

classification préliminaire (préalable): 20/01

- les roches magmatiques sont divisées selon les catégories générales suivantes: plutoniques, hypabyssales et volcaniques tout dépend de la taille des grains (minéraux).

les roches plutoniques ont des minéraux grossiers ou moyennement grossiers ($> 1 \text{ mm}$) et elles sont des roches formées en profondeur.

- les roches hypabyssales et celles volcaniques sont à minéraux fins à vitreux (verre).

les roches volcaniques se cristallisent à la surface et roches hypabyssales se cristallisent près de la surface (profondeurs superficielles) généralement moins de 1 Kilomètre.

- la taille de grains d'une roche magmatique est déterminée par le taux (vitesse) de refroidissement et cela est fonction de la température du magma lui-même et la température ambiante.

de la roche dans laquelle le magma est placée.

- la taille des grains augmente généralement avec la profondeur.

- en addition à cette classification basée sur la taille des grains on peut décrire le composé générale d'une roche magmatique en utilisant les termes suivants: **felsique**, **mafique** et **ultramafique**

- les roches riches en quartz, feldspaths ou feldspathoïdes sont des roches claires et sont dites: **felsiques**

- le terme felsique vient de la combinaison de des mots suivants: **feldspath** et **silice**

- les roches sombres sont riches en minéraux ferro magnésiens et elle sont dites: **mafique**

- le terme mafique reflète l'enrichissement en **magnésium** et **fer**

- les roches ultramafiques sont complètement dépourvues de minéraux felsiques (clairs).

la (IUGS) classification des roches

plutonique

les roches plutoniques sont très faciles à identifier car leurs minéraux sont grossiers, soit en spécimen de main (échantillon macroscopique) soit en lame mince, elle sont les plus directes en terme de classification, la classification (IUGS) est basée sur les quantités modales (composition modale) le mode des minéraux principaux qui sont divisés en cinq (5) groupes :

Q: quartz

A: feldspath alcalin, avec albite et anorthite dans les quantités suivantes ($< An_5$) c'est à dire avec anorthite moins à 5 mole ~~percent~~ pour cent.

P: plagioclase avec anorthite entre An_5 to An_{100}

F: feldspathoïdes : Nepheline, sodalite, analcite, leucite, cancrinite.

M: minéraux mafique : olivine, pyroxène, amphiboles micas et minéraux opaques et minéraux accessoires comme : Zircon, apatite, sphène, allanite, grenat et carbonate.

- les roches qui contiennent moins de 90% de minéraux mafic sont classifiées selon les quantités de : Q, A, P, et F qu'elles contiennent. Les minéraux contenant plus de 90% de minéraux mafique (M) sont classifiés selon la proportion des minéraux mafiques majeurs,

- les roches felsiques et mafiques ont typiquement moins de 90% de minéraux mafique (ferro magnésiens).

- parce que le quartz et les feldspathoïdes ne se trouvent jamais en commun (minéraux incompatibles). donc les roches felsique et mafique sont classifiées en termes de trois composants soit : QAP soit FAP, le tracé triangulaire est montré dans la figure 1. Cependant, quelques roches ne sont pas ~~uniquement~~ classifiées uniquement par QAP ou FAP seuls, par exemple la diorite et le gabbro tombent dans la même portion (partie) de QAP (triangle), ~~et sont~~ elles sont distinguées principalement sur la base de la composition de plagioclase.

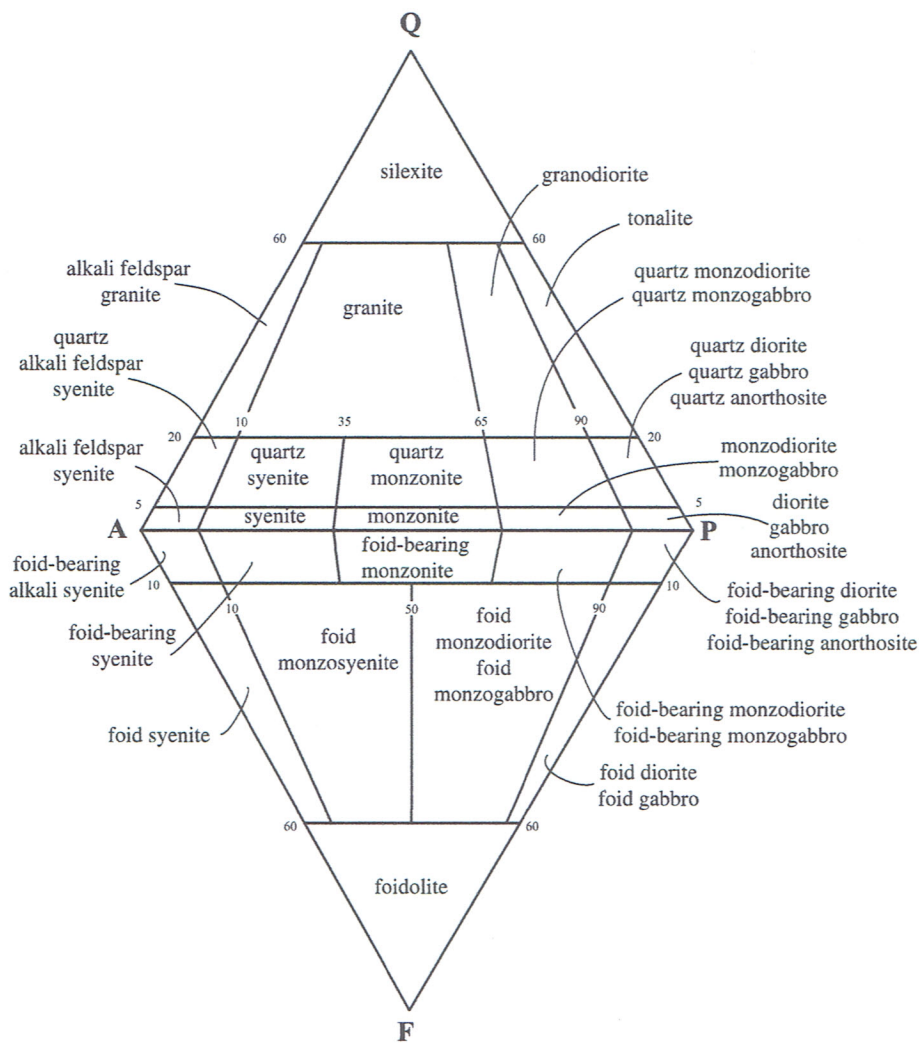


Figure 1 IUGS classification of plutonic rocks based upon modal mineralogy. A = alkali feldspar, F = feldspathoid, P = plagioclase, Q = quartz. After Streckeisen (1976).

anorthosite occupies the same part of the triangle as do the diorites and gabbros that have considerably higher mafic mineral contents. This classification scheme can be further specified by adding the names of the major mafic minerals present, with the most abundant placed closest to the rock name. For example, a biotite-hornblende tonalite contains more hornblende than biotite.

Mafic rocks can be further subdivided according to the proportion of plagioclase, orthopyroxene, clinopyroxene, olivine, and hornblende they contain (Figure 1.2). Strictly speaking, the term *gabbro* applies to a rock consisting of augite and calcic plagioclase, although the term is also

broadly applied to any rock consisting of calcic plagioclase and other ferromagnesian minerals. For example, troctolite, a rock with olivine + calcic plagioclase, and norite, a rock with orthopyroxene + calcic plagioclase, are included in the gabbro family. Though not shown in Figure 1.2, rocks consisting of calcic plagioclase and hornblende are, quite logically, called hornblende-gabbros. Most gabbroic rocks contain between 35 and 65 percent mafic minerals. If they contain less than this, the rock name may be prefixed by **leuco-**, meaning light. If they contain more than 65 percent mafic minerals, they may be prefixed by **mela-**, meaning dark.

• La classification de Streckeisen (1966) Quartz et feldspathoïdes étant incompatibles, la classification de Streckeisen consiste en deux triangles placés tête-bêche avec les composants suivants (figure 5.10.1) :

Q-A-P = Quartz – feldspaths Alcalins – Plagioclases
 F'-A-P = Feldspathoïdes – feldspaths Alcalins – Plagioclases.

Dans le triangle F'-A-P, le nom de foïdite est construit sur le mot feldspathoïdes.

Cette classification intéresse aussi les roches où les ferromagnésiens représentent de 0 à 90 % du volume. Pour les roches formées de plus de 90 % de ces minéraux, on utilise un triangle (figure 5.10.2) dont les 3 composants sont :
 Ol (olivine) – Cpx (clinopyroxène) – Opx (orthopyroxène).

Ces roches extrêmement riches en ferro-magnésiens ont reçues le nom de mafites construit sur les mots magnésium et fer.

V. Exploitation des analyses chimiques des roches magmatiques

1. COMPARAISON DES COMPOSITIONS CHIMIQUES DES PRINCIPALES ROCHES MAGMATIQUES

Une manière simple de comparer les roches magmatiques est d'examiner leurs teneurs en SiO₂ et de classer les principaux oxydes en fonction de ces teneurs (figure 5.12).

Aucune corrélation statistique n'apparaît évidemment dans ce type de figuration. Du point de vue hyposiliceux (ultrabasique) au pôle hypersiliceux (acide), on note :

- la diminution régulière de la teneur en TiO₂
- la diminution forte de CaO, se traduisant par la diminution de la teneur en anorthite (CaAl₂Si₂O₈) du plagioclase et par la diminution de la teneur en silicates calciques abondants dans les roches les plus basiques

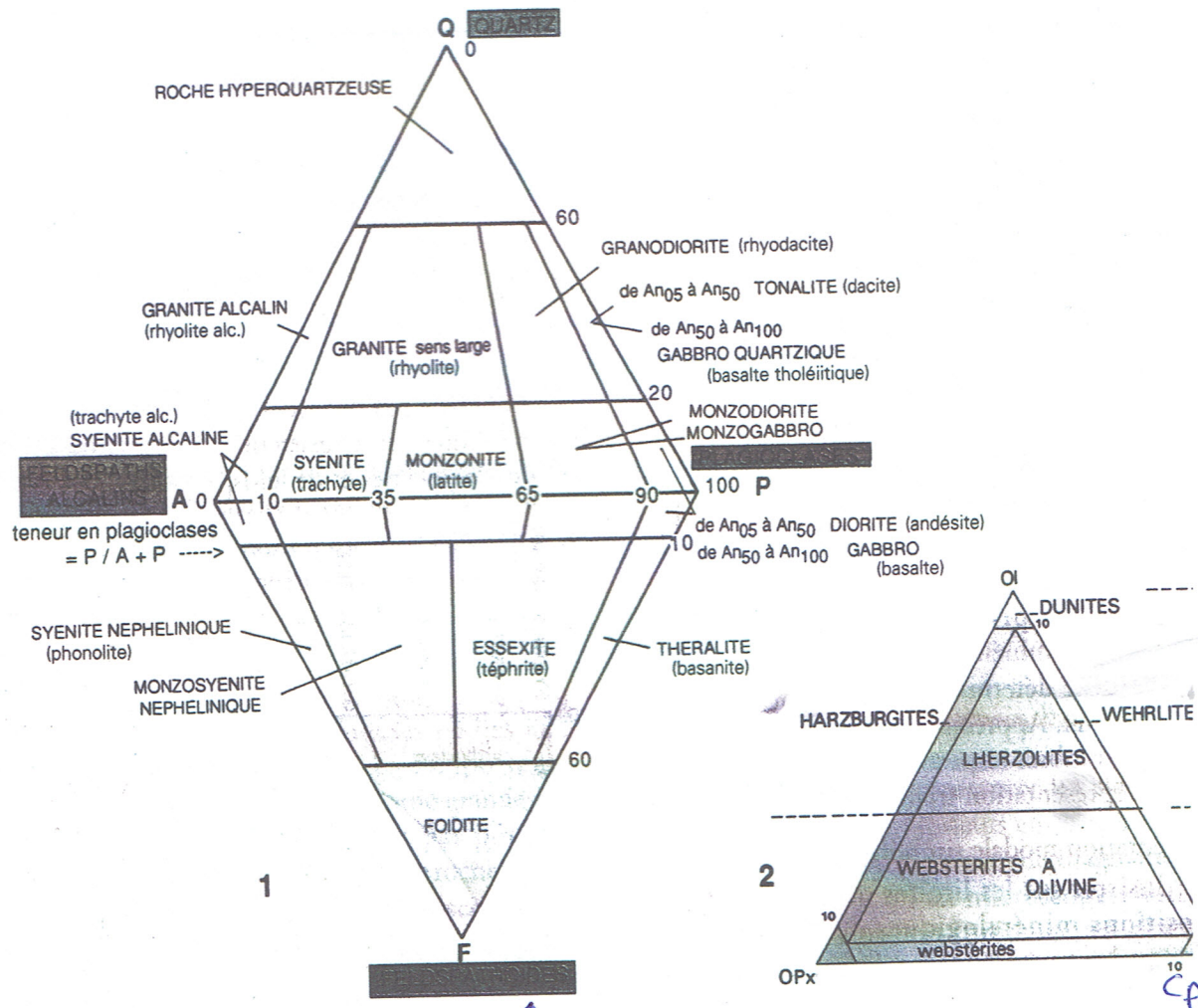


Figure 5.16. Les triangles de classification

1. Roches à feldspaths-feldspathoïdes. (roches volcaniques en minuscules. Voir une nomenclature précise figure 5.16)
2. Mafites (roches à plus de 90 % de ferromagnésiens)



les plagioclases dans la diorite sont beaucoup plus sodique ($> An_{50}$), cependant ~~les~~ les gabbros ~~et~~ sont plus calcique.

- parce que la classification (IUGS) ne tient pas compte la composition en plagioclase, elle peut pas distinguer les deux roches (gabbro, diorite).

- donc une troisième nomenclature est attribuée à gabbro / diorite du triangle QAP : anorthosite.

L'anorthosite est un nom spécifique appliqués pour les roches qui contiennent plus de 90% de plagioclase parce que la classification de (IUGS) est basée seulement sur les proportions de Q, A, P et F elle ne distingue pas entre les roches avec 10% de ferromagnésiens et les roches de plus de 90% de minéraux ferromagnésiens.

- donc l'anorthosite occupe la même place que le gabbro et la diorite qui contiennent un pourcentage élevé en ferromagnésiens (~~ferromagnésiens~~) (minéraux mafiques).

cette classification peut être spécifiée par l'ajout des noms des minéraux mafiques majeurs présents avec le plus abondant à côté du nom de la roche. Exemple : biotite - hornblende tonalite (elle contient plus d'hornblende que de biotite).

les roches mafiques peuvent être classifiées davantage selon la proportion de plagioclase orthopyroxène, clinopyroxène, olivine et hornblende **Figure 2**. donc strictement le gabbro est appliqué aux roches qui contiennent de l'augite et plagioclase calcique, cependant ce nom (gabbro) est appliqué à n'importe quelle roche qui contient des plagioclases calciques et autres ferromagnésiens par exemple : troctolite c'est une roche avec olivine + plagioclase calcique est incluse dans la famille des gabbros.

la plupart des roches gabbroïques contiennent entre 35% et 65% de minéraux mafiques, si le gabbro contient moins de 35% le nom de la roche est préfixé par le terme : **leuco** (veut dire clair).

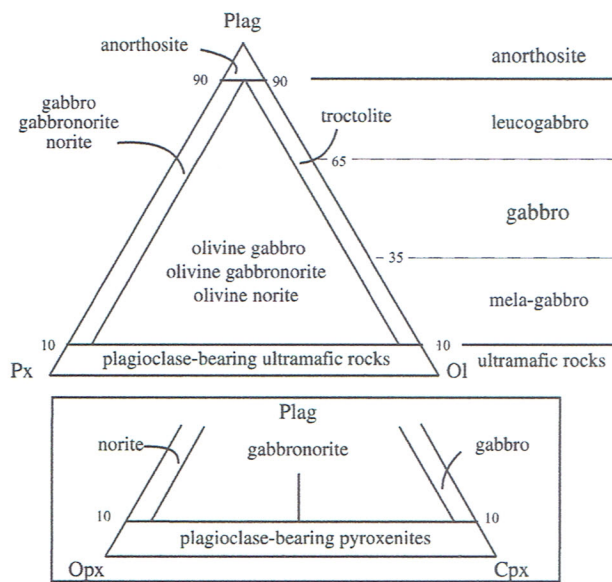


Figure 1.2 IUGS classification of gabbroic rocks. Ol = olivine, Plag = plagioclase, Px = pyroxene. Inset shows classification with regards to the type of pyroxene. Opx = orthopyroxene, Cpx = augite. After Streckeisen (1976).

Ultramafic rocks contain little or no plagioclase and thus require their own classification scheme based on ferromagnesian mineral content. Ultramafic rocks containing more than 40 percent olivine are called peridotites, whereas ultramafic rocks containing more than 65 percent pyroxene are called pyroxenites (Figure 1.3). Peridotites and pyroxenites are further divided depending on the relative proportions of orthopyroxene, clinopyroxene, and olivine. The presence of other mineral phases can be used to further specify the name of the ultramafic rock; for instance, lherzolite that contains garnet is called garnet lherzolite.

Charnockites (orthopyroxene-bearing granitic rocks), lamprophyres (mafic and ultramafic rocks with mafic phenocrysts), carbonatites (igneous carbonate-rich rocks), and pyroclastic rocks have their own classification schemes (LeMaitre et al., 1989).

1.3.3 IUGS Classification of Volcanic and Hypabyssal Rocks

Whenever possible, the IUGS recommends that volcanic rocks be classified on the basis of modal mineralogy. The

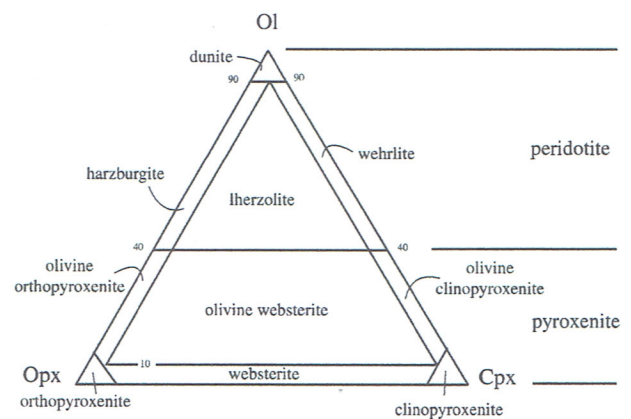


Figure 1.3 IUGS classification of ultramafic rocks. Ol = olivine, Opx = orthopyroxene, Cpx = clinopyroxene. After Streckeisen (1976).

names for volcanic and hypabyssal rocks determined in this way are given in Figure 1.4. There are a few plutonic rock types for which there are no volcanic equivalents, such as anorthosite and ultramafic rocks. These plutonic rocks usually represent accumulations of crystals, and no liquid of that composition ever existed. The only ultramafic lava solidifies to form a rare rock called **komatiite**, which occurs almost exclusively in ancient Archean terrains. It is the volcanic equivalent of peridotite.

If the volcanic rocks are so fine-grained that minerals cannot be identified, then they must be classified on the basis of chemical composition. The IUGS has recommended that volcanic rocks be classified based upon their total alkali and silica contents (TAS) (LeBas et al., 1986) (Figure 1.5). The TAS diagram has as its x-axis the weight percent of SiO_2 of the rock, and as its y-axis the weight percent $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ of the rock. The diagram is then divided into fifteen fields. Classification using this chemical approach gives rock names that are typically consistent with the names based on the QAPF diagram.

1.4 Igneous Textures

Petrologists use textures and structures to interpret how igneous rocks crystallized. The terms *texture* and *structure* are nearly interchangeable, although **texture** of a rock refers to the small-scale appearance of the rock: the size, shape, and arrangement of its constituent phases,

- si le gabbro contient plus de 65% le nom de la roche est préfixé par le terme (**mela**) qui veut dire sombre.

la composition chimique de roches Ignees influence sur leur couleur, généralement, les roches felsiques sont claires, car elles sont riches en silice : elles sont dites **leucocrate**, les roches mafiques sont habituellement foncées, car elles sont riches en fer et en magnésium, elles sont dites : **mélanocrate**. Ainsi un basalte est mélanocrate et un granite est leucocrate, pour préciser que toute la roche est sombre, on emploie le terme : **holomélanocrate**, quand toute la roche est claire on emploie le terme **hololeucocrate**.

les roches ultramafiques contiennent très peu ou pas de plagioclases et donc exigent leur propre classification basée sur le contenu en minéraux ferromagnésiens, les roches ultramafiques qui contiennent plus de 40% d'olivine sont dites péridotite, celles qui contiennent plus de 65% de pyroxène sont dites ~~pyroxénite~~ pyroxénolite *figure 03*

- ~~par~~ péridotite et pyroxénolite sont divisées davantage selon les proportions de : orthopyroxène clinopyroxène et olivine,

- la présence d'un autre minéral est utilisée pour spécifier le nom de la roche. Exemple : lherzolite qui contient du grenat est dite lherzolite à grenat.

la charnokite (granite à orthopyroxène), lamprophyre (roche basique à ultrabasique), carbonatite (roche ignée riche en carbonate) et ~~pyroclastite~~ ~~pyroclastique~~ roche pyroclastique (s'applique aux débris de roche magm. éjectés par les volcans et dont l'accumulation donne les roches pyroclastiques ou pyroclastites, toutes ces dernières roches ont leur propre classification (Le Maître et al 1989)).

la classification (IUGS) des roches volcaniques et hypabyssales :

IUGS recommande que les roches volcaniques soient classifiées sur la base de leur minéralogie modale (le mode) les noms des roches volcaniques et hypabyssales sont montrés dans la figure 4 (Figure 4). Il y'a quelques roches plutoniques qui n'ont pas d'équivalents volcanique comme anorthosite et les roches ultramafiques

si les roches volcaniques ~~ont~~ ^{sont} de grains fins donc leurs minéraux ne peuvent pas être identifiés elles doivent être classifiées selon leur composition chimique, IUGS a recommandé que ces roches doivent être classées selon leur total en Alcalins et silice (TAS) (Le Bas et al., 1986)

Figure 05 le diagramme est dit : TAS diagram.

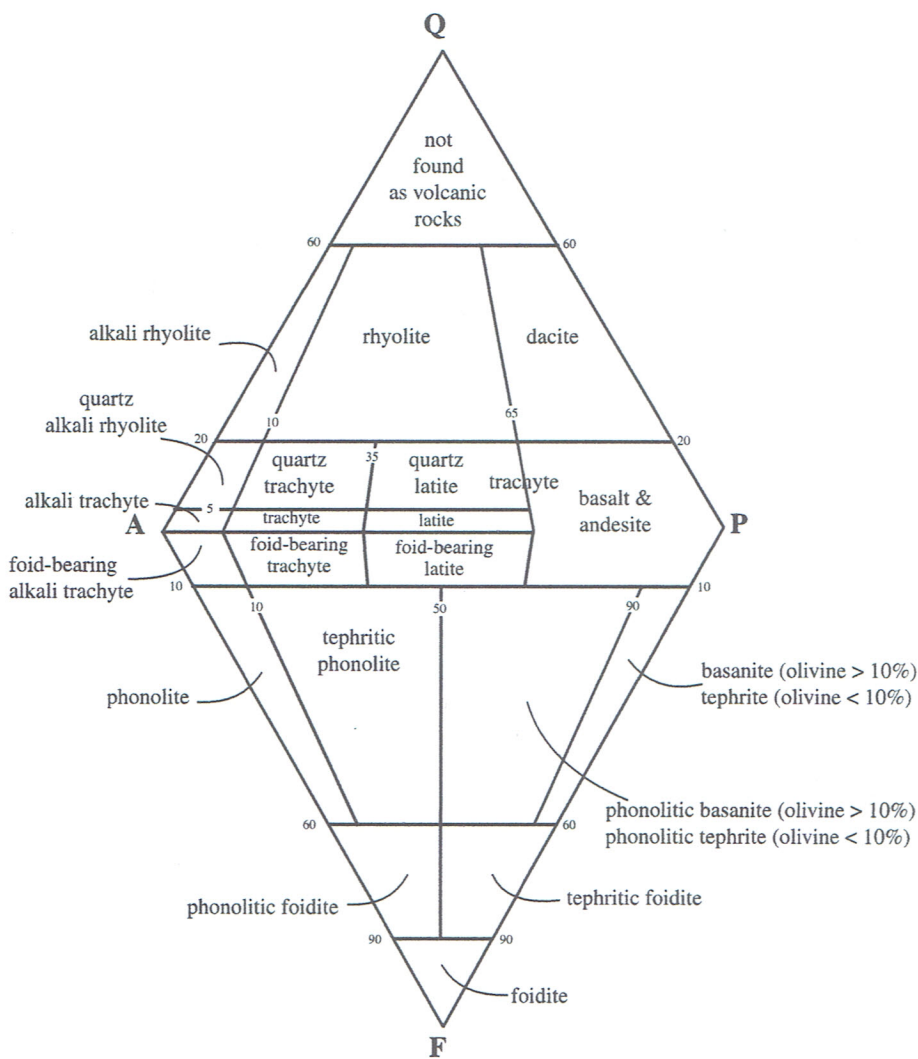


Figure 1.4 IUGS classification of volcanic rock based on modal mineralogy. Abbreviations as in Figure 1.1. After Streckeisen (1980).

including minerals, glass, and cavities. The **structure** of a rock refers to larger-scale features recognizable in the field, such as banding, mineral zonation, or jointing. Textures may provide information about cooling and crystallization rates and the phase relations between minerals and magma at the time of crystallization. Structures indicate the processes active during the formation of rocks and the mechanisms of differentiation.

1.4.1 Crystal Size

Igneous textures, including the size and shape of minerals, provide information about the crystallization history of igneous rocks. The size of the crystals that form when a

melt crystallizes involves a complex interaction between the rate at which crystals nucleate and the rate at which essential elements diffuse to the surface of the growing crystal. The rate at which elements move through a melt may not change much during cooling, but the rate of nucleation is strongly dependent on how close the melt is to the equilibrium crystallization temperature. No nucleation will occur at the equilibrium crystallization temperature because it requires some energy to nucleate a crystal. The melt has to be somewhat undercooled (i.e., cooled below the equilibrium crystallization temperature) before crystals can nucleate. The further the melt temperature is below the equilibrium crystallization temperature the faster the nucleation will be.

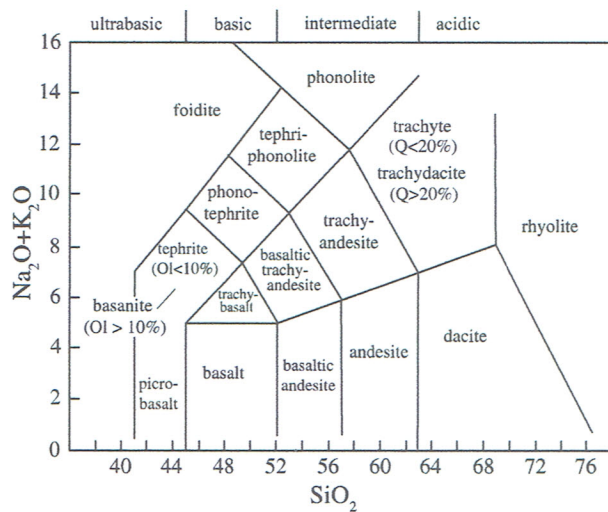


Figure 1.5 IUGS classification of volcanic rocks based on chemical composition, in weight percent oxide. Q = quartz, Ol = olivine. After LeBas et al. (1986).

Consequently, one important variable that controls the size of minerals in an igneous rock is the cooling rate of the igneous magma. In a slowly cooled magma, which will form a plutonic rock, nucleation will be slow and nutrients will have ample time to migrate through the melt to grow large (up to centimeter-sized) crystals. Such a coarse-grained rock is said to be **phaneritic**. If a magma cools quickly, as in a hyperbyssal or a volcanic rock, then nucleation will be rapid and many nuclei will compete for resources, producing an **aphanitic**, or fine-grained rock. In some volcanic rocks, the magma cooled so rapidly that no nuclei at all could form and the resulting texture is **glassy**.

Another variable that varies grain size is the presence of volatile components or elements, such as H_2O or F, that decrease the viscosity of the melt and, hence, enhance the ability of essential elements to reach the face of a growing crystal. Melts with an abundance of these elements may crystallize extremely coarse-grained crystals in the form of a pegmatite. These **pegmatites** may have grain sizes up to a meter or more.

1.4.2 Crystal Shape

Petrologists use the shape of crystals and how the various minerals are arranged in an igneous rock to decipher the crystallization history of a rock. A mineral growing in a

melt will tend to have grain boundaries that are **euhedral**, that is, they are bounded by well-formed crystal faces. The thin section of nepheline basalt shown in Figure 1.6A is composed of euhedral crystals of augite and olivine contained in a fine-grained matrix. The textures shown in the thin section suggest that the augite and olivine began to crystallize from the melt and had grown to sizes of one to five millimeters before the lava erupted. The fine-grained matrix indicates that the melt in which the crystals were entrained chilled quickly and solidified as volcanic glass. A close examination of Figure 1.6A shows that the matrix is not all glass; a few extremely small grains of augite are also present. These probably nucleated shortly before the basalt erupted and solidified.

Crystals that are relatively large compared to the minerals composing the matrix of igneous rocks are called **phenocrysts**. In Figure 1.6A, the contrast in size between the phenocrysts and the matrix is obvious. However, few igneous rocks have a matrix so dominated by glass. More typically, the matrix will undergo some degree of crystallization. For example, the basalt shown in Figure 1.6B contains phenocrysts of equant olivine and elongate plagioclase in a matrix of finer-grained olivine, augite, plagioclase, and glass. Relations are similar in the andesite shown in Figure 1.6C, except the plagioclase in the andesite is stubbier than the plagioclase in the basalt. Phenocrysts of quartz may occur in highly siliceous melts, such as dacite and rhyolite (Figure 1.6D), and the presence of quartz phenocrysts is one way to identify these rocks in the field.

Many of the textures characteristic of volcanic rocks also help petrologists interpret plutonic rocks. The early crystallizing minerals form a matrix of interlocking euhedral grains, in a texture called **cumulate** texture. The minerals that formed later are constrained to grow in the interstices of these cumulus grains. These **postcumulus** grains are **anhedral**, which means they are not bounded by crystal faces. Examples of cumulate texture are shown in Figure 1.7A, a gabbro consisting of cumulus plagioclase and postcumulus augite, and in Figure 1.7B, a pyroxenite with cumulus orthopyroxene and postcumulus plagioclase. Some granitic rocks contain tabular plagioclase or potassium-feldspar; for example the granodiorite shown in Figure 1.7C contains distinctly tabular plagioclase. The plagioclase has the same stubby aspect ratio as plagioclase of similar composition in the volcanic rock shown

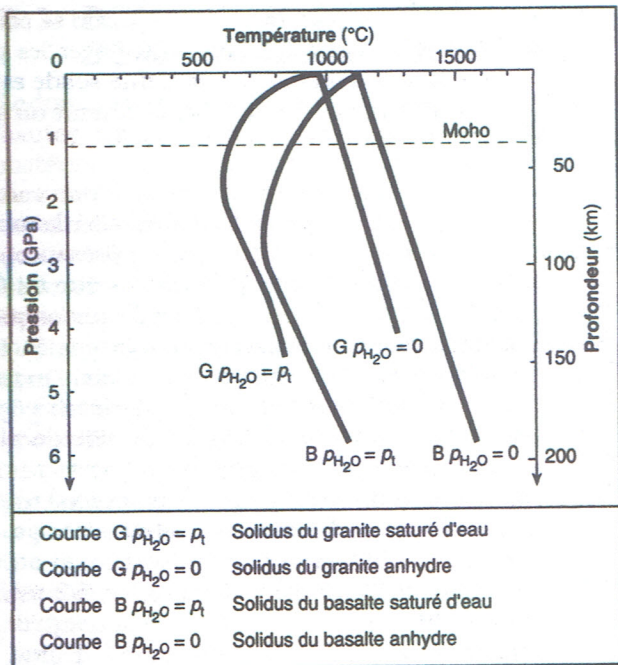


Figure 5.3 Courbes des solidus pour deux roches ignées communes de l'écorce terrestre : le granite et le basalte. Pour chacune des roches, on a deux courbes : l'une en condition saturé d'eau ($p_{H_2O} = p_t$) et l'autre en condition anhydre ($p_{H_2O} = 0$). Lorsque les roches sont anhydres, la température de fusion augmente de manière proportionnelle avec la profondeur, donc avec la pression (on observe une droite). En condition saturée, l'eau agissant comme fondant, la température de fusion diminue depuis la surface jusqu'à environ 50 à 60 km de profondeur. Ensuite, la température de fusion augmente régulièrement avec la profondeur. Les courbes montrent que dans les deux conditions, le basalte est plus réfractaire que le granite.

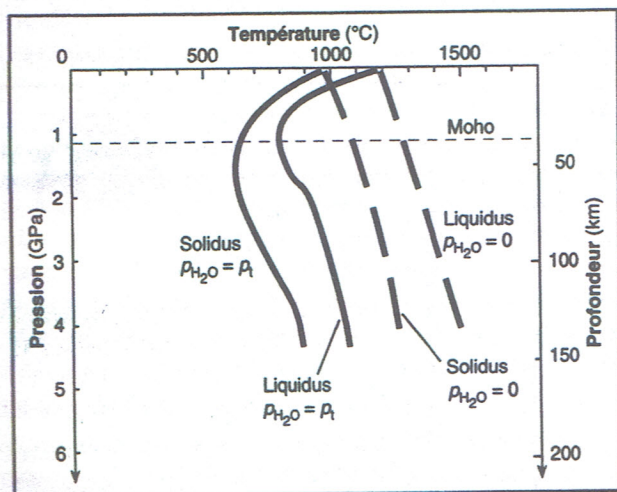


Figure 5.4 Courbes du solidus et du liquidus du granite, saturé d'eau et anhydre. Le liquidus et le solidus d'un granite anhydre ($p_{H_2O} = 0$) se situent à plus de 1000°C et augmentent avec la profondeur. En présence d'eau ($p_{H_2O} = p_t$), on note que liquidus et solidus sont atteints à des températures bien plus basses. De plus, dans l'écorce (au-dessus du Moho), il y a abaissement de la température de fusion partielle avec la profondeur. Ensuite, la température de fusion augmente avec la profondeur.

n'ont pas le même comportement. Pour illustrer ce fait, examinons les courbes du solidus des deux roches ignées les plus répandues dans l'écorce terrestre : le granite de la croûte continentale et le basalte de la croûte océanique (fig. 5.3). Pour les mêmes conditions de teneur en eau, les courbes du solidus du granite suivent un profil décalé par rapport à celui du basalte. C'est que le basalte est plus réfractaire que le granite.

La figure 5.3 indique qu'en plus de la pression, la teneur en eau du système contrôle la température de fusion des roches. Pour un système donné, la présence d'eau favorise l'abaissement de la température de fusion. La figure 5.4 présente les courbes du solidus et du liquidus du granite, pour deux conditions extrêmes : saturé d'eau ($p_{H_2O} = p_t$) et anhydre ($p_{H_2O} = 0$).

5.3 MÉTHODES D'ÉTUDE DES ROCHES IGNÉES

Pour préciser la composition minéralogique des roches ignées, on fait appel à deux types d'analyses : le mode et la norme. On traduit graphiquement les résultats de ces analyses sur des diagrammes de variation triangulaires ou rectangulaires. Ceux-ci sont fort utiles pour comparer le caractère géochimique des roches ignées. Voyons ces notions.

5.3.1 Le mode et la norme

Le **mode** correspond à la composition minéralogique d'une roche ignée, déterminée par analyse macroscopique et microscopique.

Le mode consiste à identifier les différents minéraux de la roche et à exprimer la part relative de chacun en pourcentage du volume occupé. Nous verrons à la section 5.7 que la classification des roches ignées se fonde principalement sur le mode.

La **norme** exprime la composition minéralogique théorique (virtuelle) d'une roche ignée.

Pour établir la norme d'une roche, on doit d'abord déterminer sa composition chimique, laquelle est donnée en pourcentage du poids en oxydes. Les milliers d'analyses chimiques faites à ce jour confirment que les éléments majeurs présents dans les roches ignées comprennent une dizaine d'oxydes de base : SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , FeO et Fe_2O_3 (souvent exprimés Fe_{total}), MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O et P_2O_5 .

La teneur en pourcentage de chacun de ces oxydes étant obtenue, on répartit ceux-ci, suivant une procédure de calcul appelée **norme CIPW**, afin d'exprimer au mieux la composition minéralogique de la roche,

AC

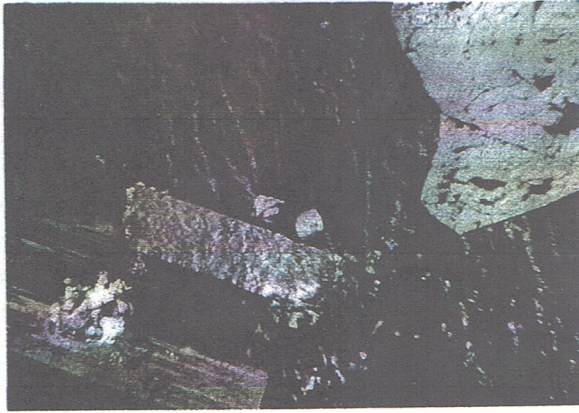


Photo 5.4. Granite.

Structure grenue, association quartz-perthite-plagioclase ; lumière polarisée, $\times 20$.



Photo 5.5. Basalte.

Structure en partie vitreuse, phénocristaux d'olivine et de pyroxène dans un verre (en noir car lumière polarisée), $\times 20$.

III. Notions de mode et de norme d'une roche

On appelle **mode** la composition minéralogique effective d'une roche magmatique.

La détermination modale s'effectue d'abord macroscopiquement sur l'échantillon puis en microscopie photonique sur des lames minces de roches de 30 μm d'épaisseur. Cette *analyse modale* peut être complétée ensuite par des analyses chimiques ponctuelles sur les différents minéraux à l'aide d'une microsonde électronique.

L'outil le plus efficace de comptage s'adapte sur le microscope photonique polarisant. Il s'agit d'une surplatine sur laquelle est posée une lame de roche à 30 μm d'épaisseur. La surplatine peut être déplacée, pas à pas, dans deux directions perpendiculaires. La valeur du pas choisi varie de 1/20 à 1/2 mm. Une série de compteurs manuels permet d'enregistrer le nombre de grains respectifs. La visée s'effectue à la croisée d'un réticule oculaire. 1 000 à 2 000 points sont nécessaires pour obtenir des pourcentages représentatifs.

L'analyse modale a néanmoins ses propres limites. En effet, de nombreuses roches ne sont pas totalement cristallisées et comportent une partie vitreuse qui tient parfois une grande importance volumétrique qu'il n'est pas possible de négliger. C'est le cas fréquent des roches effusives où les minéraux visibles en microscopie photonique (phénocristaux et microlites) (*photo 5.5*) ne sont pas représentatifs de la roche : premiers formés, ils ont bien souvent concentré des éléments compatibles et le liquide résiduel représenté dans la matrice vitreuse en a concentré d'autres. Le verre d'une roche effusive est ainsi souvent beau-

coup plus riche en SiO_2 que la moyenne des cristaux premiers formés. L'analyse chimique de la roche totale (minéraux + verre) sera seule représentative de la composition du magma initial.

On appelle **norme** la composition *théorique minérale* qu'aurait acquise la roche si elle avait complètement cristallisé.

À partir d'une analyse, on est donc amené à reconstruire des minéraux virtuels en utilisant l'ensemble des éléments chimiques.

Il faut évidemment dans l'établissement d'une norme se fixer une règle d'utilisation des éléments de l'analyse. Ces règles sont appliquées dans le calcul normatif qui sera développé ci-dessous.

On étend ce calcul normatif à toutes les roches cristallisées. Il permet, en effet, de comparer sans ambiguïté des roches car l'expression minéralogique (*le mode*) peut, elle, varier en fonction des conditions P et T de genèse.

IV. Les résultats

a) *La classification de Lacroix*, basée sur les divisions et les familles

Il est classique de présenter les classifications dans des tableaux à plusieurs entrées. La composition minéralogique d'une roche magmatique examinée à l'œil nu ou au microscope photonique conduit aux *divisions* (présence ou absence de quartz), aux *familles* (nature des feldspaths) ainsi qu'aux *groupes* (teneur en minéraux ferromagnésiens). Le tableau présenté dans la figure 5.8, connu sous le nom de tableau de Lacroix du nom de pétrographe qui l'a vulgarisé, est très pratique