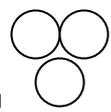
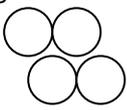
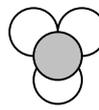


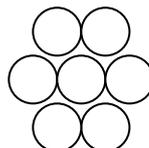
La cristallographie

Les atomes qui constituent la matière sont assimilables à des sphères. Si l'arrangement solide est régulier et périodique, on a un réseau cristallin.

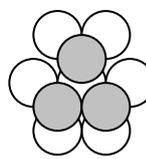
2 atomes se placent l'un contre l'autre en ligne : 

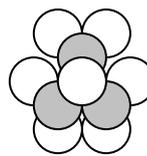
3 atomes peuvent se placer en ligne ou en triangle :  ou 

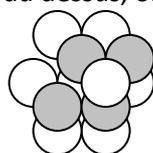
4 atomes se placent en losange :  ou en tétraèdre dans l'espace : 

6 atomes forment un hexagone régulier : 

En continuant d'ajouter des atomes,

on peut placer 3 atomes dans un trou sur 2 dans le plan supérieur : 

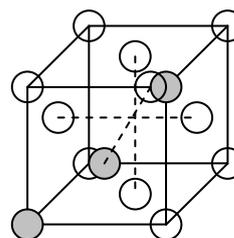
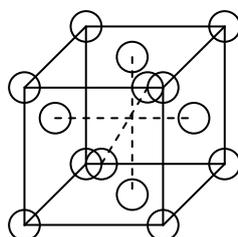
Sur le plan du dessus, on forme un hexagone qui se superpose à celui du 1^{er} plan : 

ou décalé : 

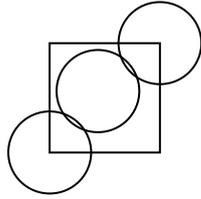
et dans ce cas, c'est au niveau du 4^{ème} étage qu'il y a superposition avec le plan du 1^{er} étage. Dans le 1^{er} cas, on forme un réseau hexagonal compact, dans le 2nd un réseau cubique faces centrées. Ils ont tous les 2, la même compacité et les interstices ont la même taille.

1. le réseau cubique faces centrées

Les atomes se trouvent à chacun des sommets et au centre de chaque face :



Les atomes sont tangents suivant la petite diagonale :



donc :

Ainsi, a étant le paramètre de la maille (côté du cube) et R le rayon atomique,

$$\text{on a la relation : } R = a \frac{\sqrt{2}}{4}$$

Le nombre d'atomes par maille correspond à 8 atomes aux sommets qui appartiennent à 8 mailles et 6 atomes au milieu des faces qui appartiennent à 6 faces :

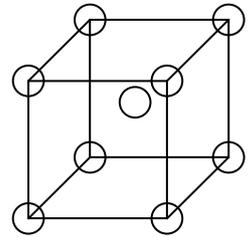
$$n = 8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4 \text{ atomes par maille.}$$

$$\text{La compacité est } c = \frac{V_{\text{atomes}}}{V_{\text{maille}}} = \frac{4 \times \frac{4}{3} \pi R^3}{a^3} = 4 \times \frac{4}{3} \pi \left(\frac{\sqrt{2}}{4}\right)^3 = \pi \frac{\sqrt{2}}{6} = 0,74 \text{ soit } 74 \%$$

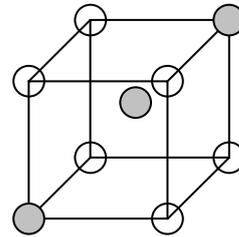
La masse volumique est $\rho = \frac{m_{\text{maille}}}{V_{\text{maille}}} = \frac{4M}{N a^3}$ où M est la masse atomique et N le nombre d'Avogadro $N = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

L'aluminium, le cuivre, l'austénite suivent le réseau CFC.

2. le réseau cubique centré



Les atomes se trouvent à chacun des sommets et au centre de la maille :



Les atomes sont tangents suivant la grande diagonale :

$$\text{Ainsi, on a : } R = a \frac{\sqrt{3}}{4}$$

Le nombre d'atomes par maille est de : $8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$.

$$\text{La compacité est : } c = \frac{V_{\text{atomes}}}{V_{\text{maille}}} = \frac{2 \times \frac{4}{3} \pi R^3}{a^3} = 2 \times \frac{4}{3} \pi \left(\frac{\sqrt{3}}{4}\right)^3 = \pi \frac{\sqrt{3}}{8} = 0,68 \text{ soit } 68 \%$$

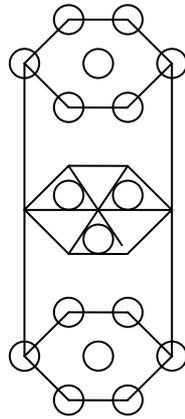
$$\text{La masse volumique est } \rho = \frac{m_{\text{maille}}}{V_{\text{maille}}} = \frac{2M}{N a^3}$$

La ferrite, le chrome, le sodium suivent le réseau CC.

3. le réseau hexagonal compact

Il n'est pas utile de développer ce réseau qui a des caractéristiques identiques à celles du réseau CFC.

Les atomes sont aux sommets de l'hexagone, au centre des faces et au centre d'un triangle sur 2 de l'hexagone central :



On a ainsi : $12 \times \frac{1}{6} + 2 \times \frac{1}{2} + 3 = 6$ atomes par maille.

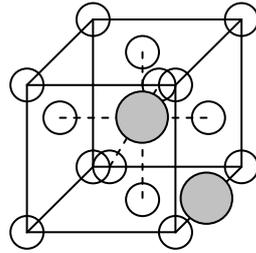
La compacité est de 74 %.

Le calcul de la masse volumique est toujours

La masse volumique est $\rho = \frac{m_{\text{maille}}}{V_{\text{maille}}}$ avec le calcul du volume de la maille un peu plus complexe pour la maille hexagonale...

Le zinc, le magnésium, le cobalt suivent le réseau HC.

4. les interstices octaédriques

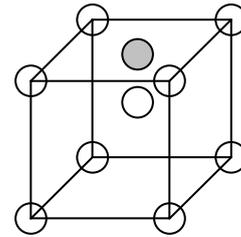


Pour un réseau CFC :

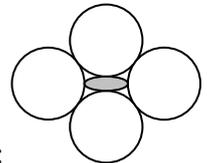
Les atomes des centres des faces forment l'octaèdre qui entoure l'atome central.

Le milieu d'une arête est aussi le site d'un interstice octaédrique.

On a : $2 R + 2 R_{io} = a$



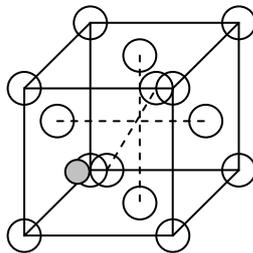
Pour un réseau CC, le site se situe au centre d'une face :



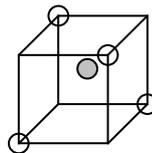
On a : $2 R + 2 R_i = a$ mais aussi $2 R + 2 R'_i = a\sqrt{2}$. Le site est donc elliptique :

5. les interstices tétraédriques

Ils sont plus rarement utilisés car plus petits que les interstices octaédriques.



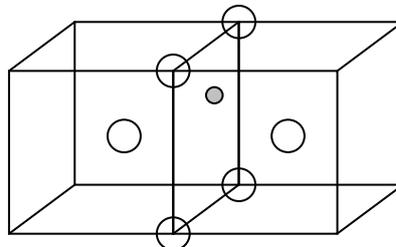
Pour un réseau CFC :



Ainsi, les atomes en insertion sont au centre des $1/8^{\text{ème}}$ de cube :

On compte 8 interstices tétraédriques par maille.

On a : $R + T_{it} = a \frac{\sqrt{3}}{8}$

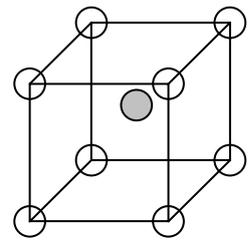


Pour un réseau CC :

Le site est tel que : $R + R_i = \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + \left(\frac{a}{4}\right)^2}$

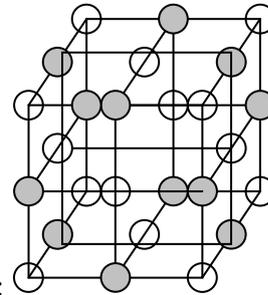
6. les cristaux ioniques

L'arrangement dépend du rapport des rayons $\frac{R_{cation}}{R_{anion}}$. En général, le rayon de l'anion est plus grand que celui du cation.



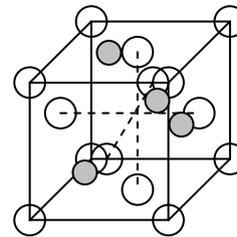
- Si $\frac{R_{cation}}{R_{anion}} > 0,73$, le réseau est du type Cs Cl avec des ions Cs^+ et Cl^- :

Il ressemble au réseau cc.



- Si $0,33 < \frac{R_{cation}}{R_{anion}} < 0,73$, le réseau est du type NaCl :

Il ressemble au réseau cfc.



- Si $0,23 < \frac{R_{cation}}{R_{anion}} < 0,33$, le réseau est du type ZnS :
avec un Zn^{2+} au centre d'un petit cube sur 2.

Le diamant suit le même réseau cristallin. On peut le décrire comme un réseau cfc où un site tétraédrique sur 2 est occupé.