

TP G1-2 – Le magmatisme

But du TP :

- Aborder la diversité des modes d'expression du magmatisme
- Apprendre à reconnaître les minéraux et roches magmatiques, et les relier à aux conditions de la mise en place des magmas, placer une roche magmatique dans une classification
- Placer des événements magmatiques dans une chronologie relative et/ou absolue
- Identifier les risques volcaniques
- Utiliser des diagrammes binaires et ternaires pour modéliser la fusion partielle et la cristallisation fractionnée, estimer un taux de fusion, relier la fusion partielle à un contexte géodynamique
- Dégager les caractères généraux d'une série magmatique, argumenter la différenciation magmatique
- Exploiter des données isotopiques pour caractériser l'origine des magmas

I. Les roches et leur mise en place

1. Minéraux et roches magmatiques : approche théorique et classification

a) Bases de minéralogie

Minéral et **roche** sont deux notions qui ne doivent pas être confondues :

- Un **minéral** est une **espèce chimique**, habituellement solide, et souvent cristallisée, que l'on peut trouver dans le sous-sol.
- Une **roche** est un assemblage d'un (rarement) ou de plusieurs (le plus souvent) **minéraux**.

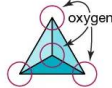
La majorité des minéraux sont des **solides ioniques**. Pour les roches magmatiques, la plupart des minéraux sont des **silicates**, et ont une structure basée sur le **tétraèdre de coordination SiO_4^{4-}** (ou silice). Divers cations complètent cette formule, ce qui a pour conséquence de rendre les minéraux électriquement neutres. Les minéraux dont la structure élémentaire est constituée par les tétraèdres de SiO_4^{4-} sont appelés **silicates**.

La structure des minéraux est connue, comme pour les molécules biologiques, entre autres, par la **cristallographie aux rayons X**. La **formule chimique d'un minéral** est la façon la plus synthétique d'écrire la composition du minéral, en utilisant généralement des coefficients entiers. Parfois, cette formule chimique constitue aussi **le plus petit motif structural** à l'origine de la forme tridimensionnelle du cristal, que l'on appelle **maille cristalline**. Dans la formule chimique d'un minéral, les tétraèdres de silice peuvent être isolés les uns des autres, ou mettre en commun un ou plusieurs oxygène(s), formant ainsi les principales familles de silicates, et notamment :

- les **néosilicates**, dont les tétraèdres sont isolés (grenats et olivines)
- les **inosilicates**, dont les tétraèdres sont associés en chaînes simples (pyroxènes) ou doubles (amphiboles)

Structural linkage schemes among silicates

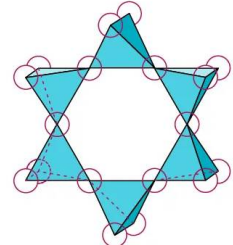
Nesosilicates
Unit composition: $(\text{SiO}_4)^{4-}$
Example: olivine, $(\text{Mg, Fe})_2\text{SiO}_4$



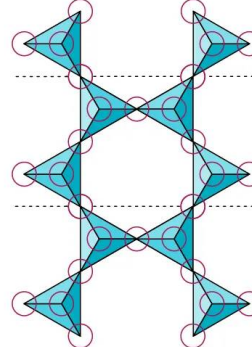
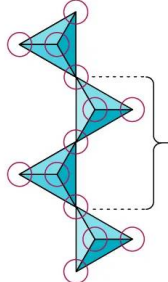
Sorosilicates
Unit composition: $(\text{Si}_2\text{O}_7)^{6-}$
Example: hemimorphite, $\text{Zn}_4\text{Si}_2\text{O}_7(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$



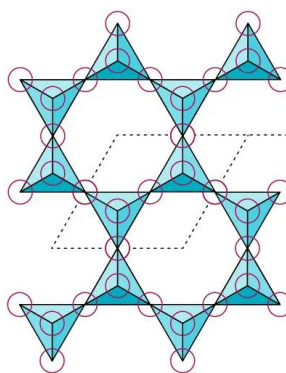
Cyclosilicates
Unit composition: $(\text{Si}_6\text{O}_{18})^{12-}$
Example: beryl, $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$



Inosilicates (single chain)
Unit composition: $(\text{Si}_2\text{O}_6)^{4-}$
Example: pyroxene—e.g., enstatite, MgSiO_3

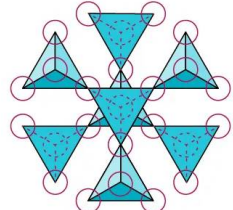


Inosilicates (double chain)
Unit composition: $(\text{Si}_4\text{O}_{11})^{6-}$
Example: amphibole—e.g., anthophyllite, $\text{Mg}_7\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$



Phyllosilicates
Unit composition: $(\text{Si}_2\text{O}_5)^{2-}$
Example: mica—e.g., phlogopite, $\text{KMg}_3(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$

Tectosilicates
Unit composition: $(\text{SiO}_2)^{4-}$
Example: high cristobalite, SiO_2



Document 1. Organisation des tétraèdres de silice chez les principaux types de silicates. . Source : encyclopédie britannica.

- les **phyllosilicates**, dont les tétraèdres sont associés en feuillets (micas et argiles)
- les **tectosilicates**, dont les tétraèdres sont associés en structures tridimensionnelles (quartz, feldspaths et feldspathoïdes)

L'aluminium (ion Al^{3+}) peut se substituer au silicium (ion Si^{4+}), selon la richesse en aluminium des roches. Cette substitution est courante, et a pour conséquence une modification du nombre de cations équilibrant. Elle est très importante chez les tectosilicates, et explique la formule des feldspaths et feldspathoïdes.

Chez les phyllosilicates, en plus de se substituer au silicium, l'aluminium peut former des **octaèdres AlO_6^9** . Les phyllosilicates sont constitués d'une alternance de couches tétraédriques (T) à silicium ou octaédriques (O) à aluminium. La classification des phyllosilicates (argiles et micas) repose sur cette distinction.

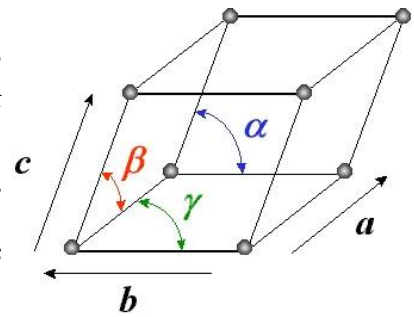
Type de silicate	Organisation de tétraèdres	Maille cristalline	Exemples (à connaître : gras souligné)
Nésosilicate (<i>neso</i> : « île »)	Isolés	SiO_4^{4-}	<u>Grenat</u> almandin $\text{Fe}_3^{\text{II}}\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$ <u>Olivine (Fe,Mg)$_2$SiO$_4$</u>
Sorosilicates (<i>soro</i> : « sœur »)	En paires	$\text{Si}_2\text{O}_7^{6-}$	Epidote
Cyclosilicates (<i>cyclo</i> : « cercle »)	En anneau à 3, 4 ou 6 tétraèdres	$\text{Si}_3\text{O}_9^{6-}$, $\text{Si}_4\text{O}_{12}^{8-}$ et $\text{Si}_6\text{O}_{18}^{12-}$	Béryl (dont émeraude), cordiérite, tourmaline
Inosilicate (<i>inos</i> : « fibre »)	Chaînes simple : pyroxènes	$\text{Si}_2\text{O}_6^{4-}$	<u>Jadéite</u> : $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$ et <u>omphacite</u> (métamorphiques) <u>Augite</u> : $(\text{Fe,Mg,Ca})_2\text{Si}_2\text{O}_6$
	Chaînes doubles : amphiboles	$\text{Si}_4\text{O}_{11}(\text{OH})^{7-}$	<u>Hornblendes</u> (Ca, Na, K, Mg, Fe^{II} , Fe^{III}) <u>Glaucofane</u> (Na, Mg, Al) (essentiellement métamorphique)
Phyllosilicate (<i>phyllo</i> : « feuille »)	En feuillets	$\text{Si}_4\text{O}_{10}^{4-}$ AlO_6^9	<u>Micas (TOT) :</u> • <u>Muscovite (mica blanc)</u> • <u>Biotite (mica noir)</u> <u>Argiles</u> • <u>Kaolinite (TO)</u> • <u>Smectite, illite (TOT)</u>
Tectosilicate (<i>tecto</i> : « toit »)	Chaque oxygène est mis en commun dans deux tétraèdres	SiO_2 et dérivés (substitution de Si par Al) : $\text{AlSi}_3\text{O}_8^-$ $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8^{2-}$	<u>Quartz : SiO_2</u> <u>Feldspaths plagioclases :</u> • <u>Albite : $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$</u> • <u>Anorthite : $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$</u> <u>Feldspath alcalin :</u> • <u>Sanidine/Orthose : KAlSi_3O_8</u> <u>Feldspathoïdes :</u> • Néphéline (Na) • Leucite (K)

Document 2: Organisation des tétraèdres de silice et familles de silicates. Les silicates à connaître dans le cadre du programme de BCPST sont en gras souligné. Les formules des deux olivines, du quartz et des trois feldspaths sont à connaître par cœur !

- **Construisez les formules chimiques des minéraux suivants :**
 - ➔ le quartz (le plus simple des tectosilicates)
 - ➔ l'orthose et la sanidine (même formule), l'albite et l'anorthite (feldspaths respectivement potassique, sodique et calcique)
 - ➔ la fayalite (olivine ferreuse)
 - ➔ l'augite (pyroxène ferromagnésien et calcique)

Les cristaux ont des caractéristiques géométriques (angles et dimensions) qui permettent de les classer dans des **systèmes cristallins**.

- Le plus simple des systèmes cristallins est celui où les ions du cristal s'organisent tels qu'ils peuvent constituer les sommets d'un cube, soit un parallélépipède dont les dimensions a , b et c sont égales, et les angles α , β et γ sont égaux à 90° . Il s'agit du système **cubique**.
- Dans les systèmes **tétragonal** et **orthorhombique**, les angles restent de 90° , mais les dimensions a , b et c sont différentes.
- Dans les systèmes **monoclinique**, **triclinique** et **rhomboédrique**, les angles sont différents de 90° .
- Le système **hexagonal** est le seul qui n'est pas basé sur une déformation d'un cube.



Document 3: Maille cristalline élémentaire théorique et définition des 3 dimensions et 3 angles d'un parallélépipède. D'après Wikimedia Commons

Un minéral peut, selon les conditions de pression et de température, cristalliser dans plusieurs systèmes cristallins différents :

- les clinopyroxènes cristallisent dans le système monoclinique, et les orthopyroxènes dans le système orthorhombique. Les formules peuvent cependant être exactement les mêmes.
- les trois phases α , β et γ de l'olivine correspondent à deux systèmes cristallins différents (orthorhombique pour α et β , cubique pour γ).

Encart 1 : les systèmes cristallin (hors programme)

b) Les roches magmatiques et leur classification

Les roches magmatiques sont très diverses, et de nombreux critères de classification sont utilisés pour les distinguer et/ou les catégoriser. Ces différents critères peuvent être utilisés ensemble ou non, et ils ont toujours un **sens géologique** (en terme de contexte géodynamique, d'évolution ou de formation des magmas, d'histoire du refroidissement...).

Composition chimique

Il s'agit de l'abondance moyenne massique de chaque **élément chimique**, exprimé en **pourcentage d'oxydes**. Plusieurs classifications existent, donc la classification TAS (total alkali silica). Elle permet d'introduire deux critères fondamentaux : le taux de silice (SiO_2) et d'alcalins ($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$).

- Concernant la silice :
 - Une roche est **acide** au-delà de $\sim 65\%$ de silice. Les roches acides sont généralement riches en feldspaths, et en feldspathoïdes ou quartz, qui sont des minéraux **clairs**. Dans ce cas, la roche est dite **leucocrate** (= claire). Souvent, elle a une faible densité ($\sim 2,5-2,7$).
 - Une roche est **basique** en dessous de $\sim 50\%$ de silice, et **ultrabasique** en dessous de $\sim 40\%$. Les roches basiques sont généralement riches en minéraux ferro-magnésiens (biotite, amphiboles et pyroxènes ferro-magnésiens, olivines), qui sont sombres ou considérés comme tels. Dans ce cas, la roche est dite **mésocrate** (= sombre). Souvent, elle a une forte densité ($\sim 2,8-3,4$).
 - Une roche est dite **intermédiaire** entre 50 et 65 % de silice.
- Concernant les alcalins :
 - Une roche est dite **alcaline** si elle est plus riche en **éléments alcalins (K et Na)** que la moyenne des roches de sa catégorie.
 - Donc, un granite contenant 5 % d'alcalins est **très peu alcalin** (car les granites sont habituellement très riches en alcalins) ; et un basalte contenant 5 % d'alcalins **est très alcalins**, car les basaltes ne contiennent habituellement que 1 % ou 2 % d'alcalins.

Une roche est dite **saturée** (en silice) si la silice (SiO_2) est suffisamment abondante par rapport aux autres éléments (notamment alcalins) pour que le **quartz** puisse se former lors du refroidissement. Elle est dite **sous-saturée** dans le cas contraire ; les roches sous-saturées ne peuvent pas contenir du quartz, et leur fort taux d'alcalins se traduit par une richesse en feldspathoïdes et/ou en olivine.

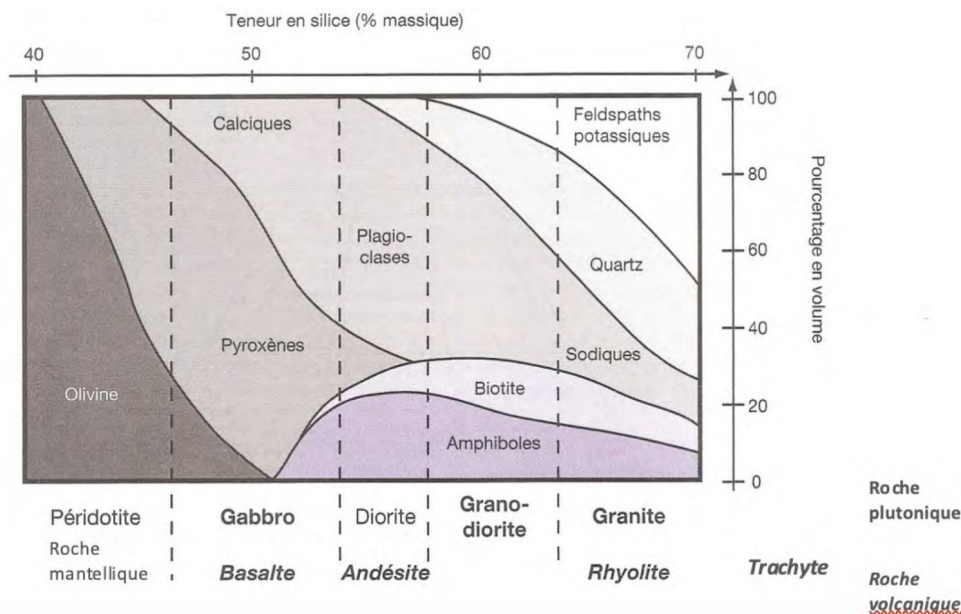
Attention : une roche saturée peut être basique, et une roche sous-saturée peut être acide !

Composition minéralogique

Aussi appelée **paragenèse**, il s'agit de l'abondance moyenne volumique de chaque **minéral**, en pourcentage. Cette

classification est simple pour une roche grenue, mais *a priori* impossible pour une roche microlithique, dont une partie n'est pas cristallisée.

Document 4. Classification minéralogique des principales roches magmatiques.



La classification de Streckeisen repose sur un double diagramme triangulaire, avec 3 pôles :

- **quartz, feldspaths alcalins (= orthose), plagioclases**, pour le diagramme supérieur
- **feldspathoïdes, feldspaths alcalins (= orthose), plagioclases**, pour le diagramme inférieur

Cette classification exploite le fait que les roches saturées ne contiennent pas de feldspathoïdes, et que les roches sous-saturées ne contiennent pas de quartz. Comme elle n'utilise que les **minéraux clairs**, elle est adaptée à des roches riches en minéraux clairs (au delà de 20 %). Elle permet par exemple assez mal de distinguer les basaltes et andésites, qui sont des roches basiques assez pauvres en minéraux clairs, mais est très adaptée aux granitoïdes.

- Dans le diagramme de Streckeisen, placez la roche dont la composition chimique est donnée dans le tableau suivant.

minéral	quartz	orthose	albite	anorthite	pyroxène	muscovite	biotite	amphibole	autres
pourcentage	24 %	16 %	32 %	8 %	4 %	5 %	2 %	7 %	2 %

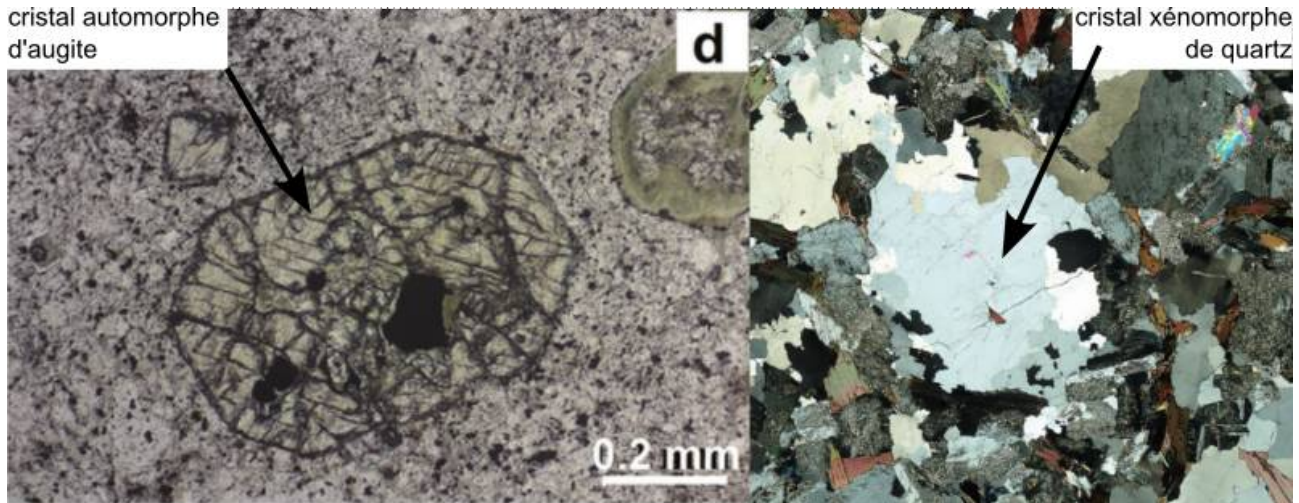
La **texture** fait partie de la catégorisation des roches magmatiques, qui permettra de distinguer des roches de même composition chimique et minéralogique. Elle désigne l'organisation des minéraux les uns par rapport aux autres, et par rapport à une éventuelle zone non cristallisée. Les parties non cristallisées sont appelées **verre**, en raison de leur similitude structurale avec ce matériau solide mais non cristallin. Souvent, le verre est parsemé de des cristaux invisibles à l'œil nu, appelés **microlithes**. On parlera de **pâte** ou de **mésostase** pour désigner l'ensemble verre + microlithes. Sur la base de l'abondance de pâte ou de cristaux visibles à l'œil nu (phénocristaux), on distingue :

- La texture **grenue**, ou **holocristalline** : la totalité du magma est cristallisée sous forme de minéraux tous visibles à l'œil nu. Les textures grenues sont expliquées par un **refroidissement très lent** du magma (des dizaines de milliers d'années). Attention : terme non utilisable pour des roches non magmatiques !
- La texture **microgrenue** : c'est une variante de la texture grenue. La roche peut paraître microlithique, car les cristaux sont invisibles à l'œil nu, mais un examen microscopique permet de conclure que l'ensemble de la roche est cristallisé. C'est une texture courante des mises en place en **filons**.
- La texture **microlithique** : une partie est cristallisée, et donne lieu à des phénocristaux plus ou moins abondants, mais une partie au moins est une pâte. Les textures grenues sont expliquées par un refroidissement rapide (quelques décennies ou moins).
- La texture **vitreuse** : elle est assez rare. Il n'y a ni phénocristaux ni microlithes. La roche est entièrement non cristallisée. Un exemple notable est offert par l'**obsidienne**, qui a la composition chimique d'un granite ou d'une rhyolite.
- En plus de ces éléments liés notamment aux conditions de refroidissement, la présence ou non de **bulles**, et de

structures fluidales (déformations de bulles de gaz ou alignement des minéraux dus à l'écoulement du magma) peuvent être observés. Ils sont un argument pour un épanchement de lave en surface (volcanisme).

En terme de texture, on sera également attentif à la forme des minéraux et à leurs relations géométriques.

- Un minéral est **automorphe** si sa géométrie effective est celle que lui impose son réseau cristallin ; il a pu se former sans contrainte, souvent en début de cristallisation, alors que le taux de liquide est encore important.
- Un minéral est **xénomorphe** si sa géométrie est contrainte par l'espace dans lequel il s'est formé, en fin de cristallisation, et sa forme est alors généralement quelconque et n'a rien de régulier.



Document 5. Un cristal automorphe dans un basalte (gauche), et un cristal xénomorphe dans un granite (droite), observés tous deux au microscope polarisant en LPA. Modifié, d'après une source inconnue.

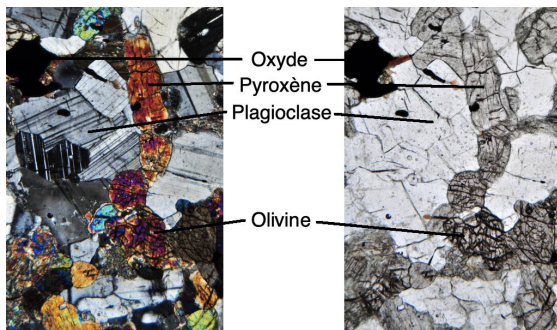
2. Minéraux et roches magmatiques : reconnaissance

La détermination des roches passe avant tout par la **texture** et la **minéralogie**, associées éventuellement à des **observations microscopiques**. L'aspect global de la roche (couleur notamment) est souvent trompeur, et doit éventuellement être utilisé pour confirmer à la fin de la détermination.

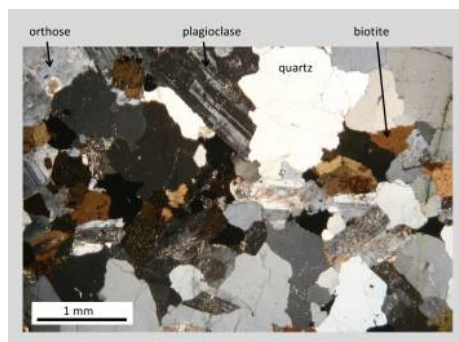
a) Détermination de la texture

Une texture microlithique est caractérisée par la présence d'une **pâte**, contenant du verre et des microcristaux. A l'œil nu, elle apparaît tout la forme d'un **liant homogène** – qui peut être de couleur très variable – **jamais brillant**, et homogène. En l'absence de pâte, la texture est la plupart du temps grenue.

NB : la détermination d'une texture microgrenue est délicate.



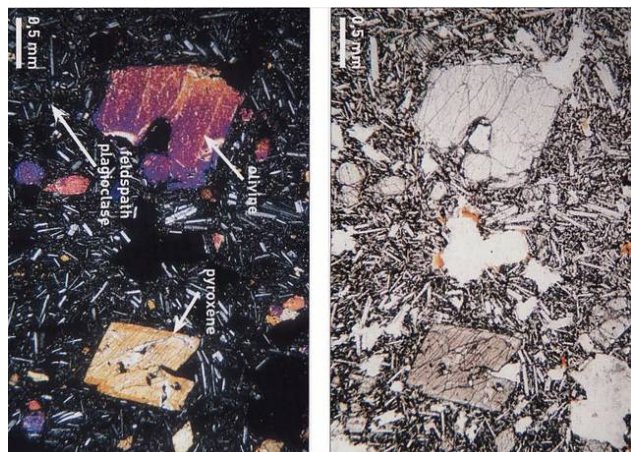
Document 6: Roche 1 : lumière polarisée analysée (gauche) et non analysée (droite).



Document 7: Roche 2 ; lumière polarisée analysée.

1 Association Vendéenne de Géologie | Une association d'amateurs passionnés de géologie, 12 septembre 2024, <https://avg85.fr/>.
2 « Wikimedia Commons », consulté le 29 août 2024, <https://commons.wikimedia.org/wiki/Accueil>.

Document 8: lumière polarisée non analysée (droite) et analysée (gauche).



3

Les informations obtenues par l'observation à l'œil nu peuvent être complétées par des observations microscopiques, qui permettent de lever toute ambiguïté. On présente dans les documents 6, 7 et 8 des exemples de roches observées en lumière polarisée.

- Pour chacune de ces roches (docs 6, 7 et 8), déterminez la texture.

b) Détermination de la paragenèse

Il faut pour cela savoir **identifier les minéraux**. Cela passe par divers éléments descriptifs (forme générale, couleur, taille, clivage, macle, comportement vis-a-vis de l'altération), qui sont cependant complémentaire d'une reconnaissance physionomique non argumenté (on reconnaît le minéral à sa « gueule »), qui s'acquiert avec l'expérience.

Les annexes 1 et 2 donnent quelques caractéristiques des principaux minéraux des roches magmatiques.

c) Utilisation de clés de détermination

Une **diagnose** est une **reconnaissance raisonnée** d'un objet naturel par questionnement dichotomique (clé de détermination). Cependant, si elle a le vernis de la rigueur absolue du raisonnement scientifique, elle doit plutôt être vue comme un exercice que comme un élément de démarche scientifique, et une diagnose ne pourra jamais être pratiquée sans connaissances, expérience, bon sens, jugeote. En d'autres termes, c'est un exercice chiant et inutile mais qui tombe au concours.

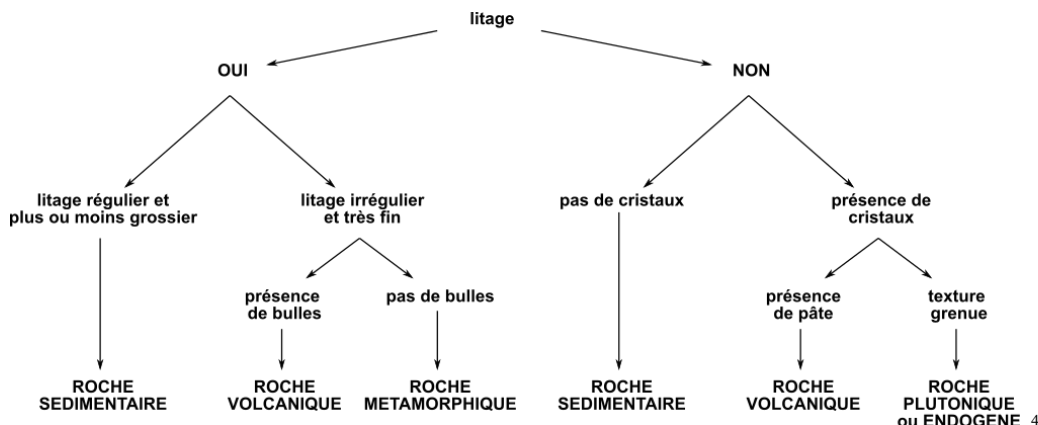
On présente ici deux clés de détermination : une pour les roches en général, et une pour les roches magmatiques. Elles doivent être **connues**, et surtout **comprises**.

NB : comme en biologie, la finalité de la détermination d'une structure géologique (comme une roche) n'est pas son nom, mais son **intérêt scientifique**, en l'occurrence son **histoire géologique** (contexte de formation, d'évolution, événements subis...).

- Doc 11 : légendez les minéraux, et déterminez les trois roches.
- Doc 6, 7 et 8 : déterminez les trois roches.
- Vous avez à votre disposition des roches. Pour chacune d'entre elles, vous déterminerez :
 - ➔ sa paragenèse ;
 - ➔ sa texture ;
 - ➔ son nom ;
 - ➔ ses conditions de sa formation ;
 - ➔ et toute information intéressante permettant de rendre compte de son histoire.

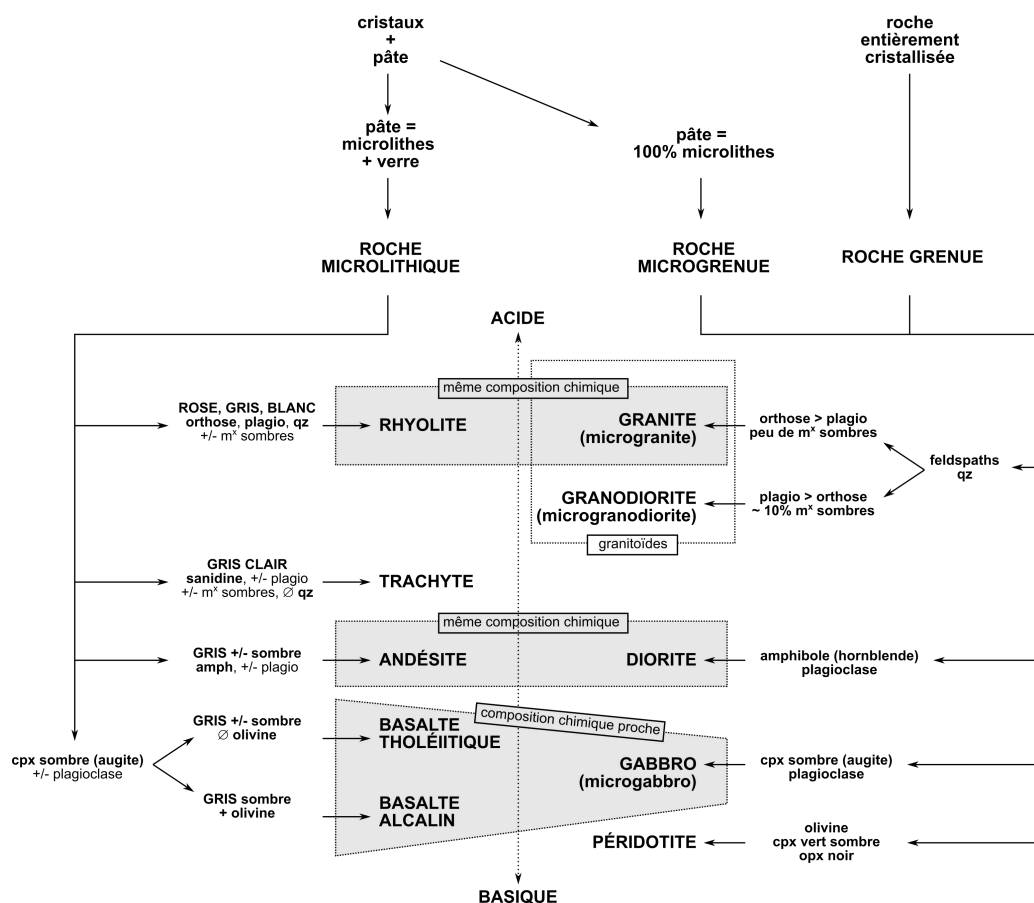
3 « Sciences de la Vie et de la Terre SVT Nathalie Fabien Lycée Classe inversée », consulté le 1 septembre 2024, <https://www.nfabien-svt.fr/>.

Document 9. Clé de détermination simplifiée des roches. Production personnelle.



Document 10. Clé de détermination simplifiée des principales roches magmatiques au programme de BCPST. .

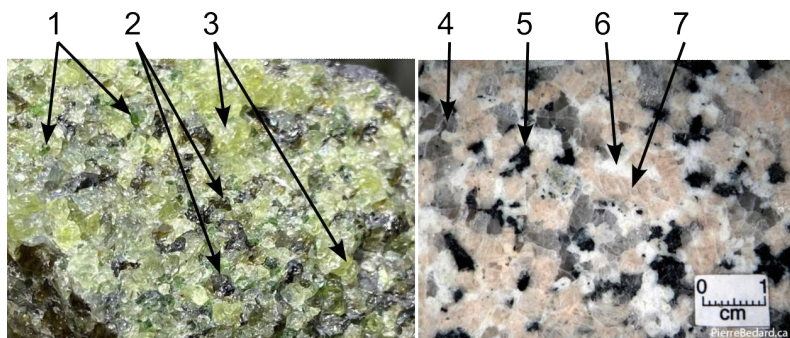
ROCHES MAGMATIQUES CLÉ DE DÉTERMINATION



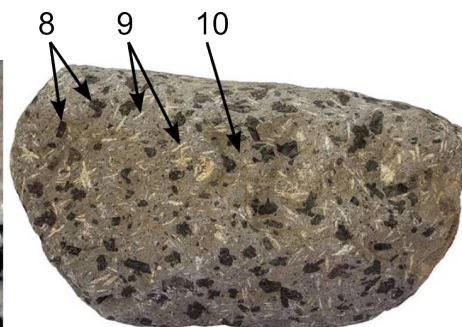
5

4 Joseph Démaret-Nicolas, *Joseph Nicolas – SVT – BCPST2 – Lycée Chaptal - Paris*, s. d., consulté le 29 septembre 2024, <http://josephnicolassvt.fr/>.

5 Joseph Démaret-Nicolas, *Joseph Nicolas – SVT – BCPST2 – Lycée Chaptal - Paris*, s. d., consulté le 29 septembre 2024, <http://josephnicolassvt.fr/>.



nom :
Document 11. Trois roches photographiées à identifier.



nom :

6

3. Diversité des modes d'expression du magmatisme

- Analysez les photographies suivantes. NB : on pourra axer la réflexion sur le dynamisme éruptif, les conditions de mise en place, le type de lave...



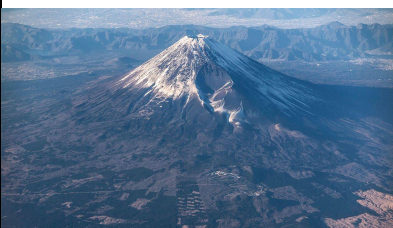
Document 12: Une faisaie de quelques mètres de haut sur l'île de la Palma, archipel des Canaries. Source : google images.



Document 13: Le mont Gerbier de Jonc, source de la Loire (Ardèche). Source : <https://survoldefrance.fr/>



Document 14. Photographie d'une éruption au Japon en 1991.



Document 15. Vue aérienne du Fuji San, au Japon.



Document 16. Une faisaie dans le lit du Lignon, à Jaujac (Ardèche)



Document 17. Une éruption du Stromboli, îles Eoliennes, Italie.



Document 18: Eruption du Hunga Tonga en janvier 2022.
D'après planet-terre.ens-lyon.fr



Document 19. Une éruption en Islande, juillet 2025.



Document 20: Le lac Pavin (Puy-de-Dôme). D'après <https://actu.fr/auvergne-rhone-alpes>

II. Etude d'une province magmatique : la chaîne des Puys

La chaîne des Puys est un massif volcanique situé dans le département du Puy-de-Dôme (Auvergne-Rhône-Alpes). Trois roches ont été prélevées à proximité de trois édifices volcaniques : Chanonat (coulée), Puy de Lemptégny (coulée), et Puy de Dôme (dôme).

1. Diversité des épisodes magmatiques dans la région de Clermont-Ferrand

- **A partir de la carte géologique de Clermont-Ferrand au 1/50 000^e, montrez que plusieurs événements magmatiques indépendants ont eu lieu dans cette région.**

2. Analyse d'une série magmatique

Vous disposez d'un certain nombre de documents relatifs au magmatisme récent du massif central.

- **Parmi les trois roches (Chanonat, Lemptégny et puy de Dôme), identifiez le terme le moins différencié, en l'argumentant, et montrez qu'il s'agit d'un basalte alcalin. Calculez et commentez le taux de fusion partielle à l'origine de cette roche.**

	Chanonat	Lemptégny	Puy de Dôme
Qz	0	0,25	10,38
Ab	18,39	28,27	24,87
An	20,74	19,37	4,52
FdK	10,46	32,87	54,63
Px	15,22	14,15	2,96
Ol	16,87	0	0
Foïd	10,23	0	0
ox.	8,07	5,09	2,90

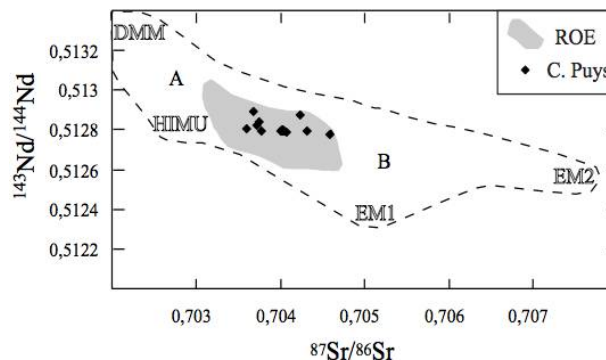
Document 21: Composition minéralogique normative de trois roches magmatiques de la chaîne des Puys

	Chanonat	Lemptégny	Puy de Dôme	Hz	Lz
SiO ₂	43,70	55,57	67,22	43,01	43,05
TiO ₂	2,80	1,51	0,42	0,12	0,28
Al ₂ O ₃	14,20	17,48	16,94	1,49	2,22
FeO + Fe ₂ O ₃	11,90	8,41	2,86	10,88	10,95
MnO	0,20	0,21	0,22	0,18	0,18
MgO	10,20	2,75	0,57	42,3	40,3
CaO	10,70	6,24	1,51	0,97	1,58
Na ₂ O	3,90	4,64	5,8	0,02	0,25
K ₂ O	1,20	2,93	4,96	0,01	0,08

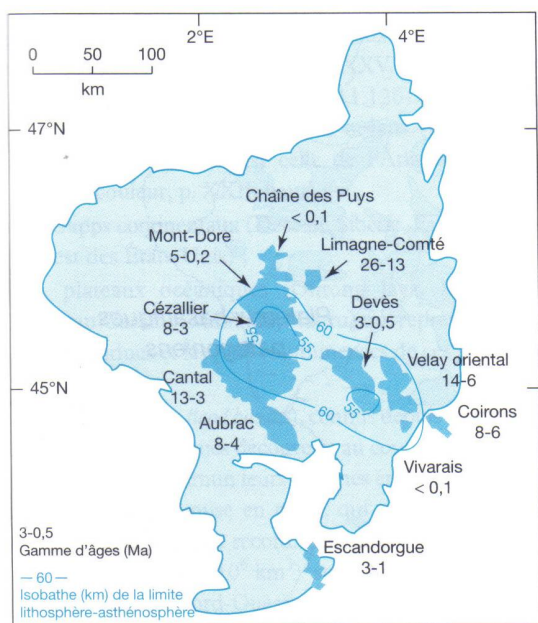
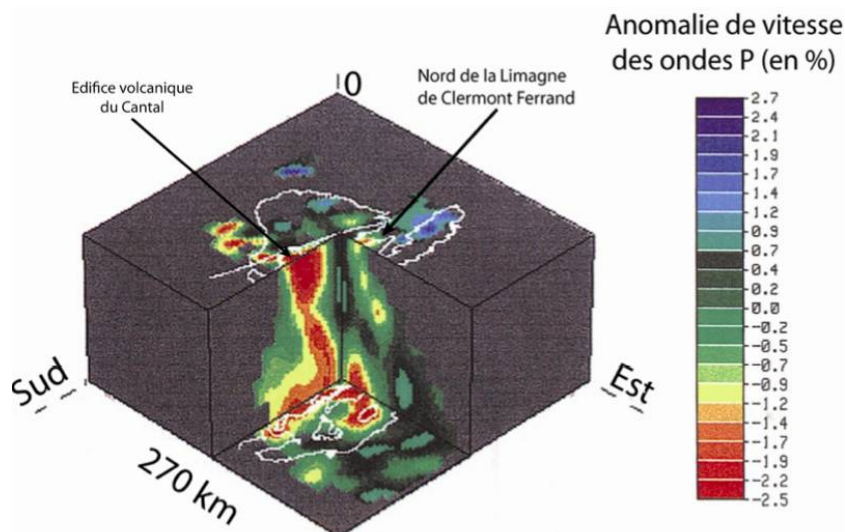
Document 22: Composition chimique de trois roches magmatiques de la chaîne des puys, ainsi que d'une harzburgite et d'une lherzolite.

- Placez les trois roches dans les diagramme de Streckeisen et le diagramme TAS, et déterminez leur nom.
- Argumentez l'appartenance de ces roches à une même série magmatique que vous nommerez.
- A l'aide des documents 20 à 23, discutez la source mantellique, et donc le contexte géodynamique à l'origine de ces laves.

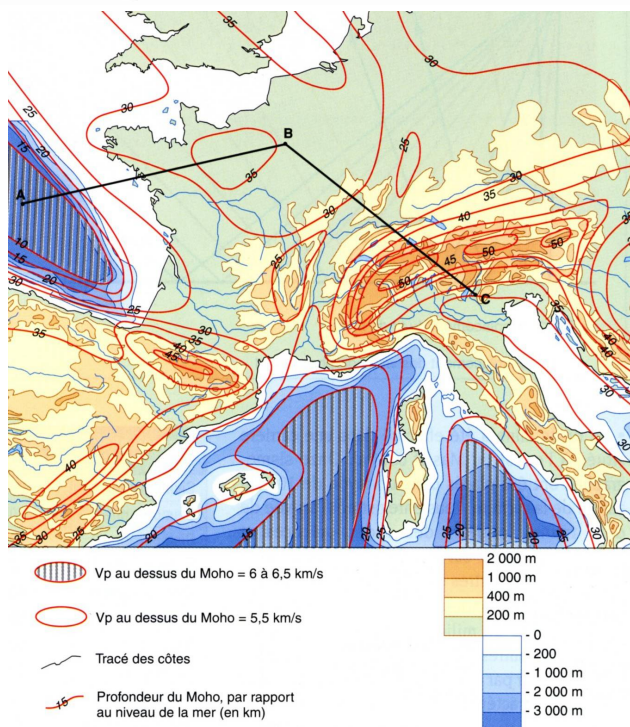
Document 23: Position des laves des rifts ouest-européens (ROE) et des laves de la chaîne des Puys dans un diagramme $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ en fonction de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. Source inconnue.



Document 24: Tomographie sismique 3D à la verticale de Clermont-Ferrand. D'après Granet et al, 1995.



Document 25: Profondeur du toit de l'asthénosphère dans le massif central. En bleu foncé : les provinces magmatiques cénozoïques du massif central.



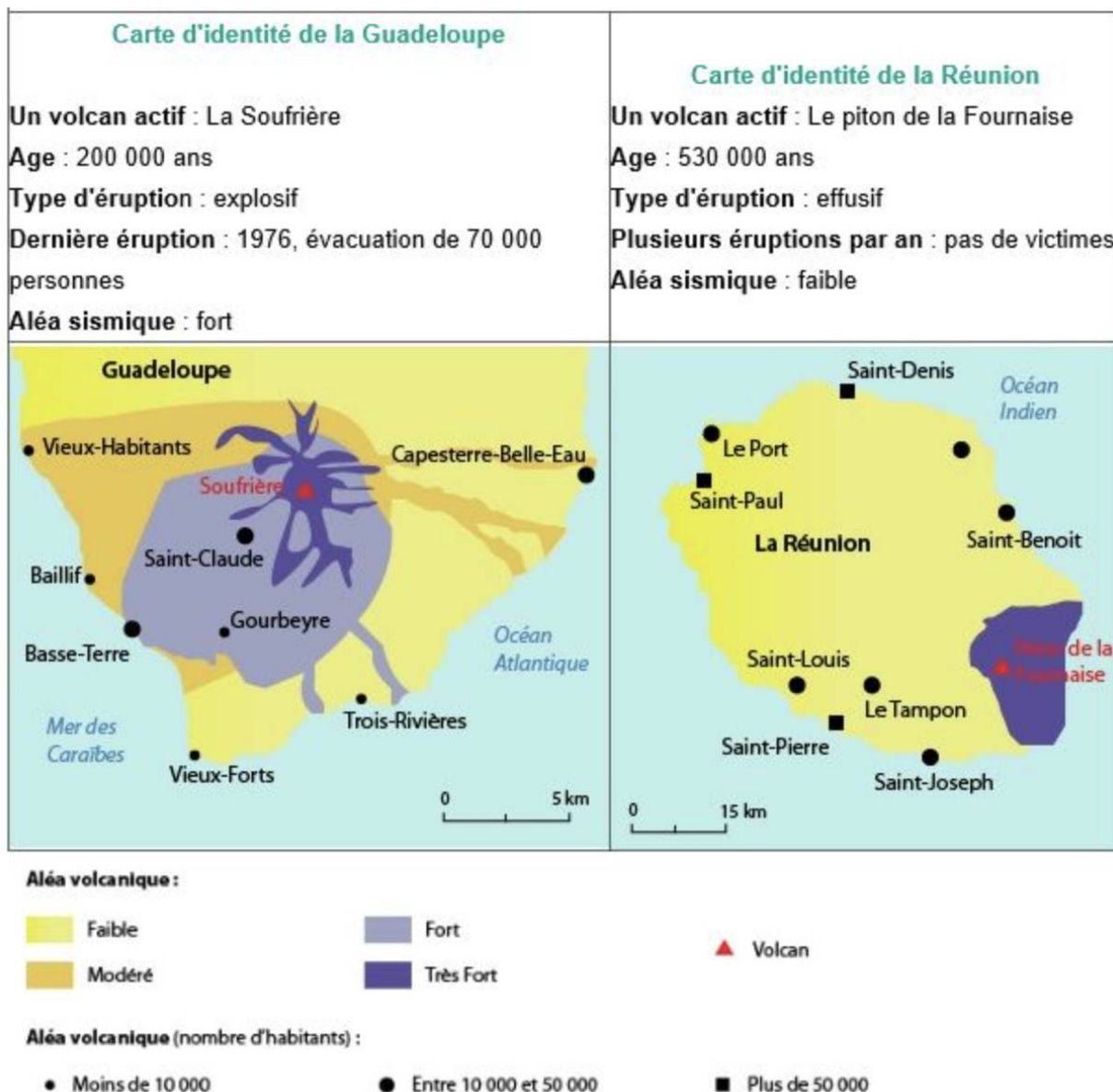
Document 26. Carte de la profondeur du moho en France et aux alentours.

3. Le risque volcanique en France

- Rappelez la définition d'un risque géologique.
- Discutez le risque volcanique en Auvergne et les moyens permettant de diminuer ce risque.
- A l'aide du document 27, discutez le risque volcanique en Guadeloupe et à la Réunion

7 André Brahic et al., *Sciences de la Terre et de l'Univers* (Vuibert, 1995).

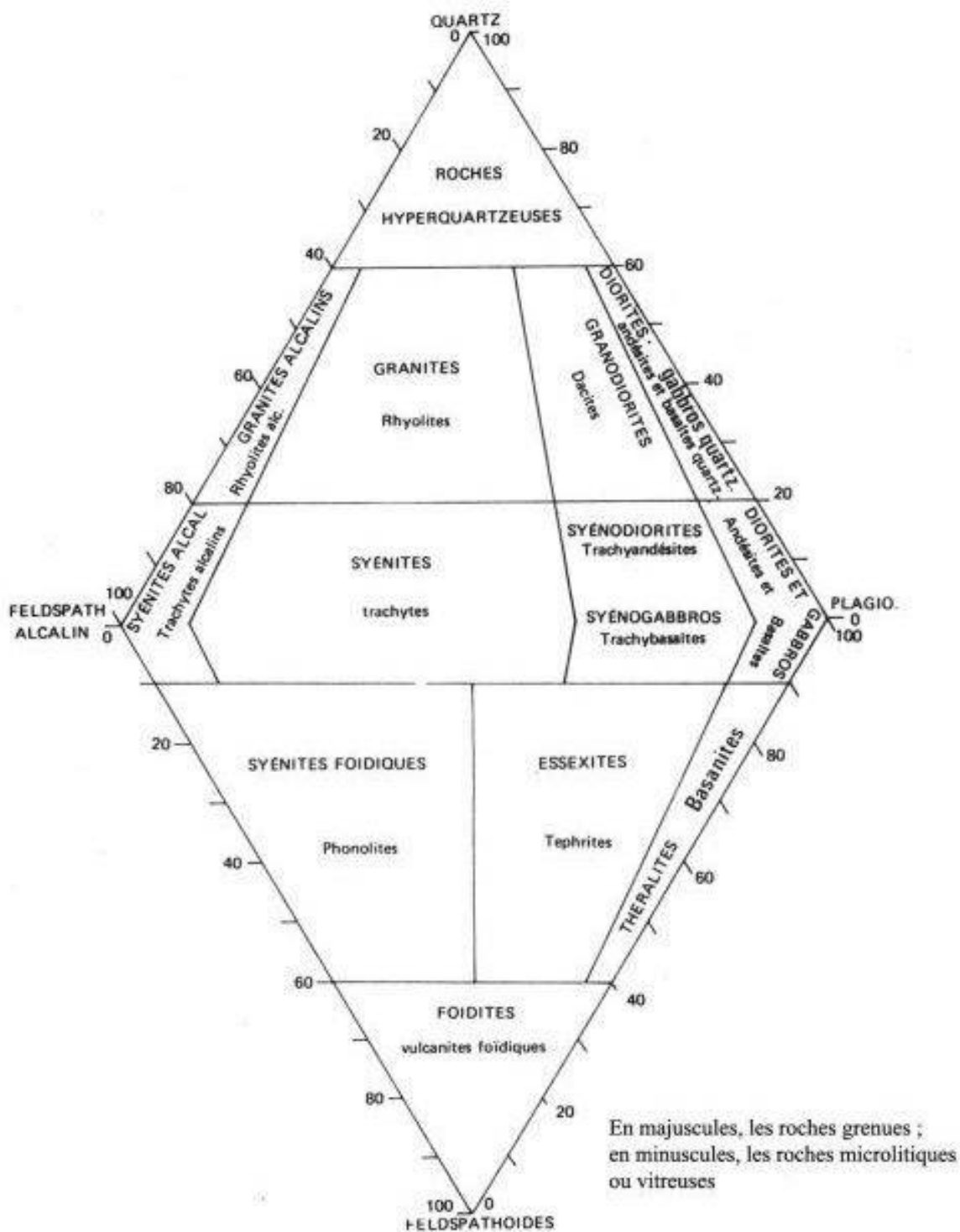
8 « Sciences de la Vie et de la Terre SVT Nathalie Fabien Lycée Classe inversée ».



Document 27. L'aléa volcanique en Guadeloupe et à la Réunion.

9

9 « Le risque volcanique dans les DOM serait sous-estimé ? », consulté le 17 septembre 2024, <https://www.catnat.net/veille-gestion-des-risques-naturels-et-climat/gestion-risque-france/connaissances-des-risques/19278-le-risque-volcanique-dans-les-dom-serait-sous-estime>.

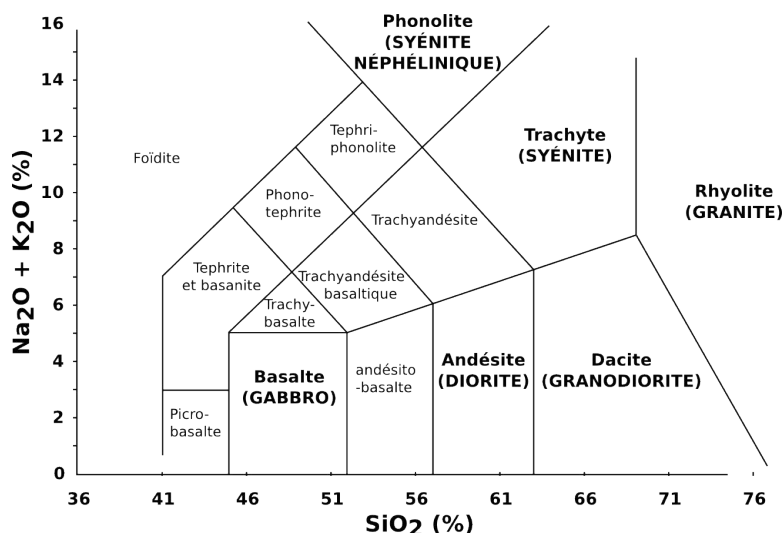


Annexe 1. Diagramme de Streckeisen.

10

10 « Géologie de la Lorraine : Annexes scientifiques », consulté le 17 septembre 2024, <https://sites.ac-nancy-metz.fr/base-geol/annexe.php?id=10>.

Annexe 2. La classification TAS (total alkali silica), ou classification de Harker. Les roches les plus courantes sont **en gras** (microlithiques en minuscule, **GRENUES** en MAJUSCULE). Production personnelle.

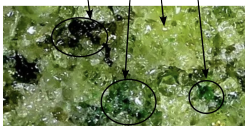
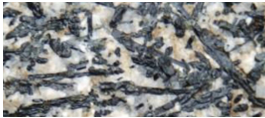


minéral		œil nu	automorphe/ xénomorphe
olivine	Fayalite/Forsterite	grains « vert pomme » ou « vert olive »	auto ou xéno
pyroxènes	Augite	baguettes brun foncé , quasiment noires, à section hexagonale	souvent auto
	Diopside	« vert bouteille » plus ou moins sombre, parfois brun	souvent auto
	Orthopyroxène	Plus ou moins allongé, souvent brun-noir	souvent auto
amphibole	Hornblende	Aiguilles brunes ou vertes (foncé), plus fines qu'un pyroxène	souvent auto
mica	Biotite	paillettes qui se détachent à l'ongle , brun brillant	souvent auto
	Muscovite	paillettes qui se détachent à l'ongle , blanc argenté brillant (aspect de « papier aluminium »)	souvent auto
feldspaths	Plagioclase	Baguettes plus ou moins fines, blanches à gris clair, souvent brillantes, macle polysynthétique rarement visible	auto ou xéno
	Orthose/ Sanidine	Baguettes massives blanches ou rosées , souvent brillantes, bien clivées, cristaux souvent pluri-centimétriques, macle de Carlsbad . La sanidine est translucide, alors que l'orthose est opaque.	auto ou xéno
quartz		Aspect de gros sel , transparent grisâtre , peu brillant, non clivé	souvent xéno

Annexe 3. Caractérisation des principaux minéraux magmatiques à l'œil nu.

minéral	piège
olivine	si oxydation, le « vert-pomme » tire sur le « orangé » ou « raisin blanc, variété chasselas »
m ^x noirs	forme fondamentale ! aiguille (ℓ/L ~ 100) → amphiboles ; baguette (ℓ/L ~ 10) → pyroxènes
micas	détachables à l'ongle (gratter comme un forcené* !), en paillettes de quelques μm d'épaisseur
feldspaths	TOUS les feldspaths sont clairs (gris, roses, blancs... mais jamais verts, bruns, noirs...)
sanidine/orthose	la sanidine ressemble à une orthose transparente
sanidine/quartz	la sanidine est clivable, mais jamais le quartz (cf. doc 28-29)
quartz	jamais clivé, donc cassure conchoïdale, non brillante (cf. doc 28-29) ; transparent, donc peut apparaître noir si le fond est opaque...

Annexe 4. Pièges et attrape-couillon en minéralo à l'œil nu. * **Faux ongles interdits jusqu'à juillet 2027 !**

Nom		photographie	
Olivine	Fayalite/ Forsterite	 (basalte)	 (cristaux isolés)
Pyroxènes	Augite	 (basalte)	 (basalte)
	Diopside	 (péridotite)	
	Orthopyroxène		
Amphibole	Hornblende	 (diorite)	
Mica	Biotite	 (granite)	
	Muscovite	 (micaschiste)	
Feldspaths	Plagioclase	 (basalte)	 (gabbro)
	Orthose/ Sanidine	 (orthose, granite)	 (sanidine, trachyte)
Quartz		 (rhyolite)	 (granite)

Annexe 5. Quelques photographies de minéraux. Entre parenthèses : les roches photographiées.



Document 28. Une orthose maclée et clivée, ; la moitié inférieure est brillante.



Document 29. Un quartz cassé, cassure conchoïdale. Il n'est pas brillant, bien que transparent et luisant.

Bonus : un sapin de Noël couleur péridotite. Merci l'IA...



11