

Les cristaux métalliques



Les métaux

■ Les métaux dans la classification

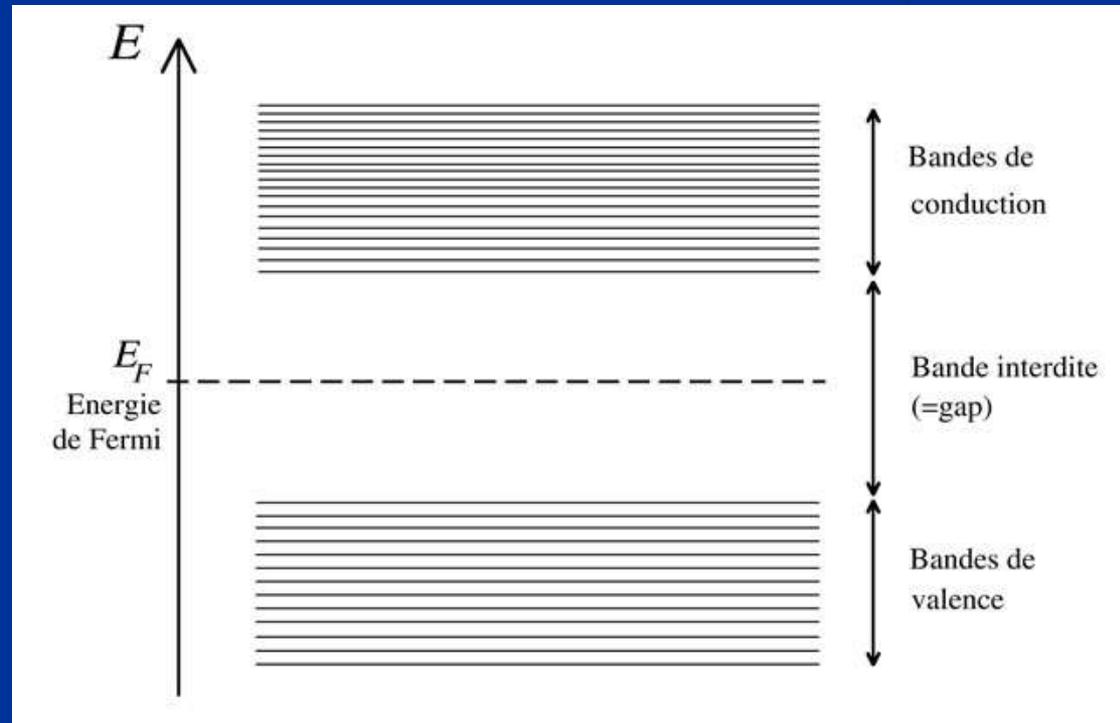
	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII B	VIII B	VIII B	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
1	H	non-métaux															He	
2	Li	Be	métaux										B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo
			* lanthanides	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
			** actinides	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

■ La liaison métallique

- Noyau
- Gaz d'électrons libres
- Liaison forte, non dirigée (isotrope)

■ Théorie des bandes

- n OA \rightarrow n OM
- Conducteur, isolant
- Semi-conducteur
- Gap : qqqs eV



Les structures métalliques

- Etude des solides cristallins (pas amorphes)
- Notion de rayon métallique
 - Atome = sphère de rayon r (jusqu'à tangence)

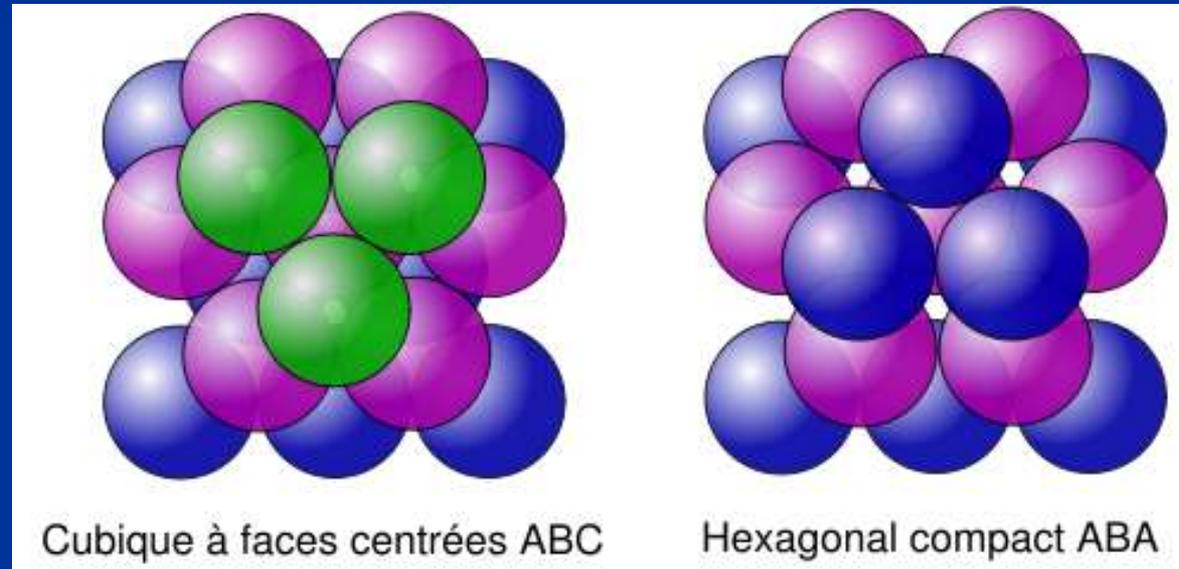
Li 156	Be 113												
Na 191	Mg 160										Al 143		
K 238	Ca 197	Sc 164	Ti 146	V 135	Cr 128	Mn 126	Fe 127	Co 125	Ni 124	Cu 128	Zn 139	Ga 141	
Rb 255	Sr 215	Y 181	Zr 160	Nb 147	Mo 140	Tc 136	Ru 134	Rh 135	Pd 138	Ag 144	Cd 157	In 166	Sn 154

Les structures métalliques

■ Empilements compacts

http://uel.unisciel.fr/chimie/strucmic/strucmic_ch11/co/apprendre_ch11_08.html

- A-B-A-B : hexagonal compact
- A-B-C-A-B-C : cubique faces centrées



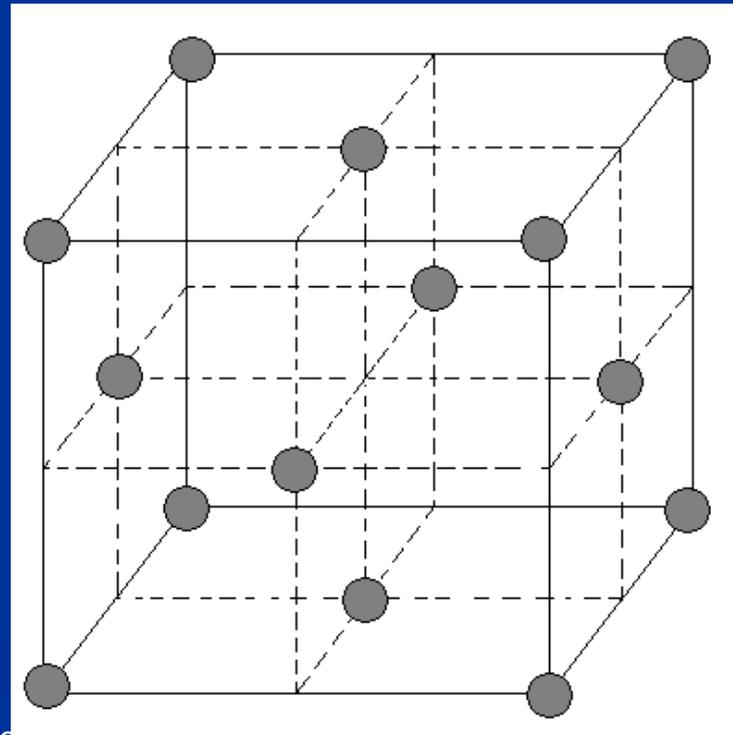
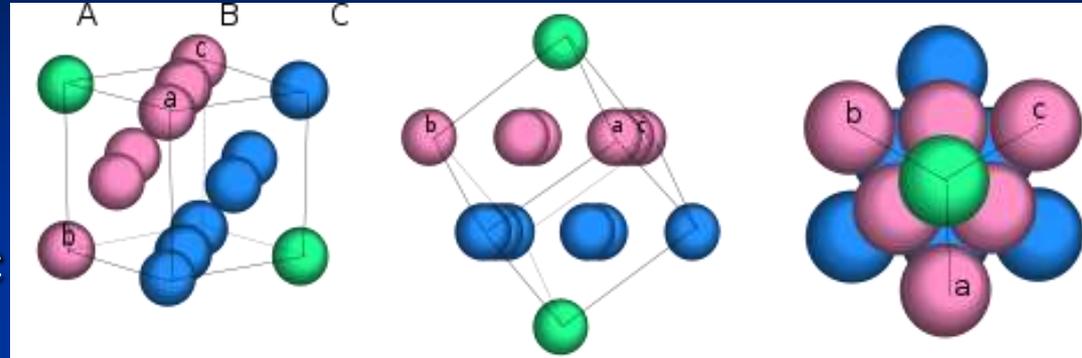
■ Empilement semi-compact : cubique centré

Quelques définitions

- Compacité
- Masse volumique
- Coordinence

Structure cfc

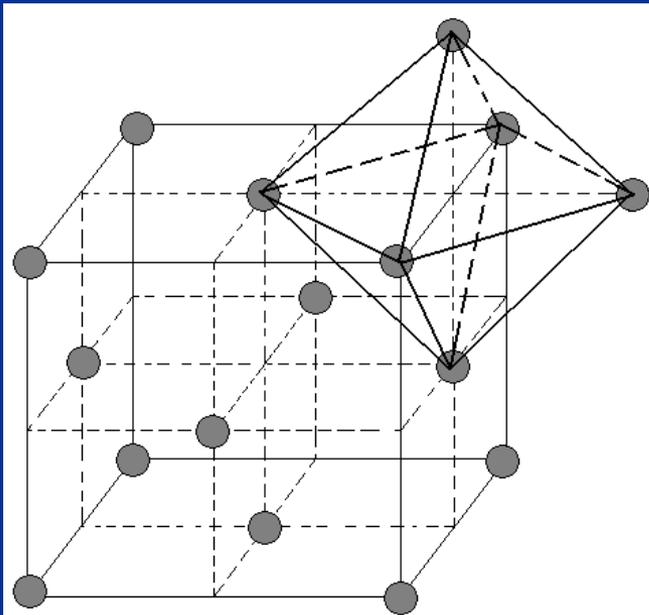
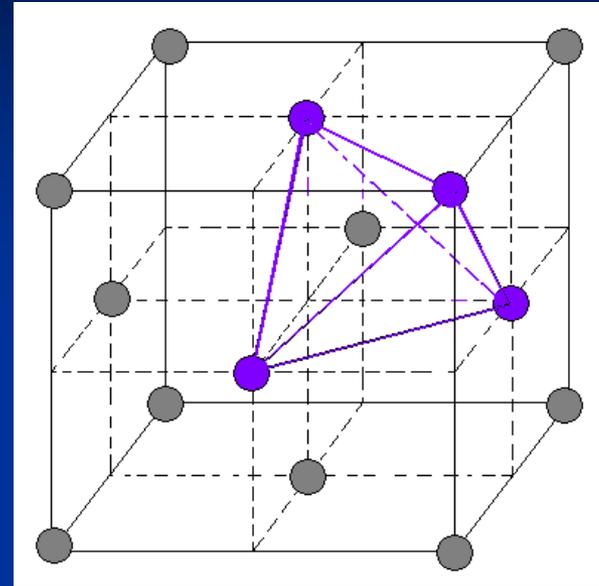
- Description maille
- Nb d'atomes/maille
- Coordinnence
- Relation a/r
- Compacité
- Masse volumique



Sites interstitiels

■ Sites tétraédriques

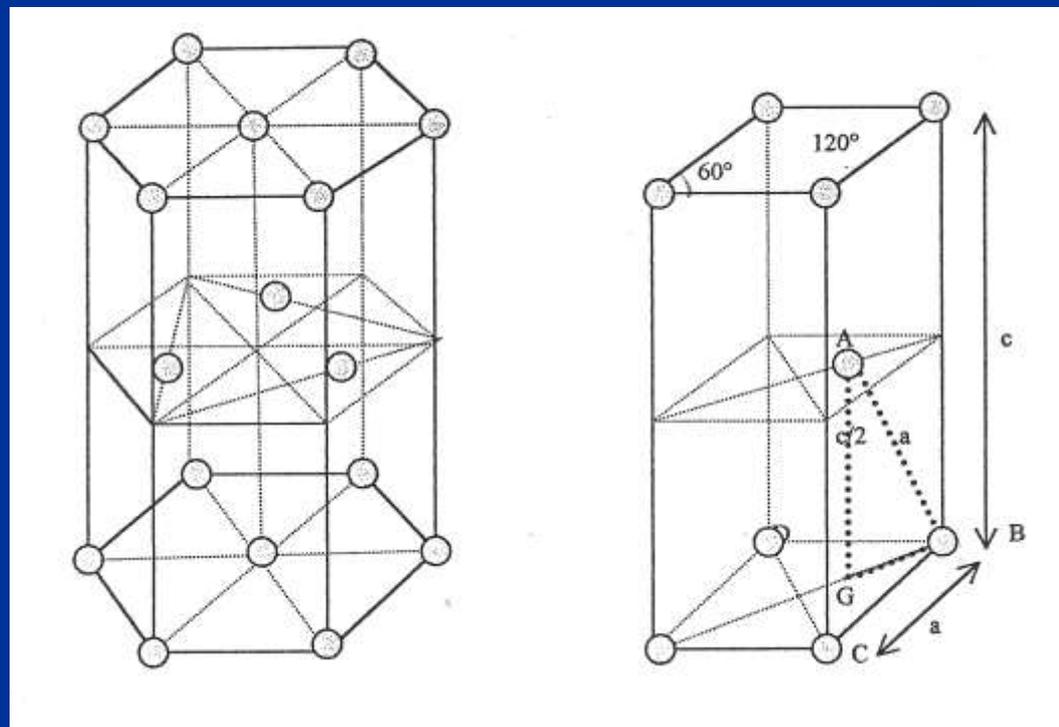
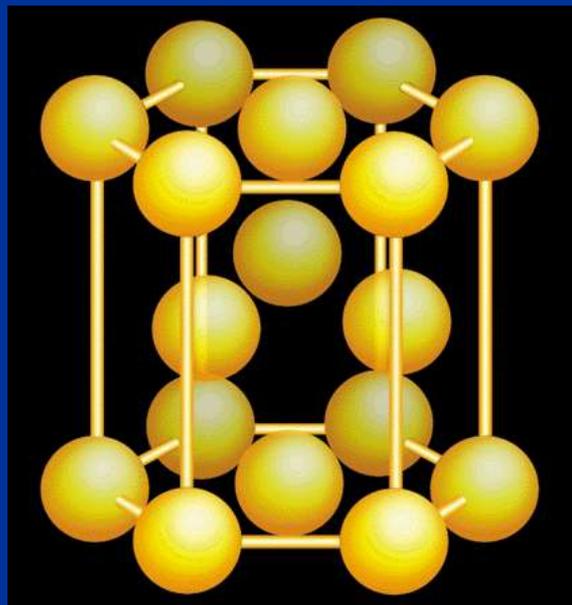
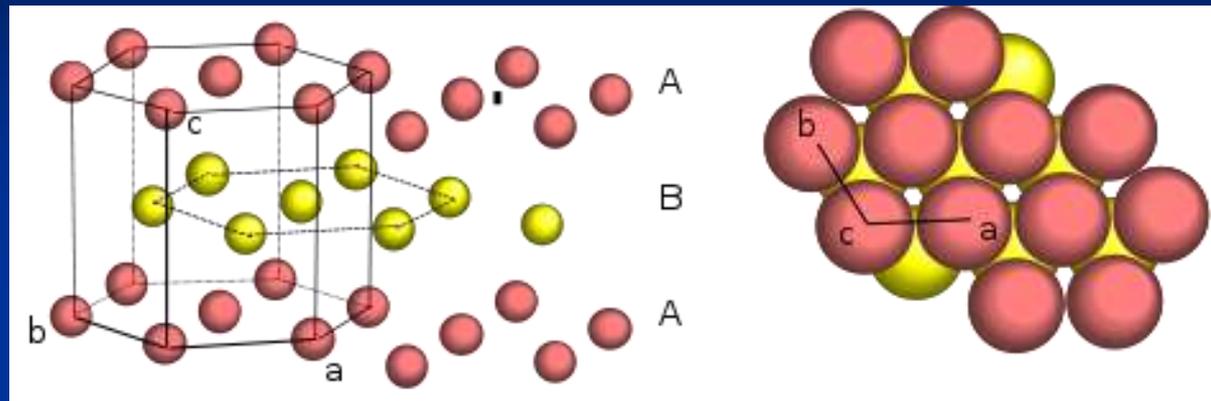
- Emplacement
- Nb de sites T/maille
- Taille du site T



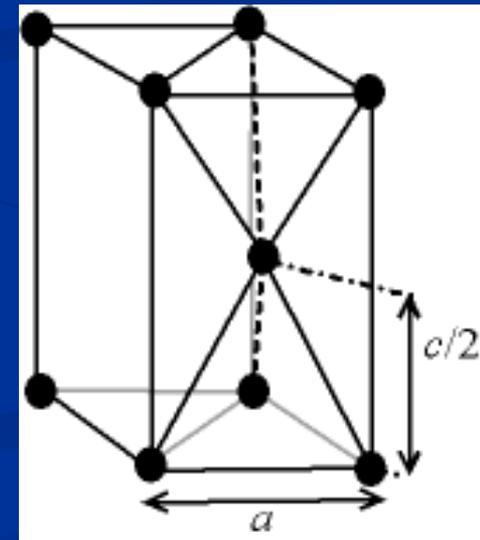
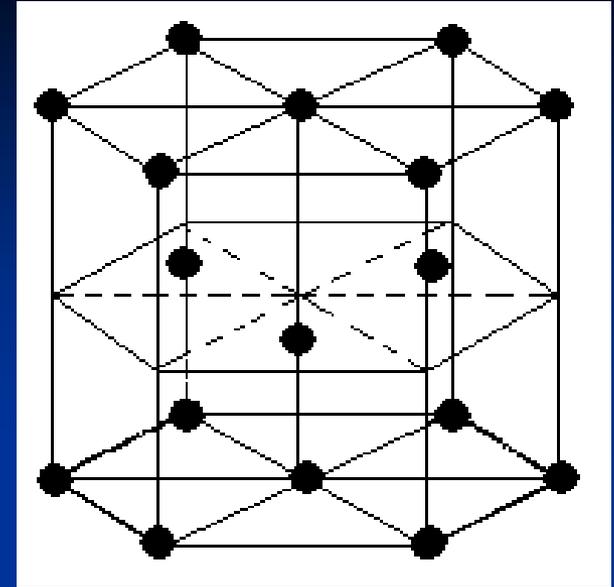
■ Sites octaédriques

- Emplacement
- Nb de sites O/maille
- Taille du site O

Structure hc



- Maille
 - Maille primitive, maille triple
- Coordinence
- Relation a/r
- Compacité
- Masse volumique

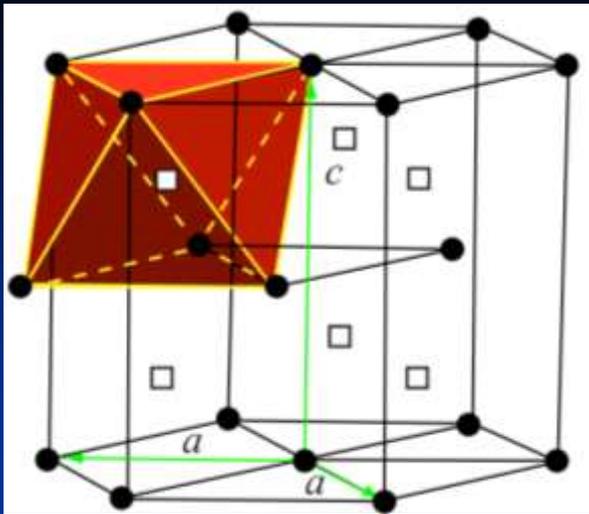


$$c = 2a\sqrt{\frac{2}{3}}$$

$$V = \sqrt{2}.a^3$$

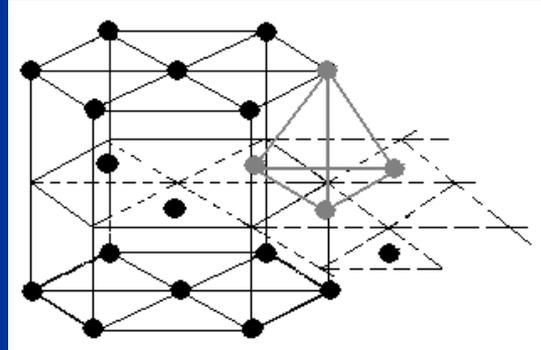
■ Sites octaédriques

- 6 / maille triple
- 2 / maille primitive



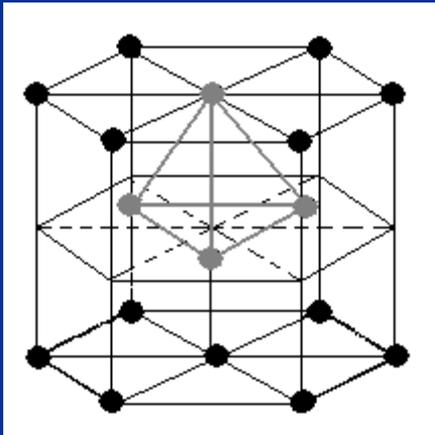
■ Sites tétraédriques

- 12 / maille triple
- 4 / maille primitive

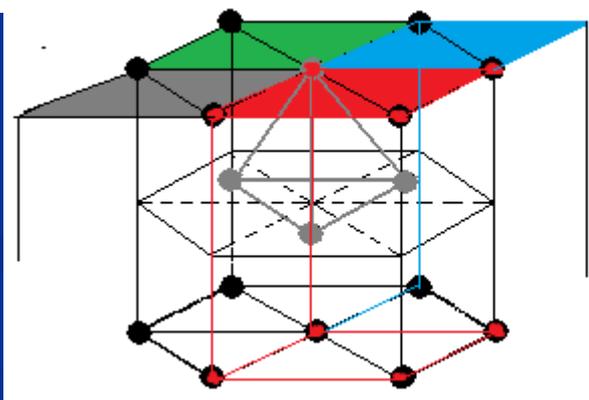
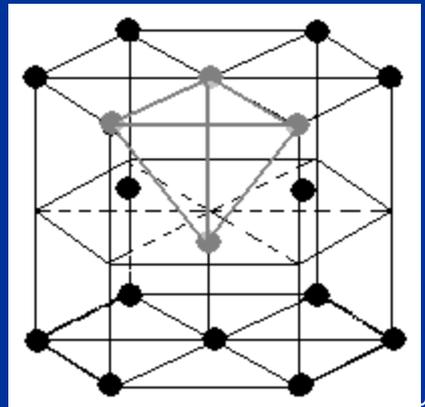


12 (2 par arête)
comptent pour 1/3

8 (2 par arête)
comptent pour 1/4

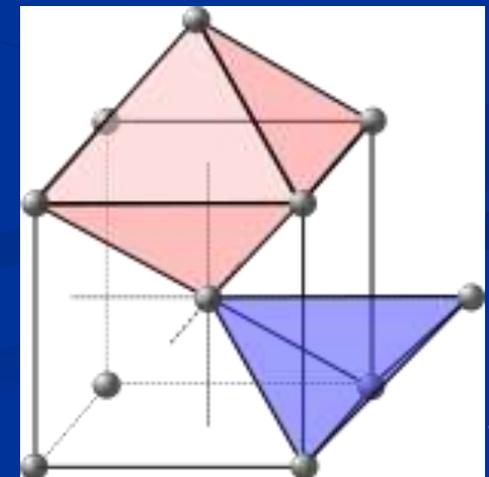
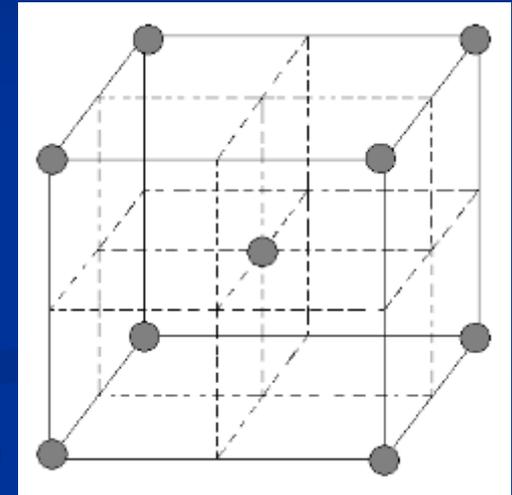


2 + 6 en propre
2 en propre



Structure cubique centrée

- Maille, motif, atomes/maille, coordinence
- Relation a/r
- Compacité
- Masse volumique
- Site tétraédriques (12 irréguliers)
- Sites octaédriques (6 irréguliers)



Propriétés physiques

- Optique
- Conductivité
 - Électrique
 - Thermique
- Changement d'état
- Masse volumique
- Propriétés magnétiques et mécaniques : cf. cours de physique

Les alliages

■ Présentation – Définition

- Cu-Zn : laiton
- Fe-C : aciers, fonte
- Cu-Sn : Bronze
- Fe-C-Ni-Cr : Inox

■ Solutions solides

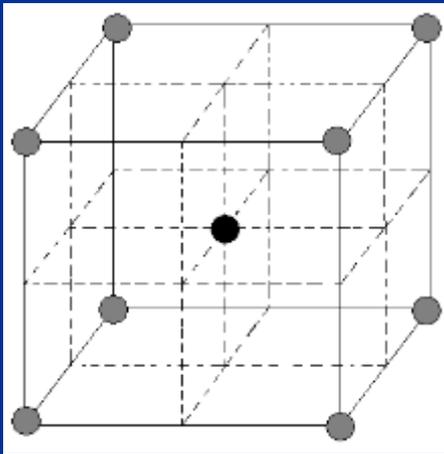
- Miscibilité de métaux
- Limites de solubilité
- Miscibilité totale si r proche et structure cristalline identique (Ex. : Cu-Au)



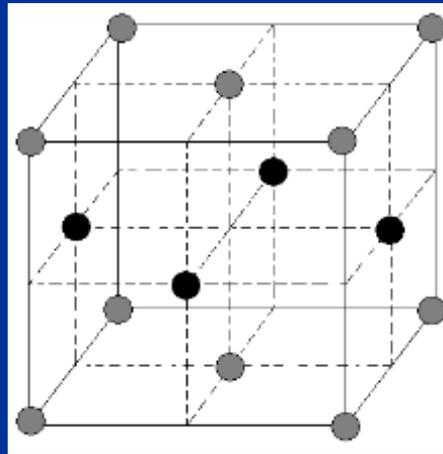
Electrum : alliage Ag-Au naturel

■ Solides de substitutions

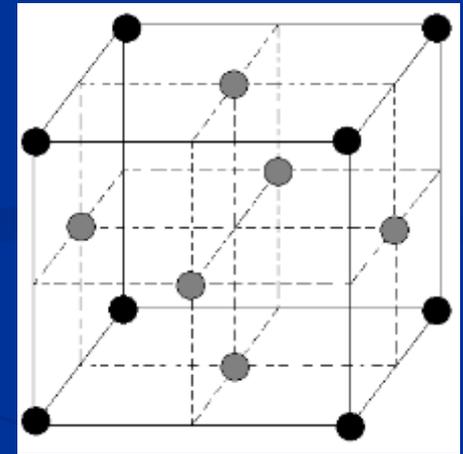
- Atomes d'une structure remplacés par un autre métal
- Souvent, remplacement aléatoire (sinon, existence d'une surstructure)
- Se produit si rayons atomiques proches



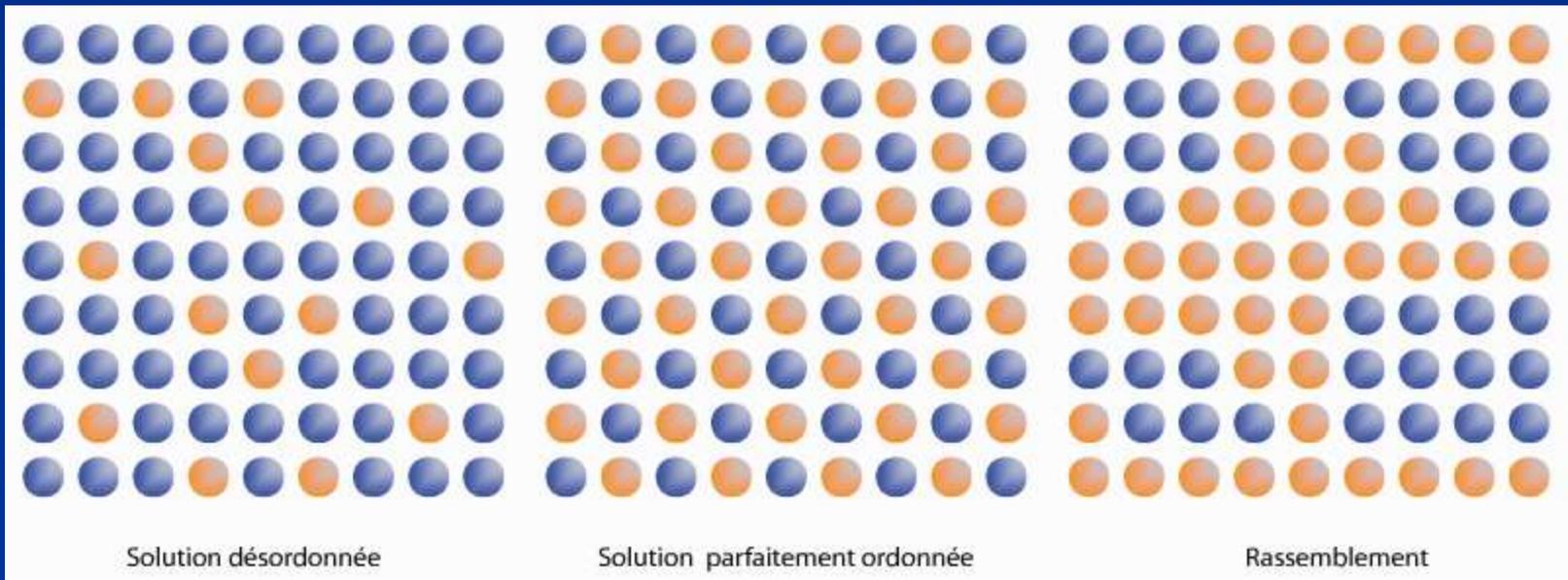
Fe-Al : proportions 50-50



Cu-Au : proportions 50-50

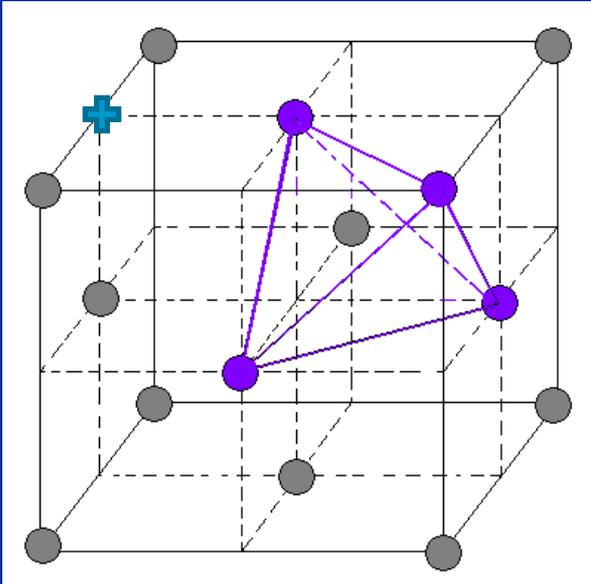


Cu-Au : proportions 75-25



■ Solides d'insertion

- Atomes d'un métal s'insère dans les sites d'une structure existante d'un autre métal
- Il faut des atomes plutôt petits (C, N, O...)
- L'insertion d'un atome provoque une légère modification de la structure (maille)
- Sites octaédriques (+) sont privilégiés, car plus gros que les sites tétraédriques (en violet)



$$r_T/r < 0,225$$

$$r_O/r < 0,41$$

Rmq : les structures peuvent se déformer, limites non strictes : $r_C = 77 \text{ pm}$ $r_{Fe,\gamma} = 126 \text{ pm}$: rapport = 0,61

S'insère pourtant dans les sites octaédriques !