

# Exercices sur la datation absolue

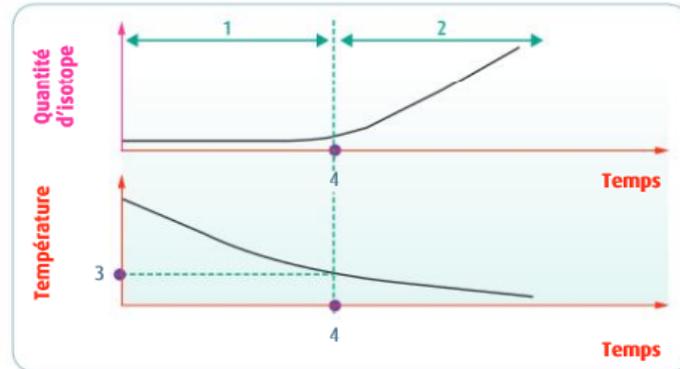
# Exercice 2

Pour chaque proposition, identifiez la bonne réponse.

1. La période d'un isotope radioactif est :

- a. la vitesse à laquelle un isotope se désintègre en isotopes fils.
- b. la période au bout de laquelle la moitié des isotopes pères s'est désintégrée.
- c. la période au bout de laquelle la moitié des isotopes fils a disparu.

2. D'après le document ci-dessous, la quantité d'isotope mesurée correspond à :



- a. l'isotope père radioactif.
- b. l'isotope fils radiogénique.
- c. l'isotope père ou fils, tout dépend du couple considéré.

3. Dans le document ci-dessus, les numéros correspondent à :

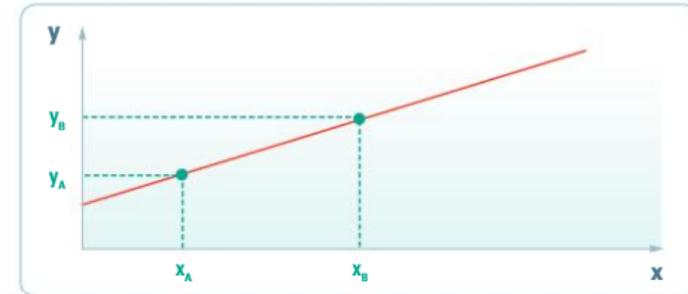
- a. (1) = système fermé, (2) = système ouvert, (3) = température de fermeture, (4) = âge calculé.
- b. (1) = système fermé, (2) = système ouvert, (3) = température de métamorphisme, (4) = âge du métamorphisme.
- c. (1) = système ouvert, (2) = système fermé, (3) = température de fermeture, (4) = âge calculé par radiochronologie.

4. Sur la courbe ci-contre (voir question 8), l'isochrone 1 a un coefficient directeur :

- a. plus élevé que l'isochrone 2, la roche de l'isochrone 1 est donc plus âgée.
- b. plus faible que l'isochrone 2, la roche de l'isochrone 1 est donc plus jeune.

c. plus élevé que l'isochrone 2, la roche de l'isochrone 1 est donc plus jeune.

5. Pour calculer le coefficient directeur de la droite ci-dessous, il faut effectuer le calcul suivant :



- a.  $(x_A - y_A) / (x_B - y_B)$
- b.  $(x_A - x_B) / (y_B - y_A)$
- c.  $(y_B - y_A) / (x_B - x_A)$

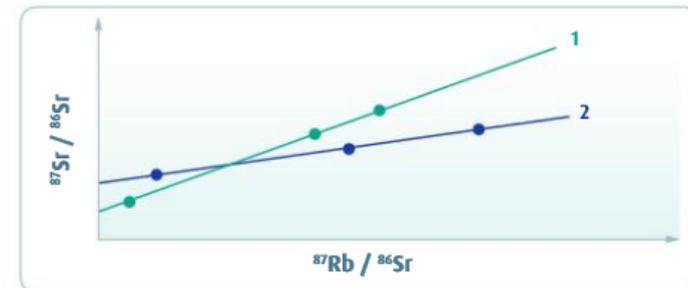
6. Pour dater une roche magmatique du Cambrien, on utilisera :

- a. le carbone 14.
- b. le radiochronomètre rubidium/strontium.
- c. aucun des deux, la roche est trop âgée.

7. La radiochronologie :

- a. permet de définir les étages.
- b. permet notamment d'attribuer des âges aux limites d'intervalles de l'échelle stratigraphique.
- c. a rendu la datation relative obsolète.

8. Les deux droites isochrones ci-dessous ont été obtenues en analysant :



- a. six échantillons d'une roche.
- b. six roches différentes.
- c. trois échantillons de deux roches.

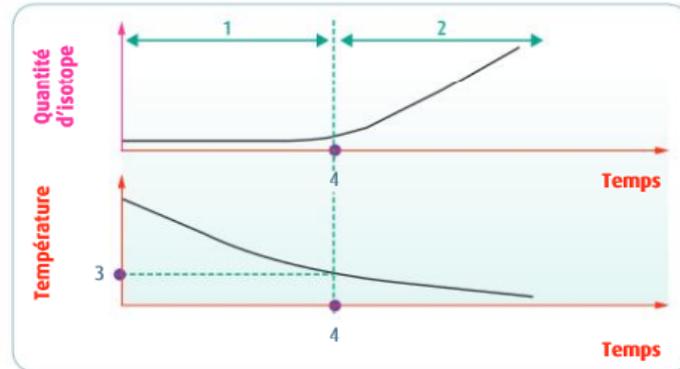
# Exercice 2

Pour chaque proposition, identifiez la bonne réponse.

1. La période d'un isotope radioactif est :

- a. la vitesse à laquelle un isotope se désintègre en isotopes fils.
- b. la période au bout de laquelle la moitié des isotopes pères s'est désintégrée.**
- c. la période au bout de laquelle la moitié des isotopes fils a disparu.

2. D'après le document ci-dessous, la quantité d'isotope mesurée correspond à :



- a. l'isotope père radioactif.
- b. l'isotope fils radiogénique.**
- c. l'isotope père ou fils, tout dépend du couple considéré.

3. Dans le document ci-dessus, les numéros correspondent à :

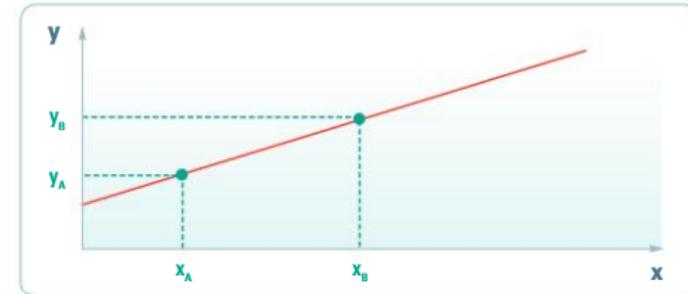
- a. (1) = système fermé, (2) = système ouvert, (3) = température de fermeture, (4) = âge calculé.
- b. (1) = système fermé, (2) = système ouvert, (3) = température de métamorphisme, (4) = âge du métamorphisme.
- c. (1) = système ouvert, (2) = système fermé, (3) = température de fermeture, (4) = âge calculé par radiochronologie.**

4. Sur la courbe ci-contre (voir question 8), l'isochrone 1 a un coefficient directeur :

- a. plus élevé que l'isochrone 2, la roche de l'isochrone 1 est donc plus âgée.**
- b. plus faible que l'isochrone 2, la roche de l'isochrone 1 est donc plus jeune.

c. plus élevé que l'isochrone 2, la roche de l'isochrone 1 est donc plus jeune.

5. Pour calculer le coefficient directeur de la droite ci-dessous, il faut effectuer le calcul suivant :



- a.  $(x_A - y_A) / (x_B - y_B)$
- b.  $(x_A - x_B) / (y_B - y_A)$
- c.  $(y_B - y_A) / (x_B - x_A)$**

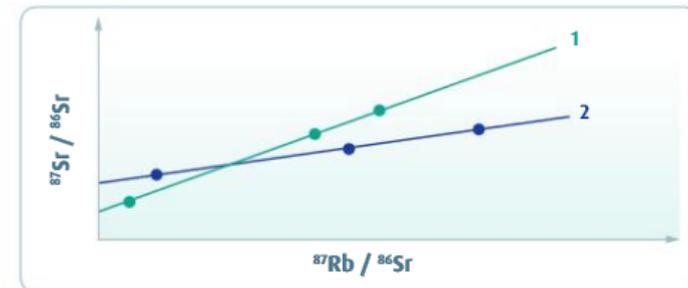
6. Pour dater une roche magmatique du Cambrien, on utilisera :

- a. le carbone 14.
- b. le radiochronomètre rubidium/strontium.**
- c. aucun des deux, la roche est trop âgée.

7. La radiochronologie :

- a. permet de définir les étages
- b. permet notamment d'attribuer des âges aux limites d'intervalles de l'échelle stratigraphique.**
- c. a rendu la datation relative obsolète.

8. Les deux droites isochrones ci-dessous ont été obtenues en analysant :



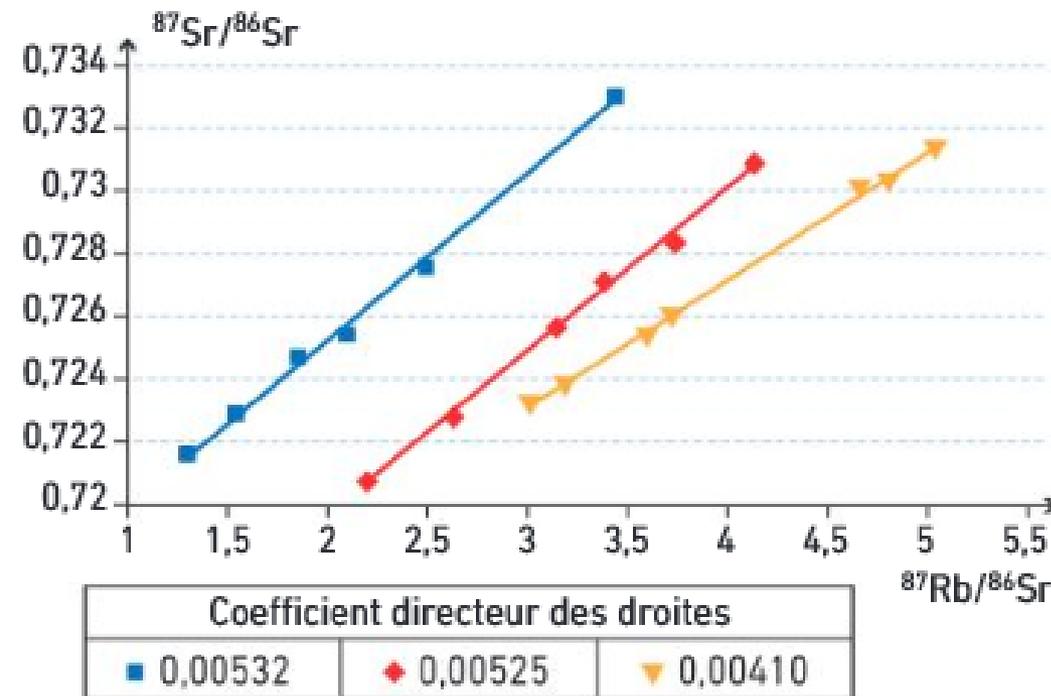
- a. six échantillons d'une roche.
- b. six roches différentes.
- c. trois échantillons de deux roches.**

### Exercice 3

Des géologues ont daté trois granites par radiochronologie (principe de la droite isochrone, basée sur la méthode rubidium-strontium). Le graphique obtenu est présenté ci-dessous.

Détermination de  $t$  (âge de la roche) :

$t = \ln(a + 1) / \lambda$ , où  $a$  est le coefficient directeur de la droite isochrone et  $\lambda$  la constante de désintégration du rubidium, soit  $1,42 \cdot 10^{-11} \text{ an}^{-1}$ . On considère que les résultats obtenus ont une précision de  $\pm 10 \text{ Ma}$ .



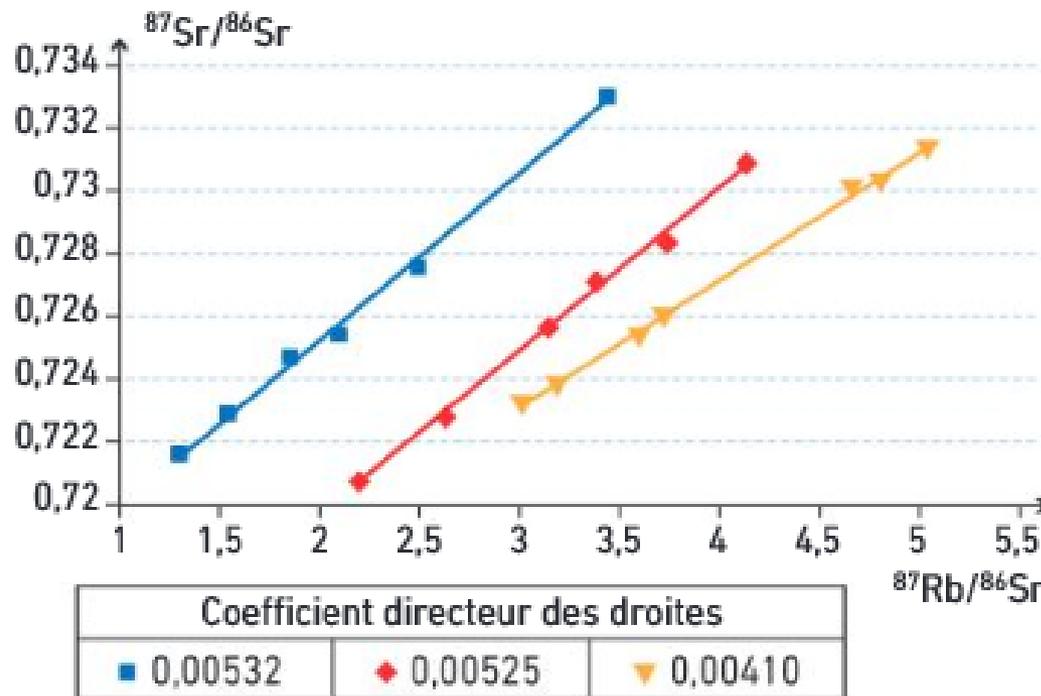
Que peut-on déduire de l'étude du graphique ? Calculez l'âge absolu de chaque échantillon. Conclure.

## Exercice 3

Des géologues ont daté trois granites par radiochronologie (principe de la droite isochrone, basée sur la méthode rubidium-strontium). Le graphique obtenu est présenté ci-dessous.

Détermination de  $t$  (âge de la roche) :

$t = \ln(a + 1) / \lambda$ , où  $a$  est le coefficient directeur de la droite isochrone et  $\lambda$  la constante de désintégration du rubidium, soit  $1,42 \cdot 10^{-11} \text{ an}^{-1}$ . On considère que les résultats obtenus ont une précision de +/- 10 Ma.



Que peut-on déduire de l'étude du graphique ? Calculez l'âge absolu de chaque échantillon. Conclure.

$$t = \frac{\ln(a+1)}{\lambda}$$

**a = coefficient directeur**  
**= pente de la droite**

$$t_1 = \ln(0.00532+1) / \lambda$$

$$t_1 = 373\,654\,844$$

**Le granite 1 a 373 Ma +/- 10Ma**  
(entre 363 et 383 Ma)

$$t_2 = \ln(0.00525+1) / \lambda$$

$$t_2 = 368\,751\,183$$

**Le granite 2 a 368 Ma +/- 10Ma**  
(entre 368 et 388 Ma)

$$t_3 = \ln(0.00410+1) / \lambda$$

$$t_3 = 288\,142\,106$$

**Le granite 3 a 288 Ma +/- 10Ma**  
(entre 278 et 288 Ma)

-> Les granites 3 est plus jeune que les granites 1 et 2

-> Les granites 1 et 2 ont un âge proche (mais on ne peut pas dire qui est le plus vieux !)

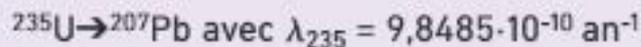
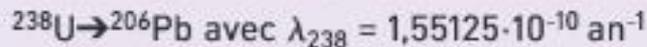
## Exercice 4

### La datation des zircons de Jack Hills

La région de Jack Hills, en Australie, est constituée de roches métamorphiques qui renferment des cristaux de zircon ( $\text{ZrSiO}_4$ ). Particulièrement résistants à l'altération, les zircons traversent les périodes géologiques sans grande modification chimique. Ce sont les plus vieux minéraux connus sur Terre. Ils ont aussi l'avantage d'être riches en uranium, ce qui permet de les dater précisément.

■ À l'aide de l'exploitation rigoureuse des documents et de leur mise en relation, déterminez l'âge des zircons de la région de Jack Hills et expliquez les résultats obtenus.

La méthode uranium-plomb repose sur l'existence de plusieurs séries de désintégrations, chacune permettant d'établir des équations selon la loi de désintégration radioactive :



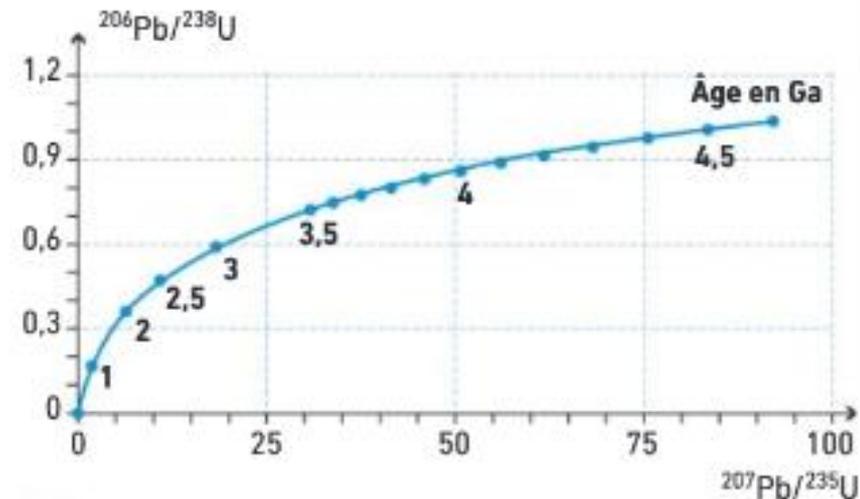
En conjuguant les équations obtenues, on trace le « diagramme concordia ». C'est une courbe qui reflète l'évolution des rapports ( $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ ) en fonction de ( $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ ) au cours du temps. Elle ne se présente pas sous la forme d'une droite, car les constantes de désintégration des deux couples sont différentes. Si les mesures des rapports isotopiques des échantillons se situent sur cette courbe, cela indique leur âge (en Ga =  $10^9$  ans). Si des points s'écartent de la courbe, cela signifie que les échantillons ne sont pas restés fermés et que les isotopes ont pu diffuser en dehors de leurs minéraux d'origine.

■ La méthode uranium-plomb.

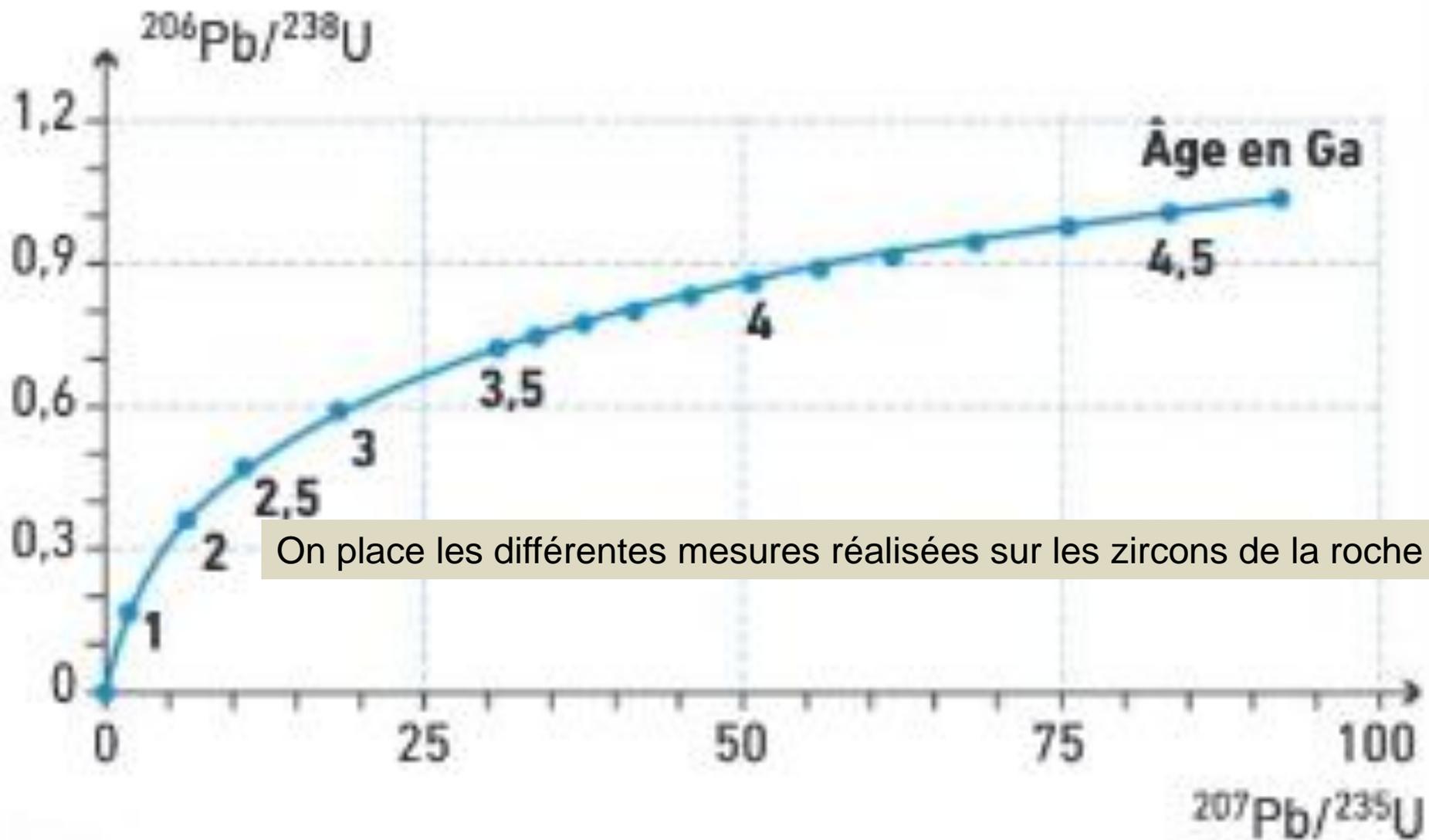
	Zircon 1	Zircon 2	Zircon 3	Zircon 4	Zircon 5	Zircon 6
$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	71,9	68,6	74,6	58,8	69,5	67,2
$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	0,965	0,929	0,968	0,797	0,928	0,897



■ Cristal de zircon.

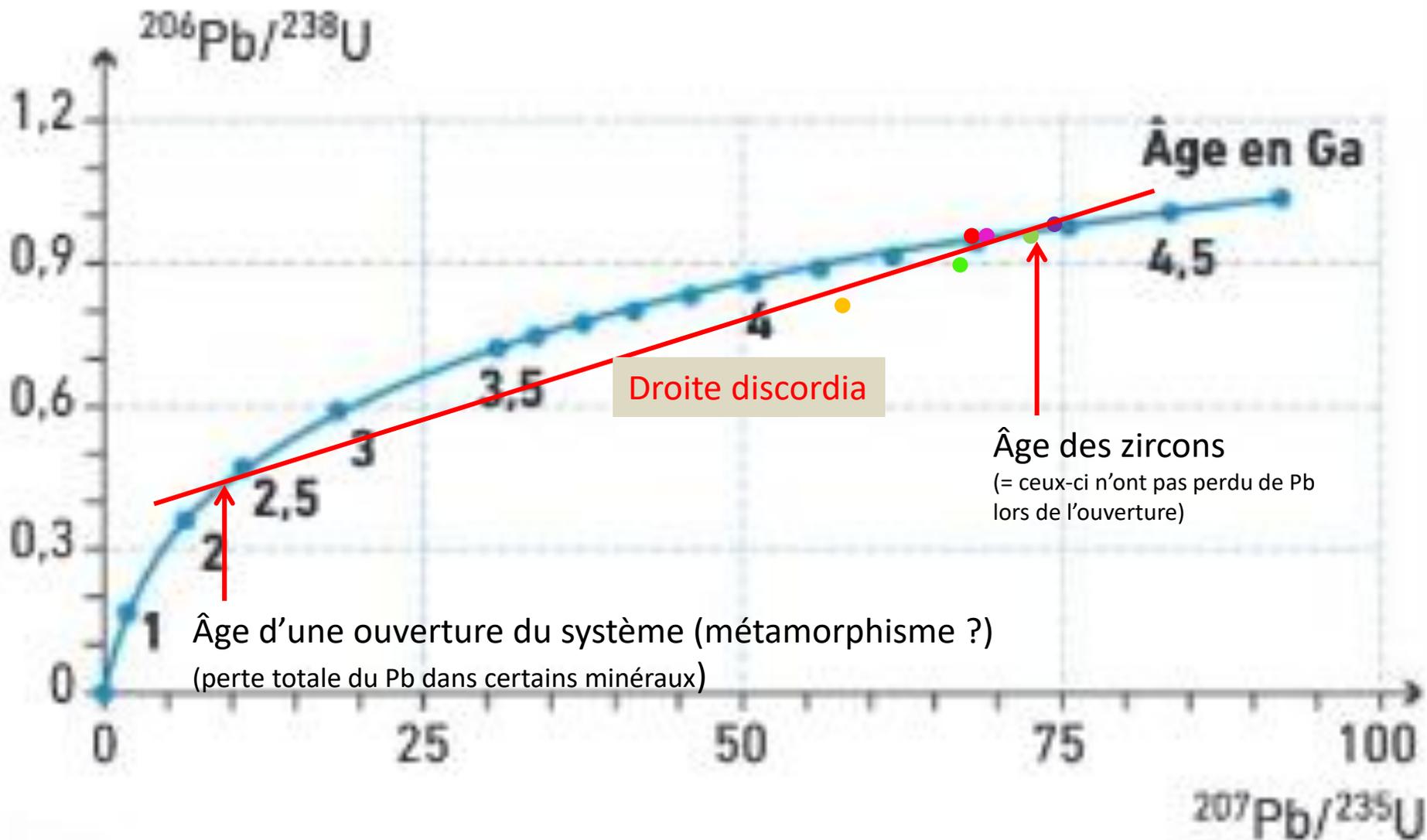


■ Le diagramme concordia.



On place les différentes mesures réalisées sur les zircons de la roche

	● Zircon 1	● Zircon 2	● Zircon 3	● Zircon 4	● Zircon 5	● Zircon 6
$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	71,9	68,6	74,6	58,8	69,5	67,2
$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	0,965	0,929	0,968	0,797	0,928	0,897



	● Zircon 1	● Zircon 2	● Zircon 3	● Zircon 4	● Zircon 5	● Zircon 6
$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	71,9	68,6	74,6	58,8	69,5	67,2
$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	0,965	0,929	0,968	0,797	0,928	0,897

## Exercice 5

*Orrorin tugenensis* est une espèce d'hominidé\* découverte dans le bassin de Lukeino, au Kenya (A). Cette formation géologique est essentiellement constituée de sédiments lacustres\* et fluviaux entrecoupés de filons de roches magmatiques (B). Le principal site de fouilles, situé à Kapsomin, a livré la plupart des fossiles d'*Orrorin* (C).

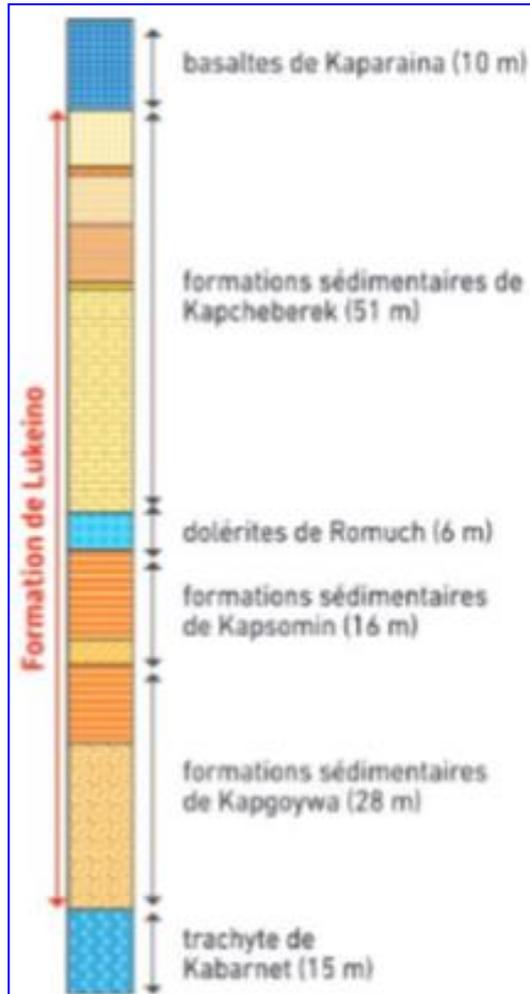
Aucune datation directe des fossiles d'*Orrorin* n'a pu être effectuée. En revanche, les paléontologues ont réalisé des mesures sur les roches volcaniques situées en dessous et au-dessus de la formation de Kapsomin (D).

Échantillon	Formation	Type de roche volcanique	Matériau analysé	Quantité de $^{40}\text{K}$ en $\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$	Quantité de $^{40}\text{Ar}$ en $\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$
LK34Gm	Kaparaina	trachybasalte	pâte volcanique	$4,055\cdot 10^{-8}$	$1,299\cdot 10^{-11}$
LK30Gm	Romuch	basalte	pâte volcanique	$3,063\cdot 10^{-8}$	$1,039\cdot 10^{-11}$
LK33AF	Kapcheberek	trachyte	feldspath	$1,680\cdot 10^{-7}$	$5,583\cdot 10^{-11}$
LK32Gm	Kapcheberek (partie inférieure)	trachybasalte	pâte volcanique	$4,639\cdot 10^{-8}$	$1,523\cdot 10^{-11}$
TG-KB02AF	Kabarnet	trachyte	feldspath	$1,552\cdot 10^{-7}$	$5,623\cdot 10^{-11}$

D Caractéristiques des échantillons analysés et résultats des dosages au spectromètre de masse.

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

$\lambda$  est la constante de désintégration du  $^{40}\text{K}$  et vaut  $5,81\cdot 10^{-11}\text{an}^{-1}$ .



B Colonne stratigraphique des formations de Lukeino.

## Exercice 5

*Orrorin tugenensis* est une espèce d'hominidé\* découverte dans le bassin de Lukeino, au Kenya (A). Cette formation géologique est essentiellement constituée de sédiments lacustres\* et fluviaux entrecoupés de filons de roches magmatiques (B). Le principal site de fouilles, situé à Kapsomin, a livré la plupart des fossiles d'*Orrorin* (C).

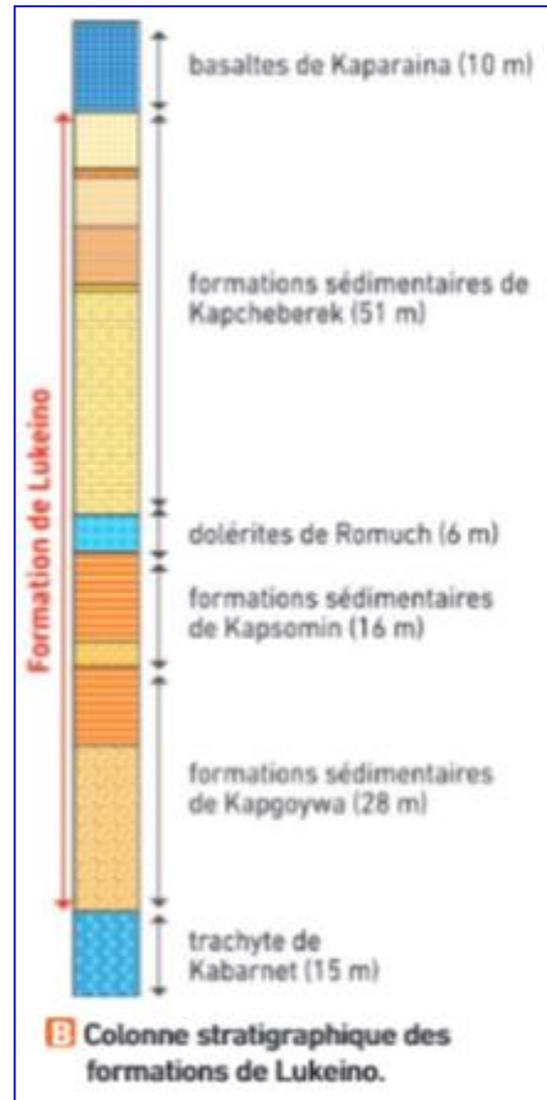
Aucune datation directe des fossiles d'*Orrorin* n'a pu être effectuée. En revanche, les paléontologues ont réalisé des mesures sur les roches volcaniques situées en dessous et au-dessus de la formation de Kapsomin (D).

Échantillon	Formation	Type de roche volcanique	Matériau analysé	Quantité de $^{40}\text{K}$ en mol·g $^{-1}$	Quantité de $^{40}\text{Ar}$ en mol·g $^{-1}$
LK34Gm	Kaparaina	trachybasalte	pâte volcanique	$4,055 \cdot 10^{-8}$	$1,299 \cdot 10^{-11}$
LK30Gm	Romuch	basalte	pâte volcanique	$3,063 \cdot 10^{-8}$	$1,039 \cdot 10^{-11}$
LK33AF	Kapcheberek	trachyte	feldspath	$1,680 \cdot 10^{-7}$	$5,583 \cdot 10^{-11}$
LK32Gm	Kapcheberek (partie inférieure)	trachybasalte	pâte volcanique	$4,639 \cdot 10^{-8}$	$1,523 \cdot 10^{-11}$
TG-KB02AF	Kabarnet	trachyte	feldspath	$1,552 \cdot 10^{-7}$	$5,623 \cdot 10^{-11}$

D Caractéristiques des échantillons analysés et résultats des dosages au spectromètre de masse.

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

$\lambda$  est la constante de désintégration du  $^{40}\text{K}$  et vaut  $5,81 \cdot 10^{-11} \text{ an}^{-1}$ .



-> **Principe de superposition** : l'âge d'*Orrorin* est encadré par l'âge des roches qui l'entourent

-> on recherche l'encadrement le plus étroit pour avoir une datation la plus précise possible

# Exercice 5

*Orrorin tugenensis* est une espèce d'hominidé\* découverte dans le bassin de Lukeino, au Kenya (A). Cette formation géologique est essentiellement constituée de sédiments lacustres\* et fluviaux entrecoupés de filons de roches magmatiques (B). Le principal site de fouilles, situé à Kapsomin, a livré la plupart des fossiles d'*Orrorin* (C).

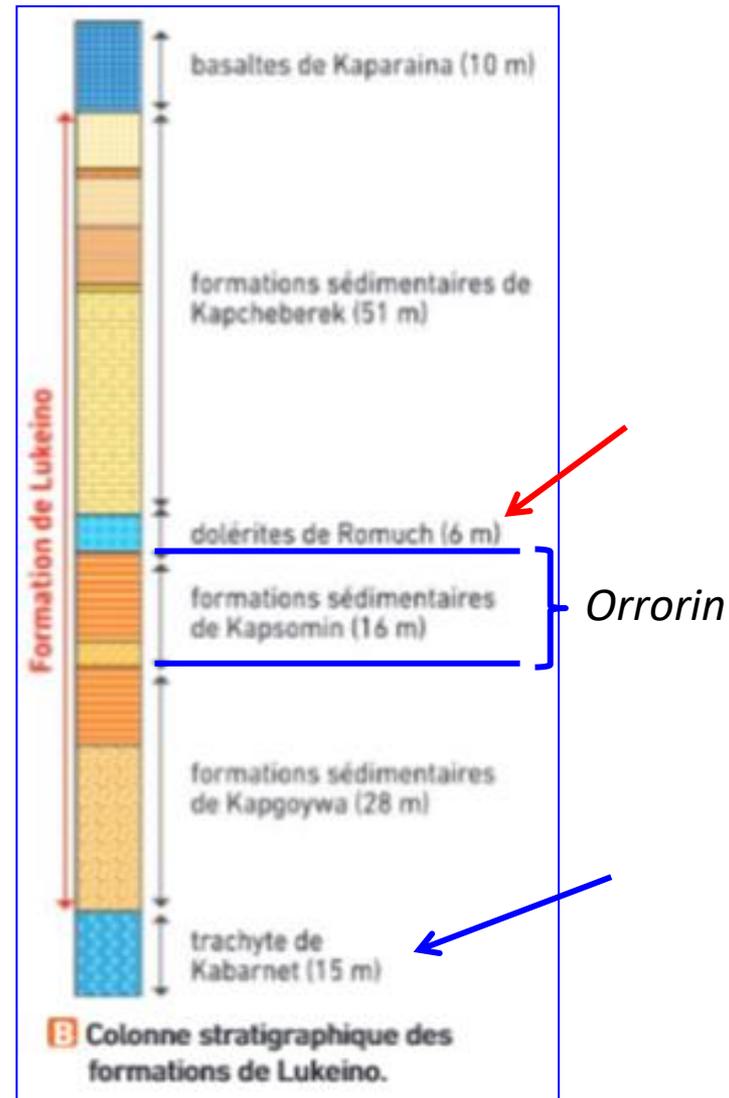
Aucune datation directe des fossiles d'*Orrorin* n'a pu être effectuée. En revanche, les paléontologues ont réalisé des mesures sur les roches volcaniques situées en dessous et au-dessus de la formation de Kapsomin (D).

Échantillon	Formation	Type de roche volcanique	Matériau analysé	Quantité de $^{40}\text{K}$ en $\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$	Quantité de $^{40}\text{Ar}$ en $\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$
LK34Gm	Kaparaina	trachybasalte	pâte volcanique	$4,055\cdot 10^{-8}$	$1,299\cdot 10^{-11}$
LK30Gm	Romuch	basalte	pâte volcanique	$3,063\cdot 10^{-8}$	$1,039\cdot 10^{-11}$
LK33AF	Kapcheberek	trachyte	feldspath	$1,680\cdot 10^{-7}$	$5,583\cdot 10^{-11}$
LK32Gm	Kapcheberek (partie inférieure)	trachybasalte	pâte volcanique	$4,639\cdot 10^{-8}$	$1,523\cdot 10^{-11}$
TG-KB02AF	Kabarnet	trachyte	feldspath	$1,552\cdot 10^{-7}$	$5,623\cdot 10^{-11}$

D Caractéristiques des échantillons analysés et résultats des dosages au spectromètre de masse.

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

$\lambda$  est la constante de désintégration du  $^{40}\text{K}$  et vaut  $5,81\cdot 10^{-11}\text{an}^{-1}$ .



# Exercice 5

*Orrorin tugenensis* est une espèce d'hominidé\* découverte dans le bassin de Lukeino, au Kenya (A). Cette formation géologique est essentiellement constituée de sédiments lacustres\* et fluviaux entrecoupés de filons de roches magmatiques (B). Le principal site de fouilles, situé à Kapsomin, a livré la plupart des fossiles d'*Orrorin* (C).

Aucune datation directe des fossiles d'*Orrorin* n'a pu être effectuée. En revanche, les paléontologues ont réalisé des mesures sur les roches volcaniques situées en dessous et au-dessus de la formation de Kapsomin (D).

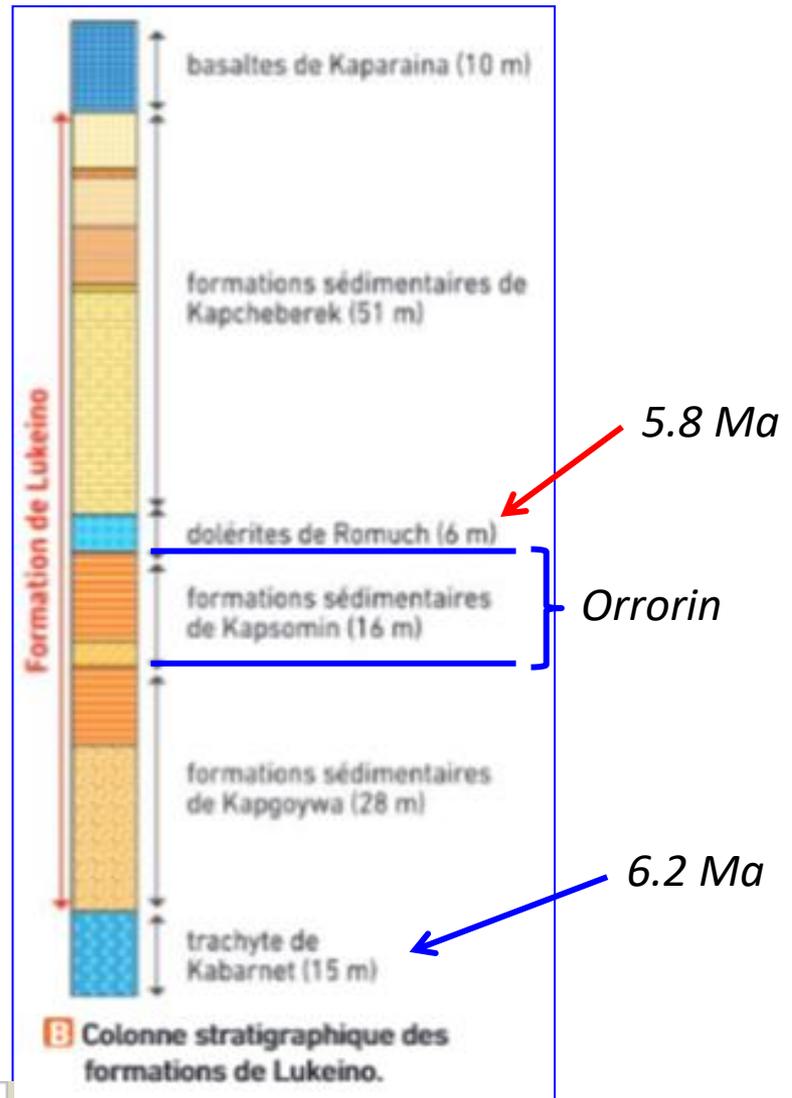
Échantillon	Formation	Type de roche volcanique	Matériau analysé	Quantité de $^{40}\text{K}$ en $\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$	Quantité de $^{40}\text{Ar}$ en $\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$
LK34Gm	Kaparaina	trachybasalte	pâte volcanique	$4,055\cdot 10^{-8}$	$1,299\cdot 10^{-11}$
LK30Gm	Romuch	basalte	pâte volcanique	$3,063\cdot 10^{-8}$	$1,039\cdot 10^{-11}$
LK33AF	Kapcheberek	trachyte	feldspath	$1,680\cdot 10^{-7}$	$5,583\cdot 10^{-11}$
LK32Gm	Kapcheberek (partie inférieure)	trachybasalte	pâte volcanique	$4,639\cdot 10^{-8}$	$1,523\cdot 10^{-11}$
TG-KB02AF	Kabarnet	trachyte	feldspath	$1,552\cdot 10^{-7}$	$5,623\cdot 10^{-11}$

D Caractéristiques des échantillons analysés et résultats des dosages au spectromètre de masse.

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

$\lambda$  est la constante de désintégration du  $^{40}\text{K}$  et vaut  $5,81\cdot 10^{-11}\text{an}^{-1}$ .

	K40	Ar40	rapport Ar/K	Age en Ma
LK34Gm	4,06E-008	1,30E-011	0,000320345	5512804,702
LK30Gm	3,06E-008	1,04E-011	0,00033921	5837390,813
LK33AF	1,68E-007	5,58E-011	0,000332321	5718867,849
LK32Gm	4,64E-008	1,52E-011	0,000328304	5649735,523
TGKB02AF	1,55E-007	5,62E-011	0,000362307	6234786,296



L'âge d'*Orrorin* est compris entre -6.2 et -5.8 Ma.

## EXERCICES

## BAC

## PRATIQUER UNE DÉMARCHE SCIENTIFIQUE

### 5 Exercice guidé Une histoire géologique normande

■ Située au sud de Caen, Condé-sur-Noireau est une zone marquée par de nombreuses modifications géologiques qui en font un terrain idéal pour les géologues débutants.

À partir des données croisées de chronologie relative et de datation absolue, établir une chronologie des événements géologiques ayant affecté la région de Condé-sur-Noireau.

Localisation de la commune de Condé-sur-Noireau.

a



Concrètement je vous demande de réaliser la chronologie relative des événements suivants, et de dater ceux que vous pouvez :

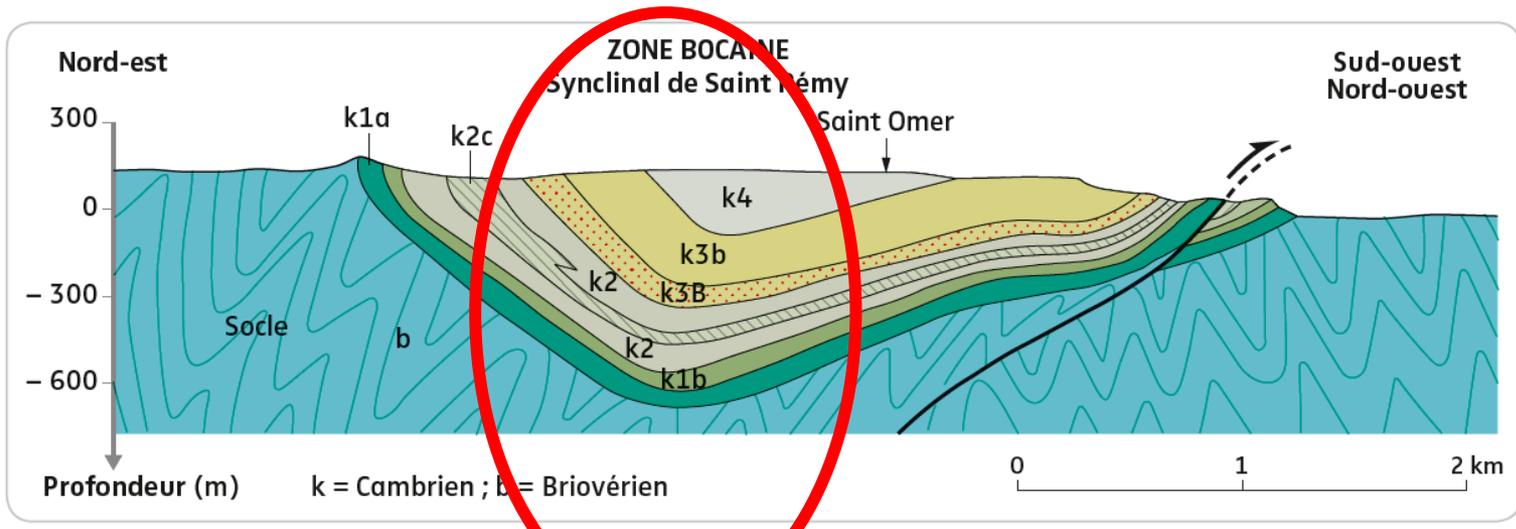
Dépôt de roches sédimentaires

Métamorphisme de contact

Mise en place d'un pluton

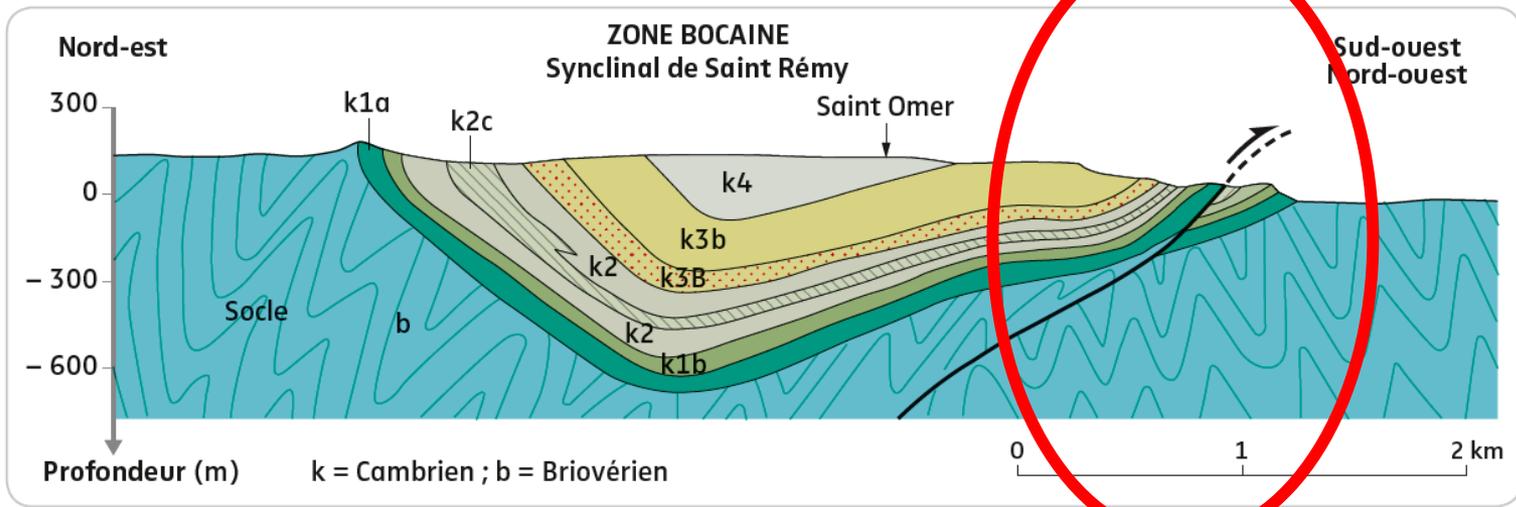
Pli

Faïlle



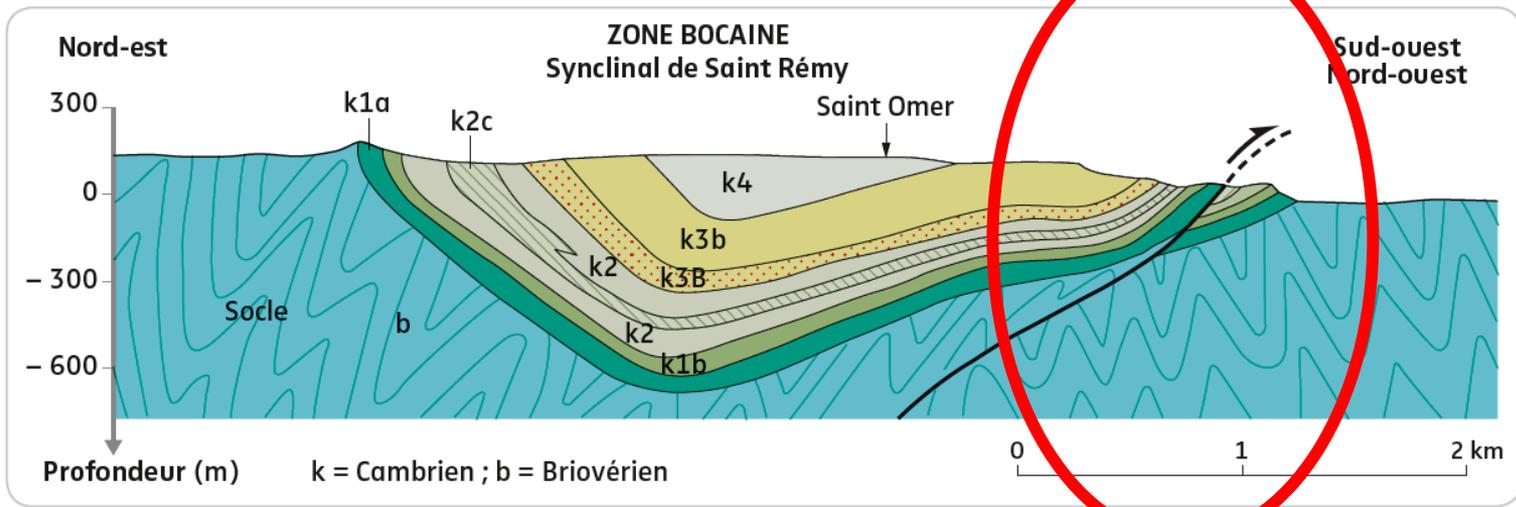
**C** Coupe de la zone A du nord de la carte. Le synclinal de St-Rémy est un pli constitué de roches sédimentaires qui reposent sur le socle. Le petit pli A' est constitué des mêmes strates sédimentaires non métamorphisées.

-> **principe de superposition** : - le socle est plus ancien que les roches sédimentaires  
 - ces roches se sont déposées dans l'ordre :  
 k1a – k1b – k2 – k3B – k3b – k4



**C** Coupe de la zone A du nord de la carte. Le synclinal de St-Rémy est un pli constitué de roches sédimentaires qui reposent sur le socle. Le petit pli A' est constitué des mêmes strates sédimentaires non métamorphisées.

- > **principe de recoupement (1)** :
- Le pli affecte toutes les roches sédimentaire; il est donc postérieur à leur dépôt



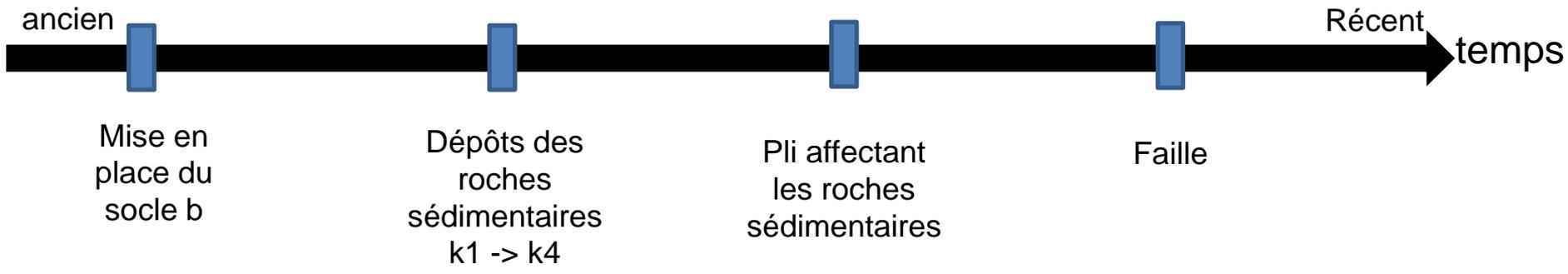
**c** Coupe de la zone A du nord de la carte. Le synclinal de St-Rémy est un pli constitué de roches sédimentaires qui reposent sur le socle. Le petit pli A' est constitué des mêmes strates sédimentaires non métamorphisées.

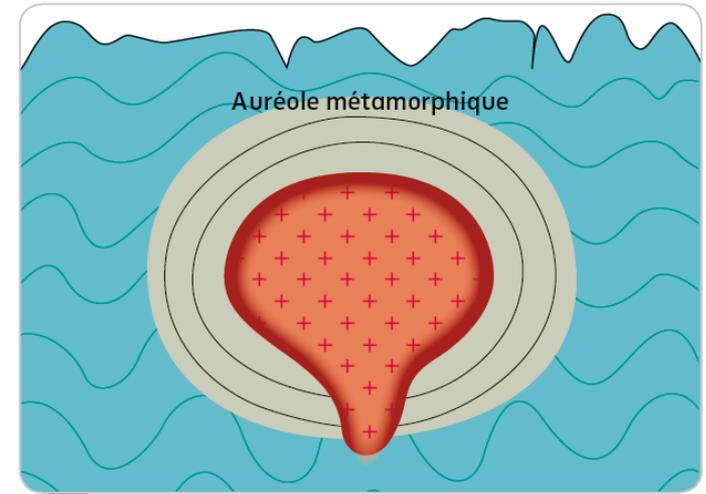
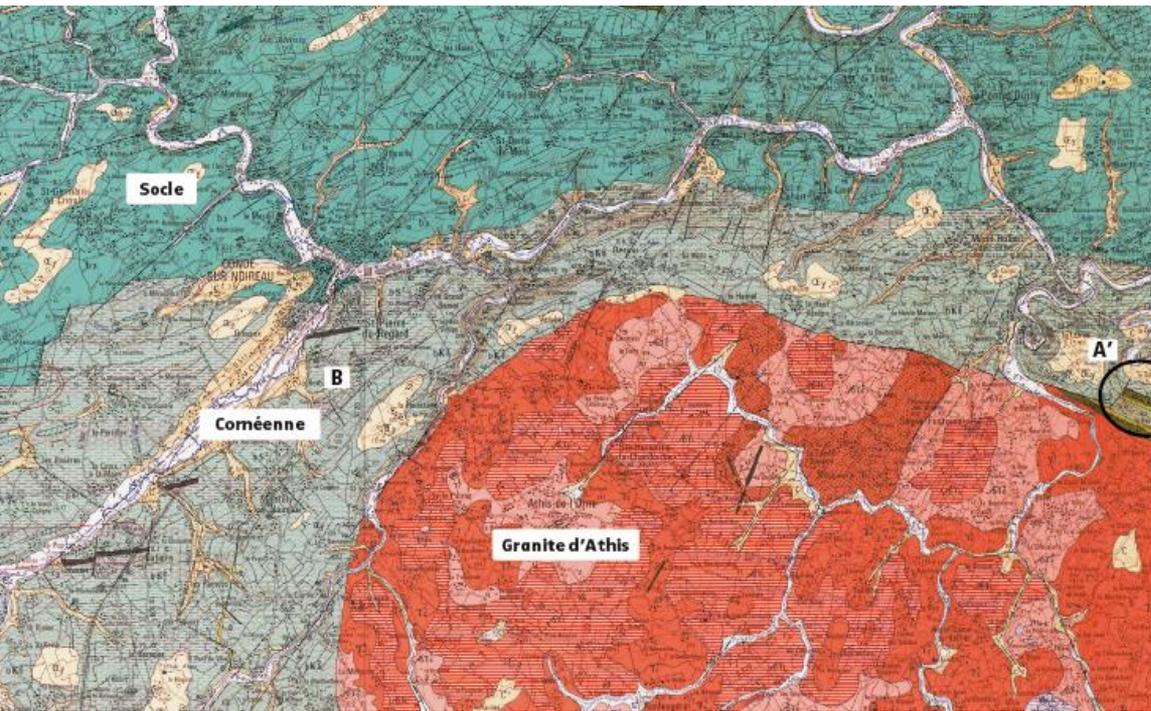
-> **principe de recoupement (1)** :

- Le pli affecte toutes les roches sédimentaire; il est donc postérieur à leur dépôt

-> **principe de recoupement (2)** :

- La faille affecte des roches sédimentaires plissées des 2 côtés; elle est donc postérieurs au pli

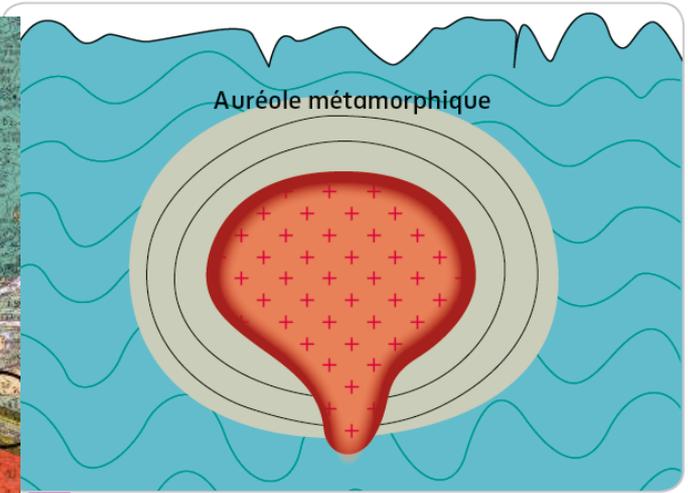
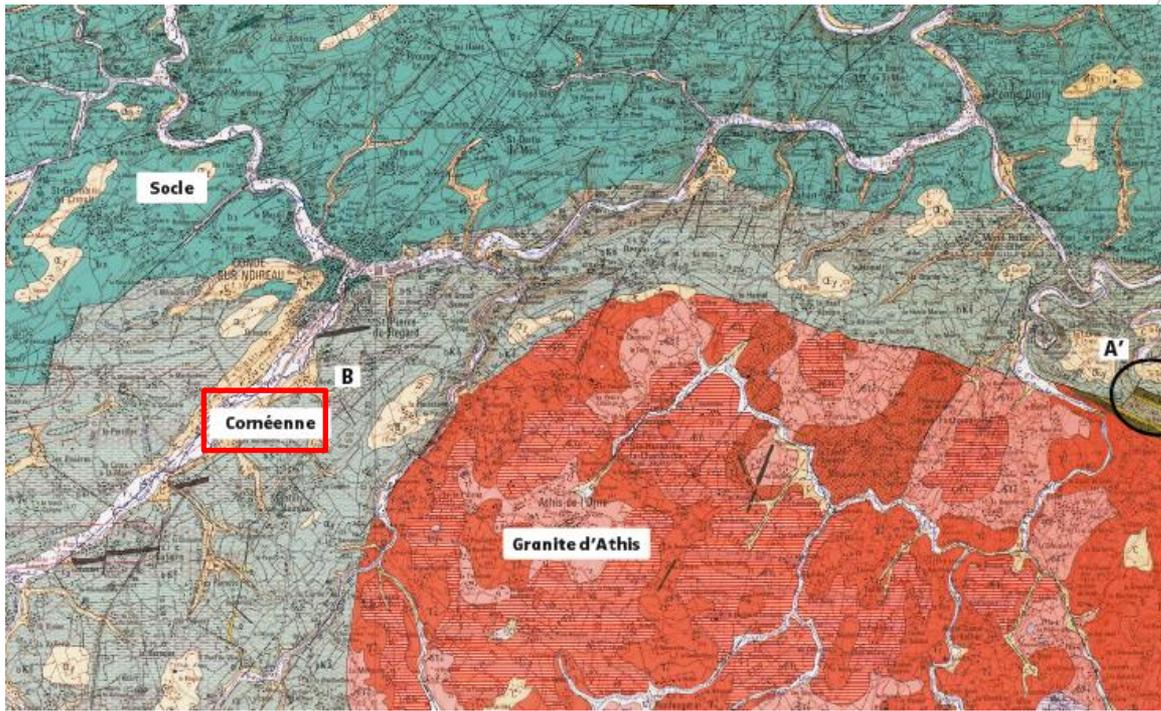




**e** Coupe schématique de la localisation des cornéennes autour d'un pluton magmatique. En rouge : magma refroidissant en remontant dans le socle.

-> **principe de recoupement** :

- Le pluton de granite est remonté dans le socle : **intrusion** dans le socle
- Le granite est postérieur au socle



**e** Coupe schématique de la localisation des cornéennes autour d'un pluton magmatique. En rouge : magma refroidissant en remontant dans le socle.



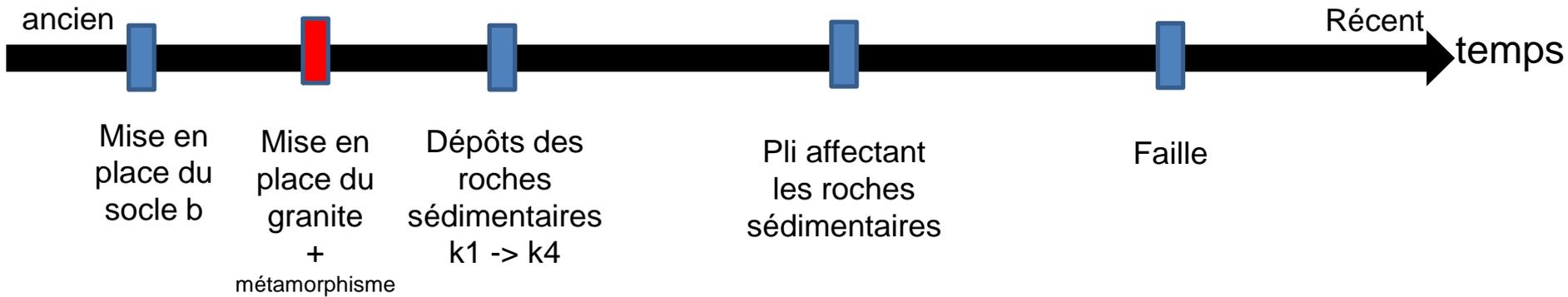
**d** Cornéenne (roche métamorphisée) située autour du granite d'Athis. Elle provient de la recrystallisation complète des roches du socle sous l'effet de la chaleur et correspond à la zone B.

-> le granite modifie les roches qui l'entourent par métamorphisme  
Le socle est modifié (transformation en cornéennes)

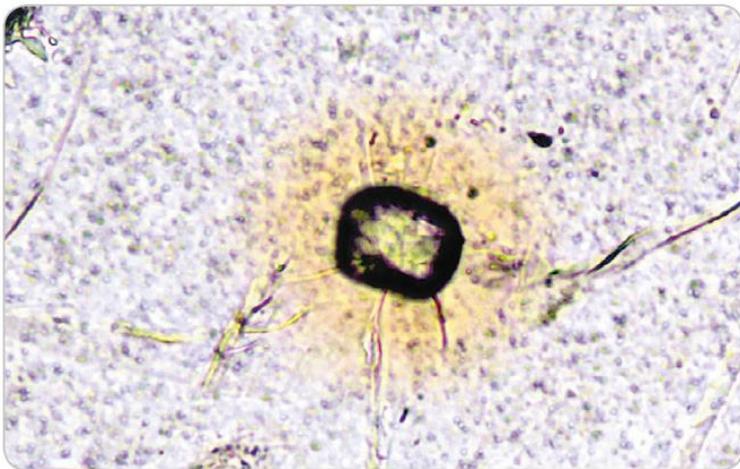


**Les roches sédimentaires au contact avec le granite n'ont pas subi de métamorphisme**

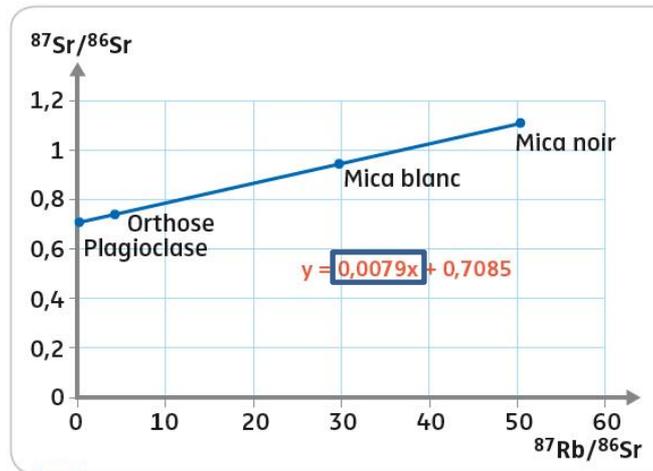
**-> elles ont donc été déposées après la mise en place du pluton de granite**



## Âge du granite



**f** Les zircons sont des minéraux riches en Rb dont la désintégration prend la forme d'une auréole (ici en jaune).



**g** Équivalence entre le coefficient directeur de l'isochrone et l'âge du zircon présent dans le granite d'Athis.

Valeur de ( $e^{\lambda t - 1}$ )	Âge en Ma
0,0020	140
0,0030	210
0,0040	280
0,0050	350
0,0060	420
0,0070	490
0,0080	560
0,0090	630
0,0100	700
0,0110	770
0,0120	840
0,0130	910

Remarque : au bac pas de calculatrice (mais en ECE oui)...

Grâce à l'exploitation de l'isochrone, j'en déduis que le granite à un âge compris entre 490 et 650 MA (un peu moins de 560 MA)

