

Assemblages paramétriques

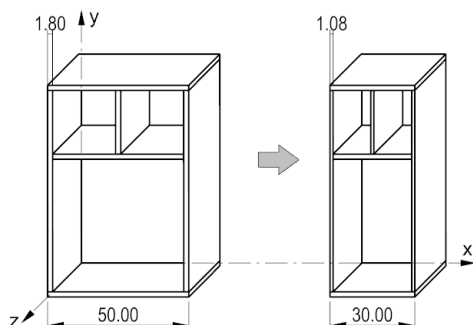
Cette lettre d'information décrit un système simple qui permet de fixer dynamiquement les dimensions et positions des composants (panneaux ou autres) d'un assemblage quelconque (ForthCAD version 68.17).

Redimensionner intelligemment un assemblage permet d'en extraire la liste des composants, des plans de montages exacts, ou bien un coût de fabrication calculé pour toutes les variantes dimensionnelles possibles de l'assemblage de base.

Problème de base

Sans précaution particulière, modifier les dimensions d'un objet graphique quelconque déforme tous ses composants.

Dans l'exemple suivant, si on réduit à 30 cm une étagère dont la largeur initiale est 50 cm, l'épaisseur de 1.8 cm des panneaux verticaux devient $1.8 * 30 / 50 = 1.08$ cm.



Si par contre on cherche à fixer l'épaisseur des joues, l'étagère à présent trop large empiètera dans les joues.

Après transformation, il apparaît ainsi que les dimensions et positions internes des composants d'un objet redimensionné ne sont plus correctes.

Un peu de math...

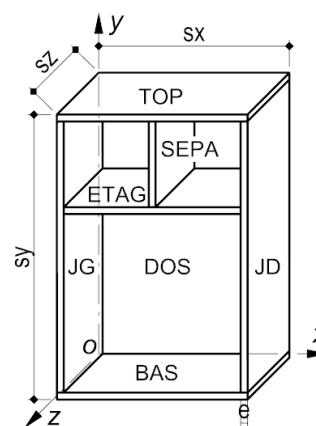
Une solution simple consiste à définir des contraintes sous la forme d'expressions arithmétiques (des formules), associées à chaque composant, en relation avec les dimensions hors-tout de l'assemblage complet.

Lors d'un changement de dimensions, les cotes d'assemblages sont recalculées et les composants sont redimensionnés et repositionnés.

Nommer les composants

Pour faciliter l'écriture des formules, on nomme chaque composant à l'aide d'une référence unique.

Sur la figure suivante, "JG" est le panneau qui correspond à la joue gauche, "DOS" est le fond à l'arrière de l'étagère, etc.



Ces références de composants seront les préfixes de variables qui pourront être utilisées dans des expressions arithmétiques simples.

Par exemple, la position de la séparation médiane "SEPA" peut être calculée comme suit:

$$position = (sx - SEPA.sx) / 2$$

Où "sx" est la largeur hors-tout de l'assemblage et "SEPA.sx" est la largeur de la séparation verticale. ("sx" est la "taille en x", en anglais "size x")

Variables et formules de bases

Soient **sx**, **sy**, **sz** les dimensions hors tout de l'assemblage complet dans le système d'axes (o,x,y,z) de la figure (Largeur, Hauteur et Profondeur), et "e" la variable qui correspond à l'épaisseur des panneaux utilisés, tous identiques dans cet exemple.

On peut, par exemple, exprimer les dimensions **L**, **H**, **P** de la joue gauche "JG" en fonction des dimensions hors-tout **sx**, **sy**, **sz** de l'assemblage complet et de l'épaisseur "e" du panneau utilisé, comme suit:

$$\begin{aligned} L &= e \\ H &= sy - 2 * e \\ P &= sz \end{aligned}$$

On peut aussi exprimer la position de la joue gauche comme suit:

$$\begin{aligned} x &= 0 \\ y &= e \\ z &= 0 \end{aligned}$$

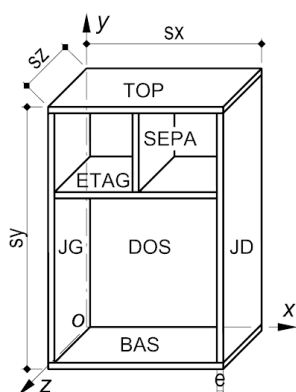
Ici, les positions sont exprimées dans le contexte du volume d'encombrement de l'objet : L'axe "x" est la largeur, l'axe "y" est la hauteur et l'axe "z" est la profondeur du volume hors-tout.

L'origine "o" est le coin inférieur-gauche-arrière du volume hors-tout.

Ces positions relatives à l'objet sont appelées "coordonnées relatives". Le système d'axes qui permet de repérer ces coordonnées accompagne l'objet dans ses pérégrinations géométriques.

Dans l'exemple, la formule " $y = e$ " exprime que la coordonnée relative "y" de la joue "JG" est égale à "e" (L'épaisseur du panneau).

On impose donc ici que la joue "JG" soit posée sur le panneau "BAS" de l'étagère.



Variable de référence à un composant

Pour la joue droite "JD", les contraintes de dimensions sont identiques :

$$\begin{aligned} L &= e \\ H &= sy - 2*e \\ P &= sz \end{aligned}$$

Les contraintes de positions sont similaires, et peuvent s'exprimer comme suit :

$$\begin{aligned} x &= sx - e \\ y &= e \\ z &= 0 \end{aligned}$$

Dans de tels assemblages, plusieurs composants ont souvent des positions ou des dimensions identiques.

Dans ce cas, il est peut être plus simple de référencer la variable correspondante d'un des composants déjà défini. Ainsi, pour la joue droite "JD", on peut écrire:

$$\begin{aligned} L &= JG.sx \\ H &= JG.sy \\ P &= JG.sz \end{aligned}$$

et pour les positions :

$$\begin{aligned} x &= sx - self.sx \\ y &= JG.y \\ z &= JG.z \end{aligned}$$

Où "JG.y" est la position "y" de la joue à gauche "JG".

Ces variables préfixées à l'aide de la référence d'un composant sont automatiquement définies dans tout assemblage dont les composants sont nommés avec une référence unique.

Un composant peut se référencer lui-même via le préfixe de variable "self". Ainsi par exemple, "self.sx" est la largeur du composant en cours.

Variable d'épaisseur de panneau "e"

La variable "e", utilisée dans l'exemple, est réservée à la représentation de l'épaisseur du panneau choisi pour le composant en cours de définition.

Variables globales

Lors de la réalisation d'une bibliothèque d'objets, il est utile de fixer certaines dimensions qui seront utilisées comme standards de fabrication.

Pour ces dimensions, l'utilisation de variables est préférable à l'utilisation de nombres explicites.

Ces variables sont dites "globales" et sont enregistrées dans un fichier à part ou dans la base de données.

Exemple de variables globales

```
rdos = 50 --> retrait du dos des meubles en [mm]
ais = 1 --> aisance placement étagère
marge = 5 --> marge autour des portes et tiroirs
rainure = 5 --> profondeur de rainure
```

Variables de projets

Lorsque, d'exception, un projet requiert de modifier certaines valeurs globales, on utilise plutôt des "variables de projets".

Les **variables de projets** sont enregistrées avec le projet et peuvent redéfinir des variables globales.

Exemple de variables de projets

```
rdos = 100 --> redéfinir 10 cm de retrait du dos
nouv = 300 --> nouvelle variable pour ce projet
```

Dans cet exemple, la variable "rdos" est redéfinie pour le projet en cours, sans modifier sa valeur par défaut, globale, qui reste ainsi valable dans les autres projets.

Variables d'objets

De plus, s'il est nécessaire de déroger à la définition d'une variable pour un objet particulier, on peut redéfinir cette variable au sein de l'objet.

Les **variables d'objets** sont enregistrées avec les objets. Elle peuvent redéfinir des variables de projets ou globales.

Priorité des variables synonymes

A partir des considérations précédentes, on voit que les variables d'objets seront prioritaires sur les variables de projets de même nom, ces dernières étant prioritaires sur les variables globales de même nom.

Il est à noter que les objets qui n'utilisent pas de variable de projet ni de variable globale ni d'épaisseur de panneau "e", sont indépendants de tout contexte.

Utilisation dans ForthCAD



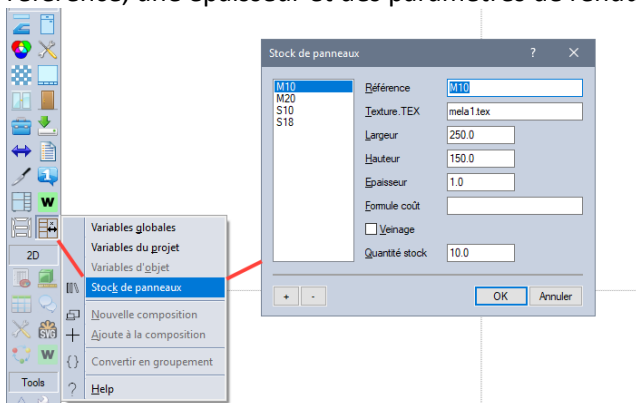
Les outils de groupements paramétriques proposés dans ForthCAD permettent de définir et calculer les dimensions et coûts d'assemblages.

En option, ces outils peuvent être complétés d'une solution qui permet d'obtenir des listes de débitages et des schémas d'optimisation de la découpe des panneaux.

Définir les panneaux

En préliminaire on définit des panneaux qui seront utilisés pour les assemblages.

Chaque panneau se voit attribuer au moins une référence, une épaisseur et des paramètres de rendus.



L'aspect des panneaux est mieux défini à l'aide d'un fichier ".TEX" de définition de texture, qui rassemble tous les paramètres de rendus.

Pour obtenir les dimensions correctes de panneaux veinés, la règle est d'utiliser des images de textures toujours présentées avec un veinage horizontal.

Ces fichiers ".TEX" sont créés en enregistrant les paramètres de la boîte de dialogue de colorisation.

Créer un assemblage

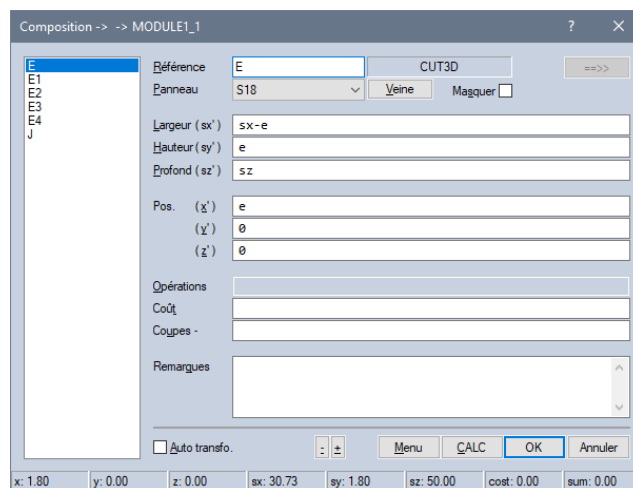
Débuter un assemblage s'effectue en 3 étapes:

1. Créer un ou plusieurs composants à l'aide des primitives graphiques habituelles du programme.
2. Sélectionner les composants de l'assemblage et cliquer le bouton "Groupement Paramétrique" à gauche dans la barre d'outils. Dans le menu, choisir "Nouvelle composition".
3. **Cliquer l'équerre** (Ou bien presser "**G**", "**G**") pour modifier l'objet sélectionné.

La boîte de dialogue affiche alors une liste dans laquelle chaque composant est nommé.

Il est préférable de nommer les composants avec des références courtes, sans espaces, et débutant par une lettre.


Pour chaque composant, on définit ensuite les formules de dimensions et de positions décrites précédemment.



Le bouton **CALC** permet de calculer et visualiser l'assemblage sélectionné.

Accès aux variables

En cours de définitions des formules, on peut accéder aux variables via le bouton [Menu] (ou presser **Alt+M**) de la boîte de dialogue et choisir soit "Variables globales", "Variables du projet" ou "Variables d'objet".

Ces variables sont aussi accessibles dans le menu du bouton  de la barre d'outils verticale de gauche.

Substitution des panneaux

Il est possible de remplacer tous les panneaux d'un assemblage sans avoir à modifier chaque composant.

On utilise pour cela des pseudo variables, dont le nom est la référence du panneau à remplacer, et la valeur

est la référence, *placée entre apostrophes*, du nouveau panneau à utiliser.

Par exemple, pour remplacer des panneaux de référence "S18" par des panneaux de référence "M20" dans tout l'objet, on définira la pseudo variable suivante:

```
S18='M20' -- pseudo variable de substitution
```

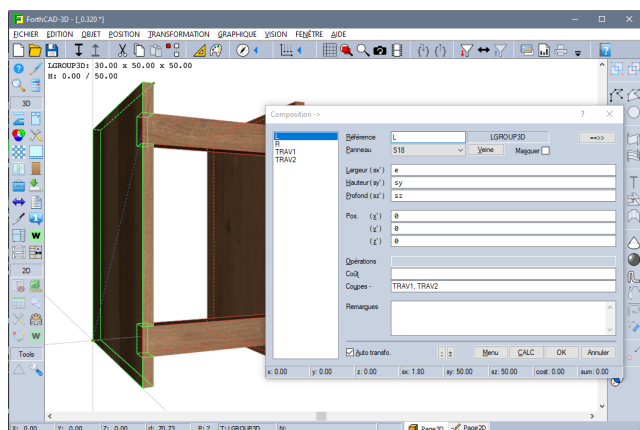
Les dimensions et positions des composants seront automatiquement adaptées à l'aspect et l'épaisseur des nouveaux panneaux.

Apparence et veinage

La rotation de 90° du sens des veines est réalisée en cliquant le bouton "**Veine**".

Coupe par soustraction

Il est possible de découper des composants créés via le menu "*Graphique / Primitives spéciales / Sculpture*" (Touche de raccourci "**Q**"), entre eux.



La liste des composants à soustraire est indiquée dans le champ "*Coupe -*" de la boîte de dialogue.

Lorsque des coupes complexes sont nécessaires, il est possible de grouper les objets à soustraire, ou de les placer dans un assemblage à part (Voir le § "*Modules d'assemblages*", ci-après).

Si des composants ne sont utilisés que comme outils de coupes, ils peuvent être masqués en cochant le poste "**Masquer [x]**".

Composants optionnels

On peut également utiliser le masquage pour cacher des composants optionnels. Ces composants restent toutefois visibles lorsque la boîte de dialogue de composition est ouverte.

Les composants masqués et les composants dont la liste de soustraction est réduite au caractère "-" (moins) ne

participent pas au calcul du volume d'encombrement d'un assemblage.

Modules d'assemblages

Créer des modules d'assemblages prédéfinis permet de simplifier la définition d'assemblages plus élaborés, basés sur ces modules.

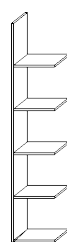
Substitution de modules

Si les modules sont préalablement stockés en bibliothèque, il est possible d'actualiser un assemblage avec des modules modifiés.

Pour que la substitution soit possible, il est nécessaire de conserver la référence du module, complétée d'un suffixe "**_N**", où N est un nombre entier positif de discrimination des modules identiques.

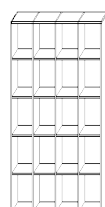
Exemple

Un module est créé puis stocké en bibliothèque sous la référence "**MODULE**".



Dans la figure du dessous, le module est récupéré depuis la bibliothèque, puis dupliqué pour avoir 4 exemplaires.

Deux panneaux au-dessus et à droite ont été ajoutés.



Après avoir positionné ces panneaux, on les sélectionne et on active l'option "*Nouvelle composition*".

Parce que les références des modules doivent être différentes, on les modifie en ajoutant le caractère "**_**" (underscore) suivi d'un numéro distinct pour chaque module. ("**MODULE_1**", "**MODULE_2**", ...).

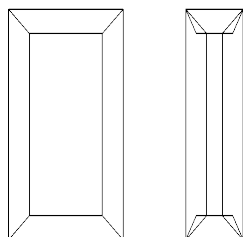
Ultérieurement, l'option du menu "*Actualiser les assemblages sélectionnés*", permettra de remplacer ces modules par leurs versions modifiées.

Modifier un module imbriqué

Dans la boîte de dialogue, si un module est sélectionné, le bouton **[=>>]** permet d'ouvrir une nouvelle occurrence de cette boîte de dialogue, donnant ainsi accès à la modification de ce module imbriqué dans l'assemblage.

Planches à onglets à 45°

Avec des onglets, modifier les dimensions d'un encadrement entraîne le problème illustré dans la figure suivante.



Il serait possible, mais fastidieux, de pallier à ce problème en utilisant des coupes.

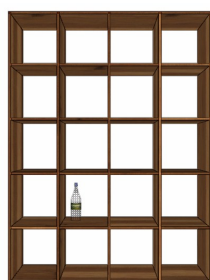
Pour cette raison, un outil de création de planches à onglets est proposé.



Voir "Plank with 45 degrees cuts".

Éléments décoratifs

Des éléments décoratifs peuvent être ajoutés dans un assemblage.



Pour éviter qu'un élément décoratif ne participe au calcul du volume d'encombrement du montage, on place un unique caractère "-" (moins) dans la liste des coupes de l'élément.

Pour conserver les dimensions originelles de l'objet, il suffit de ne rien renseigner dans les champs L,H et P.

Formules conditionnelles

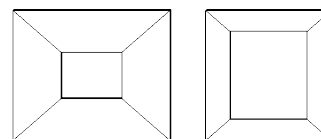
Si les dimensions ou positions de certains composants sont calculées différemment selon la taille de l'assemblage, on peut utiliser des formules conditionnelles basées sur les clauses "and" et "or" issues du langage de programmation Lua.

Exemple

Dans un encadrement formé de planches, si la largeur des planches ne peut être que 200 ou 100, la formule suivante pourrait être utilisée:

Largeur = $sx < 300$ and 100 or 200

Cette formule signifie que "si la largeur de l'assemblage est inférieure à 300, utiliser des planches de 100, sinon utiliser des planches de 200".



Calcul du coût d'un assemblage

La variable "self.area" est la surface du panneau en cours de définition.

Pour simplifier, la variable "self.pcost" donne le résultat du calcul de la formule de coût écrite directement dans le champ "Formule coût" de la boîte de dialogue de définition du stock des panneaux.

Exemple

On définit une variable globale "kcost", qui correspond au coefficient de coût par unité de surface du panneau.

kcost=0.01

Dans la définition du panneau en stock, on écrit la formule de coût suivante:

*Formule coût : self.area * kcost*

Dans le champs coût de la boîte de dialogue de composition de l'assemblage, on écrit la formule suivante :

Coût : self.pcost + 33

Le coût final de ce panneau sera le résultat du calcul suivant :

*résultat = (self.area * kcost) + 33*

Conclusion

Le système proposé ici permet de régler un grand nombre de structure utilisées en pratique (Dressing).

Pour le contrôle absolu d'une fabrication complexe, personnaliser sa solution directement en langage Lua dans ForthCAD est une alternative à envisager.