

**EXERCICE 1 (4 points)**

Recopier et compléter le texte ci-dessous par un des termes de la liste suivante : *réseau cristallin – Quadratique – Hexagonal – Cristaux – Orthorhombique – Monoclinique – Minéraux – Triclinique – Polymorphe – troncatures – Clivages – Rhomboédrique – Macles – Coordinance – Cubique – Isomorphe.*

L'immense majorité des constituants solides de la croûte terrestre (les roches) sont formés par un assemblage de composés chimiquement définis : les **minéraux**. Ils résultent de l'assemblage, par différents types de liaisons, d'atomes ou d'ions agencés pour la plupart en édifices géométriques périodiques : les **cristaux**. Dans un édifice cristallin, les ions peuvent être assimilés à des sphères qui se touchent. Le nombre d'anions pouvant entourer un cation central définit **la coordinance** de ce cation. Elle dépend du rapport des rayons du cation et des anions qui l'entourent.

Dans un minéral, les éléments sont répartis dans l'espace suivant un arrangement périodique qui constitue le **réseau cristallin**. Il existe sept systèmes cristallins ou formes primitives déterminés par les faces du cristal (a, b et c) se coupant suivant des angles fixes (α , β , γ). Ce sont :

- le système **cubique**, caractérisé par $a = b = c$ et $\alpha = \beta = \gamma = \pi/2$;
- le système **quadratique**, caractérisé par $a = b \neq c$ et $\alpha = \beta = \gamma = \pi/2$;
- le système **hexagonal**, caractérisé par $a = b \neq c$ et $\alpha = \beta = \pi/2$, $\gamma = 2\pi/3$;
- le système **orthorhombique**, caractérisé par $a \neq b \neq c$ et $\alpha = \beta = \gamma = \pi/2$;
- le système **rhomboédrique**, caractérisé par $a = b = c$ et $\alpha = \beta = \gamma \neq \pi/2$;
- le système **monoclinique**, caractérisé par $a \neq b \neq c$ et $\alpha = \gamma = \pi/2 \neq \beta$;
- le système **triclinique**, caractérisé par $a \neq b \neq c$ et $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq \pi/2$.

Deux minéraux sont dits **isomorphes**, s'ils ont la même forme cristalline ou une forme cristalline très rapprochée, mais des formules chimiques différentes. Par contre deux minéraux sont dits **polymorphes**, quand ils possèdent la même formule chimique mais des formes cristallines différentes.

De ces systèmes de base dérivent, par **troncatures** plus ou moins poussées des angles et des arêtes, des formes complexes, mais qui obéissent à des lois précises.

On distingue en outre dans les cristaux des **clivages** qui sont des plans de rupture préférentielle parallèles aux faces principales ou dérivées.

Enfin, l'association de deux ou de plusieurs cristaux de même nature suivant une loi bien définie qui lie entre eux les axes de symétrie, constitue une **macle**.

EXERCICE 2 (6 points)

1. En calculant les rapports ioniques (R anion /R cation) des couples d'ions ($O^{2-} - Si^{4+}$), ($O^{2-} - Al^{3+}$), ($O^{2-} - Fe^{3+}$), ($O^{2-} - Mg^{2+}$) et ($O^{2-} - Fe^{2+}$) :

a. déduire les coordinances de ces couples d'ions

$Si^{4+}/O^{2-} : 0,285$ entre 0,225 et 0,414 donc Coordinance IV

$Al^{3+}/O^{2-} : 0,350$ entre 0,225 et 0,414 donc Coordinance IV

$Fe^{3+}/O^{2-} : 0,457$ entre 0,414 et 0,732 donc Coordinance VI

$Mg^{2+}/O^{2-} : 0,471$ entre 0,414 et 0,732 donc Coordinance VI

$Fe^{2+}/O^{2-} : 0,528$ entre 0,414 et 0,732 donc Coordinance VI

b. déduire les polyèdres de coordinations respectifs à chacun des couples.

$Si^{4+}/O^{2-} : \text{Coordinance IV}$ donc Tétraèdre

$Al^{3+}/O^{2-} : \text{Coordinance IV}$ donc Tétraèdre

$Fe^{3+}/O^{2-} : \text{Coordinance VI}$ donc Octaèdre

$Mg^{2+}/O^{2-} : \text{Coordinance VI}$ donc Octaèdre

$Fe^{2+}/O^{2-} : \text{Coordinance VI}$ donc Octaèdre

2. Dans les tétraèdres SiO_4 , des substitutions sont possibles. En vous aidant des données du Tableau ci-dessous et en vous basant sur les règles de Goldschmidt, indiquer quelles sont les substitutions possibles dans cet édifice cristallin. Justifiez votre réponse.

Réponse : Dans les tétraèdres SiO_4 , les seules substitutions possibles sont Si^{4+} par Al^{3+} , car ces deux cations ont des rayons ioniques voisins qui ne diffèrent pas de plus de 15%. Tous les autres cations ont des rayons ioniques qui diffèrent de plus de 15% avec celui de Si^{4+}

3. Considérons le minéral « Fayalite » de formule chimique SiO_4Fe_2 et le minéral « Forstérite » de formule chimique SiO_4Mg_2 .

a. Dans ces deux minéraux, les substitutions de Fe par Mg dans la Fayalite et de Mg par Fe dans la Forstérite sont-elles possibles ? justifiez votre réponse.

Réponse : Oui car Fe et Mg sont deux cations qui ont des rayons ioniques voisins qui diffèrent de moins de 15%

b. Lorsque ces substitutions sont partielles, il se forme une famille de minéraux ayant pour formule chimique : $SiO_4(Fe,Mg)_2$.

i. Comment s'appelle cette famille de minéraux

Réponse : Cette famille de minéraux s'appelle : Les Olivines

ii. Comment se définissent ces termes intermédiaires entre la Fayalite et la Forstérite.

Réponse : Ces termes intermédiaires constituent une : Solution Solide

c. Sachant que ces deux minéraux cristallisent dans le même système cristallin, Comment désigne-t-on une telle famille de composés.

Réponse : Ces composés sont des Isomorphes.

EXERCICE 3 (6 points)

1. Recopier et compléter le texte ci-dessous par un des termes de la liste suivante : *Piège structural* - *Hydrocarbures gazeux* – *Roche mère de pétrole* – *Hydrocarbures liquides* – *Kérogène* – *Migration primaire* – *Structure piège* – *Migration secondaire* – *piège stratigraphique* – *Réservoir*

Le pétrole est une substance combustible qui est généré à partir d'une roche qu'on nomme ***Roche mère de pétrole***. Celle-ci est généralement riche en matière organique sédimentaire dont la fossilisation donne une substance qu'on appelle ***Kérogène***, qui est considéré comme le véritable précurseur du pétrole. Si cette substance précurseur du pétrole est enfouie suffisamment profondément, elle va subir les effets d'une température de plus en plus élevée. Elle génèrera alors des ***Hydrocarbures liquides***, puis des ***Hydrocarbures gazeux***.

Pour être exploitables, les produits pétroliers générés doivent être expulsés hors de la roche mère, dans une roche poreuse et perméable qu'on nomme ***Roche réservoir***. Ce processus d'expulsion est appelé ***Migration primaire***.

Ensuite les produits pétroliers se déplacent latéralement ou verticalement pour rejoindre une ***structure piège***. Celle-ci peut-être soit un ***piège stratigraphique***, soit un ***piège structural***. Le déplacement latéral et/ou vertical des hydrocarbures est désigné par ***migration secondaire***.

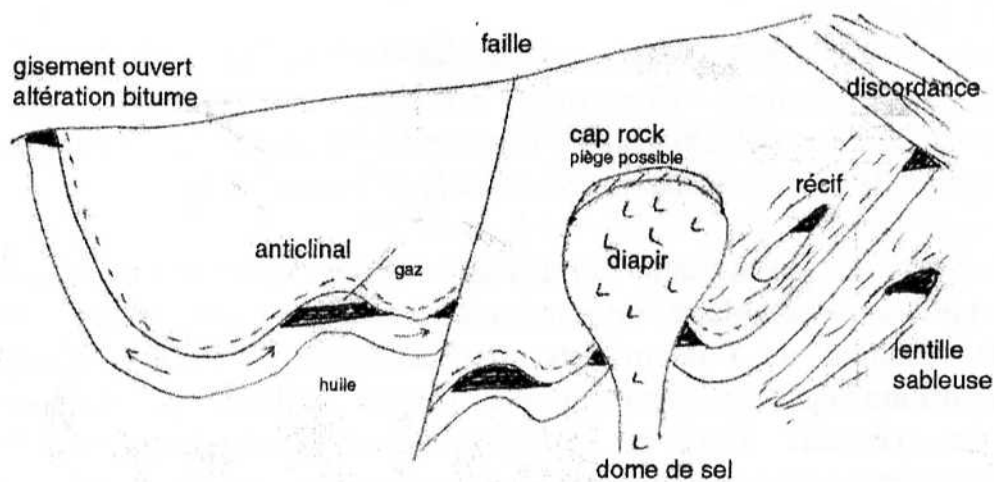
2. A l'aide de schémas à l'appui, citer :

a. trois structures pièges de pétrole du type structural

Réponse : Piège par faille – Piège Anticlinal – Biseaux sur structure diapirique.

b. trois structures pièges de pétrole du type stratigraphique

Réponse : Discordance angulaire – Lentille de sables – Structure Récifale



EXERCICE 4 (4 points)

1. Les méthodes géophysiques sont nombreuses : Elles se définissent par des **paramètres physiques** dont on mesure l'effet en surface. Citer 4 des paramètres physiques mesurés lors de l'application des méthodes géophysiques :

Réponse : densité, résistivité, vitesse, impédance, susceptibilité

2. Compléter le tableau suivant en donnant pour chacune des cinq grandeurs mesurées, la méthode à laquelle elle se rapporte et le paramètre physique mesuré qui lui correspond.

Méthode	Grandeur mesurée	Paramètre physique
Gravimétrie	Accélération de la pesanteur	Densité
Magnéto-tellurique	Champ magnétique et Champ tellurique	Résistivité
Electrique et Electromagnétique	Tension électrique et Champ Electro-Magnétique	Résistivité
Sismique réfraction	Temps du trajet	Vitesse
Sismique réflexion	Temps du trajet et Amplitude des ondes	Vitesse et impédance