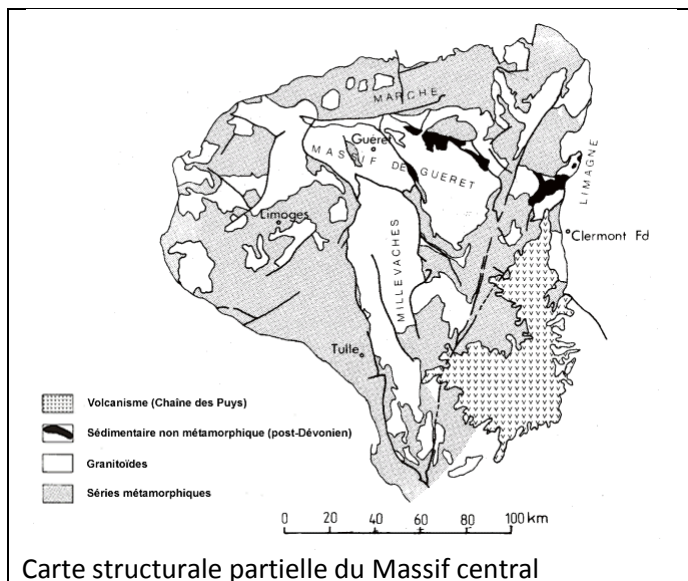


La datation des roches continentales

Mise en situation et recherche à mener



Le massif granitique de Guéret constitue l'ossature de la zone Nord-Ouest du Massif Central. Il est en grande partie limité par des grands accidents régionaux :

- La faille de la Marche, au Nord, le sépare du plateau d'Aigurande
- La faille d'Arrènes au Sud marque le contact avec les granites de St-Goussaud, St-Sylvestre, du Millevache et les formations métamorphiques encaissantes.
- Le Sillon Houiller à l'Est.

On cherche à savoir si la mise en place de ce massif granitique est liée à la mise en place de la chaîne des Puys, située plus à l'Est, et dont les plus anciens dômes datent de 90.000 ans.

Ressources

Document 1: les principes de la radiochronologie

Microscope polarisant
Caméra USB
Lames minces de granite

Etape 1: concevoir une stratégie pour résoudre une situation problème (durée maximale 10 minutes)

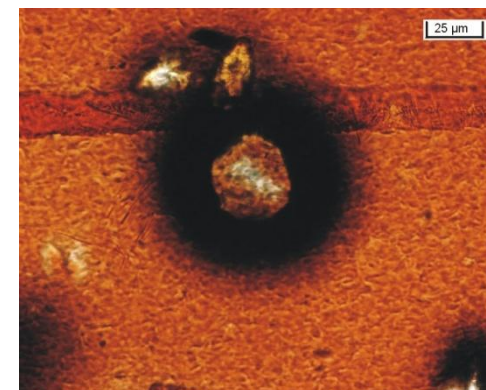
Proposer une stratégie d'investigation permettant de savoir si le granite de Guéret est contemporain de la mise en place de la chaîne des Puys

Document 1: les principes de la radiochronologie

La radiochronologie, également appelée datation radiométrique, est une méthode de la géochronologie permettant d'associer un âge absolu à un événement géologique par le biais de la mesure d'isotopes radioactifs enfermés dans l'échantillon étudié. Diverses méthodes de datation, utilisant différents couples de radioéléments ($^{14}\text{C}/^{14}\text{N}$, $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$, $^{87}\text{Rb}/^{87}\text{Sr}$...), peuvent être appliquées dans des champs divers et permettent de dater de nombreux événements géologiques (cristallisation d'un magma, métamorphisme...). La mesure des taux d'isotopes est directement liée à l'âge de la roche.

Avec le développement de la radiochronologie, les zircons jouent un rôle particulièrement important dans la géochronologie.

La méthode de datation absolue exige que des isotopes radioactifs en cours de désintégration soient contenus à l'intérieur des roches. Dans les zircons de formule ZrSiO_4 , la substitution des atomes de zirconium par des atomes d'uranium (U) est fréquente, ce qui n'est pas le cas avec la plupart des autres éléments. Le zircon est donc un minéral de choix pour la datation par les méthodes radiochronologiques basées sur l'uranium (uranium-plomb et uranium-thorium). C'est un minéral rare dans les basaltes mais relativement fréquent dans les granites, les gneiss, les syénites et les pegmatites, souvent en inclusions dans la biotite contenue dans ces roches.



Un zircon dans une matrice de biotite : Des particules alpha émises par désintégration radioactive bombardent et détruisent la matrice de biotite ; il se forme ce qu'on appelle un halo pléochroïque.

Etape 2: Mettre en œuvre un protocole de résolution pour obtenir des résultats exploitables

1- Mise en évidence de la radioactivité naturelle du granite

Repérer sur une lame mince de granite un zircon. Prendre une photo et l'intégrer sans le compte rendu

2- Datation du granite par la méthode Rb/Sr

Préciser à partir des documents 2 et 3 quels minéraux doivent être analysés

A partir des informations des documents 2 et 4, et de la feuille de calcul Excel, déterminer l'âge du granite de Guéret

Etape 3: Présenter les résultats pour les communiquer

Sous la forme de votre choix, **traiter** les **données obtenues** pour les **communiquer**.

Etape 4: Exploiter les résultats obtenus pour répondre au problème

Exploiter les résultats obtenus pour préciser si le granite de Guéret est contemporain de la mise en place de la chaîne des Puys

Document 2: la datation avec la méthode Rb/Sr

L'isotope ^{87}Rb du rubidium est radioactif, il se désintègre en strontium ^{87}Sr . La demi-vie est de 48,8 milliards d'années. Au cours du temps, la quantité de ^{87}Rb diminue alors que celle de ^{87}Sr augmente.

Le problème auquel on se heurte est que les quantités initiales d'isotopes pères et fils sont inconnues: on va alors devoir faire appel à un isotope de référence stable: ^{86}Sr

Si l'on prend plusieurs minéraux appartenant à la même roche, ou à des roches dont on est sûr qu'elles ont le même âge, on peut doser par spectrométrie de masse les isotopes.

Le rapport $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ est constant pour les minéraux car la cristallisation incorpore indifféremment les deux isotopes. En revanche, le rapport $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ varie, car Rb prend la place du potassium, et Sr celle du calcium. Le rapport dépend donc de la composition du minéral.

Si l'on trace le graphique $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}) = f(^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr})$, on obtient à t_0 une droite (voir le graphique ci-contre)

Au cours du temps, ^{87}Rb se transforme en ^{87}Sr : le rapport $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ diminue, tandis que le rapport $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ augmente. La transformation se faisant en système clos, on obtiendra des points alignés, définissant une droite isochrone, c'est à dire une droite reliant des points correspondant à des minéraux de même âge. La pente de cette droite a est proportionnelle à l'âge de l'échantillon, et on peut montrer que:

$$t = \ln(a+1) / \lambda$$

L'âge de l'échantillon peut donc être déterminé si l'on connaît λ , qui est la constante de désintégration du couple $^{87}\text{Rb}/^{87}\text{Sr}$

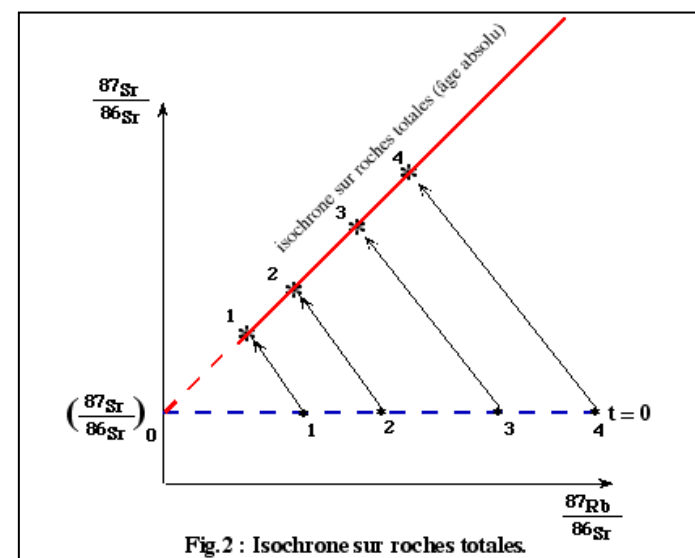


Fig.2 : Isochrone sur roches totales.

Document 3:

Les atomes K et Rb ont des rayons atomiques proches: Rb peut prendre la place de K dans les réseaux cristallins.

Minéral	Formule chimique
Orthose	$\text{AlK}_2\text{O}_8\text{Si}_3\text{KAlSi}_3\text{O}_8$
Anorthite (plagioclase)	$\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$
Quartz	SiO_2
Biotite	$\text{K}(\text{Mg,Fe})_3(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$

Document 4: Résultats des analyses d'échantillons provenant du granite de Guéret

Echantillon	Rb (ppm)	Sr (ppm)	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
RT7188	187	308	1,7578	0,71903
RT7189	218	288	2,1926	0,72076
RT7190	230	254	2,6272	0,72279
RT7191	206	191	3,1319	0,72561
RT7192	207	117	3,3737	0,72711
RT7193	216	168	3,7229	0,72833
RT7194	220	165	4,1099	0,73090