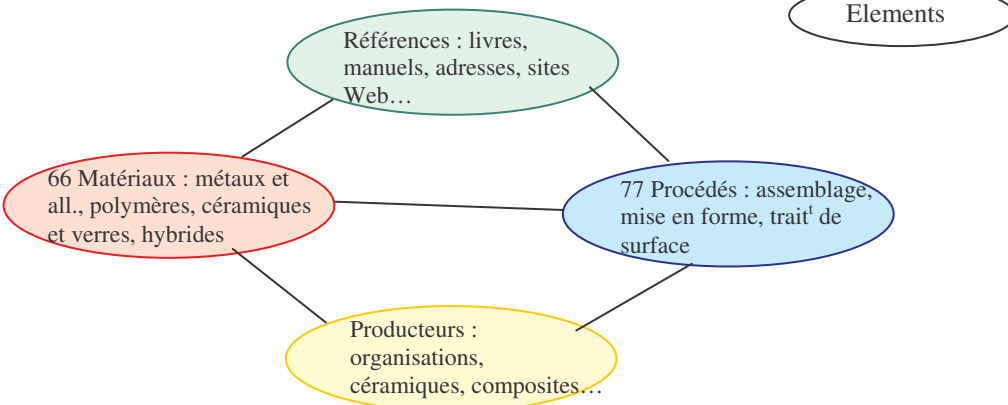
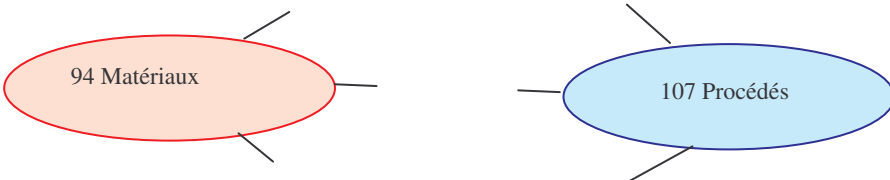
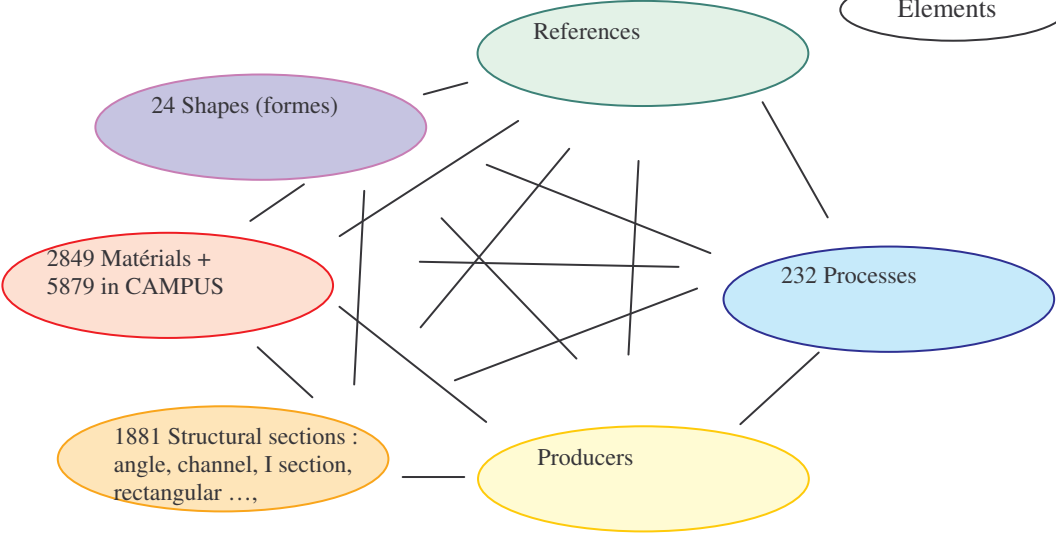


CES (CAMBRIDGE Engineering Selector) EDUPACK 2008 comprend plusieurs niveaux (levels) :

Niveaux	Bases de données	langue
1	 <p>Pour les matériaux : Description, caractéristiques générales, prix, propriétés mécaniques, thermiques, (électriques) Ex : Pour alliages d'aluminium : 1 seul type</p>	<p>Anglais</p> <p>Français</p>
2	<p>Idem sauf</p>  <p>Matériaux avec propriétés environnementales. Aptitudes aux procédés de fabrication, Résistance aux corrosions (durabilité), énergie de mise en œuvre, masse de CO2 dégagée, recyclabilité ... Ex : Pour alliages d'aluminium : 3 types : pour fonderie, corroyés non trempables, corroyés trempables</p>	<p>idem</p>
3	 <p>Ex : Pour aluminium et alliages : 206 nuances : Cast (fonderie) or Wrought (corroyé), séries 1xxx, 2xxx..., dans une série divers traitements T ou état H</p>	<p>Anglais</p> <p>Anglais</p>

SOMMAIRE

	pages
1. UTILISER UN PROJET (Project) EXISTANT	3
2. LES MODES DE RECHERCHE	3
3. MODE "NAVIGUER" (BROWSE)	3
4. MODE "CHERCHER" (SEARCH)	5
5. MODE "SELECTIONNER" (SELECT)	5
5.1. RECHERCHER PAR LIMITE à partir de données chiffrées	6
5.2. RECHERCHER PAR ARBORESCENCE	7
5.3. RECHERCHER avec UNE SEULE CARACTERISTIQUE sur UN DIAGRAMME-BARRE	8
5.4. VISUALISER UNE CARACTERISTIQUE sur UN DIAGRAMME-BARRE ordonné	10
5.5. RECHERCHER avec 2 CARACTERISTIQUES sur UN DIAGRAMME-BULLE	11
5.6. RECHERCHER avec 2 CARACTERISTIQUES sur UN DIAGRAMME-COUNT	16
5.7. Rechercher avec PLUS DE 2 CARACTERISTIQUES sur PLUSIEURS DIAGRAMMES	17
5.8. Exemple de RECHERCHE DE PROCEDES	22
6. Rechercher avec diagramme dont les CARACTERISTIQUES SONT CALCULEES	23
7. CREATION D'UN RAPPORT	24
8. AU NIVEAU 3	24

BIBLIOGRAPHIE

Choix des matériaux en conception mécanique MICHAEL F. ASHBY DUNOD

Lancer CES EDUPACK 2008, choisir Français Niveau 2

1. UTILISER UN PROJET (Project) EXISTANT

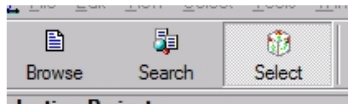
Un "Projet" est une recherche réalisée avec CES EduPack

File \ Open Project... \ choisir le répertoire, choisir le nom de fichier.ces \ Ouvrir

On ne peut ouvrir qu'un Projet à la fois

2. LES MODES DE RECHERCHE

3 modes



dont Select qui comporte 3 possibilités :



3. MODE "NAVIGUER" (BROWSE)

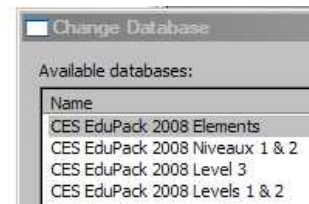
pour se déplacer dans l'arbre des bases de données et visualiser les fiches

Cliquer **Browse**

Choisir la Base de données (Database) en cliquant Change...

Choisir une database disponible :

- CES EduPack 2008 Elements : pour rechercher sur les éléments
- **CES EduPack 2008 Niveaux 1 & 2**



Choisir la Table :

- **Univers des Matériaux**
- **Univers des Procédés**
- Producteurs
- Références



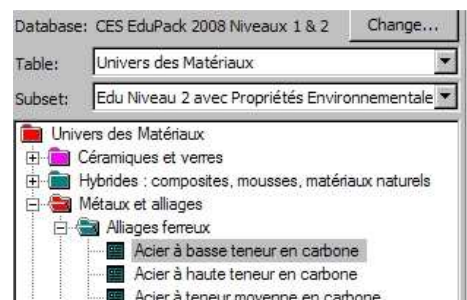
Pour l'univers des matériaux ou des procédés, choisir le Subset (sous-ensemble) :
Edu Niveau 2 avec Propriétés Environnementales

Dérouler les répertoires en cliquant sur + jusqu'à trouver ce qu'on recherche (ex : acier à basse teneur en carbone)

Double-cliquer sur le matériau :

la fiche (Datasheet) apparaît :

la dérouler



Acier à basse teneur en carbone

Description
Le Matériau
Pensez à l'acier et vous penserez chemins de fer, plates-formes pétrolières, tankers et gratte-ciel. Et ce que vous pensez n'est pas simplement "acier" mais "acier au carbone". C'est le métal qui les a rendu possible – rien n'est à la fois aussi solide, aussi robuste, aussi facilement mis en forme – et aussi bon marché. Les aciers au carbone sont des alliages de fer avec du carbone et, souvent un petit peu de manganèse, de nickel et de silicium. Les aciers à basse teneur en carbone ont le plus bas taux de carbone – moins de 0,25%. Ils sont relativement mous, facilement laminés en plaques, sections en I majuscule ou barres (pour renforcer le béton); ils sont le meilleur marché de tous les métaux structuraux – ce sont ceux qui sont utilisés à très grande échelle pour le renfort, pour la charpente d'acier des bâtiments, les tôles de navire et ainsi de suite.

Composition
Fe/0.02 - 0.3C

Le matériau dans un produit

Double-cliquer sur un terme bleu : ex : **Limite élastique**

La fenêtre Attribute notes s'ouvre :

Résistance au seuil de déformation plastique, limite élastique et résistance ultime

Définition et mesure.

Approfondissement : seuil, ultime et allongement.

Pourquoi une contrainte en cisaillement crée-t-elle un mouvement de dislocation ?

Davantage de lecture.

Définition et mesure. La résistance au seuil de déformation plastique σ_y (ou limite élastique σ_{el}), (unités: MPa ou MN/m²) requiert une définition précise. Pour des métaux, nous identifions σ_y avec la résistance qui s'écarte de 0,2 % de la partie linéaire c'est à dire, avec la contrainte pour laquelle la courbe contrainte-déformation pour une sollicitation axiale dévie d'une valeur de déformation de 0,2 % de la ligne droite élastique comme on le montre dans l'illustration 1 (cet écart de 0,2% est également associé avec une déformation plastique). On peut également définir σ_y par la limite proportionnelle. Pour les métaux, elle est parfois mais pas toujours la même en traction et en compression – notez par exemple que les fiches pour les alliages d'aluminium corroyés révèlent une différence (anisotropie) traction/compression. Pour des

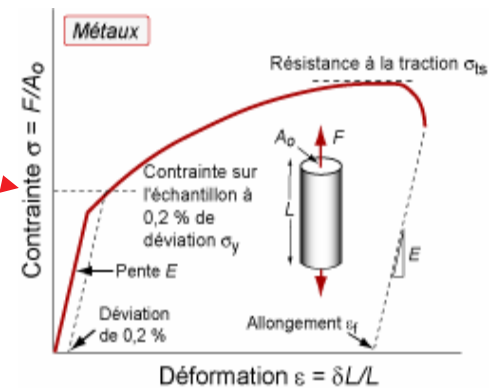


Illustration 1. Courbe contrainte-déformation pour un métal.

polymères, on détermine σ_y comme la contrainte à laquelle le gradient de la courbe contrainte-déformation est nul. Quand un tel maximum n'est pas présent, on le définit alors comme la contrainte à laquelle la courbe contrainte-déformation devient clairement non linéaire : typiquement, pour une déformation de 1% (Illustration 2).

Les polymères sont un peu plus résistants ($\approx 20\%$) en compression qu'en traction. On définit mieux la résistance σ_y d'un composite par une déviation fixée par rapport à un comportement linéaire élastique : on prend parfois une valeur de 0,5%.

Les composites qui contiennent des fibres (et ceci inclut les composites naturels comme le bois) sont un peu plus faibles (jusqu'à 30%) en compression qu'en traction car les fibres peuvent gerber. La résistance des céramiques et des verres dépend fortement du mode de mise sous charge (Illustration 3). En traction « résistance » signifie résistance à la fracture – on considère cette valeur comme étant à la fois la résistance à la traction ultime ou à la rupture et la résistance au seuil

(limite élastique) σ_{el} pour les céramiques. En compression cela signifie résistance à l'écrasement ; cette valeur est beaucoup plus grande - d'un facteur 10 à 15 - que la résistance en traction.

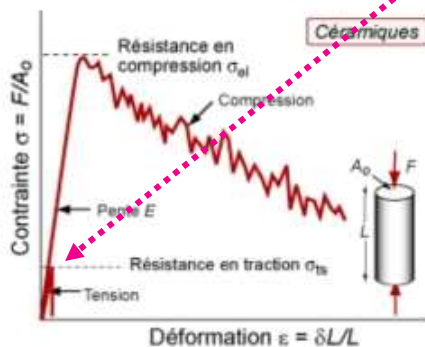


Illustration 3. Courbe contrainte-déformation pour une céramique.

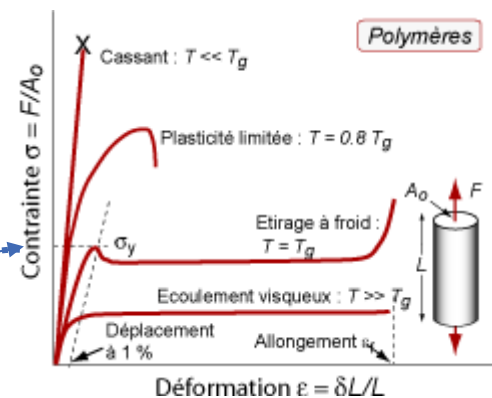


Illustration 2. Courbe contrainte-déformation pour un polymère.

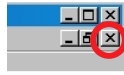
La "limite élastique" a un sens différent selon le type de matériau

Fermer la fenêtre Attribute notes

En bas de la fiche matériau, des boutons links (liens) permettent d'accéder à l'**Univers des Procédés**, aux **Producteurs**, aux **Références relatives** à ce matériau :

avec View, on peut choisir l'affichage en Tree (arbre) ou en List

Pour revenir, cliquer Fermer



Lorsque l'on a visualisé plusieurs fiches, on peut les retrouver grâce à Previous (précédente) et Next (suivante) ... sauf si on a fermé

En mode Browse, il n'y a pas de sauvegarde

4. MODE "CHERCHER" (SEARCH)

Il faut connaître l'appellation de ce que l'on cherche ou une chaîne de caractères correcte

Cliquer **Search**

Dans Find what : saisir la chaîne de caractères recherchée

Dans Look in table : choisir la table

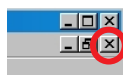
si on la connaît pas, dérouler et choisir <All Tables>

Cliquer Find Now

les résultats s'affichent : Name et Table

Cliquer Name pour mettre la liste dans l'ordre alphabétique ou inverse

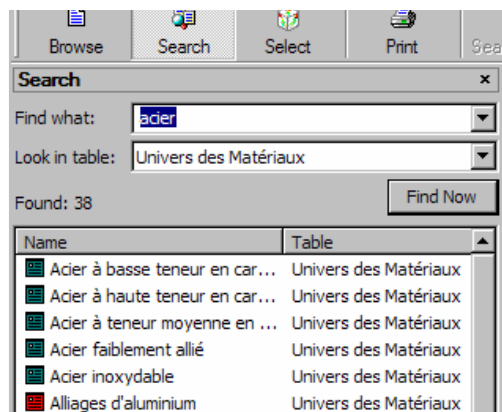
Double-cliquer sur le matériau voulu : la fiche (Datasheet) apparaît pour revenir, cliquer Fermer



En mode Search, il n'y a pas de sauvegarde

En cas d'erreur d'orthographe ou d'appellation différente, CES EduPack ne trouve pas

Exemples : aluminium ne prend qu'un l
les polymères doivent être écrits en toutes lettres (sauf le PTFE)
fibr est valide, fibre ne l'est pas



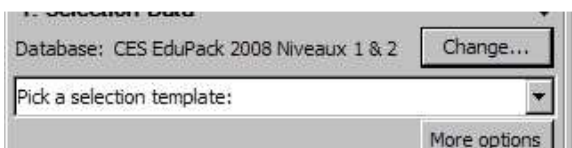
5. MODE "SELECTIONNER" (SELECT)

Offre de nombreuses possibilités...

Cliquer **Select**

Dans le navigateur à gauche, choisir la base de données (Database)

ex: CES EduPack 2008 Niveaux 1 & 2 sinon cliquer Change ...



puis dérouler et

choisir Edu Level 2: Matériaux

ou Edu Level 2 : Matériaux avec Propriétés

Environnementales

5.1. RECHERCHER PAR LIMITE à partir de données chiffrées

Exemple : on désire connaître les matériaux de prix < 2 €/kg, de limite élastique entre 300 et 400 MPa, d'indice de soudabilité 3 minimum et résistant bien à l'eau de mer

1 Cliquer **Limit**

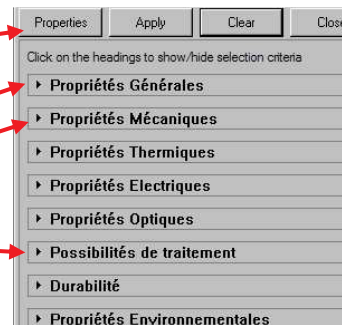
Une étape de sélection désignée par "Stage n^o" se crée



Eventuellement saisir un titre après avoir cliqué

2 Dans la fenêtre, dérouler Propriétés Générales

saisir la valeur maximum du prix
faire de même pour les valeurs de Re,
l'indice de soudabilité,
dans Durabilité, cocher la résistance à l'eau de mer



Attention :

"Coulabilité" est pour les métaux
"Aptitude à être moulé" est pour les polymères, le béton



3 Lancer la recherche par Apply

Les résultats s'affichent : **3.Results : 6 matériaux "pass" (réussissent) l'étape**

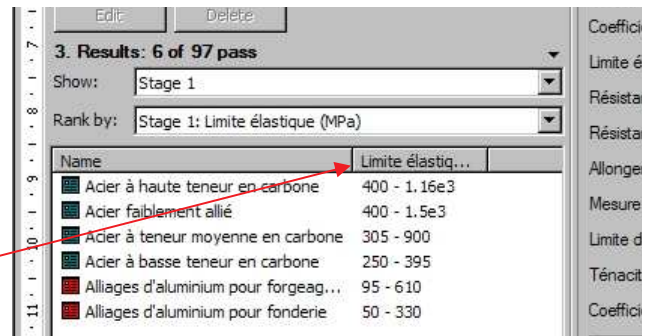
4 Classer les résultats :

Les résultats sont classés par ordre alphabétique.

Dérouler Show, choisir "Stage 1"

Dérouler Rank by,

choisir "Stage 1: Limite élastique (MPa)"



Cliquer Limite élastiq... permet de lister les matériaux par ordre de Re croissante ou décroissante

5 Pour faire apparaître la fiche : double-cliquer sur le nom du matériau dans **3.Results** pour revenir, cliquer Fermer



6 Pour Imprimer la liste de Résultats: File \ Print ... OU icône Print

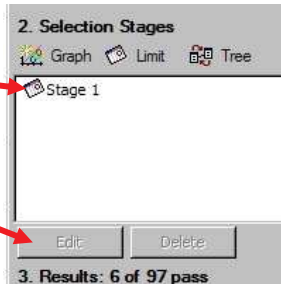
7 Pour ajouter des commentaires au document créé (le projet) :

Select (du menu principal) \ Project Settings... \ Saisir \ OK

8 Pour **Sauvegarder le projet** : File \ Save Project \ choisir un répertoire, saisir un nom de fichier etc ...
 (Le fichier sera du type . ces)
 Pour les sauvegardes suivantes, faire de même
 Si on veut sauvegarder sous un nom différent : File \ Save Project as...

9 Pour Modifier l'étape de sélection (Stage n°)

- la sélectionner
- Edit

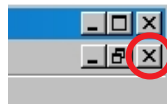


10 Pour Supprimer l'étape de sélection :

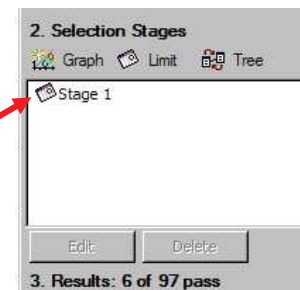
- la sélectionner
- Delete

11 Avant d'effectuer une autre recherche qui **ne réutilise pas** les mêmes données, Clear puis Apply
ATTENTION : Après Clear, on ne peut pas réafficher l'étape en double-cliquant sur Stage n°

12 Pour fermer la fenêtre de l'étape, Close ou



pour la réafficher, double-cliquer sur Stage n°



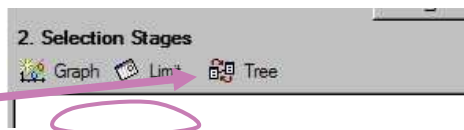
Une étape de sélection peut aussi se copier-coller ou se couper-coller d'un projet à un autre, se copier – coller dans le même projet

13 Fermer le projet : File \ Close Project ou New Project

5.2. RECHERCHER PAR ARBORESCENCE

Exemple : on désire connaître les matériaux aptes au soudage thermique

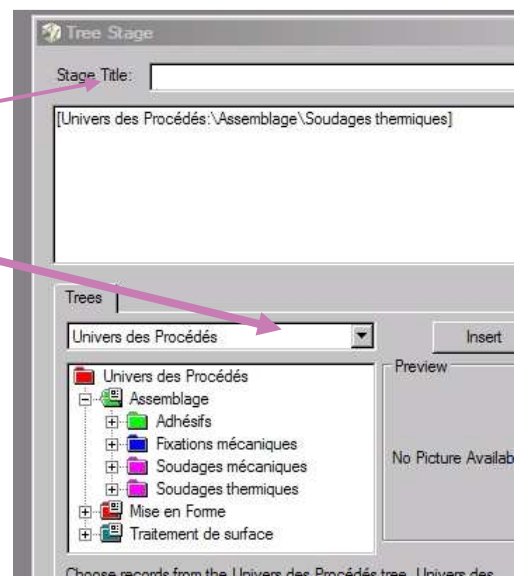
Cliquer **Tree**



Un étape de sélection désignée par "Stage n°" se crée

Eventuellement saisir le titre de l'étape (Stage)
 Dérouler pour avoir Univers des Procédés
 Cliquer + pour dérouler Assemblage
 cliquer Soudages thermiques \ Insert \ OK

Les résultats s'affichent dans 3.Results



5.3. RECHERCHER avec UNE SEULE CARACTERISTIQUE sur UN DIAGRAMME-BARRE

Exemple : chercher un matériau de dureté (hardness) VICKERS entre 200 et 250 HV

1 Cliquer **Graph**

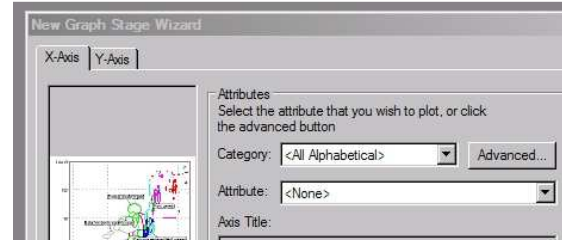


Une étape de sélection désignée par "Stage n°" se crée (le nom de l'axe se mettra automatiquement en titre)

2 Choisir l'axe sur lequel sera la caractéristique :

- onglet X-Axis ou (exclusif) Y-Axis

(ici on a choisi X-Axis)



3 Dans Category : dérouler et choisir le domaine (exemple : Propriétés Mécaniques)

4 Dans Attribute : dérouler et choisir la caractéristique : (exemple : Mesure de dureté Vickers)

5 voir si Axis Title (légende de l'axe) est correct \ OK

Le diagramme-barre apparaît ainsi que les résultats en **3.Results**

6 Identifier des barres :

cliquer sur une barre , déplacer, relâcher ou

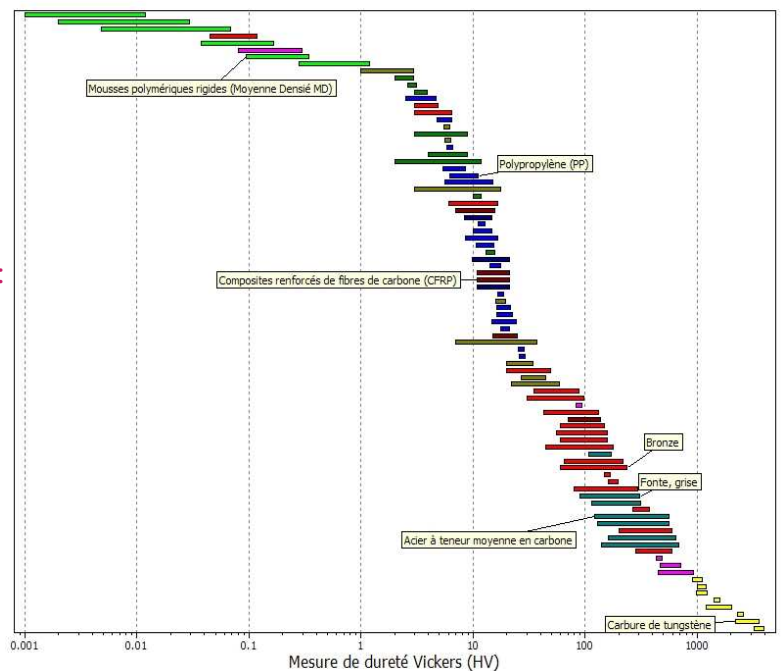
cliquer droit sur un nom dans 3.Results \Label :

le nom s'affiche et la barre clignote (cliquer dans la zone graphique pour supprimer le clignotement)

Renommer :

cliquer droit sur l'étiquette \ Rename : saisir le nom , cliquer à l'extérieur

Effacer le nom : le cliquer \ Suppr



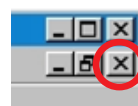
Pour voir où se situe un matériau, cliquer Droit sur son nom dans **3.Results** :

cliquer Highlight : sa barre clignote

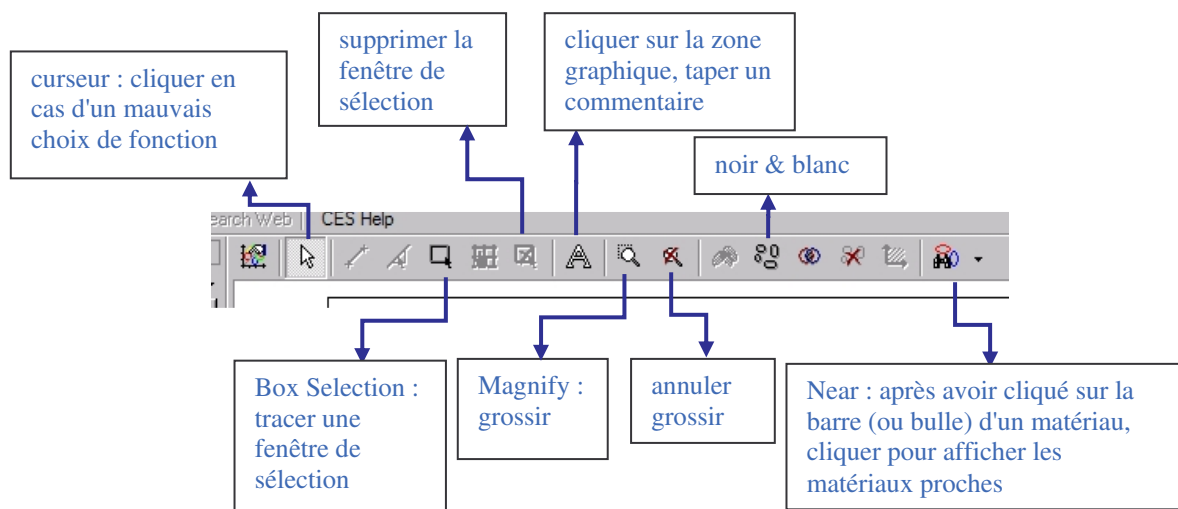
cliquer en zone graphique vide pour arrêter

Voir la fiche du matériau : cliquer droit sur sa barre \ Datasheet OU doublecliquer sur sa barre

Pour revenir, cliquer



Fonctions sur la barre d'outil :

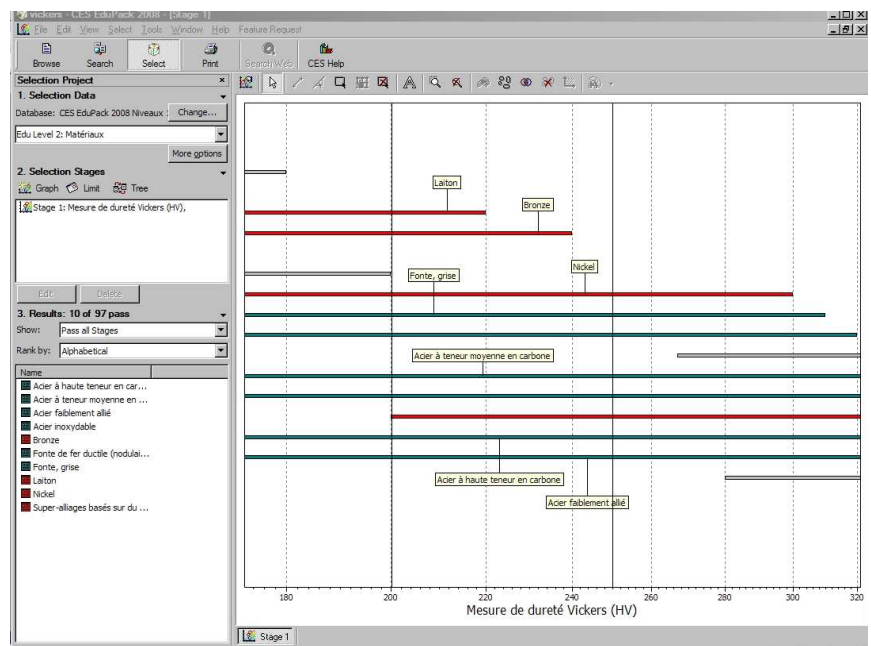


Comment rechercher les matériaux dont HV est entre 200 et 250 ?

7 **Grossir** la zone entre approximativement 150 et 400 HV, de hauteur englobant toutes les barres (on peut faire plusieurs grossissements successifs)

8 **Tracer une fenêtre de sélection**, en suivant les coordonnées en bas à gauche, entre 200 et 250 HV

Il apparaît dans 3.Results, que 11 matériaux "pass" (réussissent) l'étape de sélection



9 Classer les résultats :

Les résultats sont classés par ordre alphabétique.

Dérouler Show, choisir "Stage 1: Mesure de dureté Vickers (HV)," idem pour Rank by

Cliquer X-Axis permet de lister les matériaux par ordre de dureté croissante ou décroissante

10 Pour Configurer l'impression : File \ Print Set up...

11 Pour Imprimer le diagramme : File \ Print OU icône Print

3. Results: 11 of 97 pass

Show: Stage 1: Mesure de dureté Vickers (HV),

Rank by: Stage 1: Mesure de dureté Vickers (HV)

Name	X-Axis
Bronze	60 - 240
Laiton	65 - 220
Nickel	80 - 300
Fonte, grise	90 - 310
Fonte de fer ductile (nodulaire)	115 - 320
Acier à teneur moyenne en carbone	120 - 565
Acier inoxydable	130 - 570
Acier faiblement allié	140 - 693
Acier à haute teneur en carbone	160 - 650
Alliages nickel-chrome	160 - 200
Super-alliages basés sur du nickel	200 - 600

5.4. VISUALISER UNE CARACTERISTIQUE sur UN DIAGRAMME-BARRE ordonné

Exemple : faire apparaître les duretés (hardness) VICKERS **en séparant l'affichage par type de matériaux**

Cliquer Graph

Mettre la dureté en Y-Axis

En X-Axis, cliquer Advanced...

dans la fenêtre Set Axis, onglet Trees

dérouler pour choisir Univers des matériaux

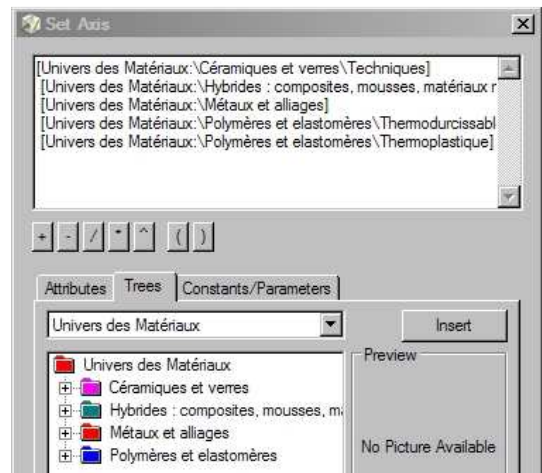
cliquer + de Céramiques et verres \ Techniques \ **Insert**

cliquer + de Hybrides : composites, mousses... \ Composites \ **Insert**

cliquer Métaux et alliages \ **Insert**

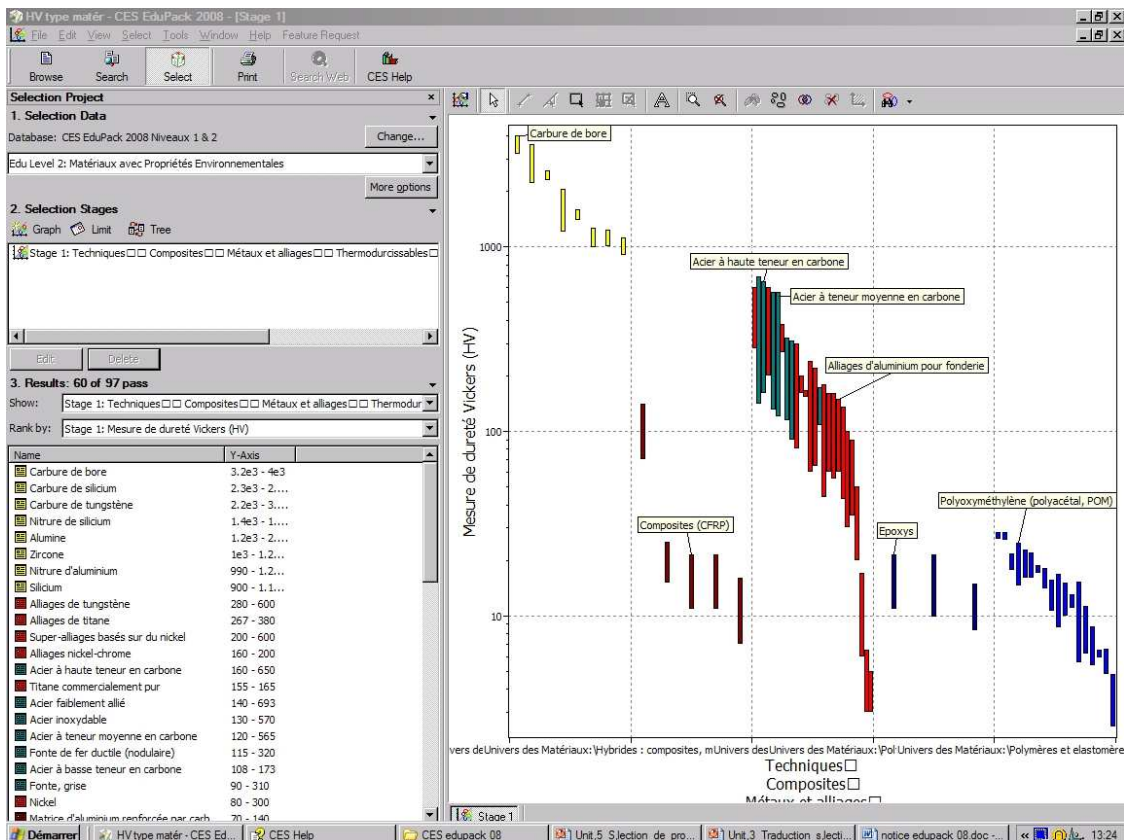
cliquer + de Polymères et elastomères \ Thermodurcissables \ **Insert**

cliquer + de Polymères et elastomères \ Thermoplastique \ **Insert**



OK

OK



5.5. RECHERCHER avec 2 CARACTERISTIQUES sur UN DIAGRAMME-BULLE

1^{er} exemple : Chercher les matériaux de limites élastiques entre 300 et 400 MPa et (de taux) d'allongements entre 10 et 15 %

Pour obtenir le diagramme, suivre le § 3.3 en renseignant les onglets X-Axis **ET** Y-Axis

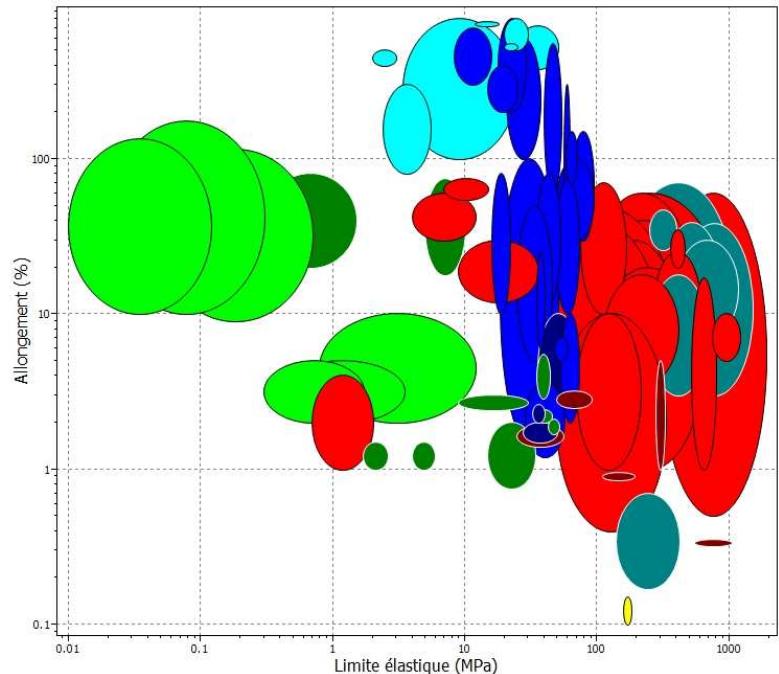
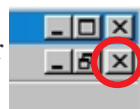
Identifier des bulles :

cliquer sur le **contour** de la bulle,
déplacer, relâcher

Voir la fiche du matériau :

cliquer droit sur le contour \ Datasheet
OU
doublecliquer sur le contour

Pour revenir, cliquer



Pour voir où se situe un matériau, cliquer Droit sur son nom dans **3.Results** :

cliquer Highlight : sa bulle clignote

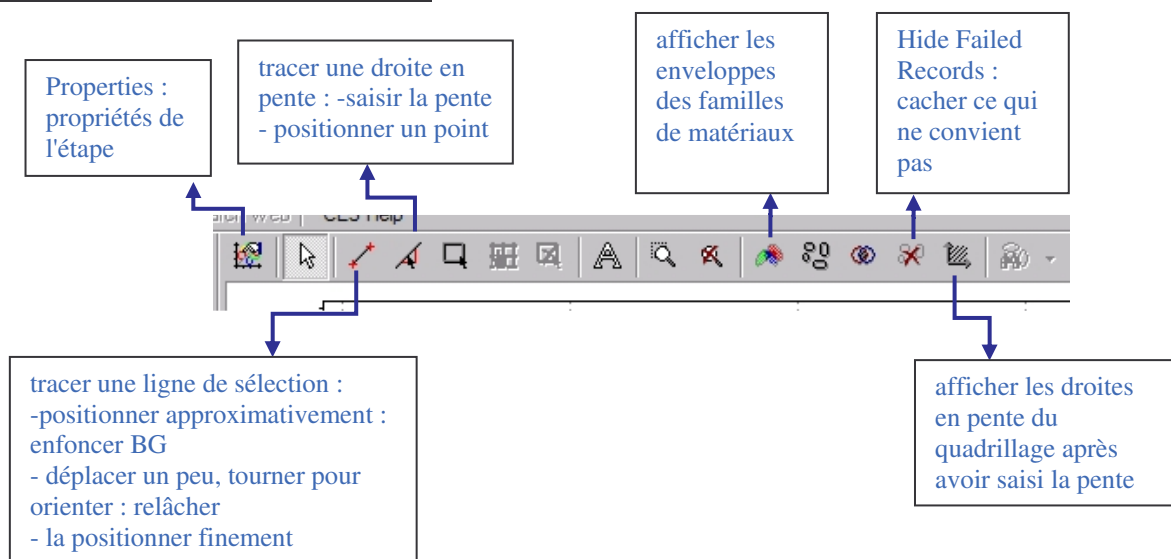
cliquer en zone graphique vide pour arrêter

Après avoir cliqué à la périphérie d'une bulle, on peut aussi cliquer

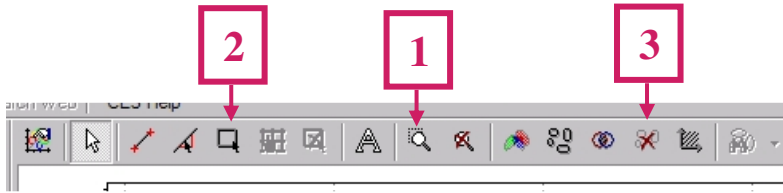


pour voir les voisins

Autres fonctions sur la barre d'outils :



Comment rechercher les matériaux de $300 \leq Re \leq 400\text{MPa}$ et de $10\% \leq A\% \leq 15\%$?

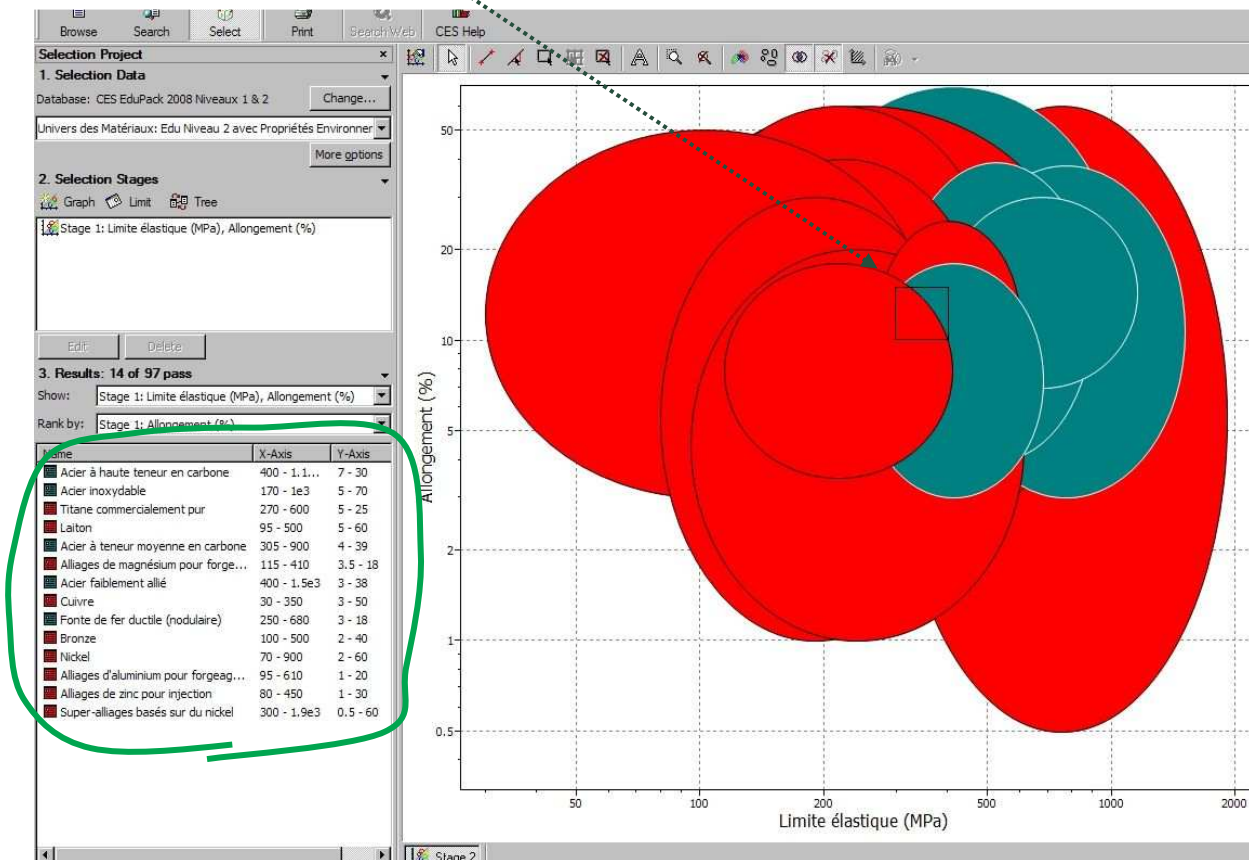


1 grossir la partie intéressante

2 **tracer une fenêtre de sélection** en contrôlant les coordonnées X= et Y= affichées en bas à gauche de l'écran. Relâcher le **BG** :

le gris-clair devient la couleur des *matières "fail"* (échouant à l'étape de sélection)

3 supprimer éventuellement leur affichage sur le diagramme



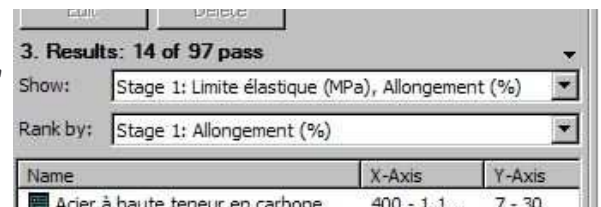
Les matériaux *"pass"* (réussissant l'étape de sélection) apparaissent dans 3.Results

4 Classer les résultats :

Les résultats sont classés par ordre alphabétique.

Dérouler Show

choisir "Stage 1: Limite élastique (MPa), Allongement (%)"



Dérouler Rank by, choisir "Stage 1: Allongement (%)"

Cliquer Y-Axis permet de lister les matériaux par ordre d'allongement croissant ou décroissant

OU

Dérouler Rank by, choisir "Stage 1: Limite élastique (MPa)"

Cliquer X-Axis permet de liste les matériaux par ordre de limite élastique croissante ou décroissante

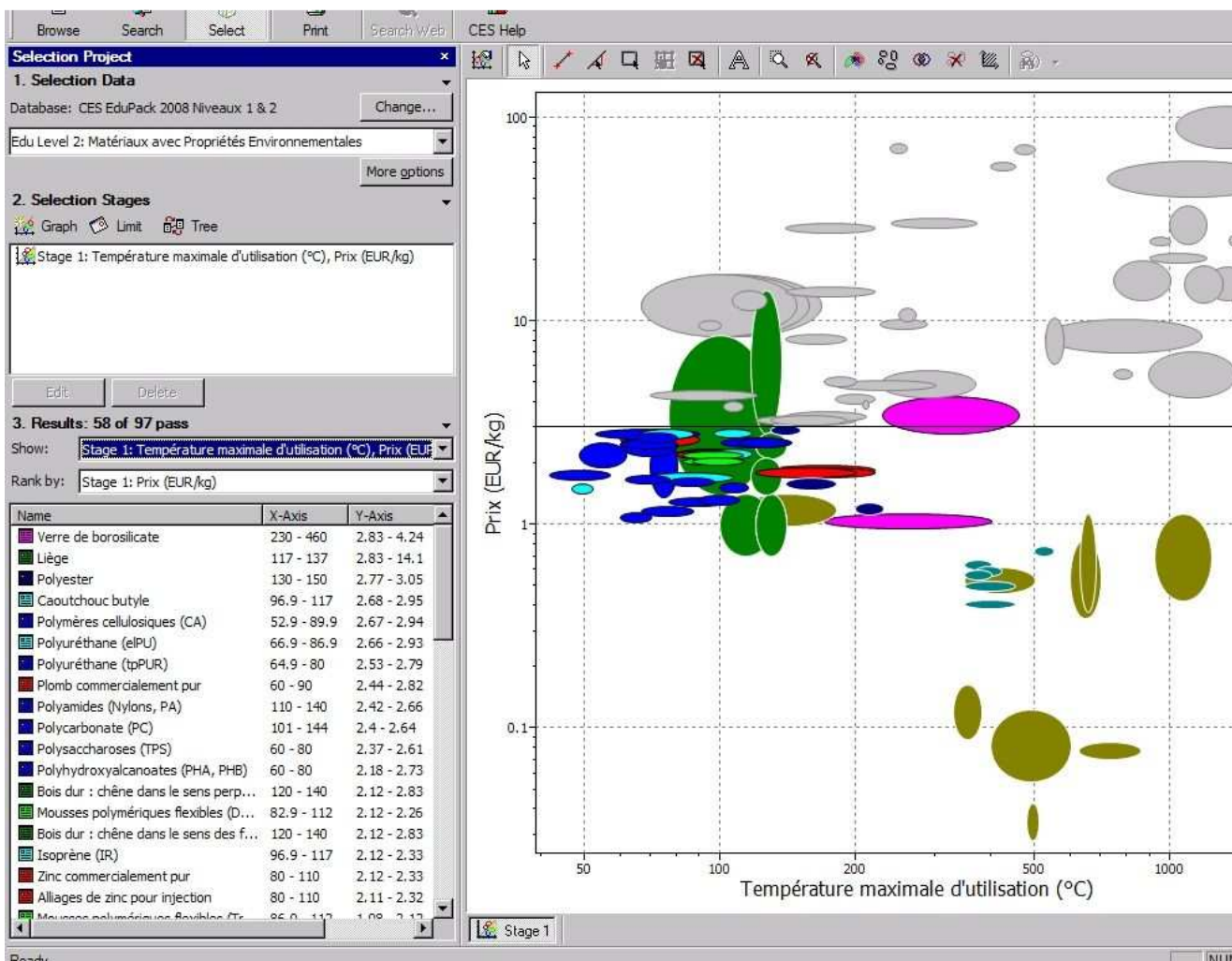
2^{ème} exemple : Chercher les températures maximales d'utilisation des matériaux avec les prix, ainsi que ceux de prix ≤ 3 €/kg

1 Tracer le diagramme-bulle comme précédemment



2 Tracer une droite horizontale d'ordonnée 3 en contrôlant la coordonnée Y=

3 Un curseur main apparaît : cliquer dans la zone graphique en bas de la ligne tracée pour sélectionner les prix inférieurs



Les Results sont classés en Prix décroissants

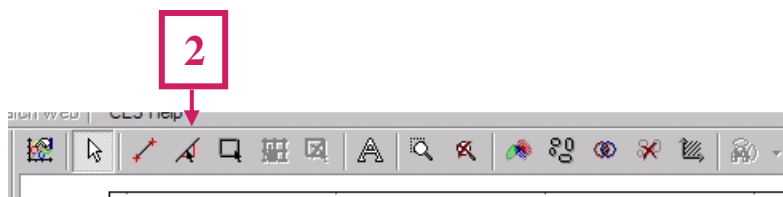
3ème exemple : Chercher le meilleur matériau possible pour une pièce dont la FONCTION est du type "barre" donc sollicitée en traction, l'OBJECTIF est de minimiser le poids, les CONTRAINTES : longueur L et tenue à l'effort F sont précisées (specified), la section S est une variable libre.

La masse de la barre est $m = S L \rho$ (S est la section) d'où $S = m / L \rho$
 il faut $F/S \leq \sigma_f$ donc $F \leq \sigma_f S$ donc $S \geq F / \sigma_f$ σ_f : limite élastique
 donc $m / L \rho \geq F / \sigma_f$ d'où $m \geq L \rho F / \sigma_f$ $m \geq L F \rho / \sigma_f$

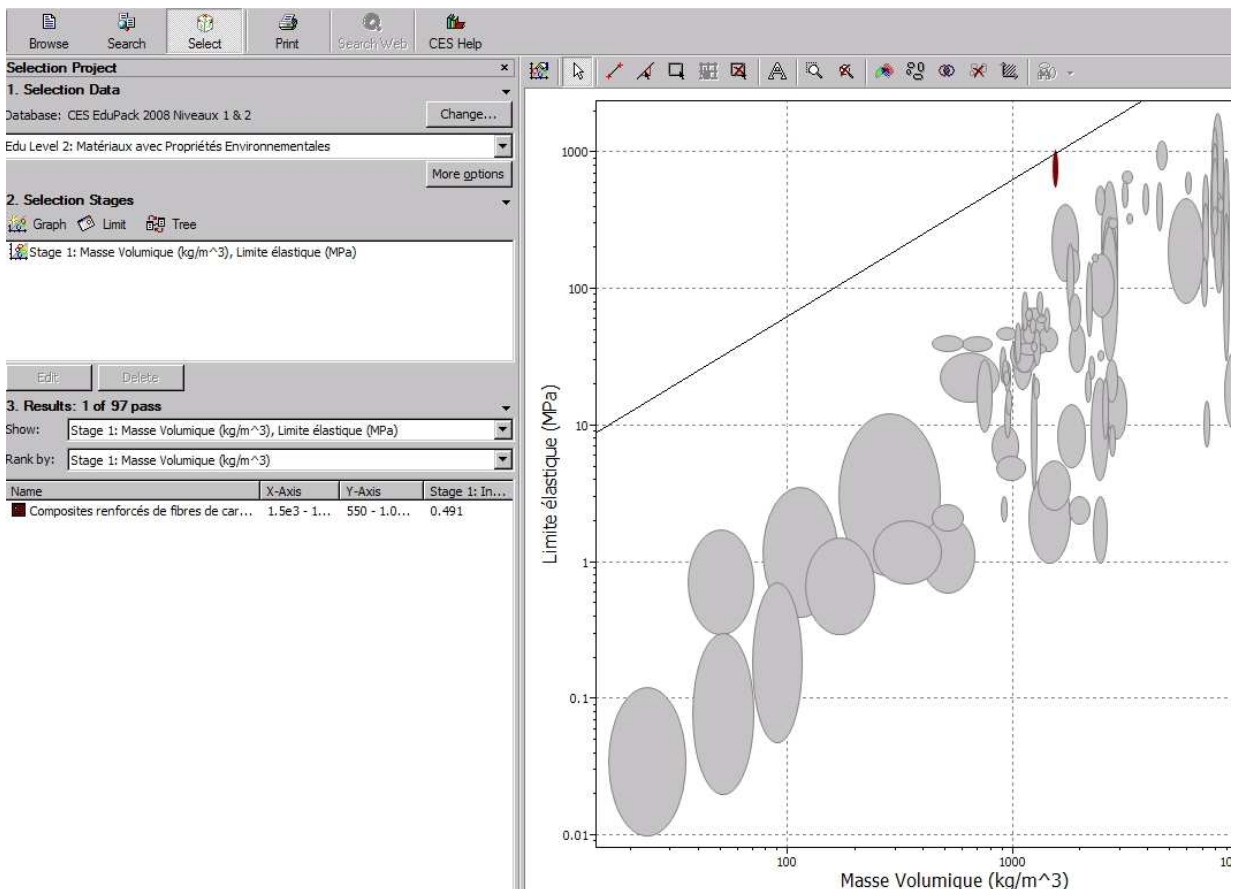
L et F sont précisées, donc pour avoir m mini, il faut minimiser ρ / σ_f ou **maximiser σ_f / ρ**
 $M = \sigma_f / \rho$ est l'indice de performance pour une barre légère et résistante : c'est la résistance spécifique

1 Tracer le diagramme-bulle masse volumique en X, limite élastique en Y

2 Tracer une droite de pente 1 la plus haute possible, coupant une (ou plusieurs) bulle(s)



3 Un curseur main apparaît : cliquer dans la zone graphique au dessus de la droite



L'indice de performance (Index) = 0.491 est celui du centre de l'ellipse.
 Cet indice est l'ordonnée pour une abscisse de 1

4ème exemple : Chercher les matériaux d'indice de performance résistance à la traction / masse volumique Re / ρ supérieur ou égal à celui de l'alliage d'aluminium de R_m 250 MPa et de ρ 2700 kg/m³

1 Tracer le diagramme-bulle masse volumique en X, résistance à la traction en Y

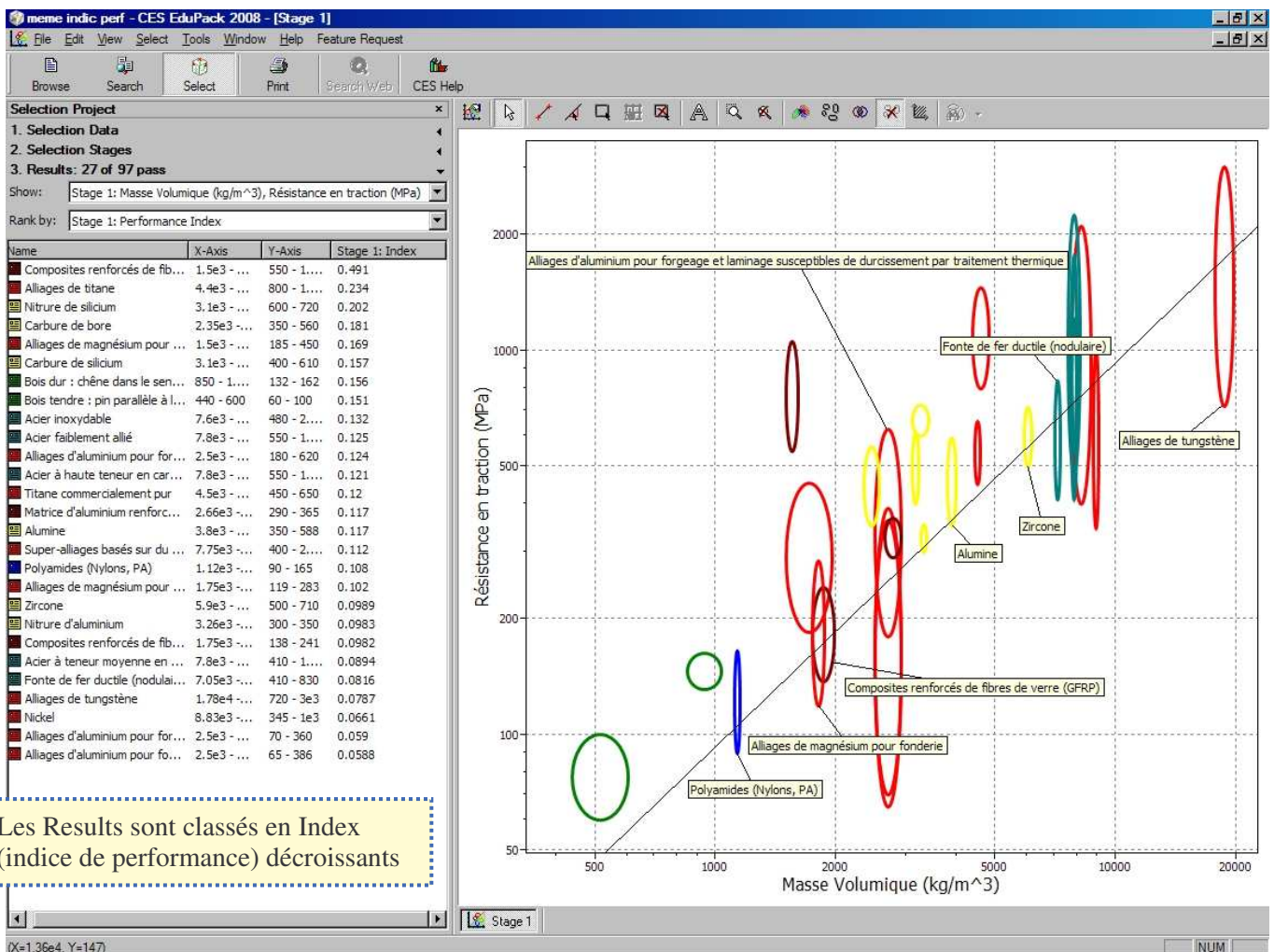
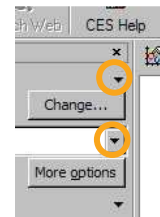
2 Tracer une droite de pente 1 passant par le point (2700;250)

2



3 Un curseur main apparaît : cliquer dans la zone graphique au dessus de la ligne

Cliquer pour réduire les zones 1.Selection Data et 2.Selection Stages



Les Results sont classés en Index (indice de performance) décroissants

Tous les matériaux se trouvant sur la droite en pente ont le même indice de performance

Remarques : les matériaux se trouvant sur la droite passant par le point (1350;250) ou le point (2700;500) sont 2 fois plus performants. Ceux se trouvant sur la droite passant par le point (2700;125) ou le point (5400;250) le sont 2 fois moins.

5.6. RECHERCHER avec 2 CARACTERISTIQUES sur UN DIAGRAMME-COUNT

Exemple : Chercher les matériaux résistant bien et très bien aux acides forts et aux bases fortes

Graph

X –Axis :

Category : Durabilité

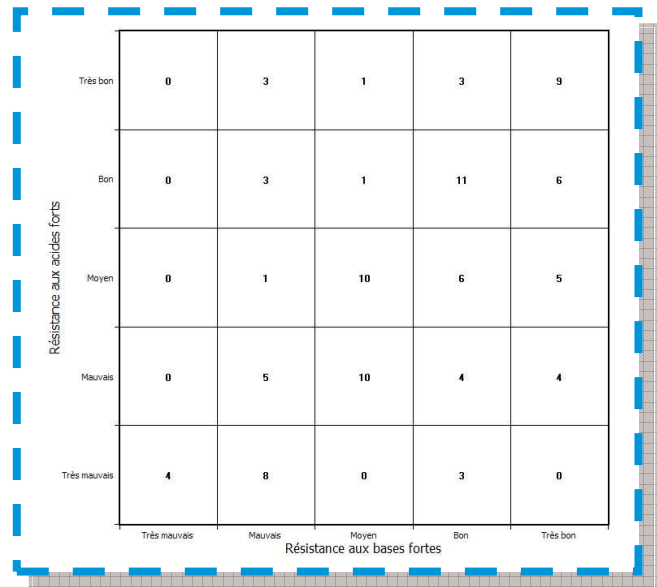
Attribute : Résistance aux bases fortes

Y-Axis :

Category : Durabilité

Attribute : Résistance aux acides forts

Apparaît un diagramme-count :



Nouvelle fonction sur la barre d'outils :

sélectionner une ou plusieurs cellules



Cliquer cette fonction

tracer une fenêtre à l'intérieur des 4 cellules (cells) représentant les choix Bon et Très bon

OU

Ctrl + cliquer chaque cellule

Les résultats apparaissent

Ils sont classés par ordre décroissant de résistance aux acides forts

The screenshot shows the software interface with the following components:

- Selection Project Panel:**
 - 1. Selection Data: Database: CES EduPack 2008 Niveaux 1 & 2; Edu Level 2: Matériaux avec Propriétés Environnementales.
 - 2. Selection Stages: Stage 1: Résistance aux bases fortes, Résistance aux acides forts.
 - 3. Results: 29 of 97 pass. Rank by: Stage 1: Résistance aux acides forts.
- Material List (Left):** A list of materials sorted by their resistance to strong acids, including Ardoise, Mousse céramique, Nickel, Alumine, Carbone de silicium, Carbone de tungstène, Alliages nickel-chrome, Caoutchouc butyle, Elastomères de silicone, Polypropylène (PP), Acier inoxydable, PTFE, Chlorure de polyvinyle (tpPVC), Super-alliages basés sur du nickel, Polyéthylène (PE), Verre de silice, Zircon, and Granit.
- Matrix (Right):** A 5x5 matrix showing the count of materials for different combinations of resistance to strong acids (Y-axis) and strong bases (X-axis). The matrix is identical to the one shown in the previous figure.

5.7. Rechercher avec **PLUS DE 2 CARACTERISTIQUES** sur **PLUSIEURS DIAGRAMMES**
 Auparavant, la banque de données était soumise à **une seule** étape de sélection (stage) à la fois.
 On peut en définir **plusieurs** de modes différents.

Exemple : On désire trouver les matériaux aux caractéristiques suivantes :

- limite élastique ≥ 100 MPa
- taux d'allongement entre 10 et 15 %
- prix ≤ 3 €/kg
- conductivité thermique entre 30 et 100 W / m.K
- indices coulabilité, formabilité, usinabilité ≥ 3
- avec bonne résistance à l'eau de mer, très bonne aux U.V., non inflammable, réutilisable
- apte au moulage sous-pression

1 Saisir la 1^{ère} étape (Stage 1) : tracer le diagramme-bulles : allongement en X, limite élastique en Y

- **Grossir la zone intéressante :**

cliquer Properties

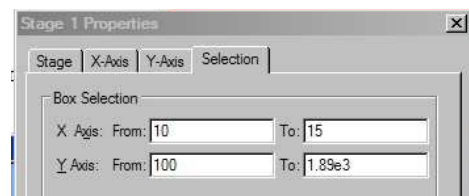


onglet X-Axis : cocher **Set**, taper en Min : 0.5, taper en Max : 200

onglet Y-Axis : cocher **Set**, taper en Min : 30, taper en Max : 2500 / OK

- **Sélectionner une fenêtre :** avec Box Selection, tracer une fenêtre n'importe où
 cliquer Properties : onglet Selection

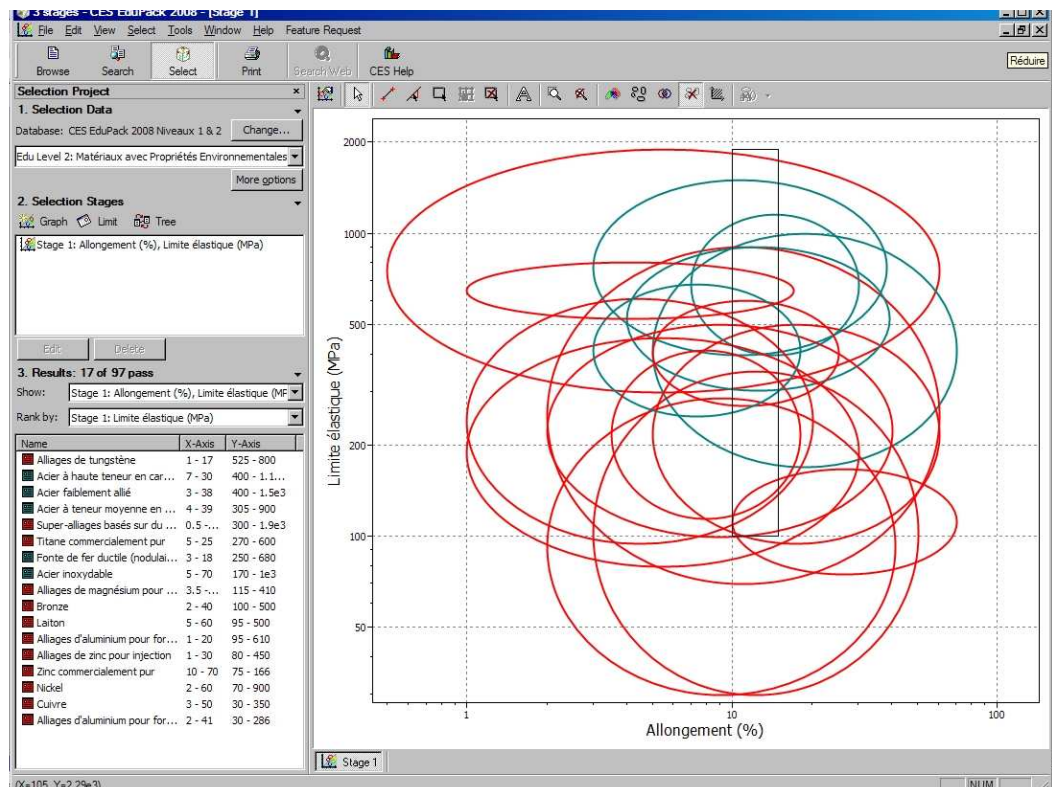
saisir les **coordonnées précises** de la fenêtre de sélection
 OK



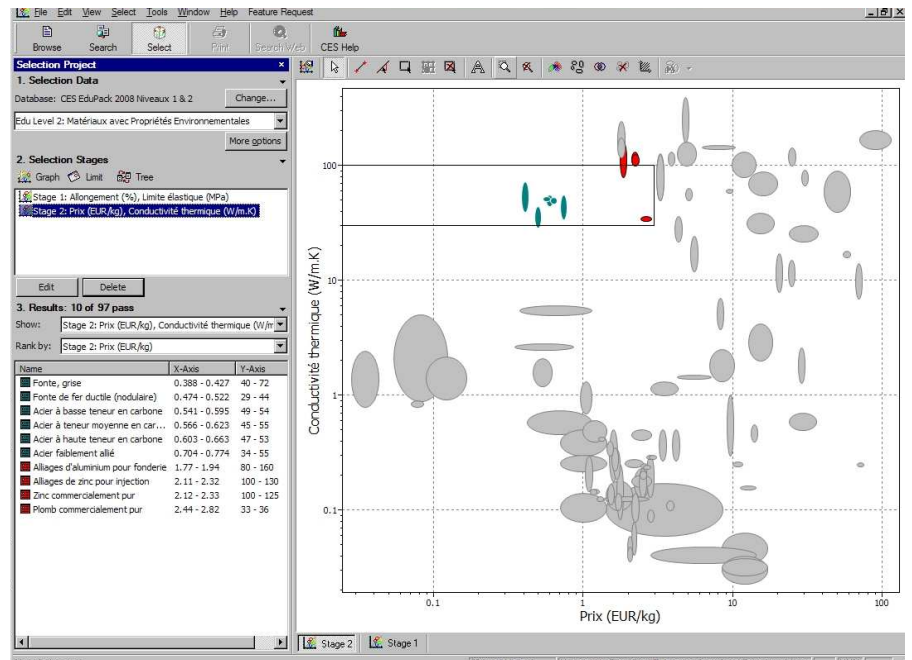
- **Evider les bulles :** cliquer Tools (du menu principal) \ Options \ Onglet Graph :
 décocher Use solid ellipses, **augmenter Line weight (épaisseur du trait) à 2 ou 3**
 cliquer Appliquer, voir si l'effet convient, OK (ceci affecte tous les diagrammes du projet)

Cacher ce qui ne
 convient pas en cliquant
 "Hide Failed Records"

Les résultats sont
 classés par
 limites élastiques
 décroissantes



2 Saisir la 2^{ème} étape (Stage 2) : Graph prix-conductivité thermique en solid ellipses



Résultats classés par
prix croissants

3 Saisir la 3^{ème} étape (Stage 3) : Limit pour les possibilités de traitement et durabilité

Propriétés	Minimum	Maximum
Coulabilité	3	
Aptitude à être moulé		
Formabilité	3	
Usinabilité	3	
Soudabilité		
Aptitude au soudage/brasage		

Durabilité	Options
Inflammabilité	<input type="checkbox"/> Inflammable <input type="checkbox"/> Auto-extinguible <input checked="" type="checkbox"/> Non-inflammable
Résistance à l'eau douce	<input type="checkbox"/> Très mauvais <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> Très bon
Résistance à l'eau de mer	<input type="checkbox"/> Très mauvais <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input checked="" type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> Très bon
Résistance aux acides faibles	<input type="checkbox"/> Très mauvais <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> Très bon

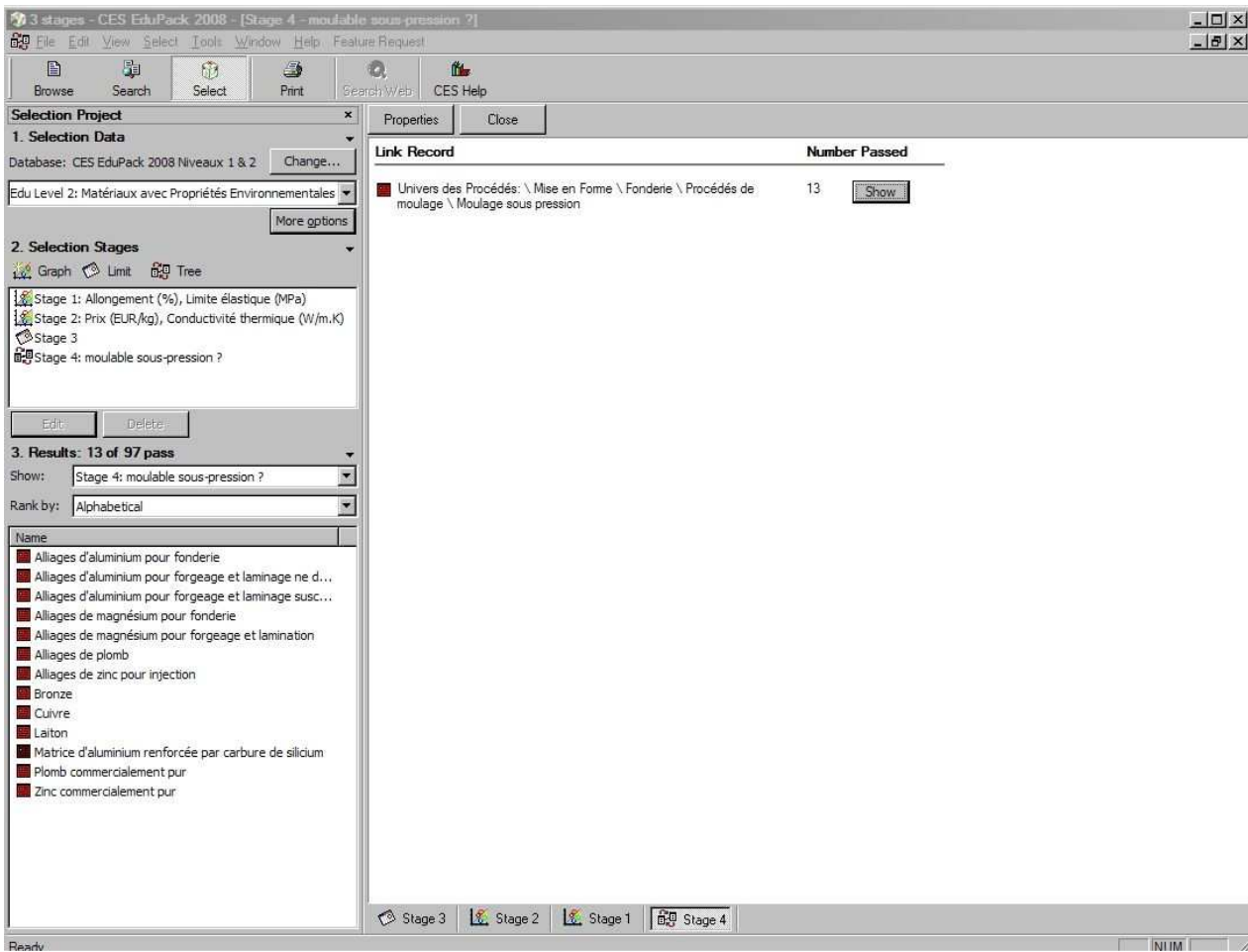
Résultats classés par indices de
coulabilité décroissants

4 Sauvegarder : le Projet comprend toutes les étapes créées, mais la recherche n'est pas finie...

5 Saisir la 4^{ème} étape (Stage 4) :

Tree

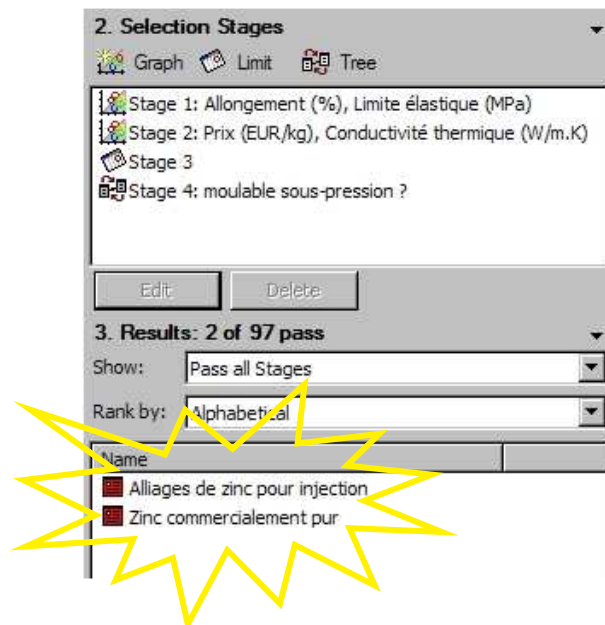
Dans Stage title, saisir le nom de l'étape de sélection : "moulable sous-pression ?"



6 Appliquer les 4 étapes à la banque de données :

Dérouler Show et choisir **Pass All Stages** :

il s'affiche les matériaux
qui "pass"
(réussissent)
TOUTES les étapes



3. Results: 2 of 97 pass

Show: Pass/Fail Table

Rank by: Alphabetical

Name	No	1	2	3	4
Acier à basse teneur en carbone	1	×	✓	×	×
Acier à haute teneur en carbone	2	✓	✓	×	×
Acier à teneur moyenne en carbone	2	✓	✓	×	×
Acier faiblement allié	2	✓	✓	×	×
Acier inoxydable	1	✓	×	×	×
Acrylonitrile butadiène styrène (ABS)	0	×	×	×	×
Alliages d'aluminium pour fonderie	3	×	✓	✓	✓
Alliages d'aluminium pour forgeage et lamin...	3	×	×	✓	✓
Alliages d'aluminium pour forgeage et lamin...	3	✓	×	✓	✓
Alliages de magnésium pour fonderie	1	×	×	×	✓
Alliages de magnésium pour forgeage et la...	2	✓	×	×	✓
Alliages de plomb	1	×	×	×	×
Alliages de titane	0	×	×	×	×
Alliages de tungstène	1	✓	×	×	×
Alliages de zinc pour injection	4	✓	✓	✓	✓
Alliages nickel-chrome	0	×	×	×	×
Alumine	0	×	×	×	×
Ardoise	0	×	×	×	×
Rétron	0	×	×	×	×

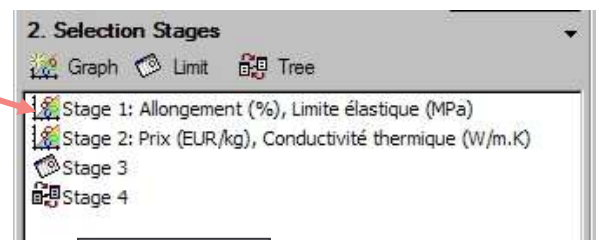
Dérouler Show et choisir **Pass / Fail Table** :

il s'affiche tous les matériaux de la base et leur réussite (Pass) ou échec (Fail) aux 4 étapes

On peut classer les matières en cliquant No, 1, 2, 3 ou 4

7 Appliquer les 4 étapes aux diagrammes :

Réafficher le diagramme du Stage 1 en double cliquant



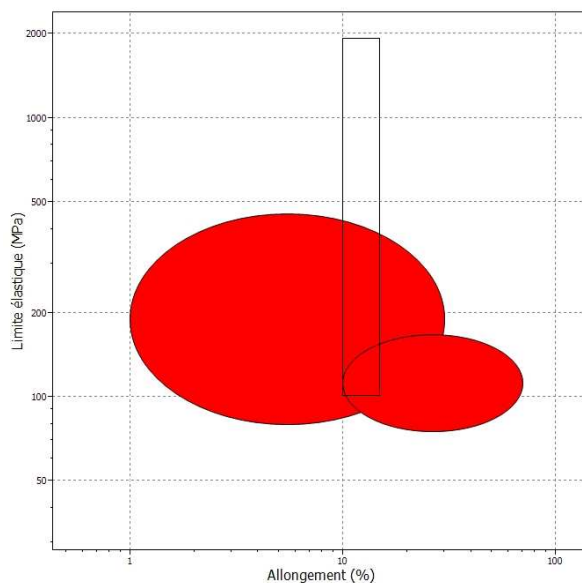
Afficher le Résultat de l'intersection

Nouvelle fonction sur la barre d'outils :

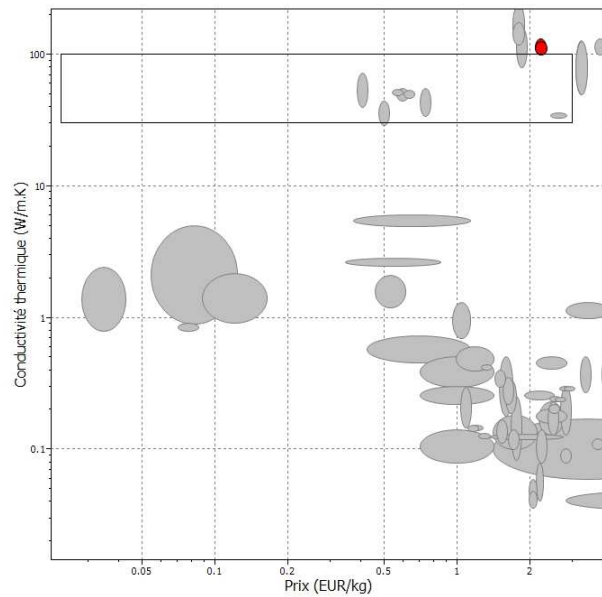
Cliquer cette fonction



il s'affiche les bulles ou barres des matériaux qui "pass" (réussissent) TOUTES les étapes



Faire de même sur le diagramme du Stage 2



8 Afficher simultanément toutes les étapes :

Window (du menu principal) \ Tile Vertically

Rétrécir la fenêtre de l'étape 4 pour allonger celle de la 3

The screenshot displays the CES EduPack 2008 software interface. The main window is titled "3 stages - CES EduPack 2008". The interface is divided into several panes:

- Left Pane (Selection Project):** Shows project selection data, including "Database: CES EduPack 2008 Niveaux 1 & 2", "Edu Level 2: Matériaux avec Propriétés Environnementales", and "2. Selection Stages" with a list of stages: "Stage 1: Allongement (%), Limite élastique (MPa)", "Stage 2: Prix (EUR/kg), Conductivité thermique (W/m.K)", "Stage 3", and "Stage 4: moulable sous pression?".
- Middle Pane (Stage 4 - moulable sous pression ?):** Shows properties for Stage 4, including "Link Record" (Univers des Procédés: \ Mise en Forme \ Fonderie \ Procédés de moulage \ Moulage sous pression), "Stage 3" properties, and "Durabilité" (Durability) with checkboxes for "Inflammable", "Auto-extinguible", "Non-inflammable", "Très mauvais", "Mauvais", "Moyen", "Bon", and "Très bon".
- Right Pane (Stage 2):** Shows a scatter plot of "Conductivité thermique (W/m.K)" versus "Prix (EUR/kg)". The y-axis ranges from 20 to 200, and the x-axis ranges from 0.5 to 5. A red bubble is visible at approximately (2.5, 100).
- Bottom Right Pane (Stage 1):** Shows a scatter plot of "Limite élastique (MPa)" versus "Allongement (%)". The y-axis ranges from 50 to 2000, and the x-axis ranges from 1 to 100. A red bubble is visible at approximately (15, 100).

9 Sauvegarder : le Projet comprend toutes les étapes créées.

5.8. Exemples de RECHERCHE DE PROCÉDES



Dérouler et choisir **Edu Level 2 : Procédés de Mise en Forme**

Exemple 1 : On recherche les procédés de mise en forme permettant de réaliser des pièces en métaux ferreux :

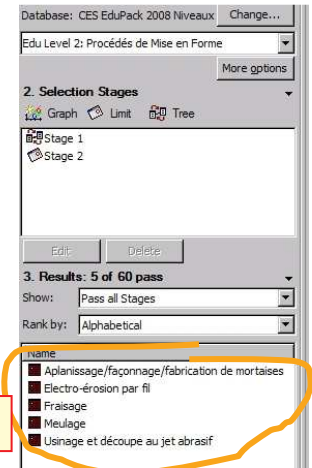
- prismatique non circulaire
- masse maxi : 10 kg
- précision maxi : 0,1 mm
- rugosité maxi : 12,5 μm
- processus discontinu
- série : 500 maxi

programmer une recherche Select en mode Tree :

Univers des matériaux \ Alliages Ferreux \ Insert OK

programmer une recherche Select en mode Limit :

remplir les items \ Apply



Résultats

Exemple 2 : Rechercher les procédés de mise en forme pour des métaux et des thermdurçissables garantissant une tolérance < 0,05mm

programmer une recherche Select en mode Graph :

Onglet X-Axis : cliquer Advanced...

Onglet Trees : dérouler pour avoir Univers des matériaux

cliquer Métaux et alliages \ Insert

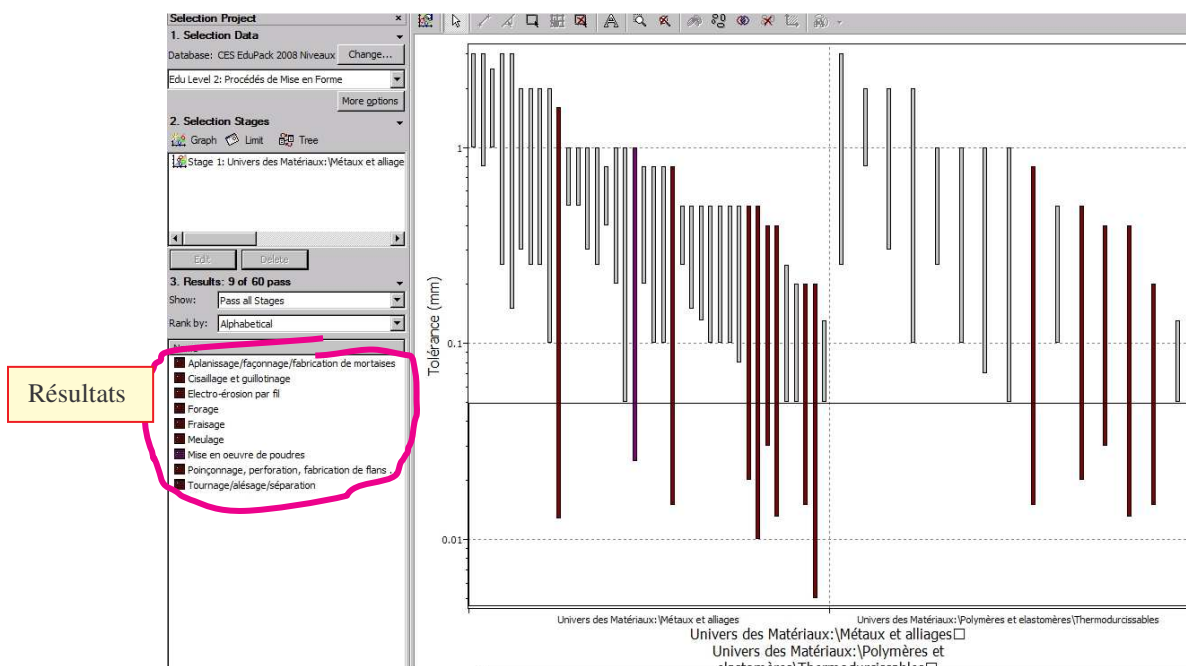
cliquer + de Polymères et élastomères \ cliquer Thermdurçissables \ Insert

OK

Onglet Y-Axis : Category : dérouler... et cliquer Attributs physiques

Attribute : dérouler ... et cliquer Tolérance

sur le diagramme, tracer une fenêtre de sélection (Box selection) d'ordonnée de 0 à < 0,05, couvrant toutes les abscisses



Résultats

6. Rechercher avec diagramme dont les CARACTERISTIQUES SONT CALCULEES

Chercher les 4 matériaux de meilleur indice de performance pour une pièce dont la FONCTION est du type "colonne" (donc sollicitée en compression), l' OBJECTIF est de minimiser le coût, les CONTRAINTES : longueur L et tenue à l'effort F sans flamber sont précisées (specified) , la section S est une variable libre.

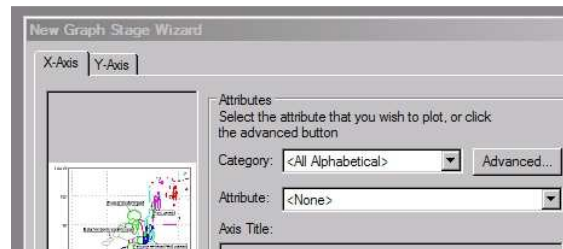
Le module d'Young E sera en ordonnée,

Le produit (C_m prix en €/kg x ρ masse volumique en kg/m³) en abscisse

$$M = E^{1/2} / C_m \rho \text{ est l'indice de performance pour une colonne économique}$$

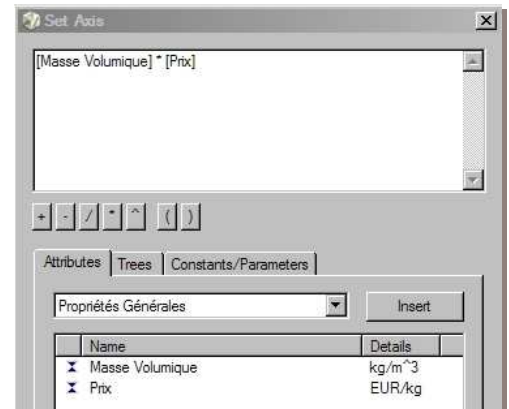
Graph

Onglet X-Axis , Cliquer Advanced...

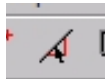


Dans Set Axis, onglet Attribute, choisir Propriétés Générales

cliquer Masse volumique \ Insert
taper * ou cliquer la touche
cliquer Prix \ Insert \ OK



Onglet Y-Axis \ Category : choisir Propriétés Mécaniques
Attribute : choisir Module de Young
OK

Cliquer  , entrer une pente de 2 \ OK

Cliquer n'importe où sur le diagramme :
la droite se trace, un curseur main apparaît

Cliquer au dessus de la droite de sélection

Déplacer la droite pour ne garder que
4 bulles au dessus

Dans Rank by, dérouler et
choisir Stage1 : Performance Index

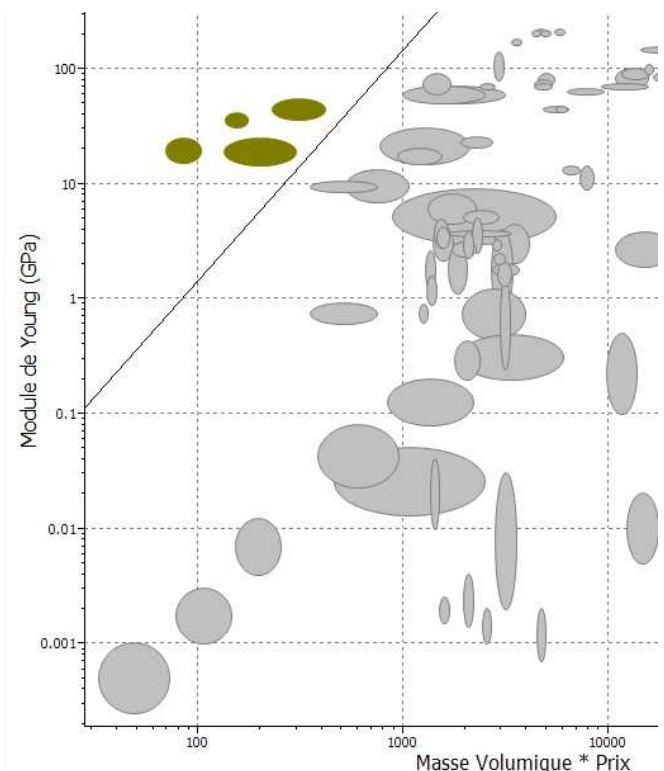
3. Results: 4 of 97 pass

Show: Pass all Stages

Rank by: Stage 1: Performance Index

Name	Stage 1: Index
Béton	0.052
Ciment	0.0387
Grès	0.0217
Pierre calcaire	0.0214

Le béton est 2 x plus performant que le grès et le calcaire



7. CREATION D'UN RAPPORT

Il est possible d'établir un rapport en y insérant des parties d'écran de CES EduPack :

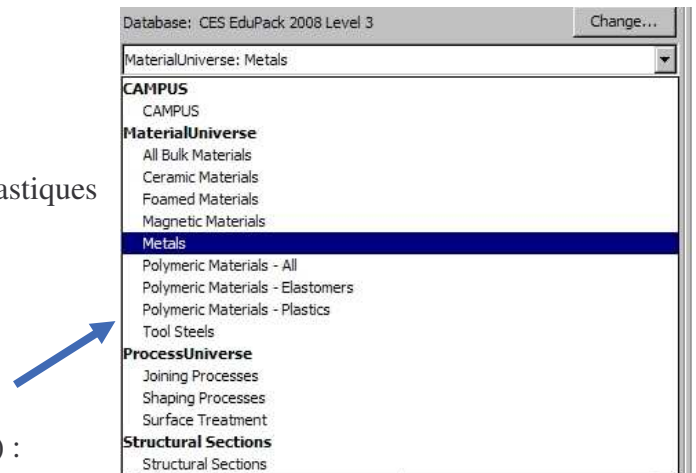
- ouvrir le document destinataire réalisé sous MICROSOFT ® OFFICE WORD par exemple
- dans CES EduPack, cliquer sur l'élément à copier : une fiche, un diagramme, la zone Result...
- dans le menu principal, cliquer **Edit \ Copy** ou Ctrl-C
- retourner dans le document destinataire, positionner le curseur à l'endroit voulu
- **Coller** ou Ctrl-V

8. AU NIVEAU 3

* Nous disposons d'autres bases de données :

- CAMPUS ® : base de données de 5879 matières plastiques classées par fabricant et appellation commerciale
- sections de profilés (Structural sections)
- morphologies de pièces (Shape)

* En mode Select, il est possible de réduire la recherche de matériau à **un type** au lieu de l'univers des matériaux (All Bulk materials) : ceci évite une étape Tree (arborescence)



* En mode Browse, la base "All Materials" comprend des fibres (Fibers & particulates) ainsi que des biomatériaux tels que l'os (Bone) en plus par rapport à la base "All Bulk Materials"

8.1. Désignation des **aciers**

La désignation numérique de l'AMERICAN IRON & STEEL INSTITUTE est utilisée :

AISI suivi de 3 ou 4 chiffres (ex : **1060** pour C60, **5130** pour 28Cr4, **301** pour X10CrNi18-8 ...)

Exemple : **Low Alloy Steel, AISI 4150 (Tempered @205C, oil quenched)**

Comment trouver la désignation AFNOR ?

1°) La fiche (datasheet) du matériau étant affichée, faire défiler Layout et choisir **All Attributes** en bas de la fiche se trouve la désignation en fonction des pays : pour l'exemple : **AFNOR NFA 35565(94) 48CrMo4 (France)**
Si la désignation n'existe pas, voir **Composition**

OU

2°) aller sur le site de l'O.T.U.A. et faire :

Equivalences de nuances \ Rechercher une équivalence \ Equivalence de nuances : taper la désignation numérique \ Rechercher

Remarque :

Un acier à l'état **normalized** (normalisé par recuit de normalisation) présente des résistances mécaniques supérieures mais moins de ductilité qu'à l'état **annealed** (recuit complet) car sa structure est plus fine.

8.2. Fonction Layout à partir de la fiche

Layout permet de faire apparaître ou non certaines informations en fonction du type de matériau :

- All Attributes : **affichage complet** :
pour les métaux, cliquer Graphs : la courbe de fatigue s'affiche dont on peut changer des valeurs en cliquant Parameters
- All Bulk Materials : informations communes à tous les matériaux
- Foam : avec les informations spécifiques pour les mousses
- Metal : avec les informations spécifiques pour les métaux
- Polymer : avec les informations spécifiques pour les polymères
- ...

8.3. Désignation des fontes d'usage général (general)

Idem 1°) du § 8.1. :

Exemple de fonte grise à graphite lamellaire (Gray (Flake Graphite)) :

BS grade 200 : un équivalent **AFNOR NFA 32101 FGL 200** Rm = 200MPa mini

Exemple de fonte ductile à graphite sphéroïdal (Nodular (Spheroidal, Ductile)) :

BS grade 350/22 : 5 équivalents dont **AFNOR NFA 32201 FGS 350-22** Rm = 350MPa mini et
A= 22 % mini

8.4. Lexique

			
Alloy Aluminium Bronze Annealed Ash As rolled Average Beech Birch Blackheart Boron Brass Bulk materials Bulk modulus Charpy notched impact strength	Alliage Cupro-aluminium A subit un recuit complet Frêne Laminé Moyen Hêtre Bouleau Cœur noir B Laiton Matériaux du commerce Module de compressibilité Résilience CHARPY avec éprouvette entaillée Carbure Acier au carbone Couler, coulé (pour métaux) Fonte Cèdre Ciment Polymère renforcé de fibres de carbone Cerisier Carton Plaquage Revêtement Revêtu Béton Cu Liège Selon le cas : matrice, moule, filière, poinçon Limite élastique à 0,2% de déformation pour les métaux à 0,1% pour les polymères, à 0,5% pour les composites, Résistance maxi (en traction) pour les céramiques Orme Taux d'allongement Taux d'allongement à la rupture Taux d'allongement à la limite élastique Moulage avec modèle gazéifiable Matériau chargé Sapin Terres cuites , céramiques vitrifiées Graphite lamellaire Charge d'un matériau chargé Résistance en flexion au seuil d'écoulement Résistance à la propagation des fissures, ténacité à la rupture Panneau de fibres Mousse Usage général Polymère renforcé de fibres de verre	Gray cast iron Grinding Hardness Hollow Impact strength, notch toughness Iron Joining Larch Lead Leather Limestone Low alloy steel Machining Mahagony Maple Marble Mechanical loss coefficient Milling Mold, mould Normalized Oak Palm Particleboard Plaster Plywood Powder Quenched Rare Earth Metals Redwood Screw fasten Sewing Shaping Shear modulus Shell casting Shot peening Silicon Slate Solid Spruce Stainless Staple Steel Stepped Teak Tempered Tensile strength Thermoset Tin Tool Steels Unalloyed Walnut Weak Welding Willow Whiteheart Wood Wrought	Fonte grise Rectification Duréte Evidé Résilience Fe Assemblage Mélèze Pb Cuir Calcaire Acier faiblement allié Usinage Acajou Erable Marbre Coefficient d'amortissement Fraisage Moule, mouler (matières plastiques, béton) A subit un recuit de normalisation Chêne Palmier Panneau de particules Plâtre Contreplaqué Poudre Trempe Terres rares Séquoia Vissage Couture Mise en forme Module de cisaillement Moulage en carapace Grenailage Si Ardoise Plein Epicéa Inoxydable Agrafe Acier Etagé Teck Revenu Résistance maxi (à la rupture)(= limite élastique pour les céramiques) Thermodurcissable Sn Aciers à outils Non allié Noyer Faible Soudage Saule A cœur blanc Bois Corroyé
Carbide Carbon Steel Cast Cast Iron Cedar Cement CFRP carbon fiber reinforced polymer Cherry Chipboard Clad Coat Coated Concrete Copper Cork Die Elastic limit ou Yield strength	Carbone Acier au carbone Couler, coulé (pour métaux) Fonte Cèdre Ciment Polymère renforcé de fibres de carbone Cerisier Carton Plaquage Revêtement Revêtu Béton Cu Liège Selon le cas : matrice, moule, filière, poinçon Limite élastique à 0,2% de déformation pour les métaux à 0,1% pour les polymères, à 0,5% pour les composites, Résistance maxi (en traction) pour les céramiques Orme Taux d'allongement Taux d'allongement à la rupture Taux d'allongement à la limite élastique Moulage avec modèle gazéifiable Matériau chargé Sapin Terres cuites , céramiques vitrifiées Graphite lamellaire Charge d'un matériau chargé Résistance en flexion au seuil d'écoulement Résistance à la propagation des fissures, ténacité à la rupture Panneau de fibres Mousse Usage général Polymère renforcé de fibres de verre	Gray cast iron Grinding Hardness Hollow Impact strength, notch toughness Iron Joining Larch Lead Leather Limestone Low alloy steel Machining Mahagony Maple Marble Mechanical loss coefficient Milling Mold, mould Normalized Oak Palm Particleboard Plaster Plywood Powder Quenched Rare Earth Metals Redwood Screw fasten Sewing Shaping Shear modulus Shell casting Shot peening Silicon Slate Solid Spruce Stainless Staple Steel Stepped Teak Tempered Tensile strength Thermoset Tin Tool Steels Unalloyed Walnut Weak Welding Willow Whiteheart Wood Wrought	Fonte grise Rectification Duréte Evidé Résilience Fe Assemblage Mélèze Pb Cuir Calcaire Acier faiblement allié Usinage Acajou Erable Marbre Coefficient d'amortissement Fraisage Moule, mouler (matières plastiques, béton) A subit un recuit de normalisation Chêne Palmier Panneau de particules Plâtre Contreplaqué Poudre Trempe Terres rares Séquoia Vissage Couture Mise en forme Module de cisaillement Moulage en carapace Grenailage Si Ardoise Plein Epicéa Inoxydable Agrafe Acier Etagé Teck Revenu Résistance maxi (à la rupture)(= limite élastique pour les céramiques) Thermodurcissable Sn Aciers à outils Non allié Noyer Faible Soudage Saule A cœur blanc Bois Corroyé
Aluminium Bronze Annealed Ash As rolled Average Beech Birch Blackheart Boron Brass Bulk materials Bulk modulus Charpy notched impact strength	Alliage Cupro-aluminium A subit un recuit complet Frêne Laminé Moyen Hêtre Bouleau Cœur noir B Laiton Matériaux du commerce Module de compressibilité Résilience CHARPY avec éprouvette entaillée Carbure Acier au carbone Couler, coulé (pour métaux) Fonte Cèdre Ciment Polymère renforcé de fibres de carbone Cerisier Carton Plaquage Revêtement Revêtu Béton Cu Liège Selon le cas : matrice, moule, filière, poinçon Limite élastique à 0,2% de déformation pour les métaux à 0,1% pour les polymères, à 0,5% pour les composites, Résistance maxi (en traction) pour les céramiques Orme Taux d'allongement Taux d'allongement à la rupture Taux d'allongement à la limite élastique Moulage avec modèle gazéifiable Matériau chargé Sapin Terres cuites , céramiques vitrifiées Graphite lamellaire Charge d'un matériau chargé Résistance en flexion au seuil d'écoulement Résistance à la propagation des fissures, ténacité à la rupture Panneau de fibres Mousse Usage général Polymère renforcé de fibres de verre	Gray cast iron Grinding Hardness Hollow Impact strength, notch toughness Iron Joining Larch Lead Leather Limestone Low alloy steel Machining Mahagony Maple Marble Mechanical loss coefficient Milling Mold, mould Normalized Oak Palm Particleboard Plaster Plywood Powder Quenched Rare Earth Metals Redwood Screw fasten Sewing Shaping Shear modulus Shell casting Shot peening Silicon Slate Solid Spruce Stainless Staple Steel Stepped Teak Tempered Tensile strength Thermoset Tin Tool Steels Unalloyed Walnut Weak Welding Willow Whiteheart Wood Wrought	Fonte grise Rectification Duréte Evidé Résilience Fe Assemblage Mélèze Pb Cuir Calcaire Acier faiblement allié Usinage Acajou Erable Marbre Coefficient d'amortissement Fraisage Moule, mouler (matières plastiques, béton) A subit un recuit de normalisation Chêne Palmier Panneau de particules Plâtre Contreplaqué Poudre Trempe Terres rares Séquoia Vissage Couture Mise en forme Module de cisaillement Moulage en carapace Grenailage Si Ardoise Plein Epicéa Inoxydable Agrafe Acier Etagé Teck Revenu Résistance maxi (à la rupture)(= limite élastique pour les céramiques) Thermodurcissable Sn Aciers à outils Non allié Noyer Faible Soudage Saule A cœur blanc Bois Corroyé
Alloy Aluminium Bronze Annealed Ash As rolled Average Beech Birch Blackheart Boron Brass Bulk materials Bulk modulus Charpy notched impact strength	Alliage Cupro-aluminium A subit un recuit complet Frêne Laminé Moyen Hêtre Bouleau Cœur noir B Laiton Matériaux du commerce Module de compressibilité Résilience CHARPY avec éprouvette entaillée Carbure Acier au carbone Couler, coulé (pour métaux) Fonte Cèdre Ciment Polymère renforcé de fibres de carbone Cerisier Carton Plaquage Revêtement Revêtu Béton Cu Liège Selon le cas : matrice, moule, filière, poinçon Limite élastique à 0,2% de déformation pour les métaux à 0,1% pour les polymères, à 0,5% pour les composites, Résistance maxi (en traction) pour les céramiques Orme Taux d'allongement Taux d'allongement à la rupture Taux d'allongement à la limite élastique Moulage avec modèle gazéifiable Matériau chargé Sapin Terres cuites , céramiques vitrifiées Graphite lamellaire Charge d'un matériau chargé Résistance en flexion au seuil d'écoulement Résistance à la propagation des fissures, ténacité à la rupture Panneau de fibres Mousse Usage général Polymère renforcé de fibres de verre	Gray cast iron Grinding Hardness Hollow Impact strength, notch toughness Iron Joining Larch Lead Leather Limestone Low alloy steel Machining Mahagony Maple Marble Mechanical loss coefficient Milling Mold, mould Normalized Oak Palm Particleboard Plaster Plywood Powder Quenched Rare Earth Metals Redwood Screw fasten Sewing Shaping Shear modulus Shell casting Shot peening Silicon Slate Solid Spruce Stainless Staple Steel Stepped Teak Tempered Tensile strength Thermoset Tin Tool Steels Unalloyed Walnut Weak Welding Willow Whiteheart Wood Wrought	Fonte grise Rectification Duréte Evidé Résilience Fe Assemblage Mélèze Pb Cuir Calcaire Acier faiblement allié Usinage Acajou Erable Marbre Coefficient d'amortissement Fraisage Moule, mouler (matières plastiques, béton) A subit un recuit de normalisation Chêne Palmier Panneau de particules Plâtre Contreplaqué Poudre Trempe Terres rares Séquoia Vissage Couture Mise en forme Module de cisaillement Moulage en carapace Grenailage Si Ardoise Plein Epicéa Inoxydable Agrafe Acier Etagé Teck Revenu Résistance maxi (à la rupture)(= limite élastique pour les céramiques) Thermodurcissable Sn Aciers à outils Non allié Noyer Faible Soudage Saule A cœur blanc Bois Corroyé
Alloy Aluminium Bronze Annealed Ash As rolled Average Beech Birch Blackheart Boron Brass Bulk materials Bulk modulus Charpy notched impact strength	Alliage Cupro-aluminium A subit un recuit complet Frêne Laminé Moyen Hêtre Bouleau Cœur noir B Laiton Matériaux du commerce Module de compressibilité Résilience CHARPY avec éprouvette entaillée Carbure Acier au carbone Couler, coulé (pour métaux) Fonte Cèdre Ciment Polymère renforcé de fibres de carbone Cerisier Carton Plaquage Revêtement Revêtu Béton Cu Liège Selon le cas : matrice, moule, filière, poinçon Limite élastique à 0,2% de déformation pour les métaux à 0,1% pour les polymères, à 0,5% pour les composites, Résistance maxi (en traction) pour les céramiques Orme Taux d'allongement Taux d'allongement à la rupture Taux d'allongement à la limite élastique Moulage avec modèle gazéifiable Matériau chargé Sapin Terres cuites , céramiques vitrifiées Graphite lamellaire Charge d'un matériau chargé Résistance en flexion au seuil d'écoulement Résistance à la propagation des fissures, ténacité à la rupture Panneau de fibres Mousse Usage général Polymère renforcé de fibres de verre	Gray cast iron Grinding Hardness Hollow Impact strength, notch toughness Iron Joining Larch Lead Leather Limestone Low alloy steel Machining Mahagony Maple Marble Mechanical loss coefficient Milling Mold, mould Normalized Oak Palm Particleboard Plaster Plywood Powder Quenched Rare Earth Metals Redwood Screw fasten Sewing Shaping Shear modulus Shell casting Shot peening Silicon Slate Solid Spruce Stainless Staple Steel Stepped Teak Tempered Tensile strength Thermoset Tin Tool Steels Unalloyed Walnut Weak Welding Willow Whiteheart Wood Wrought	Fonte grise Rectification Duréte Evidé Résilience Fe Assemblage Mélèze Pb Cuir Calcaire Acier faiblement allié Usinage Acajou Erable Marbre Coefficient d'amortissement Fraisage Moule, mouler (matières plastiques, béton) A subit un recuit de normalisation Chêne Palmier Panneau de particules Plâtre Contreplaqué Poudre Trempe Terres rares Séquoia Vissage Couture Mise en forme Module de cisaillement Moulage en carapace Grenailage Si Ardoise Plein Epicéa Inoxydable Agrafe Acier Etagé Teck Revenu Résistance maxi (à la rupture)(= limite élastique pour les céramiques) Thermodurcissable Sn Aciers à outils Non allié Noyer Faible Soudage Saule A cœur blanc Bois Corroyé