

Introduction au "roman des matériaux"

1. définition des matériaux

L'homo sapiens est l'espèce qui a l'aptitude de transformer le monde dans lequel il vit afin de vivre mieux grâce à sa culture technique et artistique. L'homme utilise pour cela des matériaux.

Les matériaux sont donc définis par leur utilité. On transforme des matériaux pour en faire des objets.

2. classification des matériaux

Le classement habituel des matériaux se fait à partir de leur origine chimique : les matériaux métalliques, les matériaux céramiques, les matériaux organiques, les matériaux composites.

Mais, on peut aussi se placer d'un point de vue historique et retracer les progrès humains : l'âge de pierre (1 million d'années), l'âge de bronze (10.000 ans), l'âge de fer (-1000 av JC)... On pourrait continuer et parler de l'âge des aciers et des fontes (le XIXème siècle), l'âge des matières plastiques (milieu du XXème siècle), vint ensuite dans les années 80, l'âge des matériaux semi-conducteurs, des composites et aujourd'hui en ce début du XXIème siècle l'âge des nanomatériaux. On privilégie ainsi avec cette classification les progrès scientifiques et techniques réalisés.

3. la science des matériaux

De ce point de vue, il est intéressant de constater que la science des matériaux est jeune avec un caractère interdisciplinaire original. Elle regroupe la physique, la chimie, la mécanique, les différentes formes de pratiques industrielles dans leur caractère à la fois théorique et pratique, de la conception à la réalisation. Jusqu'au lendemain de la 1^{ère} guerre mondiale, pour l'essentiel, le domaine des matériaux est empirique. C'est l'expérience qui prime. A partir de 1920 et particulièrement de scientifiques anglais, des modèles, des théories, des lois apparaissent.

Après des "classiques" actifs autour de 1800, comme l'anglais Thomas Young, le français Siméon Poisson, le hollandais Johannes Burgers, les allemands August Wohler et Adolph Fick, on notera les noms d'Alan Griffith, Schmid, Hall et Petch, Taylor, Ashby... La plupart sont anglo-saxons, on les connaît peu mais c'est eux qui fondent la science des matériaux moderne. Et il reste encore aujourd'hui sans doute beaucoup à faire, sortir définitivement de l'empirisme, et de futurs chercheurs à connaître !

Parallèlement, à la compréhension des matériaux et de leur réalisation, on améliore les contrôles et particulièrement les contrôles non-destructifs. De ce point de vue, la physique du XXème siècle est largement mise à contribution : par exemple, les ultrasons, les électrons avec en particulier les différents types de microscopes électroniques, les rayons X, les rayons gamma...

4. les propriétés des matériaux

Pour l'essentiel, les propriétés des matériaux concernent 6 grandes catégories : mécaniques, électriques, magnétiques, thermiques, optiques et chimiques. On peut donc classer les matériaux en lourds ou légers, fragiles, ductiles ou rigides, les bons et mauvais conducteurs d'électricité ou de chaleur, les matériaux opaques ou transparents, les matériaux résistants à la corrosion ou extrêmement oxydables...

5. raisons de l'utilisation des matériaux

Naturellement, l'utilisation d'un matériau relève de plusieurs considérations, ses propriétés d'usage, les ressources naturelles, le coût de fabrication, les considérations environnementales et aussi les facteurs économiques et politiques...

Le cuivre et le molybdène du Chili, le nickel de la Nouvelle Calédonie, les diamants et l'or ainsi que le chrome et le titane de l'Afrique du Sud, l'uranium du Niger expliquent largement les événements politiques durant le XXème siècle dans ces régions du monde. Et d'autant plus si on y ajoute le pétrole !

6. quelques exemples d'évolution des choix

Le bois, la terre, la brique, le béton armé peuvent être choisis pour la construction des maisons. On recherche l'isolation thermique, la facilité de construction, la durée de vie...

Le bois, les métaux (acier, aluminium, titane), puis les matériaux composites par exemple en fibres de carbone ont successivement été utilisés pour les raquettes de tennis ou les skis. Là, le critère essentiel est la légèreté, parallèlement à la rigidité.

Dans le domaine de l'automobile, la carrosserie évolue du bois, à l'acier, puis aux métaux légers et aux matières plastiques ou composites. Il est essentiel d'avoir un matériau élastique et solide, absorbant les chocs mais aussi facile à former, voire esthétique.

Celui de l'aéronautique privilégie les métaux légers et à haut point de fusion. On est passé pour les avions ainsi toujours du bois aux aciers puis à l'aluminium et maintenant le titane. Et pour la conquête de l'espace, les conditions à respecter sont plus grandes. La navette spatiale doit

pouvoir traverser les couches denses et chaudes de l'atmosphère afin de revenir sans dégât sur Terre.

7. les progrès scientifiques et techniques

La variété des matériaux possibles correspond à des progrès dans les moyens techniques et la connaissance. La fin du XIXème siècle voit l'électricité devenir une énergie industrielle, de même le pétrole et les hydrocarbures deviennent des ressources naturelles aux multiples possibilités. On va pouvoir faire des électrolyses. L'aluminium devient un métal industriel après avoir été quelques temps un métal de luxe. Les matières plastiques commencent à apparaître. On va pouvoir atteindre des températures de 2000 °C dans des hauts fourneaux. Les refroidissements vont être programmés des plus lents aux plus rapides permettant de réaliser des trempes faisant apparaître de nouvelles structures aux qualités intéressantes.

La cryogénie va aussi faire d'énormes progrès. Il devient possible d'atteindre des températures voisines du 0 absolu, c'est-à-dire -273 °C. Des propriétés inédites apparaissent et donne l'espoir de par exemple pouvoir stocker l'énergie en utilisant les supraconducteurs.

8. des accidents célèbres

Le naufrage du Titanic en 1912, la rupture du pont d'Angers en 1850 et de celui du Tacoma Narrows aux Etats-Unis en 1940 ont appelé à étudier les causes de ces accidents. Pour le Titanic, il s'agit de la rupture ductile fragile qui intervient dès que la température est trop basse. Pour les ponts, il s'agit des vibrations qui entraînent un phénomène de résonance qui peut aller jusqu'à la rupture. Et donc, depuis 1850, les armées ne marchent plus au pas sur un pont qu'il soit ou non suspendu !

9. le traitement des matériaux

On va améliorer la qualité d'un matériau en lui faisant subir un traitement thermique. C'est une suite de chauffages et de refroidissements programmés. Cela permet de durcir ou d'adoucir le matériau en changeant sa structure. Dans ce cadre, on peut se limiter à un traitement thermique superficiel qui conduit à une structure en générale dure en surface et ductile en profondeur.

On peut aussi réaliser des traitements de surface. Leur but est par un traitement chimique ou dépôt d'un revêtement protéger le matériau contre la corrosion du milieu extérieur et au final éventuellement de lui donner un bel aspect.

Il y a de quoi écrire un roman des matériaux !