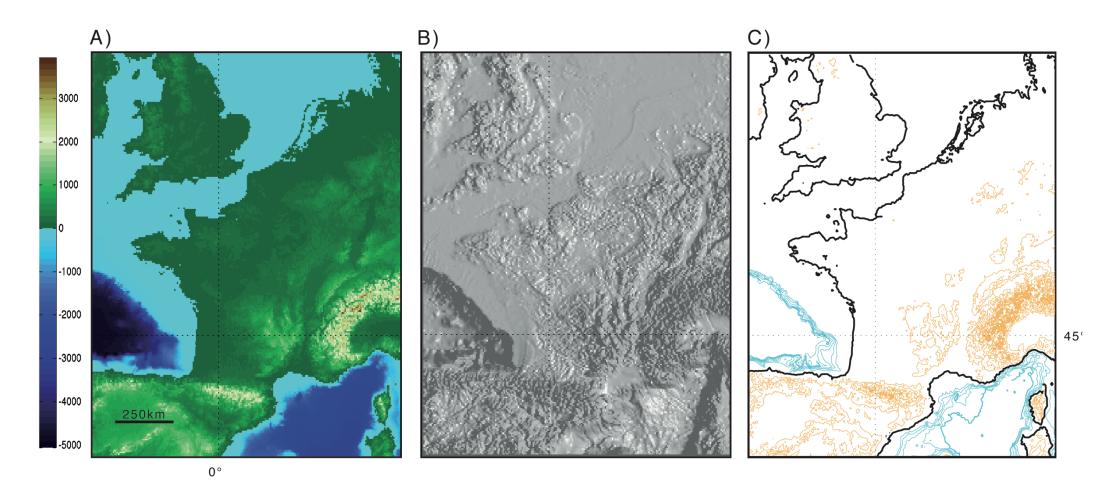
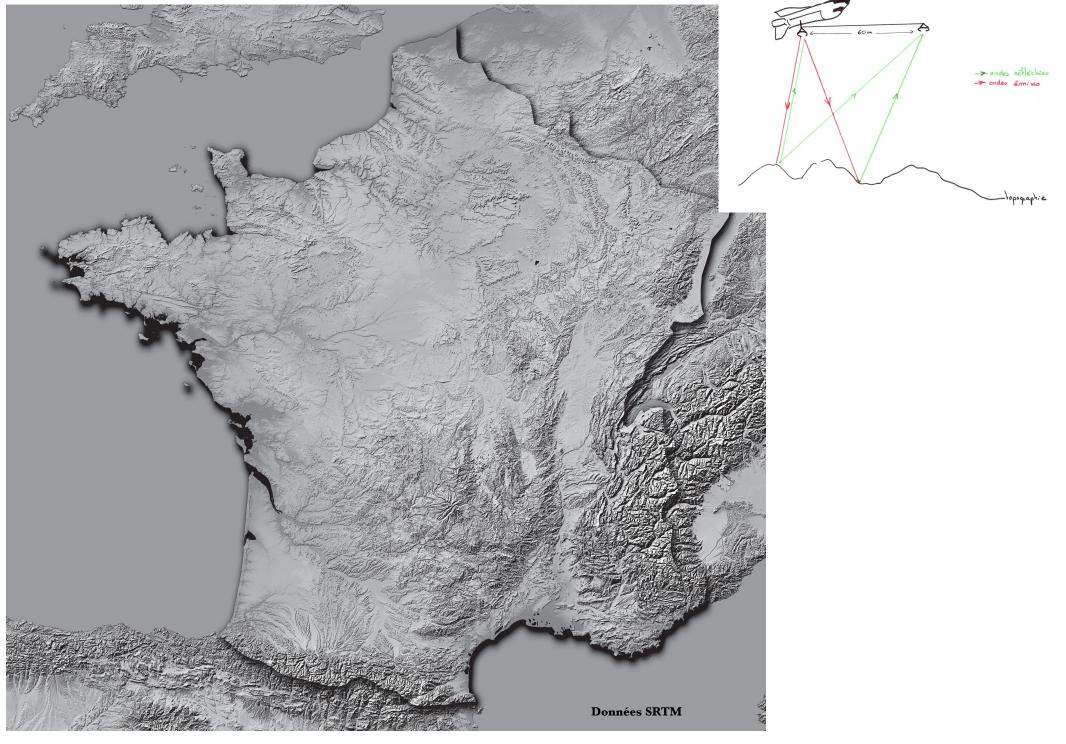


### Cartes topographiques de la France MNT ou modèles numériques de terrain

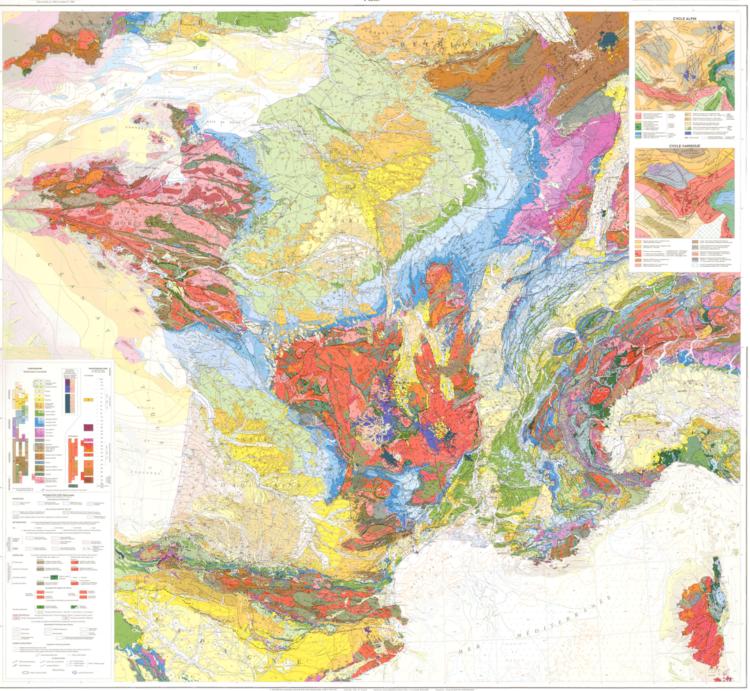


MNT pour Modèle Numérique de Terrain qui associe à chaque point du globe une altitude z. Chaque MNT se caractérise par :

- <u>une résolution horizontale</u>: elle détermine la taille des pixels. Par exemple dans le cas des données SRTM, la résolution est de 30m pour les Etats Unis et 90m pour le reste du globe.
- une résolution verticale : elle correspond à l'incertitude sur la valeur de z. Dans le cas des données SRTM, elle est de 20m.



mission SRTM (Shuttle Radar Topography Mission, 2000







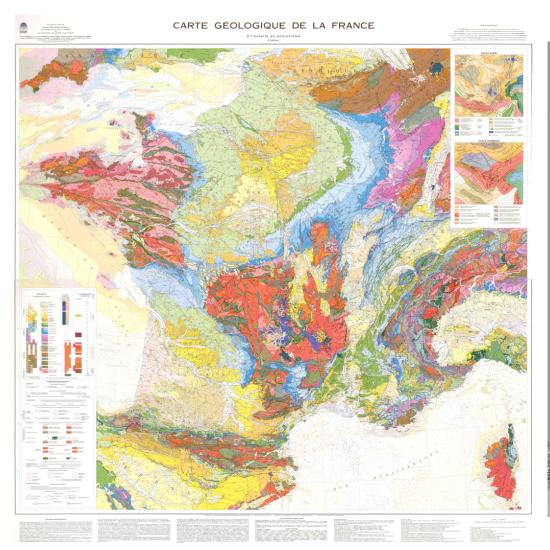




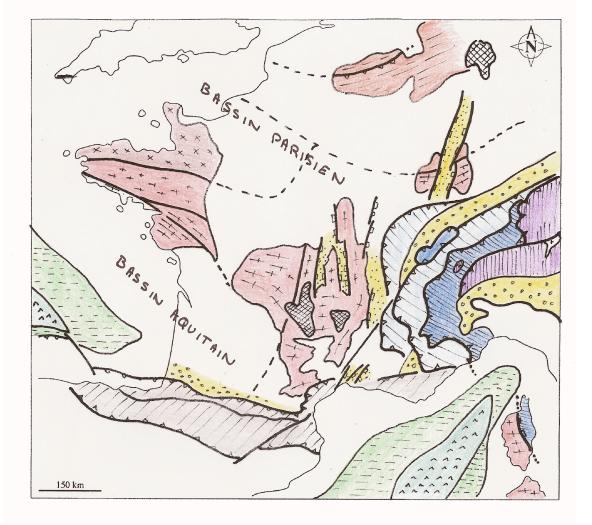








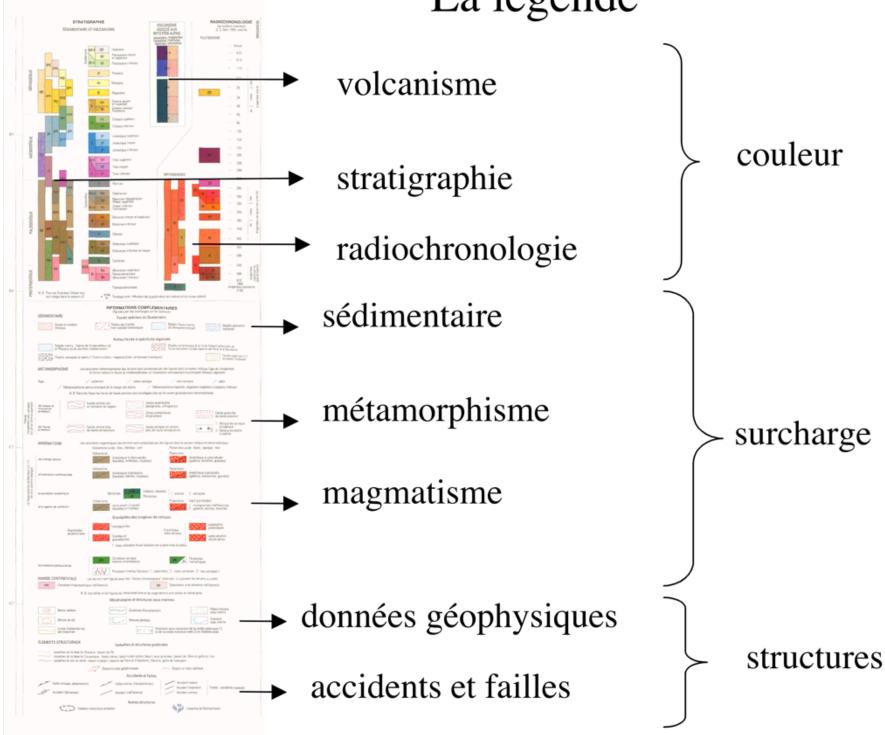




Correction du schéma structural de la carte géologique de France

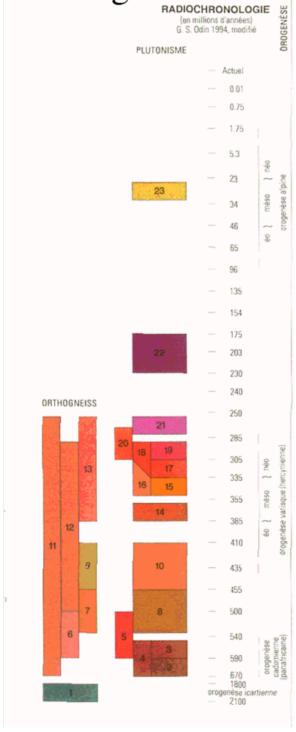


# La légende



#### Stratigraphie STRATIGRAPHIE SÉDIMENTAIRE ET VOLCANISME ère Holocène Pléistocène moyen et supérieur Pléistocène inférieur **CÉNOZOÏQUE** Pliocène Miocène Oligocène Éocène inférieur Paléocène Crétacé supérieur Crétacé inférieur Jurassique supérieur MÉSOZOÏQUE Jurassique moyen Jurassique inférieur Trias supérieur Trias moyen Trias inférieur Namurien-Westphalien Viséen supérieur Viséen inférieur Tournaisien PALÉ0Z0ĪQUE Dévonien moyen et supérieur Dévonien inférieur Ordovicien supérieur Ordovicien inférieur et moyen (Briovérien supérieur) PROTÉROZOÏQUE Néoprotérozolque (Briovérien inférieur) Paléoprotérozoique

Radiochronologie





## INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART

www.stratigraphy.org

#### International Commission on Stratigraphy





	4/4	, G	de S					
É		ary System Fig.	Series / Epoch		SSP	numerical		
47	45	જ	Series / Epoch	Stage / Age	ő	age (Ma)		
		≥	Holocene		1	present 0.0117		
		Ë	Pleistocene Upper Middle Calabrian Gelasian			0.126		
		je.		Middle		0.781		
		λuatemary		Calabrian	1	1.806		
		Q		3	2.588			
			Pliocene	Piacenzian	1	3.600		
			1	Zanclean	1	5.333		
		e		Messinian	3	7.246		
		jen		Tortonian	1	11.62		
		ŏ,	Minne	Serravallian	3	13.82		
	<u>.</u>	ž	Miocene	Langhian		15.97		
	Cenozoic			Burdigalian				
	ŭ			Aquitanian	5	20.44		
	ŏ			Chattian		23.03		
			Oligocene	Rupelian	5	28.1		
		_	Priabonian Bartonian Lutetian Ypresian Thanetian	Priahonian	-	33.9		
		ne				38.0		
ಲ		ge				41.3		
20		8		Lutetian	3	47.8		
Phanerozoid		Ра		Ypresian	4			
a				3	56.0			
운				Paleocene	Selandian	200	59.2	
_				Danian	4	61.6		
				Maastrichtian		66.0		
				Campanian	1	72.1 ±0.2		
						83.6 ±0.2		
		Uppe		Santonian	1	86.3 ±0.5		
						Coniacian		89.8 ±0.3
	O	SI		Turonian	1	93.9		
	20	90		Cenomanian	4			
	leso	etac		Albian	Ĩ	100.5		
	2	ō		Aptian		~ 113.0		
				Barremian		~ 125.0		
			Lower	Hauterivian		~ 129.4		
						~ 132.9		
				Valanginian		~ 139.8		
				Berriasian		~ 145.0		
						~ 145.0		

	4/6	, 15°	Que	9			
48	Elan II	System (Fig.	Ç Sei	ries / Epoch	Stage / Age	GSSP	numerical age (Ma)
					Tithonian		~ 145.0
				Upper	Kimmeridgian		152.1 ±0.9
					Oxfordian		157.3 ±1.0
		ပ			Callovian	a	163.5 ±1.0 166.1 ±1.2
		SS		Middle	Bathonian Bajocian	3	168.3 ±1.3 170.3 ±1.4
		Ĕ			Aalenian	4	174.1 ±1.0
					Toarcian		182.7 ±0.7
	o;			Lower		4	190.8 ±1.0
	30Z					4	190.8 ±1.0
	Nes				Hettangian	3	199.3 ±0.3 201.3 ±0.2
	_				Rhaetian		~ 208.5
				Upper	Norian		200.3
		ssic					~ 227
		iä			Carnian	1	~ 237
<u>.0</u>		Н		Middle		1	~ 242
Phanerozoic					Anisian		247.2
Je K			Lower		Olenekian Induan	3	251.2 252.17 ±0.06
Jan			Lopingian		Changhsingian Wuchiapingian		254.14 ±0.07
立					Capitanian	3	259.8 ±0.4
		_	Gu	adalupian	Wordian	3	265.1 ±0.4 268.8 ±0.5
		nia			Roadian	3	272.3 ±0.5
		Permian			Kungurian		
		п.	С	isuralian	Artinskian		283.5 ±0.6 290.1 ±0.26
	S.				Sakmarian		295.0 ±0.18
	OZC		L		Asselian	3	298.9 ±0.15
	Paleozoic		nian	Upper	Gzhelian Kasimovian		303.7 ±0.1
	Ф		yka	Middle	Moscovian		307.0 ±0.1
		rou	Pennsylvaniar	Lower	Bashkirian	_	315.2 ±0.2
		nife	ď			1	323.2 ±0.4
		poq	n ian	Upper	Serpukhovian		330.9 ±0.2
		Car	issip	Middle	Visean	4	346.7 ±0.4
			Missi	Lower	Tournaisian	3	
						-	358.9 ±0.4

. É	an allow	Yate Ea	Series / Epoch	State (A.)	GSSP	numerical			
47	47	60,	Series / Epoch	Stage / Age	O	age (Ma) 358.9 ± 0.4			
			Upper	Famennian	<	372.2 ±1.6			
		_		Frasnian	3	382.7 ±1.6			
		nia		Givetian	4				
		Devonian	Middle	Eifelian	3	387.7 ±0.8			
		۵		Emsian		393.3 ±1.2 407.6 ±2.6			
			Lower	Pragian	3	410.8 ±2.8			
						419.2 ±3.2			
			Pridoli		4444				
			Ludlow	Ludfordian	1	423.0 ±2.3 425.6 ±0.9			
		Silurian	Ludiow	Gorstian	3	427.4 ±0.5			
		Ξ.	Wenlock	Homerian Sheinwoodian	3	430.5 ±0.7			
		<u>=</u>			-	433.4 ±0.8			
		٠,	Llandovery	Telychian	3	438.5 ±1.1			
0	O			Aeronian Rhuddanian	3	440.8 ±1.2			
20	S.			Hirnantian	3	443.4 ±1.5			
Phanerozoid	Paleozoic		Upper	Katian	~ ~	445.2 ±1.4			
han	Pale	Ordovician	Ordovician		Sandbian	3	453.0 ±0.7 458.4 ±0.9		
Δ.				Middle	Darriwilian	3			
				Ord	Ord		Dapingian	3	467.3 ±1.1 470.0 ±1.4
						0	0	0	Lower
				Tremadocian	3	485.4 ±1.9			
					Stage 10				
				Furongian	Jiangshanian	4	~ 489.5		
				Paibian	3	~ 494			
				Guzhangian	4	~ 497			
		E L	Series 3	Drumian	3	~ 500.5			
		ris		Stage 5	Ĭ	~ 504.5			
		Cambrian		Stage 4		~ 509			
		Ö	Series 2	Stage 3		~ 514			
				Stage 2		~ 521			
			Terreneuvian	Fortunian	4	~ 529			
	541.0 ±1.0								

	them Eon	Erathem / Era	System / Period			
			Ediacaran	~ 541.0 ±1.0 ~ 635		
		Neo- proterozoic	Cryogenian	~ 635 -② 850		
			Tonian	Ø 1000		
			Stenian	(f) 1200		
	O	Meso- proterozoic	Ectasian	I		
	ozo		Calymmian	1400		
	Proterozoic	Paleo- proterozoic	Statherian	1600		
ian	P		Orosirian	1800		
Precambrian			Rhyacian	2050		
eca			Siderian	2300		
4		Neo- archean		2500		
	Archean	Meso-		2800		
		archean		<ul> <li>3200</li> </ul>		
	Arc	Paleo- archean				
		Eo-		2 3600		
		archean		d) 4000		
		Hade	ean	4000		
بلد						

Units of all ranks are in the process of being defined by Global Boundary Stratotype Section and Points (GSSP) for their lower boundaries, including those of the Archean and Proterozoic, long defined by Global Standard Stratigraphic Ages (GSSA). Charts and detailed information on ratified GSSPs are available at the website http://www.stratigraphy.org. The URL to this chart is found below.

Numerical ages are subject to revision and do not define units in the Phanerozoic and the Ediscarar, only GSSPs do. For boundaries in the Phanerozoic without ratified GSSPs or without constrained numerical ages, an approximate numerical age (~) is provided.

Numerical ages for all systems except Permian, Triassic, Cretaceous and Precambrian are taken from 'A Geologic Time Scale 2012' by Gradstein et al. (2012); those for the Permian, Triassic and Cretaceous were provided by the relevant ICS subcommissions.

Coloring follows the Commission for the Geological Map of the World. http://www.ccgm.org



Chart drafted by K.M. Cohen, S. Finney, P.L. Gibbard (c) International Commission on Stratigraphy, January 2013

http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2013-01.pdf

## Surcharge sédimentaire



#### INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

(figurées par des surcharges sur les couleurs)

#### Faciès spéciaux du Quaternaire





Dunes et cordons littoraux



Sables des Landes (sur substrat cénozoïque)



Dépôts fluvio-marins (du domaine émergé)



Dépôts glaciaires moraines

#### Autres Faciès à spécificité régionale



Dépôts marins : Sables de Fontainebleau (g) et Pliocène (p) du pourtour méditerranéen



Dépôts continentaux (k et o) du Massif armoricain et fluvio-lacustres (m) des bassins de Paris et d'Aquitaine

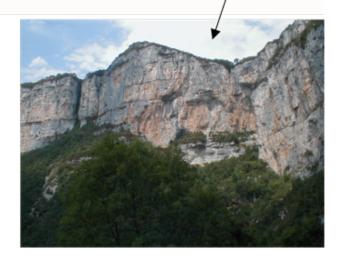


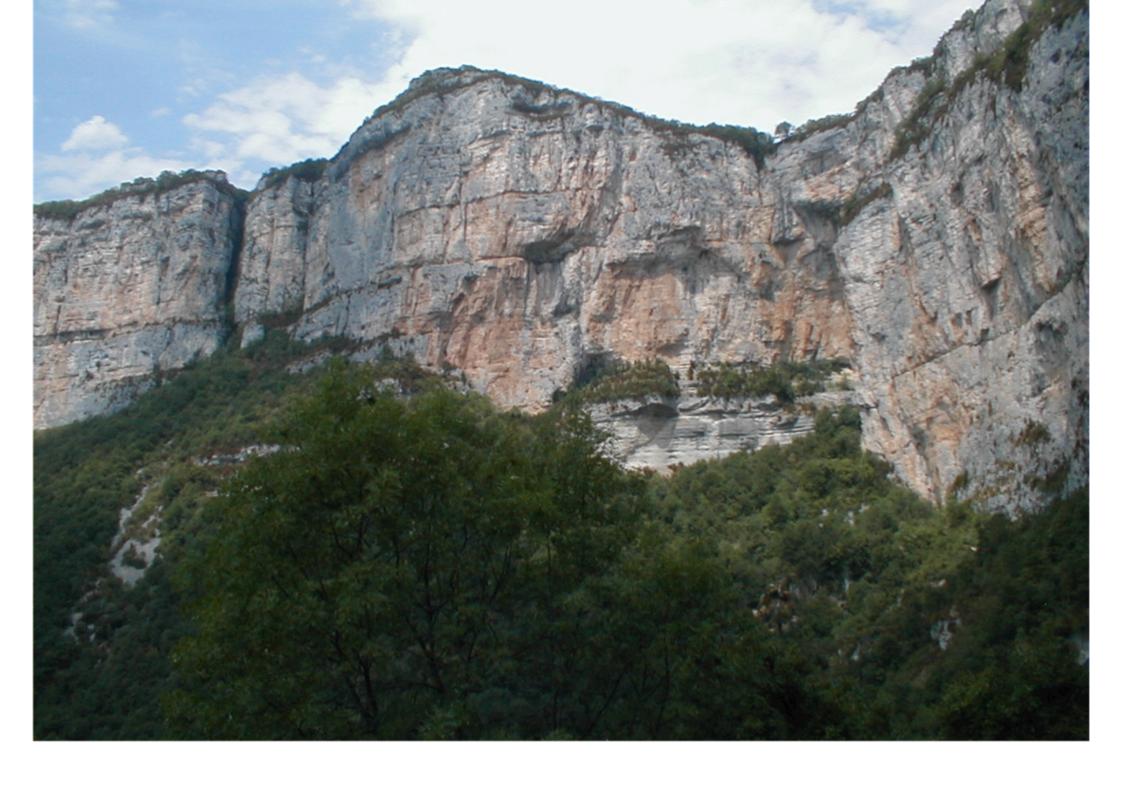
Flyschs varisques et alpins (1 flyschs à blocs, mégaturbidites, complexes chaotiques)



Faciès urgonien (c1) du bassin subalpin

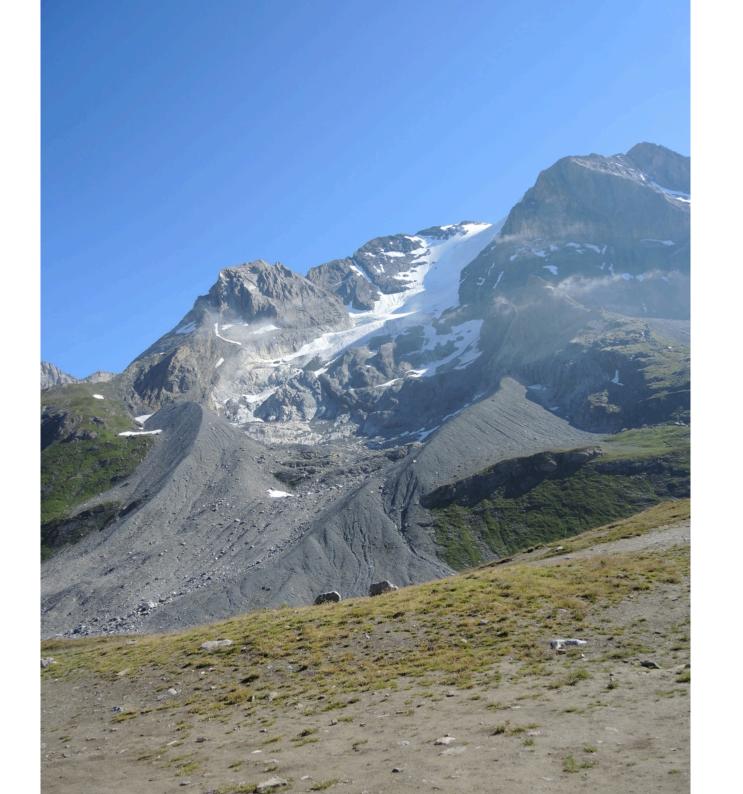


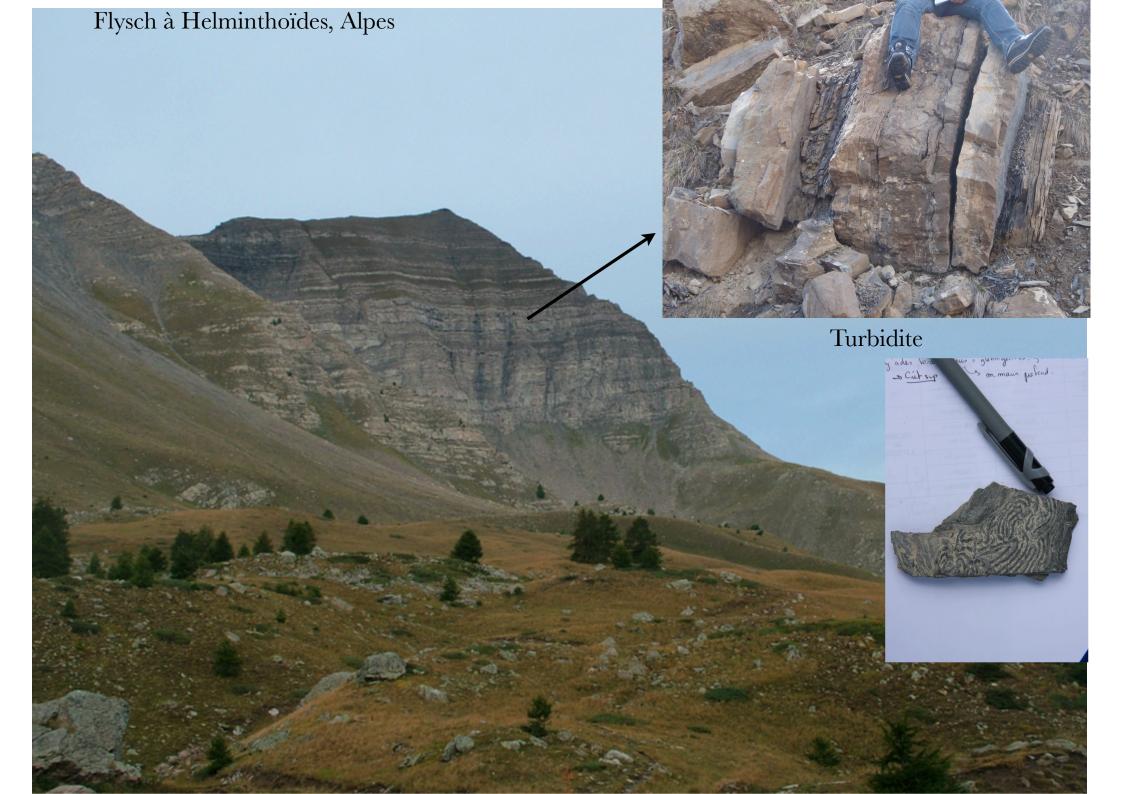














# Surcharge métamorphisme



MÉTAMORPHISME

Les caractères métamorphiques des terrains sont symbolisés par des figurés dont la covieur indique l'âge de l'orogenèse, la forme indique le faciès du métamorphisme, et l'orientation correspond à la principale foliation régionale

Âge:

cadomien

méso-varisque

neo-varisque

/ alpin

Métamorphisme permo-triasique de la marge sud-alpine

Métamorphisme lépontin, oligocène supérieur à miocène inférieur

N. B. Dans les Alpes les faciès de haute pression sont privilégiés bien qu'ils soient généralement rétromorphosés

de basse et moyenne

pression



Facies schiste vert en domaine de nappes



Facies amphibolite (paragneiss, orthogneiss)



Zones anatectiques (migmatites)



Faciès granulite de basse pression

de haute pression

l'orogenèse néo-varisque est prise comme exemple



Faciès schiste bleu de basse température



Faciès éclogite (et schiste bleu de haute température)

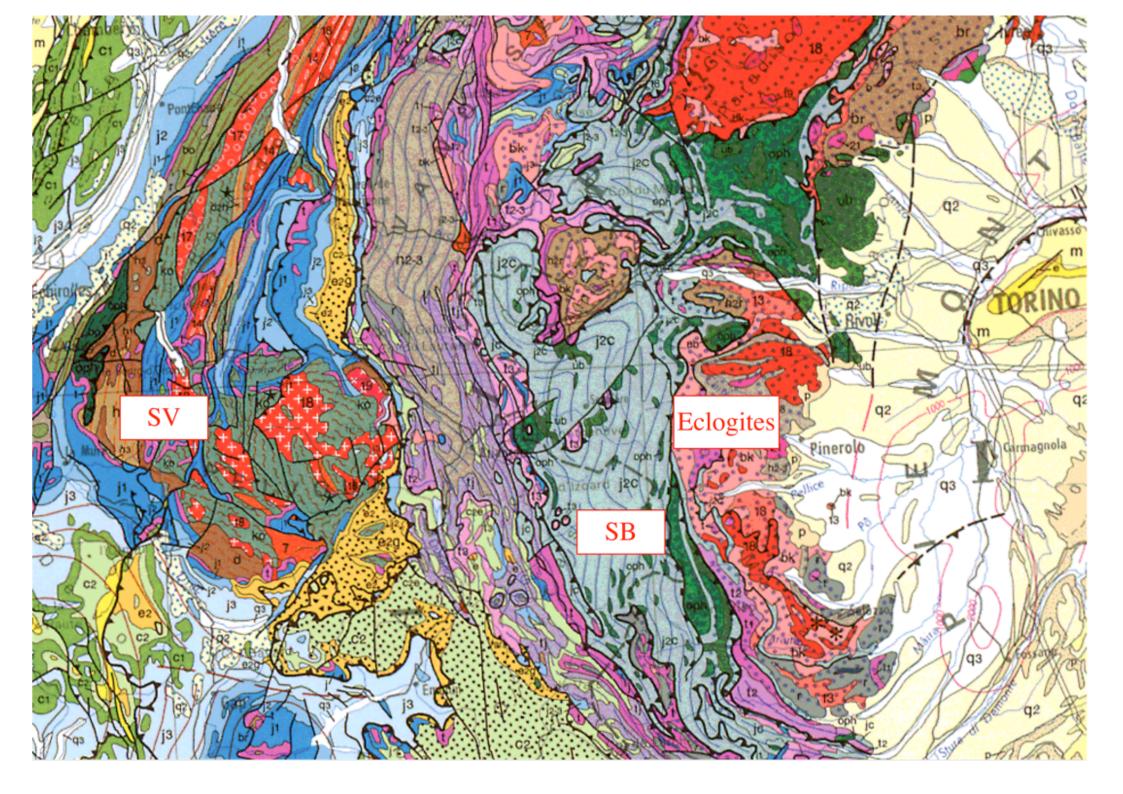


1 : Relique éo-varisque éclogitique

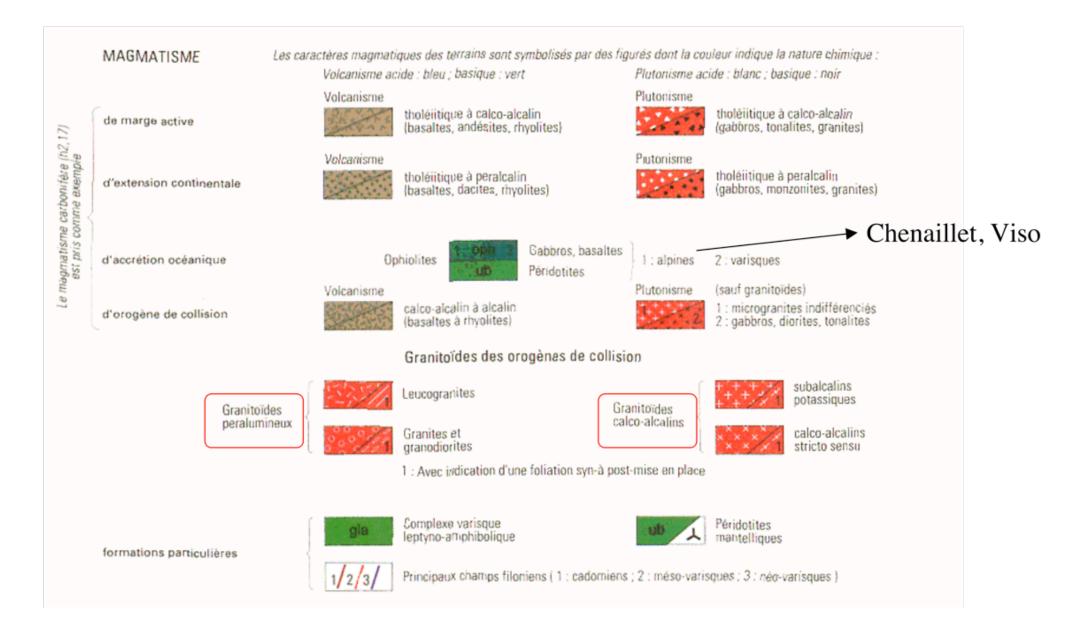
2 : Relique éo-alpine à coésite



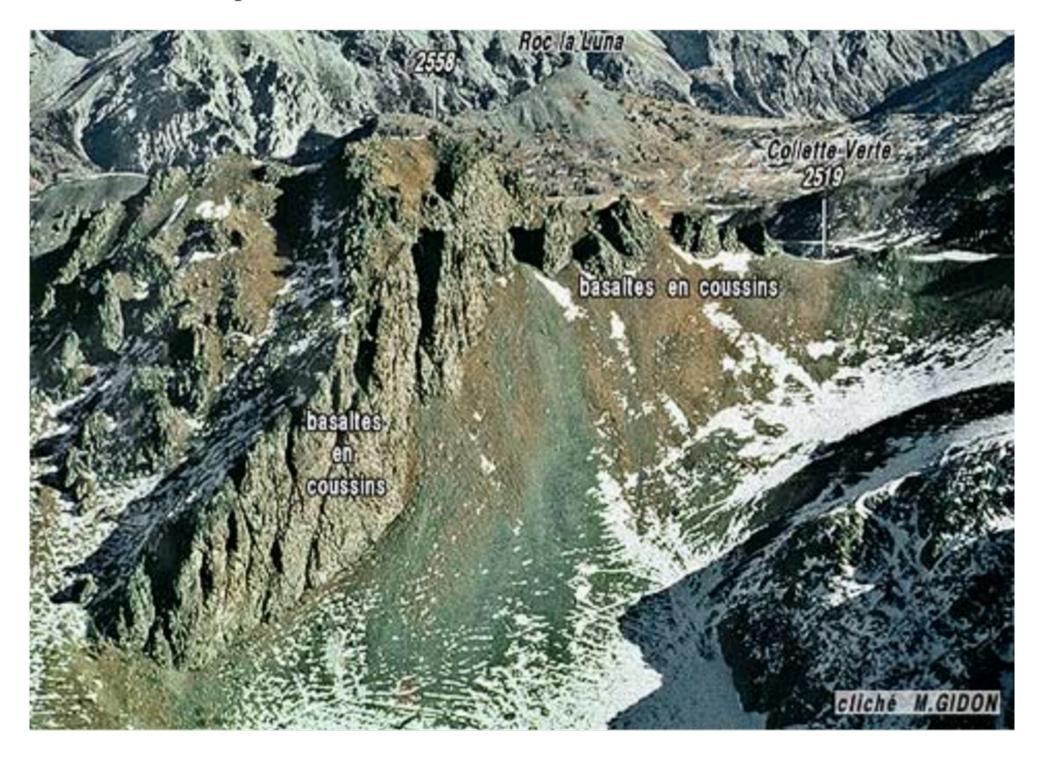


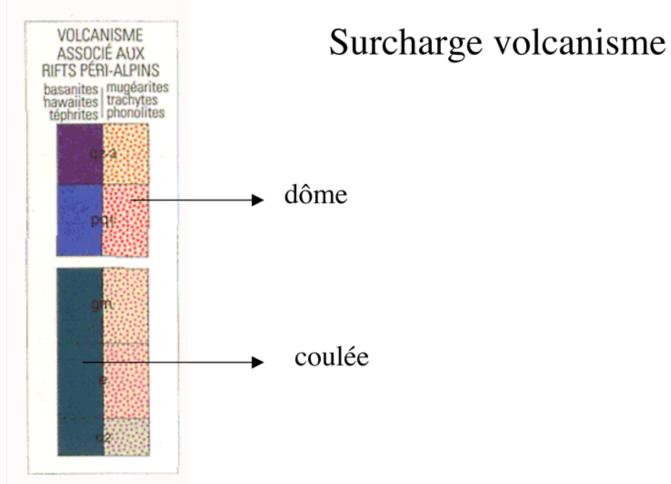


# Surcharge magmatisme

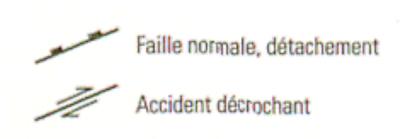


## Chenaillet, Hautes Alpes

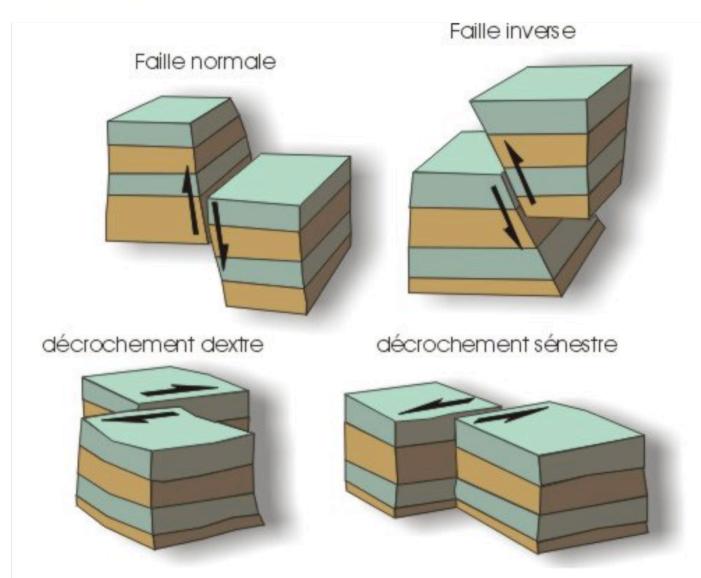




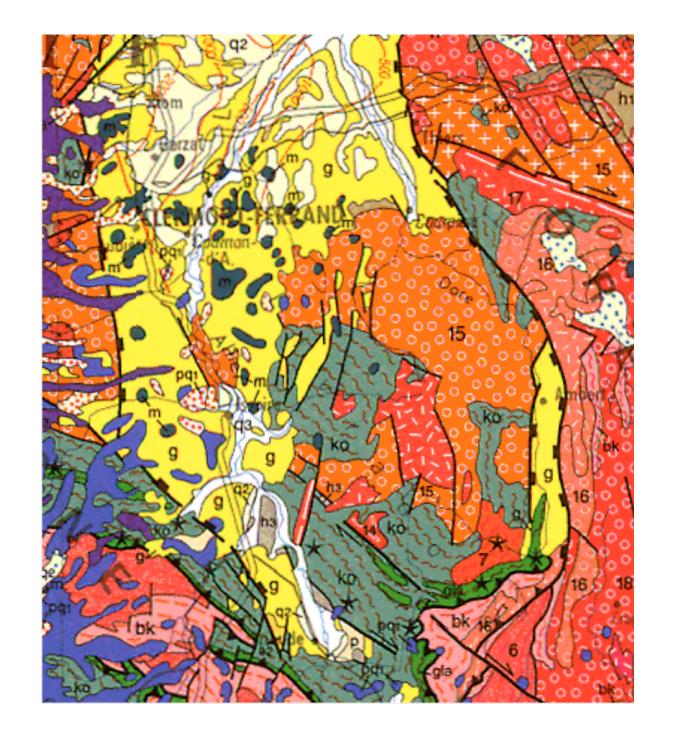


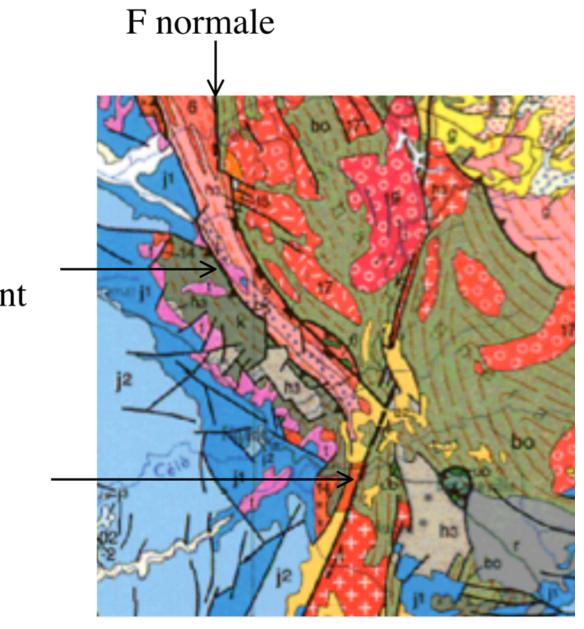






# Faille normale



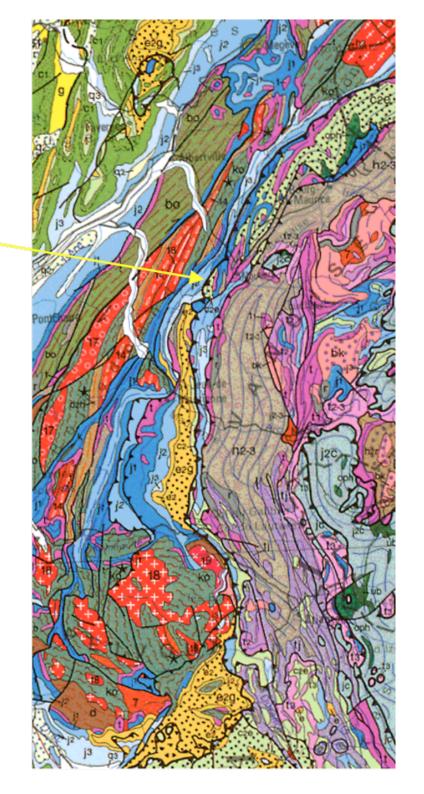


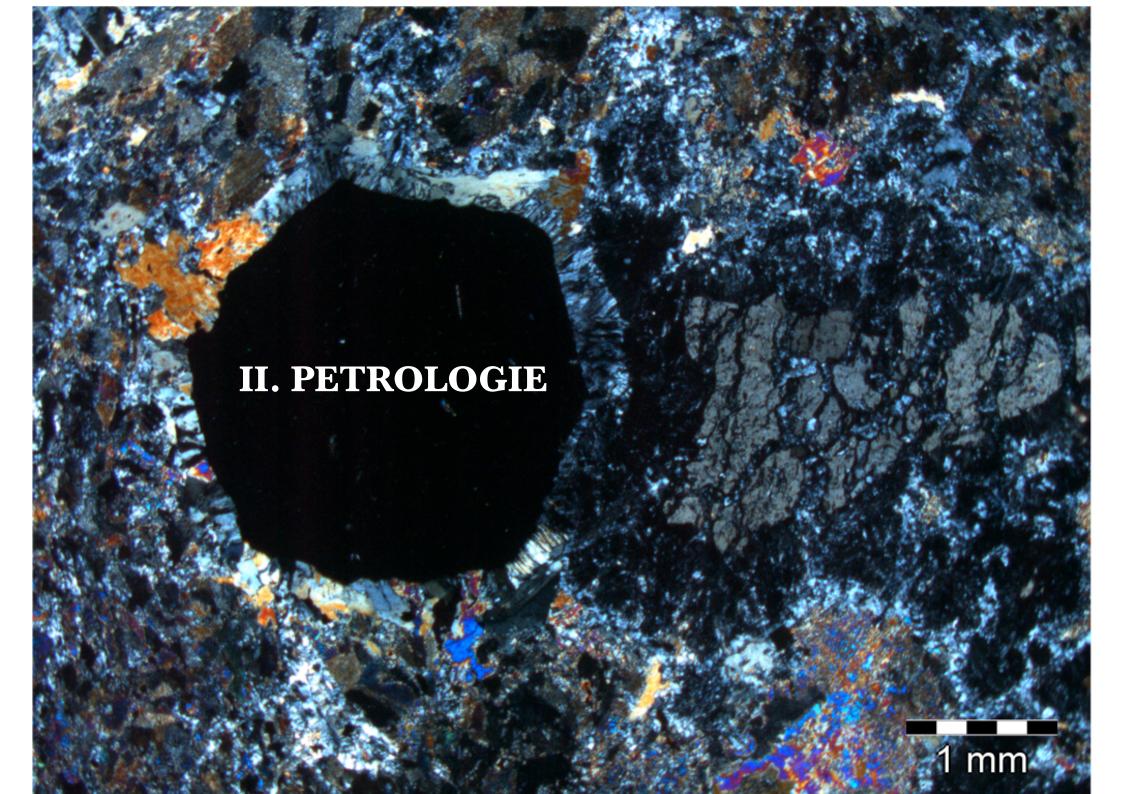
F inverse = chevauchement

Décrochement

# Chevauchement

Front Pennique dans les Alpes





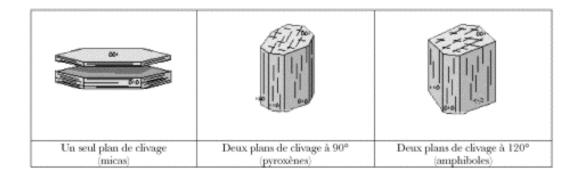
# **Etat amorphe:** obsidienne

# Etat cristallin : quartz





Forme	Géométrie du minéral due à la répétition du système cristallin.			
Couleur	Lumière perçue par l'œil après absorption de certaines longueurs d'ondes de la lumière blanche par le minéral.			
Clivage*	Plans de moindre résistance du cristal (zone de faible densité atomique).			
Macle	Association de plusieurs individus accolés de même espèce minéralogique.			
Éclat	Pouvoir réflecteur du minéral (éclat métallique, vitreux, gras, soyeux, nacré, etc.).			
Densité	Rapport entre la masse volumique du minéral et la masse volumique de l'eau (dépend de la composition chimique et de l'organisation spatiale des atomes).			
Dureté**	Résistance des minéraux à la rayure (le minéral raye-t-il ou est-t-il rayé par l'ongle, l'acier de la lame de couteau, le verre ?).			



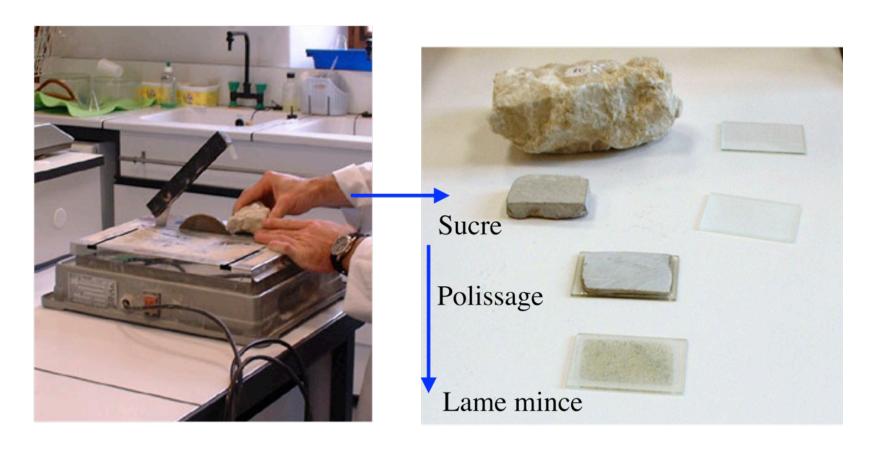
## Echelle de dureté de Mohs Ta Grosse Concierge Follement Amoureuse Ose Quémander Tes Caresses Divines

Par ordre de dureté croissante :

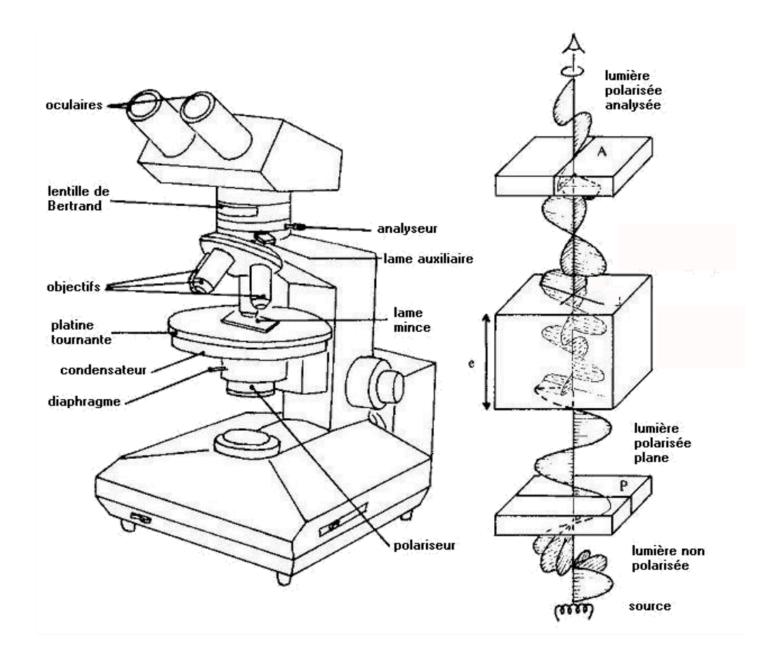
Talc Gypse Calcite Fluorine Apatite Orthose Quartz Topaze Corindon Diamant

Micas	<b>4</b>	ongle
Micas	-	ongle
	•	
Pyroxène amphibole		acier, couteau
Feldspaths		
Olivine grenat	•	verre
	Feldspaths	Feldspaths

# Fabrication d'une lame mince de roche



Scie de carreleur

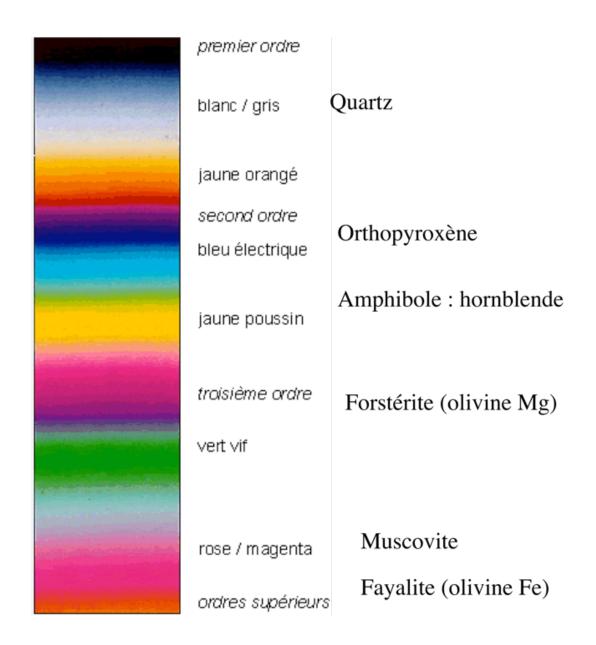


# Teintes de polarisation

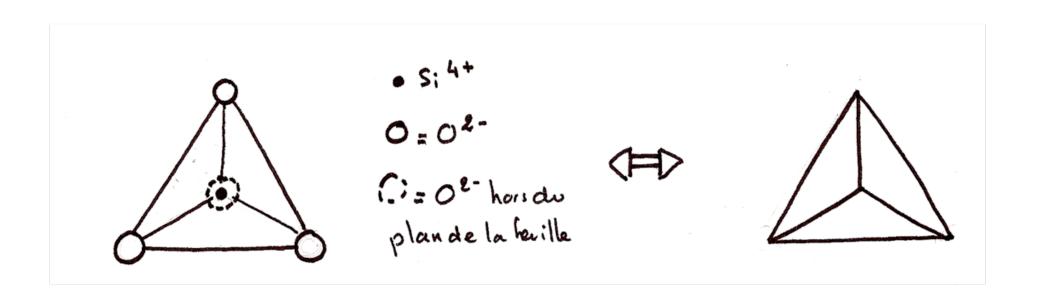
**Premier ordre**: couleurs peu vives, allant du blanc au gris et à l'orange terne.

Second et début du troisième ordres : couleurs vives : jaune, violet, bleu et vert.

**Ordres supérieurs** : couleurs pastel.



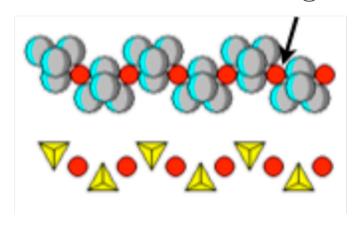
# **SILICATES**



Le tétraèdre de coordination [SiO<sub>4</sub>]<sup>4</sup>-

# Nésosilicates tétraèdres isolés (néso = île)

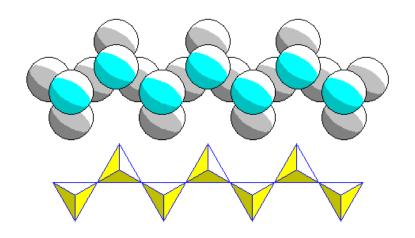
 $\mathrm{Mg^{2+}}$  ou Fe  $^{2+}$ 

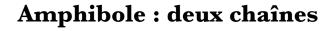


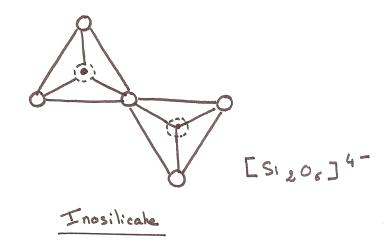
**Olivine** 

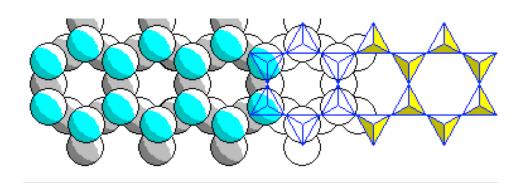
### Inosilicates : pyroxènes et amphiboles

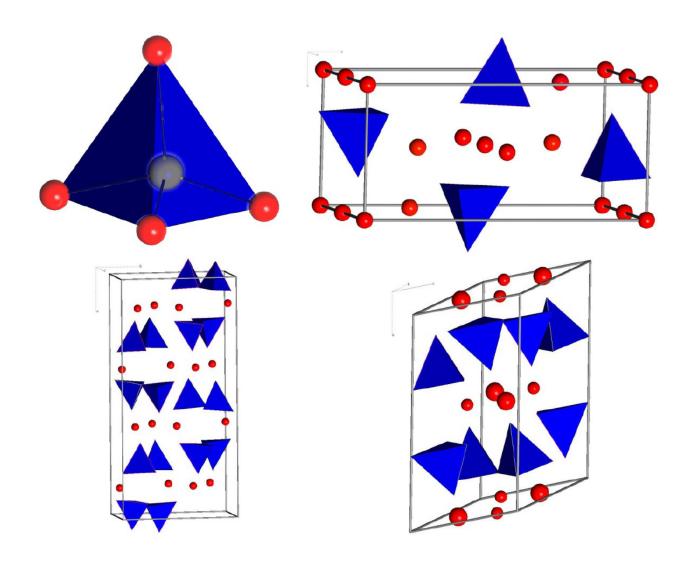
## Pyroxènes : une seule chaîne



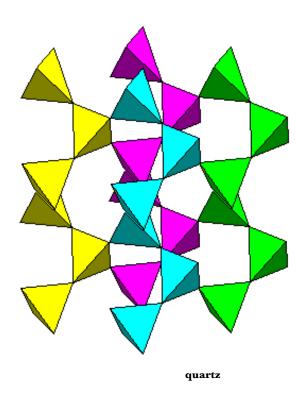


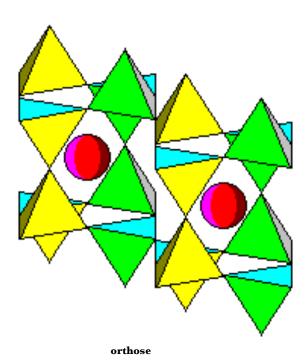






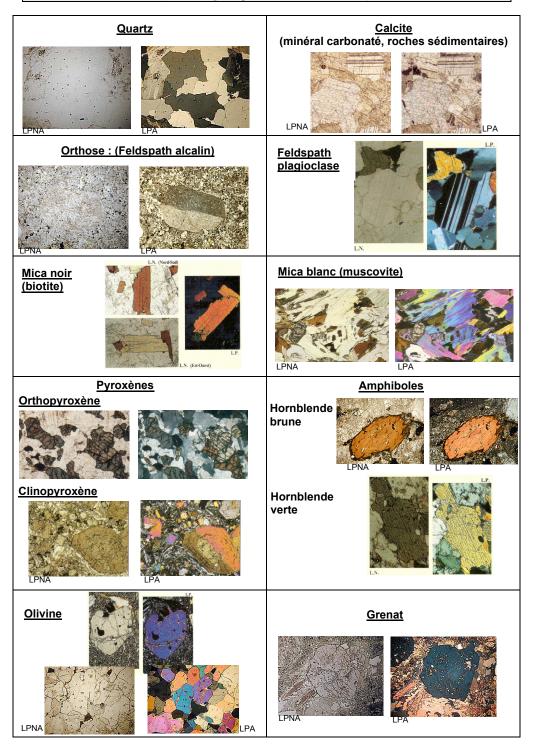
Architecture du tétraèdre de silice (haut gauche) avec l'atome de silicium en jaune et les oxygènes en rouge, d'un nésolicate, l'olivine avec sa maille orthorhombique(haut droite) et d'inosilicates, les deux types de pyroxènes avec leurs mailles orthorhombiques et monocliniques (respectivement en bas à gauche et en bas à droite).





#### Principaux minéraux observés en LPNA et LNA

(roches magmatiques et roches sédimentaires)



#### Minéraux des roches magmatiques :

	~	_
1		)
$\langle$	Y	
	بك	ر





Minéral	A l'œil nu	LPNA (couleur)	LPA (teinte)	Famille
Quartz	Translucide	Incolore	Blanc/gris/noir	Tectosilicates
	Éclat gras (« grain	Relief nul	Extinction droite	
	de sel »)	Souvent	roulante	
	Contours	xénomorphe		
	irréguliers			
Orthose	Blanc mat (ou	Incolore	Blanc/gris/noir	
(Feldspath	rose)	Faible relief	Macle simple (dite	
Alcalin)	Tablette, gros	Souvent altérés (en	de Carlsbad),	
	cristaux, macle	ciel étoilén	extinction oblique	
	simple	mouchetés)		
Feldspath	Blanc mat	Incolore	Blanc/gris/noir: 1er	
plagioclase	Tablette, petits	Faible relief	ordre	
	cristaux		Macle	
			polysynthétique,	
			extinction oblique	
Feldspathoïdes	Blanc (patine	Incolore	Extinction droite	
	d'altération	Relief négatif		
	verdâtre)			
	Tablette friable			
Mica noir	Noir brillant	Brun	Teintes du 2ème	Phyllosilicates
(biotite)	mordoré	Pléochroïsme	ordre (orange rouge	
	Paillette	Fort relief	vert brun) cachées	
		Zircon	Extinction droite	
Micas blancs	Blanc brillant	Incolore	Teintes du 2ème	
(muscovite)	Paillette	Fort relief	ordre (bleu rose)	
			Extinction droite	
Pyroxènes	Orthopyroxène:	Jaune pâle	Teintes du 1er ordre	Inosilicates en
	noir	Fort relief	(brun jaune)	chaîne simple
		Deux plans de	Extinction droite	
		clivage à 90°		
	Clinopyroxène :	1	Coloré 2ème ordre	+
	vert bouteille		(bleu rose orange	
	vert bouteine		jaune)	
			Extinction oblique	
Amphiboles	Noir (brun-vert)	Brun (à verdâtre)	Teintes 1er 2ème	T
Ampinoues	TYON (DIUNI-VCIT)	Fort relief	(jaune orange vert	Inosilicates en
		Deux plans de	brun)	chaîne double
		clivage à 120°	Extinction oblique	
Olivine	Vert olive	Incolore	Teintes 2ème ordre	Nésosilicates
(péridots)	V CIT OHVC	Fort relief	(bleu rose vert	resosmeates
(peridois)		1 OIL ICHCI	jaune)	
			Jaune)	1



#### Minéraux des roches sédimentaires :

Grenat

Calcite	Blanc mat ou translucide	Pléochroïsme	Macle multiple Teintes 3ème ordre	Carbonates
			rose saumon-vert	
			Extinction oblique	

Fort relief

Rose très pâle - gris Minéral isotrope :

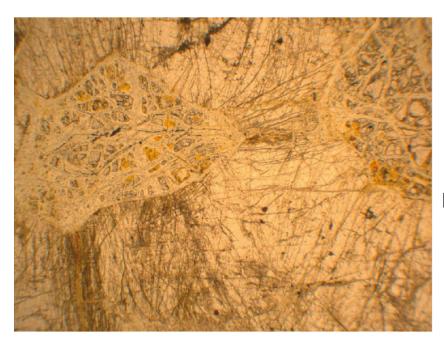
éteint en LPA.

Rouge

<sup>+</sup> Minéraux argileux + Quartz, feldspaths, micas

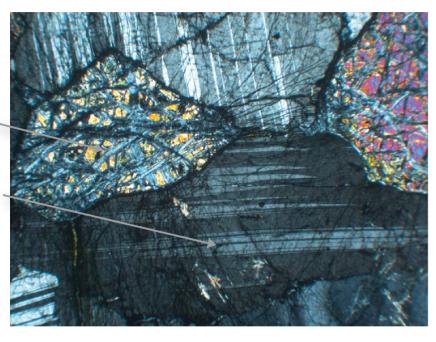


## Gabbro



pyroxène -

plagioclase

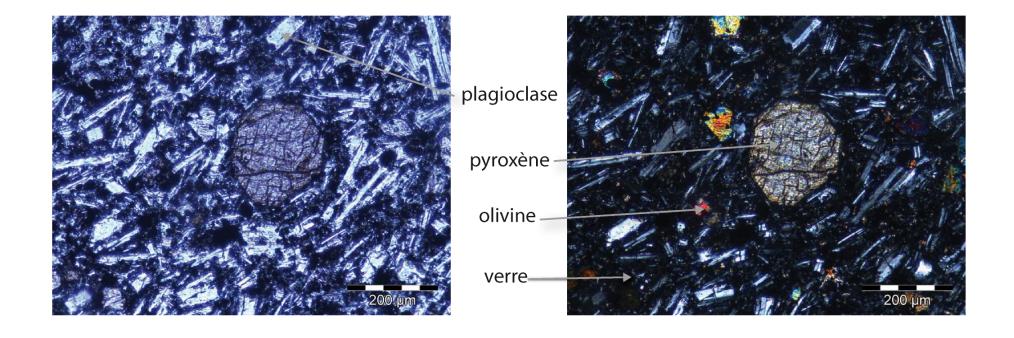






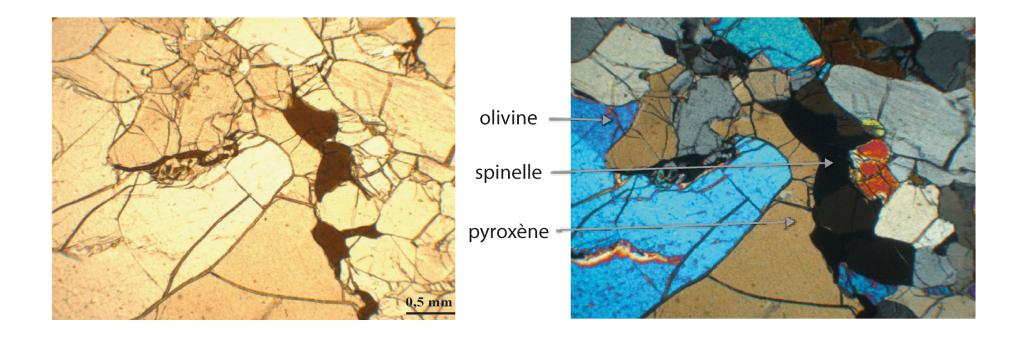


## **Basalte**





## Péridotite





## $\mathbf{Gr\grave{e}s}$





## Granite

