

Introduction

au cours de science des matériaux

Les matériaux

- Matériau = solide utilisé par l'homme pour la fabrication d'objets.
Exclus : gaz, liquides, matières énergétiques (charbon, combustibles nucléaires, ...)

- Les matériaux sont en général le facteur limitant des machines
➡ définissent le niveau de développement de l'humanité

Exemple : âge de pierre, puis de bronze, puis de fer

maîtrise de l'acier —————→ trains, automobile, ...

maîtrise des semi-conducteurs —————→ informatique

moitié de la recherche du programme Apollo : matériaux nouveaux

- La science des matériaux date des années 1950

avant :
procédés empiriques

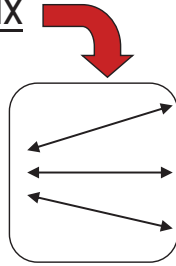
depuis :
matériaux élaborés selon les caractéristiques voulues

➡
avions, ouvrages d'art, ordinateurs, téléphones mobiles, prothèses, satellites, ...

Les matériaux

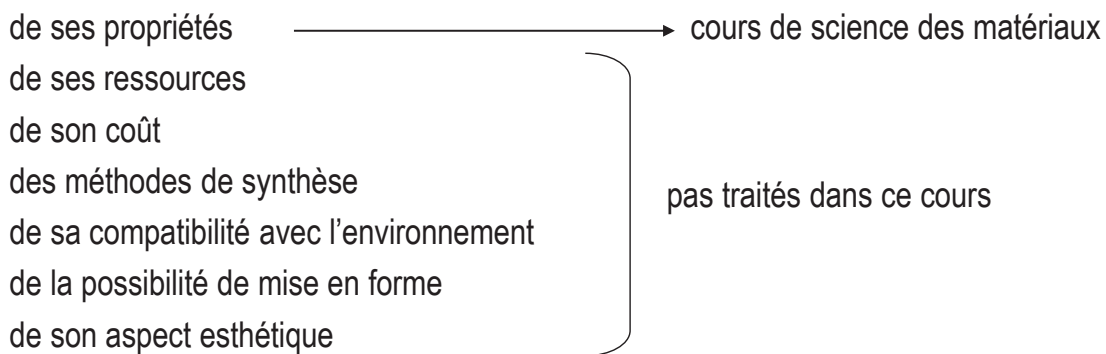
● Science des matériaux

propriétés



● Génie des matériaux : fabrication et mise en forme des matériaux

● L'utilisation d'un matériau dépend :



Propriétés des matériaux

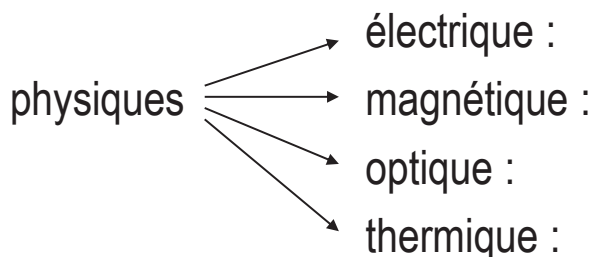
● Propriété :

● Propriétés de volume / propriétés de surface

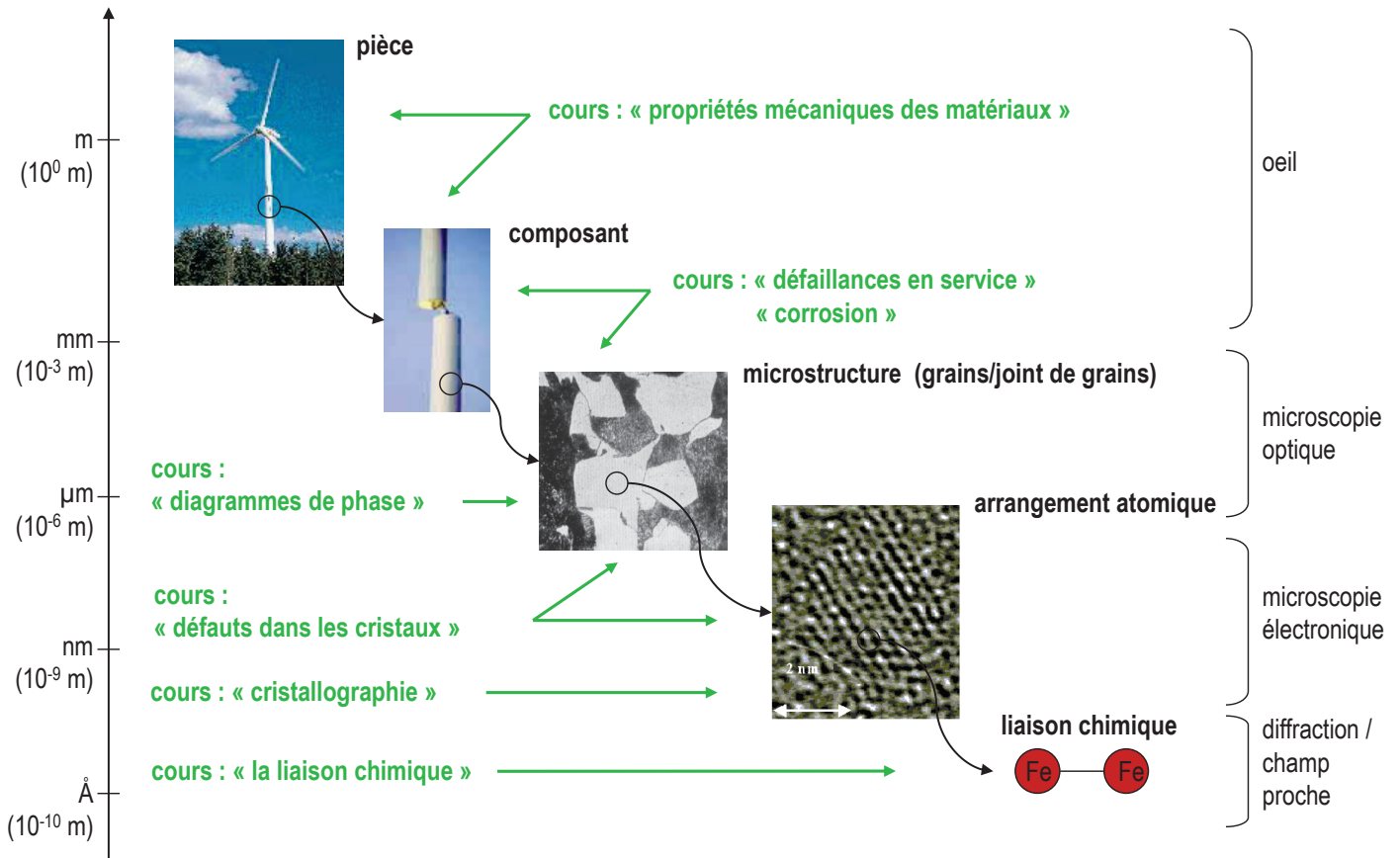
● Classes de propriétés :

mécaniques :

chimiques :



La structure des matériaux



Les classes de matériaux

● Métaux et alliages :

Exemples : Fe, Cu, Al, acier et fonte (), laiton (), bronze (), ...

Solides atomiques à liaison métallique

Propriétés mécaniques :

Propriétés physiques :

Propriétés chimiques :

● Polymères (matériaux organiques) :

Exemples : PVC, PE, PS, PMMA (), PA (), PTFE (), ...

Chaînes d'atomes entremêlées

- intrachaîne : liaison covalente
- interchaîne : liaison faible



Propriétés mécaniques :

Propriétés physiques :

Propriétés chimiques :



Les classes de matériaux

● Céramiques (matériaux minéraux) :

Exemples : silice (), alumine (), carbure de tungstène (), diamant (),
verres minéraux (ex. :), béton, plâtre, brique, porcelaine, faïence, ...

Solides atomiques à liaisons covalentes et ioniques

Propriétés mécaniques :

Propriétés physiques :

Propriétés chimiques :



● Composites :

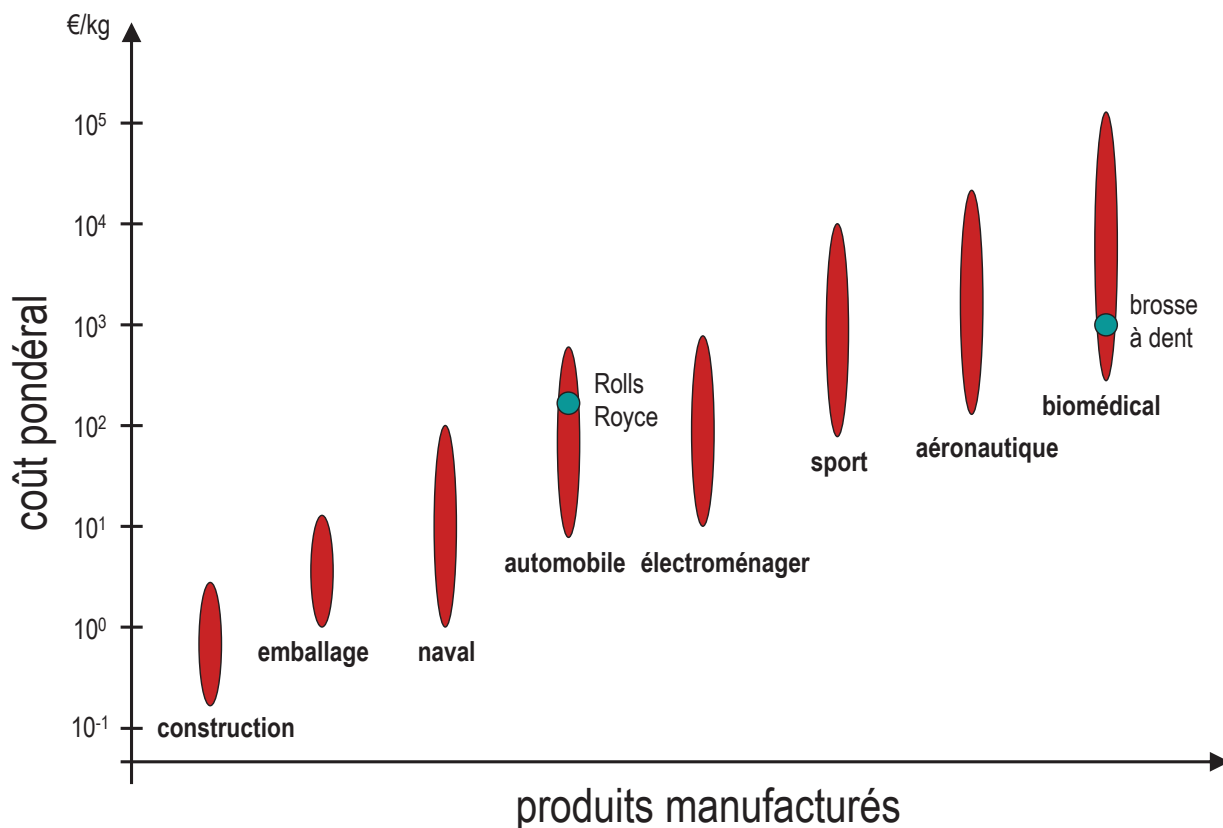
Exemples : « fibre de verre » = fibres de verre dans une matrice époxyde

pneu = fil d'acier dans une matrice de caoutchouc

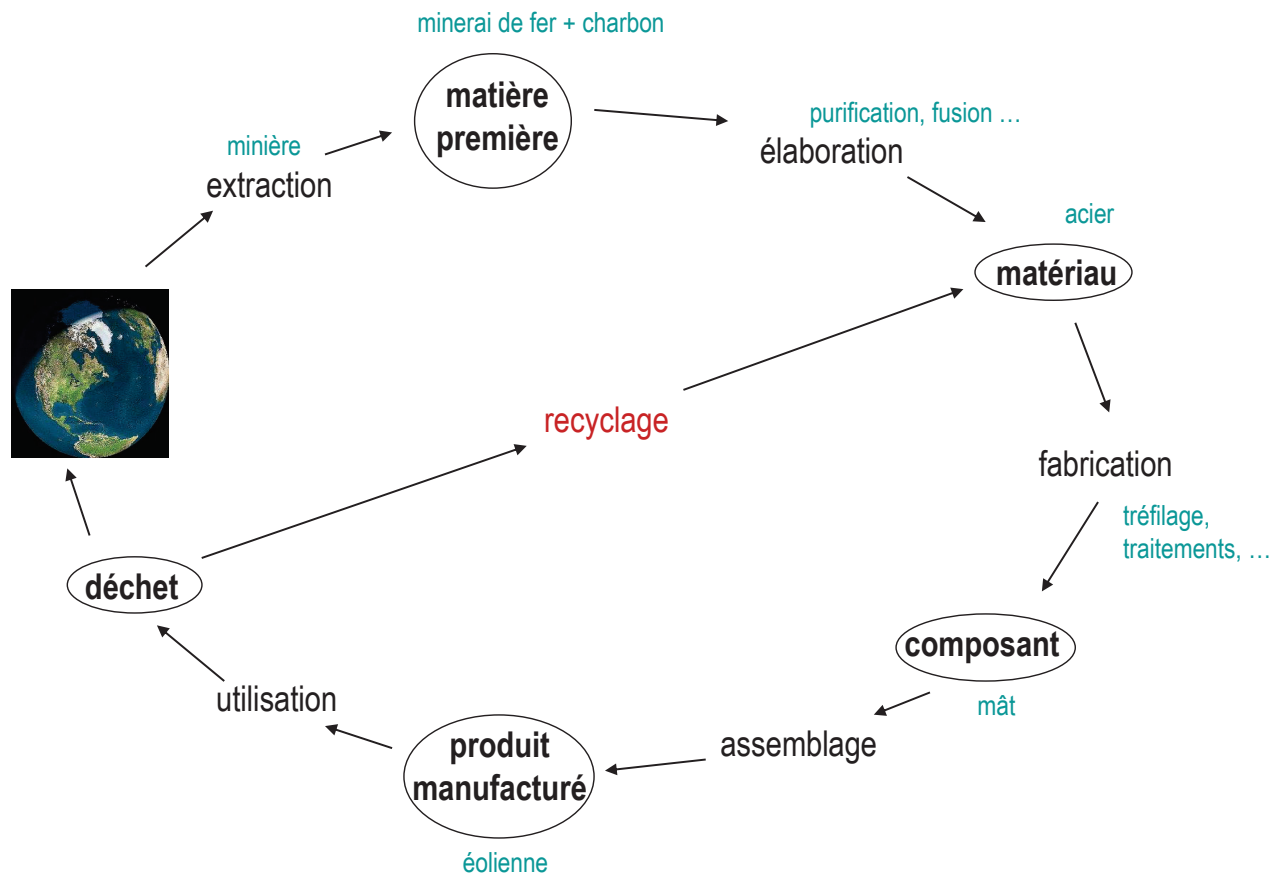
« béton armé » = ferrailage noyé dans du béton

bois = fibres de cellulose dans une matrice de résine

Coût



Cycle de vie des matériaux



Recyclage

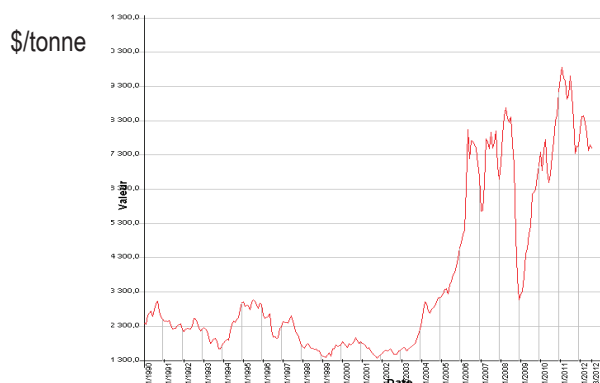
Coût énergétique des matériaux :

fabrication des matériaux = moitié de l'énergie utilisée par l'industrie manufacturière

Exemple : usine d'élaboration de l'aluminium = une tranche de centrale nucléaire (910 MW)

Intérêt du recyclage :

- 1) Préserver les ressources naturelles et éviter les dommages dus à l'extraction ;
- 2) Economiser l'énergie ;
Exemple : recyclage de l'aluminium = 28 fois moins d'énergie que la fabrication de l'aluminium
- 3) Eviter l'enfouissement ou la destruction.



prix pondéral du cuivre (London Metal Exchange)

source : INSEE

Recyclage



Recyclage actuel :

- métaux

aluminium
(très rentable)

acier : 61% des emballages en acier
sont recyclés en Europe
Ex. : 2 incinérateurs de déchets du
Grand Lyon → 5700 tonnes par
an pour les aciéries

cuiivre :

- 40% de la demande européenne
a été pourvue par le recyclage
- 80% du cuiivre déjà produit est encore
en utilisation

- papier

- verre (mais peu rentable)

- certains polymères (reformage, charges inertes)

thermoplastiques

thermodurcissables



Recyclage impossible :

- certains polymères

- composites

Bibliographie



Introduction générale à la science des matériaux :

Science et génie des matériaux

Callister, éd. Dunod (2003)

Des matériaux

Bailon, Ecole Polytechnique de Montréal (2000)

Introduction à la science des matériaux

Mercier, Zambelli et Kurz, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (1999)

Matériaux, tome 1, propriétés et applications

Ashby et Jones, éd. Dunod (1991)

Précis de métallurgie

Barralis et Maeder, éd. Nathan (2005)



Aide-mémoire :

Aide-mémoire – science des matériaux

Dupeux, éd. Dunod (2004)