

Comparer des matières aie !

Comparer les matières pour effectuer le bon choix d'un matériau pour une construction quelconque est fait un compromis sur entre le souhait et la réalité. Souvent j'ai été amené à expliquer le pourquoi d'un choix et ce qui m'a le plus surpris ce sont les idées préconçues (formatée ?) que l'on a tous à l'égard des matériaux. Il est vrai que cela est très loin d'être évident, comment effectuer une comparaison objective de matières synthétiques avec des matériaux biologiques ou métalliques ?

Il n'y a pas de méthodes en fait ! Je vais essayer de simplement vous donner quelques pistes de réflexion pour cadrer vos choix. Comparer les matières est "presque un art" !

REMARQUES

1.- Cette page sera pratiquement toujours en construction. Pourquoi ? Pour l'instant vous avez une table avec quelques caractéristiques mécaniques pour divers matériaux. Cela demande à être augmenté. Toutes les matières de la table sont traitées, un tri devrait être possible. Les valeurs de la dureté sont exprimées dans beaucoup d'échelle, je dois trouver une échelle plus "universelle". Au titre du graphe je dois ajouter le nom complet de la caractéristique sélectionnée et les unités utilisées. Clic (ou passage) sur le nom de la matière pour une info directe, idem pour les caractéristiques.

L'intérêt n'est pas tant dans les chiffres mais plutôt dans les rapports entre eux. Par exemple : savoir que le laiton se dilate deux fois plus qu'un acier est beaucoup plus important que la valeur de la dilatation en question, tout au moins dans le premier temps du tri des matières. C'est le but du graphe, visualiser ces différences.

2.- Attention les valeurs sont aussi sujettes a polémiques, surtout pour les alliages et les matériaux non [isotropes](#). Prenez ces chiffres avec précaution ! Rien n'est parfaitement juste et n'oubliez pas que très souvent certaines des valeurs (par exemple la résistance à la traction) ne sont connues qu'à 10% près suivant le matériau ! Alors faites attention nous ne

sommes pas dans l'absolu !

3.- Pour la réalisation de cette page, cela m'a valu quelques difficultés car une partie est programmée en JavaScript dans une page WordPress. Un [article](#) explique la structure et le code. Pour ceux qui sont intéressés, j'y mettrais également le tableau des caractéristiques en téléchargement.

Les [matériaux](#) et les [caractéristiques](#) sont décrits après la table.

Comparer les matières

Comment cela fonctionne ?

- 1 Sélectionnez (ou non) le nombre de caractéristiques qui vous intéresse. Petit conseil : ne choisissez pas trop de caractéristiques à comparer, trois est un bon chiffre ☐*
- 2 Sélectionnez les caractéristiques*
- 3 Cliquez sur "voir la table" et les chiffres apparaissent, magie ☐*
- 4 En cliquant sur l'étiquette de la caractéristique qui vous "taquine", un tri croissant/décroissant sera effectué, réarrangement des caractéristiques et magie un graphique apparaît !*
- 5 Si vous avez choisi les valeurs maximums (+) de la caractéristique, le graphique "inclus" les valeurs minimas*

Liste des caractéristiques comparées :

Voir la table

Graphique de comparaison

Les matériaux

Dans la liste présentée (complètement arbitraire et de mon seul fait !) vous trouverez des matériaux "pur" et des composites ainsi que des matériaux naturels, natifs et des matériaux synthétiques. Tout ceci rend la comparaison un peu hasardeuse et compliquée. Je vais essayer de présenter les divers matériaux en pensant "comparaison", merci de votre indulgence. Communément il est convenu de séparer les matériaux solides en plusieurs grands groupes, soit :

- *les métaux (fer, aluminium, etc)*
- *les synthétiques (le caoutchouc, les plastiques, etc)*
- *les biologiques (le bois, les végétaux, etc)*
- *les minéraux*

Vous trouverez des représentants de chaque type dans la liste actuelle de matière. Ce type

de classement est très général et approximatif, mais il permet de classer quelque peu les matériaux. Les métaux purs sont directement liés aux atomes du classement de la table périodique des éléments et leurs noms sont souvent liés à l'histoire de leur découverte. Dans la liste vous trouverez beaucoup d'[alliage](#), soit un mélange de métaux qui "donne" un nouveau matériau avec des caractéristiques souvent bien différentes que les métaux de départ.

Acier

L'[acier](#) est un alliage. Il y en a plusieurs (plus de mille !). Ces différents alliages d'acier ont des caractéristiques vraiment diverses. Pour mémoire c'est le matériau le plus utilisé au monde. La production mondiale est plusieurs tonnes (>30) à la seconde ! C'est un matériau vraiment fantastique et ultra-performant, mais nous sommes tellement habitués à sa présence que nous en oublions ses caractéristiques.

C'est un mélange de [fer](#) et de [carbone](#) à la base dans une proportion de 0.02% à 2% de carbone. C'est donc presque essentiellement du fer à plus de 98%. Ceci explique que certaines caractéristiques (masse volumique par exemple) soient identiques au fer. Après en ajoutant d'autres matériaux, on peut produire une gamme presque infinie de nuance aux caractéristiques spécifiques. C'est un matériau bon presque partout et pour tout !

Acier inoxydable

L'[acier inoxydable](#) est un alliage d'acier un peu particulier mais également de très grande variété. On considère qu'un acier est inoxydable s'il y a dans sa composition plus de 10.5% de [chrome](#).

Aluminium

Cette dénomination est un abus de langage de ma part, je devrais parler d'alliages d'aluminium. L'aluminium pur est utilisé pour les feuilles d'emballage, mais pour le reste (l'immense majorité de son utilisation) ce sont des alliages dont la base est l'aluminium.

Bois

Voilà une matière que tout le monde connaît et pourtant, quelle diversité ! En dehors des espèces, il y a du bois jeune ou vieux, du bois sec ou vert, du bois de plantation, etc . Donc les valeurs données sont en quelque sorte des “moyennes” pour avoir une idée. Pour l’instant je n’ai pas de solution pour être plus exhaustif. C’est trop grand pour ma modeste page. Déjà je ne sélectionne pas les aciers alors pour le bois

Bore

Métal pur, souvent utilisé en fibre. Plus sous [Wikipédia](#).

Bronze

Qui n’a jamais vu de statue ou de cloche en [bronze](#) ? En fait le bronze est un alliage de [cuivre](#) (80 à 98%) avec un peu d’[étain](#). Ne pas dire qu’il a défini une ère de notre modeste présence sur terre serait pas juste pour la place qu’il a tenue pour l’humanité

Cuivre

Le [cuivre](#) est partout autour de nous, il est souvent caché : dans nos maisons, il est dans les murs et les sols sous forme de tubes pour le transport de l’eau ou de fils électriques. Presque tous nos objets du quotidien en contiennent (téléphones, ordinateurs, voitures, robinets, ...), il est indispensable au transport de l’énergie. C’est un métal qui s’allie très bien à d’autres métaux, il est essentiel au bon déroulement de nos journées !

Fer

Le [fer](#). C’est certainement le métal qui a le plus servi l’humanité dans sa conquête de l’environnement. Chose curieuse il n’est pratiquement jamais utilisé pur (exempté quelques cas d’électro-aimant). On le trouve partout dans la croûte terrestre sous forme d’oxyde, et les seuls endroits où on le trouve natif (pur), c’est dans les météorites. C’est le métal le plus “consommé” sur terre et il est écologique, il retourne à son état antérieur (après utilisation)

par oxydation naturelle (la rouille).

Fibre de carbone

Le [carbone](#), l'autre grand élément ! Le carbone est un élément très abondant dans l'univers et il est à la base de nos vies, rien que pour cela : merci à lui ! La fibre de carbone, qu'est ce ? C'est un alignement plus ou moins réussi de cristaux de carbone ([qu'est-ce qu'un cristal ?](#)) dans une direction donnée : le fil. Ensuite on tresse ces fils, comme une ficelle pour obtenir la fibre de carbone. On utilise pour finir cette fibre pour "tisser" des objets. Il faut comprendre les valeurs données comme s'appliquant à la fibre uniquement pas à un objet réalisé avec des fibres de carbone. Dans ce cas, c'est nettement plus compliqué. Il faut tenir compte de la direction des fibres et de leurs liaisons (leur collage).

Fibre de verre

Le [verre](#) est un alliage de [silicium](#) et d'[oxygène](#) (de l'oxyde de silicium SiO_2), du sable pour résumé ! On procède comme pour la fibre de carbone pour obtenir la fibre de verre. Cette dernière n'est pas utilisée uniquement comme transport d'information, mais également pour certaines pièces de carrosserie ou autre plus anecdotique comme mèche de brûleur à alcool (l'alcool monte par capillarité), voir exemple [ici](#).

Granit

Le [granit](#) est souvent employé en mécanique sous le vocable de "marbre". Ce terme se réfère en réalité à la planéité d'un l'objet et non pas à sa structure proprement dite. Un marbre en mécanique peut être en acier, en fonte, en granit, etc ! Les valeurs de la table sont pour les "marbres noirs", les plus courants en métrologie.

Invar

L'[invar](#) est un alliage de fer (FeNi36) connu et utiliser surtout pour sa très grande stabilité thermique. Il a un coefficient de dilatation très bas pour une grande plage de température.

Il est utilisé dans la métrologie par exemple.

Laiton

Comme le bronze, le [laiton](#) est un alliage de cuivre. Dans ce cas c'est le [zinc](#) (de 5% à 45%) qui est l'apport principal. En fait on devrait parler des laitons, car on dispose d'une panoplie d'alliages très divers.

Magnésium

Le [magnésium](#) est intéressant en mécanique pour ces deux qualités principales, soit son bas point de fusion et sa masse volumique (il est léger) faible. Le seul problème récurrent est son inflammabilité.

Maillechort

Le [maillechort](#) est un alliage de cuivre, on peut parler d'un alliage de laiton un peu particulier car c'est un mélange de cuivre (45-65%), de zinc (20-45%) et de nickel (10-25%). C'est (c'était?) un matériau très utilisé par les horlogers et l'orfèvrerie. Ses avantages : belle finition et très peu altérable.

Or

L'[or](#) ! Tous le monde connaît ce métal, il fascine l'humanité depuis des siècles. Ces propriétés d'étirement et son inaltérabilité sont impressionnantes. Il est utilisé dans tous les domaines de la vie courante, il représente la richesse et la durabilité.

Tantale

Le [tantale](#) est un métal principalement utilisé en électronique, pour les condensateurs ou les cristaux liquides. Pour comprendre que ces charmants matériaux ne sont pas que du bonheur, je rappelle que l'éclatement de la bulle internet en 2001 a conduit à une guerre (la

guerre du coltan) pour l'exploitation des mines de tantale en République du Congo (le Kivu représente 70% des réserves mondiales), maintenant la situation c'est heureusement améliorée.

Tungstène

Le [tungstène](#) est un métal de très grande dureté et à haut point de fusion. Il est beaucoup utilisé en mécanique (usinage, protection, armement ou en soudure)

Zamak

Le [zamak](#) (en français on écrit plutôt zamac) est un alliage de zinc (95%), de aluminium (4%), de magnésium(0.03%) et de cuivre(1%). Il est très souvent employé pour les bijoux en or avec diamant pour le prix 2 CHF ! Ses principaux avantages sont sa facilité à l'injecter, à le travailler et il accepte presque tous les types de recouvrement. On le trouve partout et très souvent il est confondu avec des pièces en aluminium, par exemple les serrures, les fermetures, les poignées dans le bâtiment ce qui me fait dire que vous avez très certainement touché du zamak aujourd'hui. Il est utile dans l'automobile, dans le bâtiment, dans la décoration (bijoux de pacotille, emballage, ..), les jouets en fait il remplace souvent le plastique avec de meilleures qualités mécaniques, d'aspect et de toucher.

Zerodur

Le [Zérodur](#) (ou vitrocéramique) est pour plus de 50% un verre (un oxyde de silicium) avec de l'oxyde d'aluminium et plein d'autres oxydes. Ce matériau est particulièrement intéressant pour sa très grande stabilité dimensionnelle. Son coefficient de dilatation est remarquablement faible.

Zinc

Le [zinc](#) est utilisé principalement (45%) pour recouvrir le l'acier pour le protéger de la corrosion ([galvanisation](#)). Pour ceux qui prennent leur café sur le zinc d'un bar, c'est que ce

dernier est constitué d'une feuille d'acier recouvert de zinc. Pour le reste le zinc extrait est consommé pour les alliages de laiton (20%), pour les alliages de zincs (17%) et reste en pharmacie (8%) et des pièces particulières.

Les caractéristiques

Les caractéristiques principalement mécaniques que je vous propose sont choisies dans l'idée de la construction d'un objet avec ces matériaux. Pourquoi utiliser ce matériau ou cette combinaison de matériaux ?

Résistance à la traction

Unité : [MPa] soit le méga Pascal. $1\text{MPa} = 1\text{ N/mm}_2$

La résistance à la traction est un des éléments clés pour définir la "résistance" d'un matériau. Pour connaître la valeur de la résistance à la traction d'un matériau, c'est simple on tire sur un échantillon de matière et on note la valeur de la force nécessaire pour casser notre échantillon. On rapporte cette valeur à la surface d'une section d'un échantillon et voilà on a la valeur de la résistance à la traction (noté R_m). C'est un peu plus compliqué en réalité mais c'est le principe.

Vous trouverez plus d'explications sur l'[essai de traction](#) et sur la [résistance à la traction](#).

Point de fusion

Unité : [°C] soit les degrés Celsius

C'est la température à laquelle un matériau passe de l'état solide à l'état liquide ceci à une pression donnée. Ce point peut-être défini relativement précisément pour les corps purs mais pour les alliages c'est souvent la définition du début du processus de fusion qui est retenu. Voir [ici](#) pour plus de renseignements

Masse volumique

Unité : [kg/dm₃] soit des kilos par décimètres cube. J'ai choisi cette unité non standard parce que je pense qu'elle est plus répandue.

Souvent par abus on parle de densité (la densité est le rapport des masses volumiques du matériau par rapport à celle de l'eau). Cela donne une idée de la quantité de matière du matériau.

Dilatation

Unité : [ppm] C'est la dilatation en micron pour un mètre de longueur par degré d'augmentation de température.

C'est une valeur d'allongement longitudinal c'est valable pour un objet de type "tige" (deux dimensions petites pour une très grande). Attention la dilatation d'un objet 3D usuel est très très difficile à prévoir. Par exemple on ignore souvent la direction des dilatations. La valeur de la table donne une idée de l'augmentation du volume du matériau face à une augmentation de température, quant à prédire sa déformation □

dureté

Unité : pour l'instant j'ai un mélange de résultat de plusieurs types d'essai, si vous n'êtes pas au courant de ces tests, ne prenez pas en compte pour l'instant ces valeurs □ , patience !

Définir la dureté de la surface d'un matériau. Ce sujet est à retravailler (excusez pour ce manque de sérieux □). Pour l'instant pour plus de renseignements : essayez [ici](#) ou [ici](#) ou encore [ici](#).

La résistance au choc (la résilience) ne fait pas partie de cette définition, c'est autre chose, ne pas confondre.

Élasticité flexion

Unité : [GPa] soit le giga Pascal ou autrement $1 \text{ GPa} = 1000 \text{ N/mm}_2$.

Ce module d'élasticité (E) pour un matériau, c'est un peu sa souplesse on parle du module de Young. Cette grandeur est déterminée lors d'un essai de traction. La valeur de la table donne une idée pour les matériaux. Voir ci-dessous également.

Élasticité torsion

Unité : [GPa] soit le giga Pascal ou autrement $1 \text{ GPa} = 1000 \text{ N/mm}_2$.

Le module de torsion (G) (des fois appelés module de rigidité) est le pendant de celui de la flexion. Ces deux modules sont liés l'un à l'autre par le coefficient de Poisson. Coef poisson = $(E / 2 * G) - 1$

Pour plus de renseignements : c'est [ici](#) (attention c'est 80 pages !), ou plus succinct : c'est [ici](#).

Pour résumé : on tire sur une pièce elle s'allonge et latéralement elle se rétrécit, c'est ce que "disent" ces deux modules :

module d'élasticité de flexion, module Young.

module de torsion, module de rigidité.

