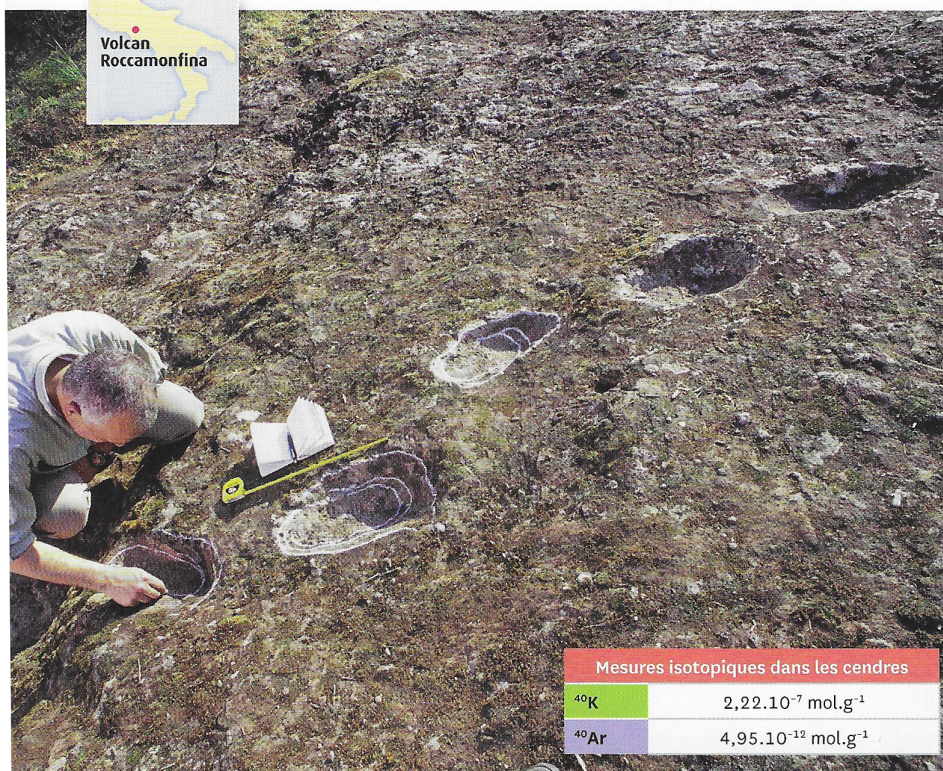


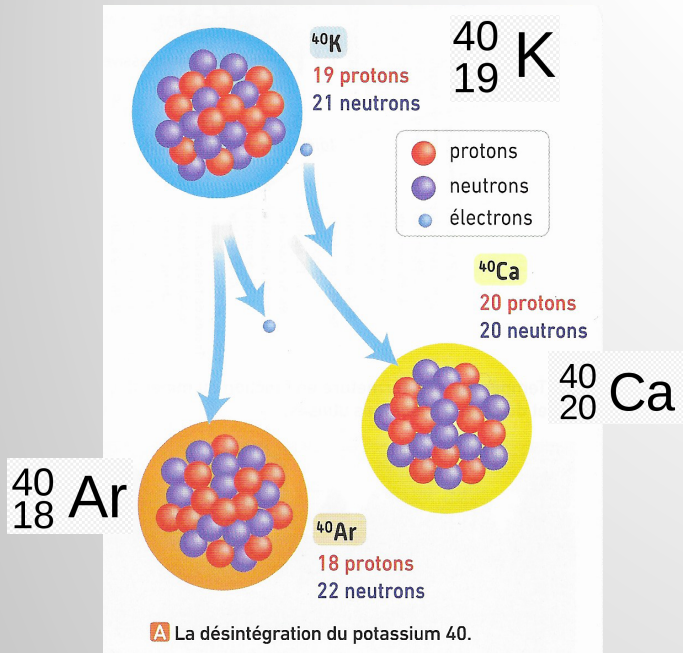
2) Le radiochronomètre potassium/argon

En 2003, des empreintes de pas humains dans des cendres volcaniques cimentées ont été découvertes en Italie. La datation de ces cendres révèle que ces traces sont parmi les plus anciennes connues au monde.



1 Empreintes de pas sur le flanc du volcan Roccamonfina (Italie). Trois pistes ont été fossilisées. La première forme un Z, probablement destinée à rendre la descente plus facile. La deuxième montre des empreintes de mains près de la piste, résultant vraisemblablement de glissements de l'individu. La troisième, rectiligne, indique une descente à pas constants et sans glissement. Les empreintes de pas mesurent environ 20 cm de longueur et 10 cm de largeur, ce qui permet d'estimer la taille des humains à 1,35 m. On peut penser qu'elles ont été laissées par des représentants de l'espèce *Homo heidelbergensis*.

➡ Comment le radiochronomètre K/Ar a-t-il permis de dater ces empreintes de pas ?

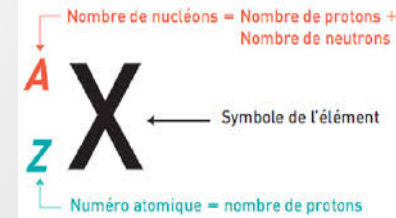


Le radiochronomètre potassium/argon

Le ^{40}K se désintègre en ^{40}Ar et ^{40}Ca

La constante de désintégration de K en Ar est :

$$\lambda = 5,81 \cdot 10^{-11} \text{ ans}^{-1}$$



On sait que : $^{40}\text{K}_t = ^{40}\text{K}_{t_0} \cdot (e^{-\lambda t})$ que l'on peut aussi écrire sous la forme

$$t = \frac{\ln\left(\frac{^{40}\text{K}_{t_0}}{^{40}\text{K}_t}\right)}{\lambda}$$

La quantité de $^{40}\text{K}_{t_0}$ est inconnue, mais elle peut être déduite de la mesure de $^{40}\text{Ar}_t$. En effet, l'argon est un gaz qui s'échappe du magma. Il ne sera piégé que lors de la cristallisation. On peut donc considérer que tout l'argon présent dans l'échantillon provient de la désintégration du potassium

On a donc : $^{40}\text{K}_{t_0} = ^{40}\text{K}_t + ^{40}\text{Ar}_t$

On obtient alors :

$$t = \frac{\ln\left(1 + \frac{^{40}\text{Ar}_t}{^{40}\text{K}_t}\right)}{\lambda}$$

Cette méthode est valable :

- si l'échantillon était dépourvu d' ^{40}Ar au moment de la fermeture du système
- Si l'échantillon a évolué en système clos sans perte d' ^{40}Ar

Age des cendres volcaniques cimentées avec la **méthode K/Ar** :

$$t = \ln (4,95 \cdot 10^{-12} / 2,22 \cdot 10^{-7} + 1) / 5,81 \cdot 10^{-11}$$

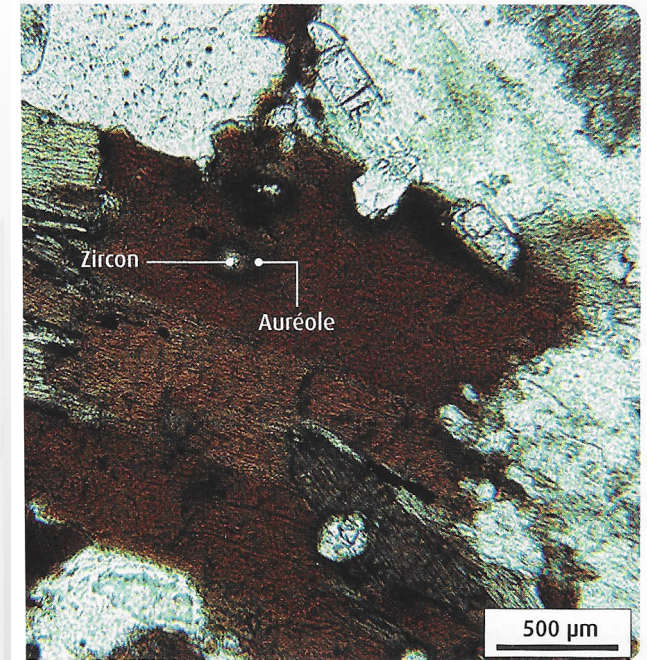
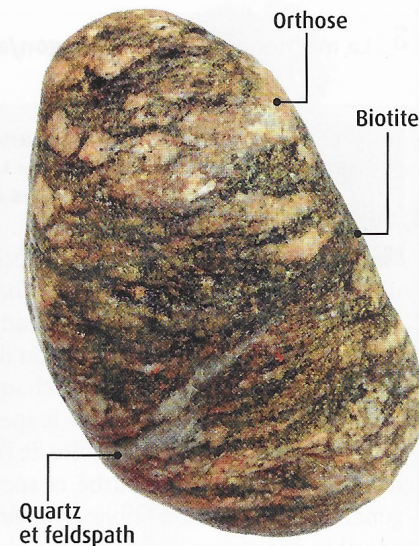
$$t = 383\,770 \text{ ans}$$

3) Le radiochronomètre uranium/plomb

Dater des roches formées il y a plusieurs milliards d'années, qui ont subi des déformations ou un métamorphisme importants, nécessite de travailler sur des minéraux très résistants. Le zircon est un bon candidat. Il contient de l'uranium radioactif, qui se désintègre en plomb.



1 Anse de Culeron (Manche) et gros plan sur un gneiss à l'affleurement. Ce gneiss provient de la transformation d'un granite par métamorphisme. Il fait partie des roches les plus vieilles de France. Les gros cristaux roses sont des feldspaths potassiques (ou orthose). Entre ces cristaux, on observe des alternances de minces lits clairs (contenant quartz et feldspaths) et de lits sombres de biotite.



2 Observation au microscope polarisant d'une biotite du gneiss (lumière polarisée non analysée). Cette biotite contient plusieurs cristaux de zircon entourés d'une auréole sombre. Celle-ci est résulte de la désintégration radioactive de l'uranium, contenu dans le zircon.

➡ Comment le radiochronomètre U/Pb a-t-il permis de dater la limite le gneiss de l'Anse de Culeron ?

Méthode de datation U/Pb

Le **zircon** est un minéral très résistant qui contient de **l'uranium** radioactif majoritairement sous forme de deux isotopes : ^{238}U et ^{235}U .

^{238}U se désintègre en ^{206}Pb

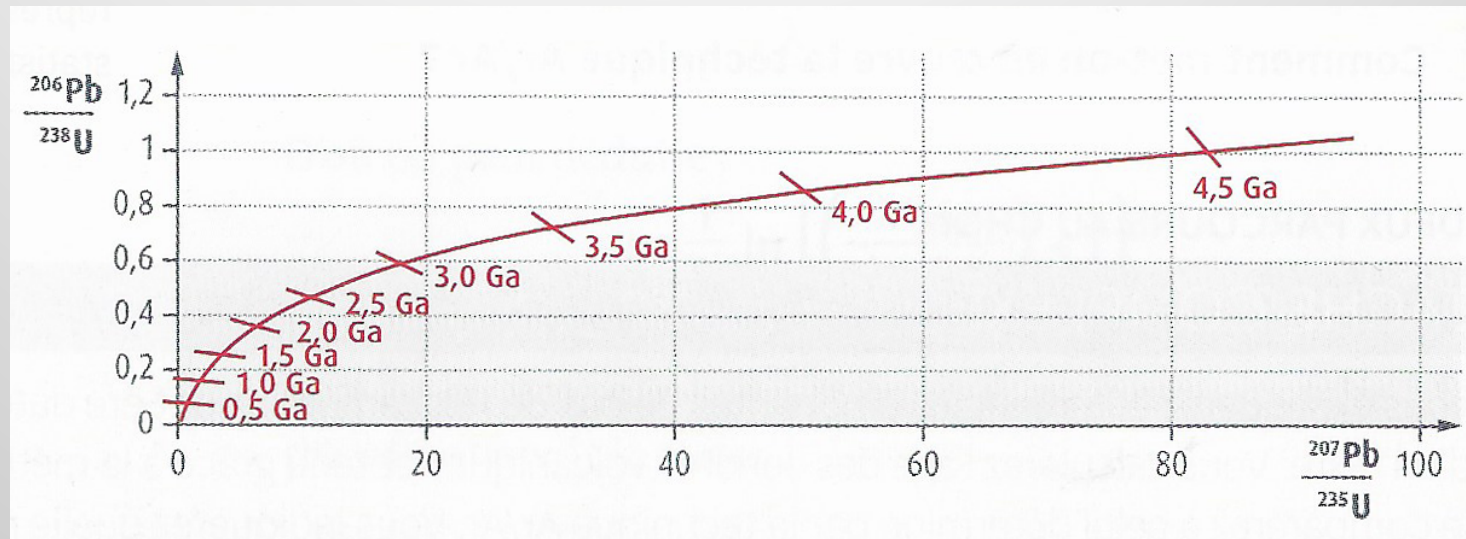
^{235}U se désintègre en ^{207}Pb

Les valeurs λ sont différentes pour ces deux désintégrations.

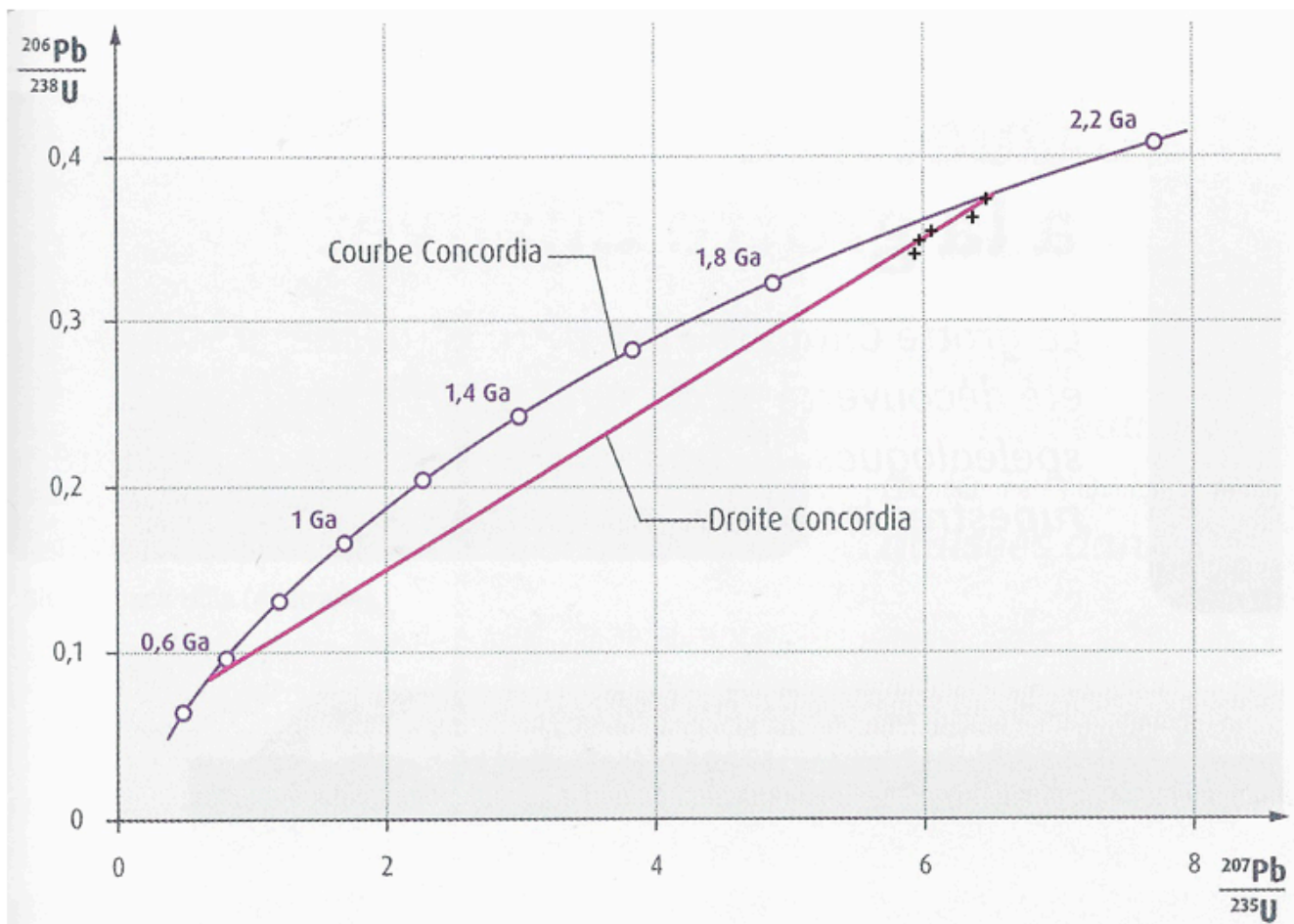
Le plomb ne peut intégrer le réseau cristallin du zircon : il provient donc uniquement de la désintégration de l'uranium.

On utilise donc les deux rapports isotopiques $^{238}\text{U} / ^{206}\text{Pb}$ et $^{235}\text{U} / ^{207}\text{Pb}$ pour dater une formation rocheuse.

Toutes les combinaisons de ces rapports sont situées sur une courbe nommée **Concordia** qui indique l'âge correspondant.



Courbes Concordia et Discordia



Datation des gneiss de l'Anse du Culeron. Les mesures des rapports $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$ et $^{235}\text{U}/^{207}\text{Pb}$ dans les zircons du gneiss ne sont pas regroupées en un point sur la Concordia mais s'alignent sur une droite, nommée « Discordia ». Celle-ci recoupe la Concordia en deux points, nommés intercepts. L'intercept supérieur est donné par les zircons non perturbés. Il indique la durée écoulée depuis la première fermeture du système, correspondant à l'âge de cristallisation de la roche initiale. L'intercept inférieur est donné par les zircons qui se sont réouverts. Cet intercept indique donc le temps écoulé depuis la fermeture consécutive à la ré-ouverture des zircons, donc l'âge de perturbation, due à un métamorphisme par exemple.

Question : Dater la formation du gneiss de l'Anse du Culeron : Pour cela déterminez l'âge du granite initial puis sa transformation par métamorphisme en gneiss.

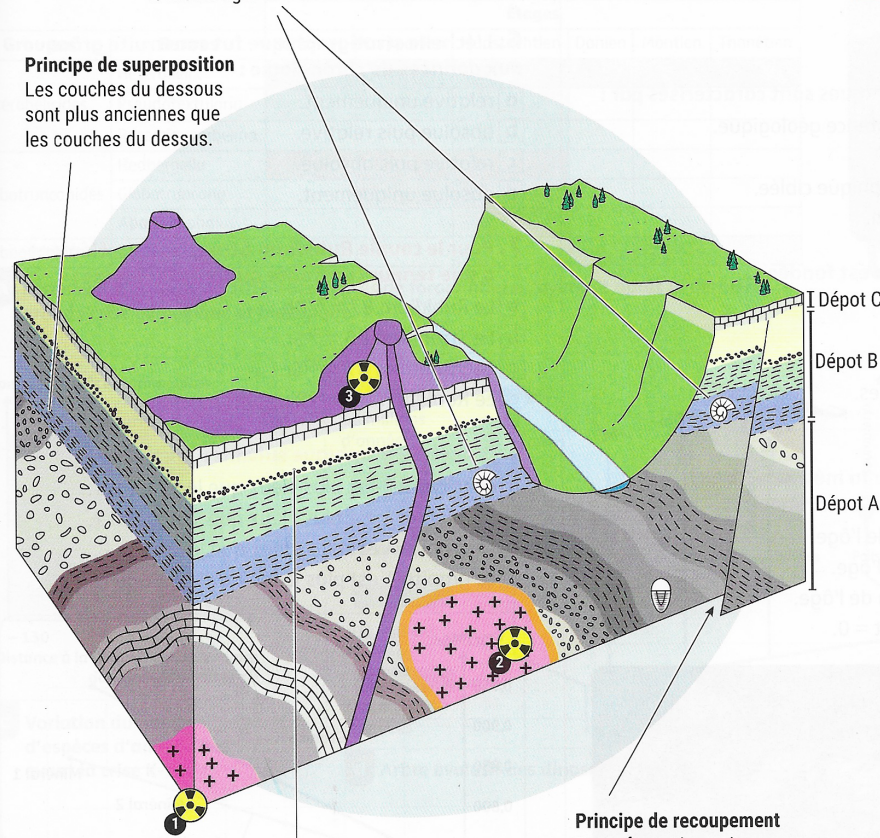
Schéma Bilan : les méthodes de datation des roches

Principe d'identité paléontologique

Les strates contenant les mêmes fossiles stratigraphiques ont le même âge.

Principe de superposition

Les couches du dessous sont plus anciennes que les couches du dessus.



Principe d'inclusion
Toute roche ou minéral inclus dans un autre est plus ancien que celui-ci.

Principe de recoupement
Toute formation qui en recoupe une autre est considérée comme plus récente

CHRONOLOGIE

ABSOLUE

RELATIVE

Paléontologie (fossiles)



- 3 000 ans

3

Volcanisme
Dépot C

Faille



Ammonite

Dépot B



- 280 Ma

2

Pluton granitique



Plissement



Trilobite

Dépot A



- 550 Ma

1

Socle granitique