

# TD : A la recherche du passé mouvementé de la Terre

## Sujet de bac

### Exercice 1 :

#### À LA RECHERCHE DU PASSÉ GÉOLOGIQUE DE NOTRE PLANÈTE

##### Les roches continentales, témoins de l'histoire de la Terre

L'histoire de la Terre est jalonnée par de grandes variations climatiques et un déplacement des continents. Ces événements géologiques enregistrés dans les roches ont grandement influencé l'évolution de la vie.

Au contraire des roches océaniques régulièrement renouvelées, les roches continentales constituent des archives du temps et permettent de retracer l'histoire de la Terre depuis 4,28 milliards d'années, âge des roches les plus anciennes.

**Montrer comment des indices géologiques présents sur les continents permettent de mettre en évidence des événements tectoniques et climatiques passés.**

*A partir de vos connaissances, vous rédigerez un texte argumenté, appuyé sur quelques observations et exemples que vous jugerez pertinents.*

### Exercice 2 :

#### À LA RECHERCHE DU PASSÉ GÉOLOGIQUE DE NOTRE PLANÈTE

##### Reconstitution de l'histoire géologique d'une partie de l'île de Groix

L'île de Groix est située au sud de la Bretagne, au large de Lorient. On y trouve des roches qui témoignent d'évènements géologiques que l'on souhaite reconstituer ici. Certaines d'entre elles, des glaucophanites, ont été particulièrement étudiées.

**Montrer que l'étude de cette roche permet de retracer une partie de l'histoire géologique de l'île de Groix.**

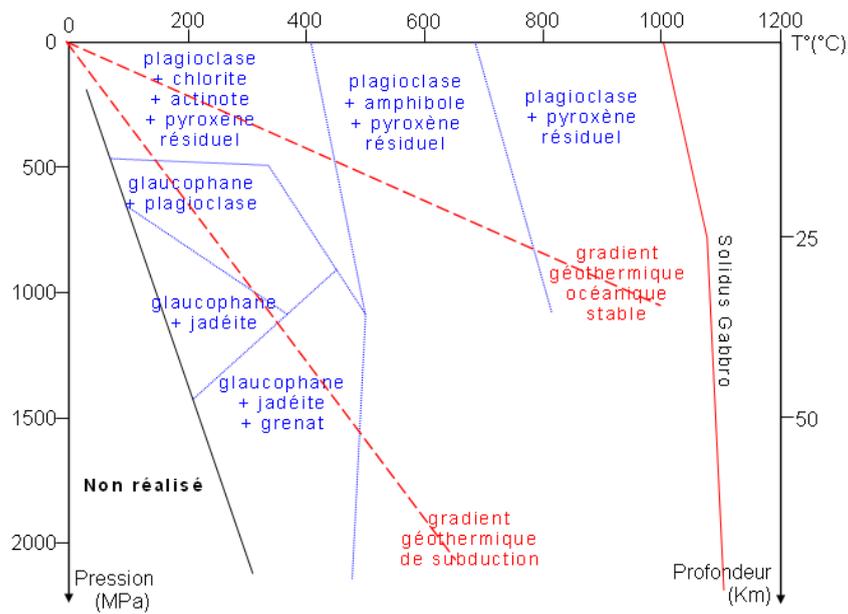
*Vous organiserez votre réponse selon la démarche de votre choix. Vous veillerez à y intégrer des données issues des documents et les connaissances complémentaires nécessaires.*

**Document 1 – Observation d'une glaucophanite de l'île de Groix**

<p>Photographie : Valérie Bosse</p>	<p>On peut observer différents minéraux qui sont de bons indicateurs de l'histoire de la roche.</p> <p>Des grenats sont bien visibles, ils forment des grains sombres à la surface des roches.</p> <p>La roche, en dehors des grenats, a une teinte bleue et verte.</p>
<p>Photographie : Valérie Bosse</p>	<p>La couleur bleue est donnée par un minéral abondant : le glaucophane.</p> <p>La couleur verte est donnée par un minéral plus rare : de la jadéite.</p>

À partir du site Planet Terre. Photographies de Valérie Bosse.

**Document 2 – Domaine de stabilité de différents minéraux en fonction de la pression et de la température**



Site SVT de l'académie de Nice.

**Document 3 – Datation de la glaucophanite**

La glaucophanite est riche en rubidium 87 ( $^{87}\text{Rb}$ ), en strontium 87 et 86 ( $^{87}\text{Sr}$  et  $^{86}\text{Sr}$ ).

Le rubidium 87 se désintègre en strontium 87 avec émission d'énergie sous la forme d'électrons.

L'équation de désintégration s'écrit :  $^{87}\text{Rb} \rightarrow ^{87}\text{Sr} + e^-$ .

Des datations absolues sont possibles en mesurant les rapports des différents isotopes et en plaçant les points dans un graphique avec en abscisse

$\left(\frac{^{87}\text{Rb}}{^{86}\text{Sr}}\right)_{\text{total}}$  et en ordonnée  $\left(\frac{^{87}\text{Sr}}{^{86}\text{Sr}}\right)_{\text{total}}$ .

Les points obtenus sont quasiment alignés et l'on peut tracer une droite de coefficient directeur a.

L'âge de la roche est donné par la relation :  $t = \frac{a}{\lambda}$

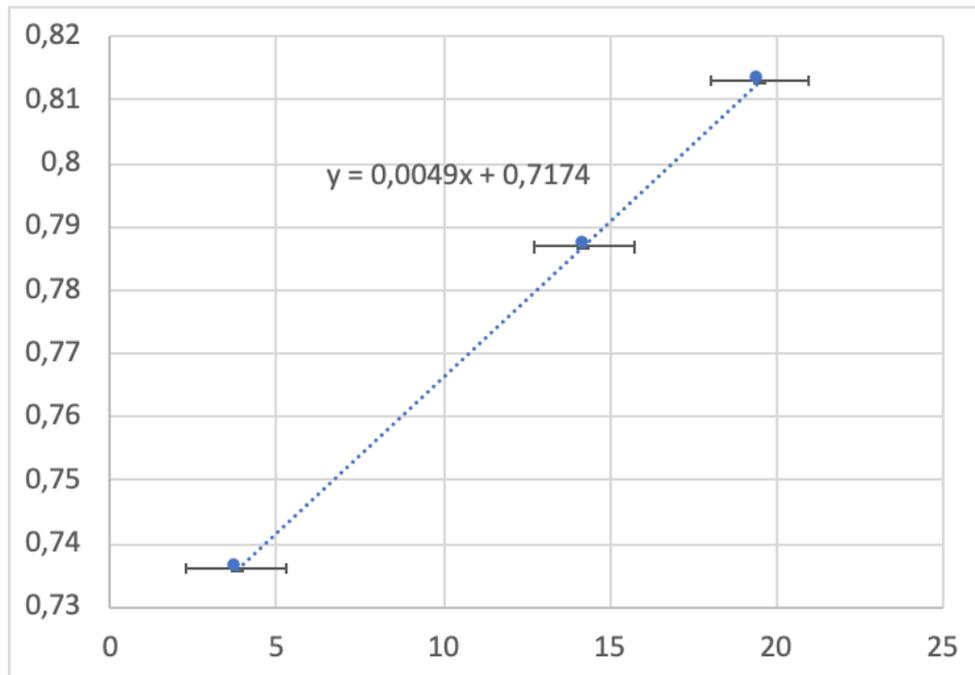
t est le temps en année.

a est le coefficient directeur de la droite.

$\lambda$  est la constante de désintégration du  $^{87}\text{Rb}$  et vaut  $1,42 \times 10^{-11} \text{ an}^{-1}$ .

	$\left(\frac{^{87}\text{Rb}}{^{86}\text{Sr}}\right)_{\text{total}}$	Erreur	$\left(\frac{^{87}\text{Sr}}{^{86}\text{Sr}}\right)_{\text{total}}$	Erreur
Glaucophanite totale	3,8	+/-1,5	0,736099	+/- 0,000007
Micas A extrait de la glaucophanite	14,2	+/-1,5	0,786820	+/- 0,000008
Micas B extrait de la glaucophanite	19,5	+/-1,5	0,813036	+/- 0,000008

Graphique et équation de la droite obtenue à partir des données du tableau ci-dessus :



Graphique obtenu à partir des données du tableau précédent. Les traits horizontaux de part et d'autre des points indiquent les marges d'erreurs dues aux incertitudes des mesures réalisées. Les marges d'erreurs de l'axe des ordonnées sont négligeables.

#### Document 4 – Composition chimique de différentes roches

Les glaucophanites sont issues d'une roche préexistante qui a subi des modifications de pression et de température à l'origine de nouveaux minéraux. Durant ce phénomène, la composition chimique globale de la roche reste inchangée. Pour déterminer la nature de la roche préexistante, les géochimistes font l'analyse des glaucophanites de l'île de Groix et les comparent à la composition chimique de roches qui font référence.

**Tableau n°1** – Résultats de l'analyse des 6 glaucophanites de l'île de Groix notées G PL6, G ST5, G LQ2.3, G LM 14, G PR7 et G Sp5.

Les teneurs des différents éléments sont données en %

	G PL6	G ST5	G LQ 2.3	G LM 14	G PR7	G Sp5
SiO <sub>2</sub>	48,44	48,39	49,08	48,68	53,16	47,66
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,70	19,16	16,08	15,18	12,58	13,97
FeO total	11,08	9,15	12,28	15,39	14,1	15,32
MgO	5,5	5,25	8,6	3,42	7,44	7,91
CaO	10,74	10,88	3,85	8,21	4,01	6,47
Na <sub>2</sub> O	3,48	3,10	1,99	4,03	4,59	3,70
K <sub>2</sub> O	0,37	0,33	2,19	0,68	0,22	0,26

**Tableau n°2** : composition moyenne de 5 roches de référence.

Les teneurs des différents éléments sont données en %

	Péridotite	Gabbro	Andésite	Rhyolite	Granite
SiO <sub>2</sub>	45,3	50	58	73	74
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3	15	17	13	13
FeO total	8	11	7	2	8
MgO	44,5	7	3	0,3	0,3
CaO	1,2	10,2	6	1,13	1,17
Na <sub>2</sub> O	<0,2	2	3	3,66	3,51
K <sub>2</sub> O	<0,01	<1	2	4,5	5

*À partir de la notice géologique de l'île de Groix et du site Planet Terre.*

## Exercice 3 :

### À LA RECHERCHE DU PASSÉ GÉOLOGIQUE DE NOTRE PLANÈTE

#### Le passé mouvementé du Massif central

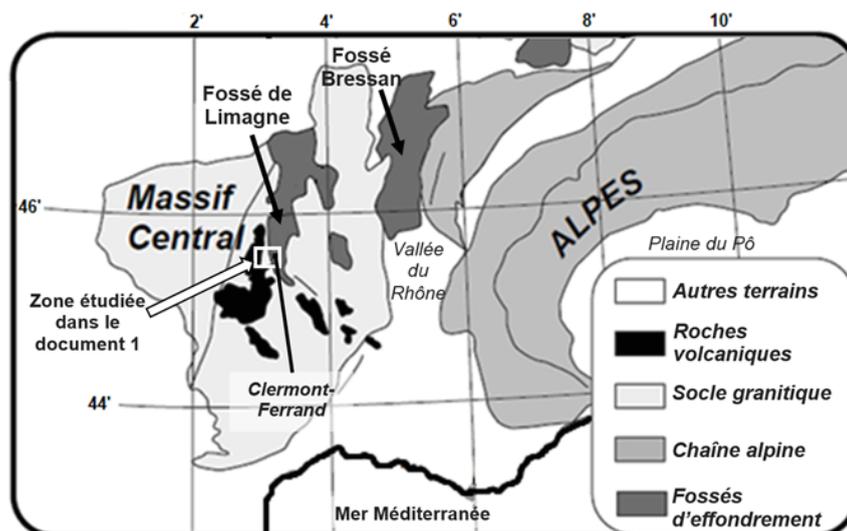
Le Massif central, vestige d'un ancien orogène, se dresse à l'ouest des Alpes, grande chaîne de montagnes géologiquement récente, comme cela est visible sur le document de référence.

Le Massif central comporte aujourd'hui la chaîne des Puys, un ensemble d'environ 80 volcans s'étirant le long d'un axe nord-sud. A l'est de cet alignement se trouve le fossé d'effondrement de Limagne délimité par la faille de Limagne.

Proposer une reconstitution de l'histoire du Massif central en datant ses principales formations géologiques (socle granitique, roches volcaniques et faille de Limagne) et en montrant sa relation avec l'orogénèse alpine.

Vous organiserez votre réponse selon une démarche de votre choix intégrant des données des documents et les connaissances utiles.

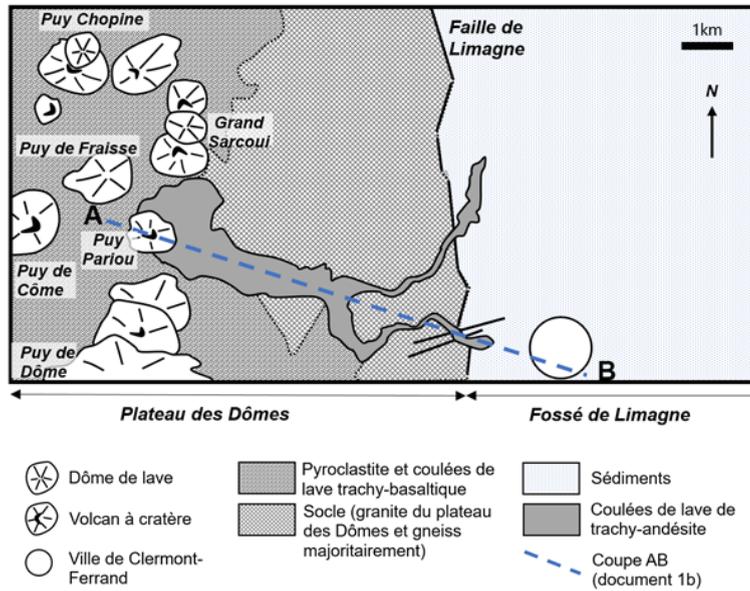
Document de référence : situation de la zone étudiée au sein des grands ensembles géologiques régionaux



Source : d'après thèse de Laurent Michon, 2000

**Document 1** : carte et coupe géologique de la zone étudiée

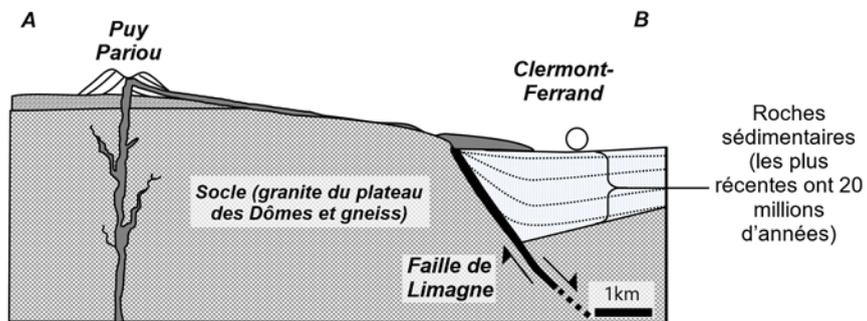
**Document 1a** : carte simplifiée des principales formations géologiques de la zone étudiée



Source : Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne

Remarque : une pyroclastite est une roche constituée par l'accumulation de débris de roches magmatiques éjectés par les volcans lors des éruptions.

**Document 1b** : coupe géologique simplifiée selon le tracé AB présent sur le document 1a.



Remarques :

- La faille de Limagne est une faille normale bordant le fossé d'effondrement de Limagne sur son bord ouest.
- La légende des terrains en présence est identique au document 1a.

Source : modifié d'après Sorel et Vergely (2010)

**Document 2** : datation d'un granite du Massif central.

**Document 2a** : principe de la datation par le couple Rubidium/Strontium

Certains minéraux du granite ont incorporé lors de leur formation du rubidium  $^{87}\text{Rb}$  ainsi que du strontium  $^{87}\text{Sr}$  et  $^{86}\text{Sr}$ . Au cours du temps, la quantité de strontium  $^{87}\text{Sr}$  dans le granite augmente. Elle provient de la désintégration du rubidium  $^{87}\text{Rb}$ . On a mesuré à l'aide d'un spectromètre de masse les nombres d'atomes (N) de  $^{87}\text{Sr}$ ,  $^{86}\text{Sr}$  et  $^{87}\text{Rb}$  présents dans les minéraux du granite ou dans différents échantillons du même granite. Les résultats sont exprimés sous la forme d'un rapport isotopique.

On peut alors déterminer l'âge de ce granite en utilisant la méthode des isochrones.

On construit une droite à partir des rapports isotopiques ( $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$  ;  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) de certains minéraux du granite (orthose, mica blanc, mica noir) ou de plusieurs échantillons du même granite. La droite obtenue est nommée droite isochrone. Son équation ci-dessous est du type  $y = a x + b$ .

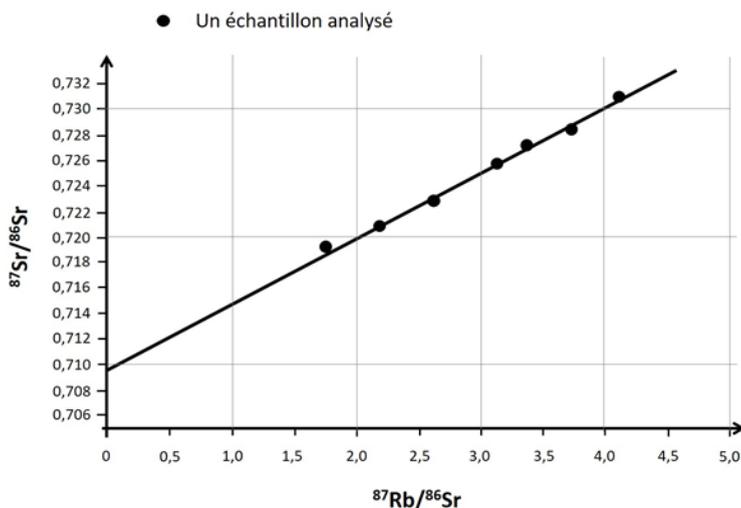
$$\left(\frac{^{87}\text{Sr}}{^{86}\text{Sr}}\right)_{\text{mesuré}} = (e^{\lambda t} - 1) \left(\frac{^{87}\text{Rb}}{^{86}\text{Sr}}\right)_{\text{mesuré}} + \left(\frac{^{87}\text{Sr}}{^{86}\text{Sr}}\right)_{\text{initial}}$$

Avec la constante de désintégration  $\lambda = 1,42 \cdot 10^{-11} \text{ an}^{-1}$ .

On peut alors retrouver t en calculant « a » à partir de la droite isochrone à l'aide de la formule suivante :

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

**Document 2b** : droite isochrone issue de l'étude de différents échantillons d'un même granite du Massif central.



Source : d'après [planet-terre.ens-lyon.fr](http://planet-terre.ens-lyon.fr)

**Document 2c** : tableau de valeur de la fonction  $t = \frac{\ln(a + 1)}{\lambda}$

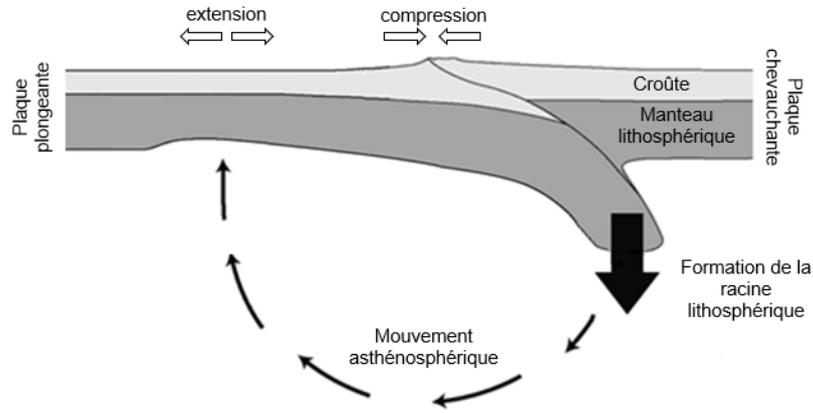
Coefficient directeur de l'isochrone noté « a »	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0,010
Age du granite noté « t » en millions d'années	141	211	281	351	421	491	561	631	701

On considérera que le granite du plateau des Dômes (visible sur le doc 1a et 1b) s'est formé à la même époque que le granite étudié ici.

**Document 3 : conséquence de la formation d'un nouvel orogène**

La naissance d'une nouvelle chaîne de montagnes par la collision continentale amène à la formation d'une racine lithosphérique.

Des simulations numériques ont montré que la formation d'une profonde racine peut parfois engendrer un mouvement de l'asthénosphère à l'origine d'une extension dans la lithosphère plongeante.



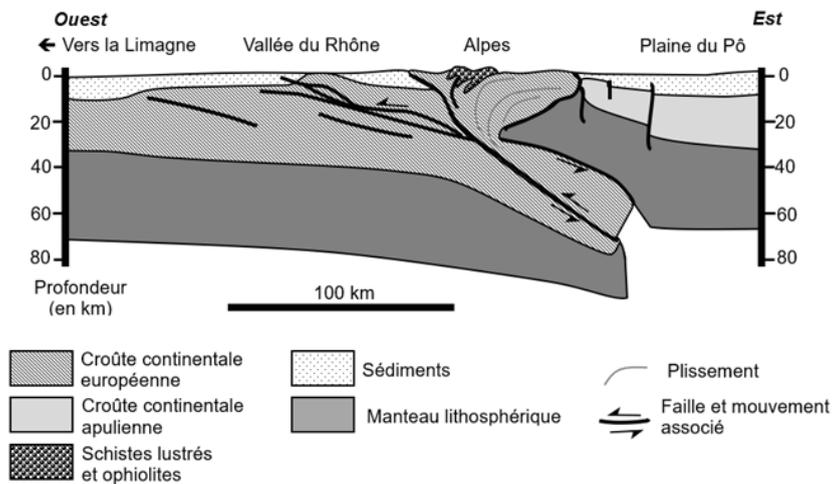
Source : d'après [planet-terre.ens-lyon.fr](http://planet-terre.ens-lyon.fr)

**Document 4 : schéma d'une coupe interprétative de la vallée du Rhône à la plaine du Pô**

De nombreux indices géologiques ont permis de reconstituer l'histoire de l'orogène alpin.

Au Crétacé supérieur, il y a -100 millions d'années environ, débute la subduction de l'océan alpin. Sa fermeture amène à la collision des lithosphères continentales européenne et apulienne, il y a environ 30 millions d'années, au cours de l'Oligocène. Les Alpes se forment alors.

Une coupe actuelle simplifiée des Alpes occidentales est présentée ci-dessous.



Source : d'après [www.osug.fr](http://www.osug.fr)