

Chapitre 1. Généralités sur les matériaux

1.1 Introduction

Les matériaux occupent dans notre société une place beaucoup plus importante que nous pourrions le croire à première vue. Que ce soit en matière de transport, de logement, de vêtements, de communications, de loisirs ou de production alimentaire, presque toutes nos activités quotidiennes sont liées d'une façon ou d'une autre à la présence des matériaux. Historiquement, l'évolution et le progrès qu'ont connus les sociétés ont été étroitement associés à leur capacité de produire et d'utiliser des matériaux dans le but de satisfaire les besoins de chacun. En témoigne d'ailleurs la subdivision de la Préhistoire en périodes identifiées à partir du matériau dont l'usage s'est alors répandu : âge de la pierre, âge du bronze, etc.

Aujourd'hui, le nombre de matériaux est considérable et en constante croissance. En effet, la science des matériaux permet de concevoir de nouveaux matériaux adaptés à chaque nouvelle application. Le choix des matériaux pour une application industrielle donnée exige une connaissance et une maîtrise de ses caractéristiques mécaniques. A ce stade, la caractérisation mécanique des matériaux repose sur l'étude de son comportement vis-à-vis les sollicitations extérieures qui engendrent des contraintes et des déformations. Pour cela, on recourt à un certain nombre d'essais normalisés. Ces derniers, permettent de déterminer les grandeurs physiques caractérisant le comportement mécanique des matériaux testés.

1.2 Science et génie des matériaux

La science et le génie des matériaux comportent quatre facteurs importants ; les « procédés », les « structures », les « propriétés » et les « fonctions ». En ce qui concerne les rapports entre ces quatre facteurs, il faut préciser que la structure d'un matériau dépend du procédé de transformation auquel il a été soumis et que ses fonctions sont déterminées par ses propriétés. Par conséquent, les rapports entre le procédé, la structure, les propriétés et les fonctions sont de nature linéaire, comme l'indique la figure 1-1



Figure 1-1: Représentation des quatre facteurs constitutifs de la science et du génie des matériaux et du rapport linéaire les unissant.

Voici un exemple des rapports unissant ces quatre facteurs: la figure 1-2 est une photographie présentant trois disques minces déposés sur une page de texte. Il s'agit manifestement de trois matériaux dont les propriétés optiques, en l'occurrence le coefficient de transmission de la lumière, sont différentes. Le disque de gauche est transparent, c'est à dire qu'il laisse passer presque toute la lumière réfléchie, tandis que le disque du centre est translucide et que celui de droite est opaque. Pourtant, les trois disques sont faits du même matériau de base, soit un oxyde d'aluminium. L'explication est la suivante : le disque de gauche est constitué d'un seul cristal simple, presque parfait, qui lui confère son caractère transparent, le disque du centre contient de nombreux cristaux simples très petits qui sont tous liés entre eux et dont les frontières dispersent une partie de la lumière réfléchie sur la page de texte, ce qui rend translucide le matériau, tandis que le disque de droite renferme non seulement de nombreux petits cristaux inter-reliés, mais aussi une grande quantité de très petits pores, ou vides, qui dispersent eux aussi la lumière réfléchie et rendent opaque le matériau.

Ainsi, ces trois disques ont des structures suffisamment dissemblables en ce qui concerne les frontières cristallines et les pores pour leur conférer des propriétés optiques distinctes. En outre, chacun des disques est fabriqué selon un procédé qui lui est propre. Par ailleurs, puisque la transmission de la lumière est un paramètre important pour déterminer l'utilisation de ces trois matériaux, leurs fonctions varieront en conséquence.

1.3 Structure des matériaux

Il convient ici de définir plus précisément ce qu'est une « structure ». En bref, la structure d'un matériau correspond généralement à la façon dont s'organisent ses éléments constitutifs. A l'échelle subatomique, la structure renvoie aux électrons présents dans chaque atome et à leur interaction avec le noyau. A l'échelle atomique, elle englobe la disposition des atomes ou des molécules les uns par rapport aux autres. A l'échelle suivante, dite « microscopique » parce que les phénomènes en cause peuvent être observés au microscope, la structure comprend de

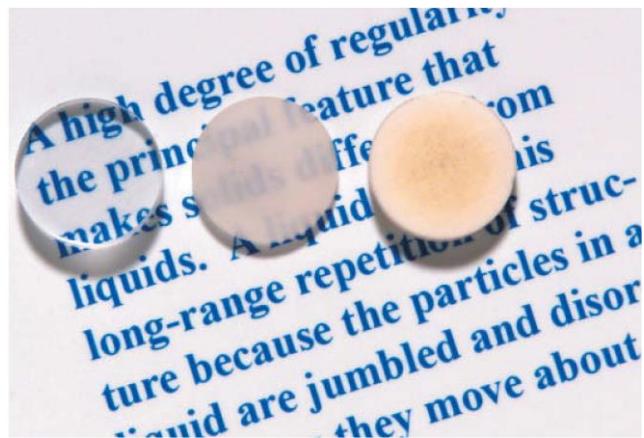


Figure 1-2 : Photographie montrant la capacité de transmission de la lumière propre à trois types d'oxyde d'aluminium. De gauche à droite : un cristal simple [alumine] transparent, un polycristal très dense [non poreux] translucide et un polycristal opaque.

Chapitre 1 : Généralités sur les matériaux

grands groupes d'atomes formant généralement des agglomérats. Enfin, les éléments de structure visibles à l'œil nu relèvent de *l'échelle « macroscopique »*.

1.4 Propriétés des matériaux

Tous les matériaux sont exposés à des agents extérieurs auxquels ils réagissent lorsqu'ils sont utilisés. Ainsi, un matériau sur lequel s'exerce une force subit une déformation; de même, une surface métallique polie réfléchit la lumière.

Une propriété constitue donc une caractéristique correspondant au type et à l'ampleur des réactions d'un matériau exposé à un agent déterminé. En général, les propriétés des matériaux sont définies indépendamment de leur forme et de leur dimension.

1.5 Classement des propriétés des matériaux

Pratiquement toutes les propriétés des matériaux solides peuvent être classées en six grandes catégories: mécaniques, électriques, thermiques, magnétiques, optiques et chimiques. Pour chaque catégorie, il existe un type spécifique d'agent pouvant susciter différentes réactions.

Ces propriétés fondamentales des matériaux sont répertoriées dans le tableau 1-1 avec les autres classes de propriétés que l'ingénieur doit prendre en compte lors du choix des matériaux.

Tableau 1-1 : Les classes de propriétés des matériaux

Propriétés mécaniques	Concernent la déformation d'un matériau auquel est appliquée une force; parmi ces propriétés figurent le module d'élasticité, la ténacité, la dureté, la rigidité, la résistance à la traction.
Propriétés électriques	Comme la conductibilité et la constante diélectrique, l'agent est un champ électrique.
Propriétés thermiques	Comme la capacité calorifique, la conductibilité thermique et le coefficient de dilatation thermique.
Propriétés magnétiques	Elles permettent de comprendre les réactions des matériaux en présence d'un champ magnétique (Perméabilité magnétique).
Propriétés optiques	Telles que l'indice de réfraction et la reflectivité, l'agent prend la forme d'un rayonnement électromagnétique ou lumineux.

Propriétés chimiques	Renvoient à la réactivité chimique des matériaux (Oxydation et corrosion).
-----------------------------	--

1.6 Classification des matériaux

Les matériaux solides sont répartis en trois grands groupes : *les métaux, les céramiques et les polymères*. Une telle répartition repose essentiellement sur *la structure atomique et la composition chimique de ces solides*. La plupart des matériaux appartiennent à l'un de ces trois groupes, mais il existe aussi des matériaux dits intermédiaires. En outre, il existe trois autres types de matériaux synthétiques: *les composites, les semi-conducteurs et les biomatériaux*. Les composites résultent de la combinaison d'au moins deux matériaux différents, alors que les semi-conducteurs sont utilisés en raison de leurs propriétés électriques inhabituelles et que les biomatériaux servent à la fabrication de prothèses et d'implants.