**Les structures métalliques**

**\*Introduction :**

les cristaux métalliques sont formés d’ATOMESde métal, la cohésion est assurée par des liaisons métalliques : Réseau cubique centré, Réseau cubique faces centrées et Réseau hexagonal compact.

**1/ Structure cubique centrée (CC)**

Les atomes occupent les sommets et le centre de la maille.

     **Représentations**:

               **Nombre de motifs par maille :**

Z = 8x(1/8) (sommets) + 1x1 (centre) = 2motifs /maille

***Remarque : En général, pour toute maille dérivant du cube, le nombre de motifs n est donné par la formule suivante :***

**Z = ns/8 + na/4 + nf/2 + ni.1**

**où ns, na, nf et ni sont respectivement les nombres de motifs situés aux sommets, sur les arêtes, sur les faces et à l’intérieur de la maille.**

* **Position des atomes : S**ommets : (0,0,0) et centre du cube : (1/2, 1/2, 1/2)
* **Plan de compacité : (110), Relation entre R et a :**



les atomes sont tangents selon la diagonale principale du cube :

        **Compacité :** **C = Zx Vmotif /Vmaille,**  avec Z = 2 ; v motif =(4/3)ᴨ.R3 ; Vmaille = a3,



**la strcuture CC est pseudo-compacte.**

      **Indice de  Coordinence (IC) :** Le nombre d’atomes voisins à égal distance.

 Chaque atome du centre du cube est entouré de 8 atomes des sommets, plus proches situés à la même distance a√3/2. D’où IC = 8**.**

**   Sites :**  L'espace entre les atomes est appelé **sites interstitiels**. La maille présente des sites cristallographiques tétraédrique (S.T) et octaédrique (S.O).

* les sites octaédriques : les 6 atomes entourant ce site (un vide) forment un [octaèdre](https://fr.wikipedia.org/wiki/Octa%C3%A8dre) ;
* les sites tétraédriques : les 4 atomes entourant ce site forment un [tétraèdre](https://fr.wikipedia.org/wiki/T%C3%A9tra%C3%A8dre).

|  |  |
| --- | --- |
| * **Sites tétraédriques dans un empilement Cubique Centré**
 | * **Sites tétraédriques dans un empilement Cubique Centré**
 |
| Situés aux 1/4 et 3/4 des médiatrices des arêtes : 4 sites par face: 4x1/2 x6 (nombre des faces) = 12 sites par maille.**Soit au total *12 sites tétraédriques par maille*. Avec les positions :**Ex : face (x,y, 0) : (1/4, 1/2, 0) ; (1/2, 1/4, 0) ;(1/2, 3/4, 0) ; (3/4, 1/2, 0) | * + Centre des faces : 6x1/2 = 3 sites par maille.
	+ Milieu des arêtes : 12x1/4 = 3 sites par maille.

**Soit au total *6 sites octaédriques par maille* avec les positions suivantes:**Centre des faces : (1/2, 1/2, 0), (1/2, 0, 1/2), (0, 1/2, 1/2) Milieu d’arêtes : (1/2, 0, 0), (0, 1/2, 0) et (0, 0, 1/2)  |

**S.O**

 

**S.T**

* + 1. **Structure cubique à faces centrées (CFC)**

Les atomes appartiennent aux sommets et aux centres des faces.



        **Représentation de la structure :**

**     Nombre de motifs par maille :**

Z = 8x1/8 aux sommets +  6x1/2 aux centres des faces= 4 motifs par maille.

* **Les positions des atomes :**

Sommets : (0, 0, 0) et centre des faces : **(1/2, 1/2, 0), (1/2, 0, 1/2), (0, 1/2, 1/2)**

        **Coordinence ou indice de coordination IC :**

 

Chaque atome a 12 voisins plus proches situés à la même distance a√2/2. D’où IC = 12**.**Ce résultat peut être déduit facilement à partir des plans compacts ci-dessus.

**Plan de compacité : (001), Relation entre R et a :** pour un CFC, les atomes sont tangents  selon la diagonale de la face.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

   **Compacité :**

**C = Zx Vmotif /Vmaille,**  avec Z = 4 ; v motif =(4/3)ᴨ.r3 ; Vmaille = a3,  R= a/4

ce qui donne : c = 74%, **la structure CFC est compacte**

       **Masse volumique :**



**       Les sites octaédriques et tétraédriques :**

**   S.T :**

La maille CFC peut être divisée en 8 petits cubes d’arête a/2. Le centre de chaque petit cube constitue un site T, ce qui donne un total de 8 sites T/maille CFC (8 x1 = 8).



***Remarques :- les 8 sites [4] forment un cube simple d'arête a/2.***

        **Positions ou coordonnées des S.T :**

 Les coordonnées x et y sont déduites de la projection sur le plan xoy :

**(¼, ¼, ¼) ; (¼, ¼, ¾) ; (¼, ¾, ¼) ; (¼, ¾, ¾) ; (¾, ¼, ¼) ; (¾, ¼, ¾) ; (¾, ¾, ¼) ; (¾, ¾ , ¾)**

**   S.O :**

Ils se trouvent au centre de la maille et aux milieux des arêtes : 1x1 + 12x1/4 = 4 sites O/maille CFC.



       **Positions ou coordonnées des S.O :**

Il y a 4 coordonnées : 1 (centre de la maille) et 3 (arêtes de la maille).

                   **Centre de la maille : (½, ½, ½)**

**Arêtes de la maille : (½, 0, 0), (0, ½, 0) et (0, 0, ½).**

**3/ Structure hexagonale compacte**

C’est une structure qui dérive de l’empilement compact …ABABAB….

        Représentation de la structure :

Cette structure peut être représentée soit par une maille hexagonale (= maille triple), soit par une pseudo - maille (= 1/3 de la maille hexagonale).



****

        Nombre de motifs :

Considérons une maille hexagonale (3pseudo - mailles), le nombre de motifs est :

12 x 1/6 (sommets) + 2x1/2 (centre des bases) + 3x1(intérieur) = 6.

*Remarque : Cas d’une pseudo - maille (1/3 de maille) : 4x1/6 + 4x1/12 + 1 = 2,*

*ou tout simplement : 8.1/8  +  1.1 = 2 en considérant un réseau de pseudo – mailles.*

        Coordonnées réduites :

La description du réseau, et en particulier la maille triple, peut être faite à partir de la pseudo – maille. Cette dernière contient deux motifs, de ce fait le nombre de coordonnées réduites est de 2 :

(0, 0, 0) pour les sommets et  (1/3, 2/3, ½) pour les atomes du plan B (z = c/2).

    Coordinence :

Si on considère, par exemple, l’atome situé au centre d’une base sa coordinence IC est égale à 12.



        Compacité :

Elle est donnée par la formule suivante : **C = Zx Vmotif /Vmaille**

Cas d’une pseudo - maille de volume V = a2.c.sin120° = a2c/2 et z = 2 ; v =4/3ᴨr3  avec a = 2r.

        Relation entre les paramètres a et c pour une structure idéale :

Les sphères sont disposées de telle manière que les atomes du plan A et ceux du plan B forment des tétraèdres réguliers. On peut montrer que le rapport théorique c/a = 1,633. De ce fait, la compacité est de 74 %.

        Dénombrement des sites [4] et [6] :

  Sites [4] :

Les sites [4] se trouvent sur les plans : 1/8, 3/8, 5/8 et 7/8

 

  Le bilan des sites [4] est donc :

**1/8 :**(3x1) = 3

![Zone de Texte: Soit un total de 12 sites [4]/maille. ]()

        **3/8 :**(1+6x1/3) = 3

**5/8 :**(1+6x1/3) = 3

**7/8 :**(3x1) = 3

  Sites [6] :

Les sites [6] se trouvent sur les plans ¼ et ¾ de la maille hexagonale.

 

* Positions des sites [4] et [6] :

Il y a autant de sites que de positions :

Sites [4] : 4 sites par pseudo – maille ce qui correspond à 4 positions :

         (2/3, 1/3, 1/8) ; (0, 0, 3/8) ; (0, 0, 5/8) ; (2/3, 1/3, 7/8).

Sites [6] : 2 sites par pseudo – maille, donc 2 positions :

         (1/3, 2/3, 1/4) ; (1/3, 2/3, 3/4).

Ces positions permettent de décrire la maille hexagonale.