

FREDOSCALE - Plugin pour Sketchup

Transformations par Boîte et Libres

VERSION 2.5 – 01 SEP 2013

Traduction Française par *Jean-Franco* et *Christophe Plassais*

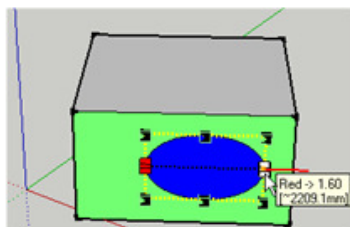
1. Présentation

FredoScale applique des transformations géométriques à une sélection.

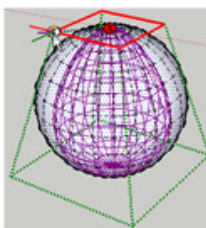
- Le plus souvent la sélection est entourée d'une boîte de sélection orientable. Le déplacement des poignées, ou des palettes de la boîte détermine les paramètres de la déformation (**'Mode boîte'**).
- Il est aussi possible de définir une déformation en spécifiant une origine et un point cible. C'est le **'Mode cible'**.
- Enfin, certaines déformations supportent un troisième mode sans boîte, basé sur l'outil rapporteur. C'est le **'Mode libre'**.

FredoScale permet les transformations selon les modes suivants:

- **Mise à l'échelle** (boîte, libre)
- **Effilement** (boîte, libre)
- **Cisaillement planaire** (boîte, cible, libre)
- **Etirement** (boîte, cible)
- **Torsion** (boîte)
- **Courbure radiale** (libre)
- **Rotation** (boîte, libre)



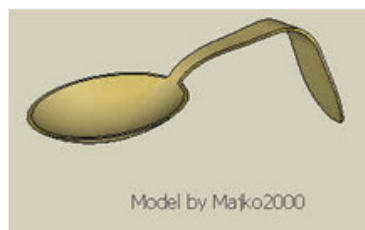
SCALE



TAPER



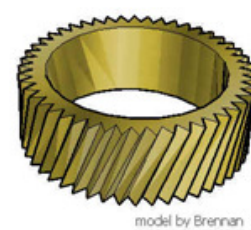
PLANAR SHEAR



RADIAL BEND



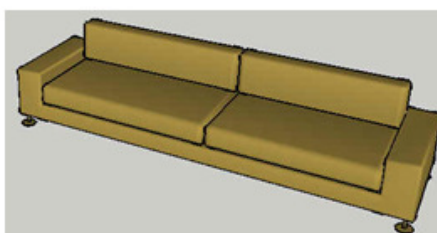
RADIAL BEND



TWIST



STRETCH (before)



STRETCH (after)

2. Installation

Le plugin FredoScale fonctionne avec **Sketchup versions 5¹, 6 and 7** (Free and Pro).

IMPORTANT: Il faut installer aussi la librairie **LibFredo6, v.5.2 ou postérieure**.




Depuis SU8 M2 and SU 2013, il y a plusieurs façons d'installer un plugin.

- **SCF Plugin Store, méthode conseillée.**
- SU Extension Manager pour installer un fichier .rbz
- Dezippage d'un fichier .zip dans le répertoire des Plugins Sketchup






Toutes ces installations donneront cependant la configuration suivante:

- **Un fichier Script *Fredo6_FredoScale.rb***
- **Un sous-répertoire *Fredo6_FredoScale***. Ce sous-répertoire contient les fichiers scripts, les icones, curseurs et autres images, ainsi que les fichiers de langage (ne jamais modifier, renommer ou déplacer ces fichiers)






Windows, SketchUp 8.0

Name	Type
 C:\program files\Google\Google SketchUp 8\Plugins\	Plugins Root Folder
 Fredo6_FredoScale	Folder
 Fredo6_FredoScale.rb	Ruby file
 Fredo6_!LibFredo6	Folder
 Fredo6_!LibFredo6.rb	Ruby file






Windows, SketchUp 2013

Name	Type
 C:\program files\SketchUp\SketchUp 2013\Plugins\	Plugins Root Folder
 Fredo6_FredoScale	Folder
 Fredo6_FredoScale.rb	Ruby file
 Fredo6_!LibFredo6	Folder
 Fredo6_!LibFredo6.rb	Ruby file

Mac, SketchUp 8.0

Name	Type
 Macintosh HD/Library/Application Support/Google SketchUp 8/SketchUp/Plugins	Folder
 Fredo6_FredoScale	Folder
 Fredo6_FredoScale.rb	Ruby file
 Fredo6_!LibFredo6	Folder
 Fredo6_!LibFredo6.rb	Ruby file

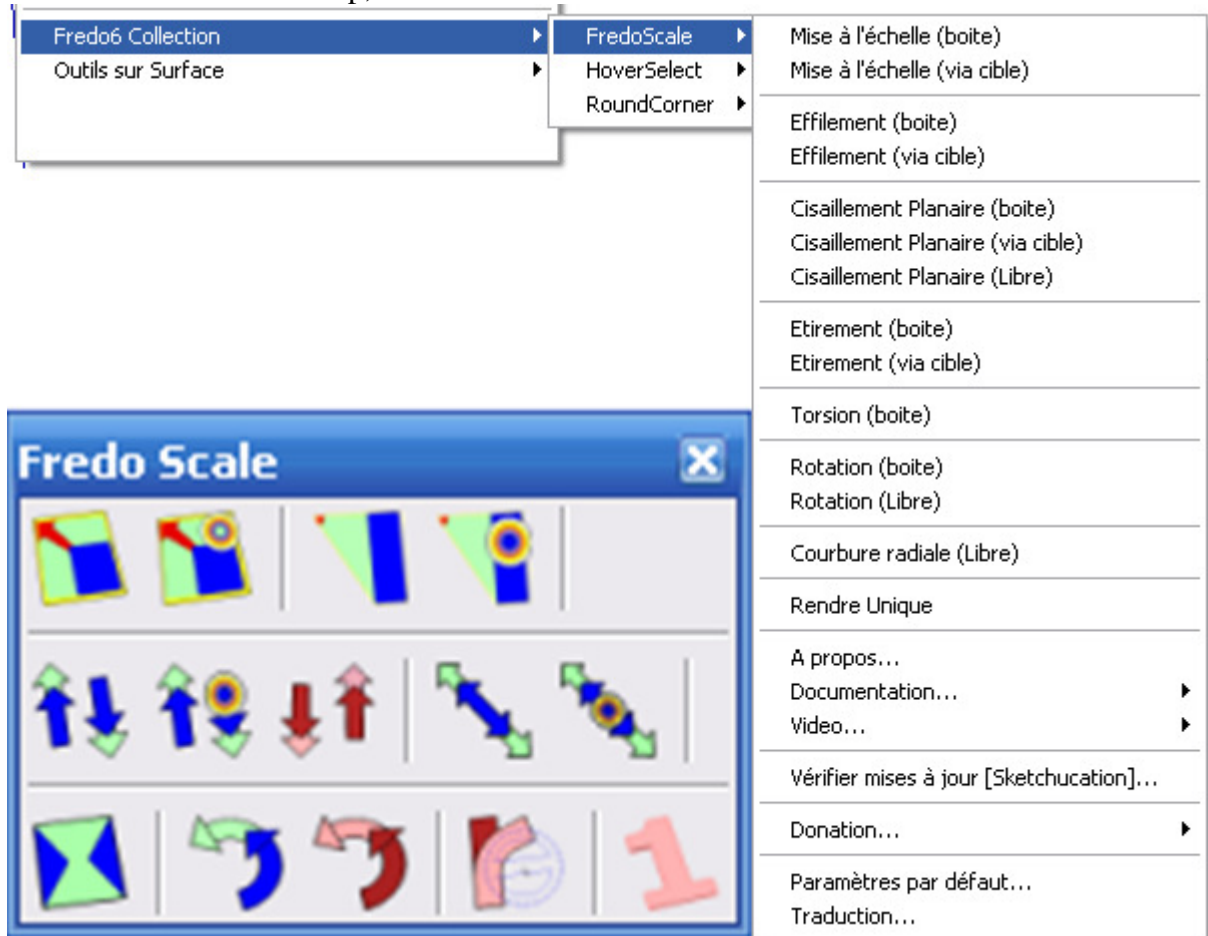
Mac, SketchUp 2013

Name	Type
 ~/Library/Application Support/ SketchUp 2013/SketchUp/Plugins	Folder
 Fredo6_FredoScale	Folder
 Fredo6_FredoScale.rb	Ruby file
 Fredo6_!LibFredo6	Folder
 Fredo6_!LibFredo6.rb	Ruby file

¹ L'indice de révision de la Version 5 doit être 5.160 ou supérieur

3. Menus, Barre d'outils et Configuration

Les icônes apparaissent dans la barre d'outils, dénommée "*FredoScale*"². Par défaut, les icônes ne sont pas toutes visibles, mais vous pouvez configurer la barre d'outils en ajoutant ou supprimant celles qui vous sont utiles ou pas. L'accès au plugin se fait via le menu "*Outils*" de Sketchup, dans le sous-menu "*Fredo6 Collection*":



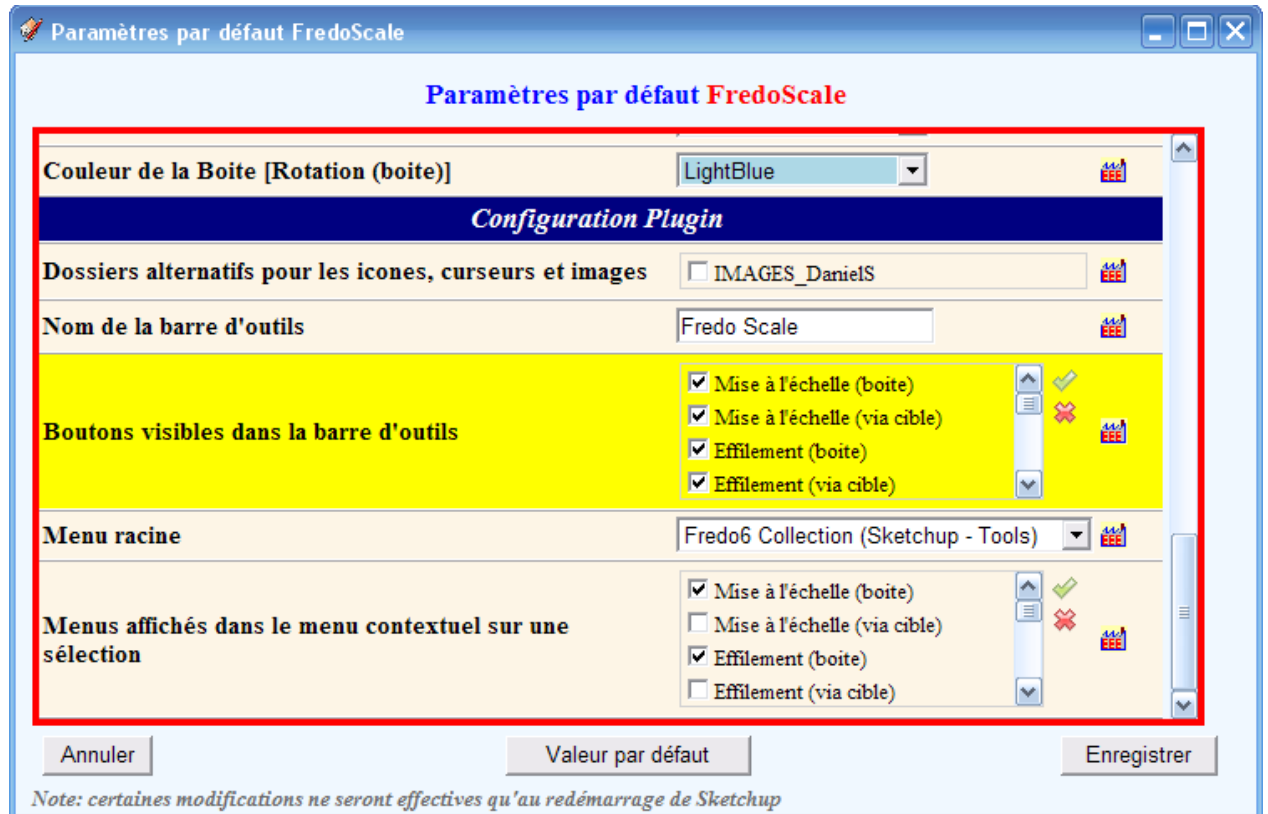
Comme les outils s'appliquent à une sélection, il y a aussi une entrée "*FredoScale*" dans le menu contextuel (vous pouvez aussi configurer ce menu).

Au moment de la publication de la version 2.0, FredoScale est disponible en **Anglais international**, en **Français** et en Espagnol (Gaonirico, Pichuneke). D'aimables contributeurs ont fourni des traductions pour la version 1.0 en **Allemand** (Tom2), **Italien** (Marco Cosedi) mettront peut-être à jour leur traduction pour la version 2.0.

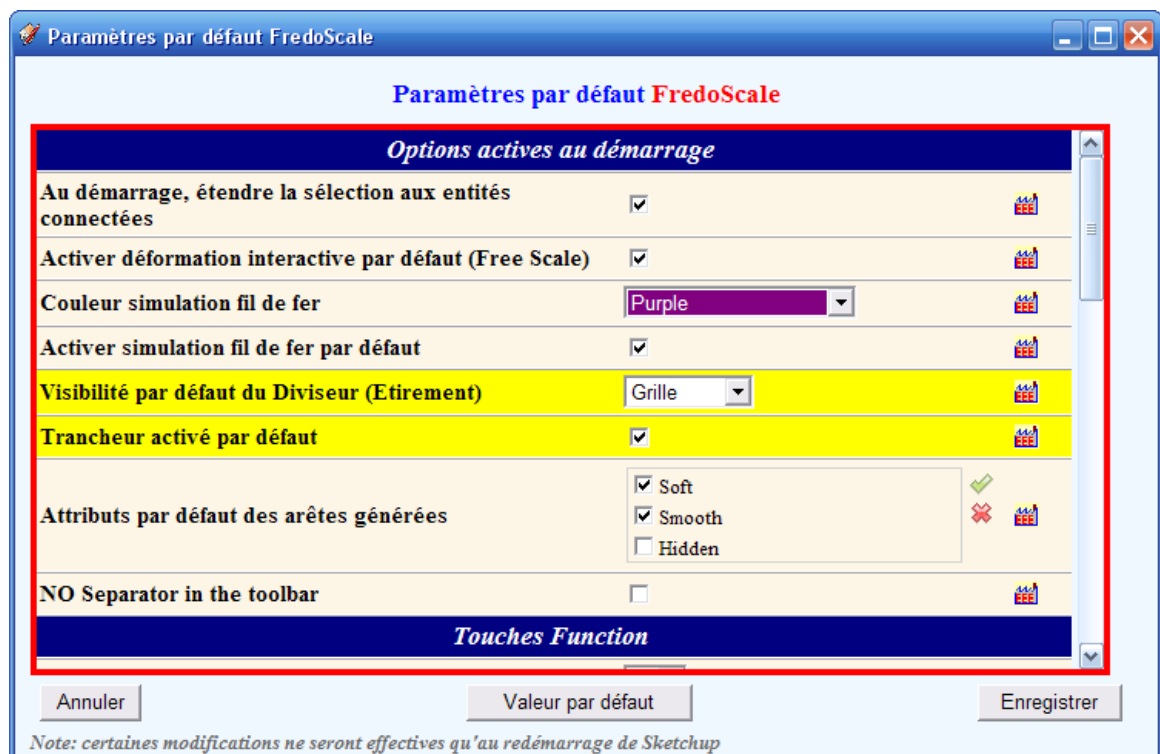
Vous pouvez utiliser d'autres icônes ou curseurs, si certains en publient. Les fichiers images doivent être regroupés dans un répertoire dénommé "**IMAGES_xxx**" et installé dans le sous répertoire FREDOSCALE_Dir_20..

² J'utilise *Fredo6 Collection* pour grouper les scripts, de façon à ne pas trop "polluer" la structure du menu

Vous pouvez modifier les paramètres par défaut pour les menus et barre d'outils en configurant les *Paramètres par défaut*:



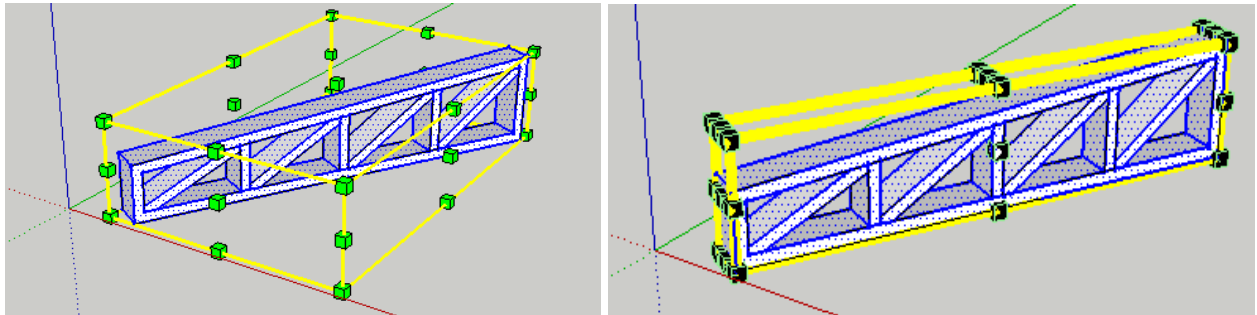
Vous trouverez différents autres réglages que vous pourrez changer. Les paramètres sont préservés d'une session à l'autre (le fichier paramètres est sauvegardé dans le répertoire **DEFPARAM_Dir**, localisé dans le répertoire Plugins de Sketchup).



4. Principes de base

1) Mise à l'échelle en 'mode libre'

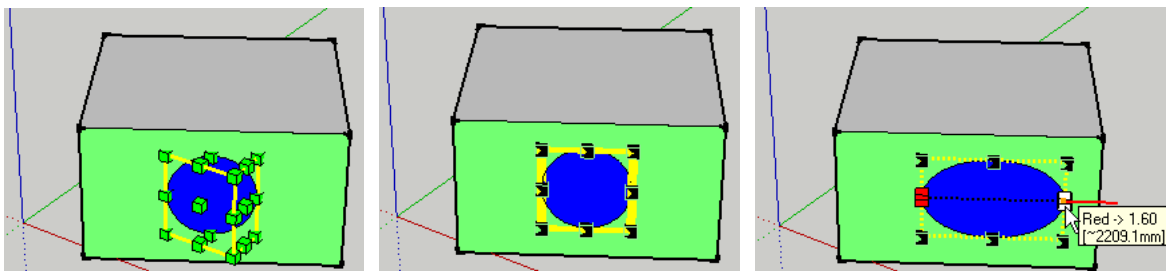
FredoScale est une variante de l'outil natif 'Echelle' de Sketchup, permettant **une orientation libre de la boîte de mise à l'échelle**, au lieu d'avoir conventionnellement la boîte s'alignant sur les axes rouge, vert ou bleu du modèle. Par défaut, le script essaie de trouver la boîte la mieux adaptée, mais vous pouvez la modifier inter activement..



Outil Echelle Sketchup

Avec Free Scale

Il est aussi plus facile de mettre à l'échelle un dessin 2D sur une face, au regard de son orientation:



Outil Echelle Sketchup

Boîte échelle libre

Déformation échelle libre

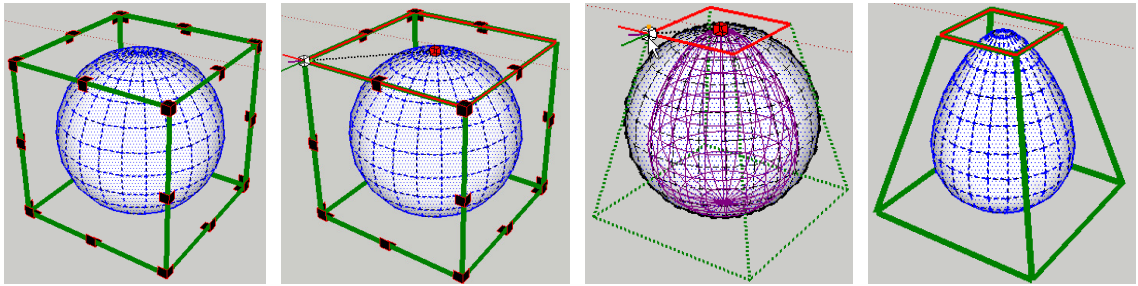
Comme l'outil 'Echelle' de Sketchup, **FredoScale** fonctionne sur toute sélection d'objets faits d'une simple géométrie, de groupes ou de composants. Il supporte la mise à l'échelle par les coins, points médians des segments et centre des faces, par rapport au coin opposé ou au centre de la boîte Echelle. La mise à l'échelle peut être uniforme ou non-uniforme. Les valeurs d'échelle peuvent être saisies et modifiées via la ZCV, pendant l'opération de transformation ou juste après. La déformation est visible pendant l'étirement de la forme (mais on peut aussi choisir de ne la visualiser qu'en filaire).

Quelques fonctionnalités additionnelles :

- **Vous pouvez mettre à l'échelle de simples arêtes.** Utile pour faire des effilements simples,
- Vous pouvez mettre à l'échelle **en spécifiant les dimensions de la boîte de mise à l'échelle**,
- Vous pouvez aussi mettre à l'échelle **en associant un point origine et un point cible** ("*Echelle mode cible*"). Utile pour les fans de la méthode de mise à l'échelle par pousser-tirer.

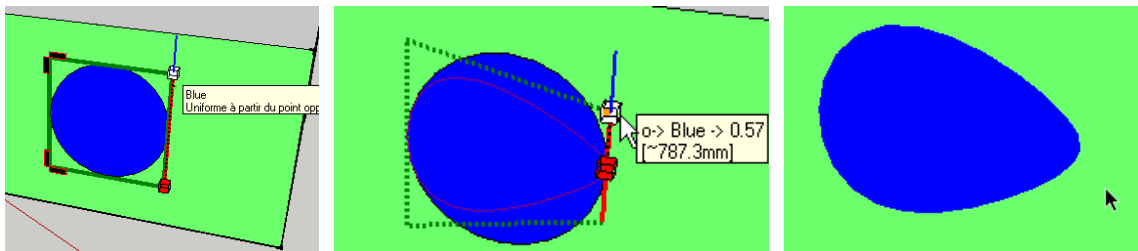
2) Effilement

Le principe est d'effiler la sélection en mettant à l'échelle une face (ou une arête) de la boîte. Ci-après, avec une forme en 3D:



Boîte de sélection Sélection face à effiler Effilement par le centre Sphère → Oeuf

La même approche fonctionne pour une sélection en 2D:



Rappelez-vous que vous pouvez réaliser ces effilements (et bien davantage!) grâce au très puissant plugin **SketchyFFD** de Chris Phillips.

5. Utilisation de FredoScale

Tous les outils fonctionnent en 4 étapes ; à noter que les étapes 1 et 2 sont communes:

- 1) **Sélection des éléments à mettre à l'échelle ou à effiler** (explicite ou implicite)
- 2) **Orientation boîte de mise à l'échelle** (si celle calculée par défaut ne convient pas)
- 3) **Sélection des poignées (ou pastilles)**
- 4) **Déformation interactive**, via les poignées de boîte, saisie facteurs d'échelle dans ZCV, saisie des dimensions ou utilisation du '**Mode cible**'.

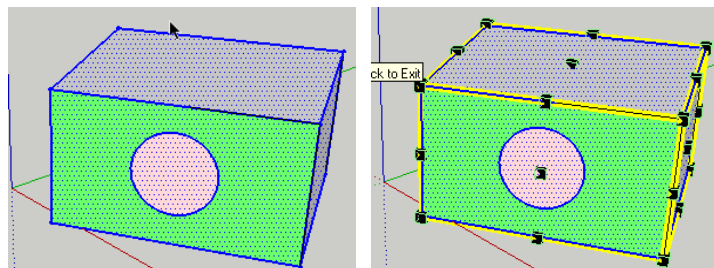
1) Sélection

Une sélection valide contient au moins 1 arête ou 1 face, qu'elle soit au niveau du modèle ou incluse dans un groupe ou un composant.

Comme beaucoup d'outils Sketchup, le plugin supporte les modes de sélection: **Explicite** et **Implicite**

- **EXPLICITE: 1) sélectionner, 2) Activer l'outil.**

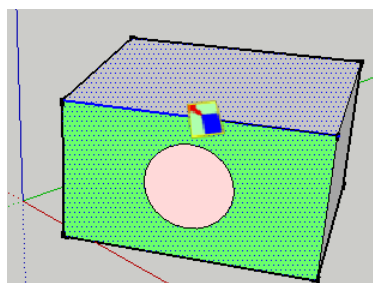
FredoScale ou le mode effilement s'active dès que vous cliquez sur l'icône de la barre d'outils (ou via le sous-menu) si la sélection est valide. L'appui sur **ECHAP**, annule la sélection active et permet d'entrer dans le mode de sélection IMPLICITE.



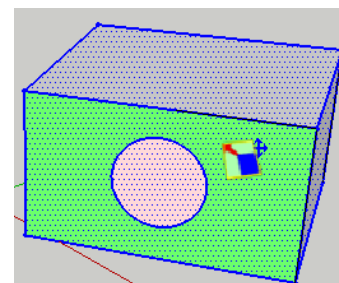
- **IMPLICITE: Activer l'outil sans aucune sélection, puis sélectionner les éléments par balayage de la souris; Cliquer pour terminer.**

La sélection est faite par balayage de la souris comme pour les outils natifs de Sketchup. En supplément :

- **En gardant CTRL appuyé**, vous ajoutez ou retirez de la sélection courante.
- **En bascule avec SHIFT**, pour sélectionner individuellement faces et arêtes, ou tous les éléments qui leurs sont liés.



mode sélection individuel



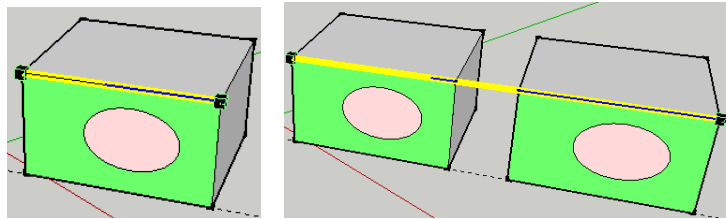
mode sélection 'éléments liés'

Note pour la sélection des faces: que l'option 'Vue cachée' soit active ou non, la sélection d'une face s'étend à toutes les faces adjacentes qui ont une arête cachée ou adoucie (de cette façon, vous sélectionnez vraiment des 'surfaces').

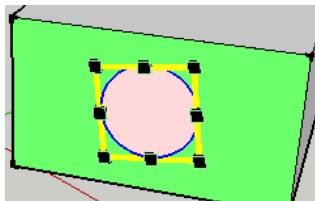
2) Orientation de la boîte de mise à l'échelle

La boîte initiale 'calculée', reflète la meilleure position, du moins pour un plan donné:

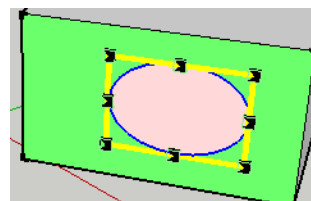
- **Dimension 1:** simple arête ou arêtes colinéaires (contiguës ou non). La boîte 'Echelle' est alors constituée d'une simple ligne.



- **Dimension 2:** si toutes les entités sont dans un même plan, la 'boîte' représente le rectangle optimum. La solution exacte est ajustée pour refléter les symétries, chaque fois que possible (difficultés avec cercles et polygones réguliers).

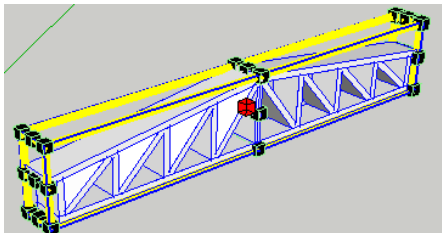


Symétrie dans toutes directions

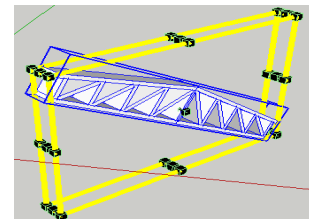


Symétrie dans seulement deux directions

- **Dimension 3:** la boîte 'Echelle' est orientée le long du plan horizontal (cas le + courant). Si la sélection ne l'est pas, alors il faut l'ajuster par rapport à ce plan.



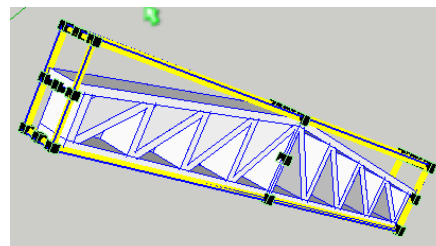
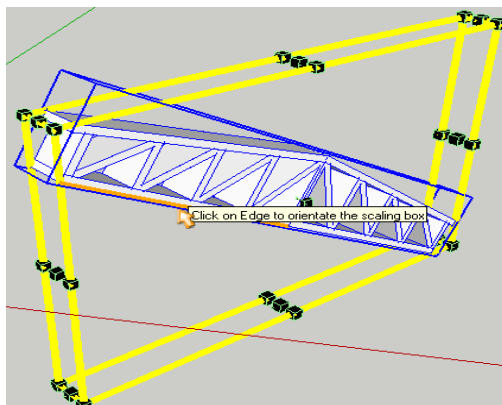
Sélection alignée sur le plan horizontal



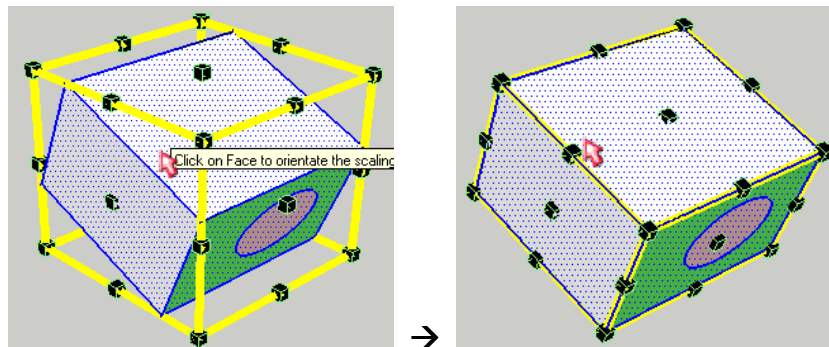
Sélection non alignée

On peut changer l'orientation de la boîte 'Echelle' de différentes manières:

- **Touches fléchées:** **Haut** pour les axes du modèle, **G** et **D** pour naviguer sur les 3 axes du composant de niveau supérieur, et **Bas** revient à la boîte initiale.
- **Souris sur une arête:** Lorsque le pointeur de la souris passe sur les arêtes n'importe où dans le modèle, elles prennent la couleur **orange**. Dès que vous cliquez, la boîte s'aligne selon l'orientation de l'arête sélectionnée.



- **Souris sur face:** Lorsque vous déplacez la souris sur les surfaces n'importe où dans le modèle, le curseur devient une **Flèche rouge**. En cliquant sur la face, la boîte s'aligne sur le plan de la face comme faisant partie de l'un de ses plans.



Pour orienter de façon aléatoire en 3D, il faudra éventuellement aligner Faces et Arêtes successivement.

3) Mise à l'échelle interactive libre

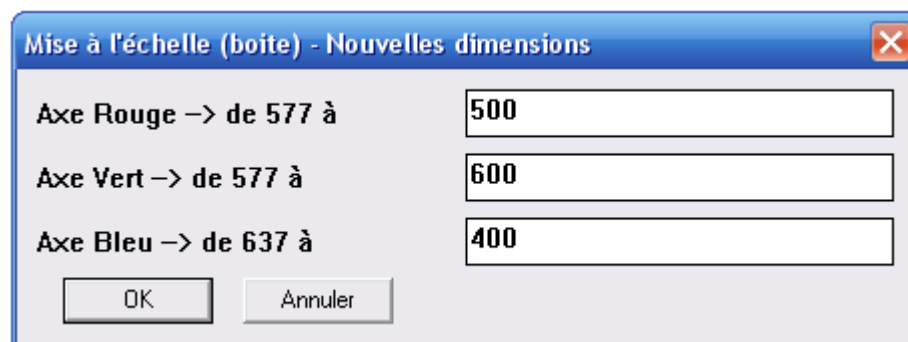
Dès que la boîte 'Echelle' est correctement positionnée, l'outil s'utilise comme l'outil 'Echelle' natif de Sketchup. Faites glisser le pointeur sur une poignée. Sa couleur passe au blanc et le point fixe (pivot) en rouge. Les axes locaux sont définis pour la boîte et affichés au niveau de la poignée de tirage.

Les touches suivantes fonctionnent en mode bascule ³:

- **CTRL:** sélectionner le pivot comme centre, ou la poignée opposée
- **SHIFT:** déformation Uniforme / non Uniforme pour les coins et poignées médianes

Après avoir sélectionné les poignées 'à tirer', vous pouvez:

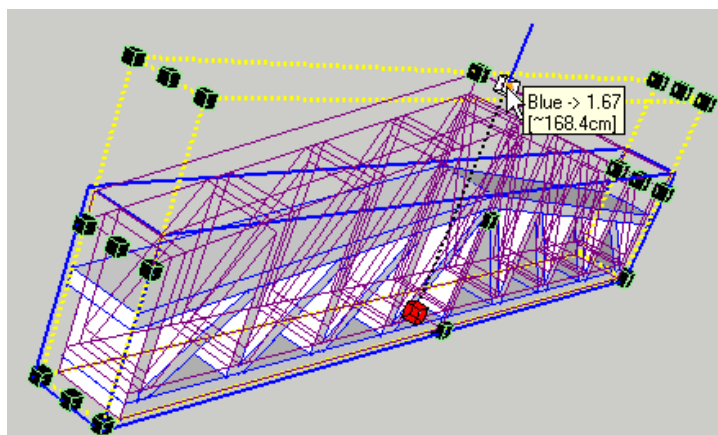
- **Tirer la poignée.** Le plugin supporte 2 modes '**Clic maintenu – Glissé – Relâché**' et '**Clic – Relâché – Glissé – Clic – Relâché**'.
- **Saisir les facteurs d'échelle dans la ZCV**, de type flottant, positif ou négatif. Le plugin supporte ',' et '.' comme séparateur décimal, en fonction de vos paramètres système.
- **Appeler la boîte de dialogue Dimensions**, en pressant **TAB**. Cela permet de définir les dimensions, et donc l'échelle selon les directions des axes rouge, vert, ou bleu (définies par le choix des poignées de sélection).



³ Contrairement à l'outil natif de Sketchup, où les touches Ctrl et Shift sont actives uniquement lorsqu'elles sont appuyées

Par défaut, la déformation est faite de façon interactive sur la sélection. Mais vous pouvez souhaiter désactiver cette option afin de mieux utiliser les inférences lors du déplacement de la poignée sélectionnée:

- **F2**: bascule en mode déformation 'interactive'.
- **F3**: bascule mode 'filaire' Oui/Non, si déformation 'interactive' n'est pas active.



Après avoir réalisé votre déformation par quelque méthode que ce soit, vous pouvez toujours modifier l'échelle par les mêmes méthodes (Tirage, ZCV, Boîte de dialogue Dimensions). Notez cependant que la valeur d'échelle mémorisée est celle de la dernière opération effectuée (sinon, il y réinitialisation à 1.0).

Enfin, toutes les commandes et raccourcis sont disponibles via le menu contextuel.

4) Mode Cible

C'est une autre manière de définir les facteurs d'échelle. L'idée est de **spécifier visuellement la déformation par une transformation allant d'un point origine à un point cible**.

Le mode cible peut être invoqué de deux manières.

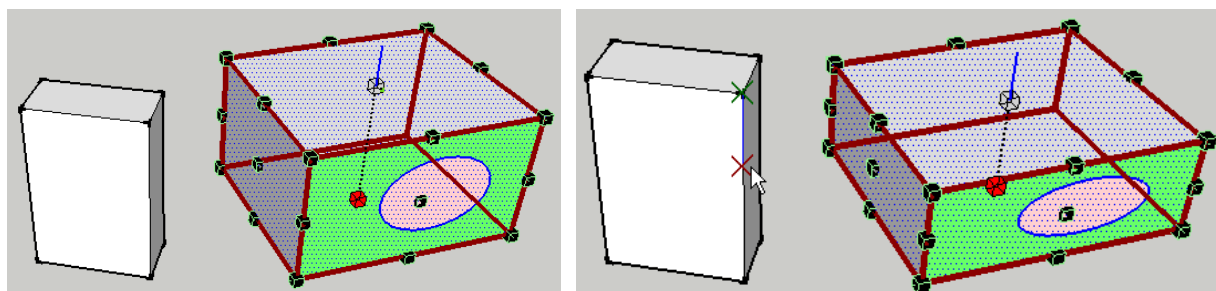
- 1) **Par le menu ou l'icône**⁴



- 2) **Double-click sur une poignée**. Ça fonctionne en bascule entre le 'mode cible' et le 'mode libre'.

La boîte de déformation est affichée dans une couleur différente.

Il faut choisir d'abord l'origine en déplaçant la **Croix Verte** puis cliquer. Ensuite déplacez le curseur **Croix Rouge** sur le point cible. Les points origine et cible peuvent être placés n'importe où dans le modèle.



⁴ si vous l'avez incluse dans votre barre d'outils

Note : certaines régions sont proscrites comme point origine ; généralement près ou ‘derrière’ la poignée pivot (ces régions ne sont jamais déformées par mise à l’échelle).

Le positionnement du point cible supporte l’inférence par rapport à l’origine :

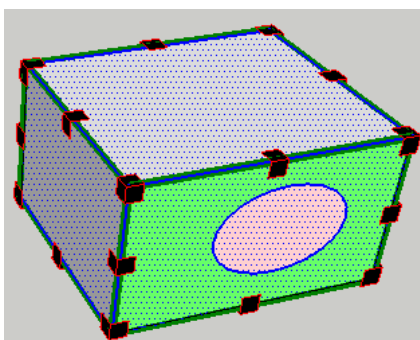
- **Flèches** pour verrouillage du déplacement selon les axes de la boîte
- **Shift** pour verrouiller dans la direction courante (touche en fonction bascule)
- **Adhérence** aux axes, colinéaire et perpendiculaire aux arêtes

De plus, vous pouvez saisir la **distance** dans la **ZCV**.

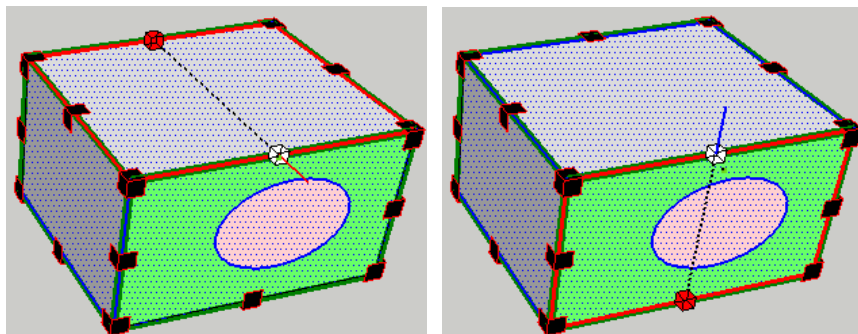
5) Effilement

Alors que la sélection et l’orientation de la boîte sont similaires à *Echelle libre*, il existe des différences dans la spécification des déformations. Se rappeler que l’on effile **en déformant une face de la boîte**, et en l’appliquant à la sélection.

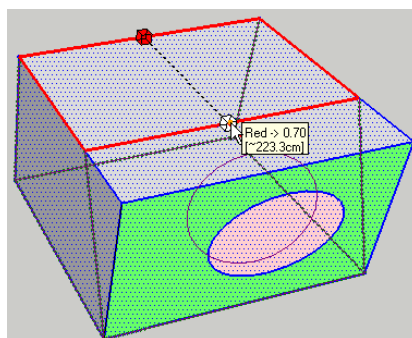
La boîte ‘Echelle’ montre des languettes sur chaque face, au lieu des poignées cubiques.



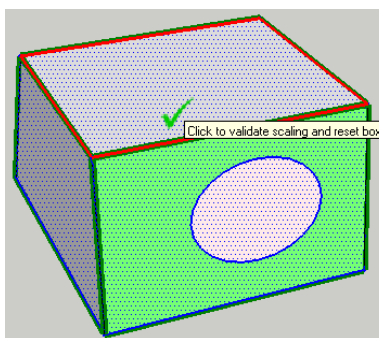
Déplacer le curseur au dessus des languettes pour sélectionner la face à mettre à l’échelle et la poignée de tirage (puisque la même poignée correspond à 2 ou 3 faces).



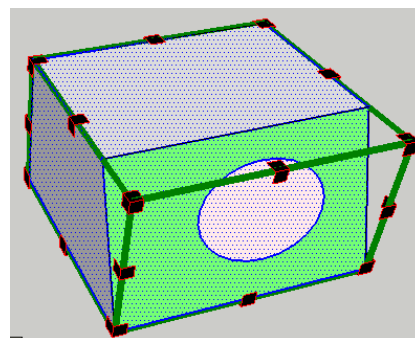
Ensuite utiliser la poignée pour redimensionner la face. Presser **CTRL** pour fixer la déformation à partir du centre ou de la languette opposée, et **SHIFT** pour la déformation uniforme /non uniforme. Ou dimensionner en appelant la boîte de dialogue par **(TAB)**



Effilement



Validation

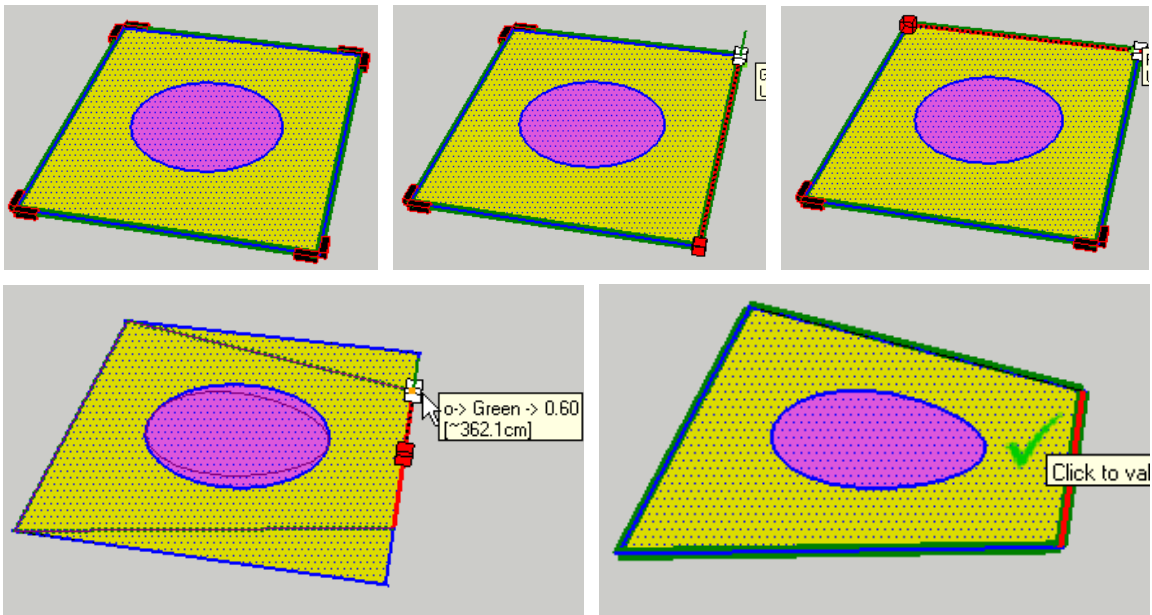


nouvelle boîte après validation

Lors du tirage, seule la boîte de mise à l'échelle est déformée. La déformation du modèle est visualisée optionnellement en filaire. Le modèle sera concrètement déformé, après que l'action d'étirement aura été terminée.

Lorsque la déformation est faite, le curseur prend la forme d'une coche verte. A ce stade vous pouvez encore soit étirer, soit spécifier les valeurs d'échelle dans la ZCV. Si vous faites un simple clic, alors la nouvelle boîte de mise à l'échelle est calculée.

En 2 dimensions, vous devez sélectionner les angles du rectangle. Les languettes ont une forme différente, mais le principe reste identique.



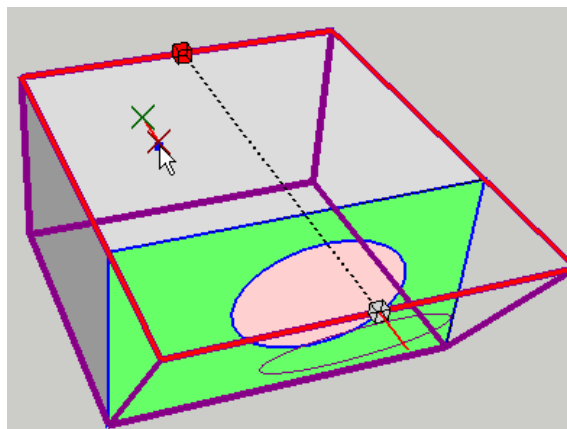
Notez qu'en **dimension 1**, *Effilement* est équivalent à *Echelle libre*.

6) Effilement mode cible

Comme *Echelle mode cible*, **Effilement** dispose d'un mode qui permet la déformation en définissant un point origine et un point cible.

Vous pouvez l'appeler via le menu ou en cliquant sur l'icône si elle est disponible dans la barre d'outils, ou en double cliquant sur une languette.

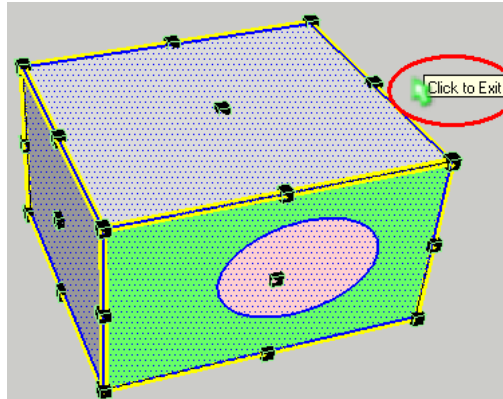
Le procédé est identique à *Echelle mode cible* ; **Effilement** est finalement équivalent à dimensionner une face (ou une arête) de la boîte, en utilisant la méthode *Echelle libre*.



6. Fonctionnalités additionnelles

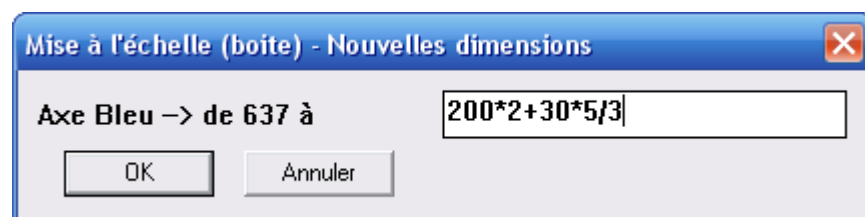
Quelques fonctionnalités qui méritent d'être citées:

- 1) **Désactiver l'outil:** à tout moment, si vous déplacez le curseur à l'extérieur de tout élément du modèle, il prend la forme d'une **Flèche Verte**. Un clic, l'outil est désactivé.



- 2) **Echap:** cette touche contextuelle est utilisée pour revenir à l'état précédent, comme avec l'outil natif de Sketchup.
- 3) **Annuler:** fonction supportée pendant les opérations de mise à l'échelle. La boîte est recalculée à la volée. Il se peut qu'une désynchronisation apparaisse.
- 4) **Formules dans la boîte de dialogue dimensions:** vous pouvez saisir des formules mathématiques et définir des unités. A votre convenance vous pouvez utiliser soit le point, soit la virgule comme séparateur décimal. Si vous ne définissez pas d'unité spécifique, c'est l'unité du modèle qui est prise en compte. Par convention, les opérateurs de la multiplication et de la division sont toujours placés APRES la longueur. Ici: "2' ½ * 2.5" est correct, alors que "2 * 3cm" ne l'est pas.

Par exemple, ce qui suit se traduira par 450 cm.



Les unités Architecture sont supportées.

- 5) **Spécifier plusieurs valeurs d'échelle dans la ZCV⁵:** Pour mise à l'échelle non uniforme vous pouvez entrer jusqu'à 3 valeurs (comme dans l'outil Echelle de Sketchup). Le séparateur peut être un **espace** ou le **point virgule** (;). Le séparateur décimal peut être indifféremment la virgule ou le point. Si vous utilisez des formules, vous ne devez pas insérer d'espace à l'intérieur de votre formule.

⁵ Zone de Contrôle de Valeurs – VCB en anglais

7. Configuration du Plugin

1) Paramètres par défaut

Vous pouvez définir des paramètres de façon permanente via la boîte de dialogue 'Paramètres par défaut'. La boîte de dialogue est suffisamment explicite par elle-même:

- 1) **Paramètres de visualisation**, principalement couleurs et mode de sélection

Couleurs pour les boites de déformation		
Epaisseur du cadre de la boite de déformation (pixel)	<input type="text" value="3"/>	
Couleur de la Boite [Mise à l'échelle (boite)]	<input type="text" value="Yellow"/>	
Couleur de la Boite [Mise à l'échelle (via cible)]	<input type="text" value="DarkRed"/>	
Couleur de la Boite [Effilement (boite)]	<input type="text" value="Green"/>	
Couleur de la Boite [Effilement (via cible)]	<input type="text" value="DarkMagenta"/>	

- 2) **Paramétrages plugin**, pour la configuration du menu et de la barre d'outils, ainsi que pour les icônes alternatives (si fournies).

Couleur de la Boite [Rotation (boite)]	<input type="text" value="LightBlue"/>	
Configuration Plugin		
Dossiers alternatifs pour les icones, curseurs et images	<input type="checkbox"/> IMAGES_DanielS	
Nom de la barre d'outils	<input type="text" value="Fredo Scale"/>	
Boutons visibles dans la barre d'outils	<input checked="" type="checkbox"/> Mise à l'échelle (boite) <input type="checkbox"/> Mise à l'échelle (via cible) <input checked="" type="checkbox"/> Effilement (boite) <input type="checkbox"/> Effilement (via cible)	
Menu racine	<input type="text" value="Fredo6 Collection (Sketchup - Tools)"/>	
Menus affichés dans le menu contextuel sur une sélection	<input checked="" type="checkbox"/> Mise à l'échelle (boite) <input type="checkbox"/> Mise à l'échelle (via cible) <input checked="" type="checkbox"/> Effilement (boite) <input type="checkbox"/> Effilement (via cible)	

IMPORTANT: Les paramètres par défaut sont stockés dans un fichier (*FredoScale.def*) localisé dans un sous répertoire spécifique **DEFPARAM_Dir**, dans le répertoire Plugin de Sketchup (et pas dans FREDOSCALE_Dir_10). Cela permet de sauvegarder vos paramètres par défaut lors d'une mise à jour vers une nouvelle version.

2) Documentation et Aide

Il existe des entrées dans le menu qui permettent d'ouvrir une documentation au format PDF et aussi un site web (forum) où l'usage du plugin est commenté.

3) Traductions

Une fonctionnalité de la librairie partagée LibFredo6, permet maintenant de traduire les plugins dans divers langages au moyen de fichiers externes. La traduction DOIT être réalisée à l'intérieur de l'outil mais le fichier est stocké pour chaque langue (ici *FredoScale_xx.lang*, où xx est le code langage). Le processus de traduction est documenté séparément dans le manuel d'utilisation de LibFredo6.

8. Limitations connues – Avertissements - Performances

1) Erreurs

- **Dans certaines situations, le positionnement de la boîte enveloppe n'est pas correct** (vous devrez manuellement ajuster la direction). Cela peut être dû aux problèmes d'arrondi et aux approximations de Sketchup lorsqu'il teste les vecteurs parallèles. J'essaierai de corriger cela dans une prochaine version

2) Avertissements et Limitations

- **Vous ne devez pas modifier la sélection pendant les opérations de mise à l'échelle** (via Ctrl-A or Ctrl-T par ex.). Résultats imprévisibles si vous le faites !
- **FredoScale ne fonctionne pas correctement avec les composants dynamiques.** Cela par le fait que la méthode de mise à l'échelle n'est pas supportée dans l'API de Sketchup pour l'instant. Cela a des inconvénients, mais aussi un avantage : FredoScale peut être utilisé pour effectuer une 'vraie' mise à l'échelle d'un composant dynamique dans toutes les directions, alors que l'outil natif de Sketchup peut restreindre cette capacité.
- **Effilement est légèrement 'destructif'**, en ce sens que:
 - Il rend 'unique' tous les composants et groupes sélectionnés
 - Il explose toutes les courbes présentes dans la sélection

Note : le plugin applique juste une transformation au modèle, meaning that tous les matériels, attributs et hiérarchie des éléments sont préservés. (i.e. le plugin ne 'reconstruit' pas le modèle).

Dans tous les cas il est vivement recommandé de sauvegarder votre modèle avant de lancer une transformation sur un modèle complexe. Dans certains cas, l'action d'annuler peut générer un 'bug splat'.

- **Sur les arêtes ou faces, FredoScale force toujours la création d'une boîte ligne ou rectangle.** Avec l'outil Echelle natif de Sketchup, lorsque les arêtes ou les faces ne sont pas alignées avec les axes, il crée une boîte 3D box qui autorise davantage de transformations dans l'espace 3D.
- **En mode déformation interactive et par déplacement des poignées, il n'est pas possible de réduire le modèle pour un facteur < 0,1.** Des comportements étranges apparaissent. Utilisez plutôt la ZCV, ou la boîte de dialogue Dimensions, pour de plus petits facteurs.

3) Performances

- **Le temps de chargement du plugin est indiqué dans la boîte de dialogue 'A Propos'.** Il devrait être < 100 ms. Merci de remonter l'information si vous constatez une valeur anormale.
- **Echelle libre** est sensible à la complexité du modèle pour élaborer la première boîte Echelle. Mais, une fois calculé, le changement d'orientation devrait être rapide, et la transformation interactive, plus ou moins à la même vitesse que l'outil Echelle natif de Sketchup.
- **Effilement** exige plus de calculs pour la transformation. C'est pourquoi je ne l'ai pas fait visuellement interactif, sauf en mode filaire. En pratique cependant, vous ne devriez pas 'effiler' des modèles complexes en une seule fois.