

I- LES PRINCIPES DE LA DATATION ABSOLUE

A- METHODE

(Doc. 4II1 + TP9)

- Décroissance radioactive : Elément père (P) → élément fils (F) + particules « riches en énergie »
- Constante radioactive (λ)
- Période (T)
- T fonction de λ

B- QUALITE ET PERTINENCE DE L'ECHANTILLON UTILISE

- Notion de système fermé
- Systèmes fermés se prêtant à la radiochronologie
 - Roches magmatiques et métamorphiques
 - Datation d'émissions volcaniques intercalées dans sédiments contenant des fossiles d'homininés en Afrique de l'Est (Laetoli par exemple).
 - Datation de roches métamorphiques d'une chaîne de collision
 - Datation de roches volcaniques et plutoniques d'un arc magmatique associé à une subduction.
 - Roches sédimentaires = systèmes non fermés
 - ne peuvent être datées par radiochronologie sauf cas particulier comme ^{14}C .

Point programme

- La datation absolue, en donnant accès à l'âge des roches et des fossiles, permet de mesurer les durées de phénomènes géologiques.
- Elle permet aussi de situer dans le temps l'échelle relative des temps géologiques.
- La chronologie absolue est fondée sur le décroissance radioactive de certains éléments chimiques : elle exploite la relation qui existe entre rapports isotopiques et durée écoulée depuis la « fermeture du système » contenant les isotopes.

II- LES RADIO-CHRONOMETRES

A- PERIODE DE L'ISOTOPE CHOISI POUR L'ANALYSE

Après fermeture du système : quantité d'isotope susceptible de se désintégrer diminue
→ datation n'est valide que si durées mesurées comprises entre $1/100^{\text{ème}}$ et 10 fois la période de l'isotope choisi

Point programme

- Les radio-chronomètres sont choisis en fonction de la période de temps que l'on cherche à explorer.

B- DATATION AU ^{14}C

(Doc. 4II2 + TP9)

- Datation des restes d'êtres vivants
- Quantité initiale connue : $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ atmosphérique constant
radioactivité tissus vivants actuels = 13,56 cpm/g
- Période : 5730 ans → datation jusqu'à 50 000 ans
- λ : $1,245 \cdot 10^{-4} \text{ an}^{-1}$
- Fiabilité de la datation :
 - quelques dizaines de milliers d'années
 - au-delà de 30 000 à 40 000 ans mesure peu fiable car ^{14}C restant insuffisant

Point programme

- Pour les derniers millénaires on utilise le carbone 14 (^{14}C) dont la quantité lors de la fermeture du système est connue.
- La mesure de la quantité de ^{14}C restante dans l'échantillon permet de trouver un âge.
- Lorsque tous les éléments radioactifs ont disparu de l'échantillon, la datation n'est plus possible.

C- DATATION AU K-Ar

(Doc. 4II2 + TP9)

- Datation de roches ou de cristaux contenant du K : roches magmatiques
- Q initiale de P (élément père K) inconnue mais Q initiale de F (élément fils Ar) = 0
- Période : $1,25 \cdot 10^9$ ans (1,25 Ga) → datation jusqu'à $12,5 \cdot 10^9$ ans (12,5 Ga)
- $\lambda = 5,55 \cdot 10^{-10} \text{ an}^{-1}$
- Fiabilité de la datation :
 - roches récentes à quelques centaines de Ma (300 Ma)
 - problèmes de contamination des échantillons par Ar de l'atmosphère ou des fluides circulant

Point programme

- Pour des périodes plus anciennes on peut, par exemple, utiliser le couple potassium-argon (K-Ar).
- La quantité initiale d'argon lors de la fermeture du système est négligeable.
- La contamination par l'argon de l'atmosphère rend difficile la détection de l'argon issu de la désintégration du potassium avant que l'argon ait atteint un certain âge.

D- DATATION AU Rb-Sr

(Doc. 4II2 + TP9 + TP10)

- Datation de roches magmatiques la plus courante
- Q initiale de P (élément père Rb) et de F (élément fils Sr) inconnues
 - 2 inconnues : âge de l'échantillon et Q initiale d'isotope
 - mesure sur au moins 2 constituants du même système
 - résolution d'un système simple d'équation linéaire
- Période : $50 \cdot 10^9$ ans (50 Ga) → datation jusqu'à $500 \cdot 10^9$ ans (500 Ga)
- $\lambda = 1,42 \cdot 10^{-11} \text{ an}^{-1}$
- Fiabilité de la datation :
 - roches de quelques dizaines de Ma aux roches les plus anciennes
 - plus fiable que K-Ar

Point programme

- la méthode de datation absolue la plus courante utilise le couple rubidium-strontium (Rb-Sr).
- Pour trouver l'âge d'une roche il est alors nécessaire de mesurer les rapports isotopiques de plusieurs minéraux de la même roche ayant cristallisé au même moment (les quantités initiales des éléments et le moment de la fermeture du système étant inconnus)

E- CONCLUSION

Notions exigibles

- La méthode de datation absolue est fondée sur la mesure de la variation du rapport isotopique entre le moment de la fermeture de l'échantillon daté et le présent.
- Suivant les couples d'isotopes choisis, il est possible de calculer un âge soit en mesurant les rapports isotopiques d'un isotope qui disparaît lors de la réaction et dont la quantité initiale est connue, soit en mesurant les rapports isotopiques d'un isotope qui apparaît lors de la réaction et dont la quantité initiale est nulle.
- Dans le cas général, on ne connaît pas la quantité initiale d'isotope ; l'âge de la roche est obtenu par résolution d'un système simple d'équations linéaires. Dans le cas d'une roche, les équations sont obtenues en effectuant des mesures sur plusieurs minéraux de la même roche.
- Le choix du couple d'isotopes pour calculer un âge dépend de l'âge présumé et de la nature de la roche.
- Savoir exploiter un document ou des données numériques sur les rapports isotopiques en relation avec le calcul de l'âge absolu des roches ; dans tous les cas où des formules mathématiques ($y = A x + b$ et $y = \exp(\lambda t)$) sont nécessaires, celles-ci sont fournies.