

**TP 08 L'hydratation des minéraux de la croûte océanique (suite)**

Au cours de l'expansion océanique, les roches de la lithosphère océanique s'hydratent. Ce métamorphisme, appelé hydrothermal, entraîne des modifications du pourcentage d'hydratation des roches et de leur densité.

**Objectif de connaissance :** le métamorphisme d'une roche entraîne des modifications des propriétés physiques d'une roche. La densité de la roche dépend de sa composition minéralogique (en lien avec l'Enseignement scientifique, Chap. « Les cristaux, des édifices ordonnés »).

**Objectif de savoir-faire :** Utilisation du logiciel Minusc afin de calculer la densité et le pourcentage d'hydratation d'un minéral en fonction de sa composition chimique.

**Question :** comment montrer, à l'aide des caractéristiques chimiques d'un minéral, qu'au cours de l'expansion océanique, la densité et l'hydratation d'un gabbro de la croûte océanique changent ?

**Documents ressources => Enseignement scientifique livre p.46**

**1 Les solides cristallins et les solides amorphes**

- ▶ À l'échelle microscopique, les entités chimiques (atomes, ions ou molécules) constituant les **solides cristallins** s'agencent de manière ordonnée et régulière (périodique).
- ▶ À l'échelle macroscopique, cette organisation conduit à la formation de cristaux aux formes géométriques bien définies.
- ▶ Au contraire, les **solides amorphes** (le verre, par exemple) ne présentent aucune organisation particulière à l'échelle microscopique : les entités chimiques se répartissent de manière aléatoire. Les solides amorphes n'ont donc pas de forme géométrique précise.

**LES SAVOIR-FAIRE À MAÎTRISER**

- Utiliser une représentation 3D informatisée du cristal de chlorure de sodium.
- Relier l'organisation microscopique d'un cristal à sa structure macroscopique.



**2 Les types cristallins**

- ▶ Les structures **cubiques simples (a)** et **cubiques à faces centrées (b)** sont deux exemples de types cristallins définis par une **maille cubique** sur laquelle les positions des entités chimiques sont différentes.
- ▶ L'organisation des types cristallins conditionne certaines des propriétés macroscopiques, dont la masse volumique.
- ▶ La **compacité C** est le rapport entre le volume des constituants de la maille et le volume de la maille :

$$C = \frac{n \times V_{\text{atome}}}{a^3} = \frac{n \times \frac{4}{3} \times \pi \times r^3}{a^3}$$

Labels in diagram: Nombre d'atomes par maille (n), Volume de l'atome (en m³), Rayon de l'atome (en m), Longueur de l'arête de la maille (en m), a³.

**LES SAVOIR-FAIRE À MAÎTRISER**

- Représenter la maille en perspective cavalière.
- Dénombrer le nombre d'atomes par maille et déterminer la compacité.
- Calculer la masse volumique d'un cristal.

**a** n = 1 atome/maille C = 0,52 = 52 %

**b** n = 4 atomes/maille C = 0,74 = 74 %

**Maille :** forme géométrique qui se répète de manière régulière pour former le cristal.  
**Type cubique à faces centrées :** les atomes occupent les quatre sommets de la maille et le centre des faces.  
**Type cubique simple :** les atomes occupent les quatre sommets de la maille.

**Etape A Proposition d'une stratégie pour répondre à la question et mise en œuvre du protocole**

- Hypothèse de travail : un gabbro métamorphisé au cours de l'expansion océanique s'hydrate et change de densité.
- Nous allons comparer les minéraux d'un gabbro initial, composé de ..... et de ..... à ceux d'un métagabbro à hornblende.
- Pour cela, nous allons utiliser le logiciel Minusc qui permet de calculer la densité et le % d'hydratation des minéraux.

Matériel : logiciel Minusc <http://www.librairiedemolecules.education.fr/outils/minusc/> et sa fiche technique

(remarque : dans le menu « Fichier », vous prendrez successivement l'albite (qui est un feldspath plagioclase), l'augite (qui est un pyroxène) puis la hornblende.

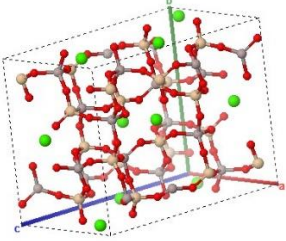
**Etape B Communication des résultats et exploitation pour répondre à la question**

Sous la forme de votre choix, présenter et traiter les informations pour qu'elles apportent les informations nécessaires à la résolution du problème. (capture d'image des résultats avec le logiciel Minuspar ).

**Exploiter** les résultats pour répondre à la question.

« J'observe, je déduis, je conclus »

**Aide :** exemple d'un résultat obtenu avec le logiciel Minusc

Anorthite (Feldspath plagioclase avec Ca)	Formule de l'anorthite																																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Atome</th> <th>I</th> <th>F</th> <th>A</th> <th>S</th> <th>Total</th> <th>Masse</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>O<sup>2-</sup></b></td> <td>48</td> <td>16</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>56</td> <td>896</td> <td>46</td> </tr> <tr> <td><b>Al<sup>3+</sup></b></td> <td>12</td> <td>4</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>14</td> <td>377.72</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td><b>Si<sup>4+</sup></b></td> <td>12</td> <td>4</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>14</td> <td>393.26</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td><b>Ca<sup>2+</sup></b></td> <td>6</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>7</td> <td>280.56</td> <td>14</td> </tr> </tbody> </table> <p>Masse volumique calculée : 2.418 g/cm<sup>3</sup>                      Compacité calculée : 47.14 % (volume)                      Pourcentage d'hydratation : 0 % (masse)</p>	Atome	I	F	A	S	Total	Masse	%	<b>O<sup>2-</sup></b>	48	16	0	0	56	896	46	<b>Al<sup>3+</sup></b>	12	4	0	0	14	377.72	19	<b>Si<sup>4+</sup></b>	12	4	0	0	14	393.26	20	<b>Ca<sup>2+</sup></b>	6	2	0	0	7	280.56	14
Atome	I	F	A	S	Total	Masse	%																																		
<b>O<sup>2-</sup></b>	48	16	0	0	56	896	46																																		
<b>Al<sup>3+</sup></b>	12	4	0	0	14	377.72	19																																		
<b>Si<sup>4+</sup></b>	12	4	0	0	14	393.26	20																																		
<b>Ca<sup>2+</sup></b>	6	2	0	0	7	280.56	14																																		
<p>On observe que l'anorthite est composé des atomes suivants : O, Si, Al et Ca. Sa masse volumique est de 2,418 g/cm<sup>3</sup>. Le pourcentage d'hydratation est de 0.</p> <p>J'en déduis que la densité de ce minéral est de 2,418 (rappel : <math>d = \frac{\rho_{\text{minéral}}}{\rho_{\text{eau}}}</math> avec <math>\rho_{\text{eau}} = 1\text{g/mL} = 1\text{g/cm}^3</math>) et qu'il n'est pas hydraté.</p> <p>Je sais que ce type de minéral est présent dans les gabbros car c'est un feldspath plagioclase. Je peux conclure que le gabbro contient un minéral non hydraté.</p> <p>➤ <b>A vous de faire ce type de travail avec le logiciel Minusc avec un autre feldspath plagioclase (appelé albite) et la hornblende pour effectuer une comparaison entre un gabbro initial et un métagabbro à hornblende (hydratation, densité).</b></p>																																									

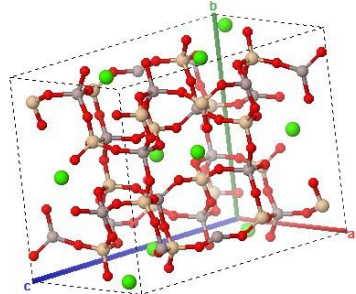
**Etape B Communication des résultats et exploitation pour répondre à la question**

Sous la forme de votre choix, présenter et traiter les informations pour qu'elles apportent les informations nécessaires à la résolution du problème. (capture d'image des résultats avec le logiciel Minuspar ).

**Exploiter** les résultats pour répondre à la question.

« J'observe, je déduis, je conclus »

**Aide :** exemple d'un résultat obtenu avec le logiciel Minusc

Anorthite (Feldspath plagioclase avec Ca)	Formule de l'anorthite																																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Atome</th> <th>I</th> <th>F</th> <th>A</th> <th>S</th> <th>Total</th> <th>Masse</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>O<sup>2-</sup></b></td> <td>48</td> <td>16</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>56</td> <td>896</td> <td>46</td> </tr> <tr> <td><b>Al<sup>3+</sup></b></td> <td>12</td> <td>4</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>14</td> <td>377.72</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td><b>Si<sup>4+</sup></b></td> <td>12</td> <td>4</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>14</td> <td>393.26</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td><b>Ca<sup>2+</sup></b></td> <td>6</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>7</td> <td>280.56</td> <td>14</td> </tr> </tbody> </table> <p>Masse volumique calculée : 2.418 g/cm<sup>3</sup>                      Compacité calculée : 47.14 % (volume)                      Pourcentage d'hydratation : 0 % (masse)</p>	Atome	I	F	A	S	Total	Masse	%	<b>O<sup>2-</sup></b>	48	16	0	0	56	896	46	<b>Al<sup>3+</sup></b>	12	4	0	0	14	377.72	19	<b>Si<sup>4+</sup></b>	12	4	0	0	14	393.26	20	<b>Ca<sup>2+</sup></b>	6	2	0	0	7	280.56	14
Atome	I	F	A	S	Total	Masse	%																																		
<b>O<sup>2-</sup></b>	48	16	0	0	56	896	46																																		
<b>Al<sup>3+</sup></b>	12	4	0	0	14	377.72	19																																		
<b>Si<sup>4+</sup></b>	12	4	0	0	14	393.26	20																																		
<b>Ca<sup>2+</sup></b>	6	2	0	0	7	280.56	14																																		
<p>On observe que ce feldspath plagioclase est composé des atomes suivants : O, Si, Al et Ca. Sa masse volumique est de 2,418 g/cm<sup>3</sup>. Le pourcentage d'hydratation est de 0.</p> <p>J'en déduis que la densité de ce minéral est de 2,418 (rappel : <math>d = \frac{\rho_{\text{minéral}}}{\rho_{\text{eau}}}</math> avec <math>\rho_{\text{eau}} = 1\text{g/mL} = 1\text{g/cm}^3</math>) et qu'il n'est pas hydraté.</p> <p>Je sais que ce type de minéral est présent dans les gabbros car c'est un feldspath plagioclase. Je peux conclure que le gabbro contient un minéral non hydraté.</p> <p>➤ <b>A vous de faire ce type de travail avec le logiciel Minusc avec un autre feldspath plagioclase (appelé albite) et la hornblende pour effectuer une comparaison entre un gabbro initial et un métagabbro à hornblende.</b></p>																																									