

**Epreuve de moyenne durée n°2 - Corrigé**

**Questions de cours (4 pt)**

1- Choix multiples (Attention : une mauvaise réponse équivaut à des points en moins)  
(1 pt)

- Les minéraux pseudomorphes:

1. possèdent la même structure cristalline mais sont de compositions chimiques différentes.
2. possèdent la même composition chimique mais sont de structure cristalline différentes.
3. possèdent différentes formes.
4. sont formés par le remplacement de la forme d'un minéral par la forme d'un autre minéral.
- 5. sont formés par le remplacement d'un minéral par un autre en conservant la forme du premier minéral.**

- Dans une coordination octaédrique, le nombre de coordination est :

1. 3
2. 4
- 3. 6**
4. 8
5. 12

- Les feldspaths plagioclases sont parmi les minéraux les plus abondants sur Terre. Ils forment une série de compositions chimiques complètes entre deux membres : l'albite  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$  et l'anorthite  $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ . Quel est le nom donné à cette série de composition chimique :

1. polymorphisme
- 2. solution solide**
3. pseudomorphisme
4. solution de Pauling
5. solution chimique

-chez le diamant, quelle est la nature de la liaison chimique entre les ions du carbone :

1. van der waals
2. ionique
3. hydrogène
- 4. covalente**
5. métallique

2- Donner la définition d'une macle.

**Association de deux ou plusieurs cristaux d'une même espèce cristalline suivant des lois définies (0,5)**

Indiquez les trois modes de formation des macles chez les cristaux.

**Macles de croissance (macles primaires) (0,5)**

**Macles de transformation (macles secondaires) (0,5)**

**Macles de déformation (macles secondaires) (0,5)**

2- Donner le nom d'un minéral qui possède une liaison de van der waals : **le graphite**  
(0,25)

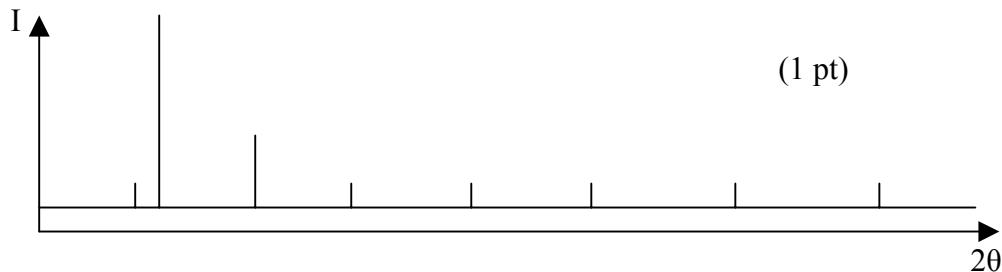
Quel est l'effet de l'existence d'une liaison de van der waals sur la dureté des minéraux :  
**diminution de la dureté (0,25)**

4-Ecrire une réaction chimique qui montre la substitution des ions  $Al^{3+}$  entre les perovskites  $MgSiO_3$  et  $Al_2O_3$  :  $Mg^{2+} + Si^{4+} \rightleftharpoons Al^{3+} + Al^{3+}$  (0,25)

Quel est le type de cette solution solide : **Substitution couplée (0,25)**

### Exercice 1

1- Tracer sur un papier millimètre le diffractogramme correspondant



2- Déterminer la nature du réseau

**Calcul du rapport  $d_2/d_1$**

**Loi de Bragg :  $2 \cdot d \cdot \sin \theta = \lambda$**

$$d = \lambda / (2 \cdot \sin \theta)$$

(0,5 pt)

$$\theta_1 = 12,251^\circ ; d_1 = 1,5406 / (2 \cdot \sin 12,251) = 3,63 \text{ \AA}$$

$$\theta_2 = 14,181^\circ ; d_2 = 1,5406 / (2 \cdot \sin 14,181) = 3,1436 \text{ \AA}$$

**$d_2/d_1 = 0,86$  ; donc le réseau est de type F (cubique à faces centrées) (0,5 pt)**

3- Indexer le spectre

**Le réseau est de type cubique à faces centrées, donc les plans sont ceux dont h,k et l sont de même parités.**

Numéro de la raie	2θ	I	hkl
1	24,502	1	<b>111</b>
2	28,368	100	<b>200</b>
3	40,541	37	<b>220</b>
4	50,211	10	<b>311</b>
5	58,691	5	<b>222</b>
6	66,440	9	<b>400</b>
7	73,801	5	<b>331</b>
8	87,765	1	<b>420</b>
9	94,654	2	<b>422</b>

(0,5 pt)

4- Calculer le paramètre de la maille a

Dans le système cubique :  $d = a / \sqrt{h^2+k^2+l^2}$  ; donc :  $a = d \cdot \sqrt{h^2+k^2+l^2}$  (0,5 pt)

En prenant la première raie :  $a = d \cdot \sqrt{3} = 3,63 \cdot \sqrt{3} = 6,28 \text{ \AA}$  (0,5 pt)

5- Déterminer la nature du minéral en se basant sur les données du tableau suivant :

**Le minéral correspondant est la sylvite** (0,5 pt)

## Exercice 2

1-

Oxydes	Poids (%)	Masse molaire	PM	NC	PC	NO	PO	PC/O
SiO <sub>2</sub>	29,18	60	<b>0,49</b>	<b>1</b>	<b>0,49</b>	<b>2</b>	<b>0,98</b>	<b>1</b>
FeO	39,68	102	<b>0,39</b>	<b>1</b>	<b>0,39</b>	<b>1</b>	<b>0,39</b>	<b>0,8</b>
MgO	3,89	40	<b>0,1</b>	<b>1</b>	<b>0,1</b>	<b>1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>
CaO	27,23	56	<b>0,49</b>	<b>1</b>	<b>0,49</b>	<b>1</b>	<b>0,49</b>	<b>1</b>
							<b>Total = 1,96</b> <b>coeff = 4/1,96</b> <b>=2,041</b>	

PM : proportion moléculaire, NC = nombre de cations dans l'oxyde, PC = proportion cationique, NO = nombre d'oxygène dans l'oxyde, PO = proportion anionique (oxygène), PC/O = proportion cationique par rapport au nombre d'oxygène dans la formule chimique du minéral (4)

La formule chimique de cette olivine est donc : **Ca(Mg<sub>0,2</sub>Fe<sub>0,8</sub>)SiO<sub>4</sub>** (1,5 pt)

2-

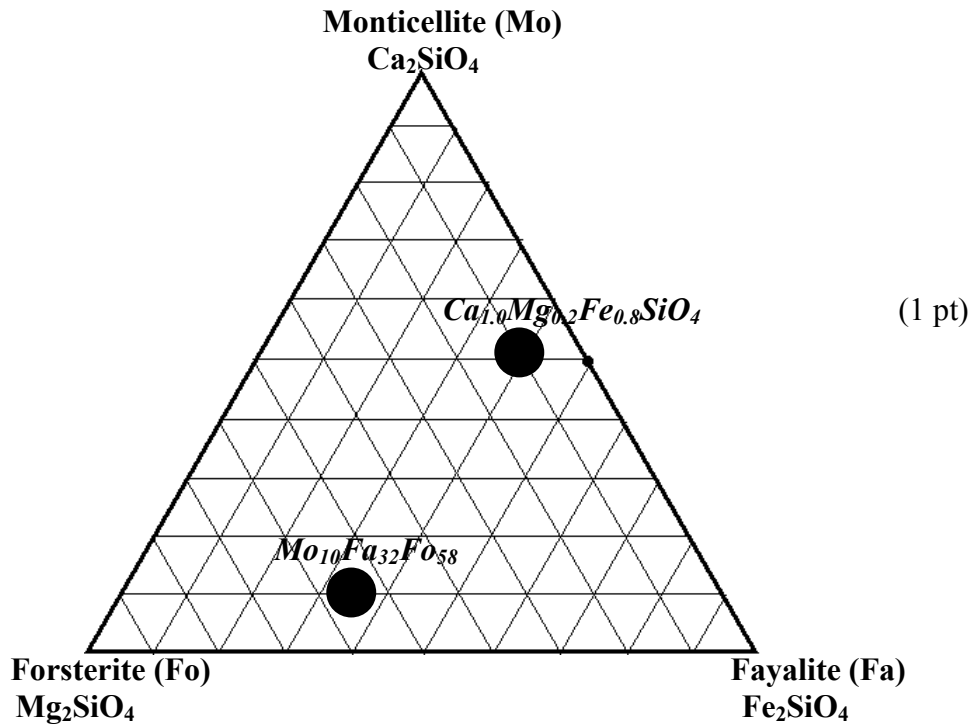
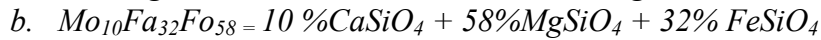
Formule chimique de :  $Mo_{20}Fa_{45}Fo_{35} = 0,2 \cdot Ca_2SiO_4 + 0,45 \cdot Fe_2SiO_4 + 0,35 \cdot Mg_2SiO_4$   
 $= Ca_{0,4}(Mg_{0,7}Fe_{0,9})SiO_4 = 0,4 \cdot CaO + 0,7 \cdot MgO + 0,9 \cdot FeO + 1 \cdot SiO_2$  (0,5 pt)

Oxydes	Masse molaire	NO/F	MM/F	Poids (%)
SiO <sub>2</sub>	60	1	60	<b>30</b>
FeO	102	0,9	91,8	<b>45</b>
MgO	40	0,7	28	<b>14</b>
CaO	56	0,4	22,4	<b>11</b>
			202,2	

(1 pt)

NO/F = nombre d'oxyde dans la formule chimique du mineral ; MM/F = masse de l'oxyde dans la formule chimique du minéral

2. Représenter les deux olivines suivantes dans le diagramme ternaire de la figure ci-dessous :



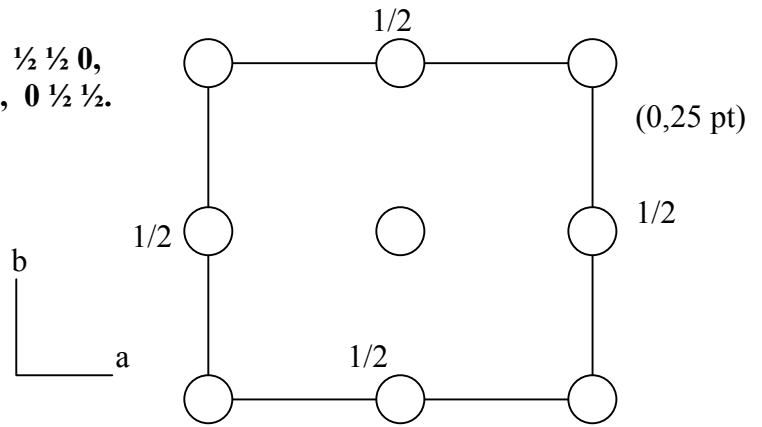
### Exercice 3

I- Le cobalt cristallise sous les deux variétés cubique faces centrées et hexagonale compact.

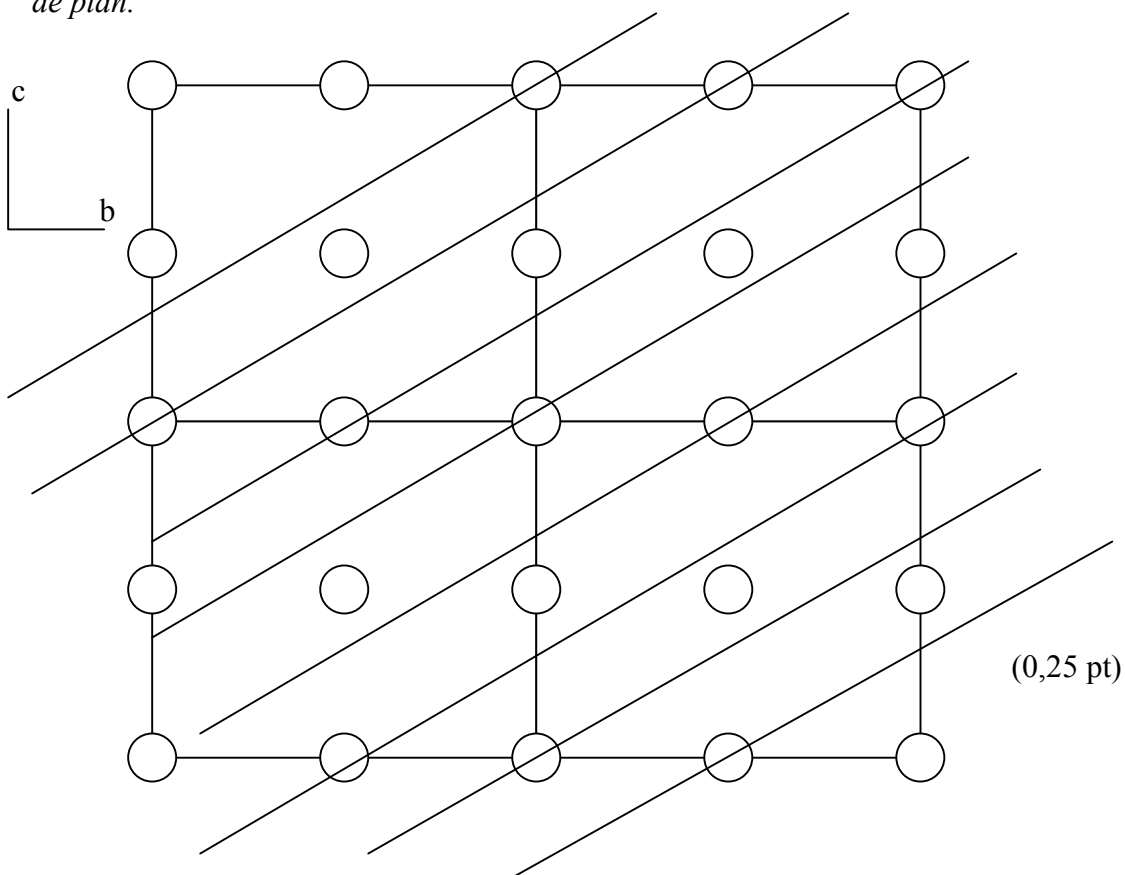
II- Sur la figure 1, est représentée une vue en perspective de la variété **cubique faces centrées**. Le paramètre de maille,  $a$ , est égal à  $3,548 \text{ \AA}$ .

a. Donner les coordonnées réduites des atomes de cobalt dans cette structure et représenter la projection orthogonale de cette structure dans le plan  $(\vec{a}, \vec{b})$ .

Les coordonnées réduites sont :  $0\ 0\ 0$ ,  $\frac{1}{2}\ \frac{1}{2}\ 0$ ,  
 $\frac{1}{2}\ 0\ \frac{1}{2}$ ,  $0\ \frac{1}{2}\ \frac{1}{2}$ .  
 (0,25 pt)

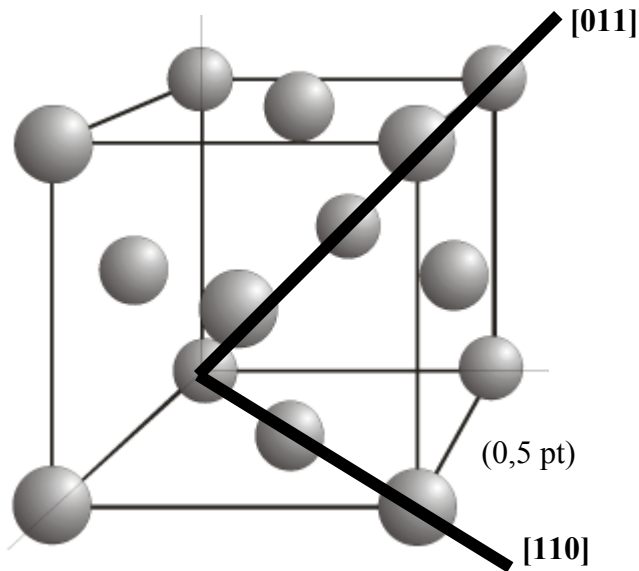


b--Représenter sur un schéma [plan  $(\vec{b}, \vec{c})$ , avec la projection des atomes sur ce plan] la famille de plans  $(0\bar{2}3)$  et calculer la distance entre deux plans successifs pour cette famille de plan.



Pour le calcul de la distance, on peut utiliser la formule  $d = a / \sqrt{h^2+k^2+l^2}$   
 $d = 3,548/\sqrt{13}$  ;  $d = 0,984\ \text{\AA}$  (0,25 pt)

c--Représenter sur la figure 1, les zones  $[110]$  et  $[011]$ . Calculer l'angle entre ces deux zones.



Soit les deux vecteurs  $v_1$  et  $v_2$  parallèles aux directions  $[110]$  et  $[011]$

$$v_1 = a + b$$

$$v_2 = b + c$$

$$v_1 \cdot v_2 = (a+b) \cdot (b+c) = v_1 \cdot v_2 \cdot \cos\alpha$$

$$v_1 = \sqrt{a^2 + b^2}, \quad v_2 = \sqrt{b^2 + c^2} \quad (0,5 \text{ pt})$$

$$v_1 \cdot v_2 = (a+b) \cdot (b+c) = b^2$$

$$\sqrt{a^2 + b^2} \cdot \sqrt{b^2 + c^2} \cdot \cos\alpha = b^2$$

$$\cos\alpha = b^2 / [\sqrt{a^2 + b^2} \cdot \sqrt{b^2 + c^2}], \text{ avec :}$$

$$a = b = c$$

$$\cos\alpha = b^2 / \sqrt{4b^4} = 1/2$$

$$\alpha = 60^\circ \quad (0,5 \text{ pt})$$

d--Calculer le rayon d'un atome de cobalt

La distance entre deux atomes de cobalt jointifs est égale à une demi diagonale de face

donc :  $(4R)^2 = a^2 + a^2$  ;  $R^2 = (2a^2)/16$

$$R = a\sqrt{2} / 4$$

$$R = 1,2544 \text{ \AA}$$

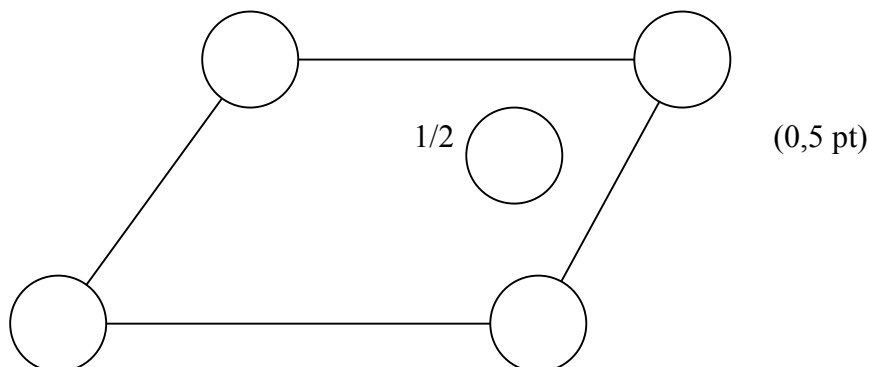
I.2- Sur la figure 2, est représentée une vue en perspective de la variété **hexagonale compact**. Les paramètres de maille  $a$  et  $c$  sont respectivement égaux à  $2,5071 \text{ \AA}$  et  $4,0686 \text{ \AA}$ .

a. Rappeler la définition d'une maille hexagonale

$$a = b \neq c ; \alpha = \beta = 90^\circ ; \gamma = 120^\circ \quad (0,25 \text{ pt})$$

b. Donner les coordonnées réduites des atomes de cobalt dans cette structure et représenter la projection orthogonale de cette structure dans le plan  $(\vec{a}, \vec{b})$ .

Les coordonnées réduites sont :  $0 \ 0 \ 0$  et  $1/3 \ 2/3 \ 1/2$  (0,5 pt)



c- Déterminer le rapport  $c/a$  idéal d'un empilement hexagonal. Comparer à la valeur obtenue pour la variété hexagonale compact du cobalt.

On a  $d^2 = x^2 + (0,5c)^2$ , avec  $\mathbf{x} = (1/2)\mathbf{a} + (2/3)\mathbf{b}$   
 Après calcul, on trouve :  $x^2 = (3/9)a^2$  et  $d = 2R = a$   
 Donc :  $a^2 = (3/9)a^2 + (0,5c)^2$  (0,5 pt)  
 On trouve :  $c/a = \sqrt{8/3} = 1,633$

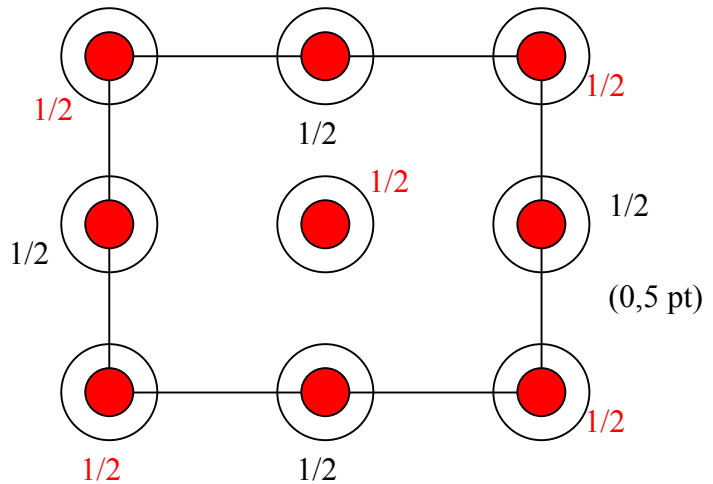
Pour le cobalt  $c/a = 1,623$ , légèrement différent du rapport idéal. (0,25 pt)

**II- L'oxyde de cobalt  $\text{CoO}$  cristallise selon le type  $\text{NaCl}$ . (Coordination 6 pour  $\text{Co}$  et coordination 6 pour  $\text{O}$ ). Le paramètre de maille  $a$  est égal à  $4,263 \text{ \AA}$ .**

a. Donner les coordonnées réduites des ions dans cette structure ( $\text{O}$  à l'origine) et représenter la projection orthogonale de cette structure dans le plan  $(\vec{a}, \vec{b})$ .

Les coordonnées réduites sont :  
 $\text{O}^{2-} : 0\ 0\ 0 ; 1/2\ 1/2\ 0 ; 0\ 1/2\ 1/2 ; 1/2\ 0\ 1/2$   
 $\text{Co}^{2+} : 1/2\ 1/2\ 1/2 ; 0\ 0\ 1/2 ; 1/2\ 0\ 0 ; 0\ 1/2\ 0$

(0,5 pt)



b. Calculer la distance la plus courte entre anions et cations. Sachant que le rayon ionique de l'ion oxyde est égal à  $1,40 \text{ \AA}$ , déterminer le rayon ionique de l'ion  $\text{Co}^{2+}$ .

$$d = a/2 = R_{\text{Co}^{2+}} + R_{\text{O}^{2-}} = 4,263/2 = 2,1315 \text{ \AA} \quad (0,25 \text{ pt})$$

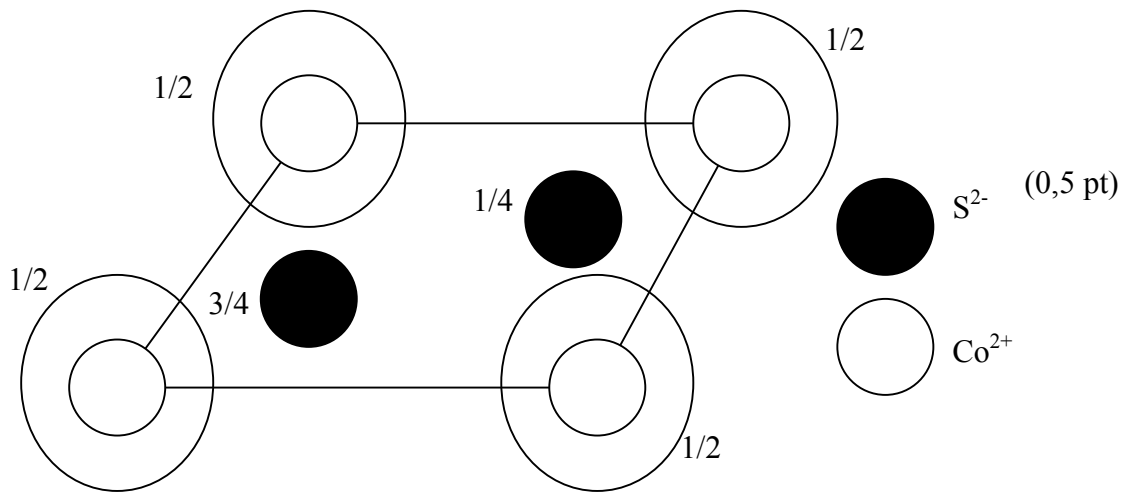
$$R_{\text{Co}^{2+}} = 2,1315 - R_{\text{O}^{2-}} = 2,1315 - 1,40 = 0,7315 \text{ \AA} \quad (0,25 \text{ pt})$$

**III- Le sulfure de cobalt  $\text{CoS}$  cristallise selon une maille hexagonale ; les paramètres de maille  $a$  et  $c$  sont respectivement égaux à  $3,377 \text{ \AA}$  et  $5,150 \text{ \AA}$ . Les positions atomiques sont les suivantes :**

$$\text{Co}^{2+} : 0,0,0 ; \quad 0,0,1/2.$$

$$\text{S}^{2-} : 1/3,2/3,1/4 ; \quad 2/3,1/3,3/4$$

a. Représenter la projection orthogonale de cette structure dans le plan  $(\vec{a}, \vec{b})$



b. Déterminer le nombre de formule unité par maille  $Z$

$$\text{Co}^{2+} : 8 \cdot (1/8) + 4 \cdot (1/4) = 2 \text{ ions par maille}$$

$$\text{S}^{2-} : 2 \text{ ions par maille}$$

$$2 \text{ Co}^{2+} \text{ et } 2 \text{ S}^{2-} \text{ par maille} : 2 \text{ CoS par maille} \quad (0,5 \text{ pt})$$

c. Déterminer la masse volumique du sulfure de cobalt.

$$\rho = Z \cdot M / (V \cdot N \cdot 10^{-24}) = 2 \cdot M_{\text{CoS}} / (N \cdot a^2 \cdot c \cdot \sin 120^\circ \cdot 10^{-24})$$

$$\rho = 2 \cdot 90,99 / (6,023 \cdot 10^{23} \cdot 3,377^2 \cdot 5,15 \cdot \sin 120^\circ \cdot 10^{-24})$$

$$\rho = 5,94 \text{ g/cm}^3 \quad (0,5 \text{ pt})$$