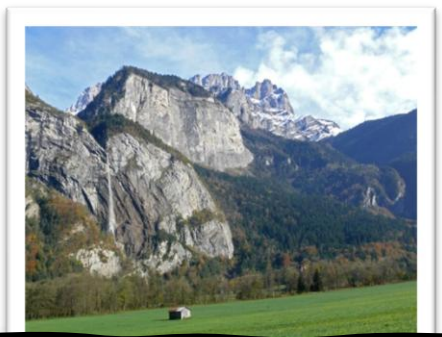




Et dire que certains préfèrent encore les plantes !!

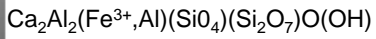
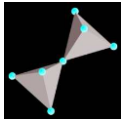
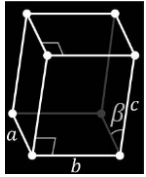


- L'industrie et l'économie

- la collection des roches, des fossiles, des cristaux

- la chimie

- l'observation des paysages



Epidote

Allez, accompagnez-moi en
Géologie

- l'histoire des temps géologiques



- la prospection et la récolte

- le « pouvoir » des pierres (!)



Il s'agit d'un cristal de quartz



Parlons des temps géologiques

Selon James Ussher (1581-1656), la **C**réation de la terre a eu lieu en 4004 avant J-C.

Le soir du 23 octobre :

- à 20 h, le Néant
- à 21 h, Pouf !

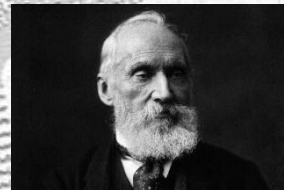


Même Kepler (1571-1630) et Newton (1643-1727) estimaient cette naissance vers 4000 avant J-C !

Buffon (1707-1788) : Refroidissement de Sphère => 75 000 ans



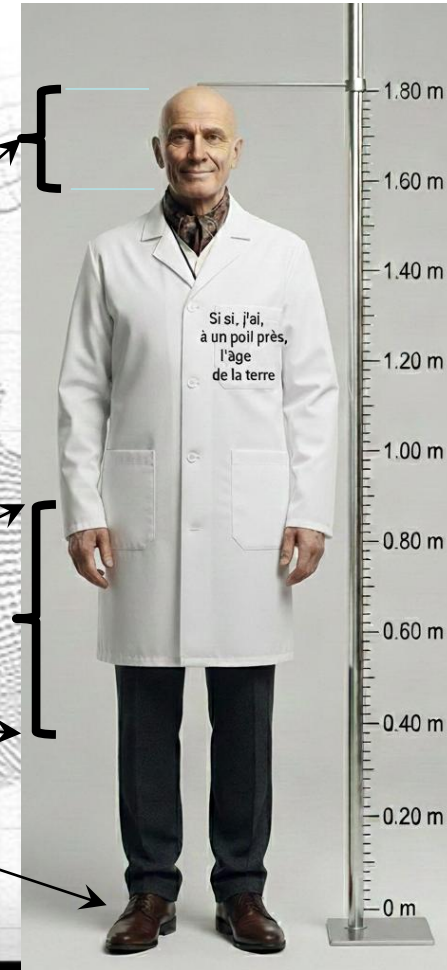
Kelvin (1824-1907) : Equation de la chaleur => 20 000 000 à 400 000 000 années



Parlons des temps géologiques

En 1953, M. Clair Patterson propose une date de 4,55 Milliards d'années. La découverte des propriétés radioactives de certains éléments chimiques a fait avancer la science (Exemple : instabilité du Carbone 14, 5700 ans de demi vie).

Age en Millions d'années	Distance au sommet de l'individu (mm)	Evènement sur terre
5	2	Apparition de l'Homme
62	25	Apparition des primates
65	26	Extinction en masse (Adieu dinosaures et ammonites)
140	56	Apparition des plantes à fleurs
160	64	Apparition des oiseaux
205	82	Apparition des mammifères
208	83	Extinction en masse
252	99	Extinction en masse (95% des espèces marines)
350	140	Apparition des insectes
367	147	Extinction en masse et vie animale en surface
400	160	Apparition des plantes en surface
438	175	Extinction en masse
545	216	Présence de trilobites dans les mers
≈ 3500	1400	Plus anciens fossiles (bactéries)
4543	1800	Naissance



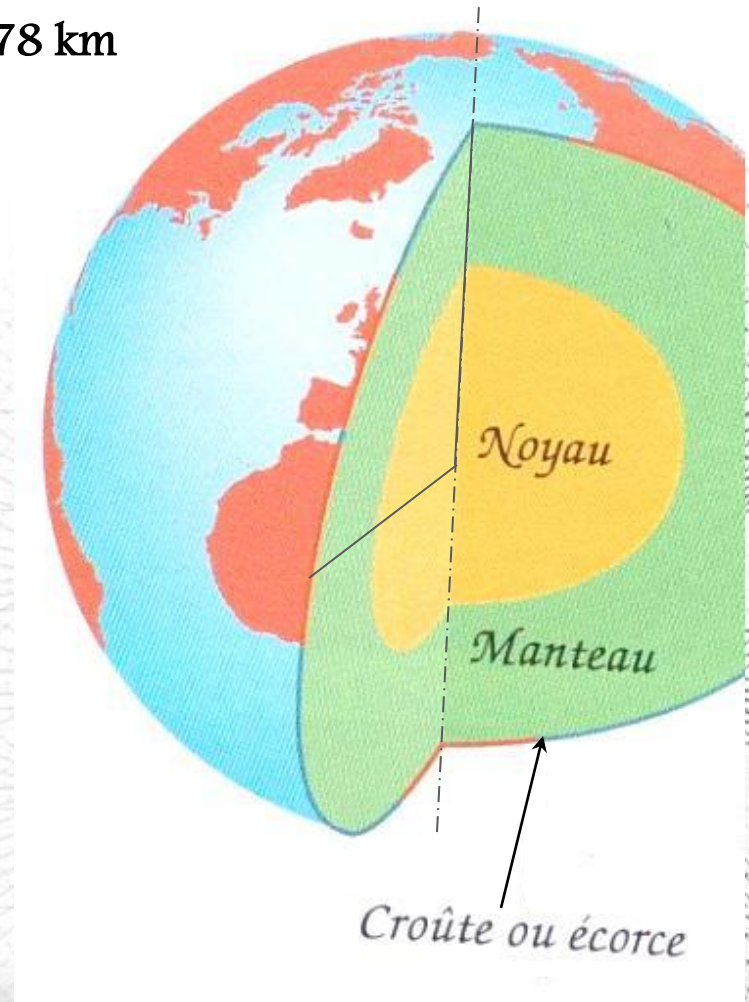
Léger flou !

Les 2026 dernières années représentent une hauteur de 0,00081 millimètre, soit 0,81 micron.

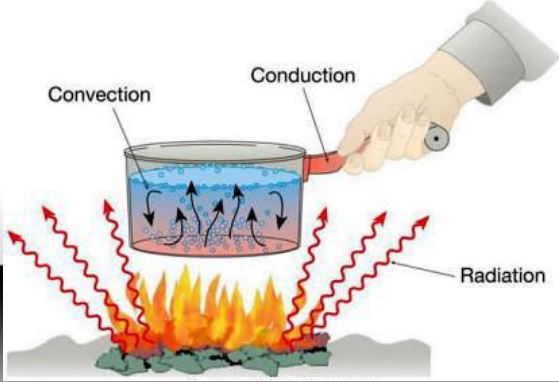
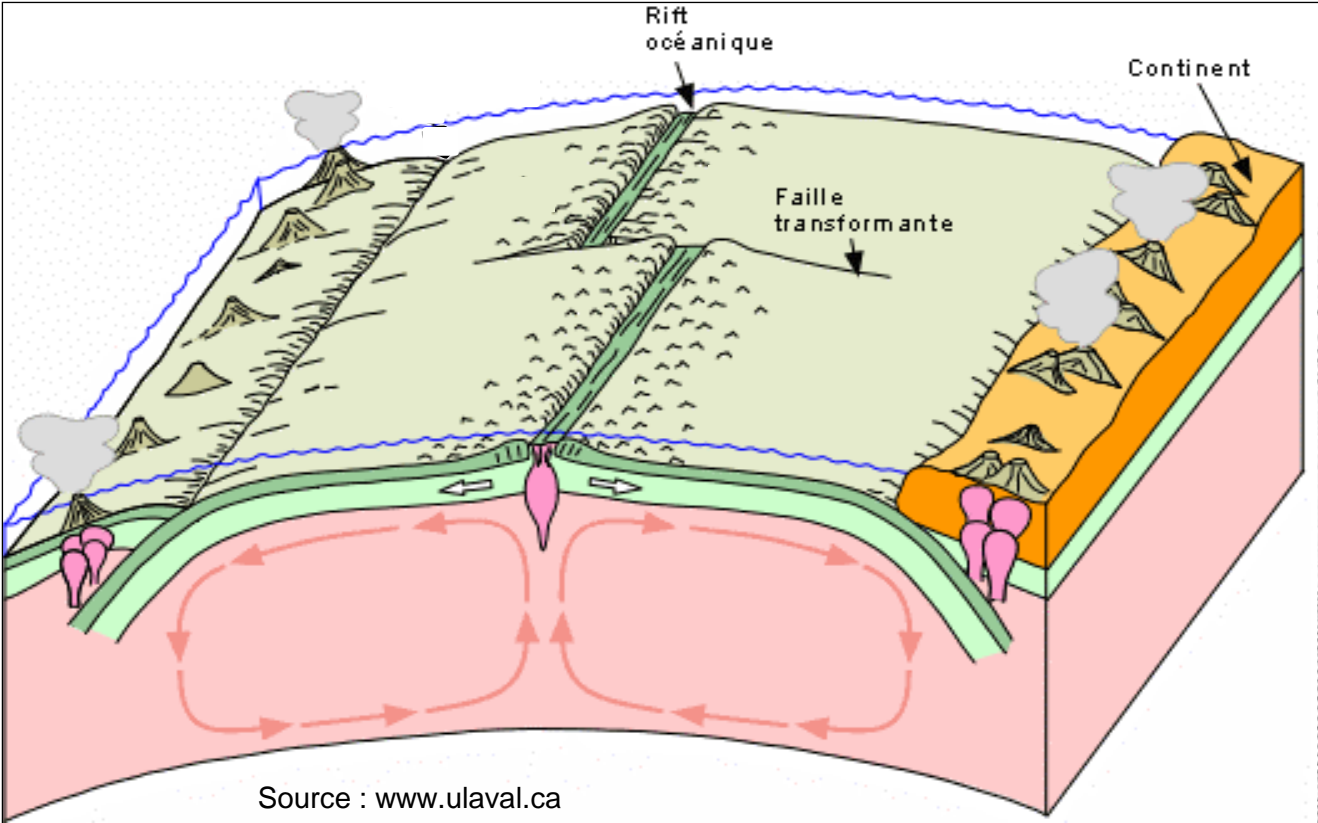
Quelques bases de géologie

Structure du globe :

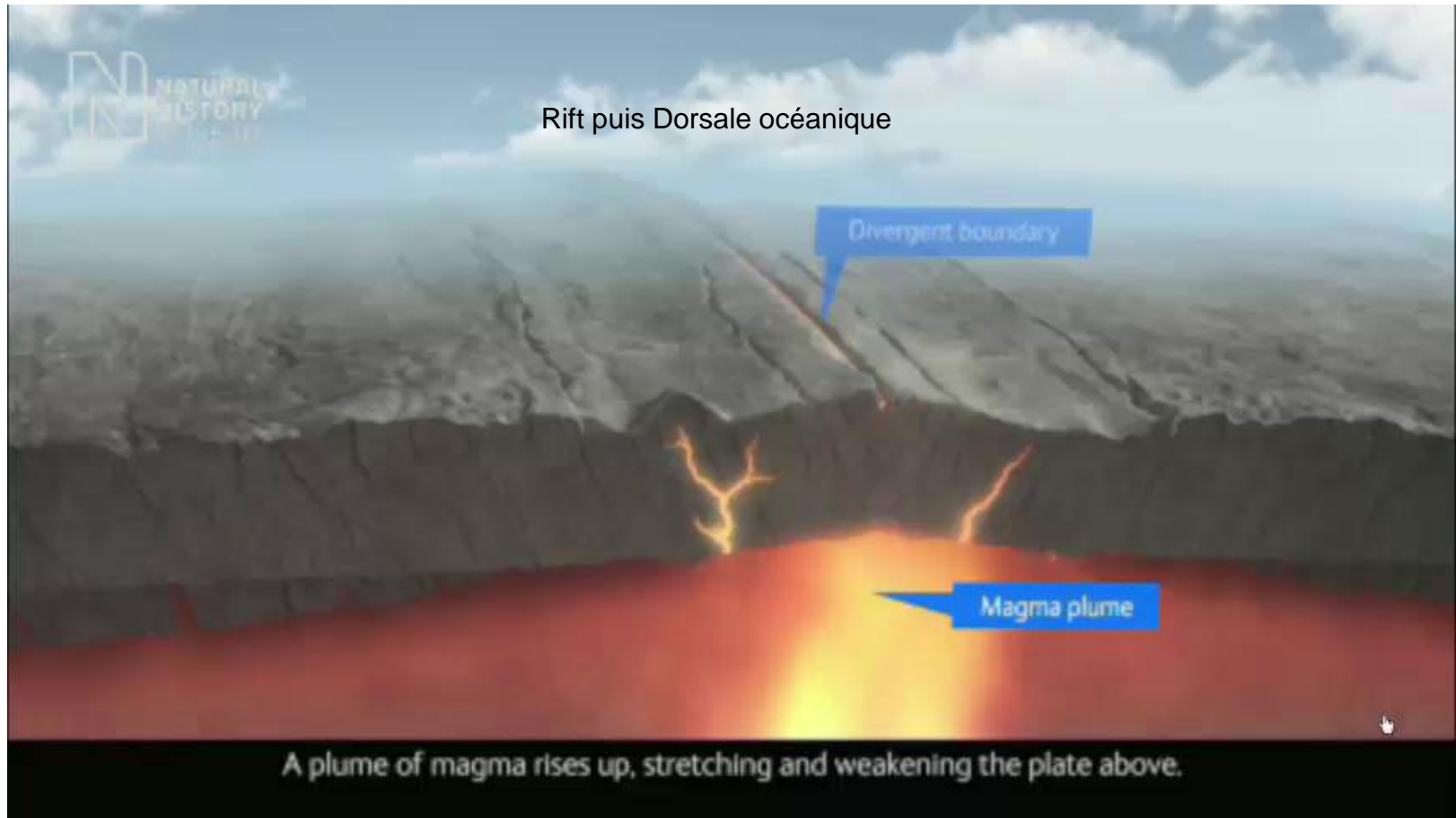
Rayon polaire : 6357 km, rayon équatorial : 6378 km



Le mouvement des plaques tectoniques : Théorie en vogue



Les films du musée d'histoire naturelle de Londres



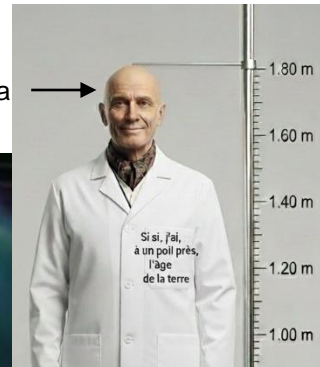
Source : <http://www.nhm.ac.uk/nature-online/earth/plate-tectonics/index.html>

Dorsale

Les films du musée d'histoire naturelle de Londres

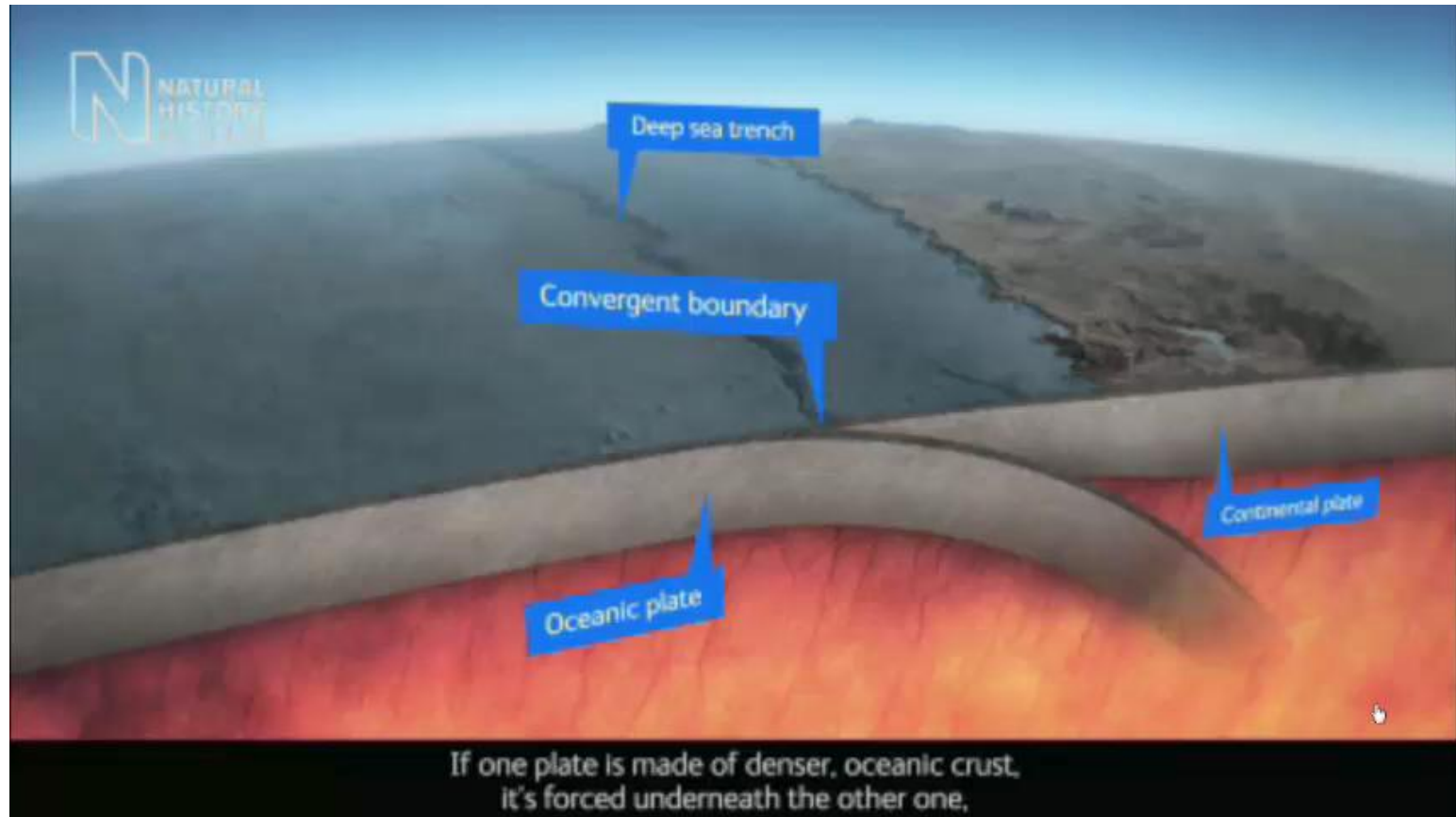


160 Ma →

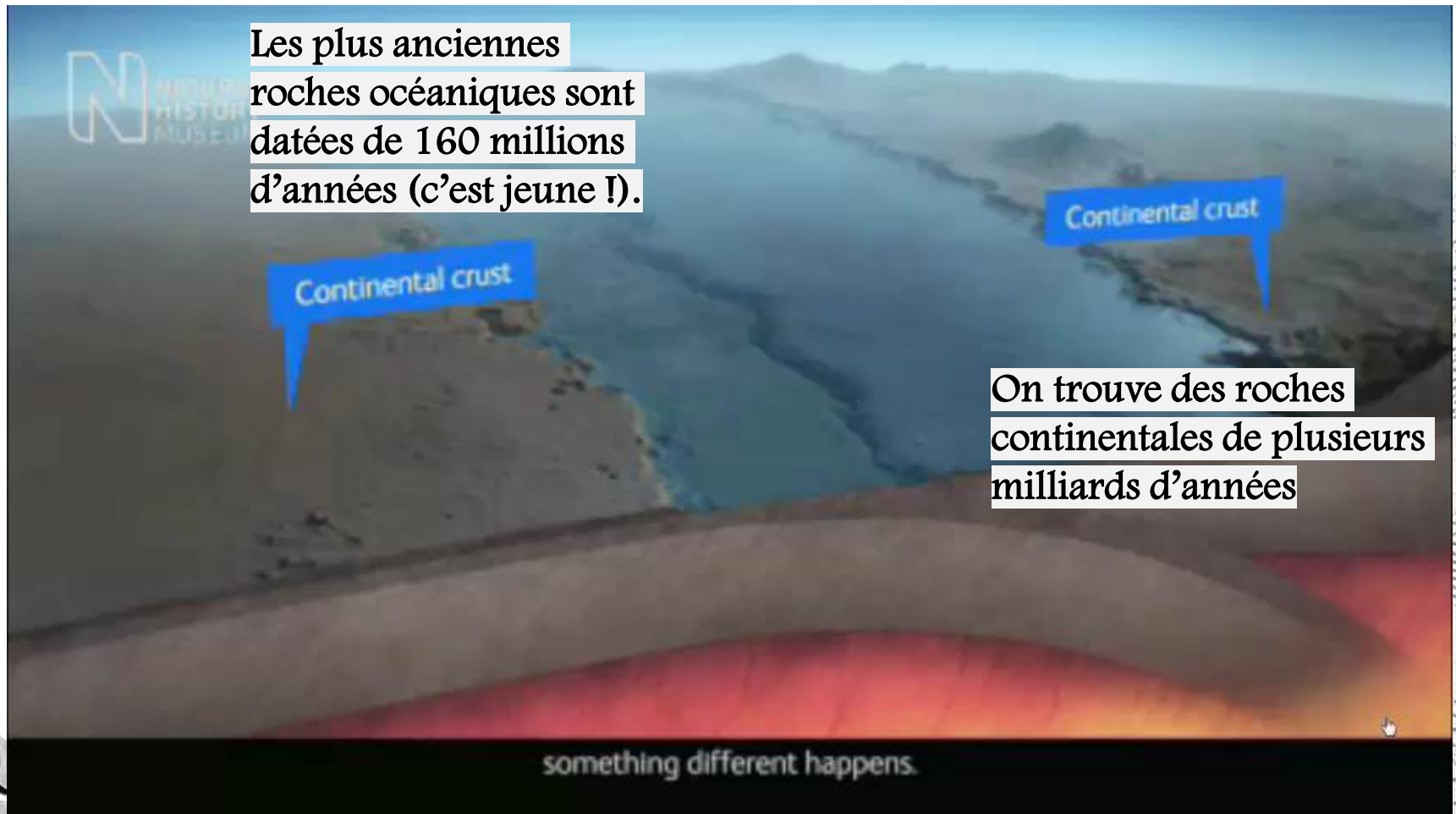


Les films du musée d'histoire naturelle de Londres

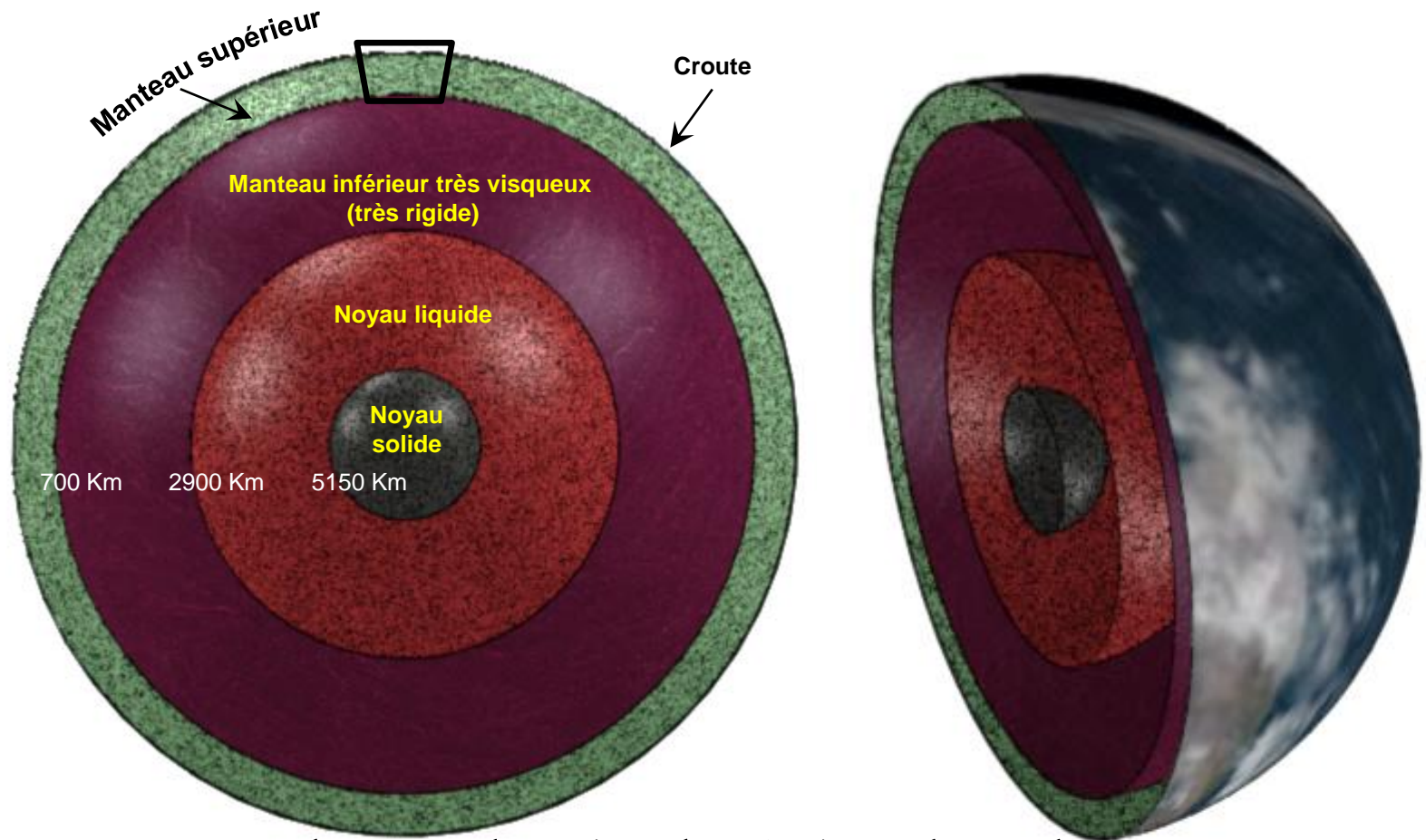
Les plaques océaniques sont plus denses ($d = 3$ à $3,3$) que les plaques continentales ($d = 2,7$ à $3,1$) et s'enfoncent « rapidement » par le jeu des mouvements tectoniques.



Les films du musée d'histoire naturelle de Londres



Quelques bases de géologie

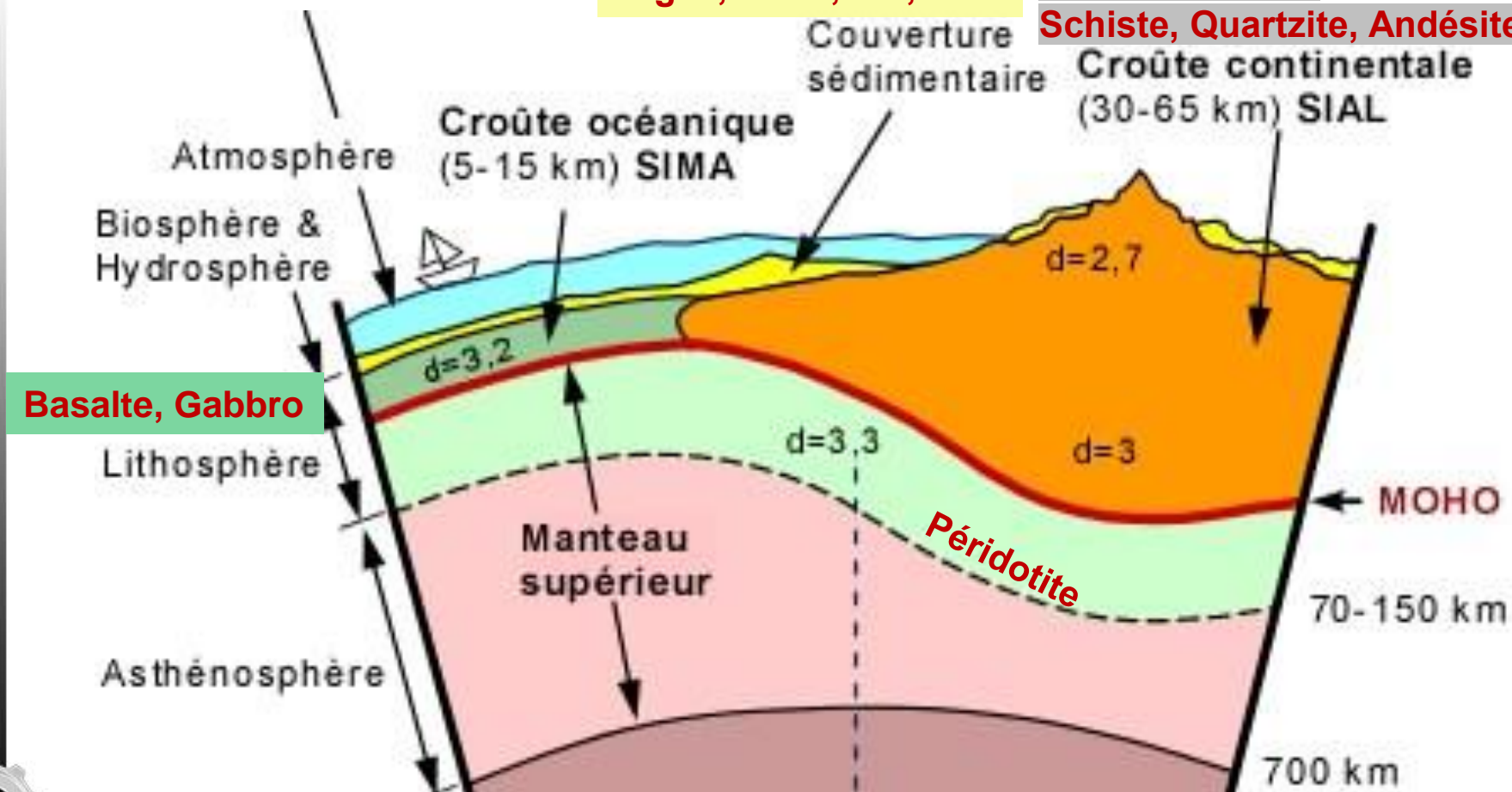


Remarquez que la croute de 15 à 70 km située au dessus du manteau, ne dépasse pas, à cette échelle, l'épaisseur du trait noir !!!

Quelques bases de géologie

Calcaire, Gypse, Grès,
Argile, Craie, Sel, ...

Granite, Gneiss,
Schiste, Quartzite, Andésite...



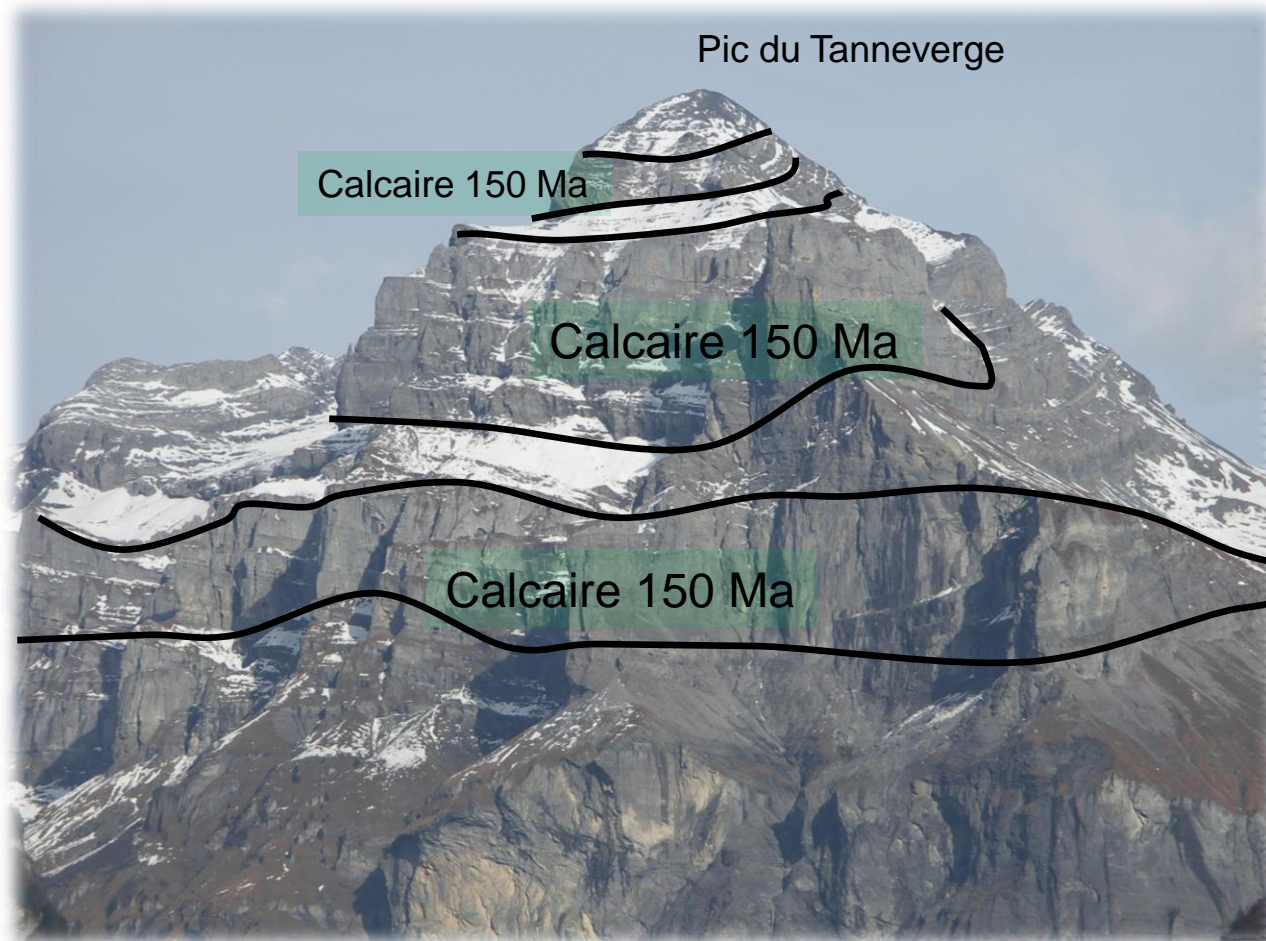
Source : <http://www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/img.communes.pt/str.interne.terre.html>

Formation des montagnes



Source : Laboratoire Isterre GRENOBLE

Formation des montagnes : Cirque du fer à cheval



La « bible » du géologue : la carte de géologie

Tout d'abord, une phrase à bien retenir :

Vaut plutôt s'aimer !

Vo.Pluto.Sé.Mé.

Volcanique

Bleu marine: Volcanique

Plutonique

Rouge : Granite

Sédimentaires

Brun : (entre 542 et 250 Ma)

Violet : Trias (entre 250 et 200 Ma)

Bleu : Jurassique (entre 200 et 145 Ma)

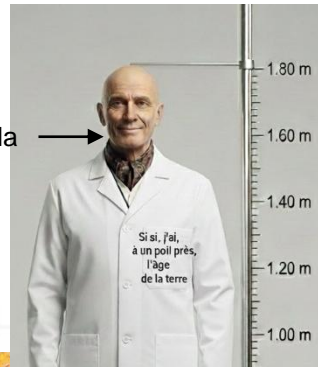
Vert : Crétacé (entre 145 et 65 Ma)

Jaune : Tertiaire et Quaternaire (Inf. 65 Ma)

Métamorphiques

Rose : Gneiss, marbre

542 Ma →

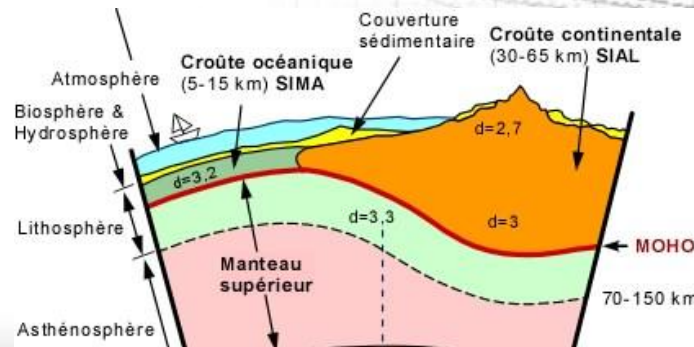


Sources : Carte de France BRGM

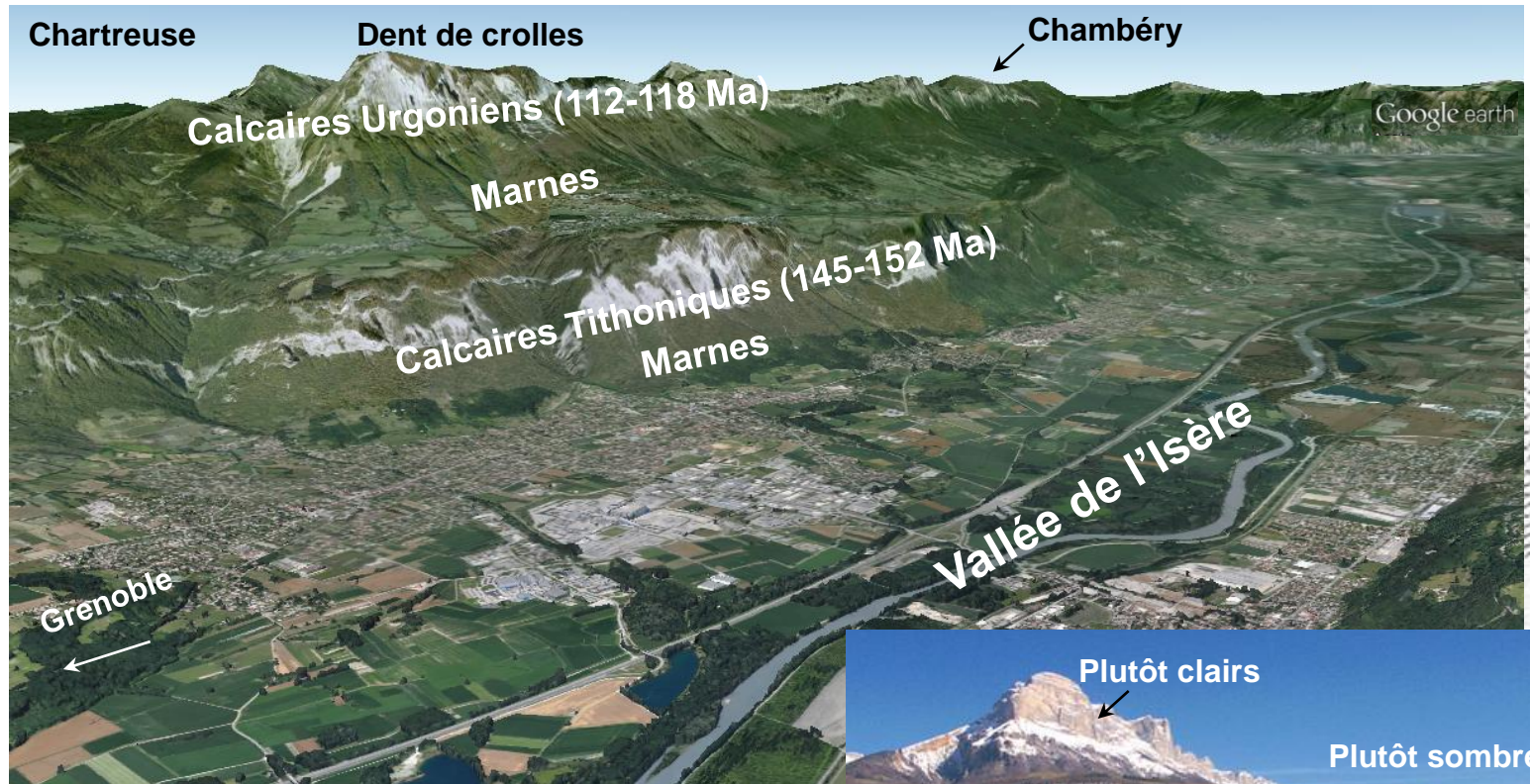
Mais comment se forment les minéraux ?

Vo. Pluto. Sé. Mé

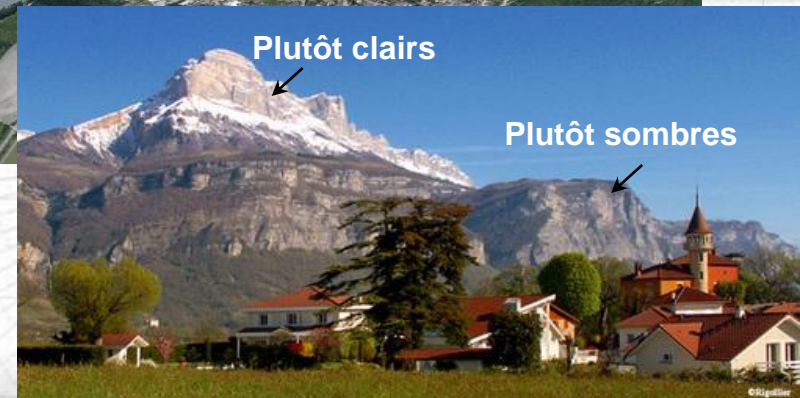
Une couche fine (5 % du volume de la croûte)
mais très visible (75 % des surfaces).

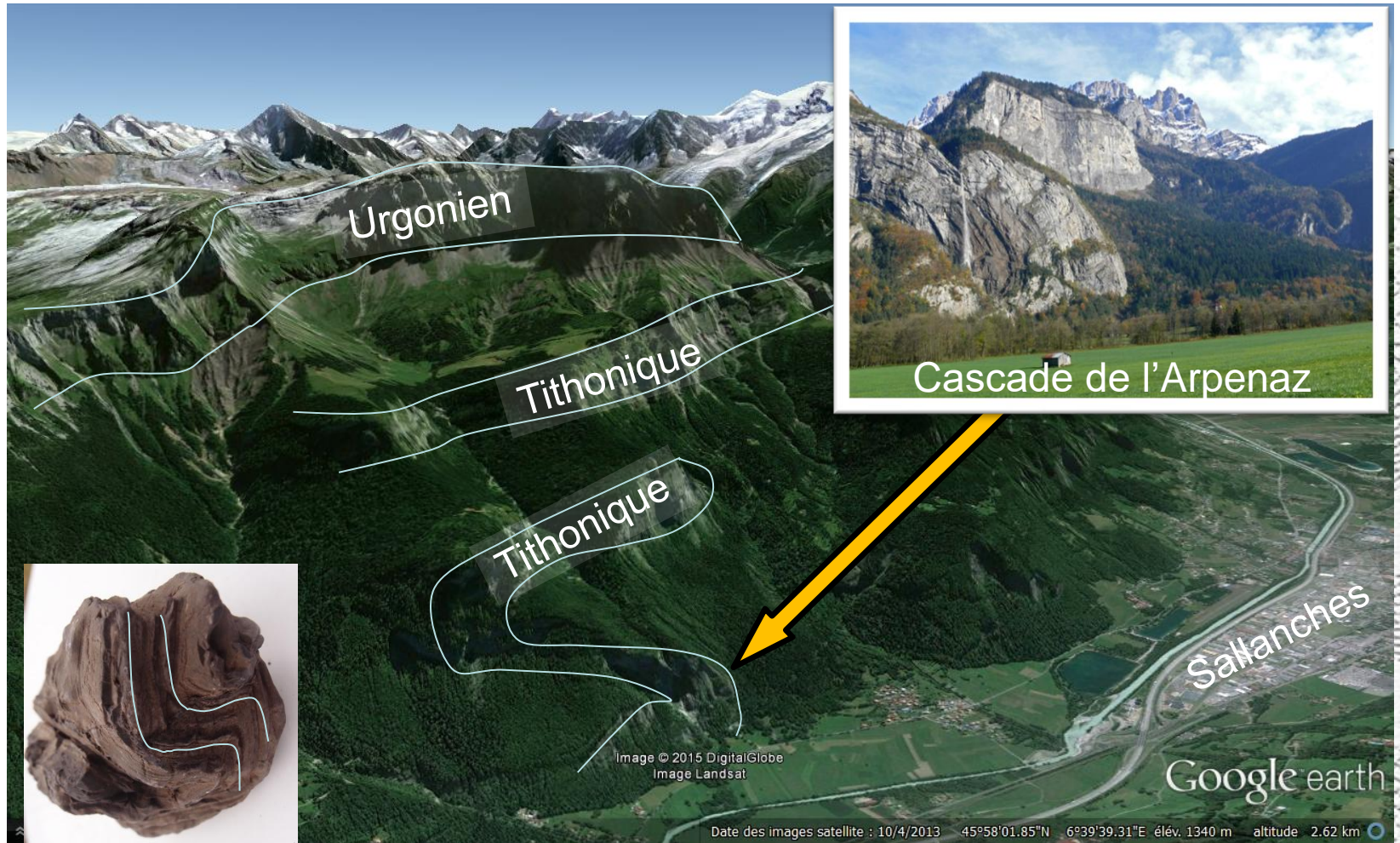


Le maître des lieux des roches sédimentaires est le Calcaire (sa petite formule : CaCO_3)



Roches qui contiennent plus de 50% carbonate de calcium, majoritairement déposées au fond de mers.





Le calcaire : 3 grands types de dépôts

Dépôt d'Organismes « vivants » : Fossiles, craies...

Dépôt chimique : Une eau chargée en CO₂ peut dissoudre environ 0,1g de calcaire par litre. Si l'apport en calcaire est supérieur, il se dépose au fond.

Comparons avec l'eau de mer qui peut dissoudre 360 gr de sel par litre d'eau. Si la quantité de sel est supérieure, par évaporation par exemple, il n'est plus dissous et cristallise.



Dépôt Détritique : Erosion de montagnes calcaires.

Parlons des calcaires

Urgonien : Présence d'une mer peu profonde (10 m) et chaude, calcaire déposé entre 118 et 112 Ma.

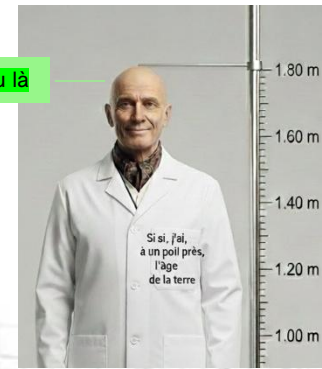
Ses couches peuvent avoir 350 m d'épaisseur, soit 0,06 mm/an !

Calcaires d'origine organique à fossiles coquillés, microscopique ou non.

Ces calcaires sont très visibles dans les Alpes et forment la majorité des falaises autour de nous (Tournette, Parmelan, Pas du Roc, Pointe d'andey...)



On est apparu là

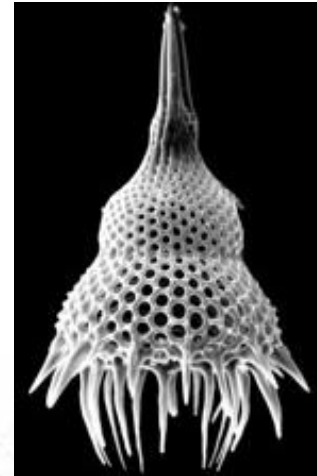


Rudistes

Parlons des calcaires

Tithonique : des dépôts pélagiques (vivant en pleine mer, profondeur 30 – 1000 m) formés par décantation (145 ~152 Ma) :

- ~ Ammonites,
- ~ micro-organismes tels que des radiolaires.



Radiolaires (siliceuses)

<http://www.radiolaria.org/>



Ammonites

Un test simple à mettre en œuvre

Comment reconnaître un calcaire : Test à l'acide chlorhydrique

S'il n'y a pas de bulle, on peut dire que ce n'est pas un calcaire.



S'il y a des bulles, on peut dire qu'il y a sans doute du CaCO_3 mais ce n'est pas certain, ce n'est pas la seule roche à réagir à l'acide chlorhydrique (Malachite, Azurite...).

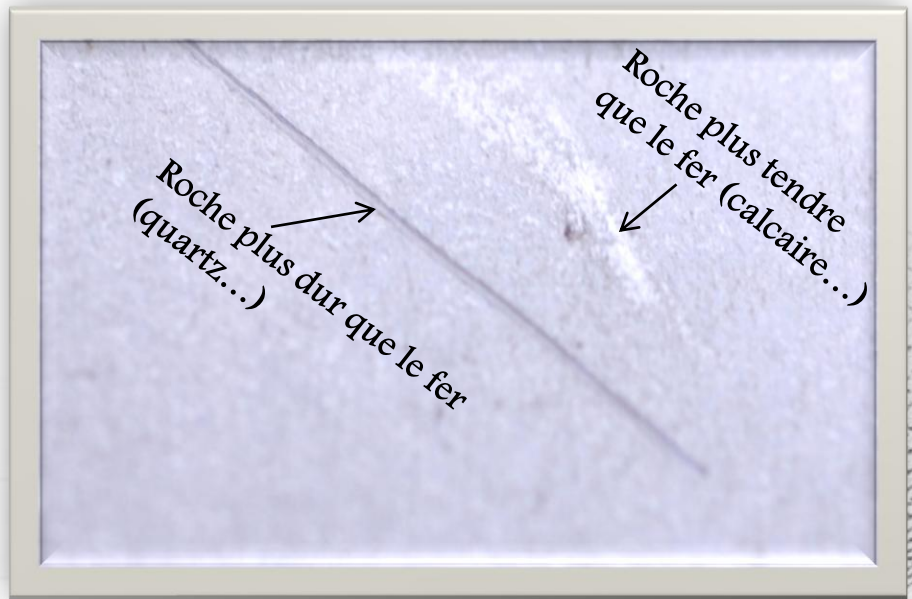


Un test simple à mettre en œuvre

Test de dureté



Essai sur plaque de fer



Deux types de traces caractéristiques

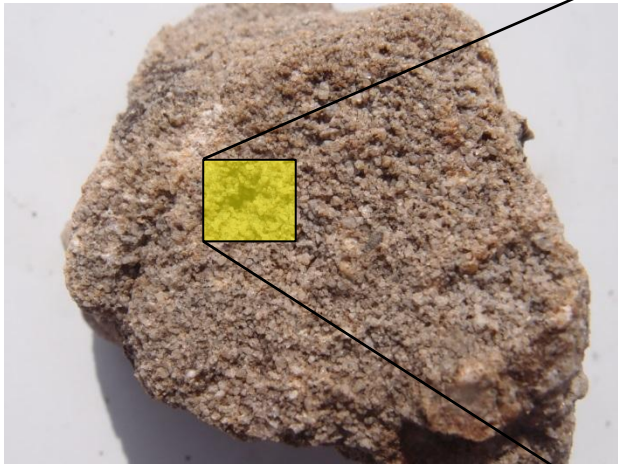
1 Talc	6 Orthose
2 Gypse	7 Quartz
3 Calcite	8 Topaze
4 Fluorine	9 Corindon
5 Apatite	10 Diamant

Ongle : 2,2
Acier doux : 5,5
Verre : 6
Acier trempé : 6,5



Une autre roche sédimentaire : Le grès

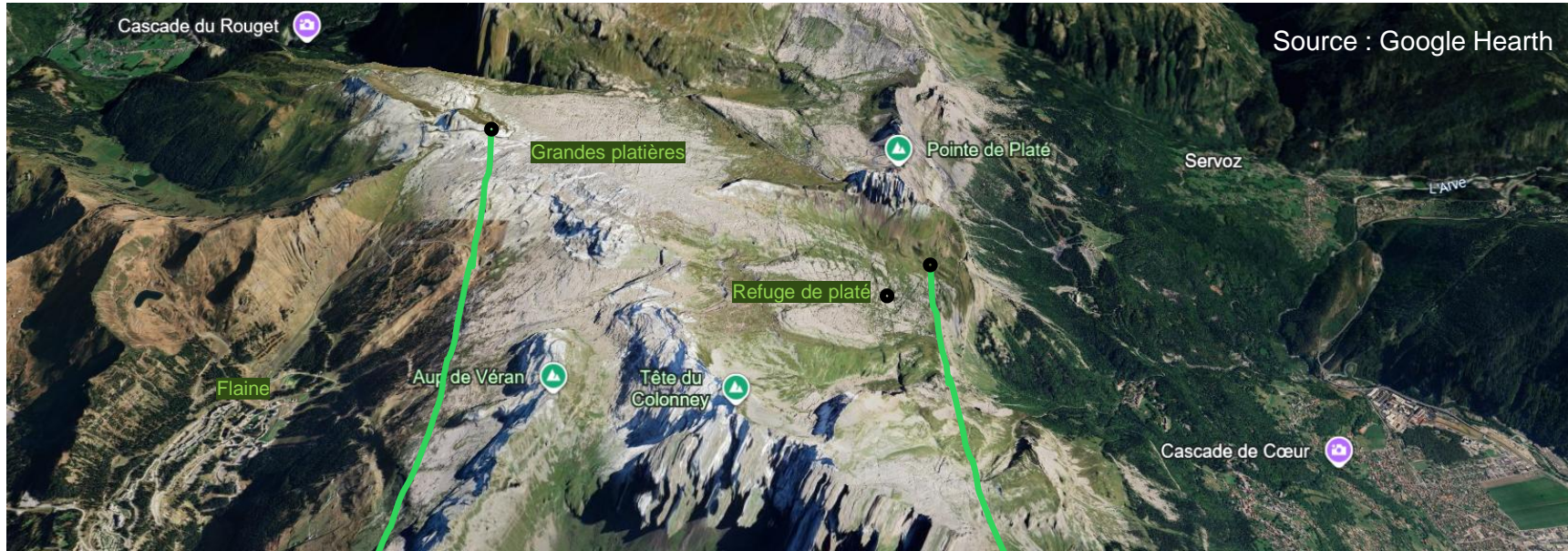
Des plages de sables qui se sont consolidées (cimentées)



Grès « classiques »



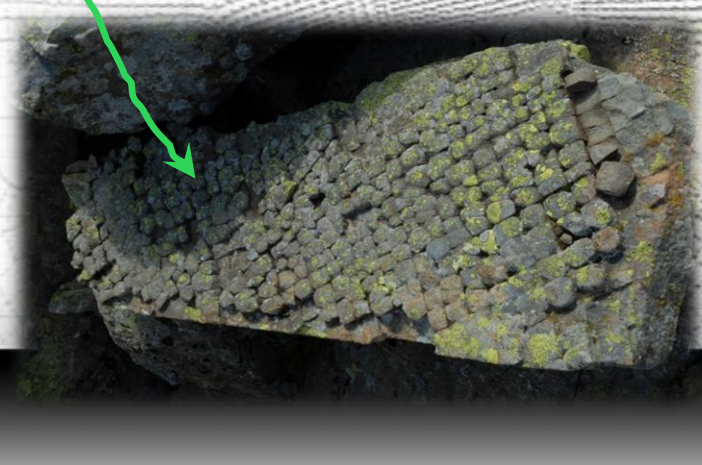
Une autre roche sédimentaire : Les célèbres Grès de Taveyanne



Grès de Taveyanne

80% andésites volcaniques, 30 Ma

Ca ressemble à du grès,
ça porte le nom de grès
mais ce n'est pas un grès !!!

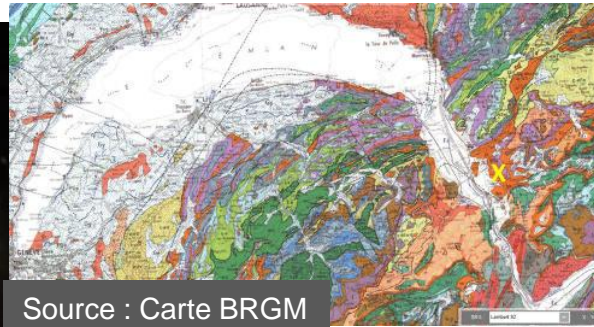


Le sel, autre roche sédimentaire (on parle d'évaporites)

La halite, nom savant du sel (NaCl)



Mine de sel de BEX (Suisse)



Source : Carte BRGM



Lors d'évaporation d'une mer, le Calcaire se dépose en premier, suivi du Gypse puis du Sel.

Dans 5,6 Ma, Gibraltar sera fermé => assèchement rapide de la Méditerranée

Les Gypses, des roches sédimentaires pleine d'eau : $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Avec du Gypse, on fait du plâtre

Recette : ~ Chauffer entre 60 et 200°C pour évacuer l'eau

~ On obtient de l'Anhydrite qui, broyée, donne du plâtre.

Il y aurait 2 à 3 fois plus d'eau dans les roches que dans les océans !!



Rose des sables (gypse + quartz)



Les craies d'école sont fabriquées à partir de plâtre (donc de Gypse !!)

La phrase à retenir

Vo. Pluto. Sé. Mé



Composition des roches de la croute terrestre

Éléments chimiques	Pourcentage (en masse) dans la croute terrestre
<u>Oxygène (O)</u>	46.71
<u>Silicium (Si)</u>	27.69
<u>Aluminium (Al)</u>	8.07
<u>Fer (Fe)</u>	5.05
<u>Calcium (Ca)</u>	3.65
<u>Sodium (Na)</u>	2.75
<u>Potassium (K)</u>	2.58
<u>Magnésium (Mg)</u>	2.08
<u>Titane (Ti)</u>	0.62
<u>Hydrogène (H)</u>	0.14
<u>Phosphore (P)</u>	0.13
<u>Carbone C</u>	0.094
<u>Manganèse (Mn)</u>	0.09

Dans les 0,346% restant

98,58%

1,074%

l'Azote,
le Soufre,
le Plomb,
l'Or,
le Nickel,
le Chrome,
le Zinc,
l'Arsenic,
l'Etain,
l'Uranium,
l'Hélium,
l'Argent,
le Cuivre
...

Principaux minéraux des roches et leur composition chimique

Granite

Quartz	→	SiO_2
Feldspath orthose	→	$\text{K}(\text{Si}_3\text{AlO}_8)$
Feldspaths plagioclases	→	$\text{Na}(\text{Si}_3\text{AlO}_8), \text{Ca}(\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_8)$
Mica noir (biotite)	→	$\text{K}(\text{Mg, Fe})_2 [\text{Si}_3\text{AlO}_{10} (\text{OH, F})_2]$
Mica blanc (muscovite)	→	$\text{KAl}_2 [\text{Si}_3\text{AlO}_{10} (\text{OH, F})_2]$
Olivine	→	$(\text{Mg, Fe})_2 (\text{SiO}_4)$
Amphibole (ex. : glaucophane)	→	$\text{Na}_2\text{Mg}_3\text{Al}_2(\text{Si}_8\text{O}_{22})(\text{OH})_2$
Pyroxène (ex. : orthopyroxènes)	→	$(\text{Mg, Fe})_2 (\text{SiO}_3)_2$
Minéraux argileux (ex. : kaolinite)	→	$\text{Al}_4(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8$
Calcite	→	CaCO_3
Gypse	→	$\text{SO}_4\text{Ca}, 2\text{H}_2\text{O}$

Source : Roches et paysages François MICHEL, ed. BELIN

On compte 3500 espèces minérales !

Remarquez qu'on compte entre 300 000
et 430 000 espèces de plantes !

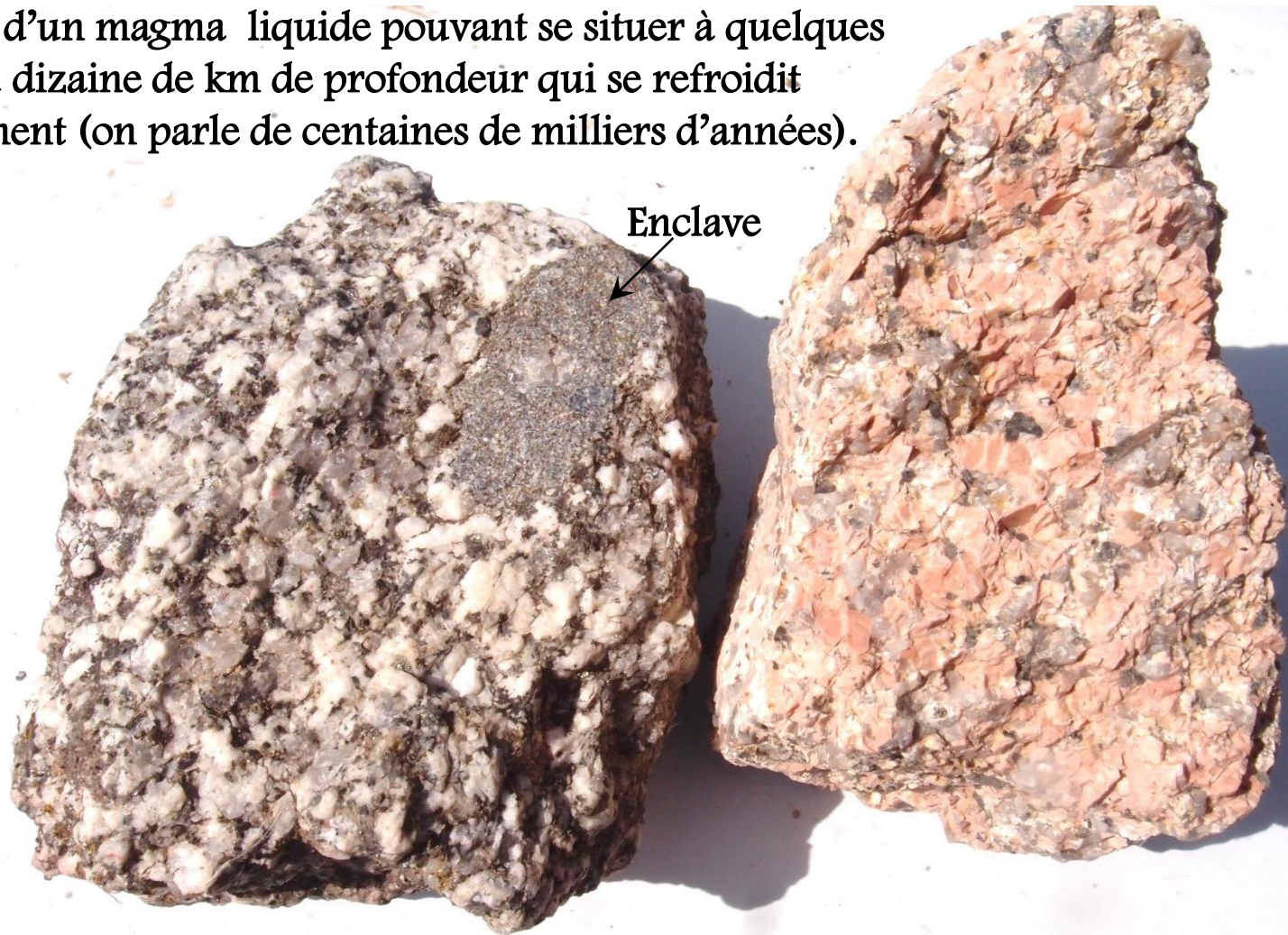
Les Granites

Les granites sont des roches ignées, et qu'on trouve dans les zones de collision des plaques tectoniques. Les granites sont des roches intrusives, c'est-à-dire qu'ils se sont formés en profondeur, dans le manteau terrestre. Les granites sont des roches cristallines, c'est-à-dire qu'ils sont formés de cristaux de quartz, de feldspathes et de mica. Les granites sont des roches très résistantes, et ils sont utilisés pour la construction de bâtiments et de monuments.

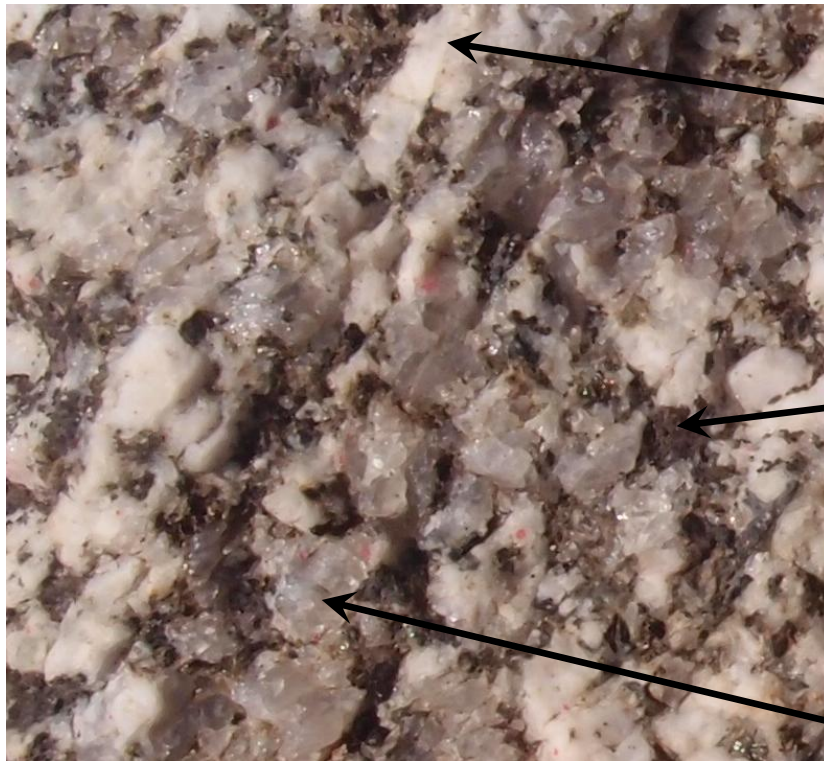


Regardons du côté des roches Plutoniques

Issues d'un magma liquide pouvant se situer à quelques km ou dizaine de km de profondeur qui se refroidit lentement (on parle de centaines de milliers d'années).



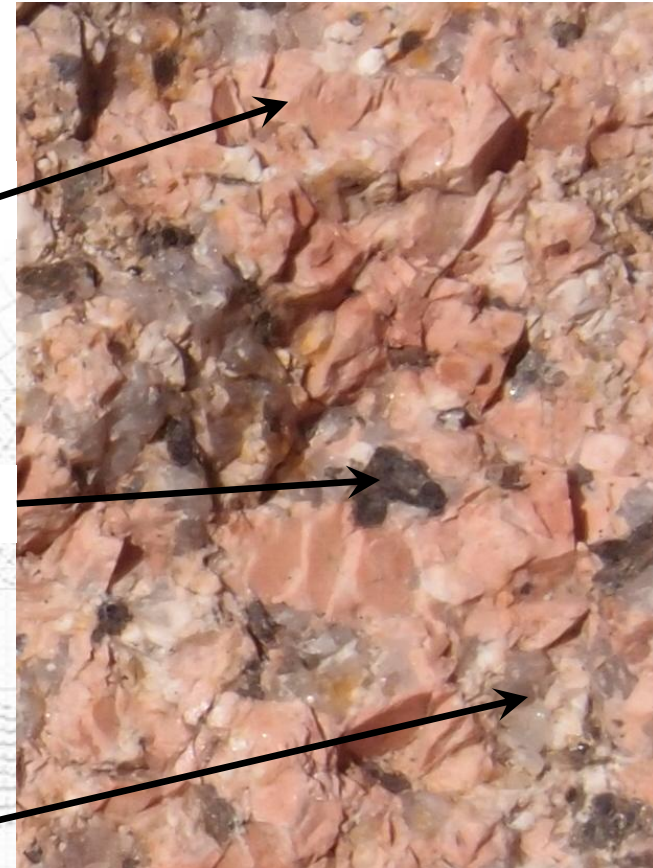
Les Granites



Feldspaths

Mica noir

Quartz



Regardons du côté des roches Plutoniques

Lors du refroidissement, les premiers cristaux à apparaître sont généralement :

- ~ le mica (vers 950 °)
- ~ puis le feldspaths (900 °)
- ~ et finalement le quartz qui cristallise en dernier dans les espaces restés libres.



Mica noir (Biotite) : $K(Mg, Fe)_3[Si_3AlO_{10}(OH, F)_2]$

Feldspaths (Plagioclase) : $Na(Si_3AlO_8), (Ca(Si_2Al_2O_8))$

Quartz : SiO_2



Les constituants des Granites

Les 2 principaux Micas :

Muscovite : micas blanc, (blanc comme à Moscou !),

Biotite : Micas noir.

Constitués de fins feuillets, ces roches contiennent de l'eau dans leur structure atomique !!

Muscovite



Biotite



<http://geology.com/minerals/muscovite.shtml>

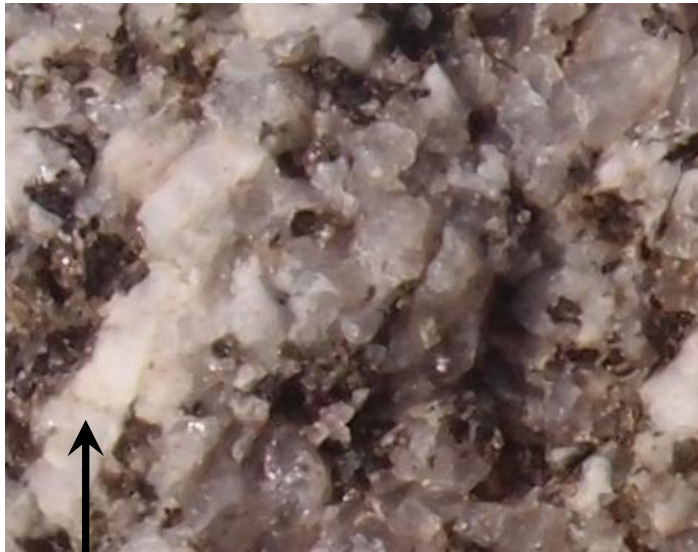


Les constituants des Granites

Les 2 principaux feldspaths :

Plagioclases (feldspaths contenant du sodium (Na) et du calcium (Ca))

Orthose (feldspaths alcalin, contenant du potassium (K))



Plagioclases



Orthose

Les feldspaths rayent le verre (à vitre) mais sont rayés par les aciers trempés

Les constituants des Granites



Quartz + or



Sable de quartz



La phrase à retenir

Vo. **Pluto.** **Sé.** **Mé**



Les roches volcaniques océaniques (basiques)

Basalte : forte densité (3,2) par rapport aux Granites et aux Calcaires (2,7)

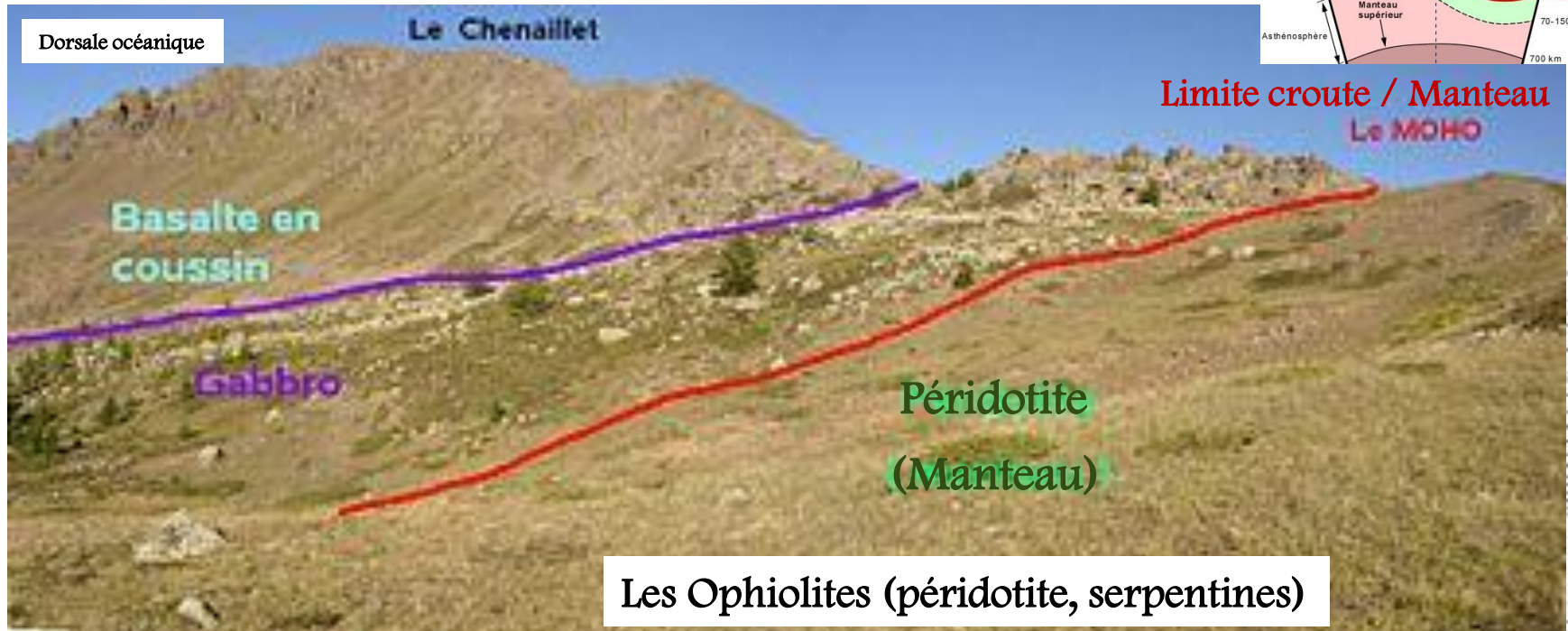
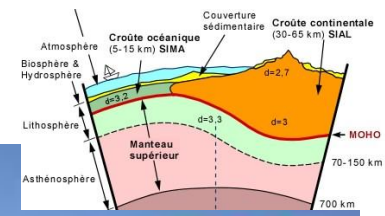


Basalte + péridotite (la roche qui compose le manteau supérieur). La péridotite est ici composée essentiellement d'Olivine (verte), peu de pyroxène (noir).



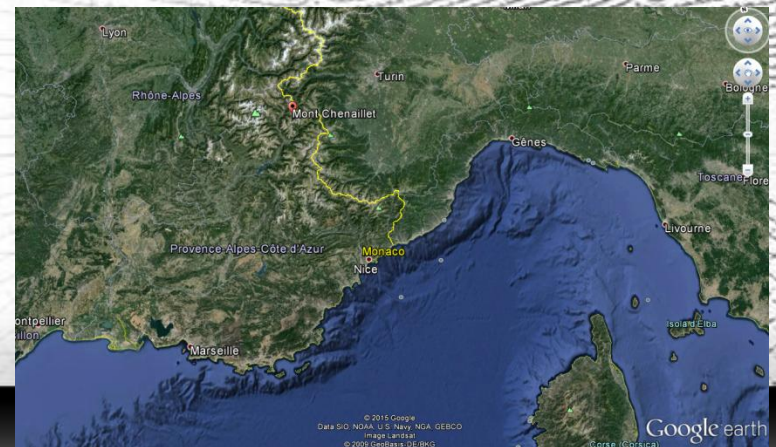
Basalte : Roche vacuolaire

Les roches océaniques



http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/07/Le_chenaillet_en_log3.JPG

Vers Briançon,
une « coupe » des roches sous les océans



Les roches volcaniques acides (beaucoup de silice)

Obsidienne : riche en silice



Une roche qui flotte

Rhyolite, même composition que les granites, des grains de quartz sont visibles



La phrase à retenir

Vo. Pluto. Sé. Mé



Les roches Métamorphiques

Formées en profondeur à l'état solide (pas de fusion) grâce à la pression et à la température, ces roches présentent généralement un feuilletage (Schistosité). Cette transformation (métamorphisme) peut affecter toutes les roches préexistantes, quelles que soient leurs natures et leurs origines.

Les Granites se transforment en **Gneiss**



Les roches Métamorphiques

Les Grès se transforment en **Quartzite**,



les Calcaires en **Marbres**.



Les roches Métamorphiques

En fonction des Pressions et Températures, les Argiles se transforment en **ardoise** puis **schistes** puis **micaschistes** puis **gneiss**



Schiste ardoisier



Micaschiste

Les roches Métamorphiques

Apparition des nouveaux minéraux par recombinaison des éléments chimiques

- ~ pyrite dans une ardoise,
- ~ Marcassite (FeS_2) dans les marnes...



Marcassite (Rozan)

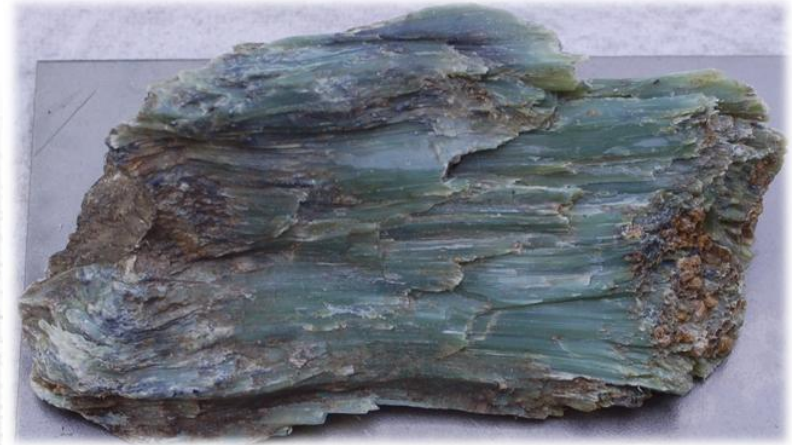


Les roches Métamorphiques

Les péridotites se transforment en **Serpentines**



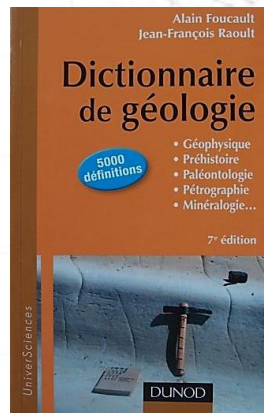
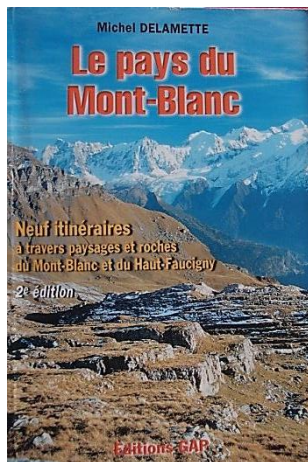
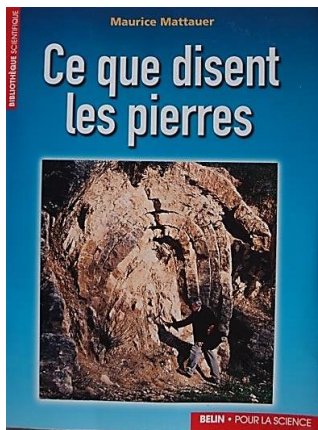
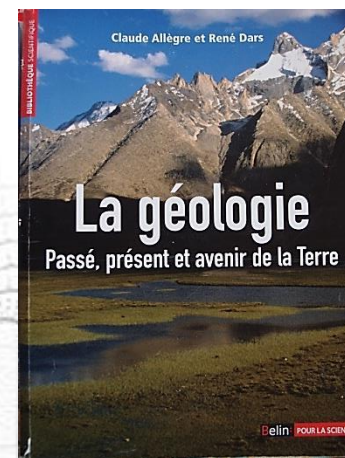
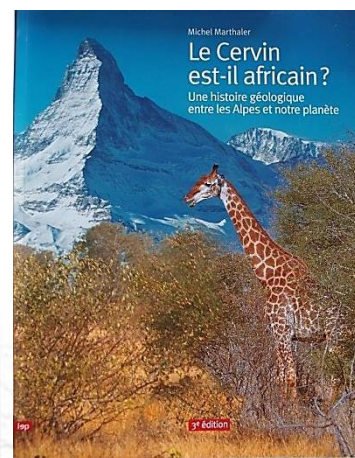
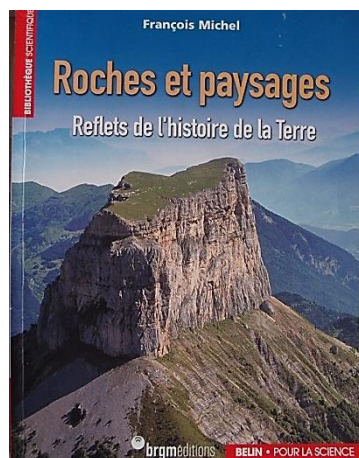
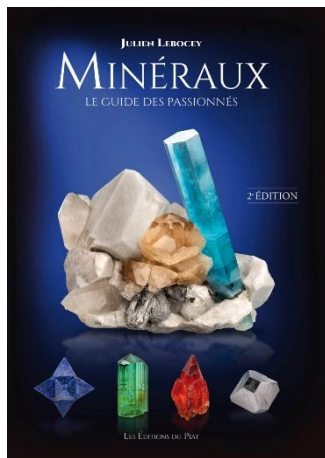
Une Amiante du Queyras



Serpentine



Des références en or !



Un lieu sympa :
Centre de la Nature
Montagnarde,
Sallanches



Quelques ouvrages qui nous paraissent très intéressants pour comprendre la géologie

Dictionnaire de géologie, Alain FOUCAULT, ed. DUNOD (*Le « Petit Robert » des géologues*)

Roches et paysages François MICHEL, ed. BELIN (*Un ouvrage remarquablement documenté sur la géologie*)

Le Cervin est-il africain ? Michel MARTHALER, ed. Isp (*Une explication merveilleuse sur l'origine des Alpes*)

La géologie, Claude ALLEGRE et René DARS, ed. BELIN (*Un poil plus scientifique mais très intéressant*)

Ce que disent les pierres, Maurice MATTAUER, Ed BELIN (*Superbe étude des pierres et de leurs origines*)

Guide du Géologue, Alain FOUCAULT, ed. DUNOD (*Débuter en douceur, beaucoup d'informations pratiques*)

Le pays du Mont Blanc, Michel DELAMETTE, ed. GAP (*Génial pour des balades géologiques dans la région*)

Cartes de géologie, site du BRGM (*D'indispensables références, texte souvent difficile d'accès*)

Minéraux, Julien LEBOCEY (*des photos magnifiques, une mine d'information sur les minéraux*)

Un lieu sympa en Haute Savoie

Centre de la nature Montagnarde, Sallanches (*Des balades géologiques mais aussi botaniques exceptionnelles*)