

Les solides métalliques

I. Introduction

Les métaux sont des solides cristallisés. La nature des forces de liaisons qui maintiennent unis les atomes dans un métal pose problème, car ni la nature des liaisons covalentes ou ioniques n'expliquerait certaines de ces propriétés physiques particulières (conductivité, dureté, et températures de fusion élevée)

Le mode de liaison de atomes d'un métal est de même type que la liaison covalente: la mise en commun d'électrons.

Les atomes des métaux sont peu électronégatifs, ils perdent facilement leurs électrons de valences. Ces électrons forment un nuage ou un gaz d'électrons. Ceci explique la forte conductivité des métaux.

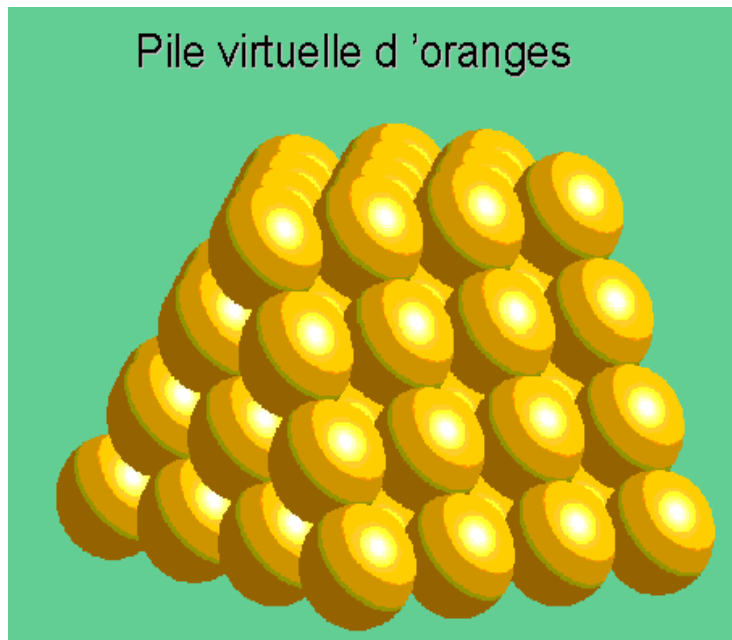
La mise en commun des électrons pour assurer la cohésion du cristal explique la forte température de fusion.

Les métaux sont malléables car la structure permet le déplacement des couches d'ions sans qu'il y ait modification de la structure. Dans les solides ioniques, le même déplacement provoque la naissance de nouvelles interactions d'ions de même signe.

La théorie des bandes permet d'expliquer les variations dans la conductivité dans les métaux

Structurellement, les métaux forment des structures compacts correspondant à l'entassement de densité maximale de sphères rigides sous 3 formes

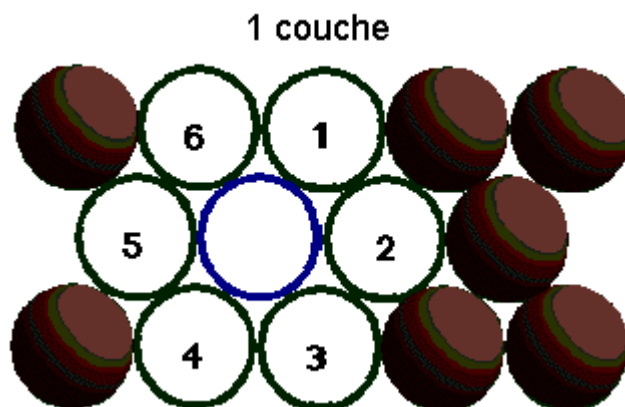
- Système compact: HC
- Système compact: CFC
- Système semi compact: cubique centré CC



Les oranges sont empilées les unes sur les autres de telle façon à avoir un volume à densité maximale. Les oranges forment des plans équivalents, superposés les uns sur les autres

II. Empilement compact

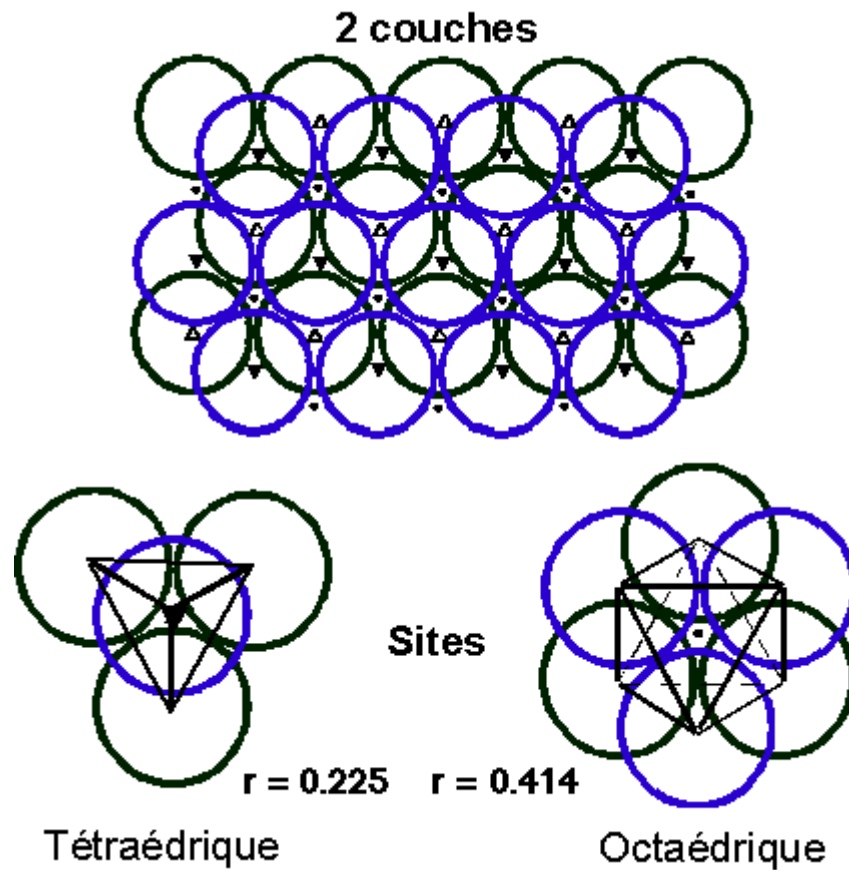
Considérons les atomes comme des sphères rigides, nous pouvons construire des plans à haute densité en alignant les atomes les uns à côté des autres suivant les schémas ci dessous



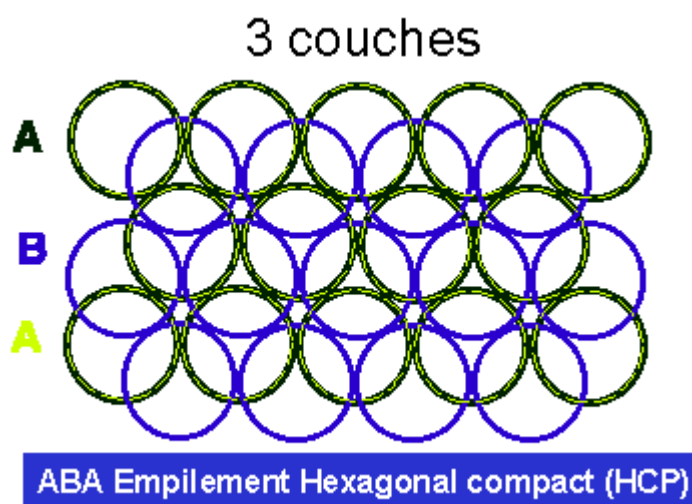
Chaque atome est entouré par six autres atomes de même type, donc la coordination d'un atome est 6 sur le plan de l'atome en question (atome bleu)

Le second plan de même nature pourrait se mettre sur le premier plan sans à priori de difficulté. Autour de l'atome en bleu, six vides sont générés, mais seulement trois atomes se mettront au dessus

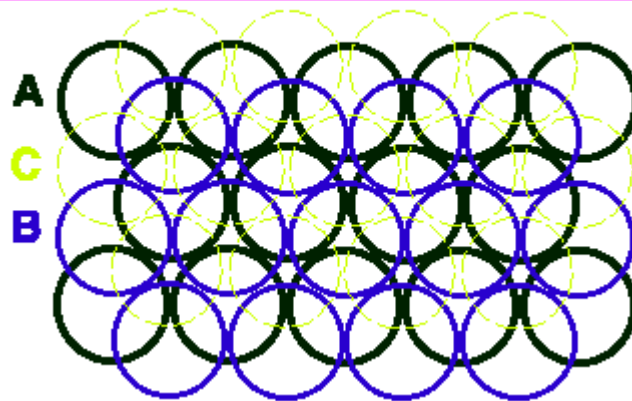
Le second plan, en combinaison avec le premier plan, génère deux types de sites, des sites tétraédriques et octaédriques



Le troisième plan se mettrait, soit superposé au premier plan, soit intercalé aux deux premiers. Deux situations sont alors possibles, un empilement de type ABA ou ABCA

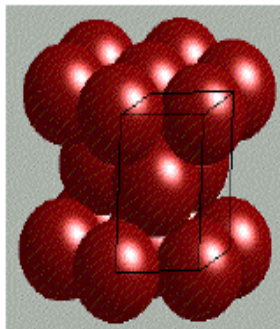


ABC Empilement Cubique Faces Centrées (CCP)

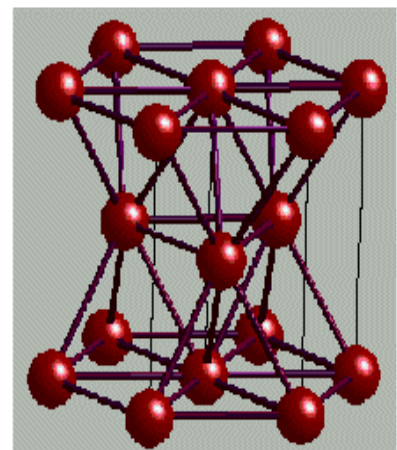
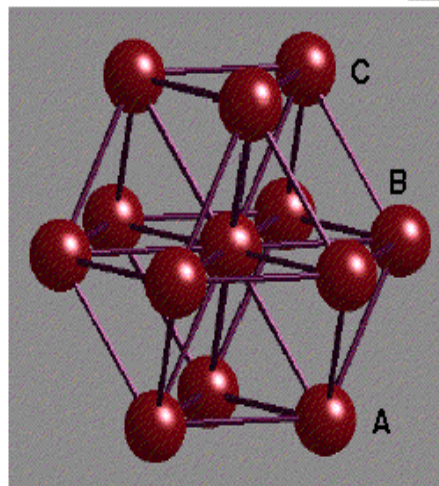
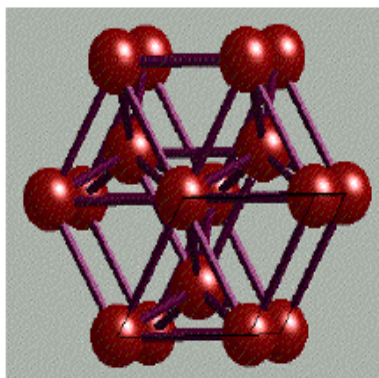
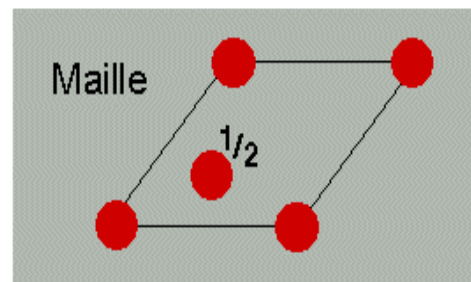


II.1. Empilement ABA (HC)

Cet empilement génère tout simplement un hexagonale



Empilement Hexagonal compact HCP

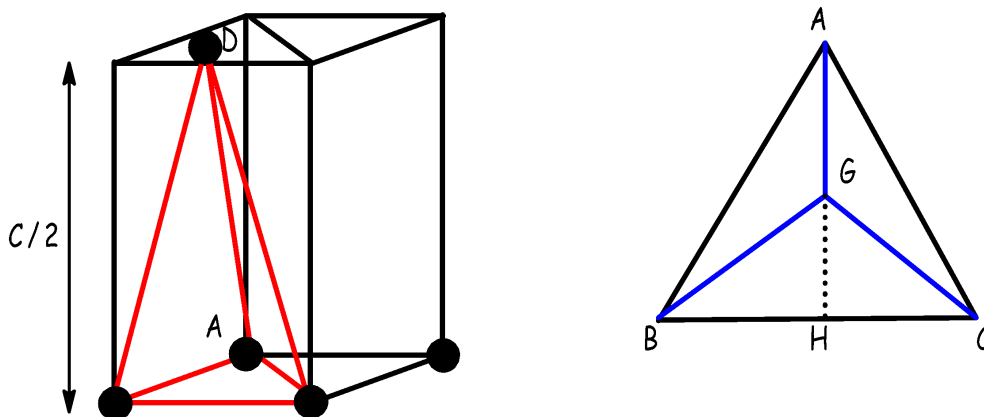


Motif cristallin: 12 aux sommets $\times 1/6 = 1$
 2 au centre des deux bases $\times 1/2 = 1$
 3 au centre = 3
 = 6 atomes

Coordinnence: Chaque atome est entouré par six atomes du même plan, 3 au dessus et 3 autres au dessous, ce qui fait 12 atomes

Coordonnées réduites: (0, 0, 0) (1/3, 2/3, 1/2)

La compacité: la valeur élevée de la compacité de la structure HC impose le fait que le rapport entre c et a prenne une valeur bien déterminé



$$(AB)^2 = a^2 = (AH)^2 + (BH)^2 = (AH)^2 + a^2/4 \text{ donc } (AH)^2 = 3a^2/4$$

$$\text{et } (AG) = 2/3 (AH) = (\sqrt{3}/3) \cdot a$$

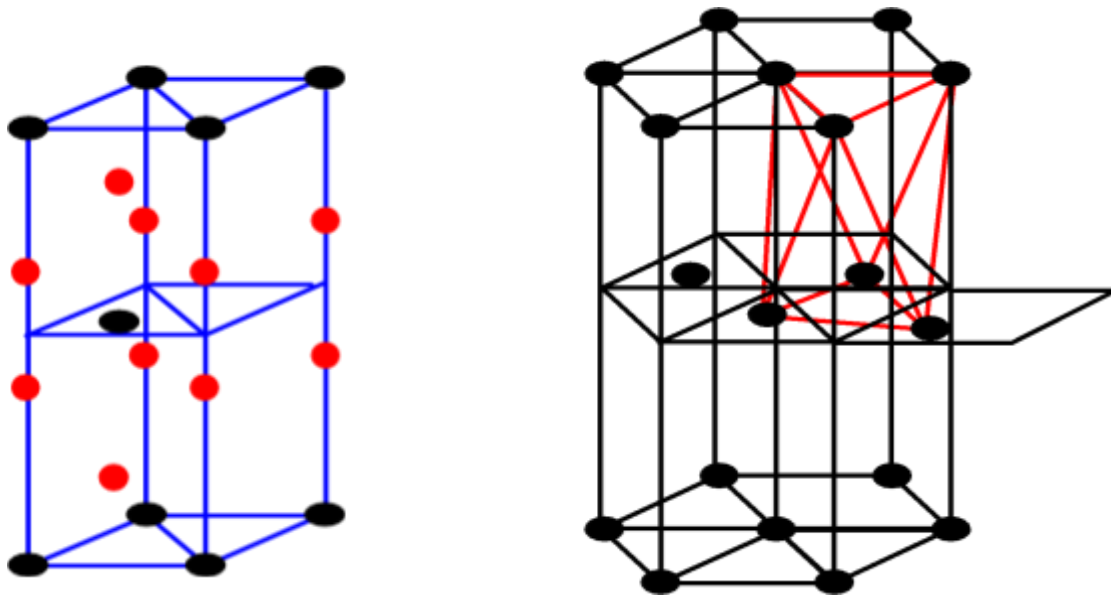
$$\text{D'autre part } (AG)^2 + (c/2)^2 = (AD)^2 = a^2 \text{ d'ou } c^2/a^2 = 8/3$$

$$V = 3a^2 c \sin 2\pi/3 \text{ et } a = 2r \text{ alors } \xi/100 = 74$$

Sites octaédriques et tétraédriques

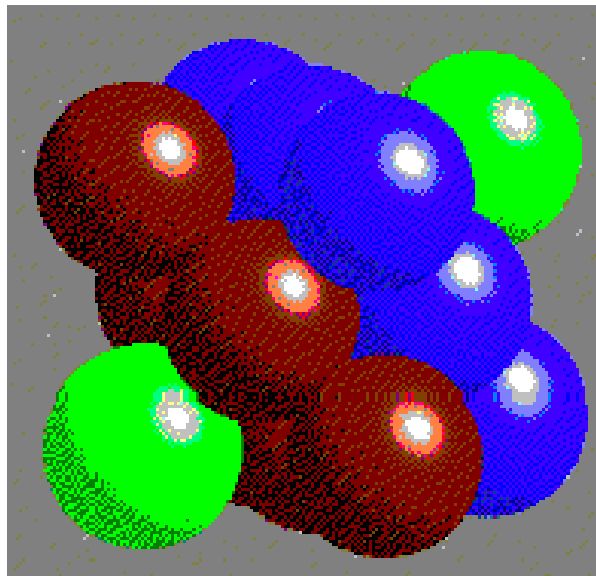
Ils sont situés aux 1/8 et 7/8 à l'intérieur de la maille, et aux 3/8 et 5/8 dans les arêtes, donc 12 au total

Les sites octaédriques sont aux 1/4 et 3/4 à l'intérieur de la maille, soit 6 sites octaédriques



II.2. Empilement ABCA (CFC)

cet empilement génère une structure de type cfc



Motif cristallin: $8 \text{ aux sommets} \times \frac{1}{8} + 6 \text{ aux centres des faces} \times \frac{1}{2} = 4$

Coordinnence: chaque atome est entouré par 12 atomes comme dans l'HC

Compacité: $4r = a\sqrt{2}$, donc $\xi/100 = 74\%$, en fait le même empilement que l'HC

Sites octaédriques et tétraédriques: regarder le NaCl et le ZnS blende

II.3. Empilement semi compact

IL existe un autre empilement non compact. Il génère le Cubique centré. La compacité est moindre.

$$a\sqrt{3} = 4r \text{ et } \xi/100 = 68$$

Le motif cristallin: 8 aux sommets $\times 1/8 + 1 = 2$ atomes

Coordinnence: Chaque atome est entouré par 8 autres atomes

Dans cette structure, il existe des sites tétraédriques et octaédriques non réguliers, ils sont situés aux arêtes e la maille

