

Objectif : comprendre la dimension temporelle en géologie en rapport avec le vivant - microscopie, tableur.

Observation : dans le TP précédent vous avez établi l'échelle stratigraphique, que manque-t-il à cette échelle ?

Problème : comment établir une chronologie absolue des événements sur la terre ?

Matériel : livre p. 116, granite + lame mince, microscope, logiciel radiochron, fichiers tableur.

Compétences	Activités expérimentales	Capacités
<p>Rechercher, extraire et exploiter l'information utile</p> <p>Mettre en œuvre un protocole dans le respect des consignes de sécurité et dans le respect de l'environnement</p> <p>Raisonner, argumenter, conclure en exerçant des démarches scientifiques et un sens critique</p>	<p>2 - La chronologie absolue</p> <p>- Principe de la chronologie absolue. Définir les principes permettant la datation chiffrée (absolu) d'un échantillon, à partir du livre p. 116 et du logiciel radiochronologie et de sa fiche d'aide (Tspe-TP-T1B-chap05 16 logiciel radiochron).</p> <p>- Applications. Méthode de datation $^{40}\text{Rb}/^{40}\text{Sr}$. La datation d'un granite, réaliser l'ECE p. 2 pour dater le granite du TP précédent.</p> <p>Méthode de datation $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$. La datation d'un Hominidé p. 3.</p> <p>Bilan Comment est établie l'échelle stratigraphique p. 4 ?</p>	<p>Observer les auréoles liées à la désintégration de l'uranium dans les zircons au sein des biotites. Mobiliser les bases physiques de la désintégration radioactive. Identifier les caractéristiques (demi-vie ; distribution) de quelques chronomètres reposant sur la décroissance radioactive, couramment utilisés dans la datation absolue : Rb/Sr, K/Ar, U/Pb. Comprendre le lien, à partir d'un exemple, entre les conditions de fermeture du système (cristallisation d'un magma, ou mort d'un organisme vivant) et l'utilisation de chronomètres différents. Extraire des informations à partir de cartes géologiques ; utiliser les apports complémentaires de la chronologie relative et de la chronologie absolue pour reconstituer une histoire géologique.</p>

Rédaction d'un compte-rendu sur feuille double faisant apparaître la démarche expérimentale.

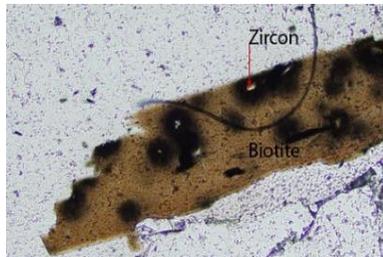
Mise en situation et recherche à mener

Dans le Massif armoricain (Bretagne) des granites témoignent de deux épisodes majeurs : l'orogénèse cadomienne (-660 à -540 Ma) et l'orogénèse hercynienne (-390 à -250 Ma). Les granites de Saint-Brieuc sont datés de l'orogénèse hercynienne.

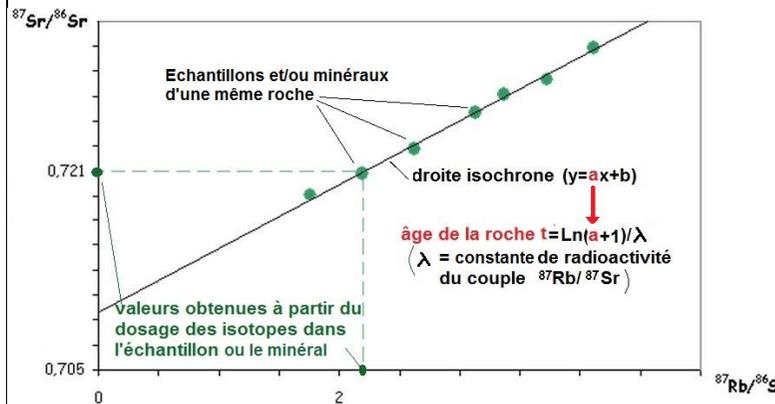
On cherche, par datation, à déterminer si le granite au sud de Trébeurden (n°5) peut être associé à celui de Saint-Brieuc et donc s'il s'est mis en place lors de la même orogénèse.

Ressources

La méthode de datation au Rb/Sr, concerne la datation des minéraux des roches magmatiques qui incorporent des isotopes radioactifs de ^{87}Rb . ^{87}Rb se désintègre en ^{87}Sr (les roches incorporent aussi du ^{87}Sr en quantité variable, lors de la fermeture du système). Au cours du temps, le rapport $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ diminue alors que $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ augmente. Une datation isotopique (absolue) peut être réalisée dans les minéraux d'un granite comme le zircon, la mesure est possible par comparaison de 2 échantillons dont les quantités d'éléments sont différentes, mais dont les proportions sont les mêmes à t_0 .



Principe de la méthode de datation au Rb/Sr à partir de minéraux ou d'échantillons de roche



Dans le cas de la méthode des droites isochrones, l'âge t d'une roche s'obtient en appliquant la formule suivante : $t = \text{Ln}(a+1)/\lambda$

Ln signifie « logarithme népérien ».

a est le coefficient directeur de la **droite isochrone** reliant les points correspondant à des minéraux de même âge et d'une même roche, il permet de déterminer le temps écoulé depuis la cristallisation de la roche.

$\lambda = 1,42 \cdot 10^{-11} \text{ an}^{-1}$ est la constante de radioactivité du couple $^{87}\text{Rb}/^{87}\text{Sr}$.

Matériel et protocole d'utilisation du matériel

Matériel :

- lames minces
 - microscope polarisant
 - fiche d'identification des minéraux
 - fichier de données
- Tlspé-TP-P1B-chap05 17 data granite
- tableur et sa fiche technique

Afin de déterminer si le granite de Trébeurden se met en place lors de la même orogénèse que pour le granite de Saint-Brieuc :

- observer un zircon (et son auréole liée à la radioactivité) dans la biotite.

Appeler l'examineur pour vérification

- tracer le graphe de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ en fonction de $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ pour le granite à biotite
- afficher la courbe de tendance
- déterminer a le coefficient directeur de la courbe de tendance (afficher 4 décimales) dans l'équation
- utiliser a pour calculer l'âge du granite (incertitude +/- 18 Ma).

Appeler l'examineur pour vérification

La datation d'un Hominidé

Mise en situation et recherche à mener	
<p>En 1974, Martin Pickford, découvrait une molaire inférieure d'un hominidé dans la formation de Lukeino (Cheboit), collines Tugen au Kenya. En 2000, une nouvelle campagne de fouille (Martin Pickford et Brigitte Senut), cette formation révélait sur trois autres gisements (Kapsomin, Kapcheberek et Aragai) les fragments d'un fossile présentant les caractères d'une bipédie : Orrorin tugenensis.</p> <p>On cherche, par datation, à déterminer l'âge du fossile et déterminer les origines de la lignée humaine.</p>	
Ressources	
<p>Aucune datation directe du fossile d'Orrorin n'a pu être effectuée.</p> <p>En revanche les paléontologues ont réalisé des mesures sur les roches volcaniques situées dans les différents dépôts par la méthode Ar/K.</p> <p>Le rapport Ar/K pour la formation Kapsomin est de $3,2710^{-4}$</p>	<p>$\lambda_{Ar} = 0,58 \cdot 10^{-10} \text{ an}^{-1} = 5,8 \cdot 10^{-11} \text{ an}^{-1}$ et $\lambda_{Ca} = 4,96 \cdot 10^{-10} \text{ an}^{-1}$</p> <p>Posons $\lambda = \lambda_{Ca} + \lambda_{Ar}$</p> $\frac{d([^{40}\text{Ca}] + [^{40}\text{Ar}])}{dt} = (\lambda_{Ca} + \lambda_{Ar}) \cdot [^{40}\text{K}] = \lambda \cdot [^{40}\text{K}]$ $[^{40}\text{Ca}] + [^{40}\text{Ar}] = [^{40}\text{K}] \cdot (e^{\lambda t} - 1)$ <p>$d[^{40}\text{Ca}] = \lambda_{Ca} \cdot [^{40}\text{K}] \cdot dt$ et $d[^{40}\text{Ar}] = \lambda_{Ar} \cdot [^{40}\text{K}] \cdot dt$</p> <p>donc $\frac{d[^{40}\text{Ar}]}{d[^{40}\text{Ca}]} = \frac{\lambda_{Ar}}{\lambda_{Ca}} = \text{cste}$</p> <p>En simplifiant</p> $t = \frac{1}{\lambda} \cdot \ln \left[10 \cdot \frac{[^{40}\text{Ar}]}{[^{40}\text{K}]} + 1 \right]$ <p>(https://planet-terre.ens-lyon.fr/article/datation-k-ar.xml)</p>

Âge	lieu	roche	fossile
Miocène terminal Formation de Lukeino, collines Tugen, Kenya	Kaparaina 10 m	Trachybasalte	
	Kapcheberek 51 m	Trachyte	
	Rormuch 6m	Basalte	
	Kapsomin 16 m	Trachybasalte basalte	Deux fémurs (2000)
Miocène supérieure	Kapgoywa 28 m (Aragai) (Cheboit)	Trachybasalte	Dent (1974)
	Kabernet 15 m	Trachyte	
	formation sous-jacente	Phonolite	

Matériel et protocole d'utilisation du matériel	
<p><u>Matériel :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - fichier de données Tlspé-TP-P1B-chap05 23 data orrorin - tableur et sa fiche technique 	<p>Afin de déterminer l'âge du fossile :</p> <ul style="list-style-type: none"> - ouvrir le fichier de données - calculer les rapports Ar/K et l'âge des formations - construire le graphique du rapport Ar/K en fonction de l'âge, afficher la courbe de tendance et son équation (avec 13 décimales) - donner l'âge des roches à proximité des fossiles (fémurs) à partir de l'équation de la courbe de tendance (incertitude +/- 0,2 Ma). <p style="text-align: center;">Appeler l'examineur pour vérification</p>

Tispé-T1B-chapitre 05-TP 20 Le temps dans les roches, chronologie absolue

Échelle des temps géologiques – échelle stratigraphique

CENOZOÏQUE (Tertiaire + Quaternaire)				PALÉOZOÏQUE (Primaire)							
Ère Syst.	Série	Etage	Âge	Ère Syst.	Série	Etage	Âge				
CENOZOÏQUE (Tertiaire + Quaternaire)	Quaternaire	Pléistocène \ Holocène	2,58	PALÉOZOÏQUE (Primaire)	Permien	Changhsingien	252,17				
		Pliocène	5,33			Wuchiapingien	254,14				
	Néogène	Miocène	Piacenzien			3,6	Guadalupien	Capitanien	259,8		
			Zancléen			7,25	Wordien	265,1			
			Tortonien			11,62	Roadien	268,8			
			Serravalien			13,82	Kungurien	272,3			
			Langhien			15,97	Cisuralien	Artinskien	283,5		
		Burdigalien	20,44			Sakmarien		290,1			
		Aquitanien	23,0			Assélien		295,0			
		Paléogène	Oligocène			Chattien	28,1	Carbonifère	Pennsylvanien	Gzhélien	298,9
						Rupélien	33,9			Kasimovien	303,7
			Eocène			Priabonien	38,0			Moscovien	307,0
	Bartonien				41,3	Bashkirien	315,2				
	Lutétien				47,8	Serpukhovien	323,2				
	Paléocène	Paléocène	Yprésien		56,0	Mississipien	Viséen	323,2			
			Thanétien		59,2		Tournaisien	330,9			
			Sélandien		61,6		Supérieur	Famennien	346,7		
			Danien		66,0			Frasnien	358,9		
			Crétacé		Supérieur			Maestrichtien	72,1	Givétien	372,2
	Campanien	83,6				Eifélien	382,7				
	Santonien	86,3				Moyen	Emsien	387,7			
	Coniacien	89,8					Lochkovien	393,3			
	Turonien	93,9				Inférieur	Praquien	407,6			
	Cénomanién	100,5	Ludfordien		410,8						
	Inférieur	Albien	113,0		Gorstien		423,0				
		Aptien	125,0		Homérien		425,6				
		Barrémien	129,4		Sheinwoodien		427,4				
Hauterivien		132,9	Télychien	430,5							
Valanginien		139,8	Aéronien	434,3							
Jurassique	Supérieur	Berriasien	145,0	Llandoverly	440,8						
		Tithonien	152,1	Rhuddanien	443,4						
		Kimméridgien	157,3	Hirnatien	445,2						
	Moyen	Oxfordien	163,5	Ordovicien	Katien	453,0					
		Callovien	166,1		Sandbien	458,4					
		Bathonien	168,3		Darriwilien	467,3					
		Bajocien	170,3		Dapingien	470,0					
		Aalénien	174,1		Floien	477,7					
	Inférieur	Toarcien	182,7	Silurien	Trémadocien	485,4					
		Pliensbachien	190,8		Etage 10	489,5					
		Sinemurien	199,3		Jiangshanien	494,0					
		Hettangien	201,3		Paibien	497,0					
Rhétien		208,5	Guzhangien		500,5						
Norien		227,0	Drumien		504,5						
Trias	Supérieur	Carnien	237,0	Etage 5	509,0						
		Ladinien	242,0	Etage 4	514,0						
		Anisien	247,2	Etage 3	521,0						
	Moyen	Olenékien	251,2	Terreneuvien	Etage 2	529,0					
		Induen	252,17		Fortunien	541					
Protérozoïque	Protérozoïque						541				
	Archéen						2500				
	Hadéen						4000				
						4600					