

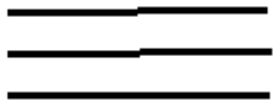
Datation relative

Exercice 1

Sur cette photographie (Cabo de São Vicente, sud du Portugal), les couches horizontales visibles sur la partie supérieure de l'affleurement sont des anciens sables déposés par un fleuve qui serpentait dans un paysage sans relief et transformés ensuite en grès rouges. Ces grès reposent sur un substratum constitué de schistes résultant du métamorphisme de sédiments marins, datant du Carbonifère.



Réalisez une série de schémas expliquant la succession des événements géologiques ayant abouti à cet affleurement tel qu'il se présente aujourd'hui.



Dépôt de sédiments marins qui seront ensuite métamorphisés en schistes

1



Plissement

2



Erosion

3



dépôt de sables et transformation en grès

4

Exercice 2

La carrière de Thouars est riche en ammonites, ce qui a permis de définir l'étage Toarcien. Le document répertorie l'extension des différentes espèces d'ammonites du genre *Hildoceras* dans les strates de cette carrière.

Dans deux sites éloignés de Thouars et éloignés l'un de l'autre, on a pu identifier :

- site A : *H. bifrons* et *H. lusitanicum* ;
- site B : *H. bifrons* et *H. angustisiphonatum*.



Horizons et subdivisions		HILDOCERAS	<i>H. caterinii</i>	<i>H. sublevisoni</i>	<i>H. tethysi</i>	<i>H. crassum</i>	<i>H. lusitanicum</i>	<i>H. apertum</i>	<i>H. bifrons</i>	<i>H. angustisiphonatum</i>	<i>H. semipolatum</i>
XIII	89										
	85										
XII	82										•
	79										•
XI	77										•
	75								•		
X	73								•		
	69								•		
	63								•		
	61								•		
IX	56							•			
VIII	56								•		
	49								•		
VII	48								•		
	45								•		
VI	45								•		
	43								•		

Le site A est daté de l'horizon IX, horizon 58 (59 ?)

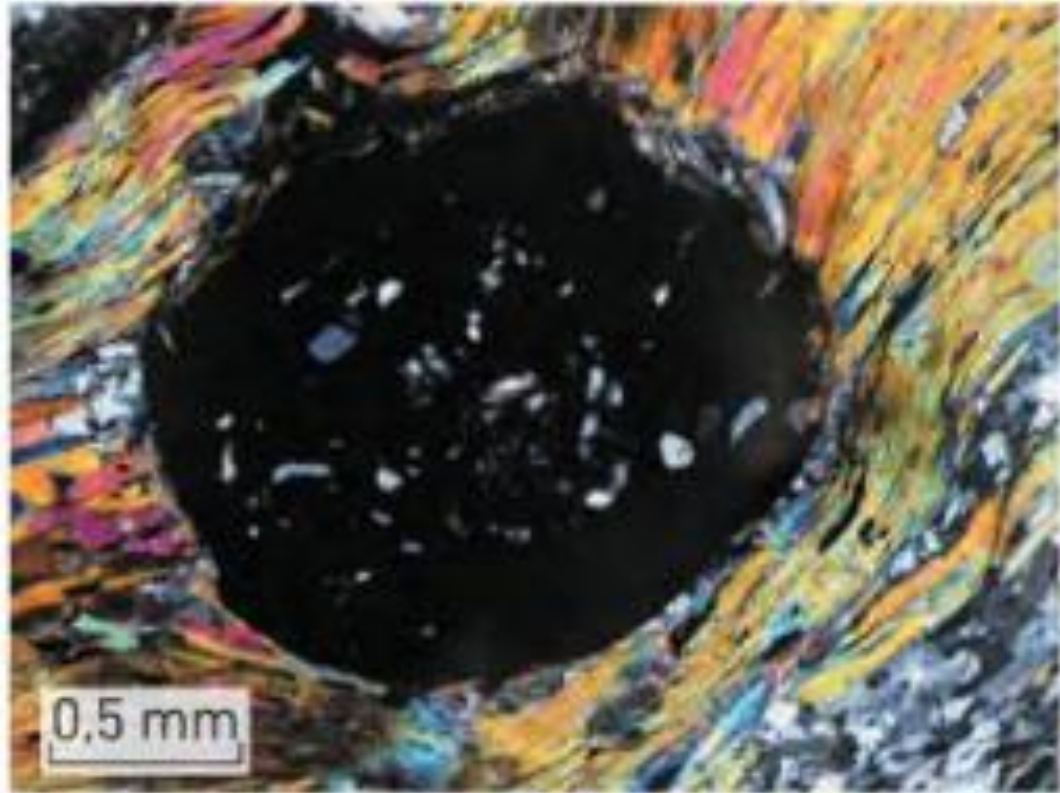
Le site B est daté de l'horizon X, horizon 66 à 69

Que peut-on en conclure ?

Exercice 3

La photographie ci-contre (observation au microscope en LPA) permet d'observer un cristal de grenat (en noir).

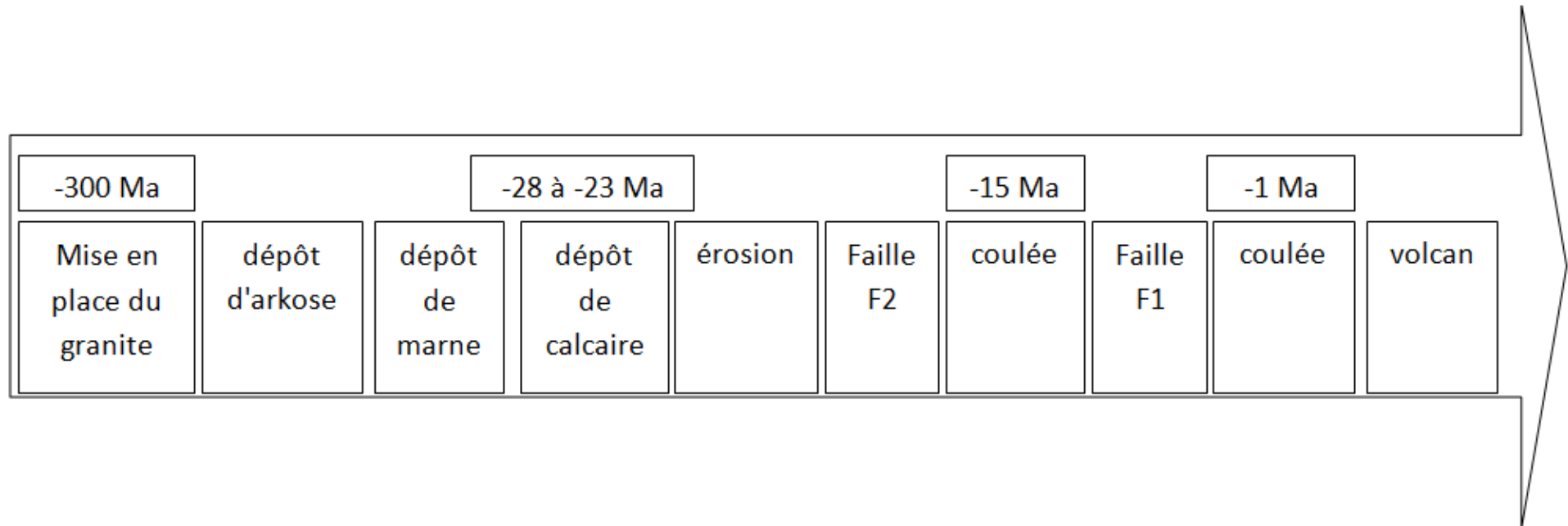
Quels arguments permettent de penser que ce cristal de grenat s'est formé après les autres minéraux observables sur cette lame ?



Les minéraux inclus dans le grenat sont antérieurs à lui (principe d'inclusion)

Les minéraux autour du grenat sont déformés mais pas lui (principe de recoupement)

Exercice 4 (Nathan p. 112-113)



Datation absolue

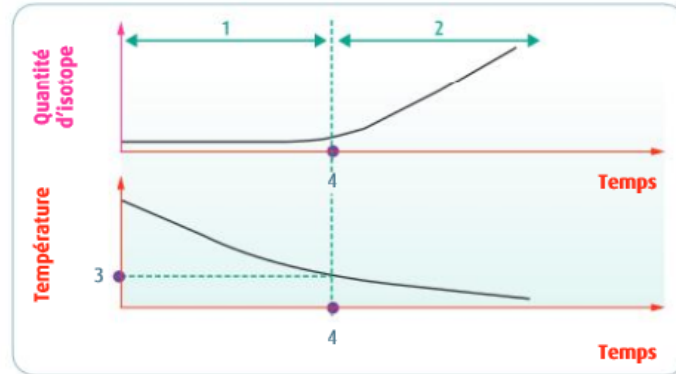
Exercice 1

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 :

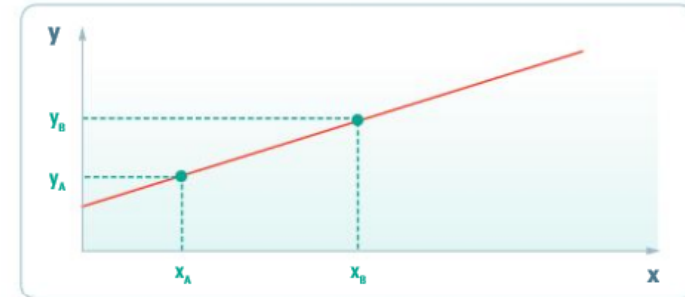
- a. (1) = système fermé, (2) = système ouvert, (3) = température de fermeture, (4) = âge calculé.
- b. (1) = système fermé, (2) = système ouvert, (3) = température de métamorphisme, (4) = âge du métamorphisme.
- c. (1) = système ouvert, (2) = système fermé, (3) = température de fermeture, (4) = âge 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. $(y_B - y_A) / (x_B - x_A)$**

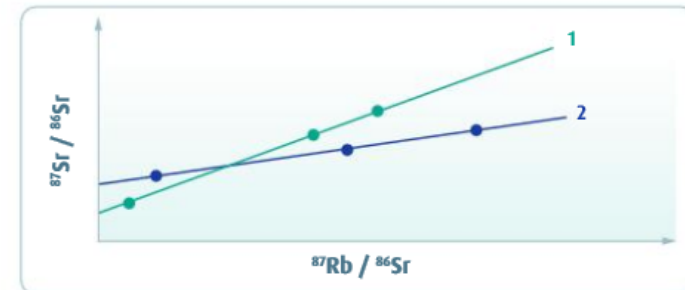
6. Pour dater une roche magmatique du Cambrien, on utilisera :

- 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 :



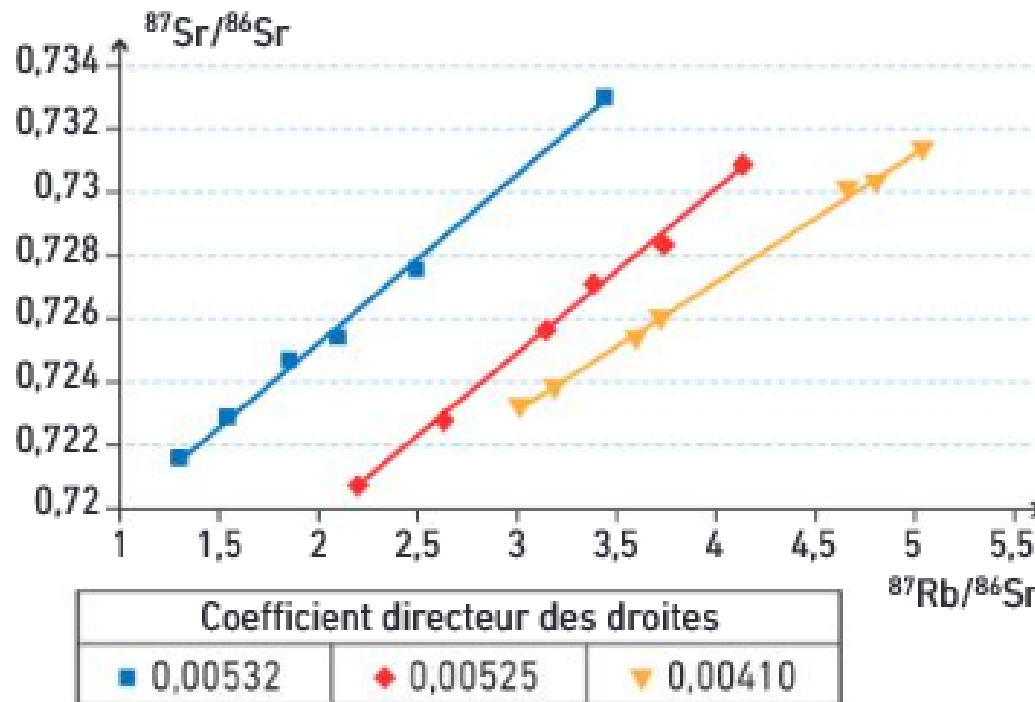
- a. six échantillons d'une roche.
- b. six roches différentes.
- c. trois échantillons de deux roches.**

Exercice 2

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 λ 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.

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

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

$$t_1 = 373.654.844$$

**Le granite 1 a 373 Ma \pm 10Ma
(entre 363 et 383 Ma)**

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

$$t_2 = 368.751.183$$

**Le granite 2 a 368 Ma \pm 10Ma
(entre 358 et 378 Ma)**

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

$$t_3 = 288.142.106$$

**Le granite 3 a 288 Ma \pm 10Ma
(entre 278 et 298 Ma)**

**Les granites 1 et 2 ont le même âge.
Le granite 3 est plus jeune.**

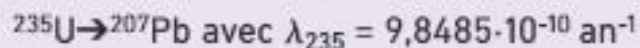
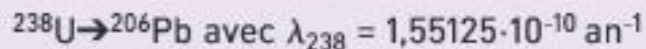
Exercice 3

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 (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.

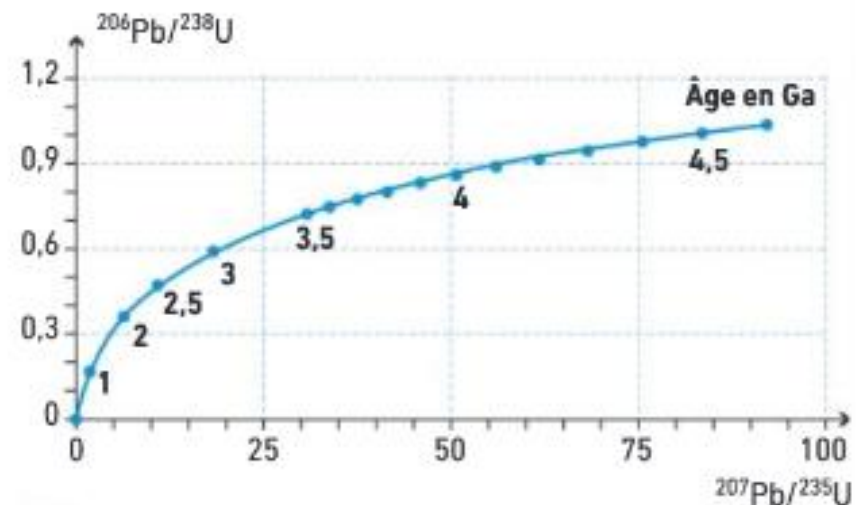
La méthode uranium-plomb repose sur l'existence de plusieurs séries de désintégrations, chacune permettant d'établir des équations selon la loi de désintégration radioactive :



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.



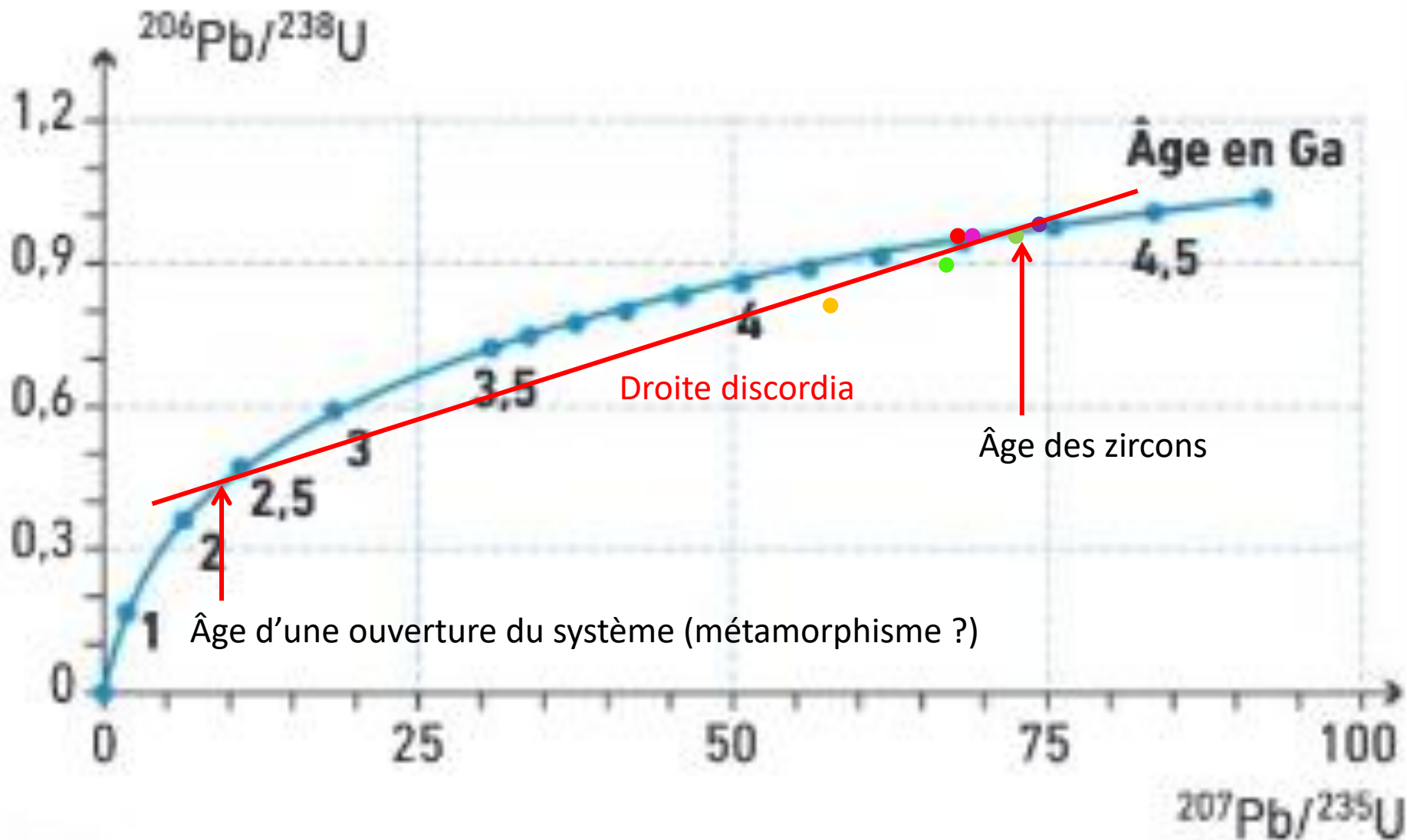
A Cristal de zircon.



C Le diagramme concordia.

B 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



	● 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 3

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).

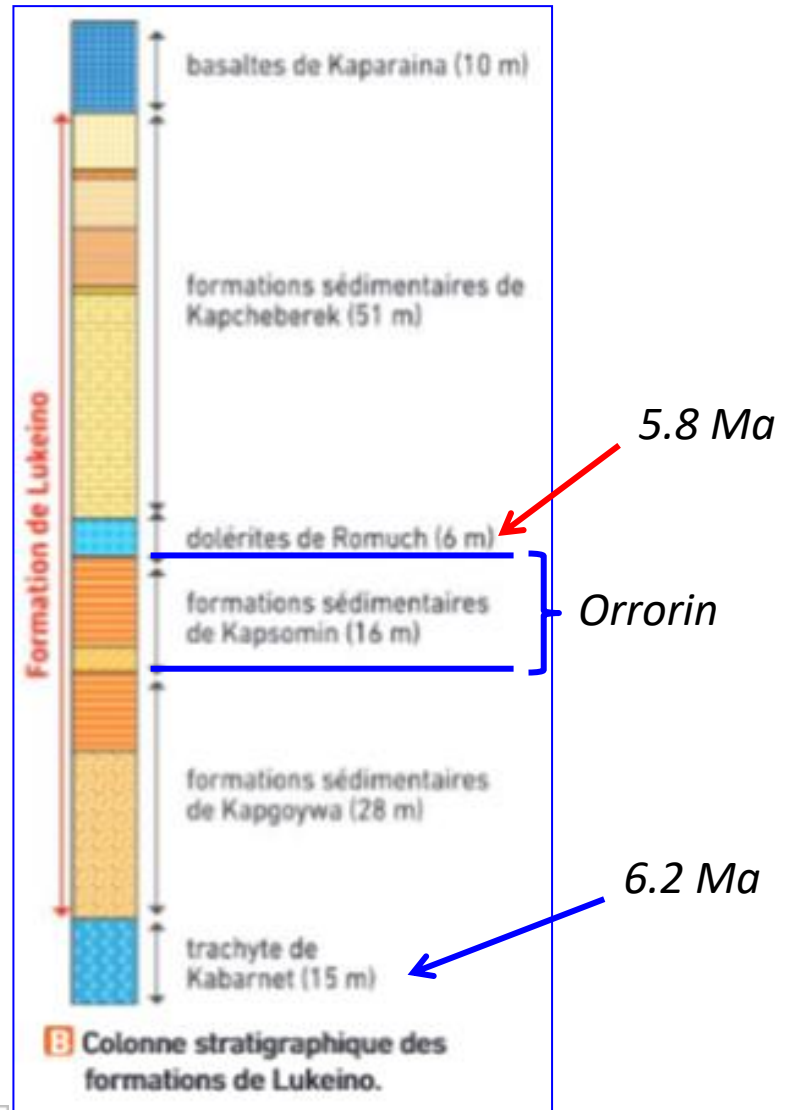
Échantillon	Formation	Type de roche volcanique	Matériau analysé	Quantité de ^{40}K en mol·g $^{-1}$	Quantité de ^{40}Ar en mol·g $^{-1}$
LK34Gm	Kaparaina	trachybasalte	pâte volcanique	$4,055 \cdot 10^{-8}$	$1,299 \cdot 10^{-11}$
LK30Gm	Romuch	basalte	pâte volcanique	$3,063 \cdot 10^{-8}$	$1,039 \cdot 10^{-11}$
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.

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

λ est la constante de désintégration du ^{40}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



On ne date que les 2 couches les plus proches des fossiles.

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