



THEME 1B - A la recherche du passé géologique de la Terre

TP1 - La datation absolue et ses apports en géologie



Le **domaine continental** présente des roches variées (roches magmatiques, sédiments ...). Pour mieux comprendre les phénomènes géologiques, il est nécessaire de dater les roches et les phénomènes qui les ont affectées. On peut donner un âge précis à une roche par l'étude d'éléments radioactifs qui se dégradent lentement (**désintégration radioactive**) : c'est la **datation absolue**. On cherche à comparer l'âge de granites présents dans le Massif Central (chaîne hercynienne, dont l'âge est de l'ordre de 300 Ma) et de roches granitiques échantillonnées dans les Alpes (chaîne alpine, dont l'âge est de l'ordre de 50 Ma).

Problème posé : Comment la datation absolue renseigne-t-elle sur la compréhension des chaînes de montagnes ?

Matériel et données :

- Manuel BELIN p146 à 143 et Documents 1 à 4
- PC équipé d'un tableur (Excel/Calc) et données de datation, Tectoglob3D et Radiochronologie
- Microscope optique polarisant, lames et échantillons de granite alpin et hercynien

Aides et supports :

- Fiche de reconnaissance des minéraux
- Fiche technique Calc/Excel
- Fiche « principe de la datation absolue »

Propositions d'activités	Capacités / Critères de réussite
<p><u>ACTIVITE 1 : La datation des granites hercynien et alpin</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ ETAPE 1 : Proposez une stratégie pour identifier l'âge des 2 roches étudiées sachant qu'elles sont de nature granitique. ☎ Appelez le professeur pour vérification ➤ ETAPE 2 : Réalisez les manipulations proposées afin de déterminer les minéraux contenus dans les 2 roches et l'âge absolu de chacune de ces roches. ☎ Appelez le professeur pour vérification ➤ ETAPE 3 : Récapitulez vos résultats sous une forme judicieuse. ➤ ETAPE 4 : Rédigez un texte permettant de répondre à la problématique. <p>En fin de séance, rangez le matériel et nettoyez la paillasse.</p>	<p>Recenser, extraire des informations <i>Quoi ? Comment ? Attendu ?</i></p> <p>Utiliser un logiciel (Tectoglob3D) <i>Retrouver les sites étudiés ; identifier les âges des roches étudiées au moyen de la légende, identifier l'âge des roches à proximité (datation relative)</i></p> <p>Utiliser un logiciel (Excel/Calc) <i>Savoir réaliser un graphique (nuage de points), obtenir l'équation de la droite affichée sur le graphique, réaliser une formule pour déterminer l'âge des roches.</i></p> <p>Manipuler (Microscope optique polarisant) <i>Maîtriser le microscope (mise au point, lumière) ; Centrer le minéral à présenter; Maitrise des fonctions de polarisation (« faire le noir ») ; reconnaissance des minéraux.</i></p> <p>Présenter les résultats à l'écrit <i>Techniquement correct renseigné correctement, organisé pour répondre à la question</i></p> <p>Gérer et organiser le poste de travail</p>

Fiche protocole « Datation de 2 granites »

Matériel et protocole d'utilisation du matériel

Matériel

- Echantillons des 2 roches (hercynienne et alpine)
- Lames minces des 2 roches
- Rapports isotopiques mesurés pour les différents échantillons de roches
- Tableur et sa fiche technique
- Microscope optique polarisant
- Fiche d'identification des minéraux des roches

Afin de déterminer l'âge des 2 granites proposés

- **Identifier des minéraux** utiles à la datation présents au sein des 2 granites (méthode comparable).
- **Dater** les 2 roches proposées à partir de la méthode retenue par l'observation précédente.

Ressource : Composition minéralogique et chimique de quelques roches

Minéraux	Composition chimique	Basalte	Gabbro	Granite
Quartz	Si ₄ O ₈			+
Feldspaths potassique	KAlSi ₃ O ₈	+	+	+
Feldspaths plagioclase	Si ₃ AlO ₈ Na - Si ₂ Al ₂ O ₈ Ca	+	+	+
Pyroxène	(Ca,Fe)MgSi ₂ O ₆	+	+	
Biotite	K(Mg,Fe) ₃ (OH,F) ₂ (Si ₃ AlO ₁₀)			+
Muscovite	KAl ₂ [(OH,F) ₂ AlSi ₃ O ₁₀]			+

Précautions de la manipulation

- Les écritures données tiennent compte de la syntaxe dans un tableur : les formules doivent être tapées sans espace
- le symbole « E » doit être saisi pour les puissances de 10 dans le tableur
- la datation des granites par la méthode Rb/Sr présente une marge d'erreur de l'ordre de 10 Ma.

Le **Rubidium** (Rb) et le **Strontium** (Sr) sont des éléments qui peuvent servir d'horloge géologique. Le ⁸⁷Rb est un isotope radioactif qui se désintègre en ⁸⁷Sr avec une période de 48,8 milliards d'années.

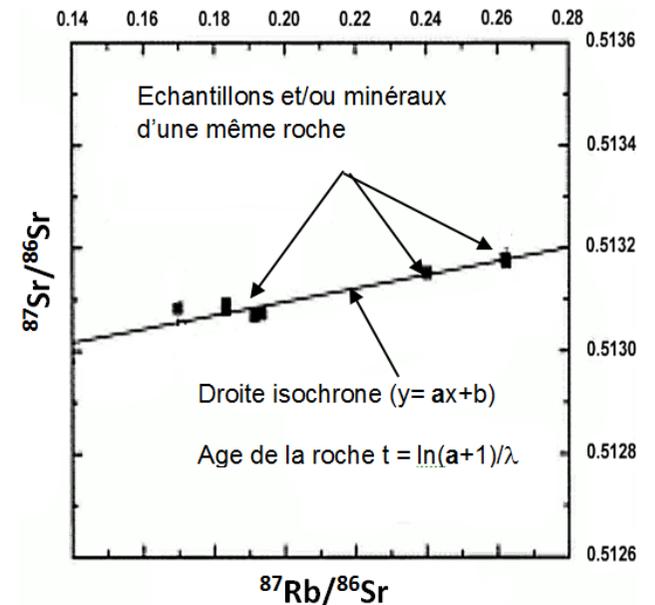
Ces 2 éléments peuvent s'insérer dans les minéraux à la place d'éléments ayant les mêmes propriétés chimiques, en se substituant au potassium (K) pour le rubidium (Rb) et au calcium (Ca) pour le strontium (Sr).

Principe 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 :

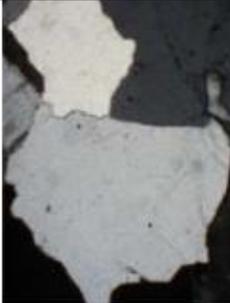
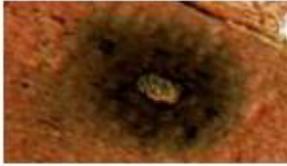
$$t = \ln(a+1) / \lambda$$

- **ln** signifie « log 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 désintégration du couple ⁸⁷Rb - ⁸⁷Sr



Fiche « Identification des minéraux des roches granitiques au microscope polarisant »

NB : Les lames minces peuvent être observées, à l'œil nu, sur fond blanc ce qui permet de repérer certains minéraux colorés avant d'utiliser le microscope.

		AMPHIBOLES	MICAS		QUARTZ	FELDSPATHS	
		Hornblende	Muscovite	Biotite	Quartz	Orthose	Plagioclases
MICROSCOPE POLARISANT	En LPNA lumière polarisée sans analyseur	Minéral brun-verdâtre, dont la couleur varie en fonction de l'orientation. Deux séries de fissures parallèles (2 clivages). 	Minéral incolore, limpide, souvent en baguettes allongées. Fines fissures parallèles très nettes (clivages). 	Minéral brun foncé à beige dont la couleur varie avec l'orientation. Fines fissures parallèles dans le sens de la longueur (clivages). 	Minéral incolore très limpide. 	Minéral incolore avec nombreuses impuretés lui donnant un aspect sale. 	Minéral incolore. Présence de fissures parallèles perpendiculaires à l'allongement (clivages). 
	En LPA Lumière polarisée avec analyseur	Teintes vives de polarisation : rouge, magenta, bleu, vert, très atténuées par la couleur naturelle du minéral. 	Teintes de polarisation : jaune, rose ou magenta très vives. 	Teintes vives de polarisation : rouge, magenta, bleu, vert, jaune, très atténuées par la couleur naturelle. 	Teinte de polarisation: gris clair à blanc. 	Teintes de polarisation : gris plus ou moins foncé. Marbrures ; présence de deux moitiés de cristal de teintes différentes. 	Teintes de polarisation : gris plus ou moins clairs répartis en bandes parallèles (macle polysynthétique). 
					<p>Zircon parfois en inclusion dans la Biotite zircon reconnaissable à une auréole sombre due à sa radioactivité qui altère la Biotite. Teintes vives en LPA. <i>Ici vu à fort grossissement.</i></p>		

Document 1 : Les différents géochronomètres utilisés en chronologie absolue

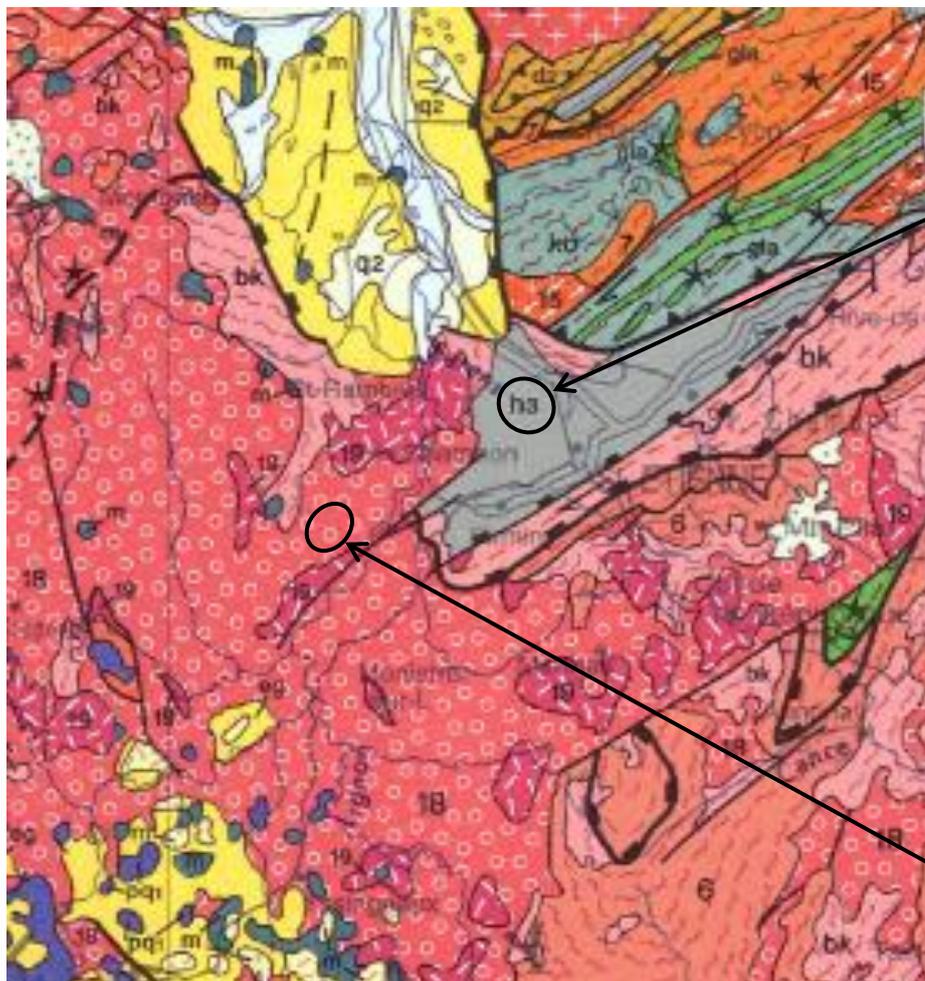
- La datation absolue est permise par l'étude de la désintégration d'un élément radioactif (père) en un élément radiogénique (fils). La désintégration se fait de façon continue et irréversible, à un rythme qui dépend de l'élément étudié. Chaque élément radioactif présente une **demi-vie (T)** ainsi qu'une **constante de désintégration (λ)** caractéristiques.

Élément père → Élément fils	Période (années)	Domaine de datation (Ma : millions d'années)	Échantillons datés
$^{238}\text{U} \rightarrow ^{206}\text{Pb}$	$4,53 \cdot 10^9$	De 10 à 4 500 Ma	Minéraux riches en uranium (Ex : zircon)
$^{40}\text{K} \rightarrow ^{40}\text{Ar}$	$1,31 \cdot 10^9$	De 1 à 4 500 Ma	Feldspaths potassiques Amphiboles Pyroxènes Muscovite Biotite Zircon
$^{39}\text{Ar} \rightarrow ^{40}\text{Ar}$	$1,25 \cdot 10^9$	De 1 à 4 500 Ma	
$^{87}\text{Rb} \rightarrow ^{87}\text{Sr}$	$49,9 \cdot 10^9$	De 10 à 4 500 Ma	
$^{147}\text{Sm} \rightarrow ^{143}\text{Nd}$	$106 \cdot 10^9$	> 200 Ma	
$^{14}\text{C} \rightarrow ^{14}\text{N}$	5 730	< 40 000 ans	Os, bois et autres matières organiques

Source : Document B p 142 (BORDAS)

Document 2 : Carte géologique de la zone étudiée dans le Massif Central

- Le **granite** du Massif Central provient de la région de Saint Etienne (42), au sud de Saint Just Saint Rambert, à proximité de Chambles. Ce massif granitique est en contact avec le bassin de Saint Etienne.



A proximité, les sédiments h3 présentent des fossiles de fougères (*Annularia*) dont l'âge est estimé à 300 Ma

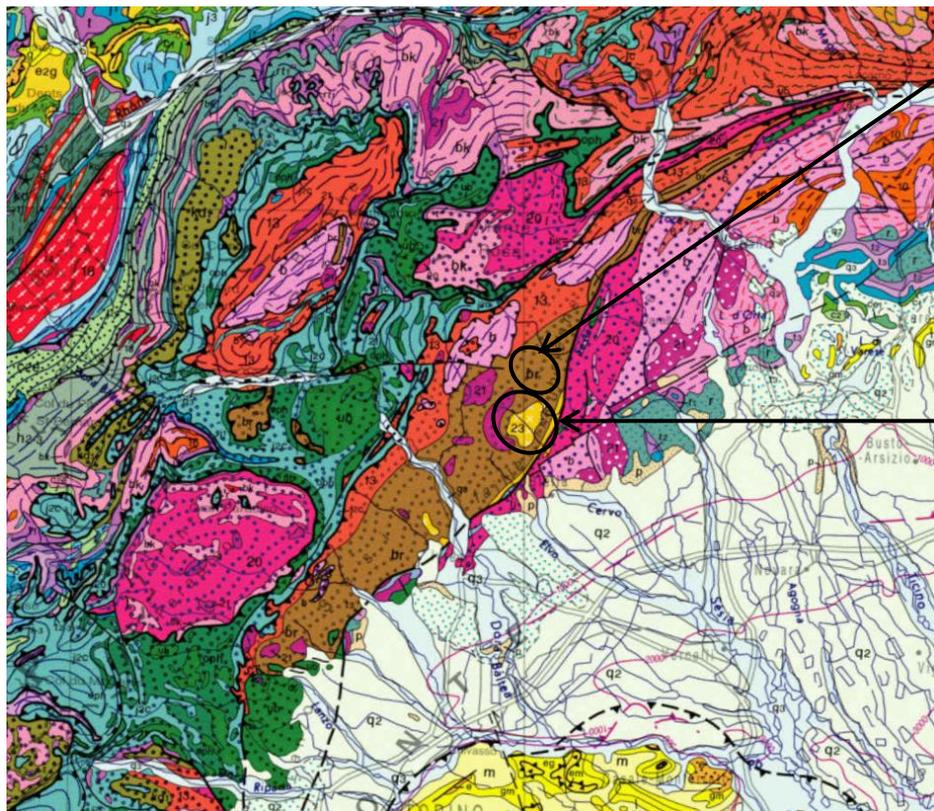
Granite à dater



Source : tectoglob 3D/BRGM

Document 3 : Carte géologique de la zone étudiée dans les Alpes

- La **roche granitique** étudiée dans les Alpes provient du massif du Grand Paradis. La roche échantillonnée présente 2 parties : une très claire et l'autre plus sombre avec des lits minéralogiques.



Les sédiments « br » qui entourent cette roche sont datés de la fin du Paléozoïque.



Granite à dater

Source : tectoglob 3D/BRGM – Photo M POURCHER

Document 4 : Légende des cartes géologiques utilisées

