

## TD Choix des radiochronomètres

Le radiochronomètre Rb/Sr n'est pas le seul utilisé en datation absolue. Vous connaissez également la datation au Carbone 14.

Vous allez travailler sur l'un des 2 radiochronomètres puis deux élèves présenteront **oralement** leur radiochronomètre à leurs camarades en s'appuyant sur les résultats obtenus.

Radiochronomètre K/Ar (p150-151)	Radiochronomètre U/Pb (p152-153)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Déterminer les objets pouvant être datés et la gamme d'âge recouverte par ce radiochronomètre (p 147)</li> <li>2. Calculez l'âge des cendres du volcan avec la méthode K/Ar, en utilisant les valeurs de <math>^{40}\text{K}</math> et <math>^{40}\text{Ar}</math> (doc. 1 et 2).</li> <li>3. Comparez cet âge à celui estimé par la méthode Ar/Ar (doc. 4 et 5).</li> <li>4. Expliquez le problème de fiabilité que pose la méthode K/Ar et expliquez en quoi la méthode Ar/Ar y pallie (doc. 3).</li> <li>5. Proposez une hypothèse à la différence d'âges obtenus par la méthode K/Ar et Ar/Ar (doc. 3).</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Déterminer les objets pouvant être datés et la gamme d'âge recouverte par ce radiochronomètre (p 147)</li> <li>2. Expliquez le principe du radiochronomètre U/Pb (doc. 2 et 3).</li> <li>3. Interprétez les âges obtenus par la datation U/Pb des gneiss de l'anse de Culeron (doc 3 et 4).</li> <li>4. Dater l'âge des deux couches de cendres de la vallée de l'Utcubamba, en complétant le fichier Excel fourni.</li> <li>5. Utilisez cet exemple pour montrer l'apport de la datation absolue à l'échelle stratigraphique.</li> </ol>

Corrigé (issu du LDP Belin)

### Pour le K/Ar :

**Question 1. Calculez l'âge des cendres du volcan avec la méthode K/Ar, en utilisant les valeurs de  $^{40}\text{K}$  et  $^{40}\text{Ar}$  (doc. 1 et 2).**

Le calcul est le suivant :

$$T = \ln \left[ \frac{(5,543 \cdot 10^{-10} \cdot 4,95 \cdot 10^{-12}) / (5,8 \cdot 10^{-11} \cdot 2,22 \cdot 10^{-7}) + 1}{(5,543 \cdot 10^{-10})} \right] = 3,88 \cdot 10^5$$

Les cendres sont donc datées de 388 000 ans.

**Question 2. Comparez cet âge à celui estimé par la méthode Ar/Ar (doc. 4 et 5).**

L'âge obtenu par la méthode Ar/Ar est de 340 000 ans. Le résultat des deux méthodes diffère d'environ 50 000 ans.

**Question 3. Expliquez le problème de fiabilité que pose la méthode K/Ar et expliquez en quoi la méthode Ar/Ar y pallie (doc. 3).**

La méthode K/Ar n'est pas suffisamment fiable. En effet, contrairement à la méthode Ar/Ar, elle ne permet pas de s'assurer qu'il n'y avait pas d'isotope fils initialement présent dans les minéraux analysés (ce qui conduirait à surestimer l'âge) et elle ne permet pas non plus de s'assurer que les échantillons n'ont pas été perturbés, et donc réouverts, entraînant par exemple une perte d'isotopes fils (ce qui conduirait à sous-estimer l'âge). En outre, cette méthode nécessite l'utilisation de deux instruments de mesures, l'un pour  $^{40}\text{K}$  et l'autre pour  $^{40}\text{Ar}$  (qui est un gaz), ce qui introduit un biais de mesure. La méthode Ar/Ar utilise, elle, le même appareil pour mesurer  $^{40}\text{Ar}$  et  $^{39}\text{Ar}$ . Enfin, la méthode K/Ar nécessite deux échantillons différents, l'un pour mesurer le  $^{40}\text{K}$ , l'autre pour  $^{40}\text{Ar}$ . Or rien ne prouve que les compositions des échantillons, même s'ils sont issus d'une même roche, soient identiques. En revanche, la méthode Ar/Ar permet d'effectuer des mesures des deux isotopes dans le même échantillon.

**Question 4. Proposez une hypothèse à la différence d'âges obtenus par la méthode K/Ar et Ar/Ar (doc. 3).**

L'âge avec la méthode K/Ar est surestime. Outre un biais de mesure possible, on peut supposer que des isotopes fils étaient présents initialement dans les échantillons, avant leur fermeture.

### Pour le U/Pb :

**Question 1. Expliquez le principe du radiochronomètre U/Pb (doc. 2 et 3).**

La méthode U/Pb utilise les propriétés radioactives de deux isotopes de l'uranium présents dans des zircons (doc. 2),  $^{238}\text{U}$  et  $^{235}\text{U}$ , qui se désintègrent en deux isotopes du plomb, respectivement  $^{206}\text{Pb}$  et  $^{207}\text{Pb}$ . Toutes les combinaisons possibles des rapports isotopiques  $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$  et  $^{235}\text{U}/^{207}\text{Pb}$  d'échantillons non perturbés depuis leur formation sont représentées par la courbe nommée Concordia. Une coordonnée (y) située sur la courbe Concordia permet de déterminer graphiquement un âge. Si une roche n'a jamais été perturbée, alors tous ses échantillons analysés se situent au même endroit sur la courbe (doc. 3).

**Question 2. Interprétez les âges obtenus par la datation U/Pb des gneiss de l'anse de Culeron (doc 3 et 4).**

Les mesures isotopiques U/Pb de ces gneiss ne se situent pas au même endroit sur la courbe Concordia. Ils s'alignent sur une droite Discordia. Cela signifie que certains zircons dans lesquels ont été mesurés les rapports  $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$  et  $^{235}\text{U}/^{207}\text{Pb}$  se sont réouverts. Or, nous savons d'après le doc. 1 que ces gneiss sont des granites métamorphisés. Cela nous permet d'en déduire que l'intercept supérieur situé à environ 2 Ga indique l'âge de formation du granite. L'intercept inférieur donne l'âge de son métamorphisme, vers 550 Ma.

**Question 3. Dater l'âge des deux couches de cendres de la vallée de l'Utcubamba, en complétant le fichier Excel fourni (doc 6).**

Les rapports isotopiques des deux couches de cendres sont très proches et situés sur la Concordia : ils permettent de les dater à environ 200 Ma.

**Question 4. Utilisez cet exemple pour montrer l'apport de la datation absolue à l'échelle stratigraphique.**

Ces deux couches de cendres encadrent une couche de roches sédimentaires contenant notamment un fossile stratigraphique, dont l'apparition a été utilisée pour délimiter le Trias du Jurassique. L'âge des deux couches de cendres est très proche et la roche sédimentaire a un âge compris entre celui de ces deux couches de cendres (d'après le principe de superposition), cela permet d'en déduire l'âge du fossile et donc de caler dans le temps la limite Trias/Jurassique à environ 200 Ma d'après la courbe. Ce résultat est cohérent avec celui figurant sur l'échelle chronostratigraphique : 199,6 ± 0,6 Ma.