

Cristaux et métallurgie

Les métaux et les alliages sont formés d'une multitude de cristaux, ce sont des solides polycristallins. Les défauts existant dans et entre les cristaux sont au cœur des performances de la métallurgie.

Une pièce métallique est formée par l'association de petits cristaux (appelés grains) collés les uns aux autres dont la taille varie du centimètre au nanomètre (milliardième de mètre).

La métallurgie : de l'âge du bronze à l'âge d'or des aciers

C'est la science qui étudie la structure et les propriétés des métaux et alliages. Elle a commencé il y a 5000-3000 ans avec le bronze puis le fer. Elle désigne aussi les technologies de leur fabrication, traitement et mise en forme, notamment pour les aciers.

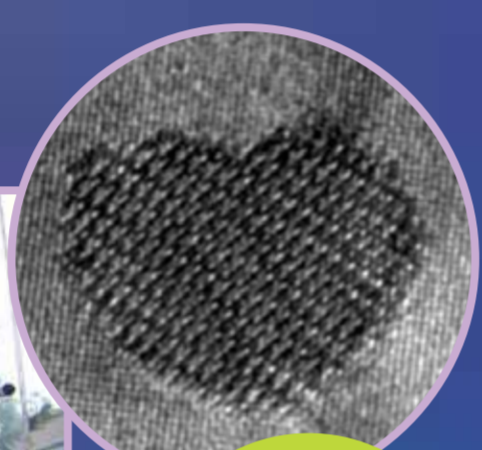
L'âge des matériaux aux défauts maîtrisés

La métallurgie ne cesse d'élaborer et mettre en forme des matériaux dans de nombreux secteurs : automobile, aéronautique, nucléaire. Elle utilise la microscopie électronique et la diffraction des rayons X pour déterminer l'agencement des cristaux entre eux, et comprendre les processus mis en jeu lors de l'élaboration (solidification, précipitation) et l'utilisation (corrosion, vieillissement, déformation) d'alliages métalliques.

Même si la dureté peut être associée à certaines structures, ce sont souvent les défauts qui déterminent les propriétés mécaniques des métaux et des alliages.



Il est possible de visualiser l'ordre des atomes et les défauts dans un métal par un empilement de billes dans une boîte. Ici, on observe un matériau partiellement ordonné «poly-cristallin» avec des fautes, lacunes et macles.
© F. Mompiau



Inclusion nano-cristalline dans un cristal d'aluminium.
La microscopie électronique permet de visualiser les défauts et les précipités dans les métaux et alliages.
© P. Jouffrey



Diffraction d'une canette de boisson © I. Néel
La métallurgie est une science très actuelle et le XXème siècle a vu l'utilisation l'aluminium se multiplier. Point commun des cafetières italiennes, du papier aluminium de cuisine, des canettes, des ailes d'avion ou des pales de turboréacteur : l'aluminium ; seuls les défauts les différencient. La diffraction des rayons X permet d'y séparer les cristaux déformés (taches larges) des cristaux recristallisés (taches fines).



Statuette en bronze (Afrique de l'Ouest), Couteau Danakil, acier (Ethiopie), Reliquaire Kota, laiton et cuivre (Gabon)
Coll. Muséum de Grenoble

Les premières traces de la métallurgie remontent à l'utilisation du bronze il y a 5000 ans au moyen orient. Vers -1200 ans, on découvre en Anatolie que le fer chauffé avec du charbon est plus dur que le bronze. Ce n'est qu'au début du 19e siècle que de nouveaux métaux comme l'aluminium sont isolés. De nombreux progrès dans le traitement des métaux ferreux font de ce siècle également «l'âge d'or» des aciers (qui contiennent du fer avec un peu de carbone).

