

A 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'événements géologiques que l'on souhaite reconstituer ici. Certaines d'entre elle, 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 une démarche de votre choix intégrant des données issues des documents et les connaissances complémentaires nécessaires.

Exemple de réponse :

Introduction :

Le passé mouvementé de notre planète peut être reconstitué à partir de l'étude des roches continentales. Ces dernières témoignent d'événements géologiques : les glaucophanites de l'île de Groix, située au sud de la Bretagne, permettent de reconstituer une partie de l'histoire géologique de cette région.

L'étude de cette roche et des minéraux qui la composent permettent de retrouver son origine, de dater sa mise en place grâce à une méthode de radiochronologie et d'expliquer les transformations qu'elle a subies. L'ensemble de ces informations permettra ainsi de retrouver les traces d'un ancien océan disparu.

I Origine des glaucophanites de l'île de Groix

Le document 4 précise que les glaucophanites sont issues d'une roche préexistante qui a subi des modifications de pression et de température. Les glaucophanites sont donc issues d'un **métamorphisme**. **Le métamorphisme correspond à une transformation minéralogique d'une roche, à l'état solide, soumise à des modifications de pression et de température. Les minéraux présents dans la roche originelle sont déstabilisés dans ces nouvelles conditions, interagissent entre eux lors de réactions chimiques faisant apparaître de nouveaux minéraux stables. En général, la composition chimique globale de la roche n'est pas modifiée. Ainsi, la roche préexistante et la roche métamorphique issue de cette roche présentent les mêmes composants chimiques.**

On se propose alors de comparer les compositions chimiques de différentes glaucophanites à celles de péridotites, de gabbro, d'andésite, de rhyolite et de granite.

Les glaucophanites étudiées présentent des pourcentages en SiO_2 variant entre 47,66 et 53,16. Ces pourcentages se retrouvent chez le gabbro qui contient 50% de SiO_2 . La péridotite présente un pourcentage trop faible, alors que les autres roches sont plus riches en silice.

En comparant les autres composants chimiques, Al_2O_3 , FeO , MgO , CaO , Na_2O , et K_2O on observe des pourcentages équivalents dans les glaucophanites et le gabbro.

=> On en déduit que les glaucophanites proviennent d'une transformation de gabbro.

Or, on sait que le gabbro, roche magmatique plutonique, est caractéristique de la croûte océanique.

Les glaucophanites, récoltées sur l'île de Groix, témoignent donc de la présence d'une ancienne croûte océanique et donc d'une lithosphère océanique. Elles témoignent ainsi de la présence d'un ancien océan.

Mais à quelle période de l'histoire de la Terre cet océan s'est-il formé ?

II L'âge des glaucophanites de l'île de Groix

D'après le document 3, les glaucophanites sont riches en Rubidium 87 et en strontium 87 et 86. Or, le ^{87}Rb est un isotope radioactif dont le noyau se désintègre en ^{86}Sr . En mesurant actuellement les rapports isotopiques ($^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$) et ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) sur différents minéraux (ici des micas, minéraux présents dans les glaucophanites), on pourra déterminer l'âge de la roche.

Les rapports isotopiques mesurés sont indiqués dans un tableau. On construit alors un graphique indiquant en ordonnée les rapport ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) en fonction des rapports ($^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$). On a donc trois points de coordonnées qui sont : Glaucophanite totale $\approx (0,73 ; 3,8)$, mica A $\approx (0,78 ; 14,2)$ et mica B $\approx (0,81 ; 19,5)$.

Reportés sur le graphique, ces trois points sont **alignés sur droite appelée droite isochrone d'équation $y = ax + b$** . Cela

signifie que ces trois points (la roche, les micas A et B) ont le même âge.

En effet, le coefficient directeur « a » de la droite est égal à λt où λ est une constante égale à $1,397 \cdot 10^{-11} \text{ an}^{-1}$ et t le temps (âge).

Le coefficient directeur « a » est égale à 0,0049. On peut donc en déduire l'âge de la glaucophanite $t = a/\lambda$

Donc $t = 0,0049 / 1,397 \cdot 10^{-11} \approx 350 \cdot 10^6 \text{ ans}$

Grâce à cette méthode de datation absolue on a déterminé l'âge de la glaucophanite estimée à 350 millions d'années.

On peut alors supposer qu'un ancien océan s'était formé puis a disparu.

Mais, de quelle façon cet océan a-t-il disparu ?

III Les minéraux du métamorphisme, révélateur de la disparition d'un océan

La composition minéralogique des glaucophanites a été étudiée. Le document 1 montre la présence de grenats bien visibles formant des grains sombres à la surface de la roche. On observe également que la roche a une teinte bleue et verte. La couleur bleue est donnée par un minéral bleu, le glaucophane et la couleur verte par un minéral vert, la jadéite.

La glaucophanite est donc caractérisée par l'association de ces trois minéraux. Or, ***ces minéraux se forment dans des conditions de pression et de température particulières.***

Grâce au document 2 présentant les domaines de stabilité des minéraux, on peut retrouver leurs conditions de formation. Le diagramme Pression – Température indique en effet que l'association glaucophane + jadéite + grenat se trouve dans un domaine de pression très élevée : 1500 MPa environ pour des températures moyennes de 300°C.

Cela indique que ces minéraux se sont formés à une profondeur moyenne de 50 km.

Sachant que les glaucophanites sont issues d'une transformation des gabbros océaniques, **on en déduit que ces derniers ont été entraînés à grande profondeur par un phénomène de subduction. Cette subduction a ainsi entraîné la disparition d'une ancienne lithosphère océanique.**

On connaît d'autre part, l'évolution de la température en fonction de la profondeur au niveau des zones de subduction. Ce résultat est représenté par **le géotherme** de subduction qui est situé dans le domaine de stabilité des trois minéraux glaucophane + jadéite + grenat. Par contre, le géotherme d'un domaine océanique stable (en dehors des zones de subduction donc) n'englobe ce domaine : ces trois minéraux n'ont pas pu se former dans une lithosphère océanique en zone stable. Seule la subduction a pu provoquer l'apparition des minéraux issus du métamorphisme d'un ancien gabbro.

Conclusion :

L'île de Groix présente donc des roches témoins de la présence d'un ancien océan : les glaucophanites proviennent de la transformation métamorphique d'un gabbro. Ces vestiges d'une ancienne lithosphère océanique sont qualifiés d'ophiolites (dont seuls les gabbros sont étudiés ici). Cette lithosphère océanique a disparu par subduction dont les témoins sont les minéraux présents dans les glaucophanites. Cette disparition peut être approximativement dater et a lieu il y a 350 millions d'années (datation grâce à une méthode de radiochronologie et âge correspondant à l'ère paléozoïque ou ère primaire). Ces roches ont donc permis de reconstituer une partie de l'histoire géologique de l'île de Groix.

Remarque : des mouvements tectoniques ultérieurs ont entraîné l'exhumation des glaucophanites que l'on trouve désormais à l'affleurement sur l'île.