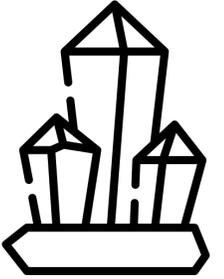
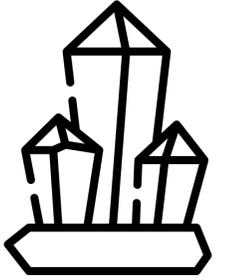


LC 075: Modèle du cristal parfait



- Niveau MPSI
- Prérequis:
 - Atomistique
 - Interaction Van der Waals, liaison hydrogène
 - Métal de transition

Introduction pédagogique



Difficulté des élèves:

- Maîtriser le vocabulaire de cristallographie
- Faire le lien à des applications
- Repérer les objets en 3 dimensions

Moyen mis en œuvre:

- Définir proprement les notions clefs et les appliqués à différents cas
- Relier la coordinence à des caractéristiques physiques
- Utilisation de logiciel et de modèle

Objectifs :

- Connaissance de la maille CFC
- Savoir réaliser des calculs généraux sur les mailles
- Être capable de donner les caractéristiques physiques des différents types de cristaux

4.3. Structure et propriétés physiques des solides

Modèle du cristal parfait

Solide amorphe, solide cristallin, solide semi-cristallin ; variétés allotropiques.

Description du cristal parfait ; population, coordinence, compacité, masse volumique. Rayons métallique, covalent, de van der Waals ou ionique.

Illustrer l'influence des conditions expérimentales sur la formation de solides et de solides cristallins.

Décrire un cristal parfait comme un assemblage de mailles parallélépipédiques.
Déterminer la population, la coordinence et la compacité pour une structure fournie.
Déterminer la valeur de la masse volumique d'un matériau cristallisé selon une structure cristalline fournie.
Relier le rayon métallique, covalent, de van der Waals ou ionique, selon le cas, aux paramètres d'une maille donnée.

Utiliser un logiciel ou des modèles cristallins pour visualiser des mailles et des sites interstitiels et pour déterminer des paramètres géométriques.

Expérience de Davisson et Germer (1925)

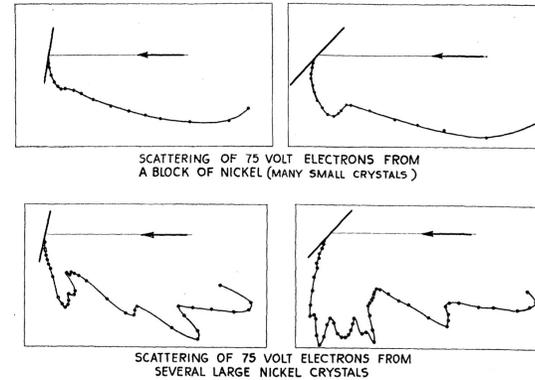
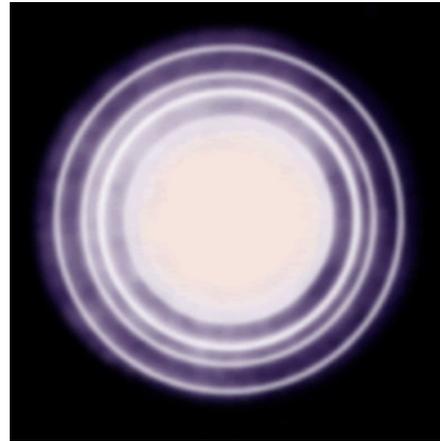
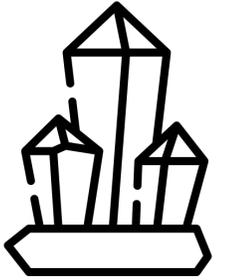
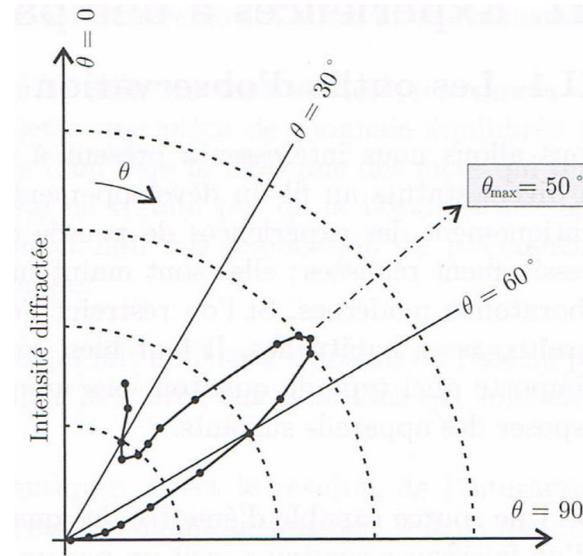
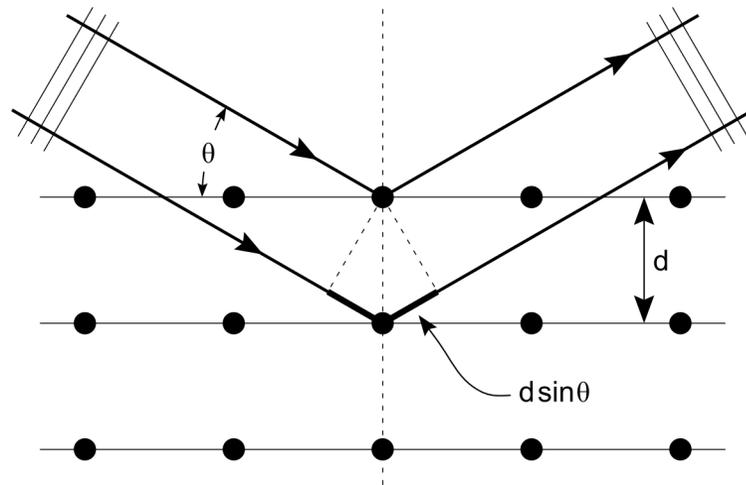


Fig. 1. Scattering curves from nickel before and after crystal growth had occurred.



Second Series

December, 1927

THE PHYSICAL REVIEW

DIFFRACTION OF ELECTRONS BY A CRYSTAL OF NICKEL

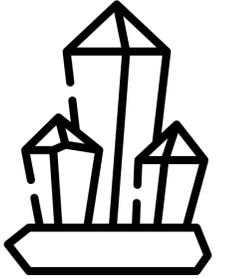
BY C. DAVISSON AND L. H. GERMER

ABSTRACT

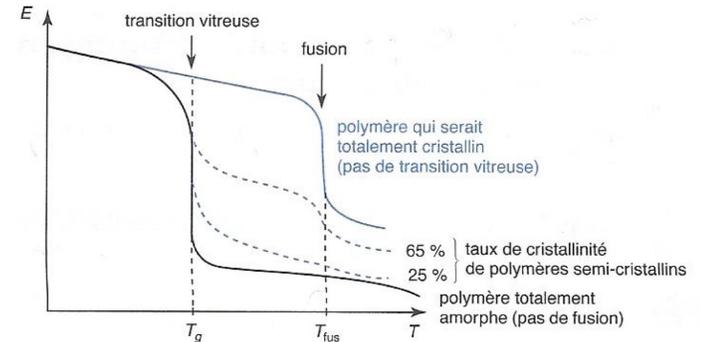
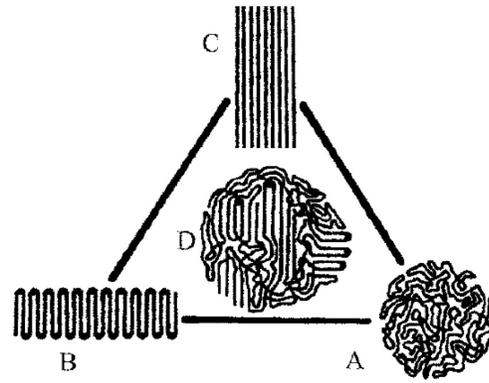
The intensity of scattering of a homogeneous beam of electrons of adjustable speed incident upon a single crystal of nickel has been measured as a function of direction. The crystal is cut parallel to a set of its {111}-planes and bombardment is at normal incidence. The distribution in latitude and azimuth has been determined for such scattered electrons as have lost little or none of their incident energy.

Electron beams resulting from diffraction by a nickel crystal.—Electrons of the above class are scattered in all directions at all speeds of bombardment, but at and near critical speeds sets of three or of six sharply defined beams of electrons issue from the crystal in its principal azimuths. Thirty such sets of beams have been observed for bombarding potentials below 370 volts. Six of these sets are due to scattering by adsorbed gas; they are not found when the crystal is thoroughly degassed. Of the twenty-four sets due to scattering by the gas-free crystal, twenty are associated with twenty sets of Laue beams that would issue from the crystal within the range of observation if the incident beam were a beam of heterogeneous x-rays, three that occur near grazing are accounted for as diffraction beams due to scattering from a single {111}-layer of nickel atoms, and one set of low intensity has not been accounted for.

Pourquoi introduire l'état cristallin ?

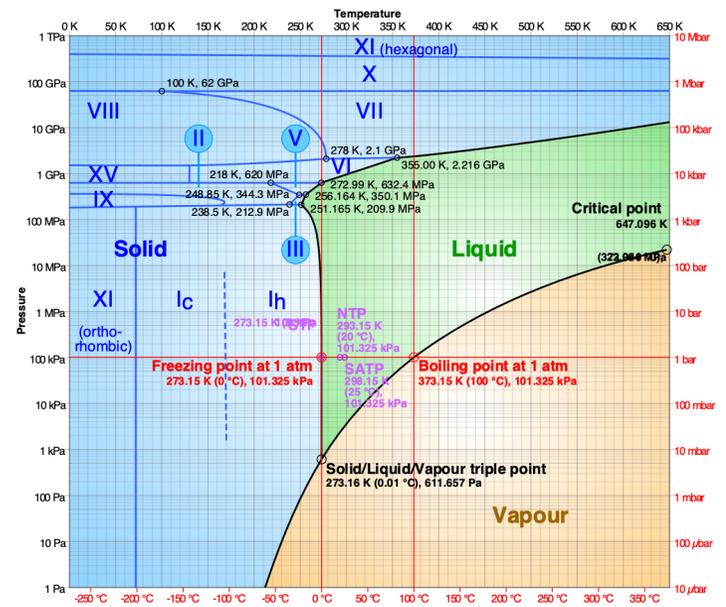
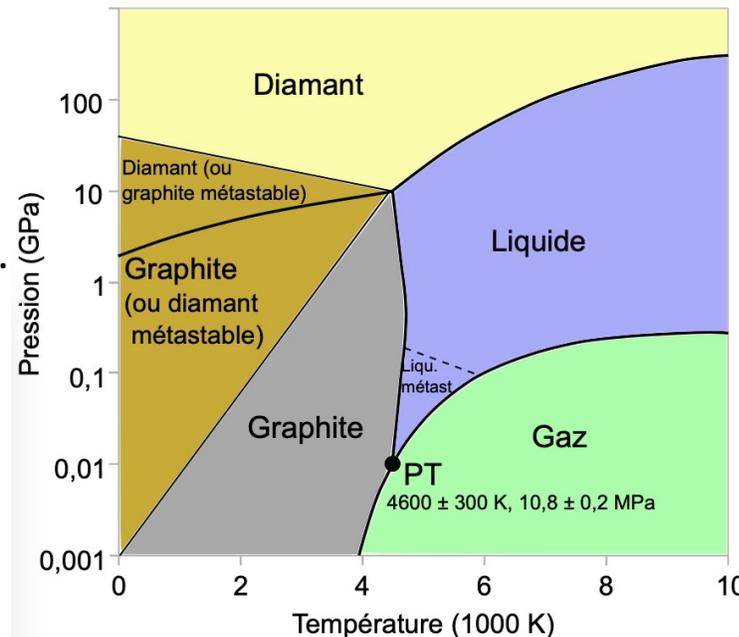


Les solides amorphe, cristallin et semi-cristallin une différence de température de transition. Il y'a donc importance du paramètre température.

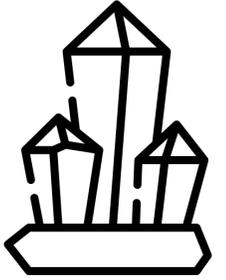


Les différentes variétés allotropiques d'une espèce. Exemples du carbone ou de l'eau.

La pression est donc un paramètre important.



I) Le modèle du cristal parfait à travers la maille Cubique Face Centré



1) Quelques définitions des cristaux parfaits

Un **cristal** est engendré par la **répétition régulière** dans l'espace **d'unités structurales** identiques.

=> **motif** et **réseau**

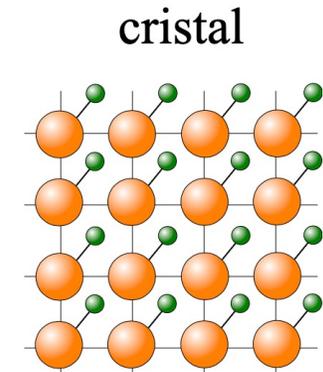
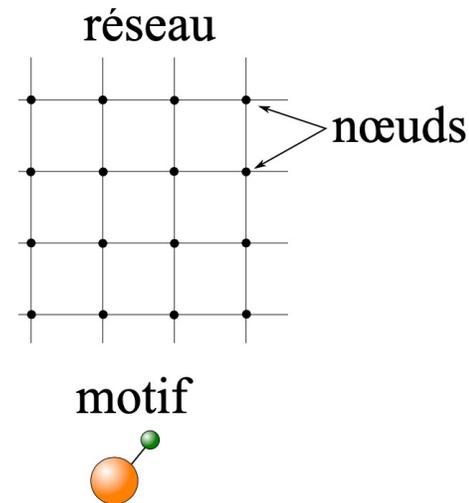
Le **motif** est le plus petit ensemble d'espèce chimiques dont la répétition engendre le cristal.

Le **réseau** est le lieu d'existence de l'ensemble des motifs.
Le réseau est défini par **des vecteurs de base** qui engendrent **des nœuds**.

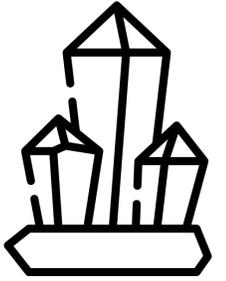
La **maille** est le parallépipède construit avec pour arrêtes les vecteurs d'une base.

Structure cristalline = réseau + motif

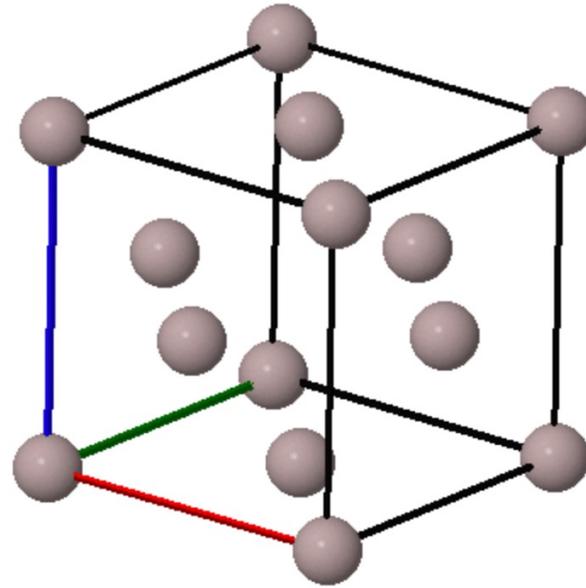
La **population** est le nombre de motifs présent dans la maille.



1) Le modèle du cristal parfait à travers la maille Cubique Face Centré



2) Maille conventionnelle CFC



Comment vérifier que le Nickel cristallise en CFC ?

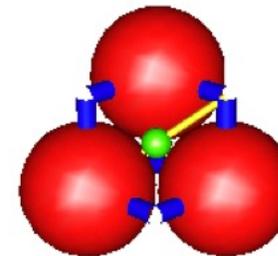
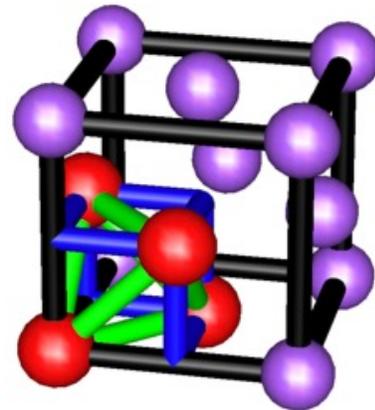
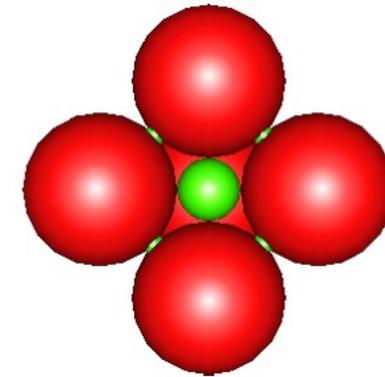
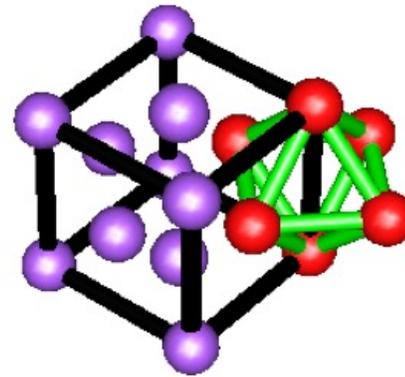
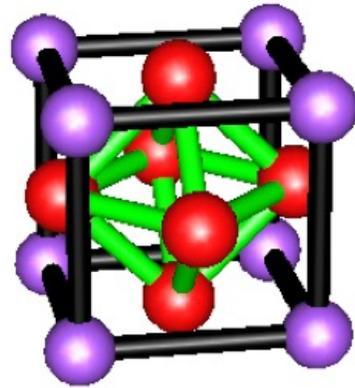
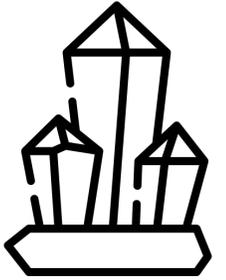
Hypothèse d'une maille CFC et calculons la masse volumique

Données :

$$r_{\text{Ni}} = 124 \text{ pm} \quad \rho_{\text{th}} = 8,902 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

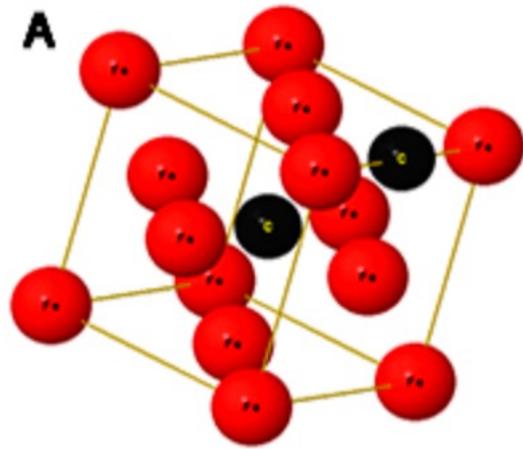
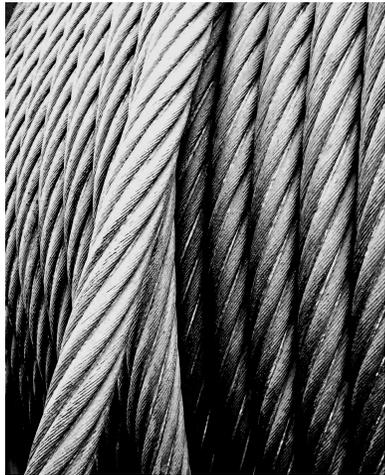
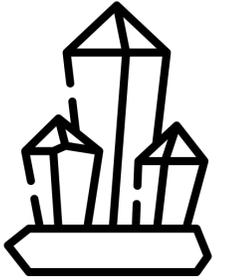
1) Maille cubique face centrée (CFC)

3) Les cavités remarquables



II) Différents types de cristaux

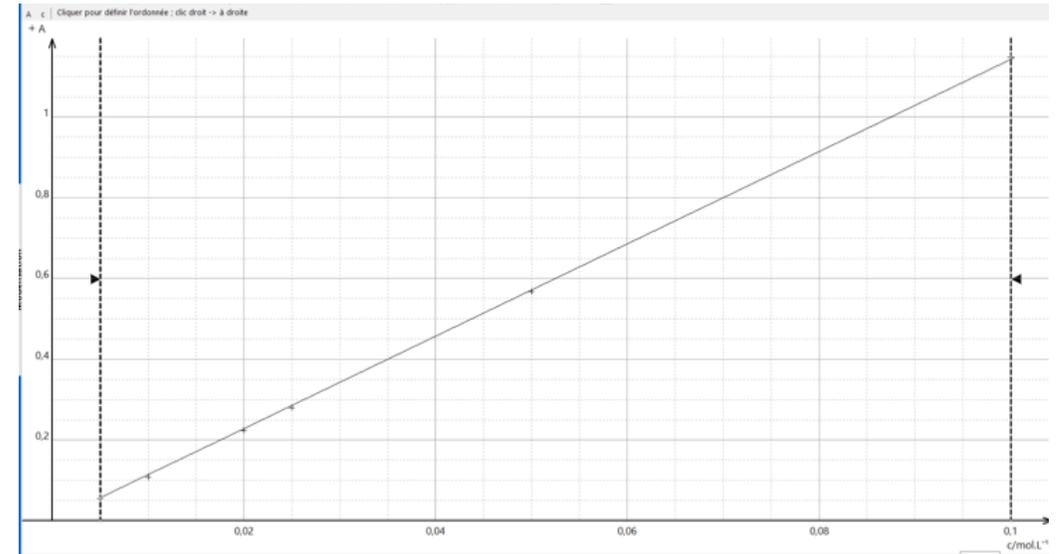
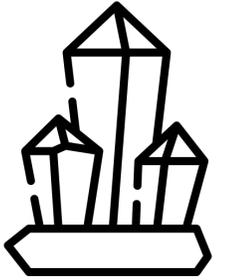
1) Cristaux métalliques



Les alliages métallique d'insertions et de substitutions.

II) Différents types de cristaux

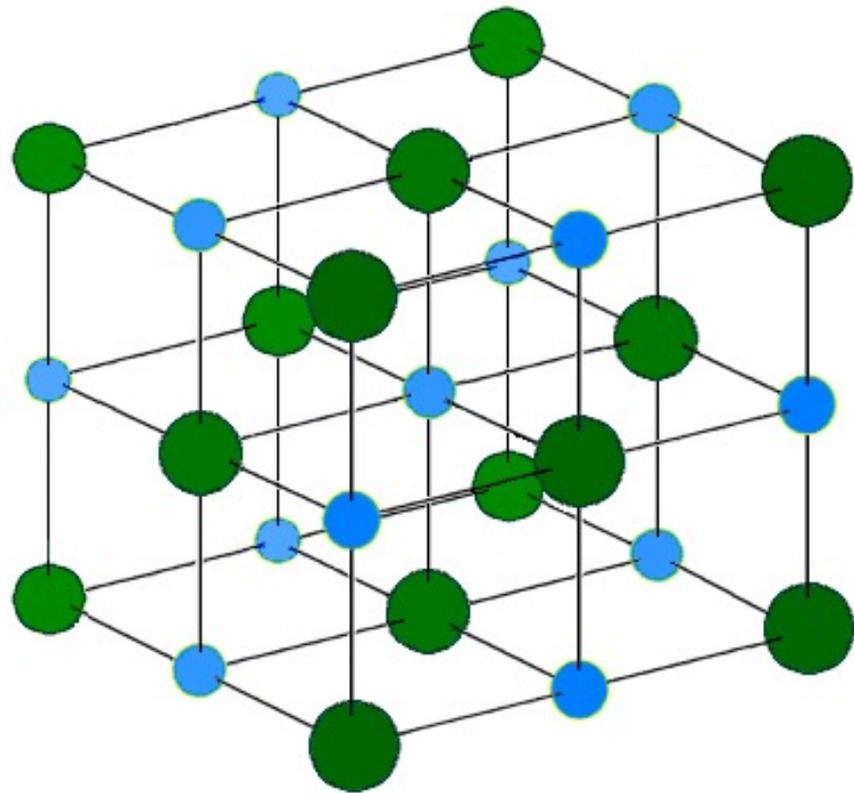
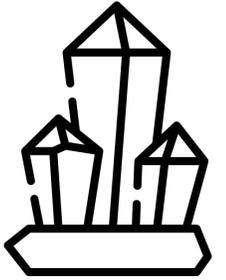
1) Cristaux métalliques



Déterminations de la compositions d'un alliage: le laiton.

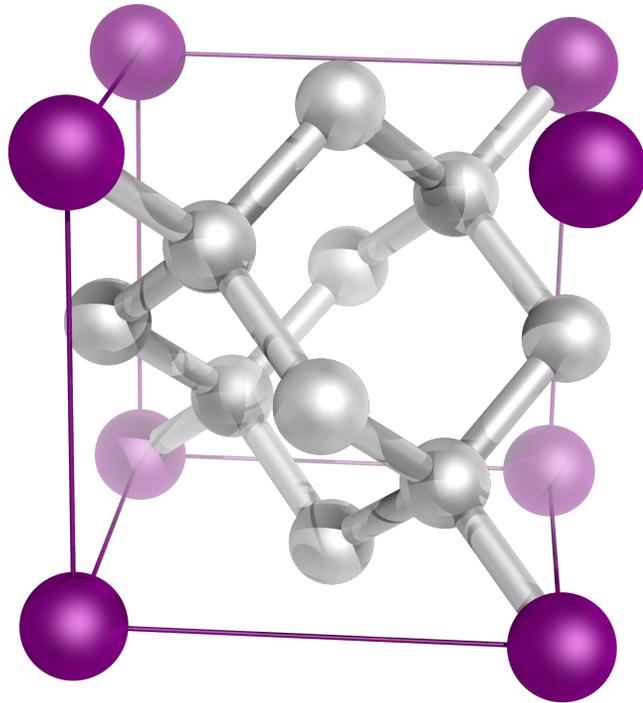
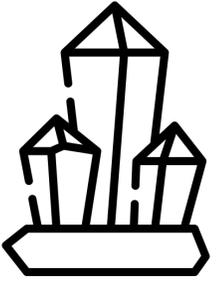
II) Différents types de cristaux

2) Cristaux ioniques



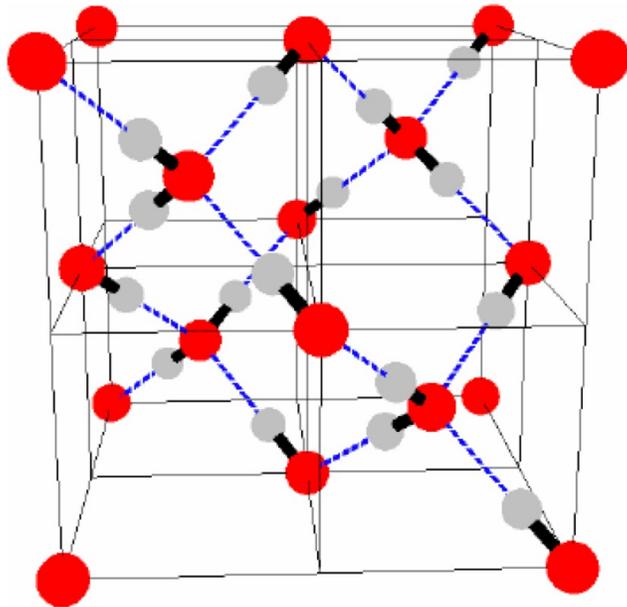
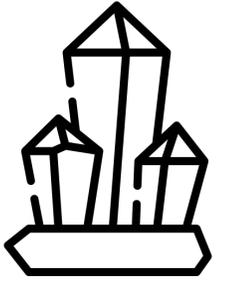
II) Différents types de cristaux

3) Cristaux covalents

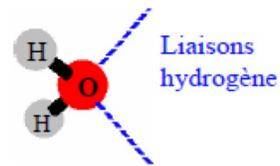


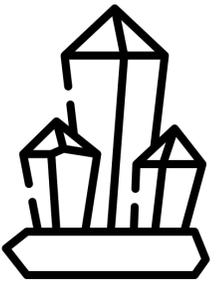
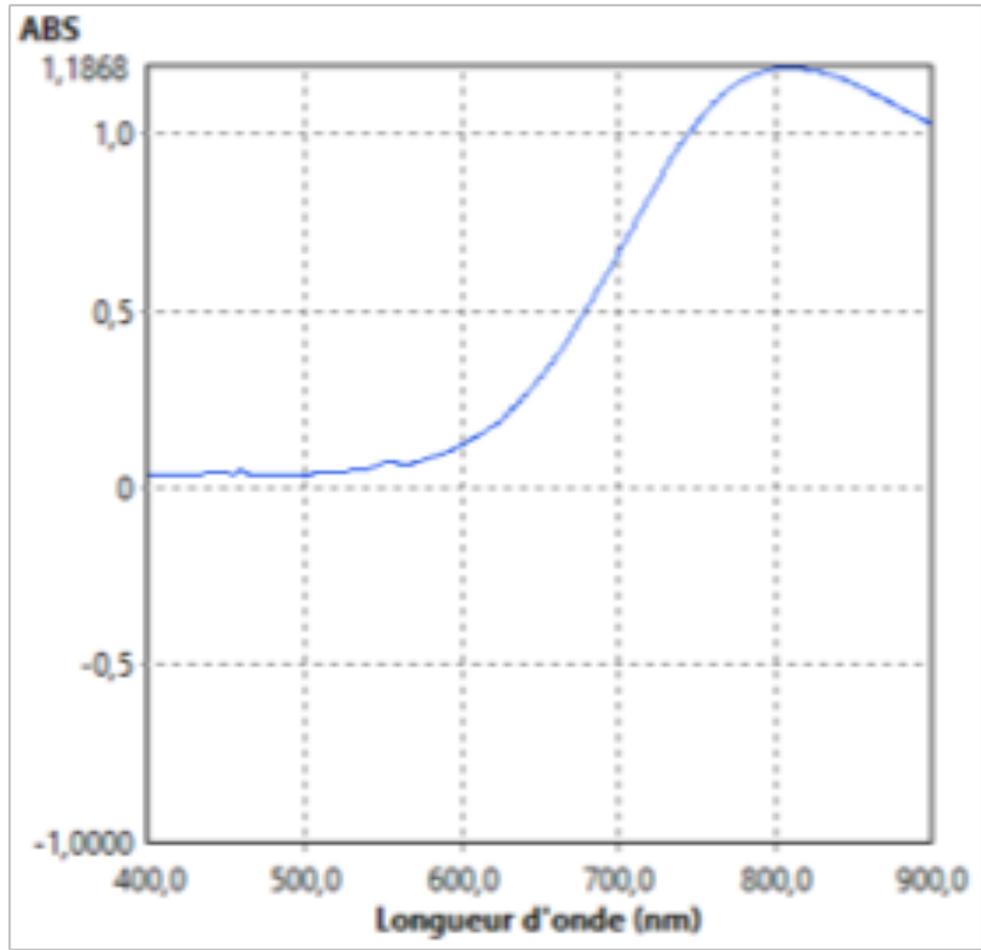
II) Différents types de cristaux

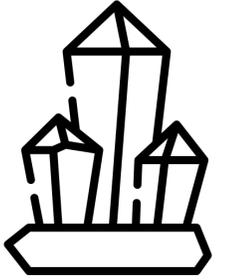
4) Cristaux moléculaires



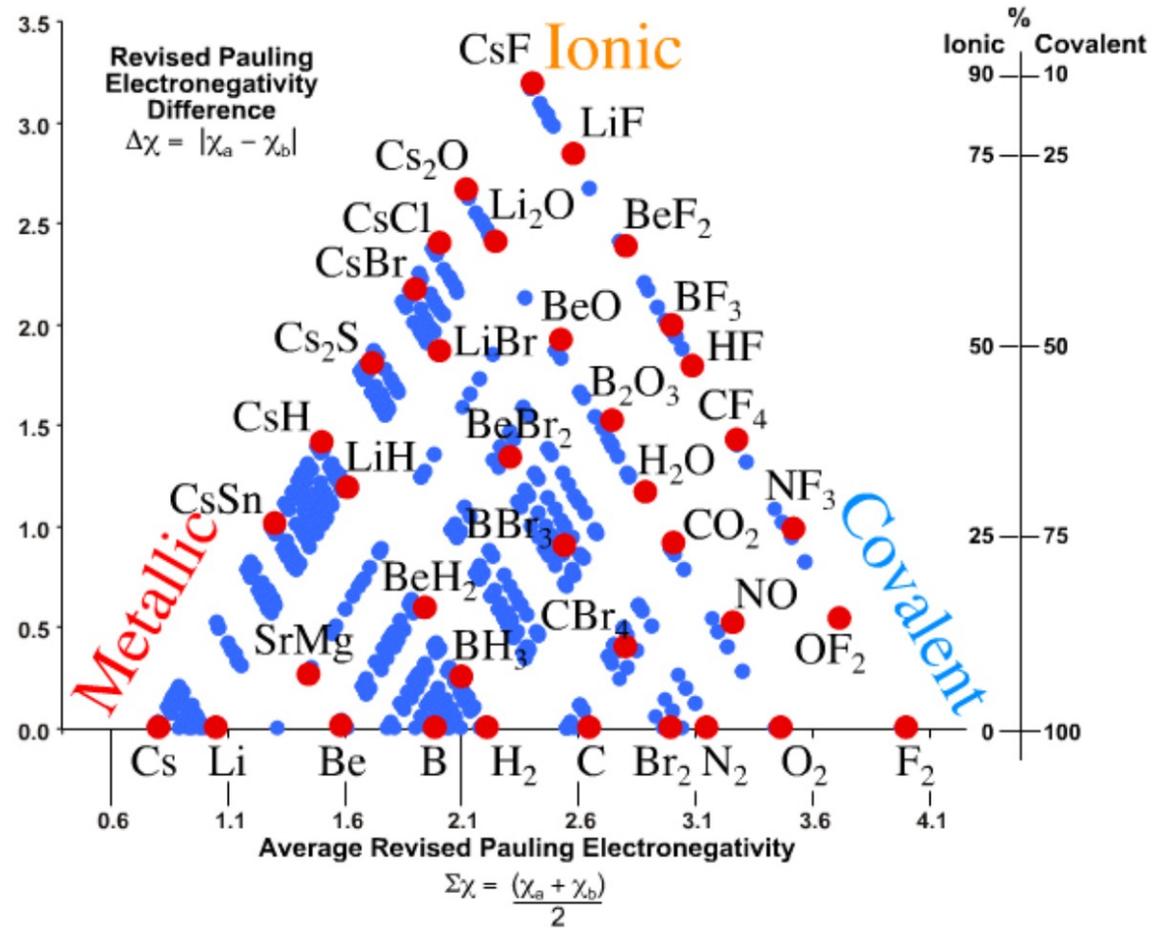
légende :

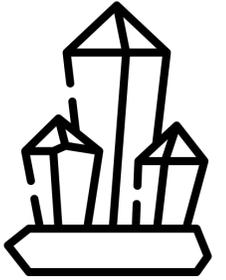






Triangle de Ketelaar





Propriétés mécaniques des métaux et alliages

Résistance	caractérise la contrainte maximale que peut supporter un matériau avant de se rompre
Dureté	résistance d'un matériau à la pénétration
Ductilité	capacité du matériau à se déformer de manière irréversible sans se rompre (fabrication de fils par exemple)
Malléabilité	permet de subir des déformations à chaud ou à froid, par pression ou étirement, pour obtenir des pièces.
Rigidité	fonction de l'intensité des liaisons entre atomes ou molécules (module d'Young)
Élasticité	permet des déformations avec retour à la forme initiale

Les aciers, le titane, ont une excellente résistance mécanique, le plomb ou le zinc non.

Les aciers au carbone trempés, les aciers au tungstène ont une grande dureté.

L'or, l'argent, le cuivre, sont des métaux ductiles.

Le plomb est malléable à froid, l'acier est malléable à chaud (laminage).

L'acier, l'iridium sont très rigides, le plomb ne l'est pas.

L'acier pour ressorts est un alliage élastique. Le plomb n'est pas élastique.