

# TP ST-F MAGMATISME 1

## DIVERSITE DES ROCHES MAGMATIQUES, DYNAMISME ÉRUPTIF ET SÉRIES MAGMATIQUES

### Capacités exigibles du programme mises en œuvre dans les parties I à III de ce TP

- Analyser des paysages, des affleurements et des cartes permettant de visualiser la diversité des modes d'expression du magmatisme.
- Établir une chronologie relative entre des formations magmatiques et leur environnement et/ou entre des formations magmatiques entre elles.
- Identifier à l'échelle macroscopique et microscopique de manière raisonnée des roches magmatiques : **basaltes, gabbros, andésites, diorites, rhyolites, granites, trachytes**, par l'étude de leur texture, de la minéralogie observable et de la mésostase.
- Identifier le mode de gisement d'une roche par analyse de sa texture.

### Rappel programme 1<sup>ère</sup> année

Une première approche des roches permet :

- d'identifier **basaltes, gabbros, granites, calcaires, grès, micaschistes, gneiss et péridotites** ;
- d'identifier quelques minéraux : **olivine, feldspaths (plagioclases et orthose), quartz, micas (biotite et muscovite), amphiboles, pyroxènes, grenat, calcite**.

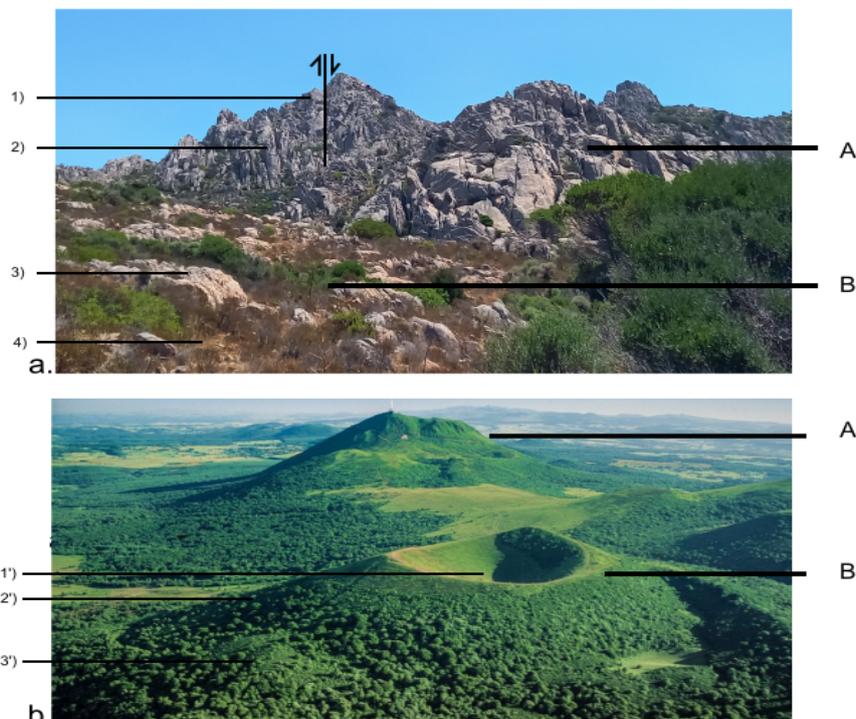
Sur les clichés de lames minces exploitables lors d'exercices, les minéraux sont légendés.

## I. ROCHES VOLCANIQUES ET PLUTONIQUES : DES PAYSAGES MAGMATIQUES ACTUELS DIFFÉRENTS

Le magma est un liquide de composition silicatée renfermant des gaz et des minéraux. Il est issu de la fusion partielle d'un matériau solide du manteau supérieur ou de la croûte continentale. Il mettra en place des plutons et des volcans.

- Les plutons sont des formations magmatiques intrusives anciennes (400 Ma -200 Ma pour celles hercyniennes) qui se mettent en place **en profondeur dans l'encaissant**. Actuellement leur observation dans le paysage est permise par l'érosion qui a dégagé les formations superficielles, laissant à nu les édifices granitiques (s/).
- Les volcans constituent des paysages très typiques notamment ceux récents du Massif Central (90 Ka -10 Ka) qui ne sont pas encore altérés. Ils se sont formés **à la surface du socle et les produits volcaniques recouvrent différentes formations géologiques**.

Ces structures sont facilement identifiables dans le paysage et à l'échelle cartographique dans le massif central, pris pour exemple dans cette séance.



**Document 1 : Paysages granitique du Morvan et volcanique de la chaîne des Puys**

**Q1 : Légendez les éléments fléchés et numérotés et comparez les 2 paysages**

## II- ANALYSE DES ROCHES ECHANTILLONNEES ET IDENTIFICATION DU MODE DE GISEMENT

### Fiche 1 : Identification du mode de gisement d'une roche par analyse de sa texture.

**Q2 :** Vous disposez des roches suivantes : basaltes, gabbros, andésites, diorites, rhyolites, granites, trachytes et péridotite. Identifiez-là et classez les autres roches en 2 catégories, volcanique ou plutonique. Vous argumenterez votre raisonnement.

**Q3 :** Identifiez et nommez les roches en utilisant les planches et le tableau d'identification fournis. Votre observation macroscopique s'effectuera à l'œil nu et à la loupe et/ou au compte-fil tandis que l'échelle microscopique sera étudiée sur les planches photographiques fournies. Les minéraux sont identifiés.

## III- ANALYSE DE LA COMPOSITION CHIMIQUE ET DE LA COMPOSITION MINERALOGIQUE DES ROCHES MAGMATIQUES

Le tableau ci-dessous récapitule la composition chimique de quelques roches communes ; le complément à 100 % est représenté par MnO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et H<sub>2</sub>O.

Oxydes%	GRANITE (rhyolite)	SYENITE (trachyte)	DIORITE (andésite)	GABBRO (basalte)	Péridotite
SiO <sub>2</sub>	70,41	61,95	51,86	48,36	40,16
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,38	18,03	16,40	16,84	0,84
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,97	3,84	9,70	10,41	13,75
MgO	0,81	0,63	6,12	8,06	43,16
CaO	1,97	1,89	8,40	11,07	0,75
TiO <sub>2</sub>	0,45	0,73	1,50	1,32	0,20
K <sub>2</sub> O	4,95	5,53	1,33	0,56	0,14
Na <sub>2</sub> O	3,23	6,55	3,36	2,26	0,31

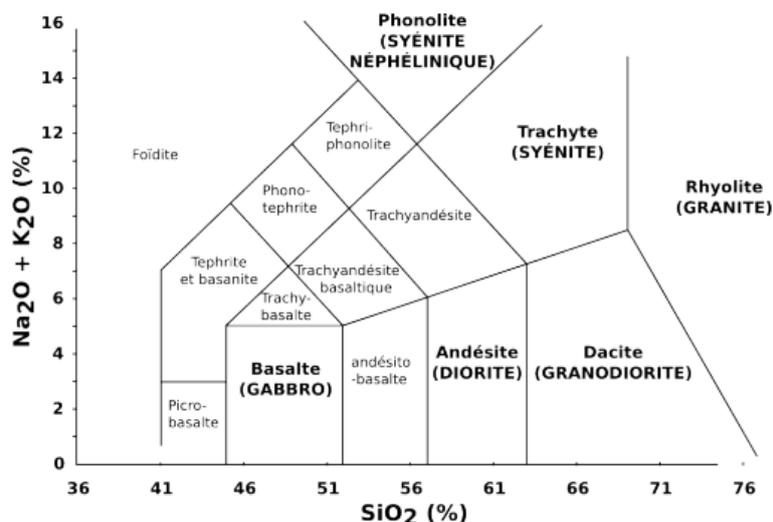
Roches plutoniques en majuscule, volcanique en minuscule.

### Roches magmatiques exigibles

**Q4 :** A partir de ce tableau, dégagez les grandes différences entre Trachyte, Basaltes et Péridotite. Vous ne tiendrez pas compte de l'oxyde de titane (TiO<sub>2</sub>) dans votre comparaison.

**Q5 :** Le tableau ci-dessous donne la composition en oxydes des roches 1 et 2. Identifiez-les à l'aide du diagramme TAS ci-dessous.

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
<b>Roche 1</b>	59,2	17,1	4,2	3,7	7,1	3,2	1,3	0,7	0,16	0,2
<b>Roche 2</b>	65,5	19,65	3,25	0,75	1,25	5,05	3,9	0,5	0,15	0,1



Document 2 : Diagramme TAS (Total Alcalin Silice)

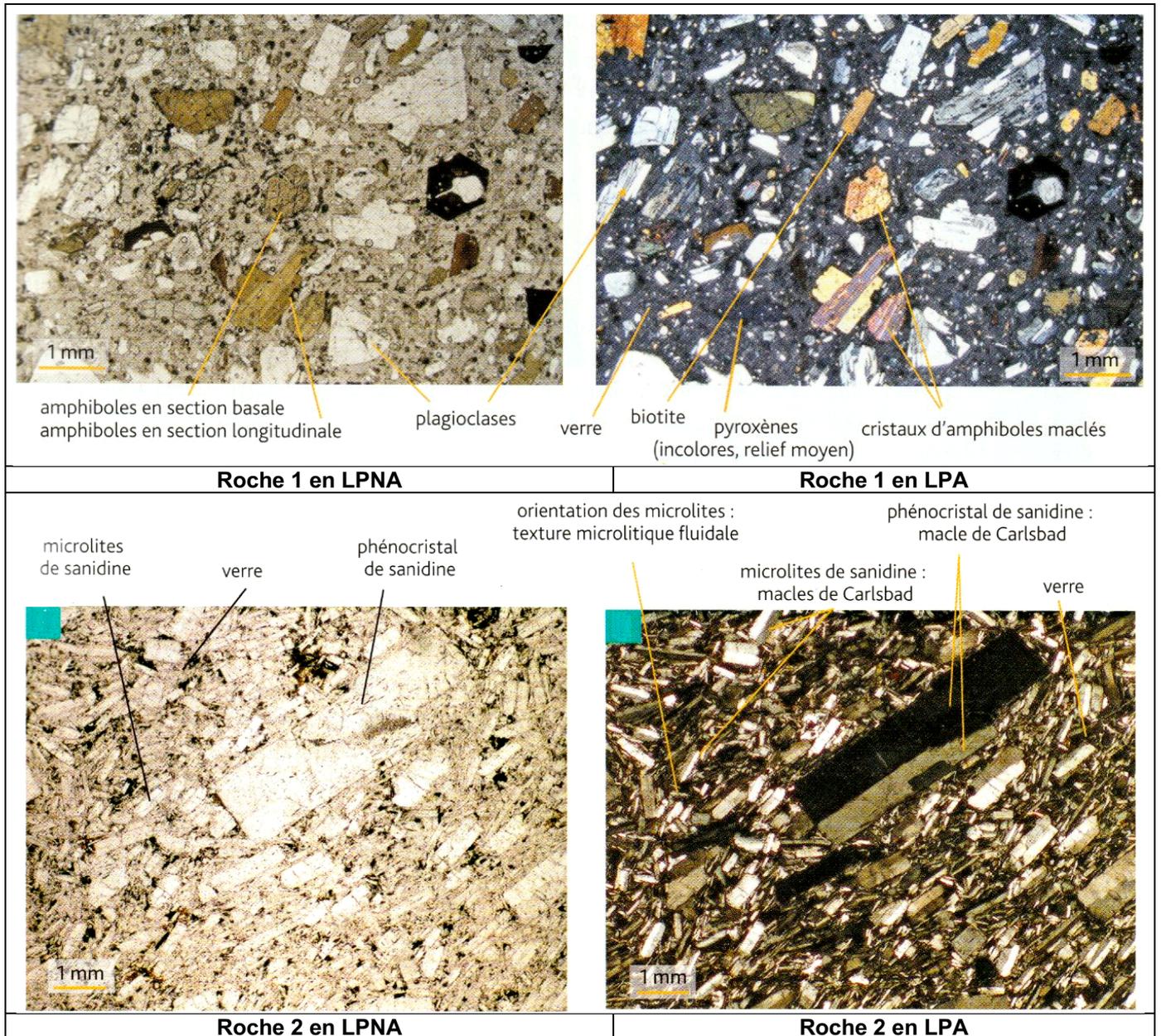


#### IV. DYNAMISME ÉRUPTIF ET PRODUCTIONS VOLCANIQUES

Les couples d'images ci-dessous (Document 3) sont des photographies de lames minces d'une même roche magmatique observées en LPNA (lumière polarisée non analysée) et en LPA (lumière polarisée analysée), respectivement nommées Roche 1 et Roche 2. Associez ces clichés aux roches correspondantes situées dans les bacs.

**Q7 :** Proposez un nom pour chacune de ces deux roches en argumentant votre diagnose.

**Q8 :** A l'aide de vos connaissances, dites dans quel contexte géologique on peut trouver ces roches.

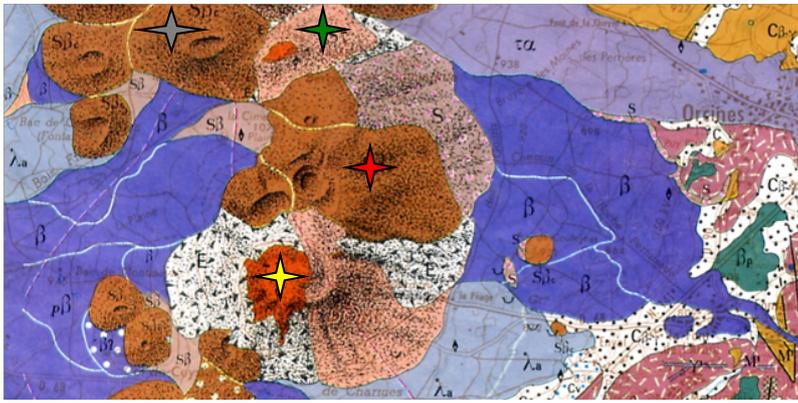


**Document 3 :** Lames minces comparées des roches 1 et 2 en LPNA et LPA

Parmi les provinces volcaniques récentes du Massif Central français, la chaîne des Puys a été particulièrement étudiée. On se propose ici d'étudier une série magmatique. Le **document 4** montre une portion de la carte géologique simplifiée de la chaîne des Puys au niveau du Puy de Dôme (j), du petit Puy de Dôme (r), du petit Suchet (v) et du Grand Suchet (g). Chaque lettre (j, r, v, g) correspond à l'initiale de la couleur de remplissage (jaune, rouge, vert, gris) des étoiles localisant les édifices volcaniques étudiés.

**Q9 :** Établissez la chronologie des éruptions volcaniques.

**Q10 :** Proposez une explication à la forme des édifices observés.



#### FORMATIONS VOLCANIQUES QUATÉRNAIRES

##### Protrusions (et dômes)

- $\tau$  - Trachyte à biotite (dôme).
- $\tau_a$  - Trachyte à amphibole.

##### Coulées

- $\tau_a$  Trachy-andésite.
- $\lambda$   $\lambda_a$  - Labradorite à amphibole.
- $\beta$   $\beta_1$  - Basalte.
- $\beta_2$  - Basalte à amphibole.
- $\beta_3$  - Basalte à phénocristaux d'augite et d'olivine.
- $\beta_4$  - Basalte à phénocristaux d'augite et d'olivine et à amphibole.
- $\beta_5$  - Basalte à nodules de péridotite.

#### Projections

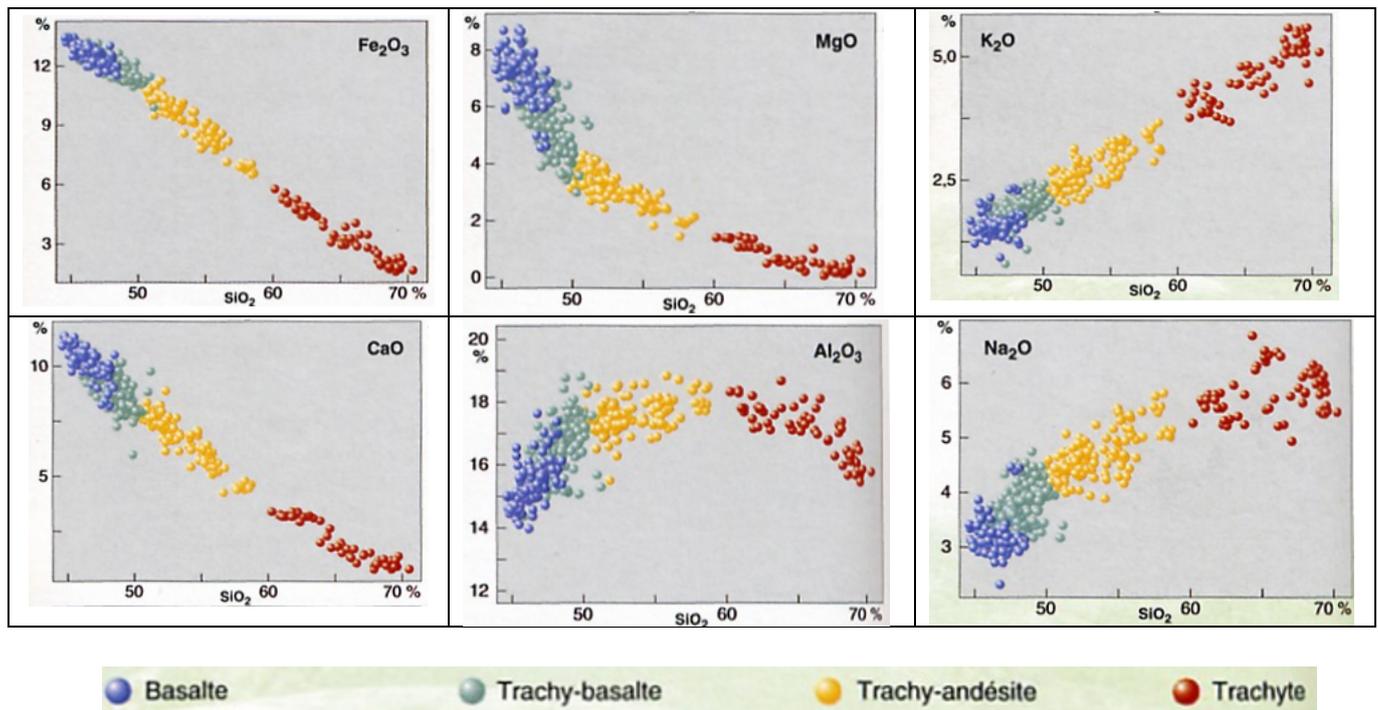
- $a$  : Gains de projections trachytiques.
- $b$  : Projections trachytiques épaisses sur substratum.
- $S\beta_c$  Cônes volcaniques stromboliens.
- $S\beta$  Lapilli de saupoudrage.

Document 4 : Portion de la carte géologique simplifiée de la chaîne des Puys

### V. LA SÉRIE MAGMATIQUE DE LA CHAÎNE DES PUY

Outre la grande diversité d'appareils volcaniques, la chaîne des Puys présente une grande variété de laves, rarement associées au niveau d'un même volcan. Cette diversité peut avoir pour origine différents magmas dont les remontées sont indépendantes mais elle peut aussi être l'expression de l'évolution d'un magma primaire qui a subi une différenciation, donnant des liquides différents à l'origine de plusieurs productions en surface.

Le **document 5** exprime la variation de la teneur des différents éléments en fonction de la silice. Les principaux types de laves sont repérés par des couleurs.

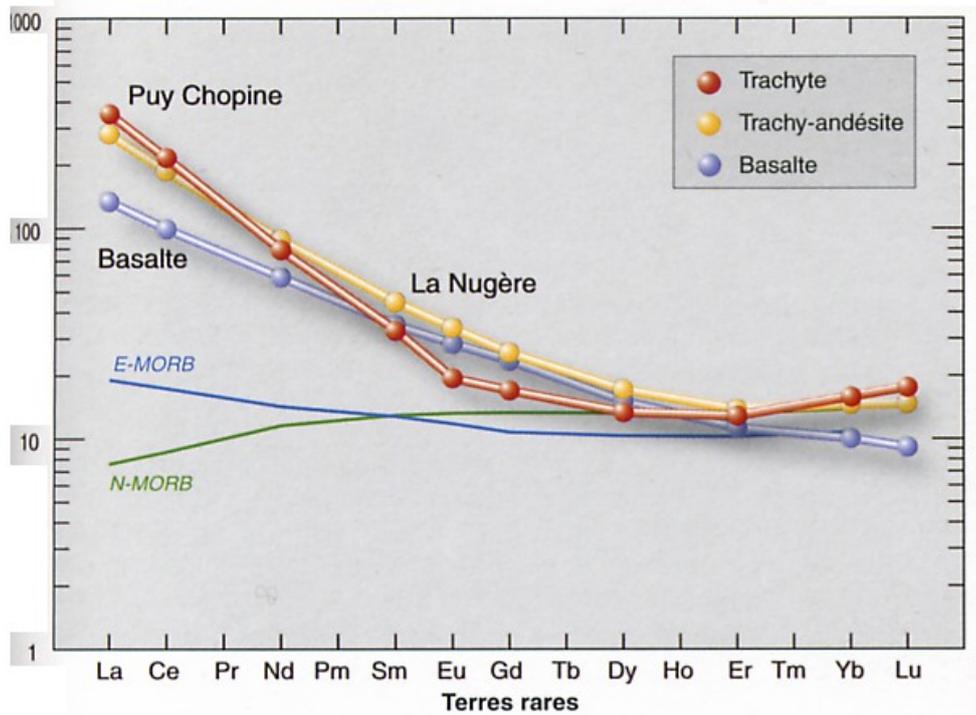


Document 5 : variation de la teneur des différents éléments en fonction de la silice

Q11 : Qu'appelle-t-on une lave différenciée ?

Q12 : Quelles modifications ces graphes expriment-ils lors de la différenciation magmatique ?

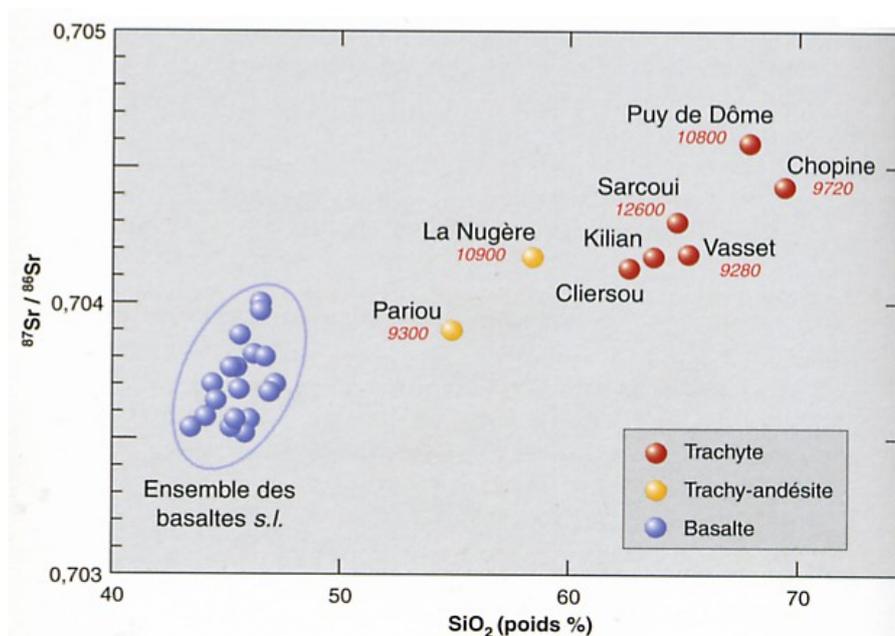
L'étude des Terres rares (REE) a permis alors d'affiner la connaissance sur les mécanismes de cette différenciation. On distingue les REE légères incompatibles (de La à Sm) et les REE lourdes (de Dy à Yb). Le **document 6** compare l'abondance en Terres rares de quelques laves de la Chaîne des Puys avec celles des basaltes médio-océaniques normaux (N-MORB) ou enrichis (E-MORB). L'axe des ordonnées exprime cette abondance relative en coordonnées logarithmiques.



**Document 6** : abondance en Terres rares de quelques laves de la Chaîne des Puys avec celles des basaltes médio-océaniques normaux (N-MORB) ou enrichis (E-MORB).

**Q13** : Quelles informations pourriez-vous extraire de ce document ?

Les auteurs ont étudié alors la variation du rapport isotopique du strontium en fonction de la teneur en silice (**document 7**).



**Document 7** : variation du rapport isotopique du strontium en fonction de la teneur en silice

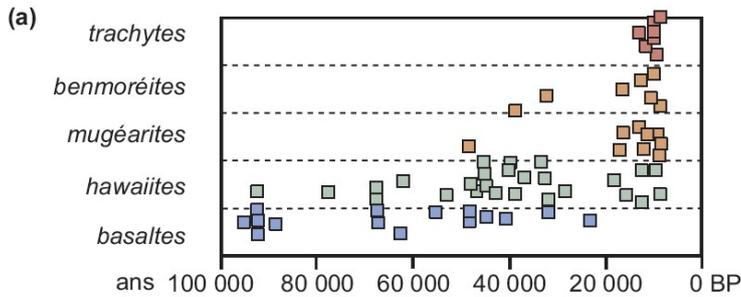
**Q14 : Quel intérêt voyez-vous à l'étude du rapport  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ? Justifiez**

**Q15 : Exploitez les résultats obtenus.**

**Q16 : En utilisant l'ensemble de vos réponses, proposez une explication à la mise en place de cette série magmatique.**

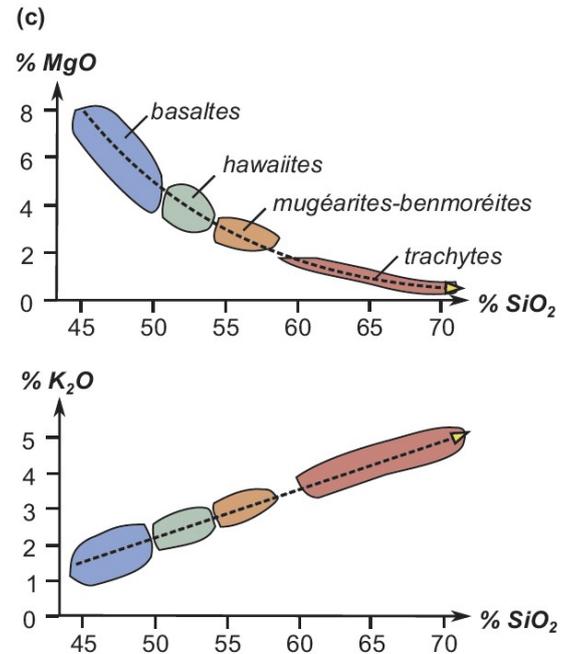
Les documents suivants combinent la pétrologie des productions volcaniques, l'âge des édifices (a), la minéralogie (b) et la chimie des laves (c).

**Q17 : Expliquez pourquoi on parle de communauté d'origine des produits volcaniques de la chaîne des Puys.**



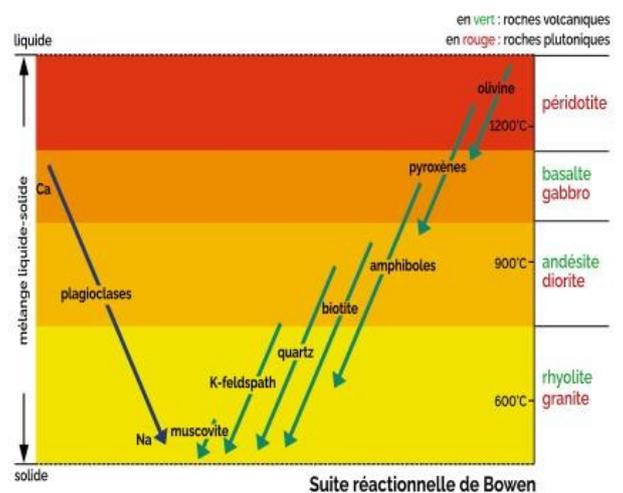
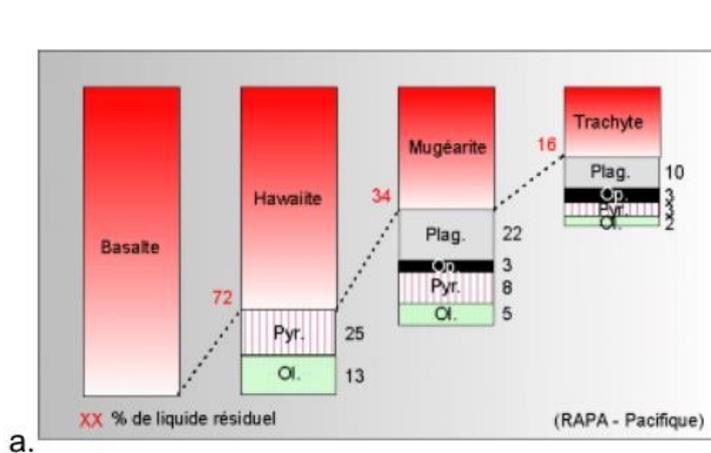
minéral	basaltes	hawaïites	mugéarites benmoréites	trachytes
olivine	■	■	■	■
clinopyroxène	■	■	■	■
oxydes de Fe-Ti	■	■	■	■
amphibole	■	■	■	■
biotite	■	■	■	■
plagioclase	An68	■	■	An24
feldspath K	■	■	■	■

An68 désigne un plagioclase correspondant à une solution solide de 68 % d'anorthite (plagioclase Ca) et 32 % d'albite (plagioclase Na).



**Document 8 :** Chronologie des éruptions de la chaîne des Puys et évolution corrélative de la composition des magmas (a) ; quelques caractères minéralogiques (b) et chimiques (c) des diverses laves.

**Q18 : Expliquez en quoi ces diagrammes expliquent-ils la notion de différenciation magmatique ?**



**Document 9 :** a. Représentation des fractions minéralogiques formées et des magmas produits lors des différentes étapes de la différenciation. b. Diagramme de cristallisation de Bowen

Le tableau ci-dessous (document 10) compare la composition normative de différentes roches de la chaîne des Puys.

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

**Document 10** : Composition de différentes roches de la chaîne des Puys et de l'enclave de Lherzolite. Le tableau donne également la composition d'une péridotite de type Harzburgite.

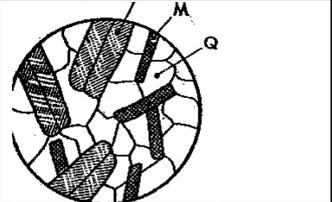
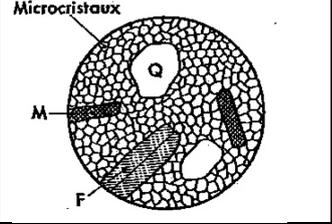
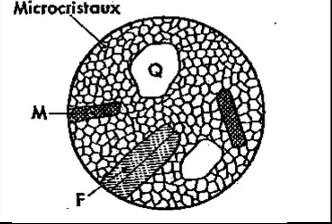
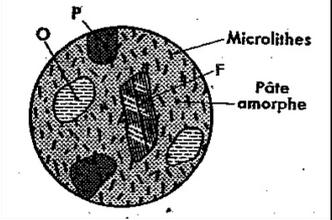
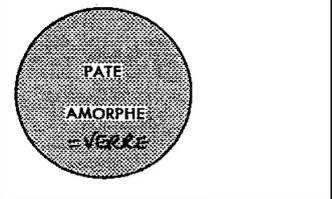
**Q19** : Calculer alors le taux de fusion de ces différentes roches prélevées sur différentes coulées et interprétez les résultats (on utilisera comme indicateur du taux de fusion le K<sub>2</sub>O).

**Fiche 1 : Identification du mode de gisement d'une roche par analyse de sa texture**

**Définitions :**

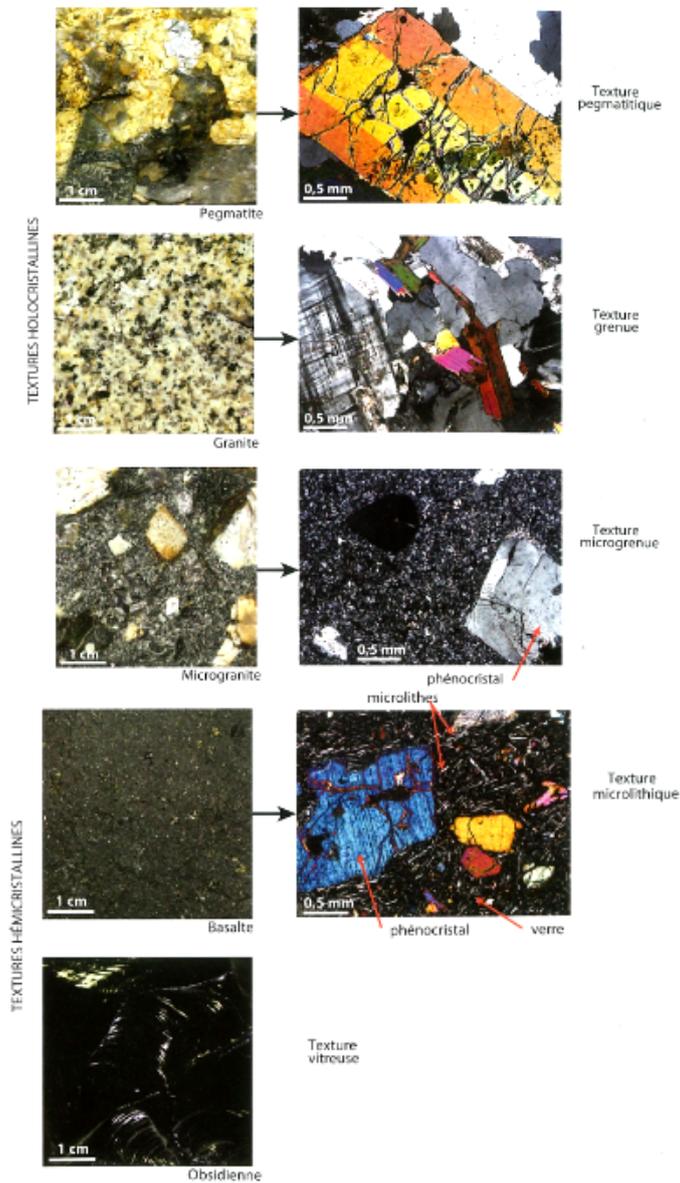
**La texture est définie par l'agencement et la taille des cristaux et la présence éventuelle d'un verre, phase solide non cristallisée**

Il existe, dans le détail, une dizaine de textures magmatiques dont les plus courantes sont :

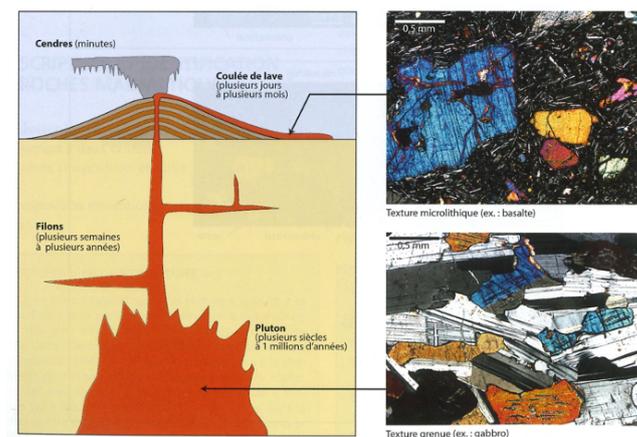
<p>- <b>La texture pegmatitique</b> (du grec pegma, « qui est assemblé ») : <b>les cristaux sont pluri-centimétriques et tous jointifs</b> ;</p>	
<p>- <b>La texture grenue</b> (du latin granum, « grain ») : les cristaux sont tous visibles à l'œil nu et jointifs, mais de plus petite taille (millimétriques à centimétriques) ;</p>	
<p>- <b>La texture microgrenue</b> : les cristaux ne sont pas tous visibles à l'œil nu (infra-millimétriques), mais l'analyse au microscope montre qu'ils sont tous jointifs (absence de verre volcanique)</p>	
<p>Ces trois textures correspondent à des roches entièrement cristallisées dites « holocristallines » (du grec holos, « entier ») ;</p>	
<p>- <b>La texture microlithique</b> : les cristaux ne sont pas jointifs car la roche n'est pas entièrement cristallisée, elle est dite « hémicristalline » (du grec hēmi, « à moitié » ). Du verre volcanique (solide amorphe) est alors présent. Par ailleurs, des petits cristaux infra-millimétriques (microlithes) constituent, avec le verre, la charpente de la roche ;</p>	
<p>- <b>La texture vitreuse ( ou hyaline)</b> : la roche est composée essentiellement de verre volcanique, reconnaissable à son aspect translucide et sa cassure franche, lisse et courbe dite « conchoïdale » ( du grec konkhê, «coquille», et eidos, «forme»).</p>	

Lorsque la-taille des cristaux est hétérogène au sein de la roche, les plus gros d'entre eux sont appelés des **phénocristaux** et la texture est dite «**porphyrique**». Il est ainsi possible de combiner les textures pour affiner la description. Par exemple, microlithique porphyrique et microgrenue porphyrique.

Attention ! La reconnaissance d'une texture microlithique ne peut pas être faite à l'œil nu ! Lorsqu'une roche de texture microlithique porphyrique (ex. : basalte) est analysée à l'œil nu, les microlithes et le verre ne sont pas visibles. On voit une pâte sombre et quelques phénocristaux. À ce stade, la texture peut être qualifiée uniquement de porphyrique (quelques cristaux sont plus gros que les autres). On ne sait pas, a priori, si la pâte est composée entièrement de cristaux, trop petits pour être vus à l'œil nu (texture microgrenue), ou bien si elle comporte du verre et des microlithes (texture microlithique). Une analyse au microscope est dans ce cas nécessaire pour trancher.



**Les différentes textures dans les gisements : Durée de refroidissement et texture des roches magmatiques.** La durée de refroidissement est indiquée entre parenthèses.

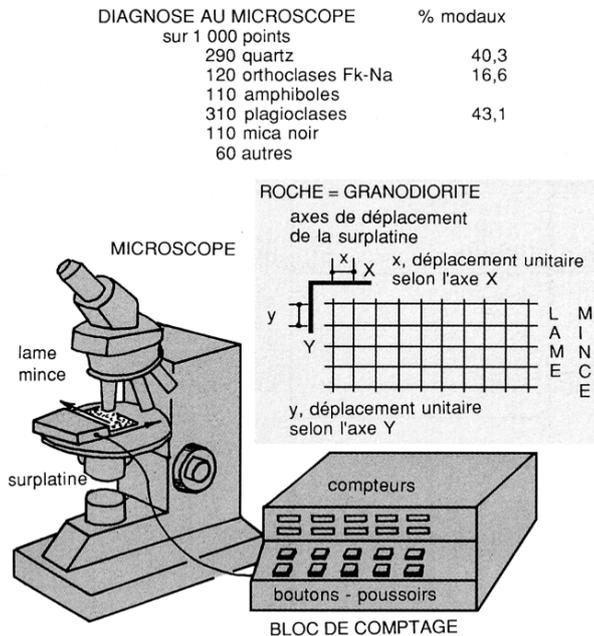


- Les roches plutoniques, formées entièrement de minéraux cristallisés, présentent une texture grenue ou microgrenue. Cette organisation témoigne d'un refroidissement lent, en profondeur du magma.
- Les roches volcaniques possèdent du verre et des microlithes et donc une texture microlithique. Elles peuvent cependant renfermer des phénocristaux apparus lors d'une cristallisation précoce dans la chambre magmatique. Cette particularité témoigne d'un refroidissement rapide de la lave, arrivée à la surface du globe. Les roches vitreuses ne contiennent aucuns cristaux et résultent d'un refroidissement très rapide ou trempé. Ainsi, la texture des roches fourni déjà une **indication sur les modalités de refroidissement du magma.**

## Fiche 2 : Analyse de la composition chimique et de la composition minéralogique des roches

### 1) MODES, % D'OXYDES ET NORMES D'UNE ROCHE (d'après Dercourt et Paquet, simplifié)

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.



Méthode d'établissement de la composition modale d'une roche en microscopie photonique

A. Appareillage: une surplatine reliée à un bloc de comptage porte une lame mince transparente de 30 µm d'épaisseur. La surplatine permet un déplacement selon deux directions normales X et Y avec un pas respectif de x et y.

B. Schéma de la reconnaissance de la composition modale avec B1: grille de reconnaissance sur 100 points de la lame mince obtenus par déplacements x et y et avec B2: résultats sur 1 000 points de comptage. Si l'on retient les trois composants quartz Q - plagioclases P et feldspath alcalin orthose A, la roche est formée en pourcentages modaux en volumes de 40,3 % de Q, 16,6 % de A et de 43,1 % de P. Dans le triangle de Streckeisen il s'agit d'une granodiorite.

Les résultats sont exprimés sous différentes formes :

- classification de Lacroix basée sur les *divisions* (présence ou absence de quartz), de *familles* (nature des feldspaths) et de *groupes* (teneur en ferromagnésiens)
- représentation modale basée sur les % volumiques des minéraux.
- Triangles de classification : Streckeisen (QFAP) et OI-Opx-Cpx pour les mafites (cf TP)

Cette analyse présente des limites notamment pour les roches effusives dont la partie vitreuse peut représenter une grande importance volumétrique. De plus, le verre est souvent plus riche en SiO<sub>2</sub> que les phénocristaux et les microlithes qui ont concentré d'autres éléments.

L'analyse chimique de la roche totale est seule représentative de la composition du magma initial. On l'exprime le plus souvent en **pourcentage d'oxydes** sous forme de tableaux.

A partir de cette analyse, on peut aussi reconstruire des minéraux virtuels par calcul. Il s'agit de reconstituer la composition minéralogique d'une roche à partir de son analyse chimique. Cette méthode est dite **normative** car elle conduit à reconstruire, selon des règles internationales, des minéraux virtuels dits **normatifs**. Elle permet de caractériser de manière non ambiguë une roche afin de la comparer avec une autre, quelles que soit sa structure qui dépend des conditions de cristallisation.

Une méthode simplifiée dite CIPW (initiales des pétrologues qui l'ont développé en 1902). A partir des proportions molaires de quelques oxydes, on construit des minéraux normatifs les contenant.

Dans ce type de calcul, on ne prend pas en compte la présence d'H<sub>2</sub>O. Or, dans l'analyse initiale, la présence fréquente d'H<sub>2</sub>O traduit l'existence de **minéraux réels** hydroxylés tels que les amphiboles et/ou les micas.

Les résultats d'un calcul normatif où ne figure aucun minéral hydroxylé peuvent donc différer de la **composition modale** qui traduit, elle, la composition en volume de minéraux effectivement présents dans la roche. Ces deux approches sont donc complémentaires.

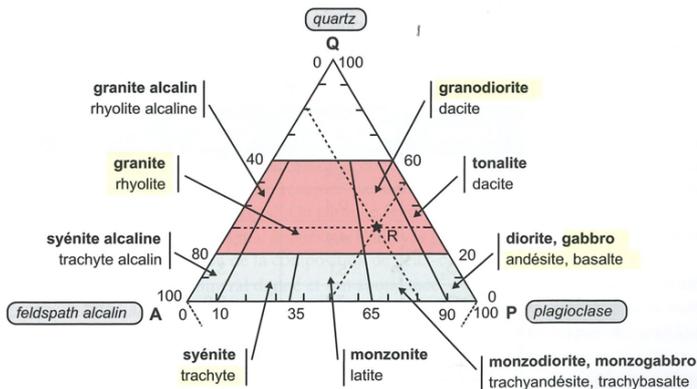
### 2) LA COMPOSITION MODALE = COMPOSITION MINERALOGIQUE EFFECTIVE ET CLASSIFICATION DE STRECKEISEN (recommandée par la UISG= l'Union Internationales des Sciences Géologiques)

La roche peut alors être classée dans la classification modale internationale de Streckeisen. Les minéraux cardinaux pris en compte sont les minéraux dits « blancs » avec 4 pôles : Q = quartz, A = feldspath alcalin (c'est-à-dire feldspath potassique de type orthose et sodique de type albite) ; P = plagioclase ; F = feldspathoïde, donnant une représentation en losange, sans prise en compte des autres minéraux. Le programme limite l'étude à la partie **QAP**.

Les roches contenant une grande diversité de minéraux, le total des proportions des trois minéraux QAP est inférieur à 100 : il faut alors ramener ces proportions sur une base de 100. Ainsi, **il faut convertir les pourcentages modaux en pourcentages relatifs**.

Le diagramme QAP est un triangle équilatéral ce qui fait que tout point en son sein est une combinaison des 3 pôles dont la somme est égale à 100 (Q + A + P = 100). En pratique, pour déterminer la composition en chaque pôle, il faut tracer la parallèle à la base opposée au pôle considéré et lire sur les côtés la proportion correspondante. Les 3 parallèles se coupent en un point

La classification modale des roches magmatiques : diagramme QAP de Streckeisen.



La classification modale s'applique aux roches remplissant les conditions suivantes

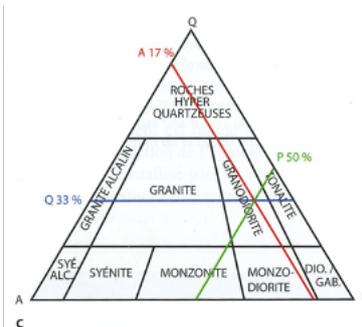
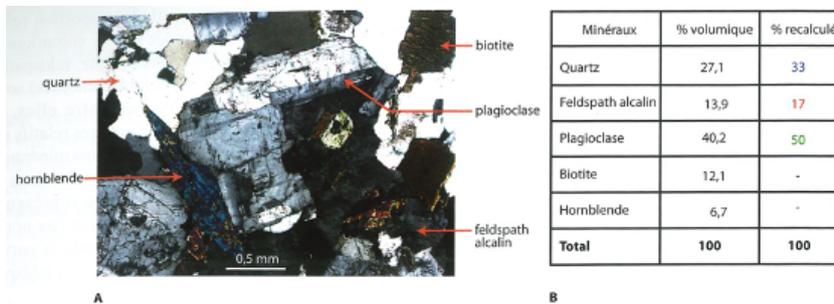
- homogènes,
- entièrement cristallisées,

Rq : roches hémicristallines (= non entièrement cristallisées) : dans ce cas, la partie vitreuse est très enrichie en silice par rapport à la partie cristalline et seule une composition chimique de la roche totale (verre+ minéraux) est représentative de la composition chimique du magma initial.

Pour les **roches volcaniques**, les proportions des minéraux visibles ne sont pas représentatives de la composition globale car la contribution chimique du verre est ainsi négligée. On reporte alors dans le diagramme QAP la norme (ou composition normative), qui est calculée en utilisant la composition chimique de la roche et en déterminant la **composition modale qu'elle aurait si elle était complètement cristallisée**. Ainsi, ce diagramme est **transposable** aux roches volcaniques, celles-ci sont notées en caractères normaux alors que les roches plutoniques sont en caractères gras. Les roches au programme sont signalées sur fond jaune. Les coordonnées de la roche R sont les suivantes : Q = 30 % ; A = 20 % ; P = 50 % ; il s'agit d'une granodiorite.

Cette classification ignore les minéraux ferromagnésiens : elle ne convient pas pour les roches comme les péridotites qui contiennent plus de 90 % de ces minéraux et qui font l'objet d'une autre classification.

- Analyse modale d'une roche plutonique (ex. : granodiorite).



- Identification des minéraux en lame mince (ici en lumière polarisée analysée).
- Établissement de la proportion des minéraux de la roche.
- Position de la roche dans le diagramme de Streikeisen. Les proportions recalculées en quartz, feldspath alcalin et plagioclase sont placées dans le diagramme.

Sur le terrain, il peut être difficile d'estimer avec précision les proportions relatives des différents minéraux. Par exemple, il arrive souvent que les deux feldspaths (plagioclase et alcalin) soient difficiles à distinguer à l'œil nu (parfois blancs tous les deux) ; une analyse complémentaire en lame mince est alors nécessaire. En toute rigueur, il ne faut pas appeler « granite » toute roche grenue riche en quartz et feldspaths sans connaître les proportions relatives des différents minéraux. Le terme « granitoïde » est plus car il correspond à toute roche grenue comprenant 20 à 60 % de quartz.

On peut ensuite affiner l'analyse par :

- l'estimation précise du ratio feldspaths alcalin/feldspaths plagioclase (grâce à l'observation d'une lame mince);
- l'identification de minéraux caractéristiques au microscope (ex. : amphibole calcique dans la granodiorite, amphibole sodique dans le granite alcalin).

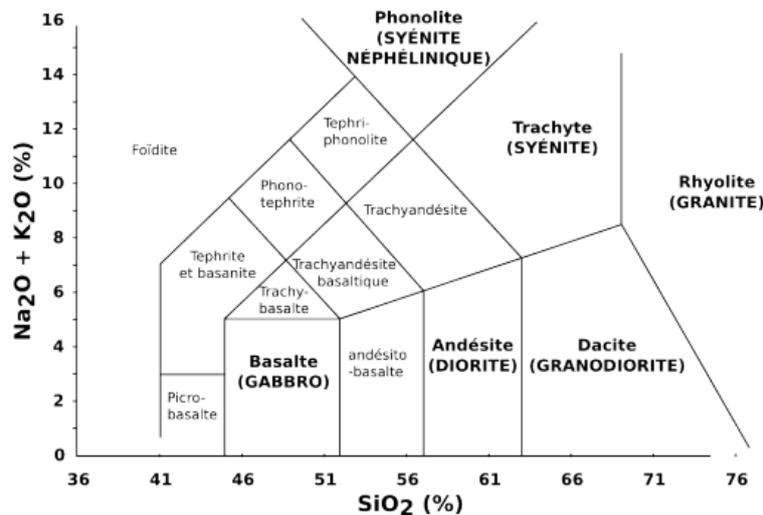
Ces informations permettent de nommer plus précisément la roche (granite alcalin, granite, granodiorite, etc.).

### 3) LA CLASSIFICATION CHIMIQUE DES ROCHES MAGMATIQUES : DIAGRAMME TAS (Total Alcaline Silicium)

Pour les roches volcaniques, cette classification de streikeisen reste valable mais peu commode. Il faut déterminer la composition chimique, exprimé en pourcentage d'oxydes. La détermination se fait alors à partir d'un diagramme TAS (Total Alcaline Silicium) qui représente le pourcentage d'alcalins (Na<sub>2</sub>O et K<sub>2</sub>O) en fonction du pourcentage en silice SiO<sub>2</sub>.

Les analyses sont pratiquées par spectrométrie sur des roches réduites en poudre et sont données en % de poids d'oxydes pour les éléments dits majeurs. Outre ceux-ci, les techniques d'analyses donnent aussi aujourd'hui accès à la détermination de la concentration de très nombreux autres éléments faiblement représentés et dits éléments traces.

Ce diagramme définit les domaines des différentes roches et permet le tracé **d'évolutions magmatiques observées entre certaines d'entre elles.**



La teneur en silice permet de distinguer trois catégories de roches magmatiques :

- les roches acides (granites, rhyolites ...) lorsque (SiO<sub>2</sub>) > 63 % ;
- les roches intermédiaires (granodiorites, diorites, dacites, andésites ... ) pour 52 % < (SiO<sub>2</sub>) < 63 % ;
- les roches basiques (gabbros, basaltes ... ) lorsque 45 % < (SiO<sub>2</sub>) < 52 %.

Il existe également des roches ultrabasiques avec (SiO<sub>2</sub>) < 45 % ; ce sont les péridotites.

A partir de la composition chimique, on peut calculer la composition minéralogique virtuelle de la roche = norme.

--> La norme établit les minéraux qui auraient dû normalement apparaître au cours d'un refroidissement lent

**BILAN : La composition chimique permet :**

- de classer les roches
- d'établir des rapports génétiques entre les différentes familles de roches d'une même région volcanique.
- de connaître celle des magmas qui leur ont donné naissance.
- de calculer la composition minéralogique virtuelle de la roche = norme.