

TP G1-2 – Le magmatisme

Eléments de correction

I. Les roches et leur mise en place

2. Minéraux et roches magmatiques : reconnaissance

c) Utilisation de clés de détermination

- **Doc 11 : légendez les minéraux, et déterminez les trois roches.**

Minéraux :

1. Diopside (clinopyroxène ferromagnésien, variété chromifère vert-sombre) ; 2. orthopyroxène (reconnu par élimination, sachant qu'on a reconnu une péridotite) ; 3. olivine vert-pomme ;
4. quartz ; 5. biotite (mica noir) ou pyroxène ferromagnésien ou amphibole brune (hornblende) ; 6. plagioclase ; 7. orthose (ici, elle est rose, mais ce n'est pas systématique) ;
8. augite (clinopyroxène ferromagnésien) ; 9. plagioclases ; 10. pâte (microlithes + verre).

Roches :

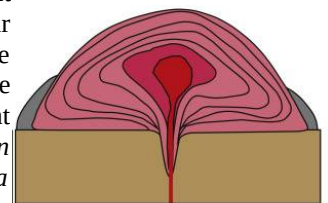
- Roche 1 : pas de pâte, totalement cristallisée → texture grenue. Vu la paragenèse (olivine 70 %, deux pyroxènes), il s'agit de **péridotite**. Attention : il ne s'agit pas d'une roche magmatique, donc on ne peut pas dire qu'elle est plutonique.
- Roche 2 : pas de pâte, totalement cristallisée → texture grenue. Vu la paragenèse (quartz et deux feldspaths abondants, peu de minéraux noirs), il s'agit de **granite** ou de **granodiorite**.
- Roche 3 : présence de phénocristaux noyés dans une pâte amorphe → texture microlithique → roche volcanique. Vu la paragenèse (pyroxènes et plagioclases abondants), il s'agit de **basalte**.

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...

Doc 12. On voit une roche **litée**, avec un litage **fin et régulier**, qui est donc une **roche sédimentaire**. NB : vu le contexte magmatique et la couleur des sédiments (noirs à rougeâtre), il est probable qu'il s'agisse de terrains volcano-sédimentaires (= formés par accumulation de produits volcaniques, comme des cendres ou des lapillis) projetés par un volcan). Cette roche sédimentaire est **recoupée** par une autre formation, d'une épaisseur de quelques dizaines de centimètres, qui est saillante (donc plus résistante à l'érosion). Il s'agit donc d'un **dyke**, une fissure remplie de magma (filon) et rendue saillante par érosion différentielle.

Doc 13. On voit un relief de 100 à 200 m d'altitude (les sapins donnent l'échelle) à peut près aussi haut que large, dont la forme se rapproche plus d'une boule (avec éboulis sur les côtés) que d'un cône avec cratère. De plus, on distingue des fissures dans la masse de la structure, que l'on peut interpréter comme des orgues dues à un refroidissement d'une coulée. Il s'agit donc d'un dôme de lave, c'est-à-dire une coulée de lave extrêmement visqueuse, qui s'est solidifié sans avoir pu s'étaler (cf. doc ci-contre). NB : il s'agit d'un dôme de phonolite, une roche hors programme typique de la différenciation d'un magma sous-saturé en silice (donc très alcalin).



Doc 14. Au loin, un nuage gris dévale la pente : il s'agit d'une nuée ardente, ou coulée pyroclastique, qui se forme lors d'une éruption explosive. Elle est constituée d'un mélange de gaz et de roches en suspension. Selon la pente, elle peut atteindre plusieurs centaines de km/h ; sa température est de l'ordre de plusieurs centaines de °C.

Doc 15. On voit un cône presque parfait, avec un petit cratère sommital. Il s'agit de la morphologie typique d'un cône strombolien, formé par l'accumulation de scories (petits fragments de lave éjectés lors d'explosions d'intensité moyenne).

Doc 16. Cet aspect très régulier, appelé « orgues basaltiques » correspond à une coulée de lave de ~20 m d'épaisseur, aujourd'hui partiellement érodée. Lors de son refroidissement, la diminution du volume cause la formation de diaclases

perpendiculaires à la surface de la coulée, d'où ce débit en colonnes.

Doc 17. Il s'agit d'une explosion volcanique d'intensité moyenne, au niveau du volcan italien Stromboli, qui a donné son nom au dynamisme éruptif strombolien. Les éjectas (scories, blocs, bombes...) sont à l'origine de la construction progressive du cône strombolien (cf. doc 15).

Doc 18. On est au niveau d'une côte, peut-être une île. Vu l'étendue d'eau, on devine qu'on est à quelques km du rivage. On distingue une **gerbe noire** de plusieurs centaines de m de hauteur, qui se détache dans des nuages blancs très denses dont l'altitude est bien plus élevée. On en déduit que l'éruption a lieu en présence d'une **grande quantité d'eau**, et on a donc affaire à une **éruption phréato-magmatique**, et peut-être **surtseyenne** si le magma a atteint la surface en bord de mer, sous une faible hauteur d'eau.

Doc 19. On distingue des fontaines de lave, provenant d'une zone d'émission allongée. On parle ici d'éruption fissurale, puisque la lave s'échappe par une fissure. On distingue nettement une coulée, qui s'étend largement autour du site d'émission. La lave est donc très fluide : c'est une éruption effusive, avec un dynamisme hawaïen.

Doc 20. On voit un **lac** à peu près **circulaire**, d'une dimension de **quelque centaines de mètres de diamètre**. Il est entouré d'une **couronne de forêt**, que l'on interprète comme étant due à un **relief plus escarpé** (avec agriculture impossible, contrairement au reste de la zone qui est largement cultivée). On peut interpréter cette structure comme étant un **maar**, c'est-à-dire un lac formé par une éruption phréato-magmatique en milieu continental. L'escarpement en couronne correspond à la retombée des produits volcaniques issus de l'éruption à proximité de leur site d'émission.

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

2. Analyse d'une série magmatique

- **Placez les trois roches dans le diagramme de Streckeisen et le diagramme TAS, et déterminez leur nom.**

Pour la classification de Streckeisen : on recalcule les proportions.

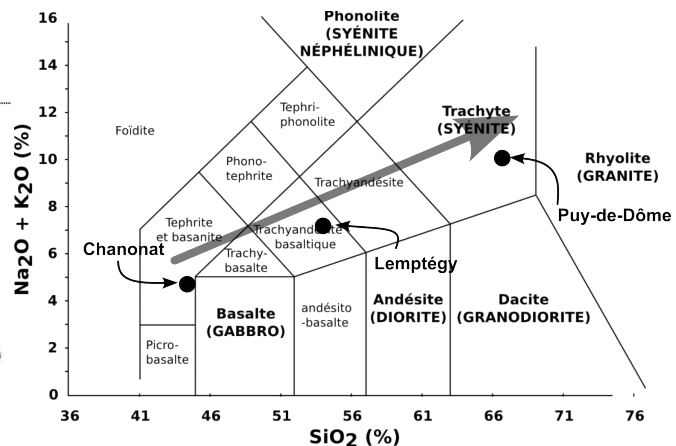
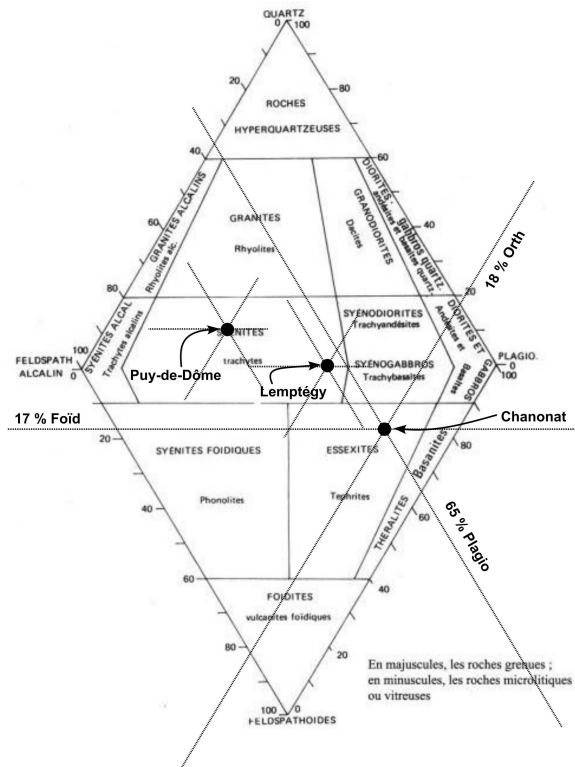
	Chanonat		Lemptegy	Puy-de-Dôme
	% réel	% relatif	% relatif	% relatif
Quartz (=Qz)	0 %	0 %	0,5 %	11 %
Plagioclase (= An + Ab)	39,13 %	$\frac{39,13}{39,13+10,46+10,23} = 65,5 \%$	59 %	31 %
Feldspath alcalin (= FdK)	10,46 %	$\frac{10,46}{39,13+10,46+10,23} = 17,5 \%$	40,5 %	58 %
Feldspathoïdes (= Foid)	10,23 %	$\frac{10,23}{39,13+10,46+10,23} = 17 \%$	0 %	0 %

Dans le diagramme de Streckeisen de la page suivante, on a représenté les traits de construction pour la coulée de Chanonat seulement pour ne pas surcharger le diagramme. On a donc :

- **Chanonat** : Tephrite (dans cette classification, on ne tombe pas sur le basalte, notamment en raison de la grande richesse en alcalins qui décale vers la gauche le point). Les téphrites sont des basaltes hyper-alcalins.
- **Lemptgy** : il s'agit d'un trachyte, proche de la limite avec les trachyandésites.
- **Puy-de-Dôme** : il s'agit d'un trachyte.

Dans le diagramme de Harker de la page suivante, on a représenté les trois roches :

- **Chanonat** : Tephrite, à la limite avec les basaltes, ce qui est cohérent.
- **Lemptgy** : trachyandésite basaltique, ce qui est discordant avec la classification de Streckeisen. Les deux classifications ne sont pas basées sur les mêmes critères, ce qui peut expliquer cette différence. On gardera en tête qu'un nom de roche est une **catégorie**, qui dépend de la classification utilisée.
- **Puy-de-Dôme** : il s'agit d'un trachyte, comme dans la classification de Streckeisen.



- Argumentez l'appartenance de ces roches à une même série magmatique que vous nommerez.

Vu en TP : il s'agit d'une série alcaline, caractérisée par un taux de d'alcalins très élevé, et une faible saturation en silice, avec très peu de quartz, voire des feldspathoïdes.

- A l'aide des documents 20 à 23, discutez la source mantellique, et donc le contexte géodynamique à l'origine de ces laves.

On s'attend à un point chaud, en raison du fait que la série est alcaline.

Doc 23 : le positionnement est **intermédiaire** entre un pôle manteau sup (DMM = *depleted MORB Mantle*) et un pôle manteau inf (EM1 et EM2 : *enriched mantle*). Cette signature peut être interprétée comme étant due à une remontée de manteau inférieur, qui se serait localement mélangé au manteau supérieur. Cela va donc dans le sens de l'hypothèse d'un point chaud.

Doc 24 : la tomographie sismique permet de montrer la présence d'une anomalie ponctuelle négative de vitesse, donc d'une anomalie chaude, à au moins 270 km de profondeur, soit bien en dessous de la limite asthénosphère/lithosphère. Il faudrait descendre bien plus profondément pour valider un point chaud, mais cette anomalie va dans le sens de l'hypothèse d'un point chaud.

Doc 25 et 26 : on observe une faible épaisseur de la lithosphère (55 km seulement, contre ~100 km normalement), ainsi qu'une faible épaisseur de la croûte (25 km dans le massif central, contre 30 km normalement). Si la remontée asthénosphérique peut tout à fait être expliquée par un point chaud, l'amincissement crustal pose problème. Il évoque plutôt une divergence, c'est-à-dire un rifting.

NB : on interprète généralement le volcanisme cénozoïque du massif central comme étant dû à un rifting (extension en milieu continental), lui-même dû à un point chaud peu actif. On notera que de nombreuses failles normales découpent la croûte européenne depuis l'Eifel en Allemagne jusqu'à la côte méditerranéenne (région de Montpellier), avec souvent du volcanisme associé. On reverra ces événements quand on traitera les grands ensembles français, plus tard dans l'année.

3. Le risque volcanique en France métropolitaine

➤ **Rappelez la définition d'un risque géologique.**

Un **risque** naturel est la conjonction d'un **aléa** (= **probabilité** d'occurrence d'un événement donné) et de **l'enjeu** (= **gain**, positif ou négatif, en cas d'occurrence de cet événement). Il s'agit donc d'une **espérance** au sens mathématique du terme. On peut l'exprimer comme le produit **risque = aléa x enjeu**.

➤ **Discutez le risque volcanique en Auvergne et les moyens permettant de diminuer ce risque.**

Il faut donc pour cela se poser la question de l'aléa et de l'enjeu :

- L'aléa se discute d'un point de vue **purement scientifique**. La question posée peut être : « quelle est la probabilité d'occurrence d'une éruption volcanique dans la chaîne des Puys au cours du siècle à venir ? » Dans ce TP, on a peu vu de points permettant d'argumenter cet aléa, cependant :
 - On peut montrer que des chambres magmatiques actives (contenant du magma non refroidi) dans le massif central ;
 - Les mouvements à l'origine du rift, bien que très modestes, continuent actuellement. La région de Clermont-Ferrand est par ailleurs la plus sismique d'Auvergne.
 - Le volcanisme du massif central le plus récent est daté d'à peine 7 000 ans, ce qui du point de vue du fonctionnement d'un rift et/ou d'un point chaud est particulièrement court. Par ailleurs, une activité magmatique plus ou moins continue a eu lieu dans cette région depuis le milieu de l'oligocène (~23 Ma).
 - On en déduit qu'il est très improbable que le magmatisme de la chaîne des Puys soit éteint.
 - La probabilité d'un réveil d'un volcan dans le siècle à venir est donc très faible, puisqu'il n'y a eu aucun événement en 7 000 ans, mais elle est non nulle.
- L'enjeu fait intervenir l'ensemble de l'adaptation potentielle de la société à un tel événement :
 - des systèmes d'alerte et d'évacuation existent-ils en cas d'éruption ? → non !
 - un système d'assurance des activités économiques, et des personnes (système de soin) existe-t-il ? oui !
 - le bâti est-il prévu pour résister à une nuée ardente, ou à des chutes de cendres, ou à des coulées de lave ? non !
 - quel est la valeur du PIB en euros du département du Puy-de-Dôme ? en 2018, 22 milliards d'euros, soit 10 fois moins que Paris.
 - quelle est la population du département ? 650 000 habitants, ce qui est dans la moyenne Française.
 - ...
 - Conclusion : département moyen en population et en richesse, avec un excellent système de soins et d'assurances, mais mal préparé physiquement si éruption. L'enjeu est donc moyen.
- Avec un aléa faible et un enjeu moyen, on considère le risque faible, ce qui justifie l'absence de politique publique liée à ce risque dans la région de Clermont-Ferrand.

➤ **A l'aide du document 27, discutez le risque volcanique en Guadeloupe et à la Réunion**

La réflexion est la même que pour la question précédente, si ce n'est qu'il faut distinguer deux événements différents : le volcanisme explosif (Guadeloupe) et effusif (Réunion). L'enjeu ne se mesure que relativement au type d'événement.

Guadeloupe	aléa volcanisme effusif	très faible
	enjeu volcanisme effusif	très faible
	risque volcanisme effusif	nul
	aléa volcanisme explosif	moyen
	enjeu volcanisme explosif	fort
	risque volcanisme explosif	moyen
Réunion	aléa volcanisme effusif	très fort
	enjeu volcanisme effusif	très faible
	risque volcanisme effusif	très faible

Réunion	aléa volcanisme explosif	nul
	enjeu volcanisme explosif	fort
	risque volcanisme explosif	nul