

Indices de performances et choix des matériaux

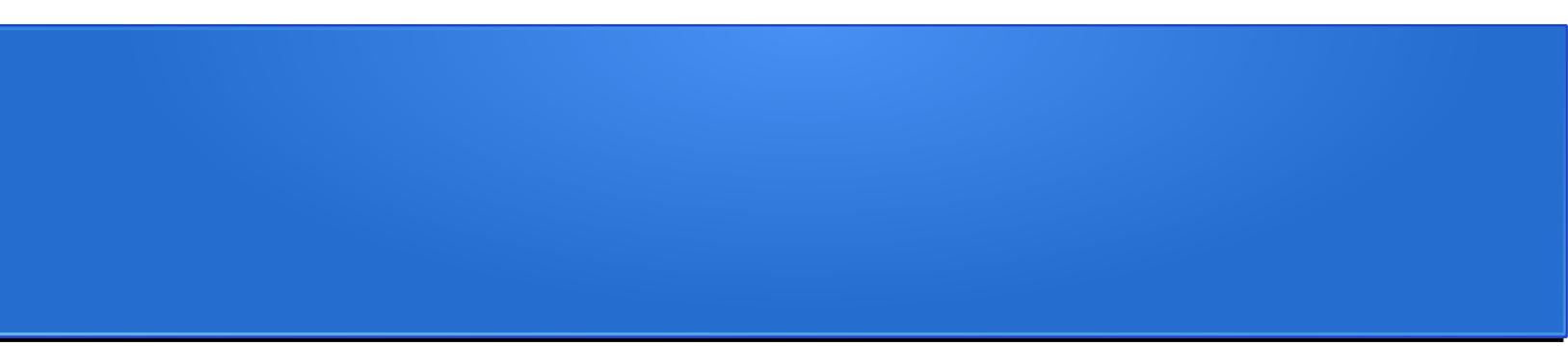
Contexte

Le choix des matériaux est au cœur de la relation « Produit-Matériau-Procédé ».

Il est impératif d'effectuer le choix du couple matériau- procédé à partir des critères du cahier des charges et dans un contexte de développement durable.

le produit demande certaines performances de la part du matériau

le procédé impose des contraintes de fabrication ou de construction.



D'après M. Ashby et K. Johnson (Materials and Design, 2e édition, 2009), un produit est défini par l'interaction de six domaines d'information inter-corrélés, qui doivent être pris en compte tout au long du processus de conception :

- 1) Les produits : c'est l'objet d'étude, l'information le décrivant contient des données factuelles comme les attributs du produit par exemple : le nom, le fabricant, le prix et les performances.
- 2) Les matériaux : la nature de la matière constituant le produit et ses performances.
- 3) Les procédés : la description des étapes de transformation nécessaires de cette matière.
- 4) L'esthétique : les aspects visuels, tactiles, acoustiques ou olfactifs.
- 5) La perception : les attributs sur lesquels le produit va être jugé (culture, goût ou mode).
- 6) L'intention : ce que le produit doit être dans l'esprit du concepteur (quelles sont ses priorités).

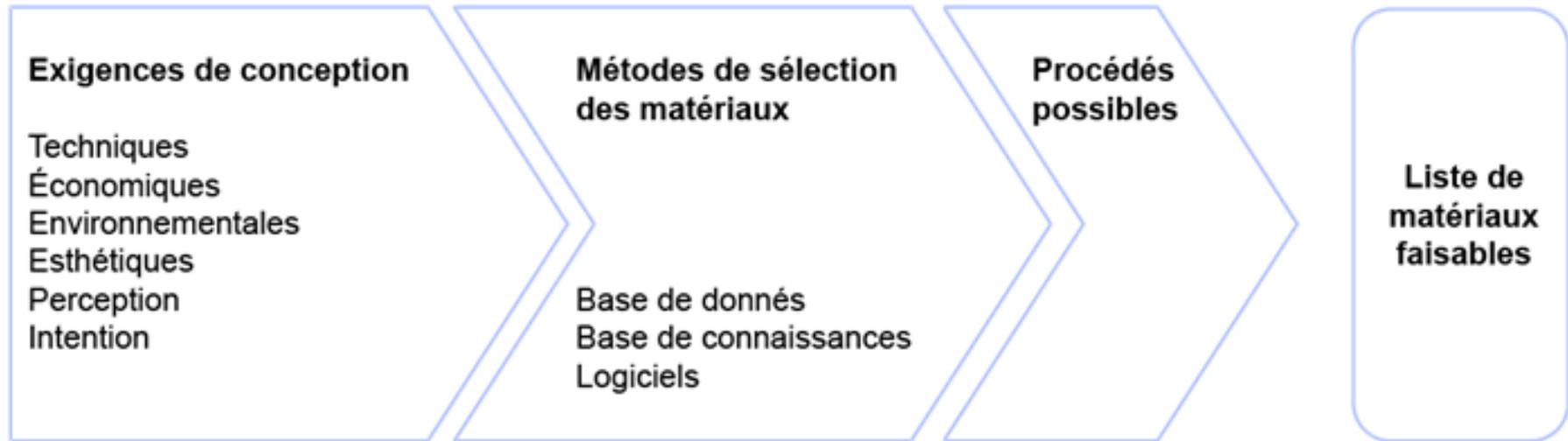
Repères

ÉTAPES A SUIVRE POUR LE CHOIX DES MATERIAUX

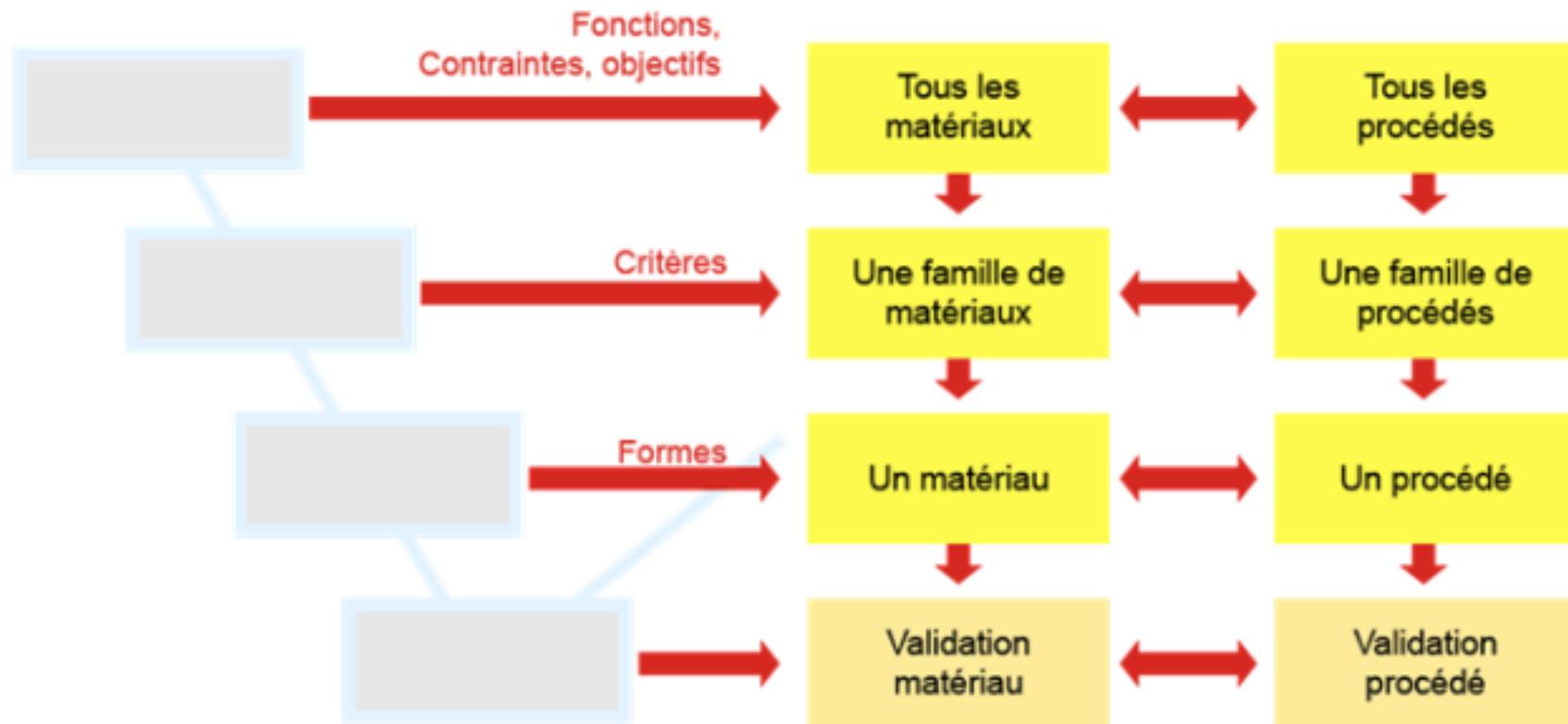
Étapes à suivre pour le choix des matériaux :

- 1 Étudier l'information autour du nouveau produit
- 2 Définir les caractéristiques/exigences de conception du produit
- 3 Faire le choix des matériaux viables
- 4 Évaluer les procédés possibles
- 5 Prioriser et tirer des conclusions

Identification des matériaux



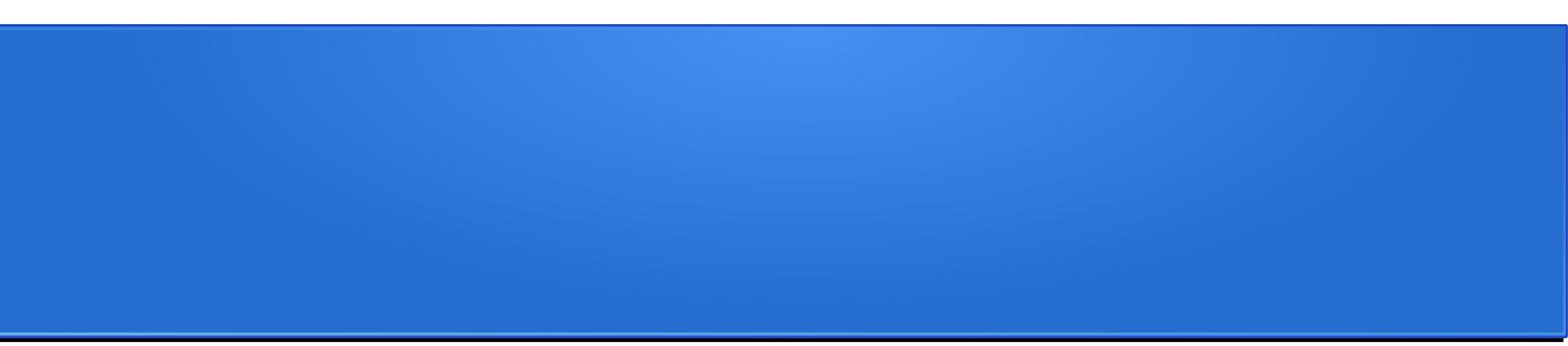
Éléments du cahier des charges



LES MÉTHODES DE CHOIX

Plusieurs méthodes sont alors possibles suivant les informations dont on dispose et le degré d'optimisation souhaitée :

- sélection basée sur les propriétés : possibilité de choix direct, de poser des limites ou d'effectuer des comparaisons.
- sélection par comparaison des indices de performance.
- sélection multi-contrainte et multi-objectif.



Ces méthodes peuvent être utilisées simultanément dans un même choix de matériau.

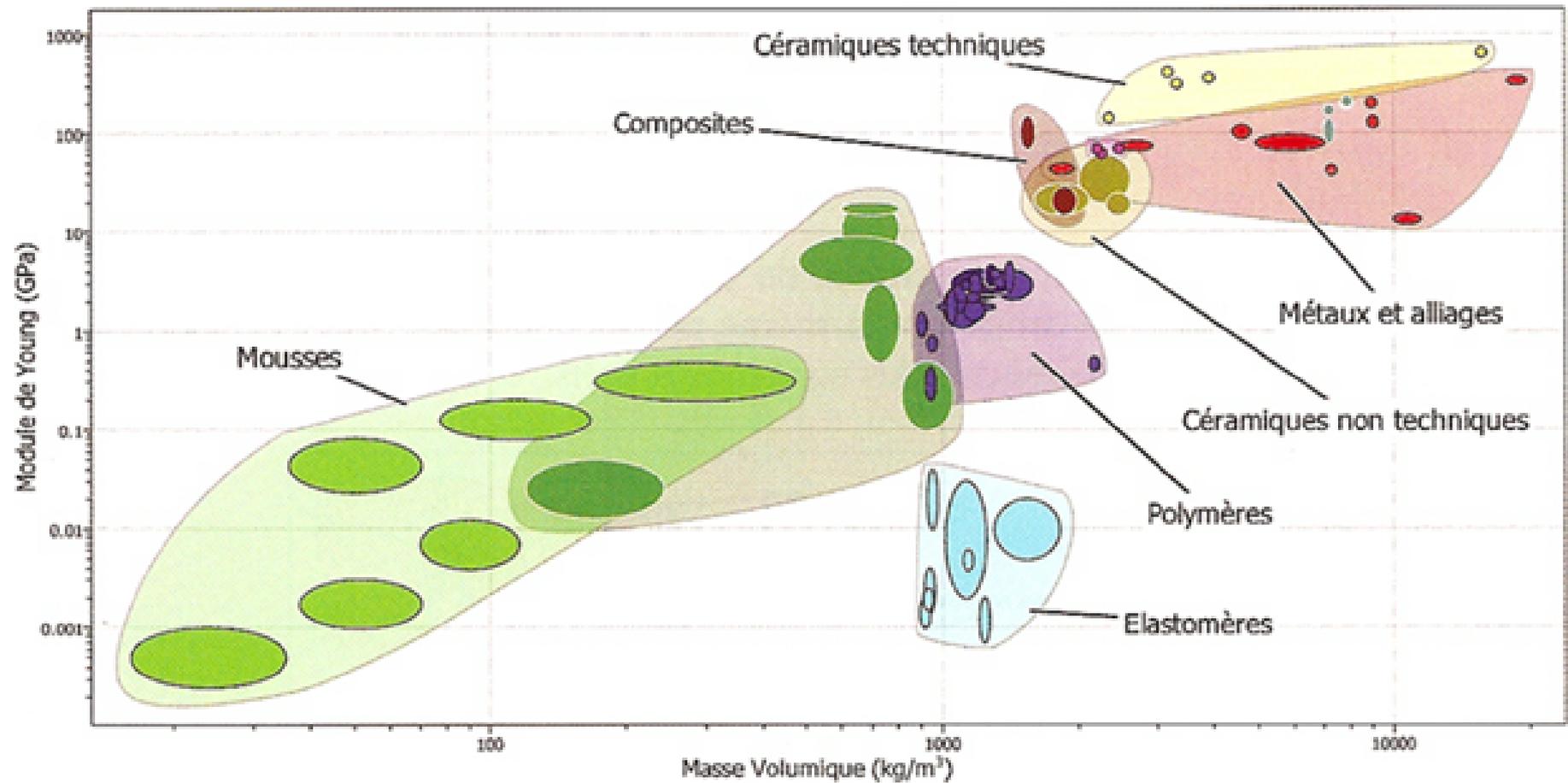
Sélection à partir des diagrammes de propriétés

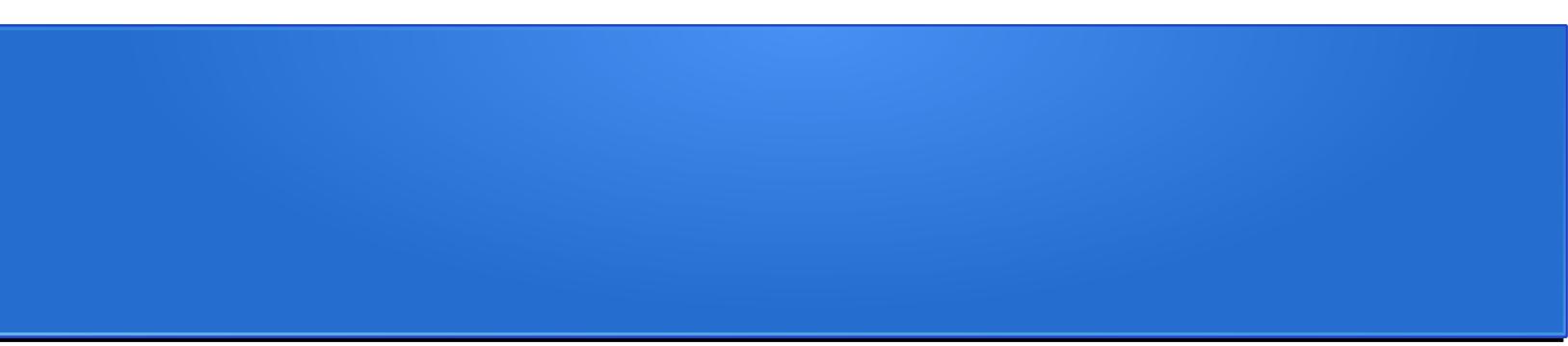
Cette méthode consiste à rechercher les matériaux répondant aux critères choisis suivant trois types de sélection :

par choix direct : on sélectionne par exemple uniquement les matériaux usinables ou uniquement les matériaux ferreux.

En posant des limites : on sélectionne les matériaux dont une propriété, par exemple le dureté, est supérieure à une valeur spécifiée.

Par comparaison : on génère un diagramme d'une propriété en fonction d'une autre. On peut ensuite sélectionner graphiquement les meilleurs compromis.

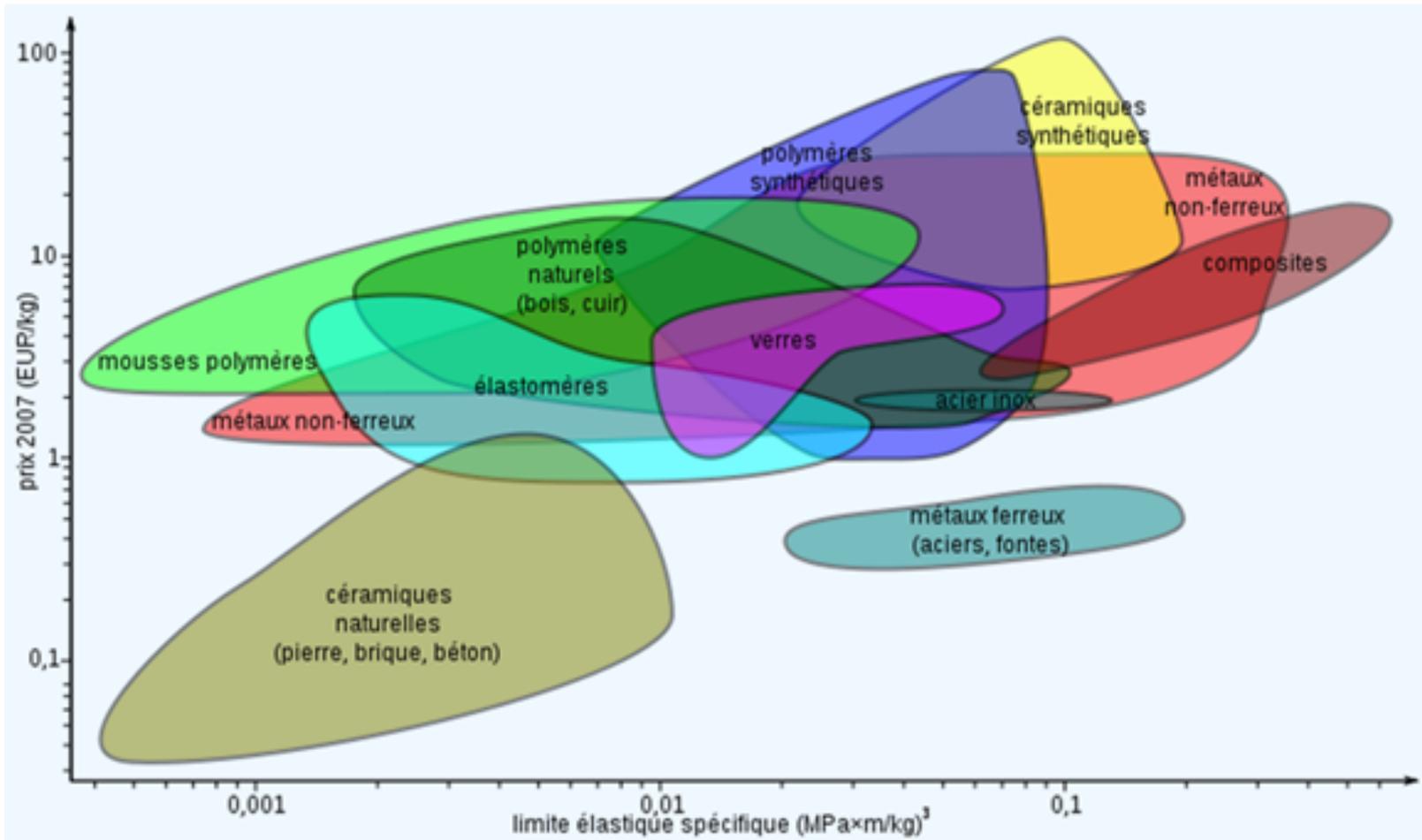


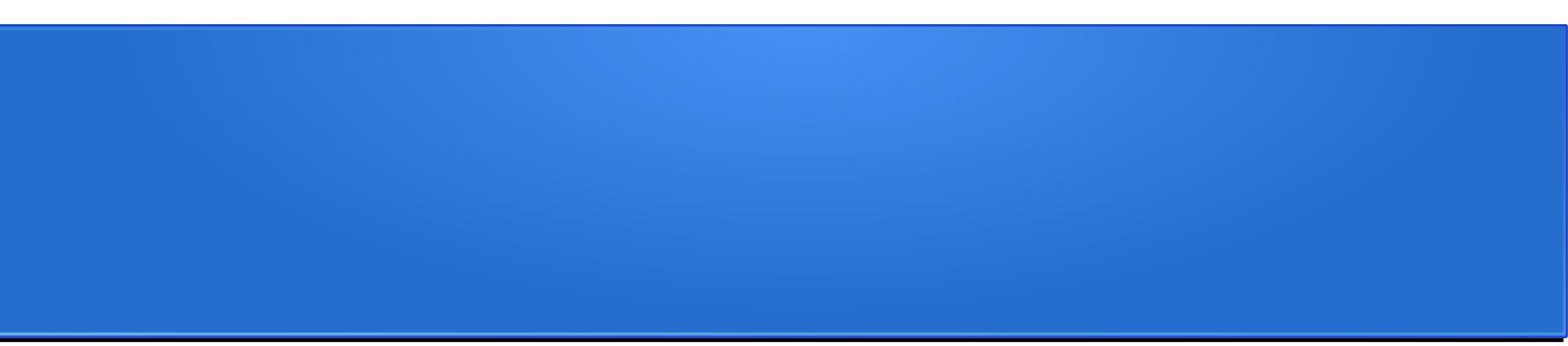


- **Sélection avec indice de performance**

Pour optimiser le choix du matériau, il est nécessaire de déterminer les performances recherchées, qui se traduiront par une combinaison des propriétés du matériau.

Par exemple, il est possible d'exprimer la performance d'un matériau par le rapport entre son prix et sa masse (Prix/M).





- **Sélection multi-contrainte et multi-objectif**

La performance de l'élément peut être décrite par une équation générale de forme :

$$p = f (F, G, M)$$

où p décrit l'aspect de la performance de la composante qui doit être optimisé: sa masse, ou son volume, ou son coût, ou la durée vie, par exemple; et $f ()$ signifie «une fonction de". Une conception optimale peut être considérée une sélection de la matière et de la géométrie qui maximise (ou minimise) p . L'optimisation est soumise à des contraintes, dont certaines sont imposées par les propriétés du matériau.

Les trois groupes de paramètres de l'équation sont dits «séparables» lorsque l'équation peut être écrite :

$$p = f_1 (F).f_2(G).f_3(M) \quad \text{où } f_1, f_2 \text{ et } f_3 \text{ sont des fonctions.}$$

Lorsque les groupes sont séparables, le choix optimum de la matière devient indépendant des détails de conception.

FONCTION

Lien



Faisceau



arbre



Colonne



Mécanique
Thermique
Electrique...

OBJECTIF

Coût minimum

Poids minimum

Stockage d'énergie
maximum

Impact
environnemental
minimal

CONTRAINTE

Rigidité

Résistance

Fatigue

Géométrie

INDICE

$$M = \frac{E^{1/2}}{\rho}$$

Indices de performances et choix des matériaux

Contexte

Le choix des matériaux est au cœur de la relation « Produit-Matériau-Procédé ».

Il est impératif d'effectuer le choix du couple matériau- procédé à partir des critères du cahier des charges et dans un contexte de développement durable.

le produit demande certaines performances de la part du matériau

le procédé impose des contraintes de fabrication ou de construction.



D'après M. Ashby et K. Johnson (Materials and Design, 2e édition, 2009), un produit est défini par l'interaction de six domaines d'information inter-corrélés, qui doivent être pris en compte tout au long du processus de conception :

- 1) Les produits : c'est l'objet d'étude, l'information le décrivant contient des données factuelles comme les attributs du produit par exemple : le nom, le fabricant, le prix et les performances.
- 2) Les matériaux : la nature de la matière constituant le produit et ses performances.
- 3) Les procédés : la description des étapes de transformation nécessaires de cette matière.
- 4) L'esthétique : les aspects visuels, tactiles, acoustiques ou olfactifs.
- 5) La perception : les attributs sur lesquels le produit va être jugé (culture, goût ou mode).
- 6) L'intention : ce que le produit doit être dans l'esprit du concepteur (quelles sont ses priorités).

Repères

ÉTAPES A SUIVRE POUR LE CHOIX DES MATERIAUX

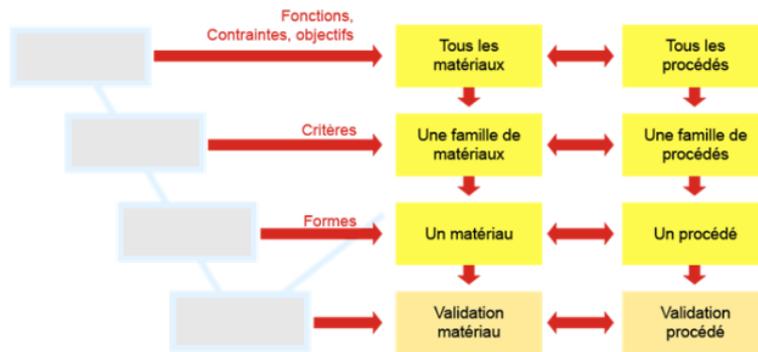
Étapes à suivre pour le choix des matériaux :

- 1 Étudier l'information autour du nouveau produit
- 2 Définir les caractéristiques/exigences de conception du produit
- 3 Faire le choix des matériaux viables
- 4 Évaluer les procédés possibles
- 5 Prioriser et tirer des conclusions

Identification des matériaux



Éléments du cahier des charges



LES MÉTHODES DE CHOIX

Plusieurs méthodes sont alors possibles suivant les informations dont on dispose et le degré d'optimisation souhaitée :

- sélection basée sur les propriétés : possibilité de choix direct, de poser des limites ou d'effectuer des comparaisons.
- sélection par comparaison des indices de performance.
- sélection multi-contrainte et multi-objectif.



Ces méthodes peuvent être utilisées simultanément dans un même choix de matériau.

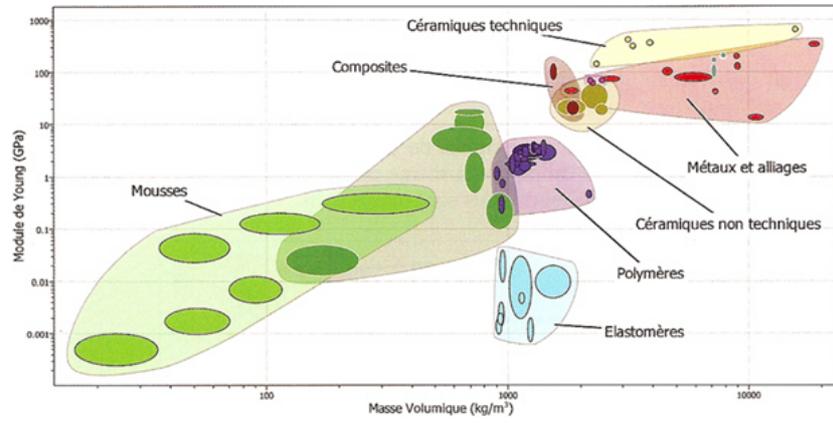
Sélection à partir des diagrammes de propriétés

Cette méthode consiste à rechercher les matériaux répondant aux critères choisis suivant trois types de sélection :

par choix direct : on sélectionne par exemple uniquement les matériaux usinables ou uniquement les matériaux ferreux.

En posant des limites : on sélectionne les matériaux dont une propriété, par exemple le dureté, est supérieure à une valeur spécifiée.

Par comparaison : on génère un diagramme d'une propriété en fonction d'une autre. On peut ensuite sélectionner graphiquement les meilleurs compromis.

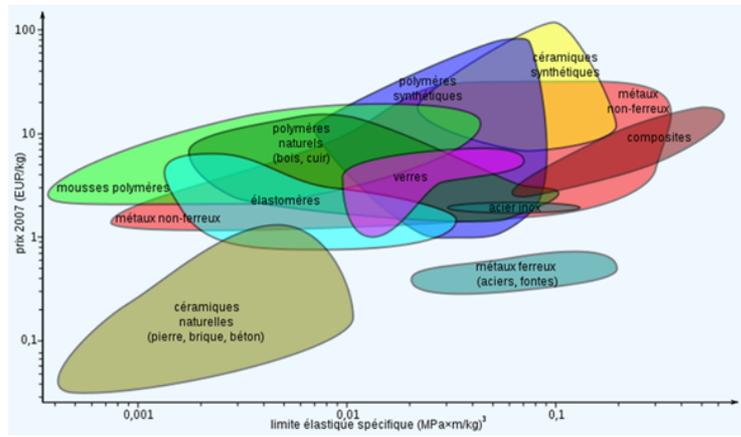
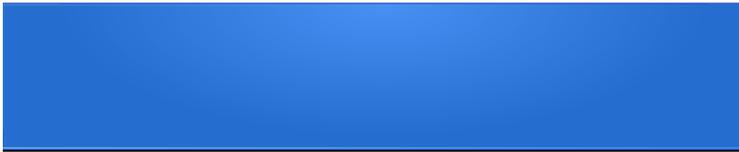




- **Sélection avec indice de performance**

Pour optimiser le choix du matériau, il est nécessaire de déterminer les performances recherchées, qui se traduiront par une combinaison des propriétés du matériau.

Par exemple, il est possible d'exprimer la performance d'un matériau par le rapport entre son prix et sa masse (Prix/M).





- **Sélection multi-contraite et multi-objectif**

La performance de l'élément peut être décrite par une équation générale de forme :

$$p = f(F, G, M)$$

où p décrit l'aspect de la performance de la composante qui doit être optimisé: sa masse, ou son volume, ou son coût, ou la durée vie, par exemple; et $f(\)$ signifie «une fonction de». Une conception optimale peut être considérée une sélection de la matière et de la géométrie qui maximise (ou minimise) p . L'optimisation est soumise à des contraintes, dont certaines sont imposées par les propriétés du matériau.

Les trois groupes de paramètres de l'équation sont dits «séparables» lorsque l'équation peut être écrite :

$$p = f_1(F).f_2(G).f_3(M) \quad \text{où } f_1, f_2 \text{ et } f_3 \text{ sont des fonctions.}$$

Lorsque les groupes sont séparables, le choix optimum de la matière devient indépendant des détails de conception.

