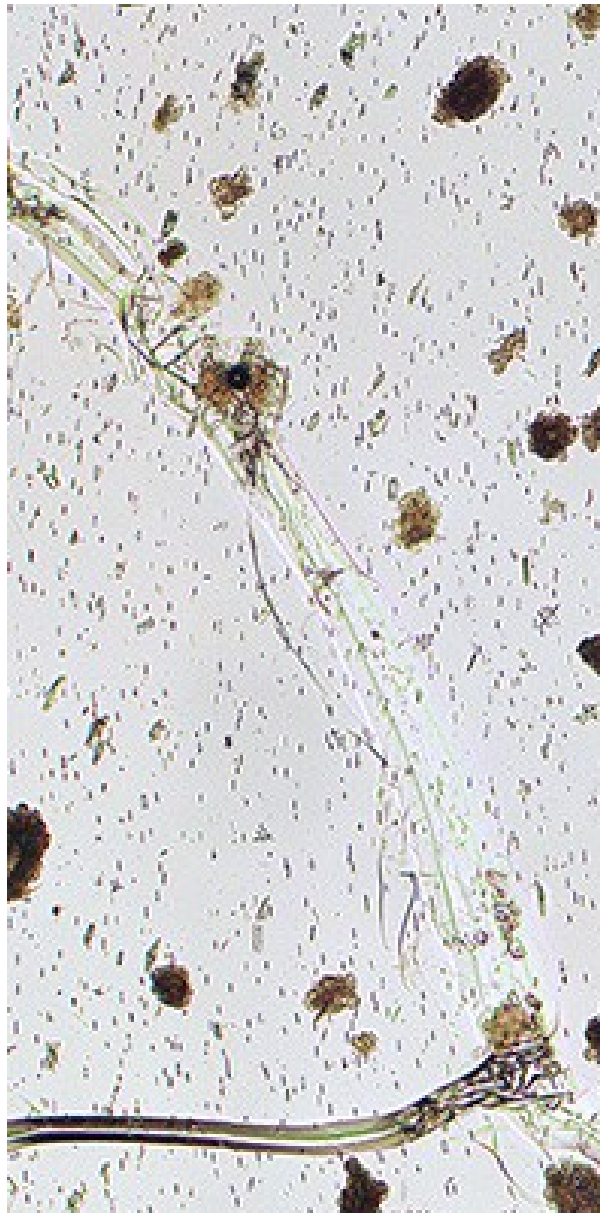


- Teinte de biréfringence (LPA)

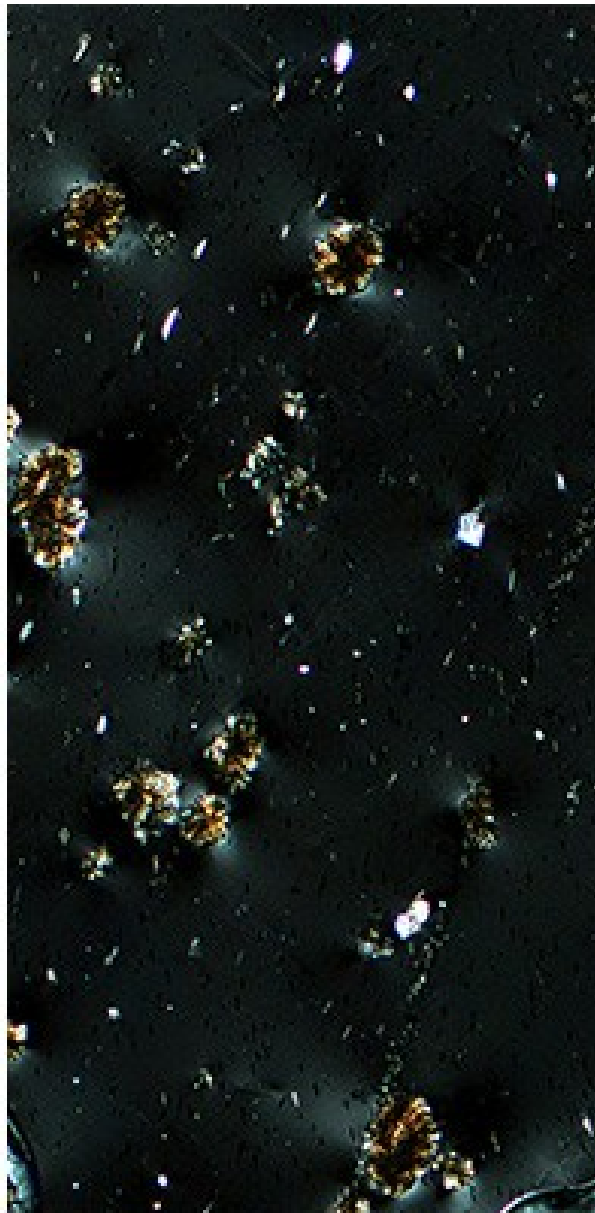
Interference Colors and Birefringence



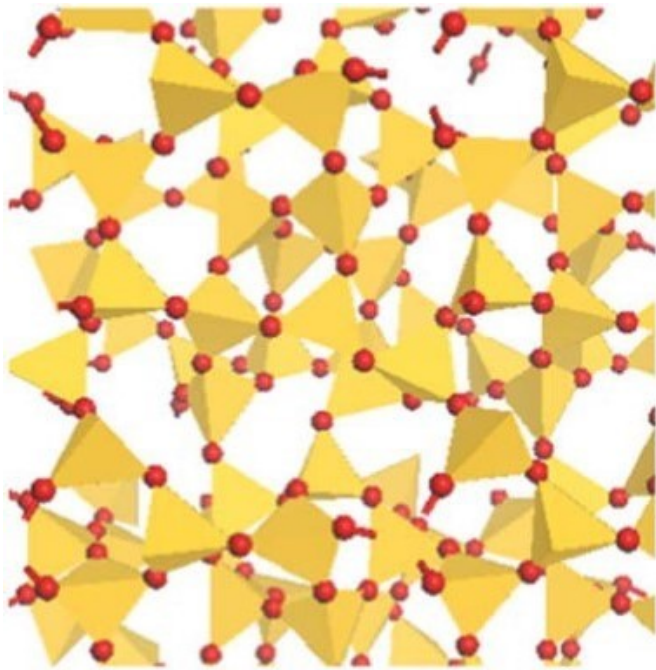
Verre en LPNA



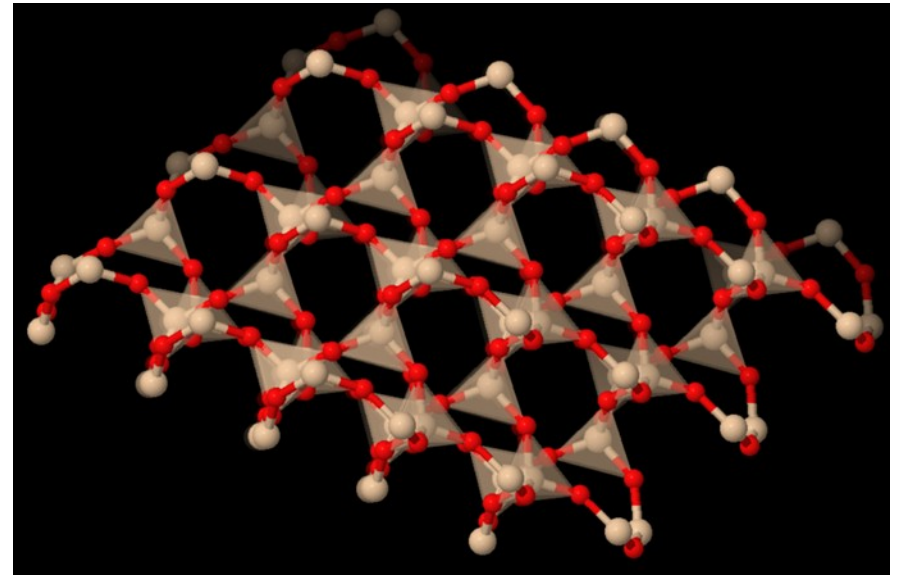
Verre en LPA



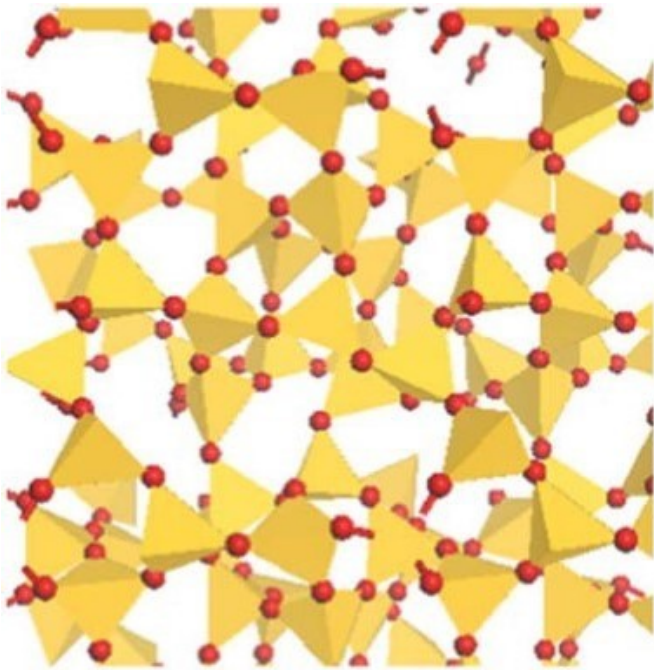
Verre de SiO_2



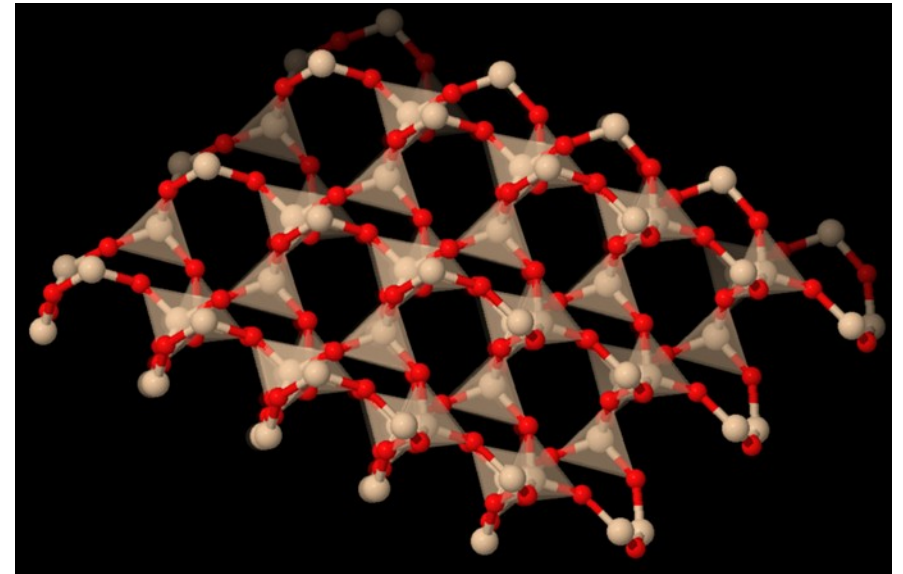
Quartz



Verre de SiO_2



Quartz



Le verre est isotrope : il ne polarise pas la lumière
→ **Apparaît noir (éteint) en LPA**
*(attention, ce n'est pas le seul objet isotrope,
certains minéraux le sont aussi)*

Comment distinguer les grandes familles de roches ?

Comment distinguer les grandes familles de roches ?



Sédimentaire



Magmatique



Métamorphique



Mantellique

Comment distinguer les grandes familles de roches ?



Sédimentaire



Magmatique



Métamorphique



Mantellique

Association de nombreux critères : composition chimique, minéralogique, structure à l'échelle du paysage ou de l'échantillon

Bilan ?

Plan

I) Les roches : Nature, structure et critères d'identification

II) Les grandes familles de roches

III) La répartition des roches sur Terre

I) Les grandes familles de roches

A) Les roches magmatiques

- **Roches magmatiques** :

I) Les grandes familles de roches

A) Les roches magmatiques

- **Roches magmatiques** : Roches issues de la cristallisation d'un magma

I) Les grandes familles de roches

A) Les roches magmatiques

- **Roches magmatiques** : Roches issues de la cristallisation d'un magma
 - Roches **volcaniques** : Refroidissement rapide en surface
 - Roches **plutoniques** : Refroidissement lent en profondeur

Magma : Produit de la fusion complète ou partielle de roches, comprenant une phase liquide, des gaz dissous et possiblement une phase solide sous forme de cristaux. Arrivé en surface, un magma perd une grande partie des gaz dissous et devient une **lave**.

**Roche magmatique
trouvée sur le terrain**

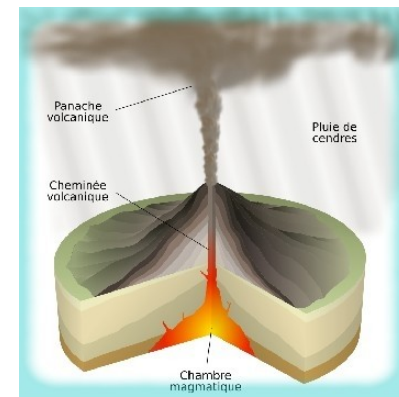
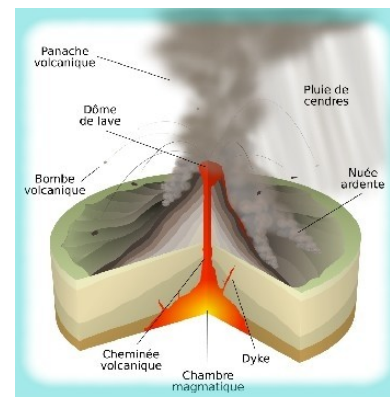
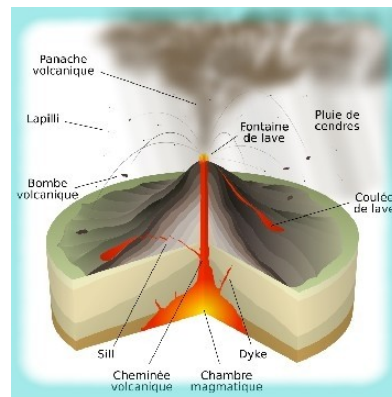
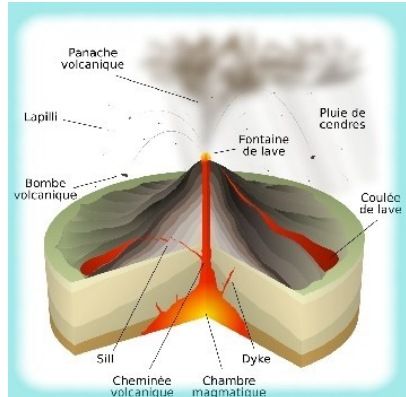
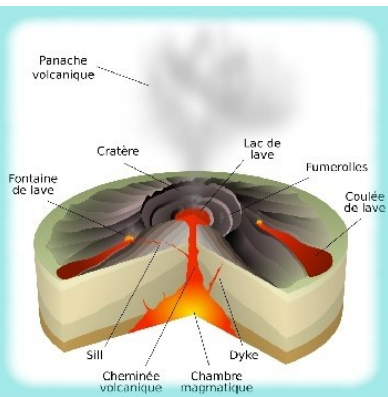


- *Roche qui a fondu*

- *Refroidissement*

- *Mise à l'affleurement*

Distinction Effusif-Explosif assez artificielle :
on observe un gradient d'explosivité



Néanmoins, ces différents dynamismes éruptif peuvent entraîner la formation de roches qui diffèrent par leur : ?



Néanmoins, ces différents dynamismes éruptif peuvent entraîner la formation de roches qui diffèrent par leur : **Porosité**



Différence de porosité liée à deux paramètres principaux :

- Quantité de gaz restant dans la roche



Basalte de coulée



Lave principalement dégazée au cours du trajet



Scorie



Ponce



Lave non dégazée car refroidissement très rapide

Diversité des roches volcaniques

magmas felsiques : $\text{SiO}_2 > 65\%$ et pauvre en Fe

Rhyolite



magmas intermédiaires : $52\% < \text{SiO}_2 < 65\%$

Trachyte



Andésite



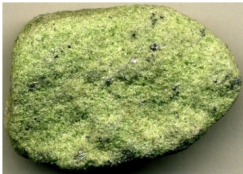
magmas mafiques : $45\% < \text{SiO}_2 < 52\%$, Fe relativement abondant

Basalte



magmas ultramafiques : $\text{SiO}_2 < 45\%$, Fe et Mg abondants

Péridotite



Diversité des roches volcaniques

magmas felsiques : $\text{SiO}_2 > 65\%$ et pauvre en Fe

Rhyolite



magmas intermédiaires : $52\% < \text{SiO}_2 < 65\%$

Trachyte



Andésite

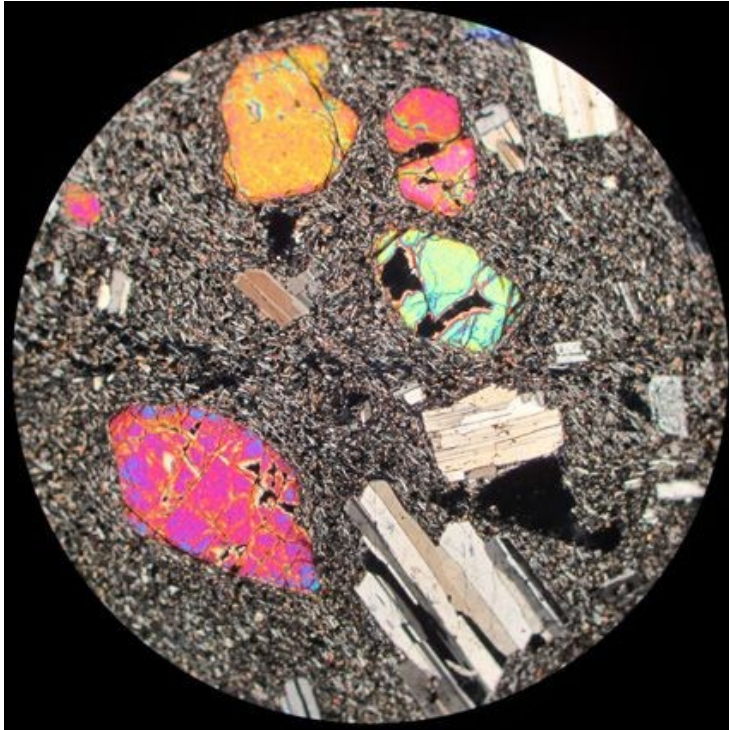


magmas mafiques : $45\% < \text{SiO}_2 < 52\%$, Fe relativement abondant

Basalte



Basalte



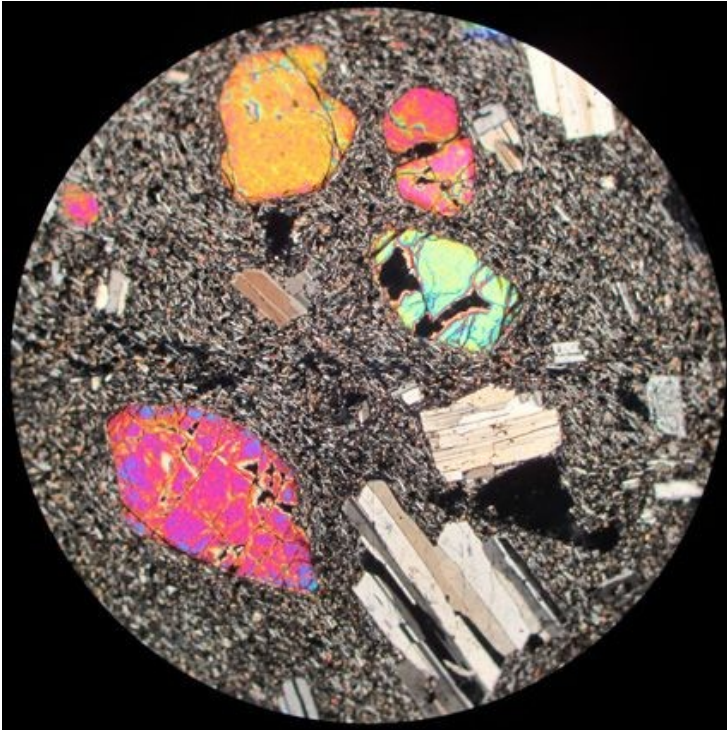
Gabbro



Composition minérale ?

Texture ?

Basalte



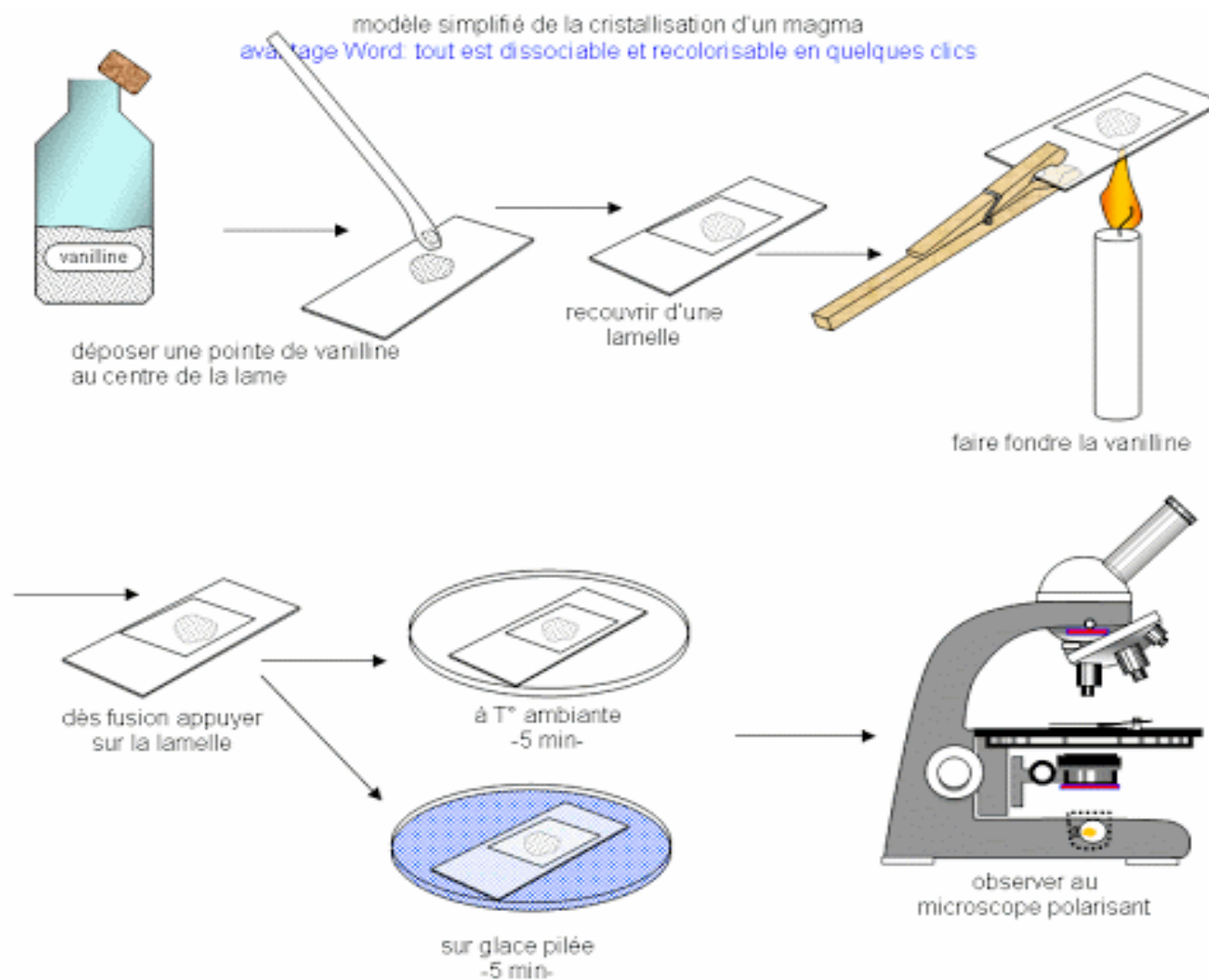
- Plagioclase, pyroxènes et éventuellement olivine
- Texture **microlithique**

Gabbro



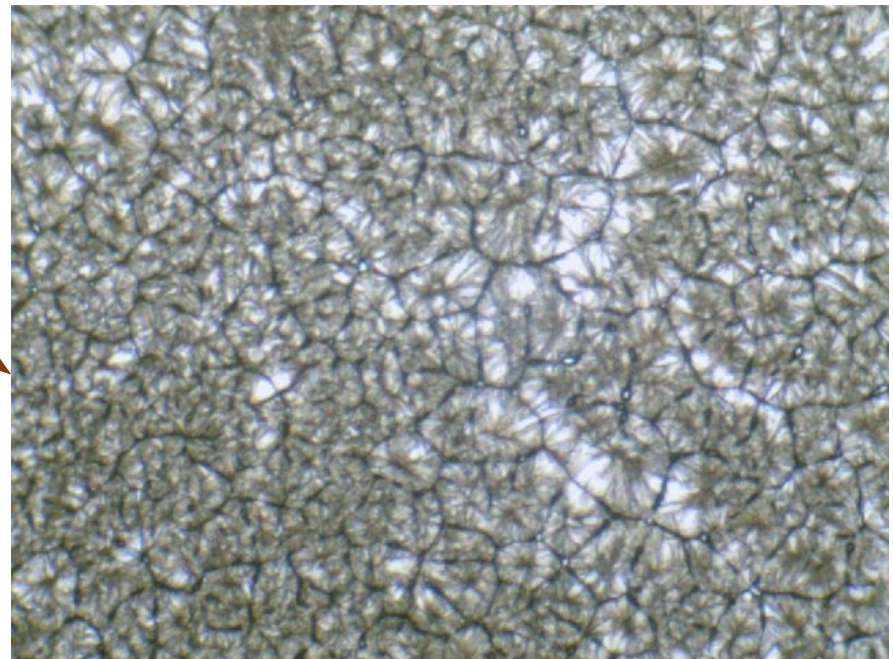
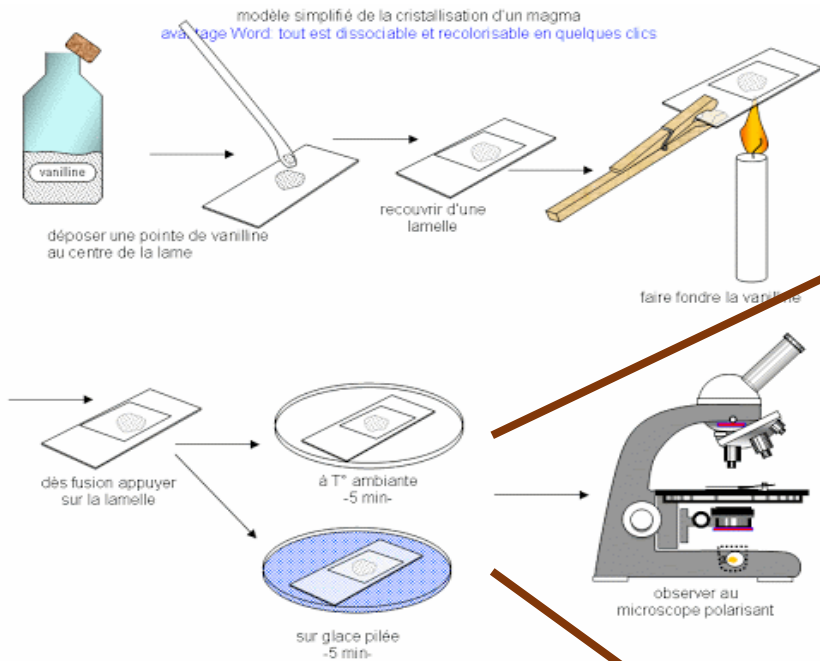
- Plagioclase, pyroxènes et éventuellement olivine
- Texture **grenue**

Expérience de cristallisation de la vanilline :



<http://svt.ac-dijon.fr/>

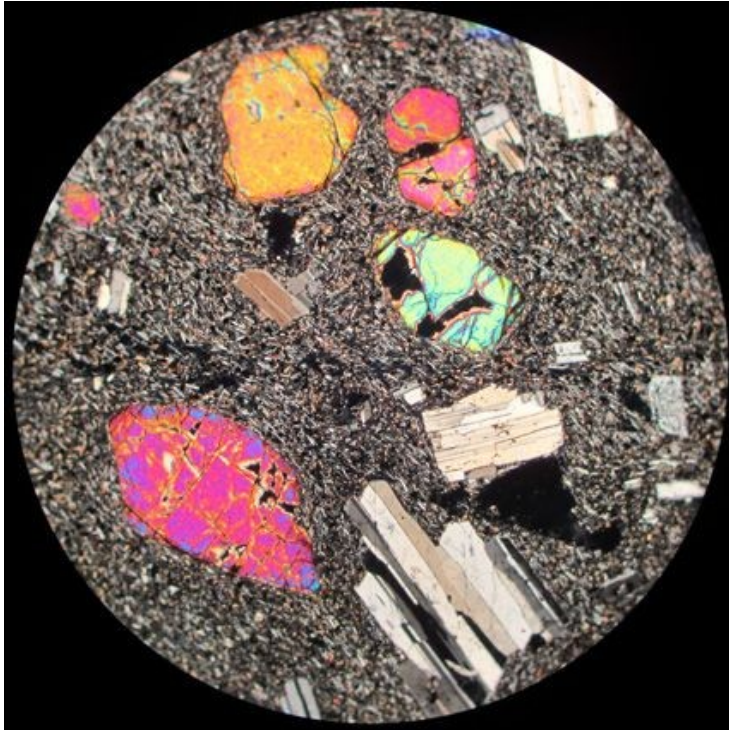
Expérience de cristallisation de la vanilline :



<http://svt.ac-dijon.fr/>

<http://svt.ac-besancon.fr/cristallisation-de-la-vanilline/>

Basalte



- Plagioclase, pyroxènes et éventuellement olivine
- Texture **microlithique**



Refroidissement rapide

Gabbro

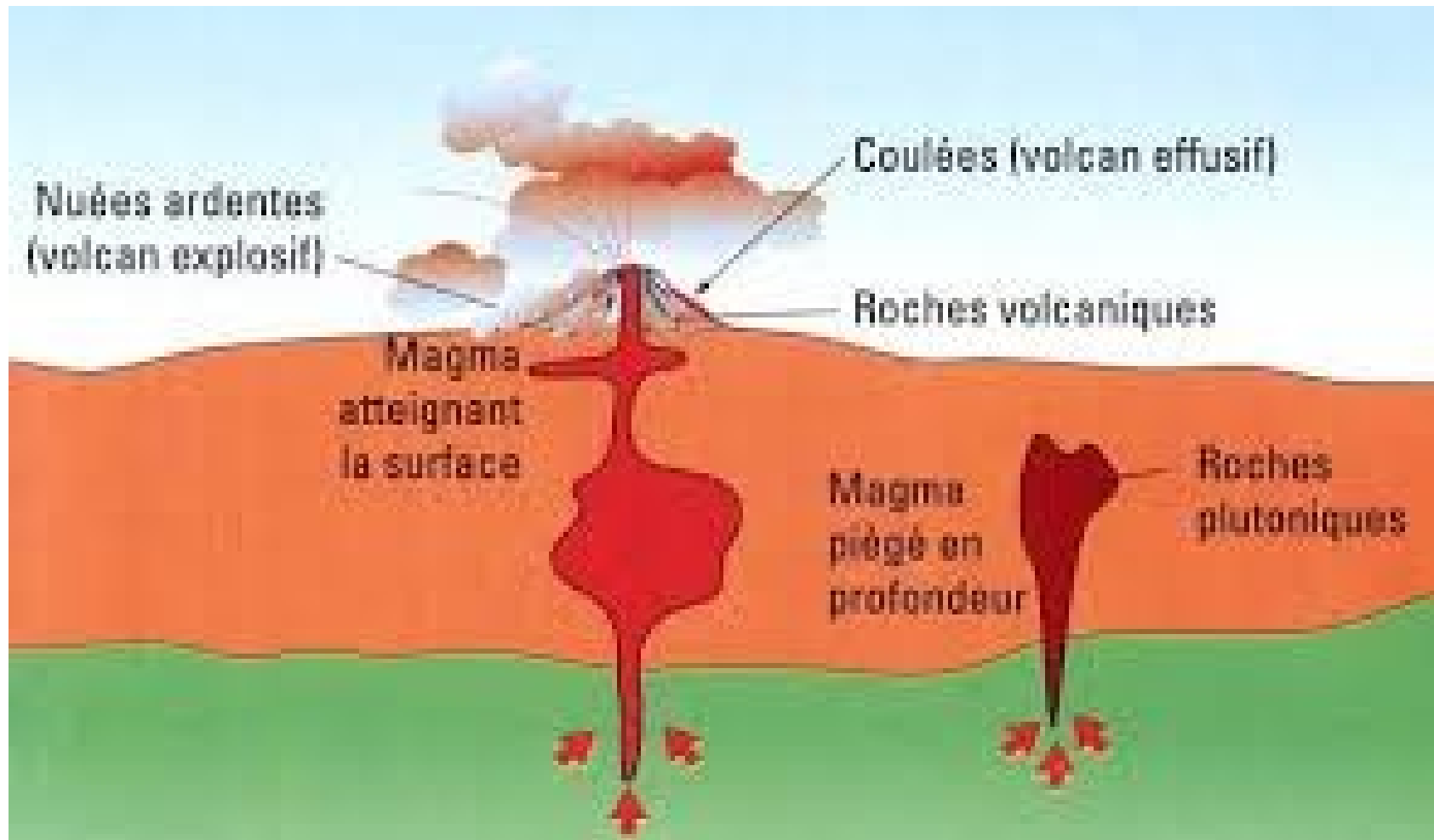


- Plagioclase, pyroxènes et éventuellement olivine
- Texture **grenue**



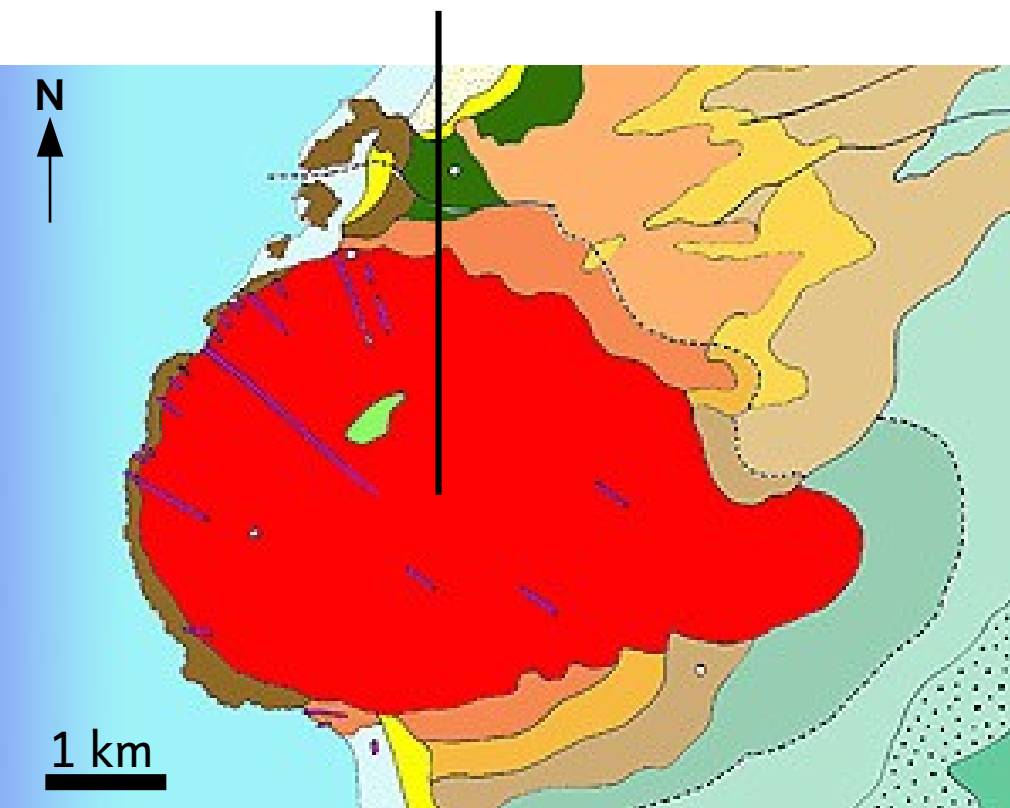
Refroidissement lent

Refroidissement en profondeur du magma : **roche plutonique**



Ces roches ne se forment pas à l'affleurement

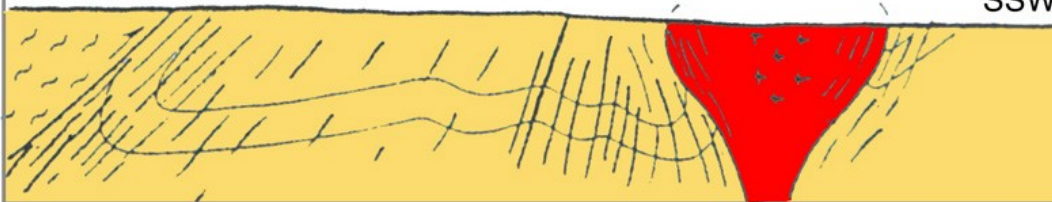
Granite de Flamanville



Coupes réalisées à partir d'études gravimétriques

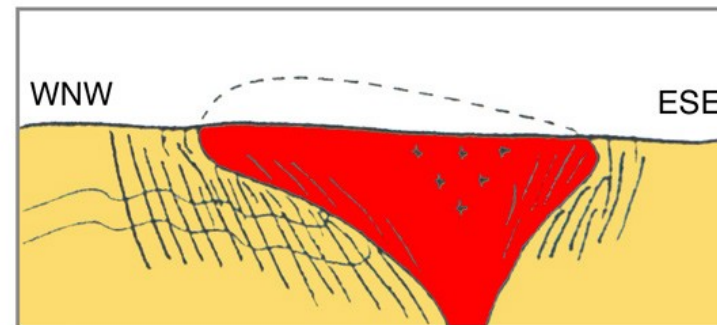
NNE

SSW



WNW

ESE

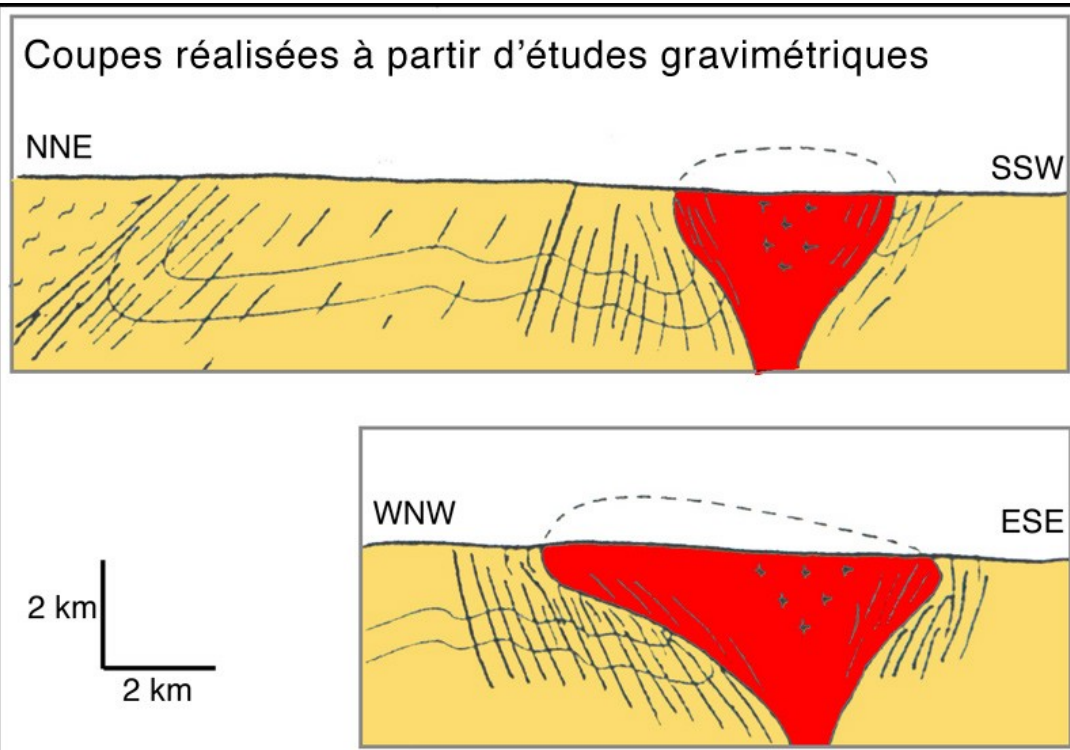
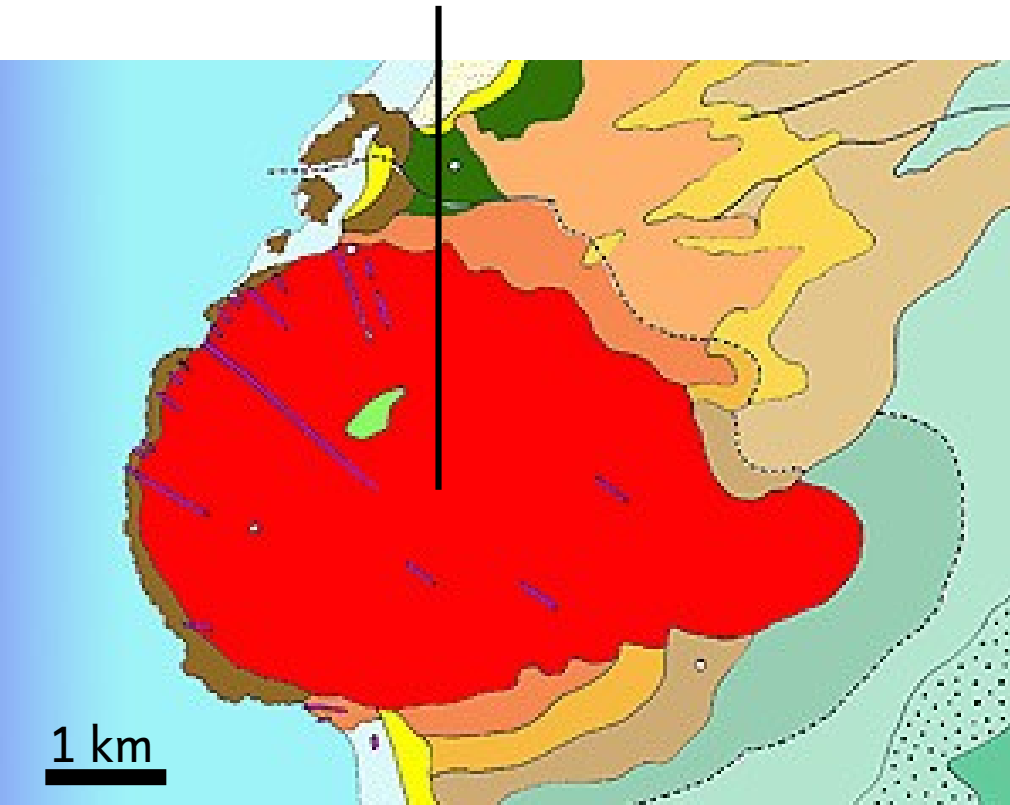


2 km

2 km

Carte géologique simplifiée du granite de Flamanville et coupes associées

Granite de Flamanville



Carte géologique simplifiée du granite de Flamanville et coupes associées

➡ Roches mise à l'affleurement par **érosion**

I) Les grandes familles de roches

A) Les roches magmatiques

B) Les roches sédimentaires

- Roches sédimentaires:

I) Les grandes familles de roches

A) Les roches magmatiques

B) Les roches sédimentaires

- **Roches sédimentaires**: Roches issues de l'accumulation et de l'induration de sédiments

I) Les grandes familles de roches

A) Les roches magmatiques

1) Origine des sédiments

Grande diversité de sédiments :

- D'origine minérale, issus de l'érosion de roches préexistantes : sable, argiles, galets, silts
→ Roches sédimentaires **silicoclastiques**



Conglomérat



Pélite

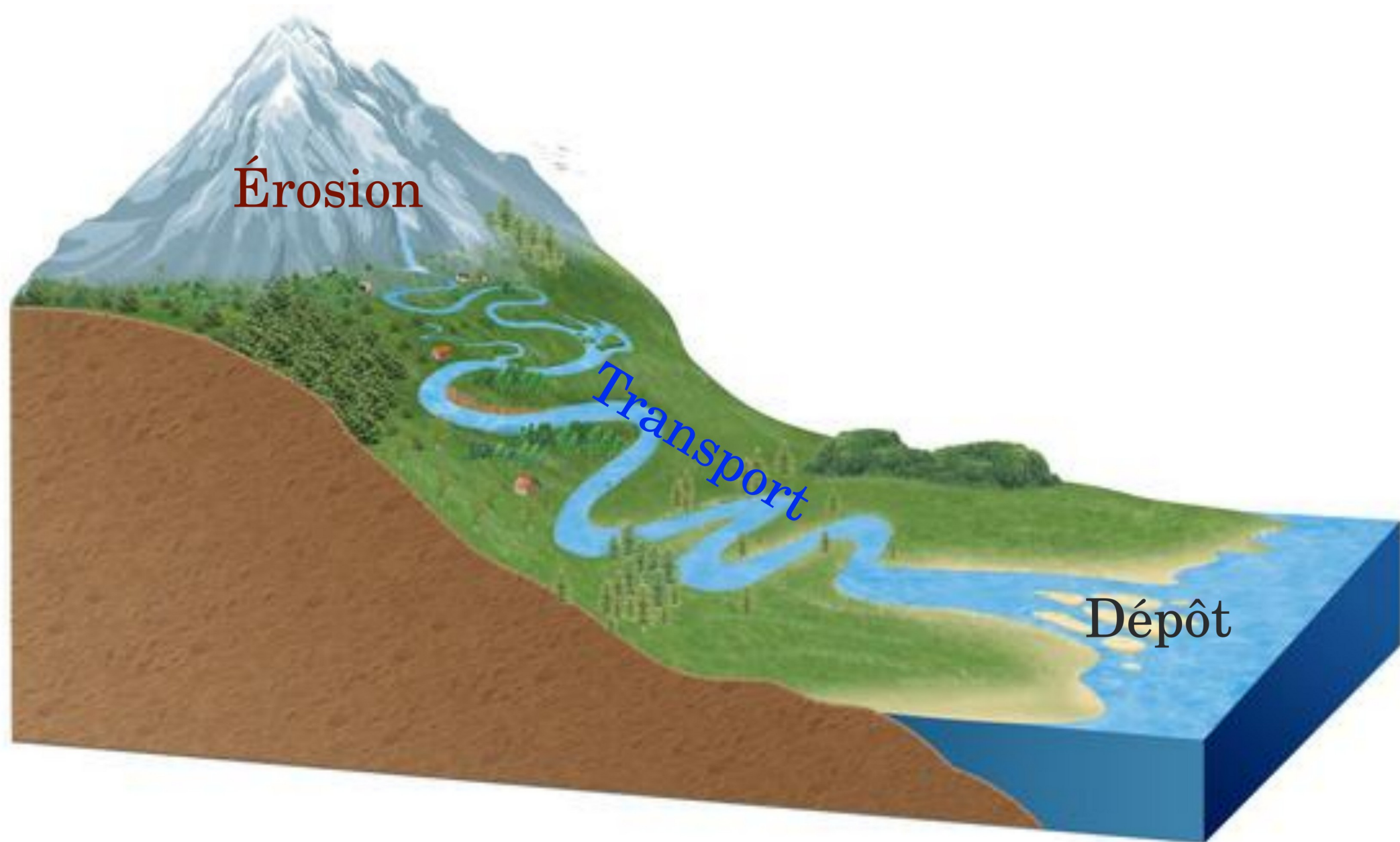


Grès

Photographie F.C pour monaniversaire.com

PierreBedard.ca

Trois étapes cruciales dans la formation dépôts sédimentaires silicoclastiques



(1) Altération et érosion de roches continentales → Production de sédiments détritiques



Éboulement sur un route en Ariège

Production de fragments de roche grossiers par éboulement, glissement de terrain, ...

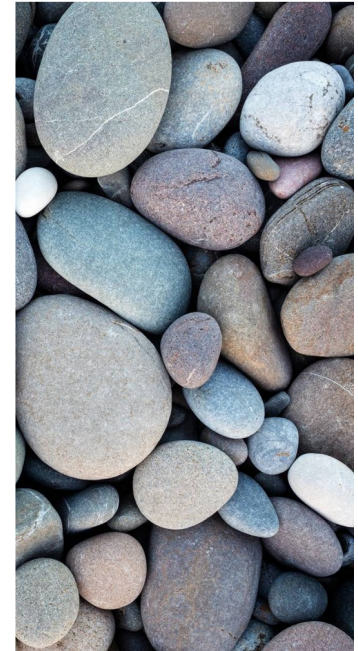
(1) Altération et érosion de roches continentales → Production de sédiments détritiques



Éboulement sur un route en Ariège

Blocs

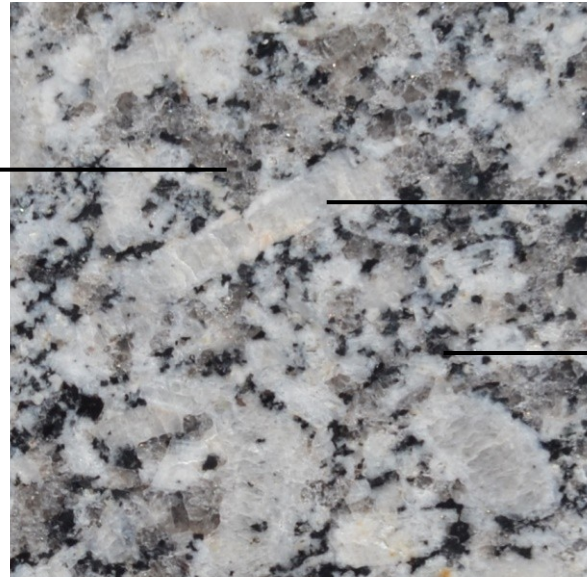
Galets



Production de fragments de roche grossiers par éboulement, glissement de terrain, ...
→ Galets suite à un transport modéré

(1) Altération et érosion de roches continentales → Production de sédiments détritiques

Granite



Quartz

Feldspath

Micas

Pas d'altération chimique



Sable



Altération chimique



Argiles



Grande diversité de sédiments :

- D'origine minérale, issus de l'érosion de roches préexistantes : sable, argiles, galets, silts
→ Roches sédimentaires **silicoclastiques**
- D'origine chimique, issus de précipitation de minéraux : gypse, bauxite, stromatolite
→ Évaporites, altérites, roches bioinduites, ...



Halite



Bauxite

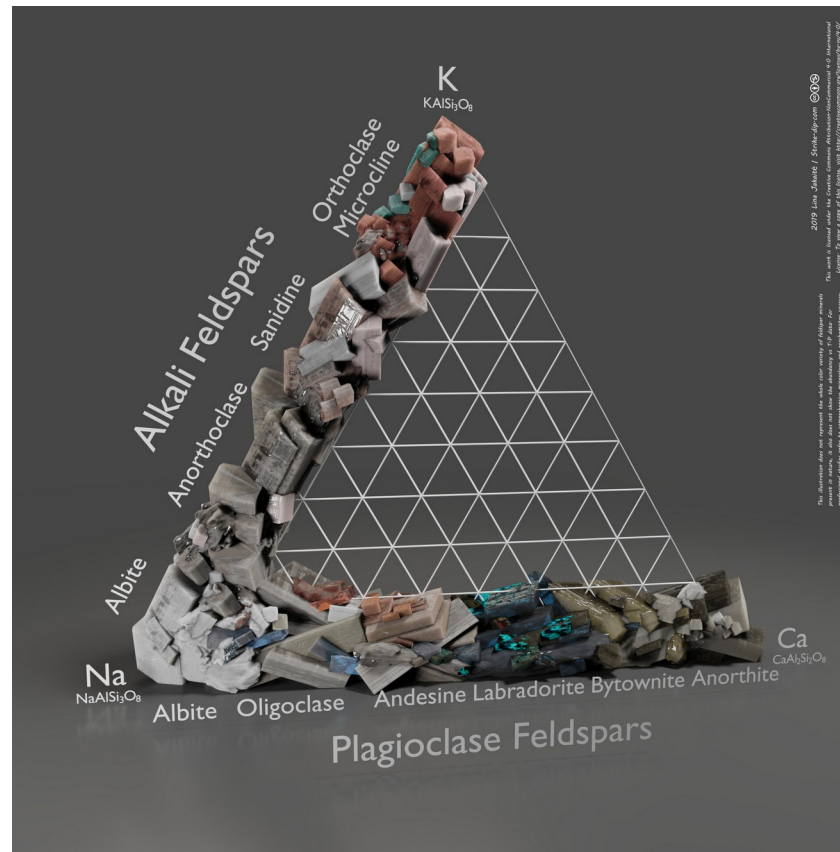
Exemple des calcaires

Altération d'une anorthite $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ en Kaolinite $(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4)$

Exemple des calcaires

Altération d'une anorthite $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ en Kaolinite ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$)

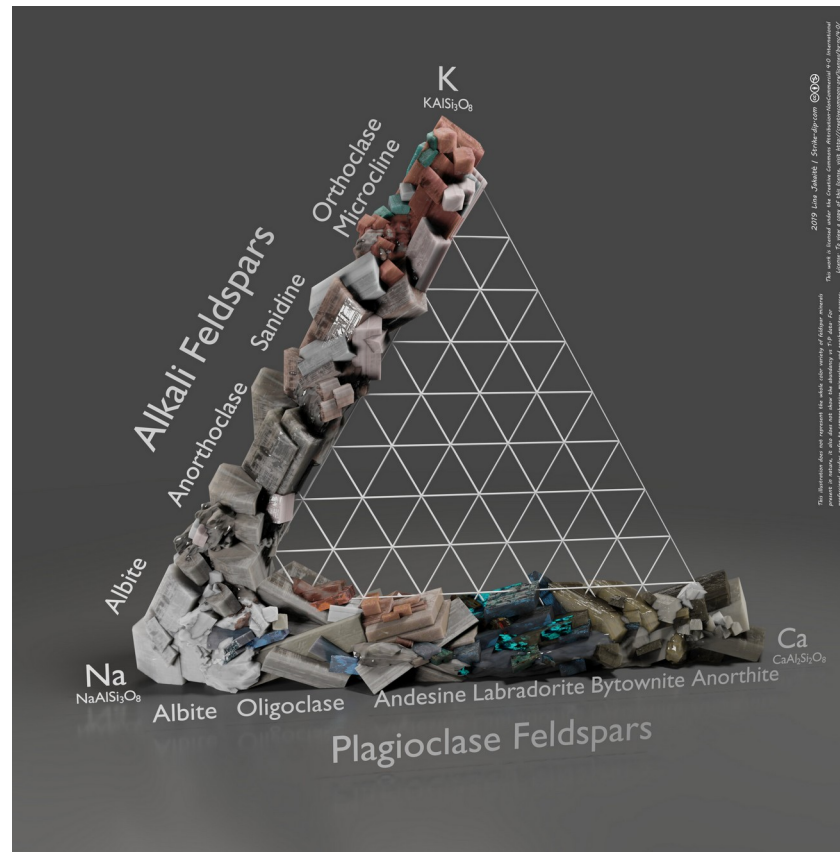
L'altération libère des ions Ca^{2+} dissous dans l'eau



Exemple des calcaires

Altération d'une anorthite $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ en Kaolinite $(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4)$

L'altération libère des ions Ca^{2+} dissous dans l'eau



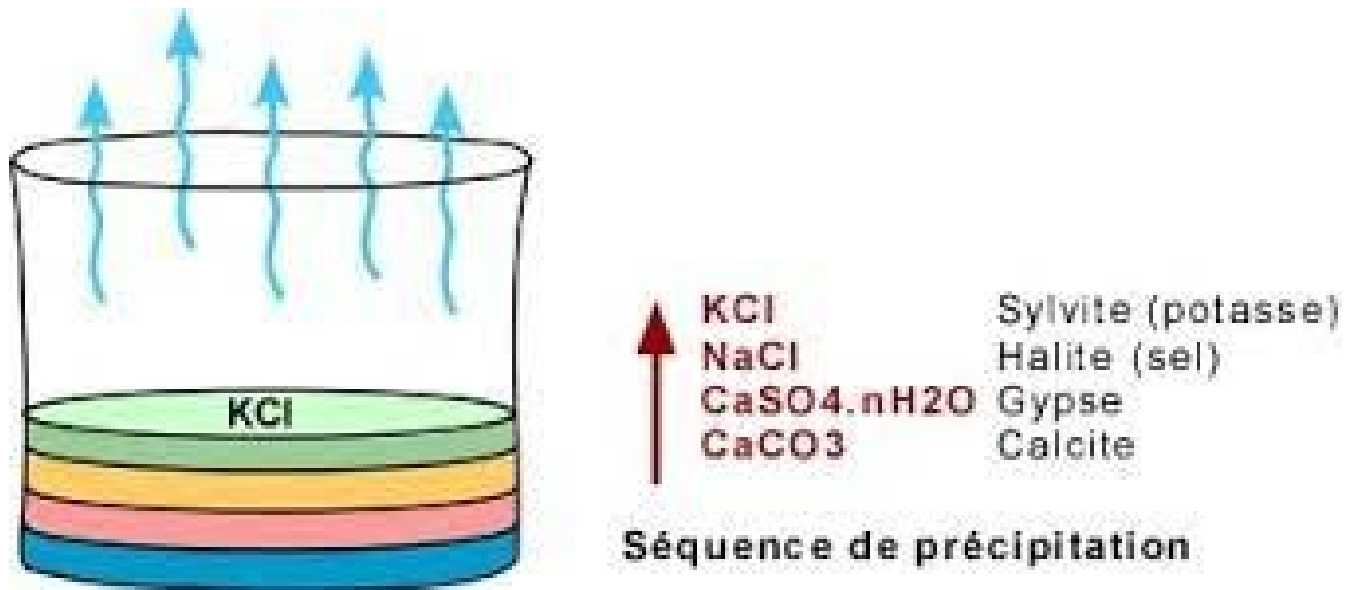
Par altération des roches, des ions se retrouvent dissous dans l'eau

Précipitation chimique de minéraux qui donnent diverses roches chimiques notamment des **évaporites**

Exemple de précipitation d'un calcaire :

Précipitation chimique de minéraux qui donnent diverses roches chimiques notamment des **évaporites**

Exemple de précipitation d'un calcaire :



Grande diversité de sédiments :

- D'origine minérale, issus de l'érosion de roches préexistantes : sable, argiles, galets, silts
→ Roches sédimentaires **silicoclastiques**
- D'origine chimique, issus de précipitation de minéraux : gypse, bauxite, stromatolite
→ Évaporites, altérites, roches bioinduites, ...
- D'origine biologique, issus de restes d'organismes vivant mort (bioclastes) : coquilles de bivalves, gastéropodes, os, test, matière organique, ...
→ Roches sédimentaires **bioclastiques**



Lumachelle

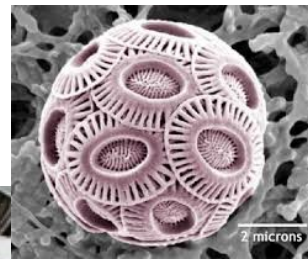
Calcaire récifal



Coccolithophoridae



Craie



Roches composées de restes d'organismes vivants → Dépendantes des conditions de vie des organismes

Affleurement à la pointe du Chay,
J-sup, Charentes Maritime



**Quel milieu de
dépôt pour
ces roches ?**

Roches composées de restes d'organismes vivants → Dépendantes des conditions de vie des organismes

Affleurement à la pointe du Chay,
J-sup, Charentes Maritime



Corail



Spicule d'oursin

**Quel milieu de
dépôt pour ces
roches ?**

Roches composées de restes d'organismes vivants → Dépendantes des conditions de vie des organismes

Affleurement à la pointe du Chay,
J-sup, Charentes Maritime



Corail



Spicule d'oursin

**Quel milieu de
dépôt pour ces
roches ?**

**→ Environnement
récifal, eau
chaude peu
profonde**

Grandes catégories de roches sédimentaires :

- Roches carbonatés (CaCO_3) : Calcaire



- Roches siliceuses : Grès



- Roches évaporitiques : Halite, Gypse



- Roches alumineuses : Bauxite



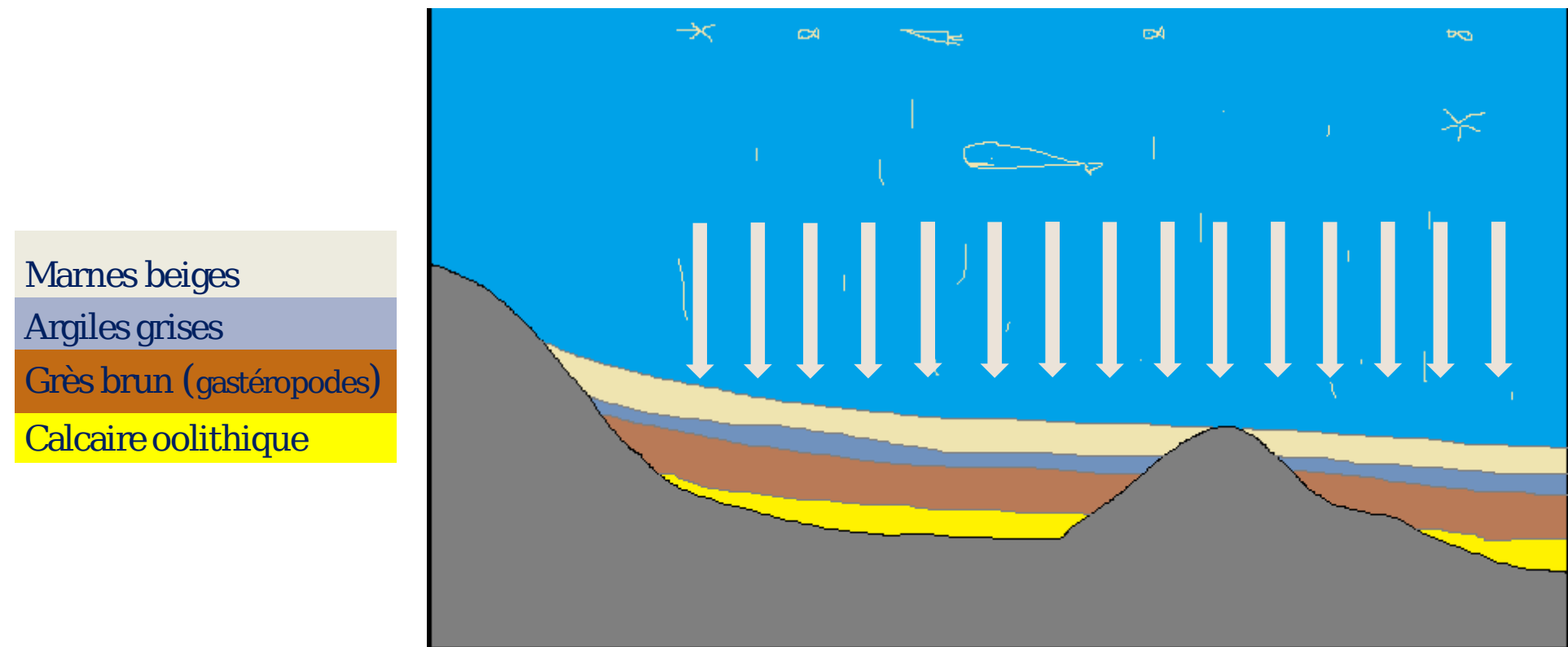
- Roches carbonées (Carbone réduit) : Charbon, pétrole



Dépôt se fait à l'horizontal, en même temps le long d'une surface de dépôt
→ Deux principes majeur de datation relative

Principe de continuité :

Sur toute son étendue, un même banc a partout le même âge, c'est-à-dire qu'il s'est déposé ou formé dans un même intervalle de temps

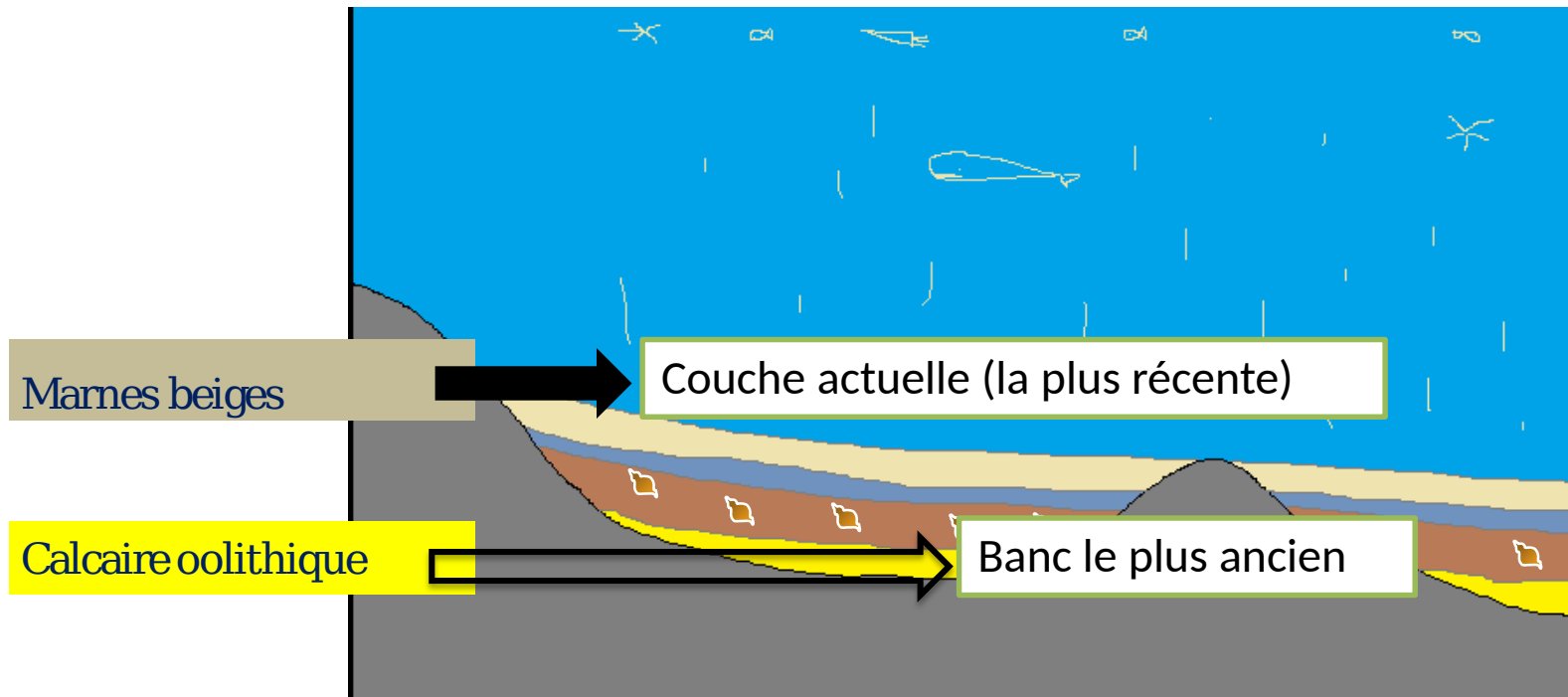


Les sédiments se déposent simultanément sur toute une surface

Dépôt se fait à l'horizontal, en même temps le long d'une surface de dépôt
→ Deux principes majeurs de datation relative

Principe de superposition :

Quand deux couches sont superposées, la couche inférieure est la plus ancienne et la couche supérieure est la plus récente

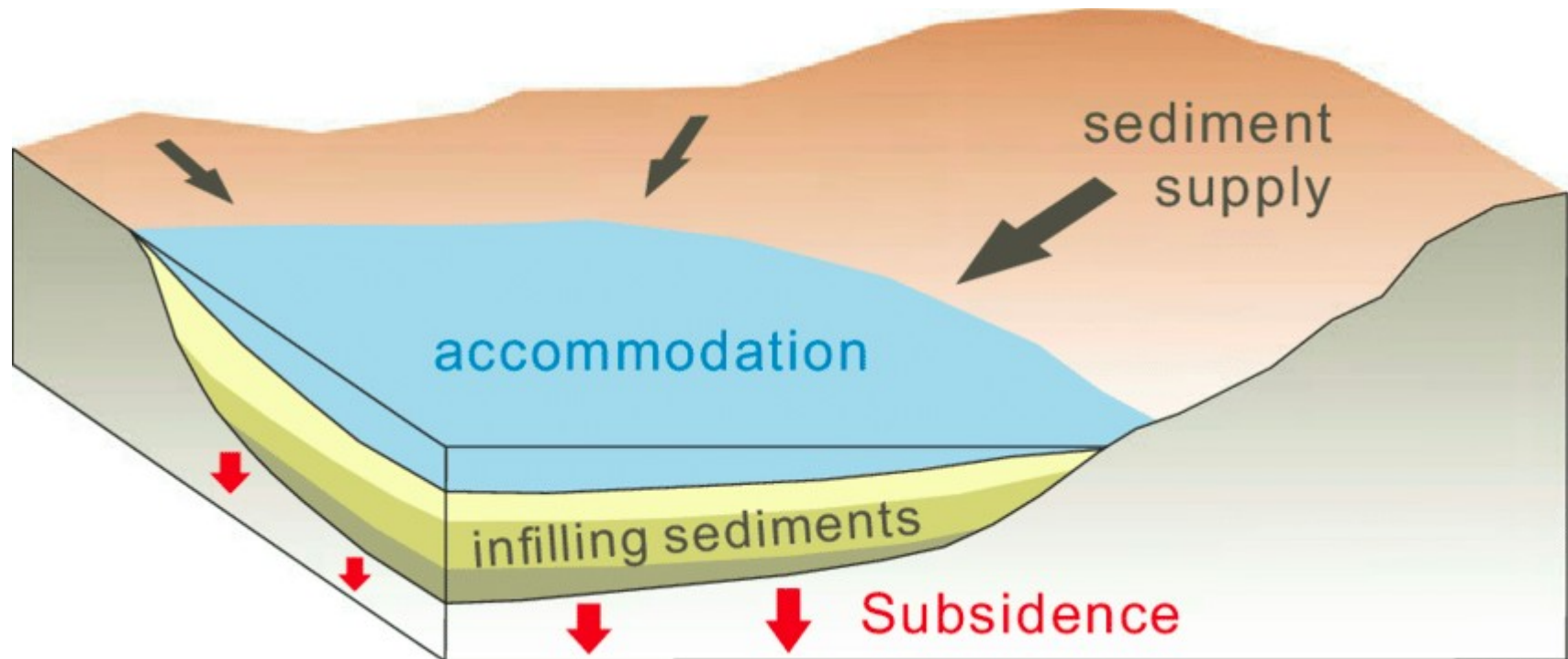


Dépôt des sédiments en strates d'épaisseur généralement constante

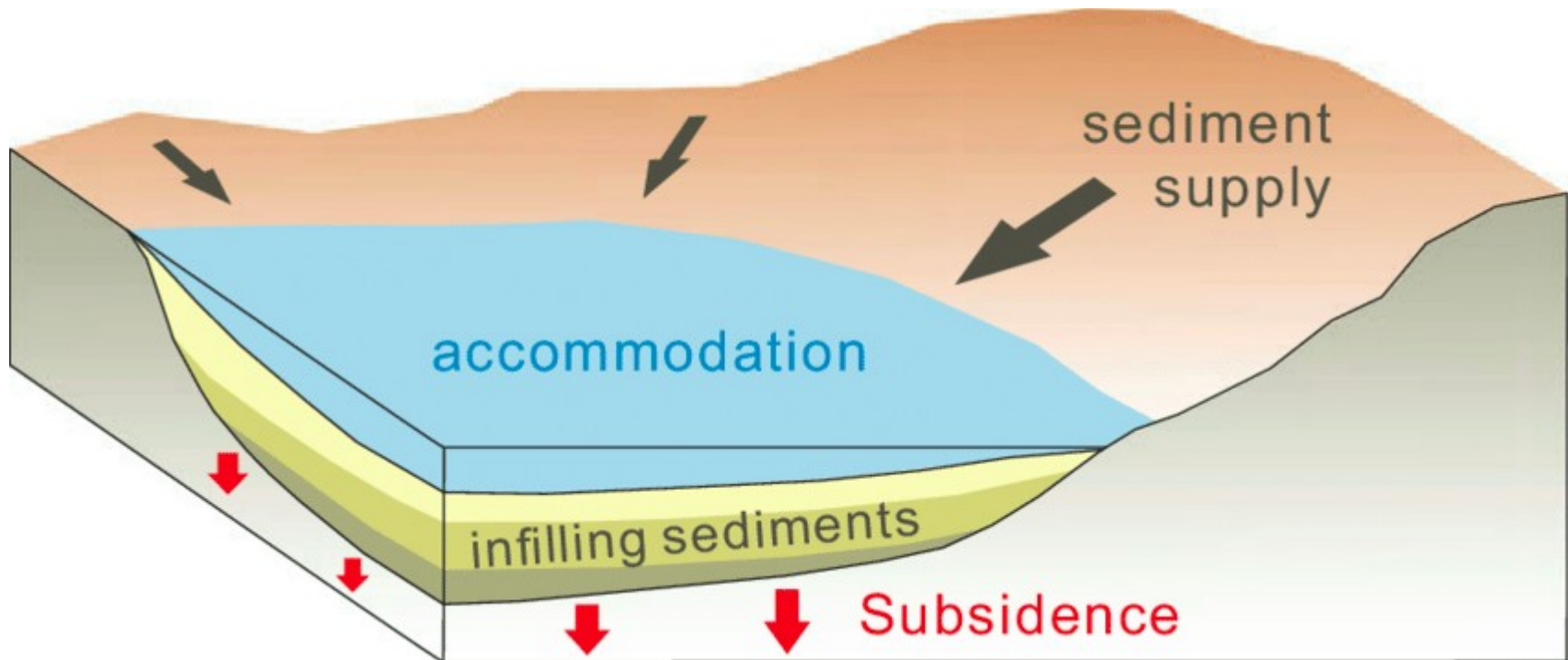


Alternances marno-calcaires

Que se passe-t-il au fur et à mesure du remplissage sédimentaire d'un bassin ?



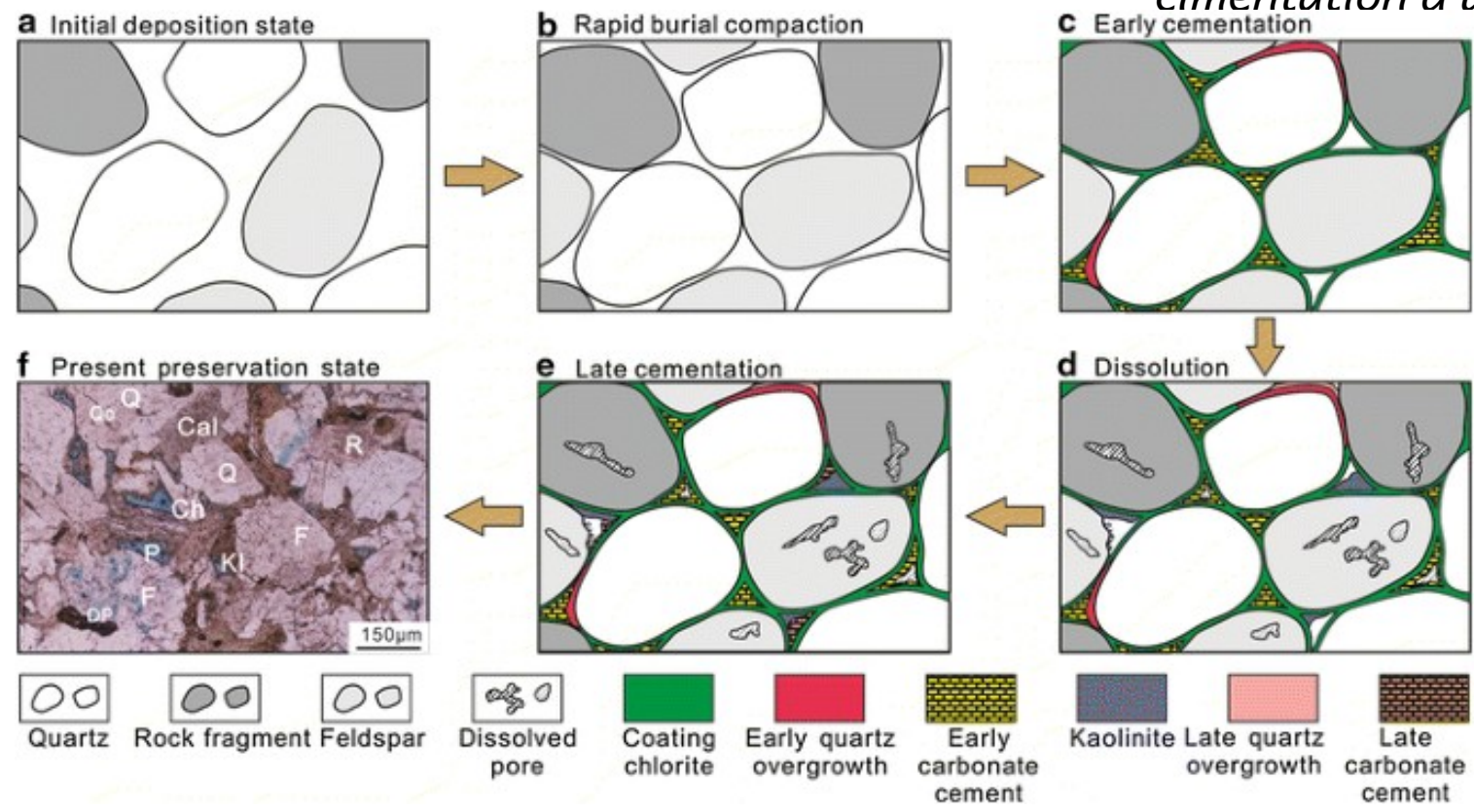
Que se passe-t-il au fur et à mesure du remplissage sédimentaire d'un bassin ?

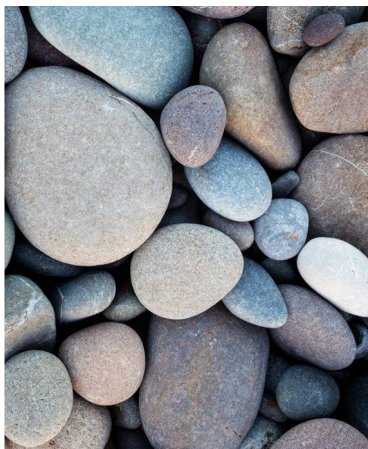


Les sédiments les plus vieux voient leur pression et leur température augmenter

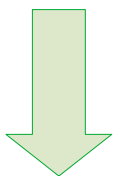
Passage de sédiments libres à roche sédimentaire : la **diagenèse**
 = Ensemble des processus physico-chimique qui permettent une transformation des sédiments en roche sédimentaire

Exemple de diagenèse avec la cimentation d'un grès





Galets



Conglomérat



Sable



Photographie F.C pour monaunezaucollege.com

Grès



Argile

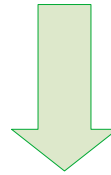


PierreBedard.ca

Pélite

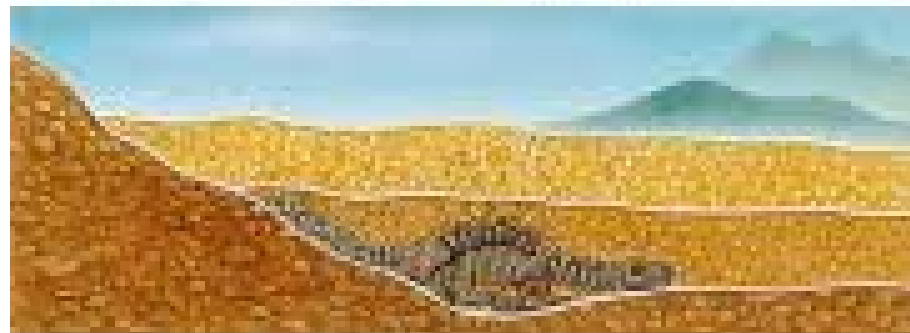
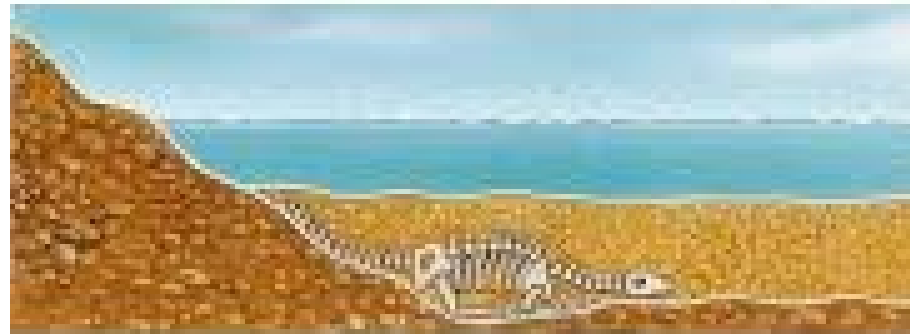
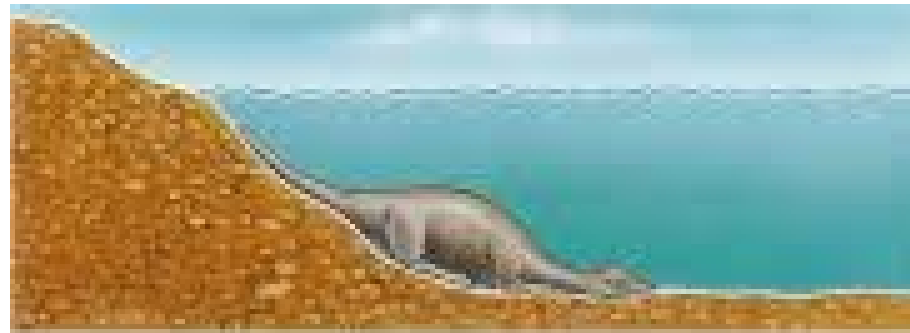


Bois



Charbon

Processus de fossilisation



I) Les grandes familles de roches

A) Les roches magmatiques

B) Les roches sédimentaires

C) Les roches métamorphiques

- **Roches métamorphiques** :

I) Les grandes familles de roches

A) Les roches magmatiques

B) Les roches sédimentaires

C) Les roches métamorphiques

- **Roches métamorphiques** : Roche ayant subi du métamorphisme

Métamorphisme : Transformation minérale à l'état solide

La roche qui subit le métamorphisme est appelée **protolithe**

Composition d'une coquille de mollusque ?

Composition d'une coquille de mollusque ?



Composition d'une coquille de mollusque ?



Coupe de coquille de nautilé



Coquille d'ammonite

Composition d'une coquille de mollusque ?



Coupe de coquille de nautilus



Aragonite



Coquille d'ammonite



Calcite

Quelles différences entre ces deux formes ?

Introduction

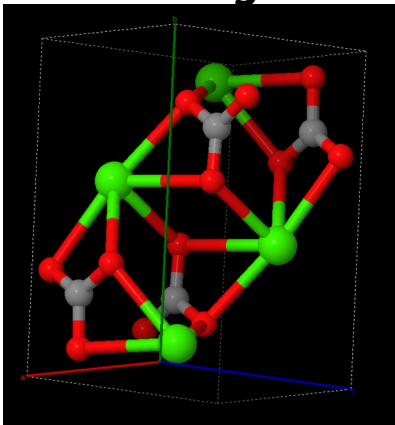
Composition d'une coquille de mollusque ?



Coupe de coquille de nautilus



Aragonite



Orthorombique

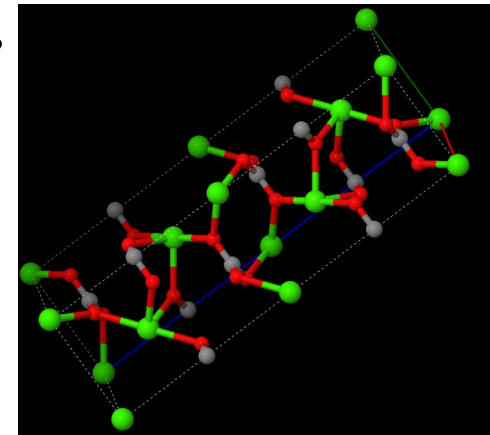


Coquille d'ammonite

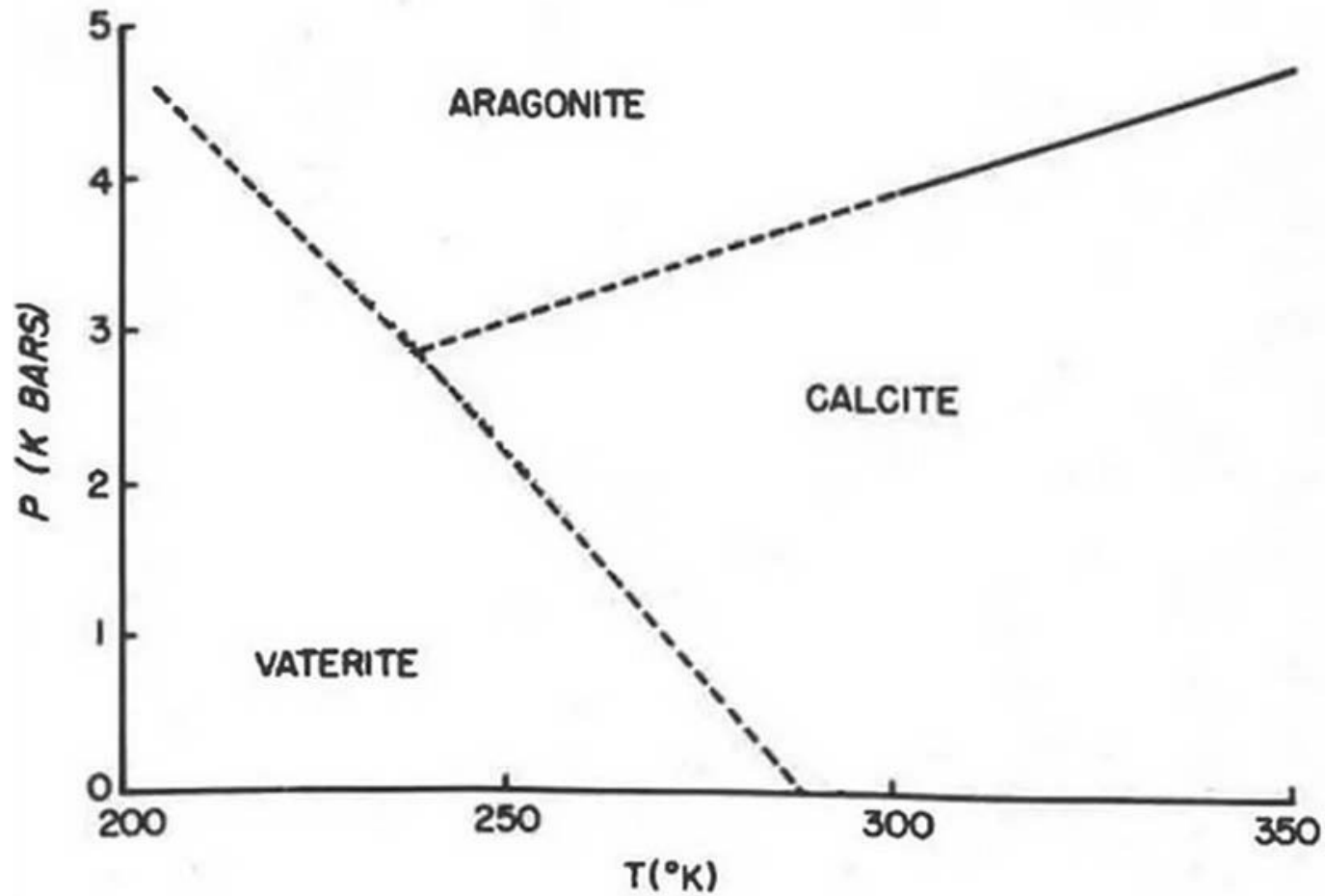


Calcite

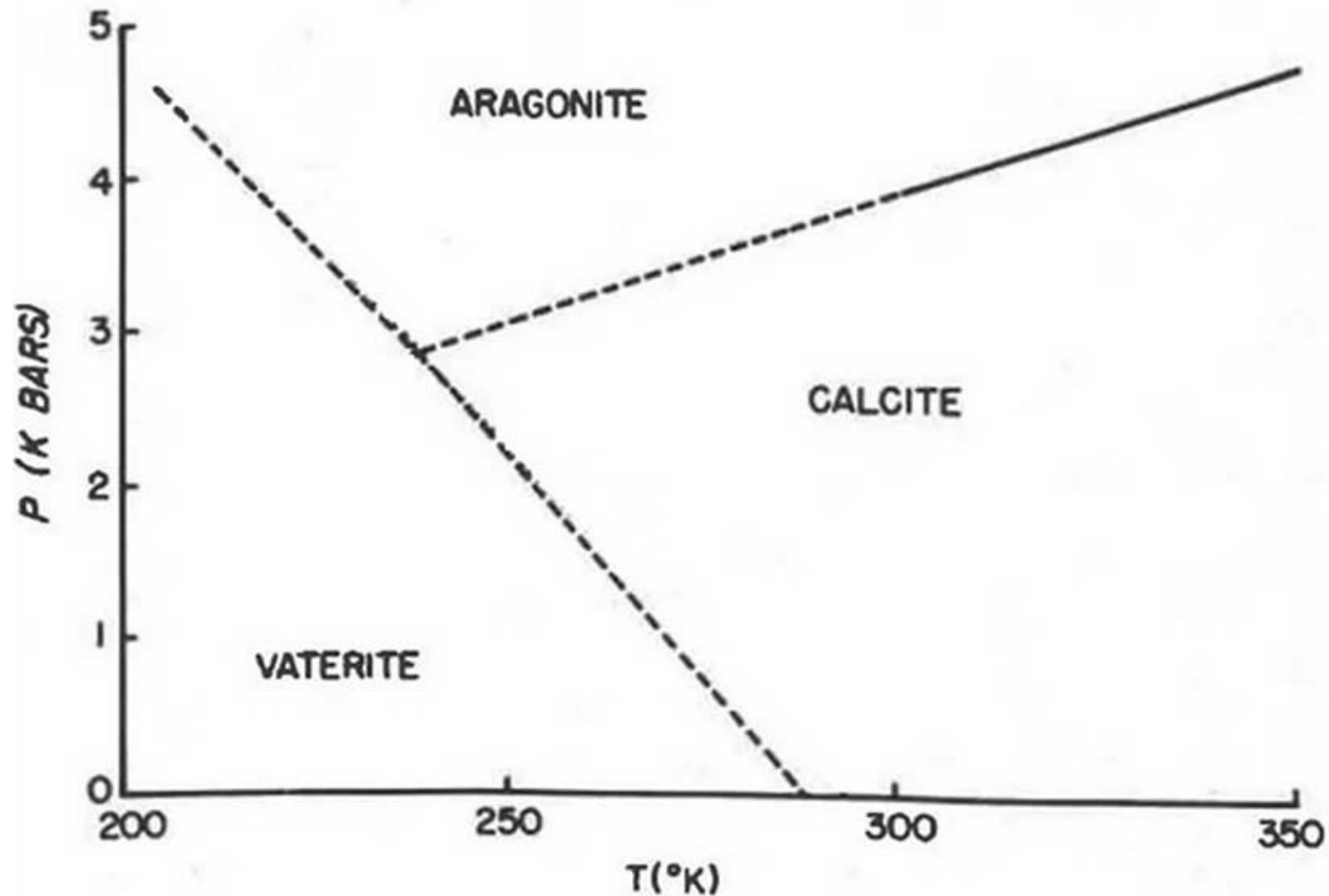
Rhomboédrique



➡ Différence dans les conditions de formation/stabilité de ces deux minéraux



➡ Différence dans les conditions de formation/stabilité de ces deux minéraux



Dans des conditions naturelles les plus fréquentes, aragonite et calcite sont les formes les plus courantes de CaCO₃

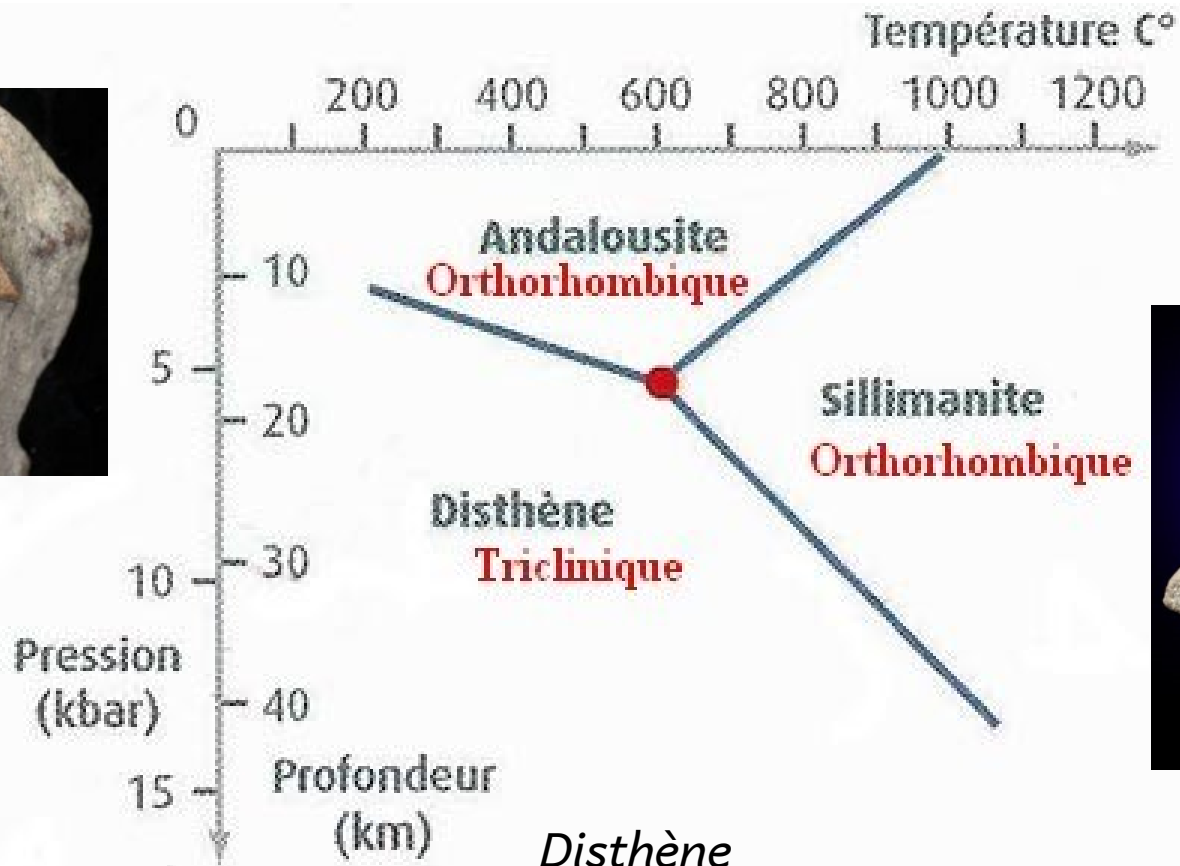
La calcite est la plus stable à pression atmosphérique

Qu'est-ce qui va faire changer un minéral sans passer par l'état liquide ?

Autre exemple : les silicates d'alumine Al_2SiO_5



Andalousite



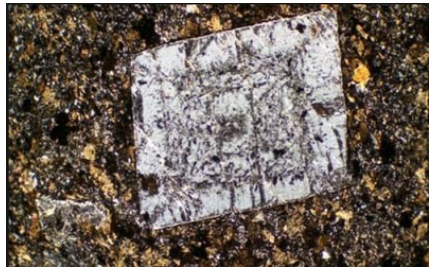
Sillimanite



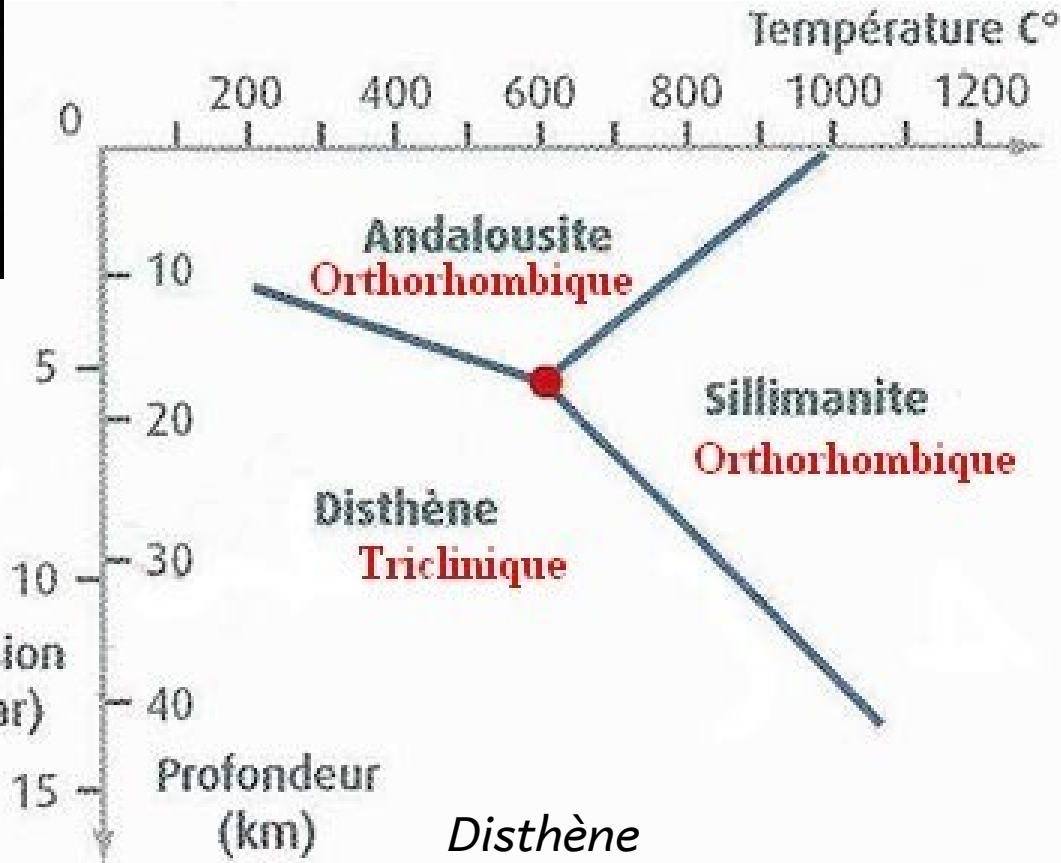
Autre exemple : les silicates d'alumine Al_2SiO_5



Andalousite



LPA X 40



Sillimanite



LPNA X 40



LPNA X 40

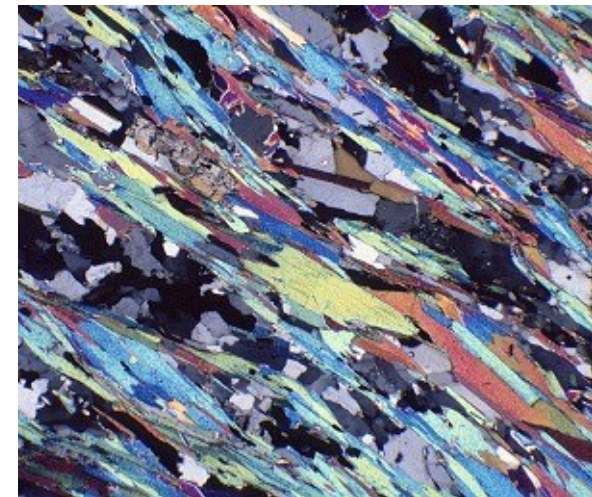
Ici, une espèce minérale se transforme en une autre sans besoin d'apports d'éléments

On parle de **transformation polymorphique**

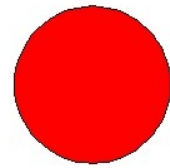
Les structure (et microstructures) métamorphiques

Les schistosités : Débit de la roche en feuillets fins (pluri-millimétrique grand maximum).
Un plan de schistosité se définit comme un plan d'origine tectonique de débit préférentiel d'une roche.

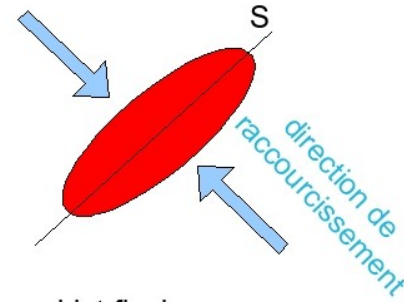
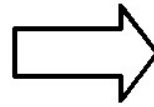
La schistosité se distingue de la foliation car elle ne sépare pas des ensembles de lithologies différentes.



Formation d'une schistosité

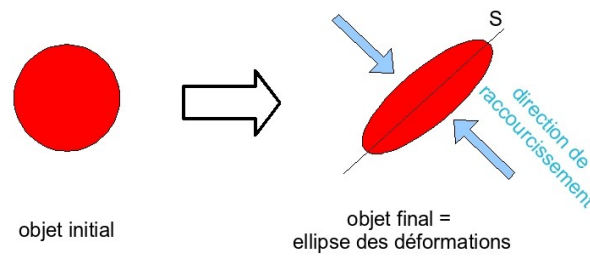


objet initial

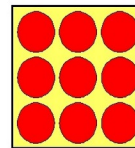


objet final =
ellipse des déformations

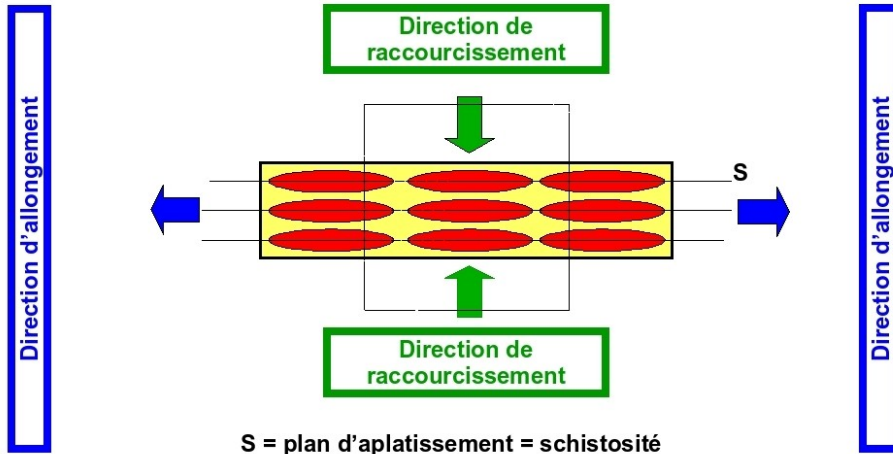
Formation d'une schistosité



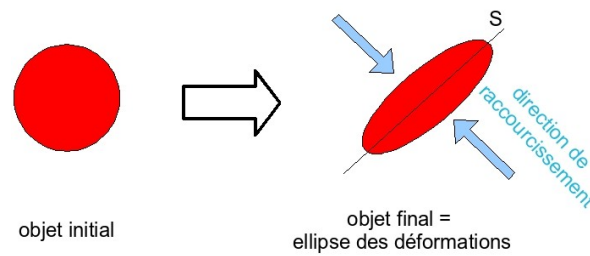
Deux types de schistosité différentes



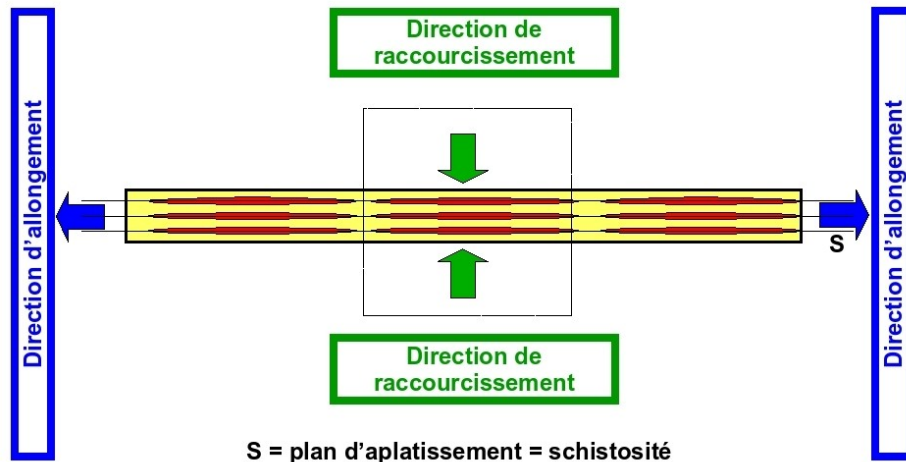
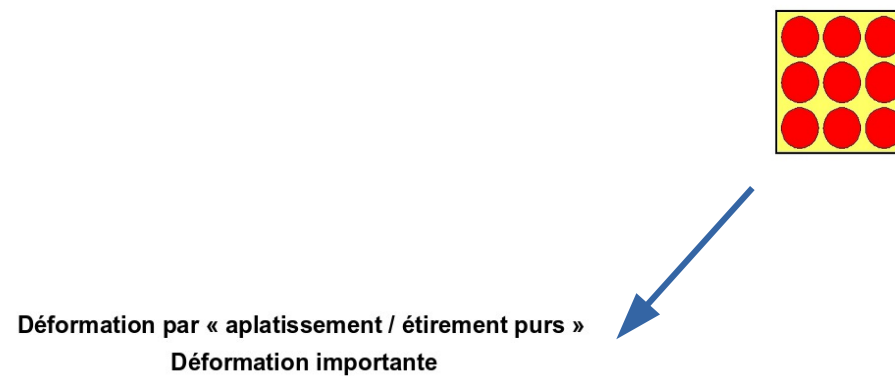
Déformation par « aplatissement / étirement purs »
Déformation modérée



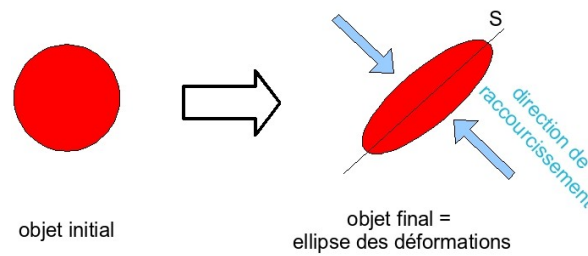
Formation d'une schistosité



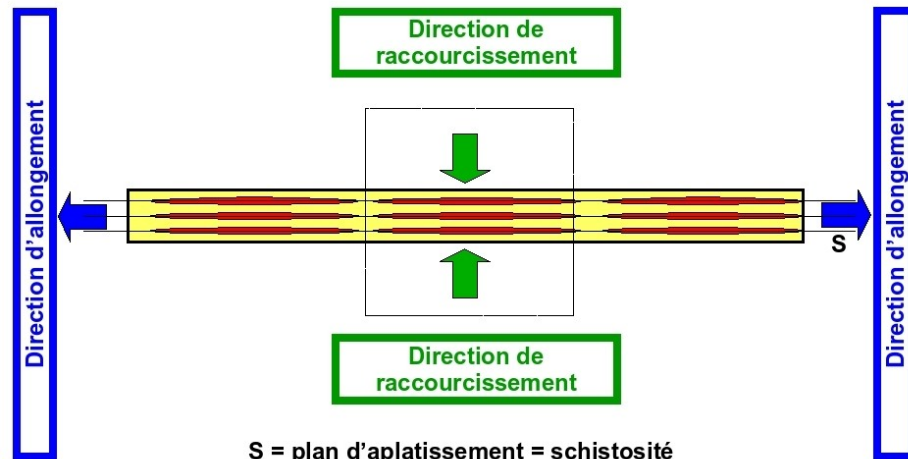
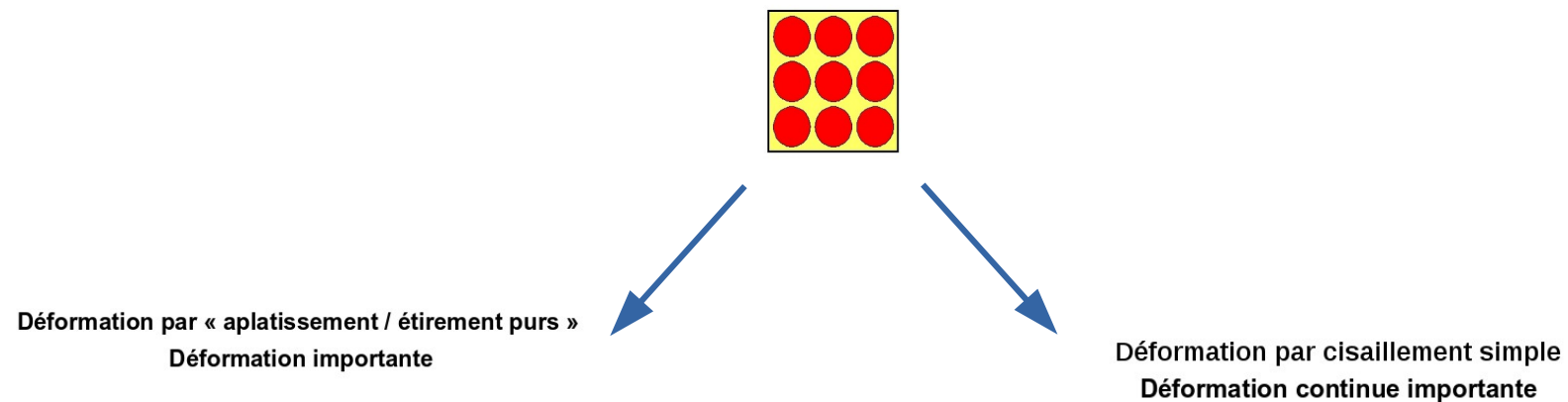
Deux types de schistosité différentes



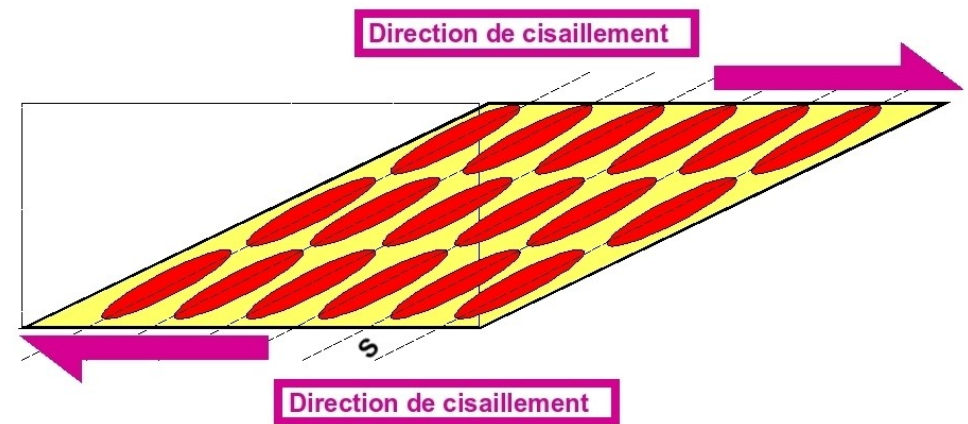
Formation d'une schistosité



Deux types de schistosité différentes

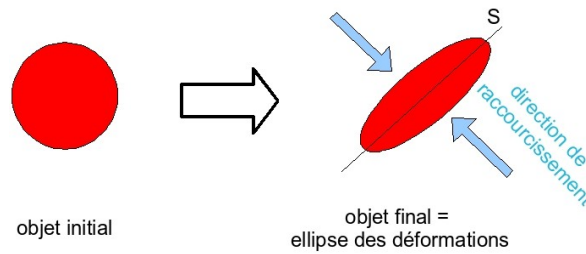


S = plan d'aplatissement = schistosité



S = plan d'aplatissement = schistosité

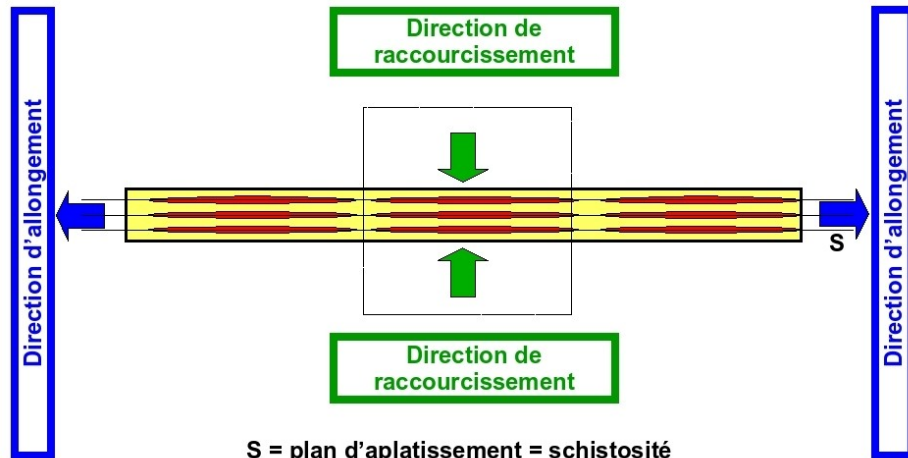
Formation d'une schistosité



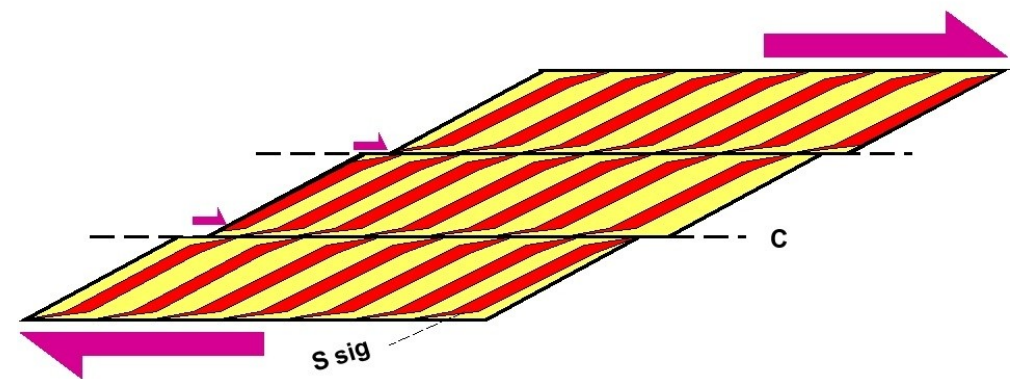
Deux types de schistosité différentes

Déformation par « aplatissement / étirement purs »
Déformation importante

Déformation par cisaillement simple
Déformation importante, partiellement discontinue :
plans C et schistosité sigmoïde

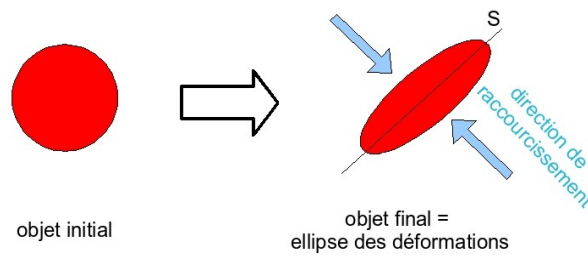


S = plan d'aplatissement = schistosité



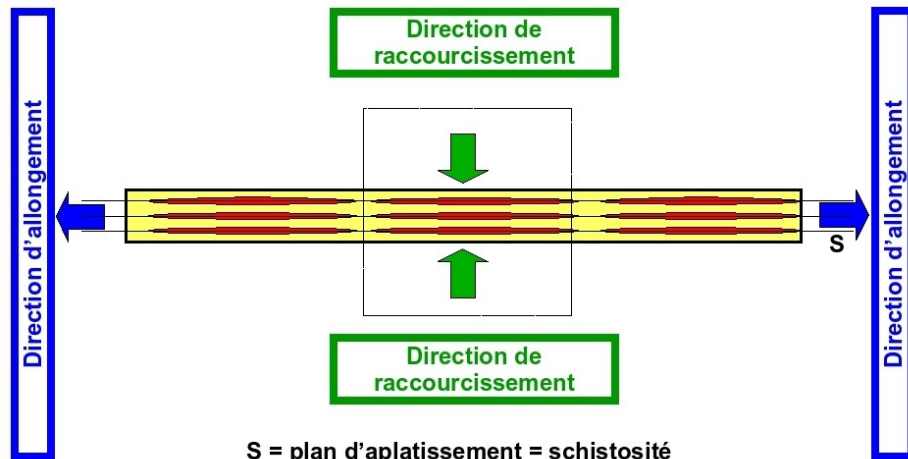
S sig = plan d'aplatissement cisailé = schistosité sigmoïde
C = plan de cisaillement

Formation d'une schistosité



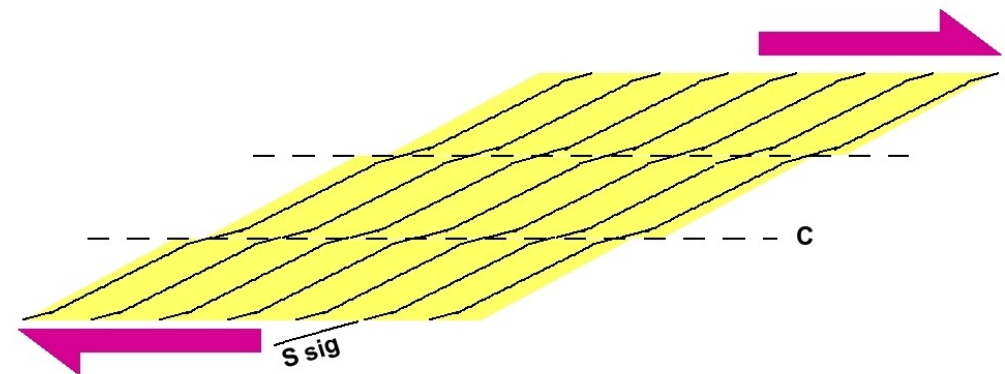
Deux types de schistosité différentes

Déformation par « aplatissement / étirement purs »
Déformation importante



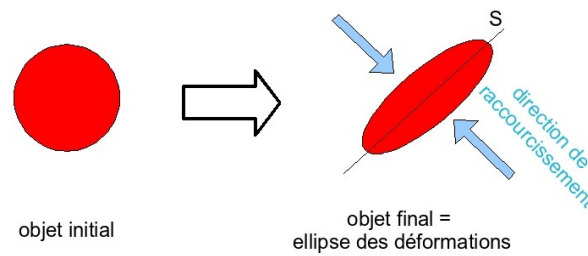
S = plan d'aplatissement = schistosité

Déformation par cisaillement simple
Déformation importante, partiellement discontinue :
plans C et schistosité sigmoïde

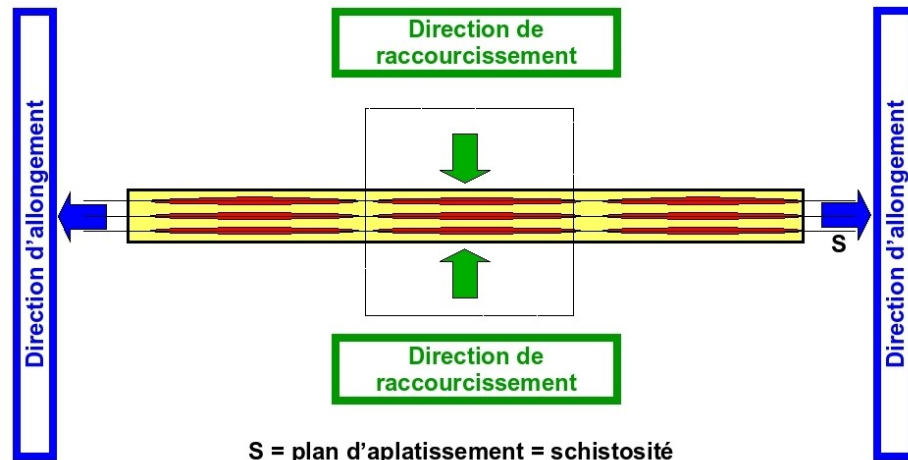
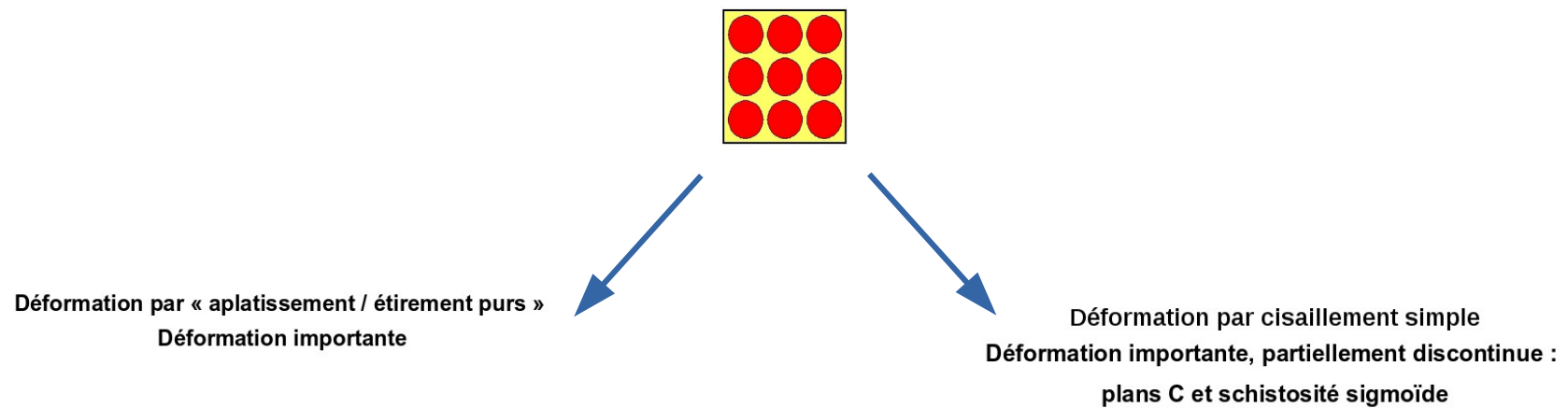


S sig = plan d'aplatissement cisailé = schistosité sigmoïde
C = plan de cisaillement

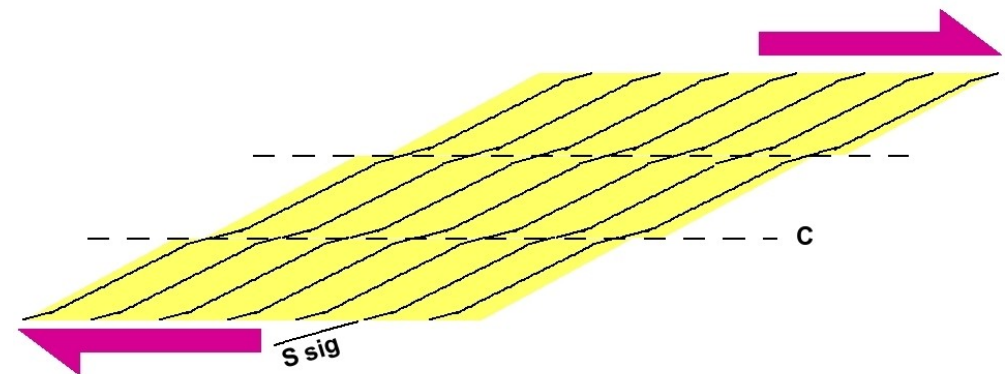
Formation d'une schistosité



Deux types de schistosité différentes



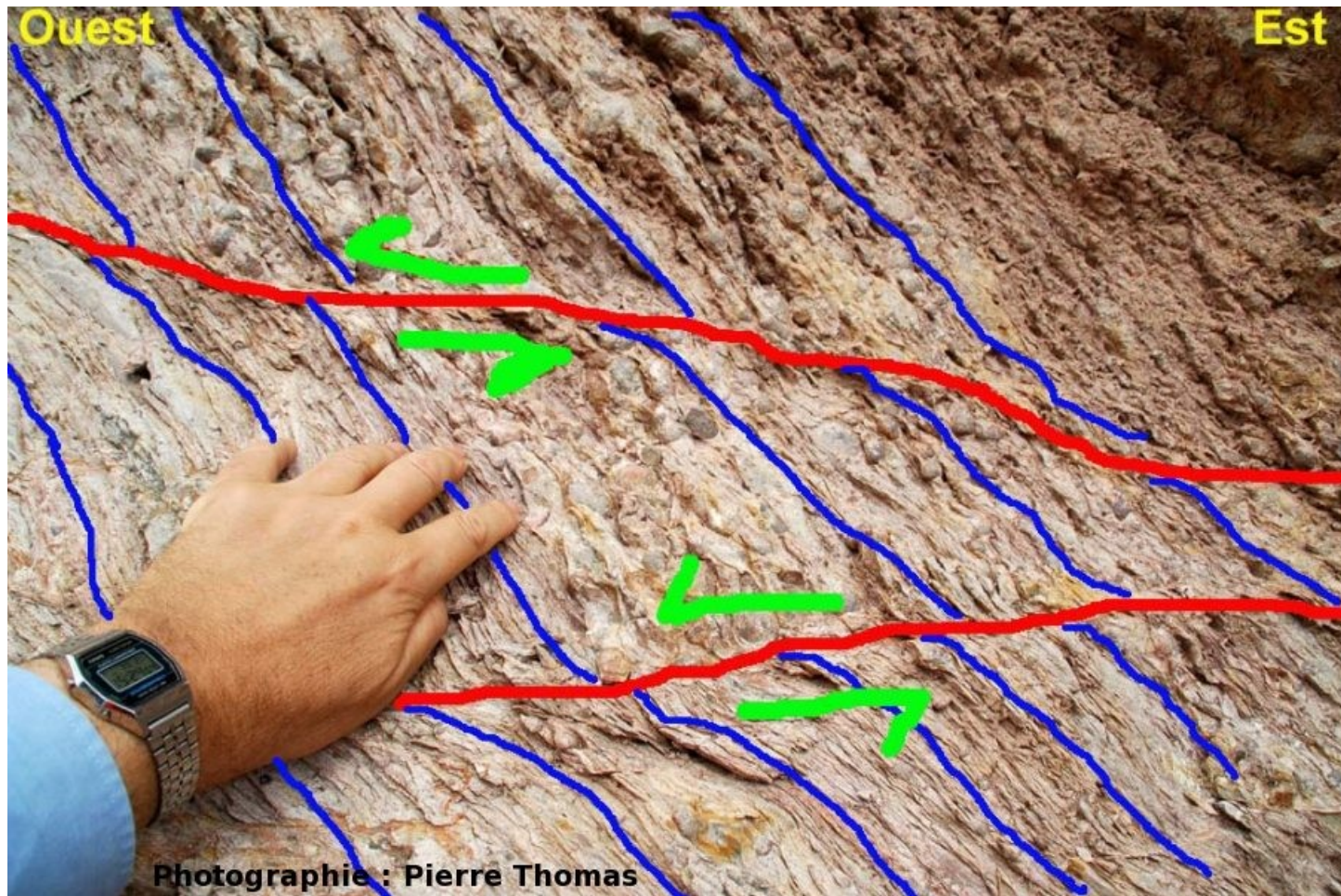
S = plan d'aplatissement = schistosité



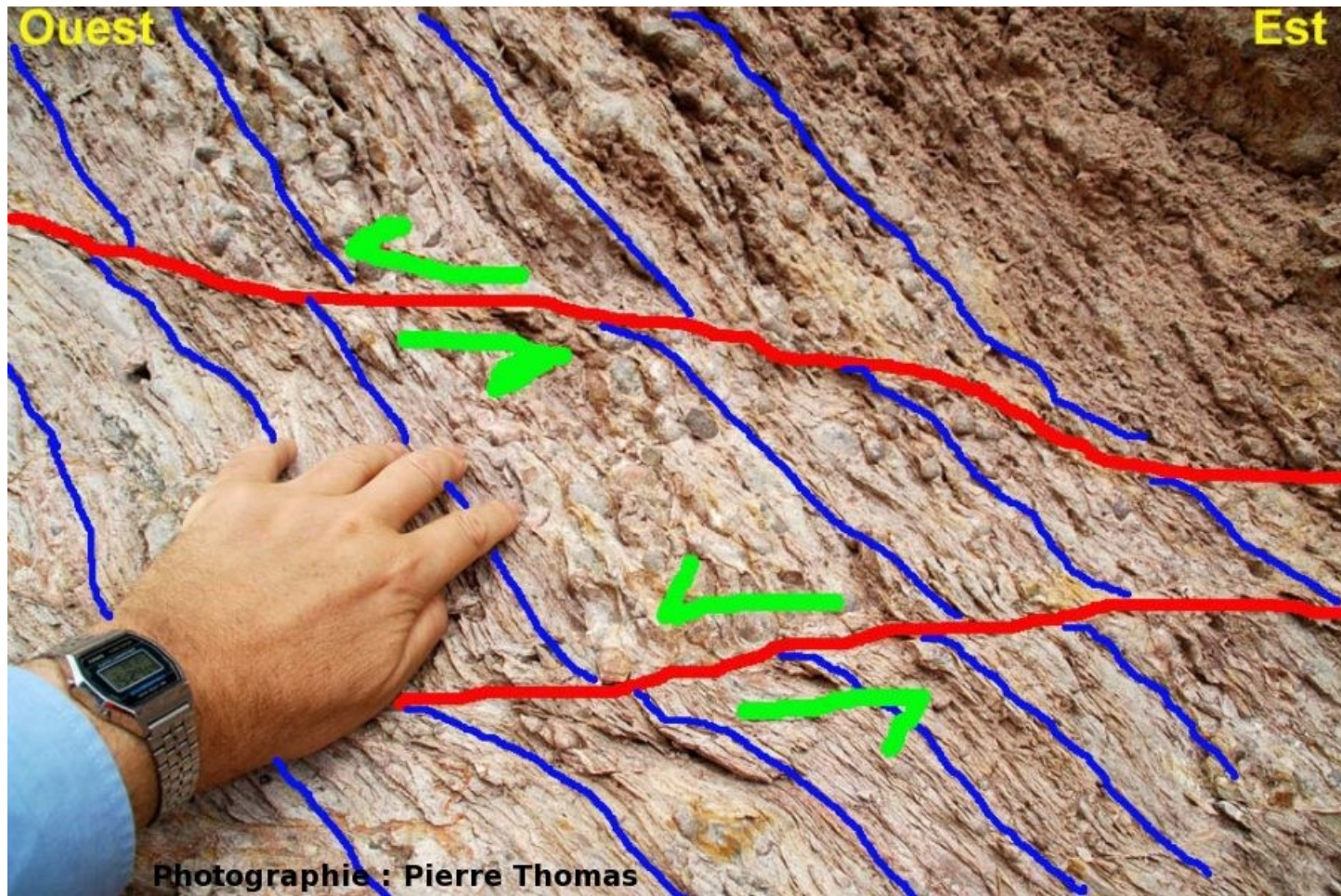
S sig = plan d'aplatissement cisailé = schistosité sigmoïde
C = plan de cisaillement

Formation de plan causés par des **contraintes** mécaniques, d'ordre **tectonique** ou **gravitaire**

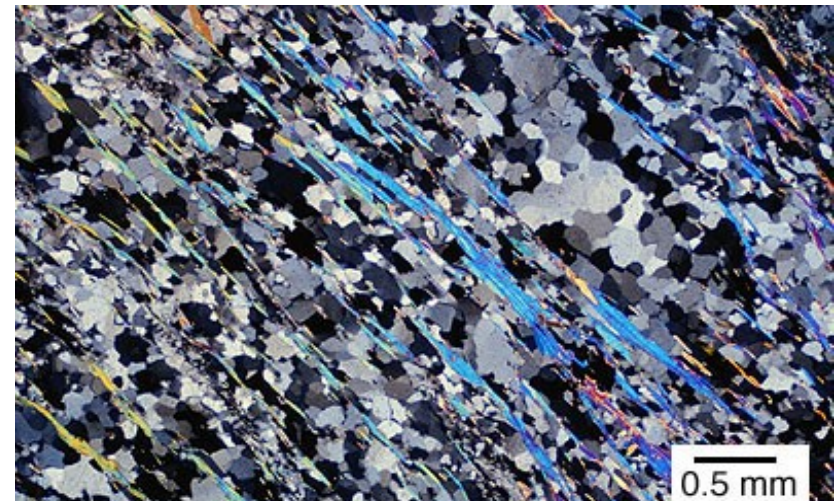
Exemples de plans C et S



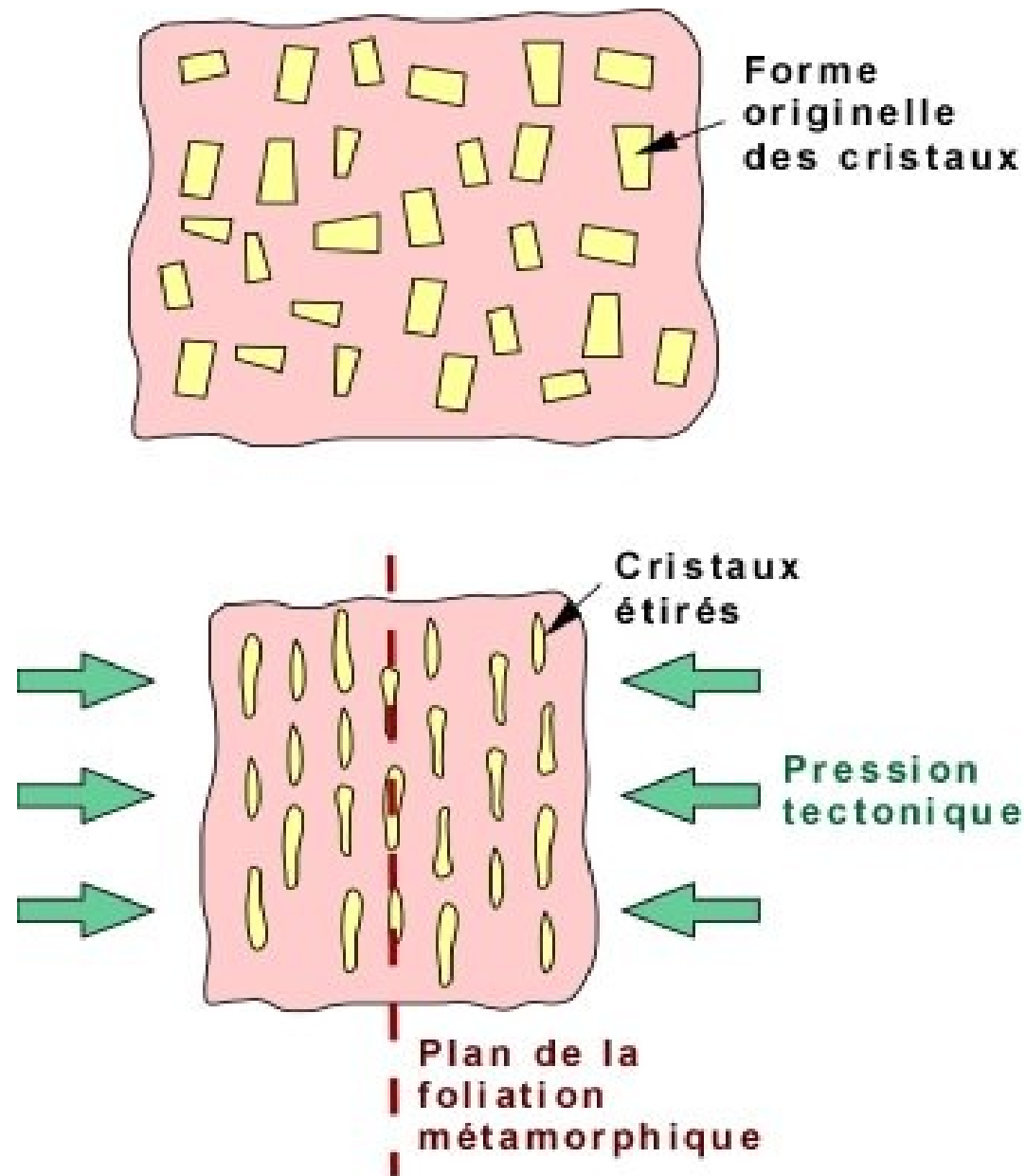
Exemples de plans C et S



À l'inverse, une **foliation** sépare des lits de minéralogies différentes (typiquement lits clairs et lits sombres).



Attention, une foliation et une schistosité peuvent être associées dans une même roche



Plan de foliation aussi orthogonal à la contrainte de déformation principale
Souvent associé à des degrés (ou grades) de métamorphisme plus élevés

➡ 1) La température

➡ 2) Les Pressions

➡ 3) La composition chimique du système

Calcaire ayant subi un métamorphisme BP-HT ?

➡ 1) La température

➡ 2) Les Pressions

➡ 3) La composition chimique du système

Calcaire ayant subi un métamorphisme BP-HT ?



➡ 1) La température

➡ 2) Les Pressions

➡ 3) La composition chimique du système

Calcaire ayant subi un métamorphisme BP-HT ?

→ **Marbre**



Pélite ayant subi un métamorphisme BP-HT ?

→ **Cornéenne** à andalousite, voire silimanite



➡ 1) La température

➡ 2) Les Pressions

➡ 3) La composition chimique du système

Calcaire ayant subi un métamorphisme BP-HT ?

→ **Marbre**



Pélite ayant subi un métamorphisme BP-HT ?

→ **Cornéenne** à andalousite, voire silimanite



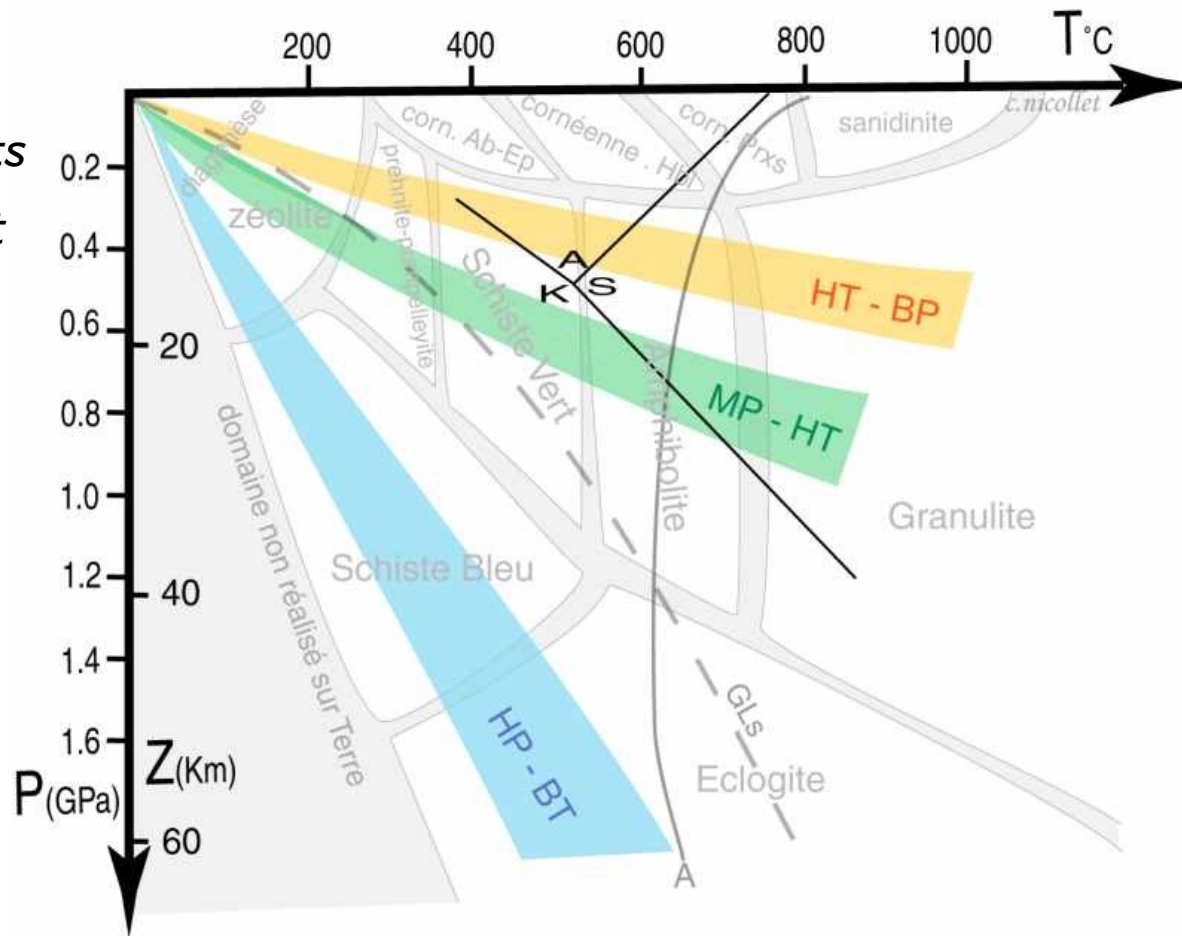
En fonction de la composition initiale du protolithe, les minéraux produits sont **très différents**

Les fluides peuvent aussi jouer un grand rôle en échangeant avec le système

La composition minéralogique (=Paragenèse) ainsi que les déformations subies par des roches métamorphiques permettent de reconstruire l'histoire géologique de la roche ou de l'unité géologique concernée

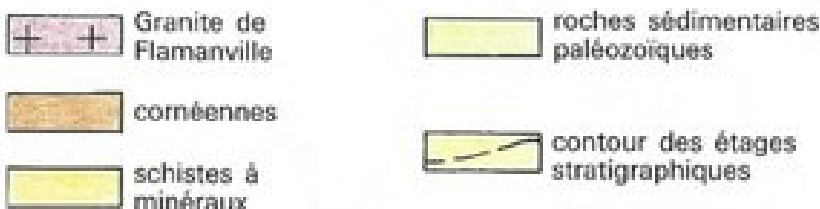
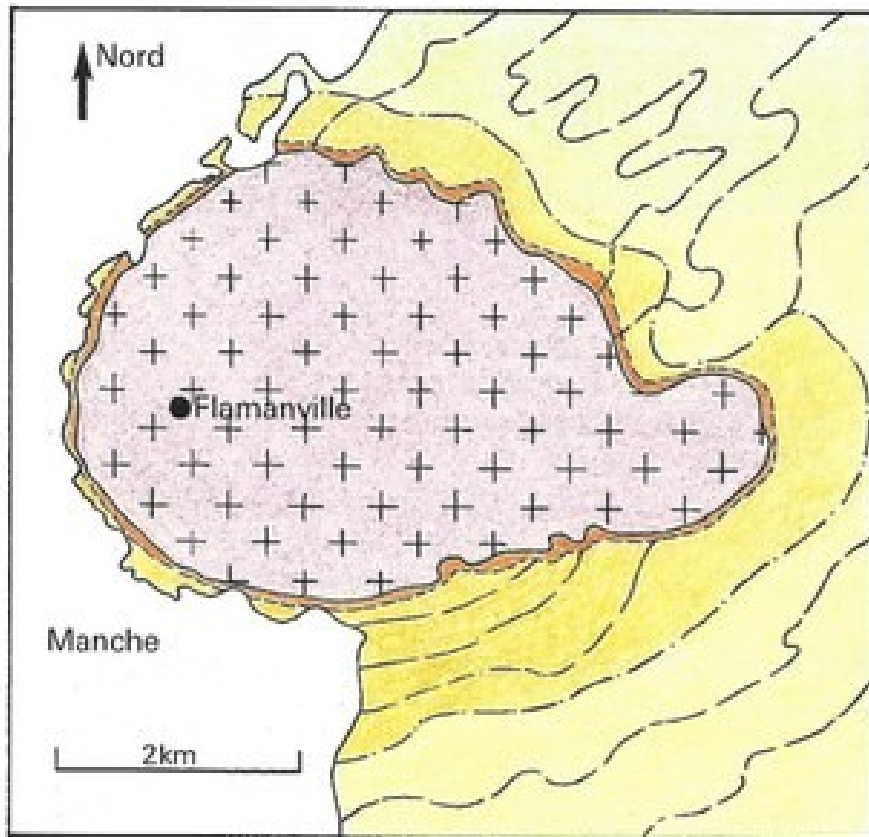
La composition minéralogique (=Paragenèse) ainsi que les déformations subies par des roches métamorphiques permettent de reconstruire l'histoire géologique de la roche ou de l'unité géologique concernée

*Différents gradients
métamorphiques et
faciès pour des
métabasites*

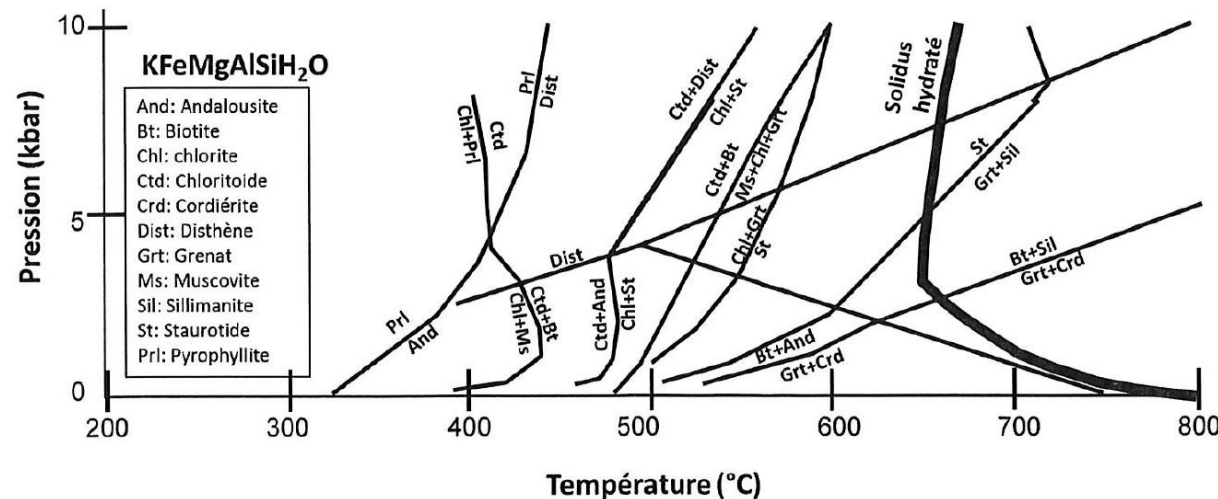


On délimite parfois des faciès métamorphiques types pour certaines catégories de protolithes, caractérisés par certains assemblages minéral

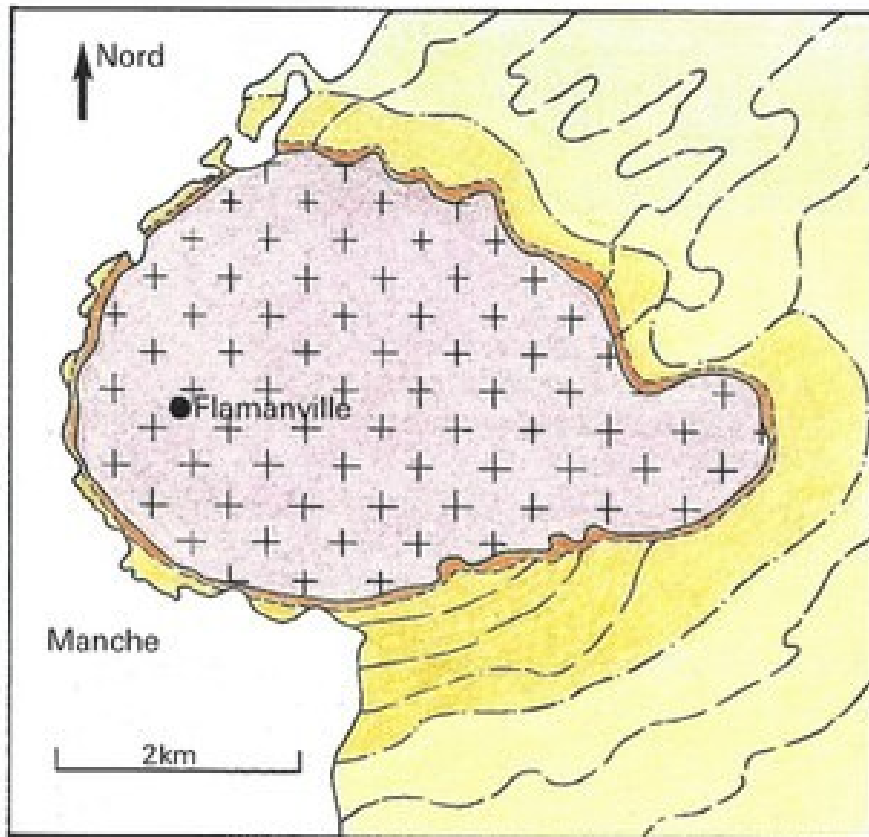
Granite daté entre 335 et 300 Ma intrusif dans une série sédimentaire datée du Cambrien au Dévonien (541-358 Ma). Ces formations sédimentaires ont subi avant l'arrivée du granite des événements tectoniques (plissement, schistosité)



Apparition de minéraux caractéristiques de ces conditions
(Andalousite, sillimanite, etc.)



Granite daté entre 335 et 300 Ma intrusif dans une série sédimentaire datée du Cambrien au Dévonien (541-358 Ma). Ces formations sédimentaires ont subi avant l'arrivée du granite des événements tectoniques (plissement, schistosité)



+ + Granite de Flamenville

cornéennes

schistes à minéraux

roches sédimentaires paléozoïques

contour des étages stratigraphiques

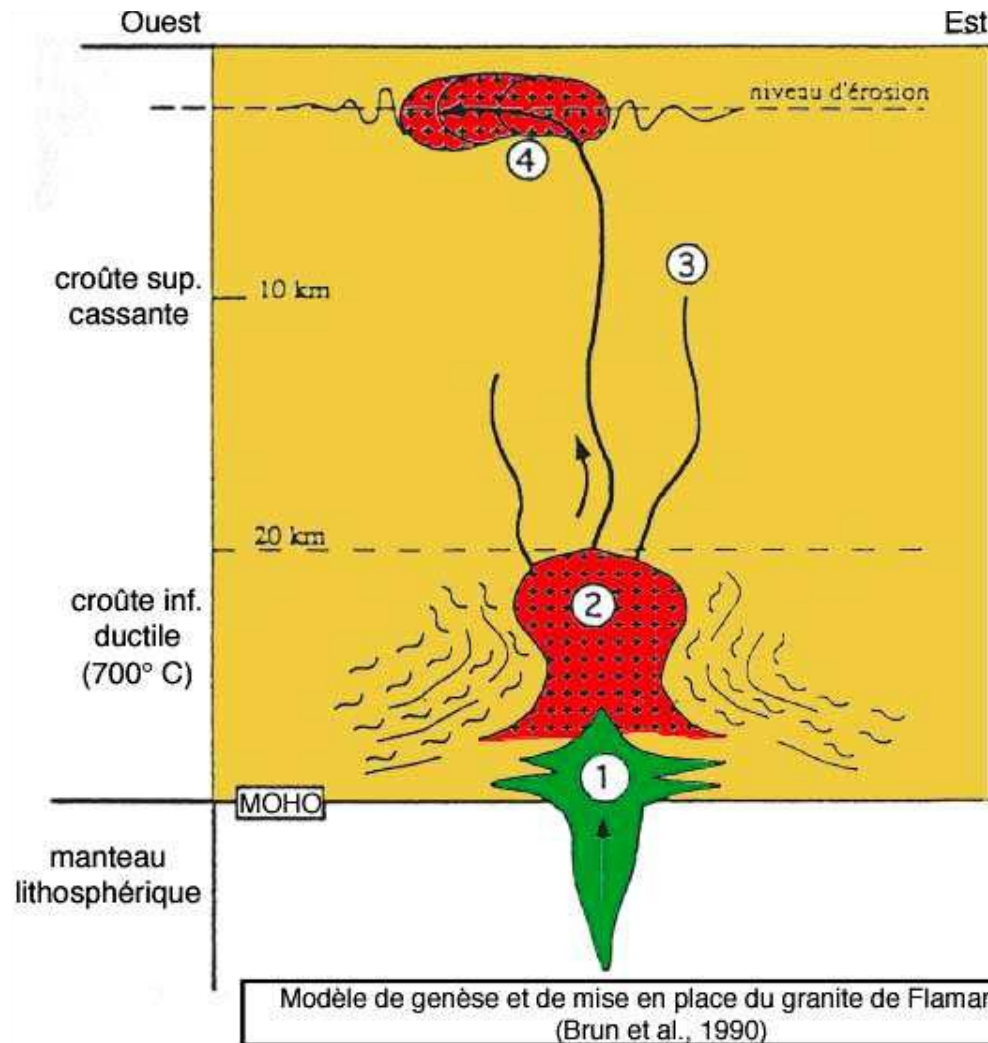
Apparition de minéraux caractéristiques de ces conditions
(Andalousite, sillimanite, etc.)

Modification de la structure, avec souvent ne perte de la schistosité : **cornéennes**



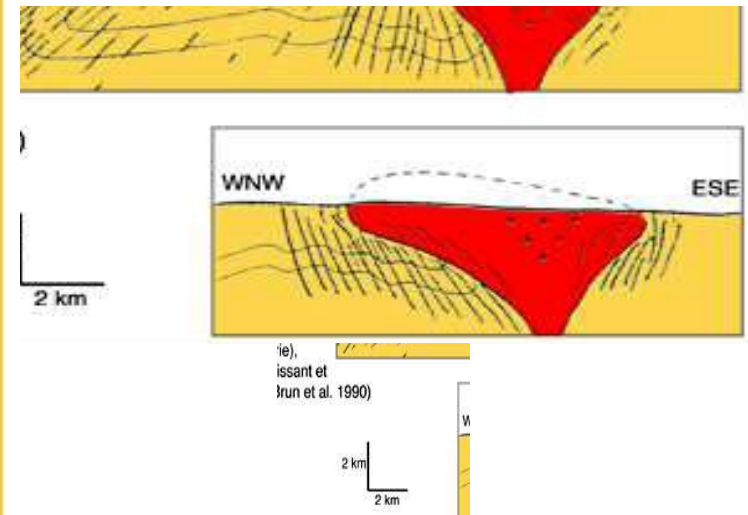
Cornéenne
à Grenats

Modèle de formation du granite de Flamanville

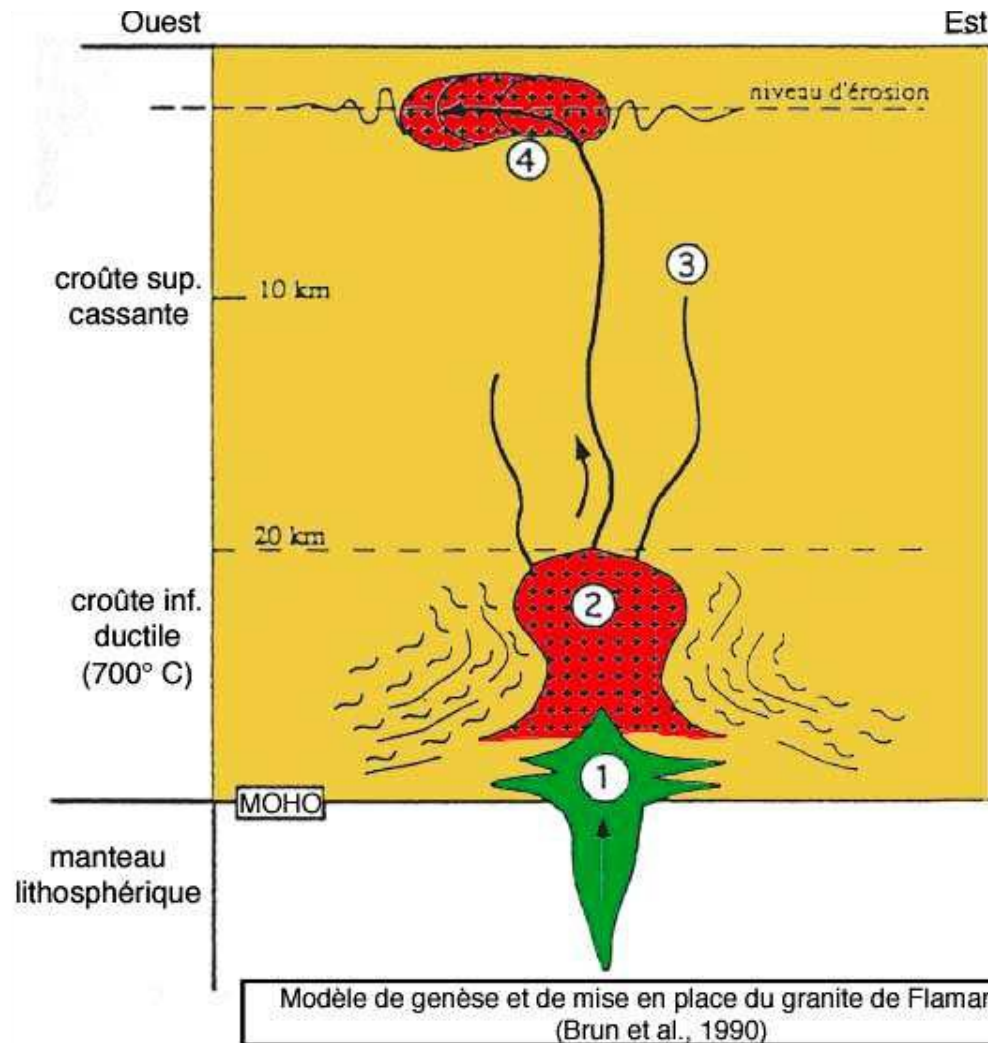


- 1 : injection de magma basique (1200°C) d'origine profonde dans la croûte inférieure
- 2 : fusion partielle de la croûte inférieure donnant un magma granitique soumis à diapirisme et à mélange avec un magma basique
- 3 : injection du magma granitique dans des dykes
- 4 : formation du pluton granitique par gonflement sur place avec refoulement latéral des formations paléozoïques

Coupe géologique autour du granite de Flamanville

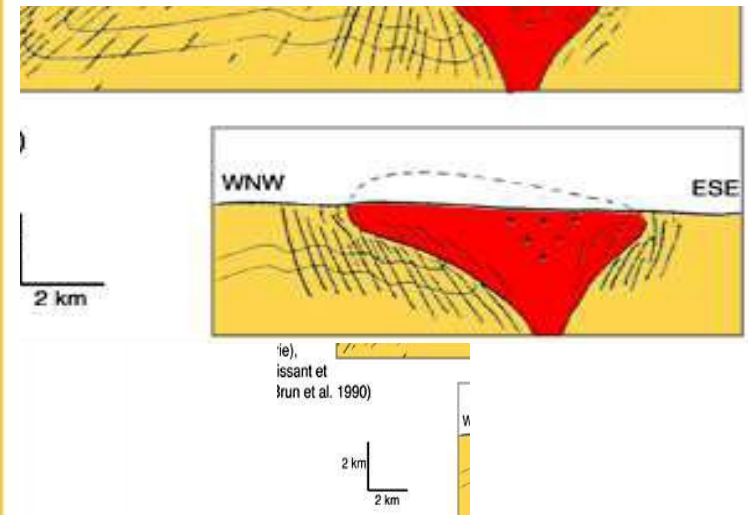


Modèle de formation du granite de Flamanville



- 1 : injection de magma basique (1200°C) d'origine profonde dans la croûte inférieure
- 2 : fusion partielle de la croûte inférieure donnant un magma granitique soumis à diapirisme et à mélange avec un magma basique
- 3 : injection du magma granitique dans des dykes
- 4 : formation du pluton granitique par gonflement sur place avec refoulement latéral des formations paléozoïques

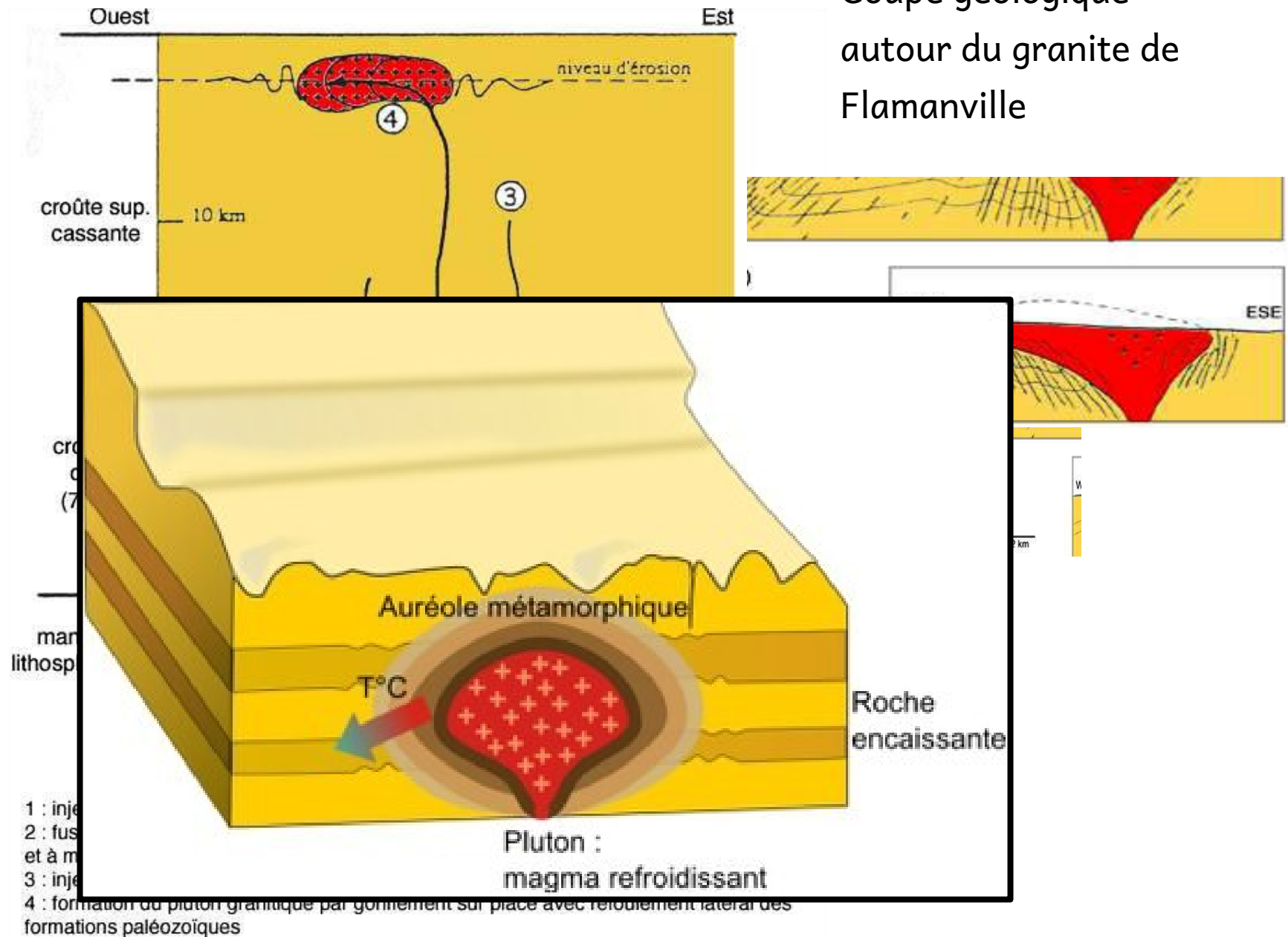
Coupe géologique autour du granite de Flamanville



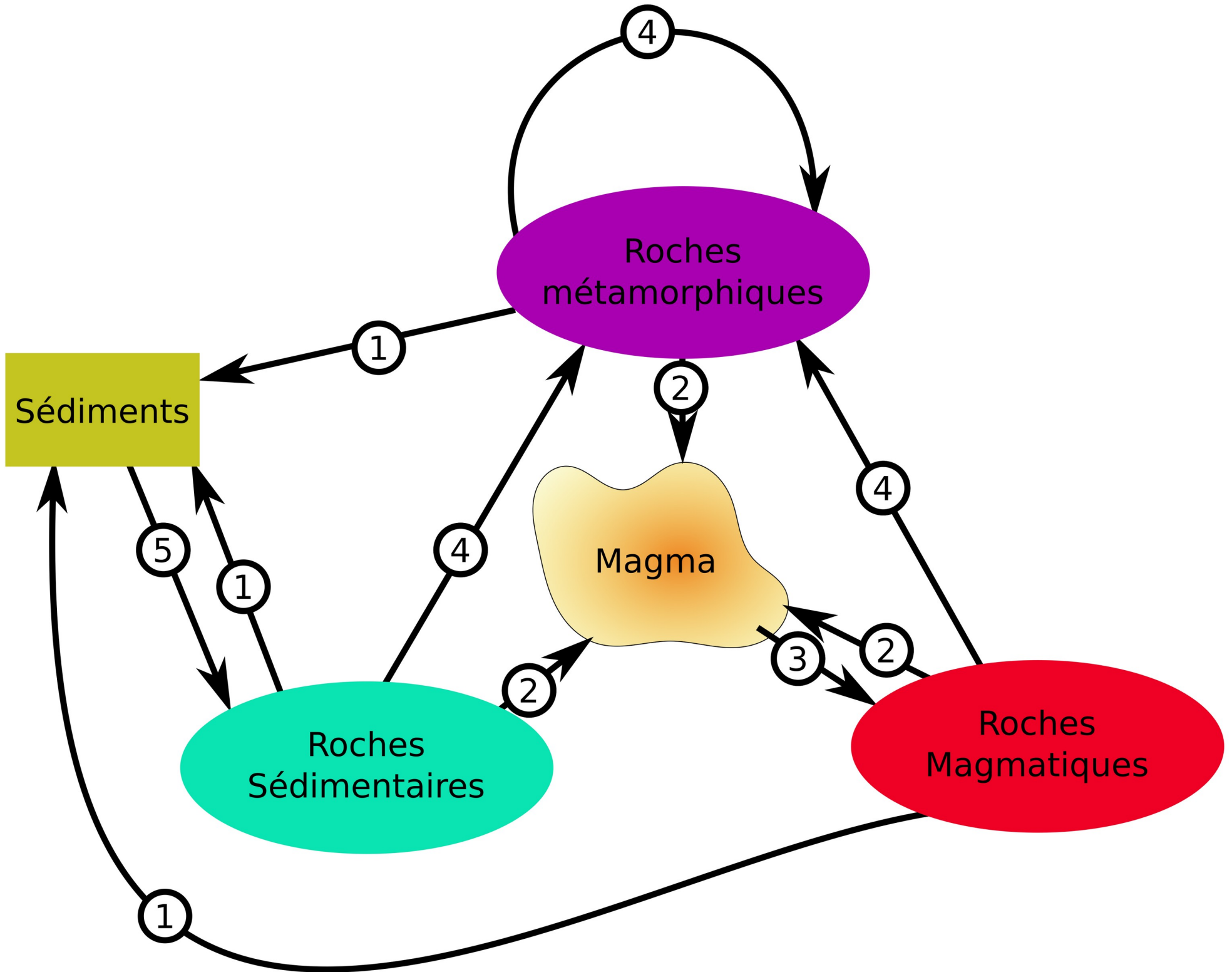
Mise en place d'une **auréole de métamorphisme** causée par la présence du granite chaud

Modèle de formation du granite de Flamanville

Coupe géologique autour du granite de Flamanville



Mise en place d'une **auréole de métamorphisme** causée par la présence du granite chaud



Comment reconnaître des roches magmatiques, métamorphiques ou sédimentaires ?

Comment reconnaître des roches magmatiques, métamorphiques ou sédimentaires ?

Sédimentaire :

- Sédiment reconnaissable
- Fossiles
- Roche stratifiée

Métamorphique :

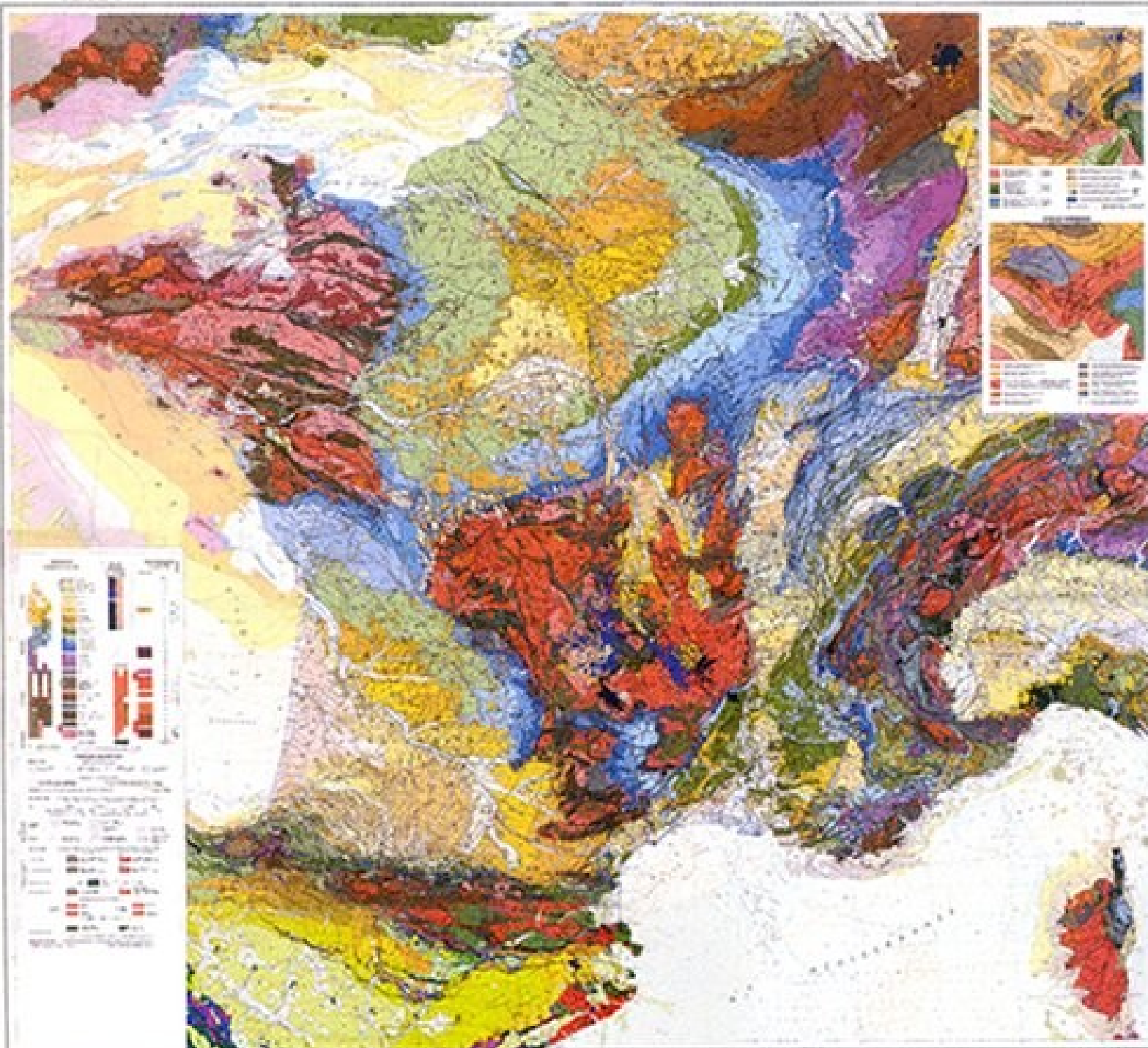
- Minéraux caractéristiques
- Traces de déformation (schistosité, foliation, plissement, ...)

Magmatique :

- Texture grenue ou microlithique
- Minéraux du magmatisme
- Verre
- Structure de refroidissement
- ...

CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE

É. J. BARRISSE, G. BARRISSE
1960



Cas particulier de la carte géologique

→ Infoterre : <http://infoterre.brgm.fr/>



*Exercices : Donnez un maximum d'information sur les éléments figurés
+ proposez des méthodes pour aller plus loin*



*Exercices : Donnez un maximum d'information sur les éléments figurés
+ proposez des méthodes pour aller plus loin*



*Exercices : Donnez un maximum d'information sur les éléments figurés
+ proposez des méthodes pour aller plus loin*



*Exercices : Donnez un maximum d'information sur les éléments figurés
+ proposez des méthodes pour aller plus loin*



*Exercices : Donnez un maximum d'information sur les éléments figurés
+ proposez des méthodes pour aller plus loin*

