

TP 6 - HISTOIRE DE LA CROÛTE DU MASSIF CENTRAL

Mise en situation et recherche à mener

Dans le massif central, on peut observer différents massifs granitiques dont les compositions minéralogiques sont légèrement différentes. C'est le cas de deux massifs appelés G1 et G2. Les granites sont des roches qui proviennent d'épisodes magmatiques qui participent à la formation de la croûte continentale.

On cherche à déterminer, si lors de la formation de la croûte du massif central, G1 et G2 correspondent à un seul ou deux épisodes magmatiques successifs.

Ressources

Le rubidium (Rb) et le strontium (Sr) sont des éléments qui peuvent servir d'horloge géologique. Le ^{87}Rb est un isotope radioactif qui se désintègre en ^{87}Sr avec une période de $48,8 \cdot 10^9$ ans. Le couple d'isotopes $^{87}\text{Rb}/^{87}\text{Sr}$, présent dans des minéraux des granites, est utilisé comme horloge géologique. Ils peuvent s'insérer dans les minéraux à la place d'éléments ayant les mêmes propriétés chimiques : le strontium à la place du calcium (Ca) et le rubidium à la place du potassium (K).

Toutes roches ou échantillons de roches relatifs à la région étudiée.

Minéraux	Composition chimique
Pyroxènes	$(\text{SiAl}_2\text{O}_3)_2\text{Ca}(\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Al})$
Amphiboles	$(\text{Si}_8\text{Al}_2\text{O}_{22})(\text{Mg}, \text{Fe})_4(\text{Al}, \text{Ca}_2)\text{Na}(\text{OH})_2$
Feldspath calco-sodique (plagioclase)	$\text{Si}_3\text{AlO}_8\text{Na} - \text{Si}_3\text{AlO}_8\text{Ca}$
Mica noir (biotite)	$\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_3[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2]$
Feldspath potassique (orthose)	$\text{Si}_3\text{AlO}_8\text{K}$
Mica blanc (muscovite)	$\text{KAl}_2[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2]$

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

Proposer une stratégie de résolution réaliste permettant de déterminer, si lors de la formation de la croûte du massif central, G1 et G2 correspondent à un seul ou deux épisodes magmatiques successifs

Rédiger votre proposition et demander la suite du sujet.

TP 6 - HISTOIRE DE LA CROUTE DU MASSIF CENTRAL

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

Mettre en œuvre les protocoles

- d'observation des minéraux susceptibles de contenir des isotopes du Rubidium (Rb) et du Strontium (Sr) afin de montrer que la méthode de datation du Rb/Sr est applicable aux deux granites.
- de datation afin de déterminer l'âge absolu des deux granites par la méthode du Rb/Sr.

Appeler l'examineur pour vérifier le résultat et éventuellement obtenir une aide.

Etape 3 : Présenter les résultats pour les communiquer

Sous la forme de votre choix présenter et traiter les données brutes pour qu'elles apportent les informations nécessaires à la résolution du problème. (un schéma légendé et une photo numérique légendée de la lame mince sont attendus, ainsi qu'un graphique)

Etape 4 : Exploiter les résultats obtenus pour répondre au problème

Exploiter les résultats pour déterminer, si lors de la formation de la croûte du massif central, G1 et G2 correspondent à un seul ou deux épisodes magmatiques successifs.

Répondre sur la fiche-réponse candidat.

Matériel disponible et protocole d'utilisation du matériel

Ressource complémentaire :

L'âge t d'une roche s'obtient en appliquant la formule suivante : $t = \text{LN}(a+1) / \lambda$

LN signifie « log népérien »

a est le coefficient directeur de la **droite isochrone** reliant les points correspondant à des minéraux de même âge, il indique le temps écoulé depuis la cristallisation de la roche

$\lambda = 1,42 \text{ E-11 an}^{-1}$ est la constante de radioactivité du couple $^{87}\text{Rb}/^{87}\text{Sr}$

Les rapports isotopiques du granite G2 déterminent un âge = 296Ma +/- 16 Ma

Matériel :

- lame mince d'un des granites G1
- Planche d'identification des minéraux
- Microscope polarisant à platine tournante réglé au maximum d'extinction (un des deux filtres polarisants est escamotable) + une loupe à main.
- Un dispositif de prise de vue numérique (caméra oculaire, appareil photo numérique, ...) adapté au microscope polarisant (grossissement proche de l'oculaire).
- Ordinateur + logiciel Tableur et sa fiche technique
 - fichiers pour tableur : « **roches_massif_central_V.....** » contient les rapports isotopiques utiles à la datation, mesurés pour plusieurs échantillons du même granite G1
- Emplacement des fichiers =.....
.....

Afin de vérifier la présence de minéraux utiles susceptibles de contenir des isotopes du Rubidium (Rb) et du Strontium (Sr)

Mettre en évidence dans la lame mince fournie la présence :

- o de biotite (plutôt riche en potassium K et en rubidium Rb)
- o dans les biotites observé les auréoles noires de la radioactivité des zircons
- o de feldspath plagioclase (plutôt riche en calcium Ca, sodium Na et strontium Sr)

Appeler le professeur pour vérification

Afin de déterminer l'âge absolu du granite G1 par la méthode du Rb/Sr.

- **Réaliser** le graphique représentant $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = f(^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr})$
- **Construire** la droite isochrone (droite de régression = courbe de tendance) de la représentation graphique obtenue

NB : les écritures données tiennent compte de la syntaxe dans un tableur : les formules doivent être tapées sans espace.

Appeler l'examineur pour vérifier le résultat et éventuellement obtenir une aide.

DETERMINATION DE L'AGE ABSOLU

Réalisation de la droite isochrone

- **Sélectionner** les deux colonnes des valeurs de $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ et $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
- **Sélectionner** les fonctionnalités « *Insertion/ Diagramme/Nuage de points (ou Diagramme XY selon le logiciel)* »
- **Sélectionner** le graphique par double-clic sur un des points du graphique
- **Sélectionner** par clic droit « *Ajouter une courbe de tendance* » ; **cocher** « *Linéaire* » et **cocher** « *Afficher l'équation sur le graphique* » et **valider** (ou **fermer** selon le logiciel) ;
- Si besoin ; **augmenter** le nombre de décimales à 4* : **cliquer** sur l'équation ; sélectionner par clic droit « *Formater l'équation* » et à « *Décimales* » : **augmenter** à 4 décimales.

*Avec certaines versions d'EXCEL, pour augmenter le nombre de décimales: **sélectionner** l'équation de la droite, **cliquer** droit sur la zone sélectionnée, puis **cliquer** sur « *Format d'étiquette de courbe de tendance* », à « *nombre* » **indiquer** la valeur souhaitée. »

Noter le coefficient directeur de cette équation ; il doit comporter 4 décimales

Calcul de l'âge

- **Taper** la formule suivante sans espace, dans une case, en commençant bien par le signe = : **= LN(a+1)/ λ**

LN signifie « log népérien »

a est le coefficient directeur de la droite de régression noté précédemment

$\lambda = 1,42 \text{ E-11 } \text{an}^{-1}$ est la constante radioactive du couple $^{87}\text{Rb}/^{87}\text{Sr}$

L'âge obtenu est exprimé en années