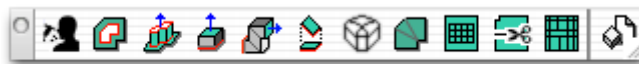


Chapitre 20-1

Modélisation Surfacique

Sculpture et Maillage



[1 – Présentation](#)

[2 – Technologie, Concepts et Définitions](#)

[3 – Quadrangulation](#)

[4 – Percement](#)

[5 – Percement / Extrusion](#)

[6 – Biseautage](#)

[7 – Raccord](#)

[8 – Push / Pull](#)

[9 – Tubage Sectionnel](#)

[10 – Coupe annulaire](#)

[11 – Modénature](#)

[12 – Mailleur](#)

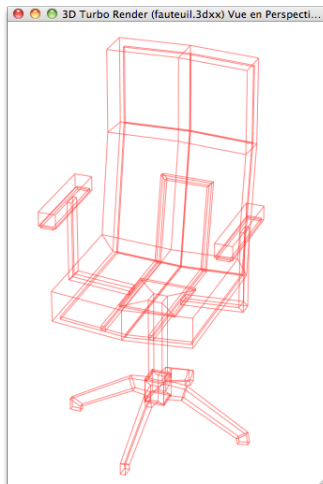
[13 – Atelier Sculpture](#)

[Retour au sommaire principal](#)

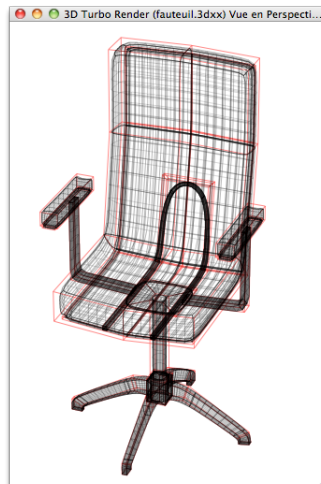
1- PRESENTATION

Ce chapitre détaille les techniques utilisées pour réaliser des modèles 3D Surfaciques à l'aide d'outils spécialisés dans les surfaces complexes.

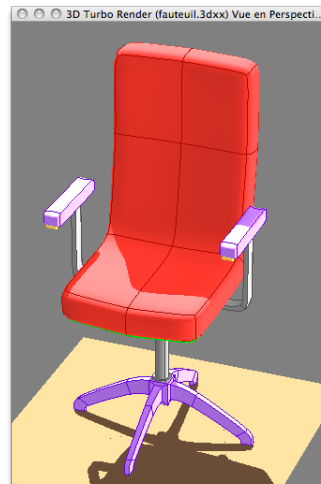
A partir des outils géométriques fondamentaux de 3D Turbo, la création d'objets à surface complexe devient un jeu d'enfant pourvu qu'on en ait compris les principes de base. Voici quelques exemples illustrant les nombreuses possibilités du module de sculpture et maillage. Tous ces objets sont réalisés en quelques dizaines de secondes grâce à la palette d'outils hautement spécialisés.



Cage



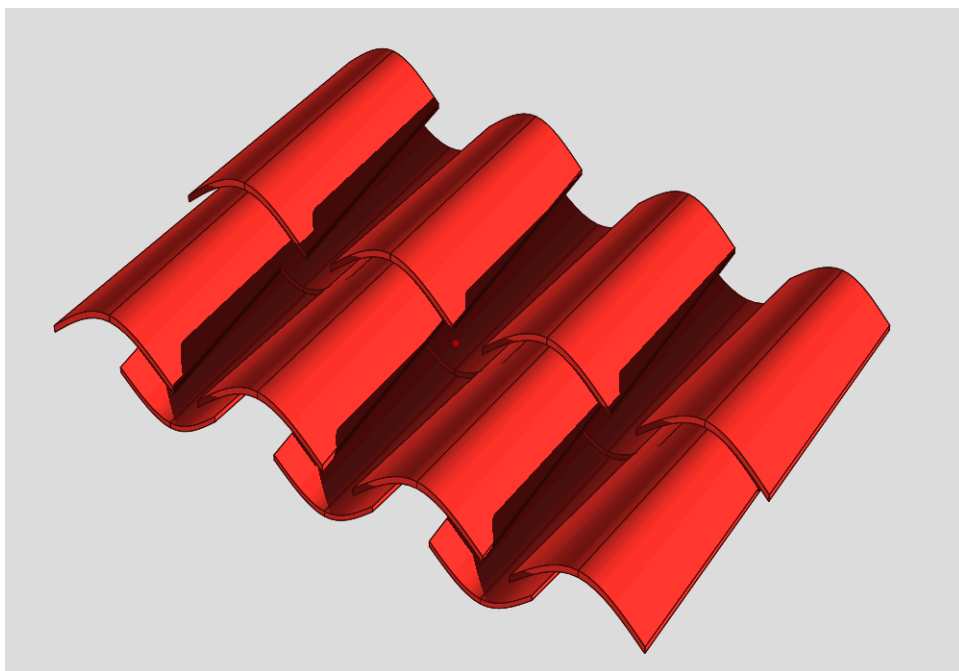
Surfaces

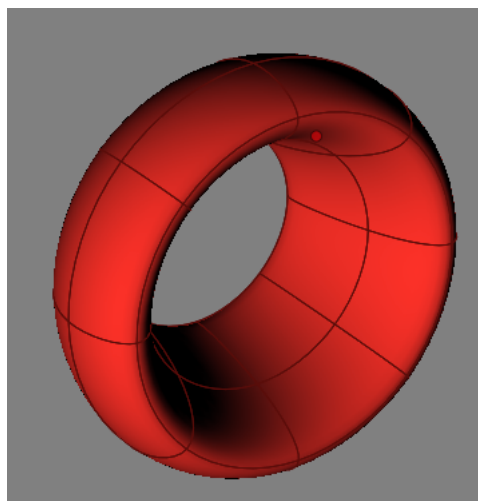
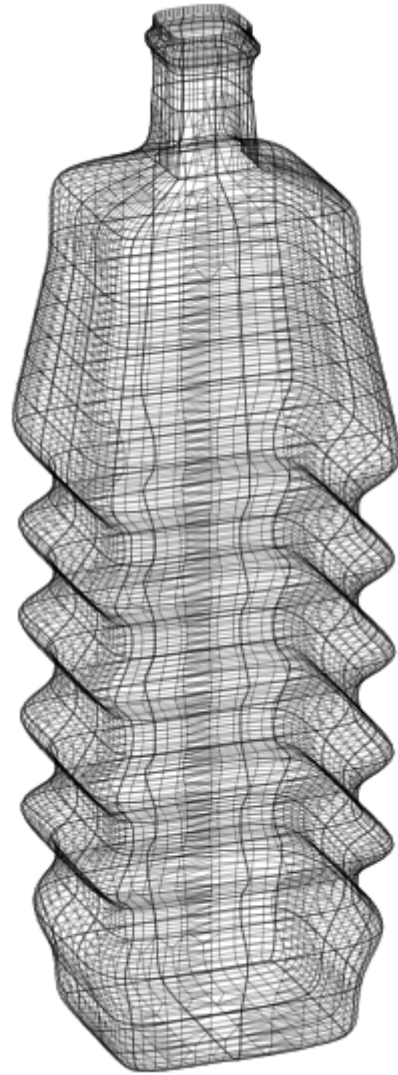


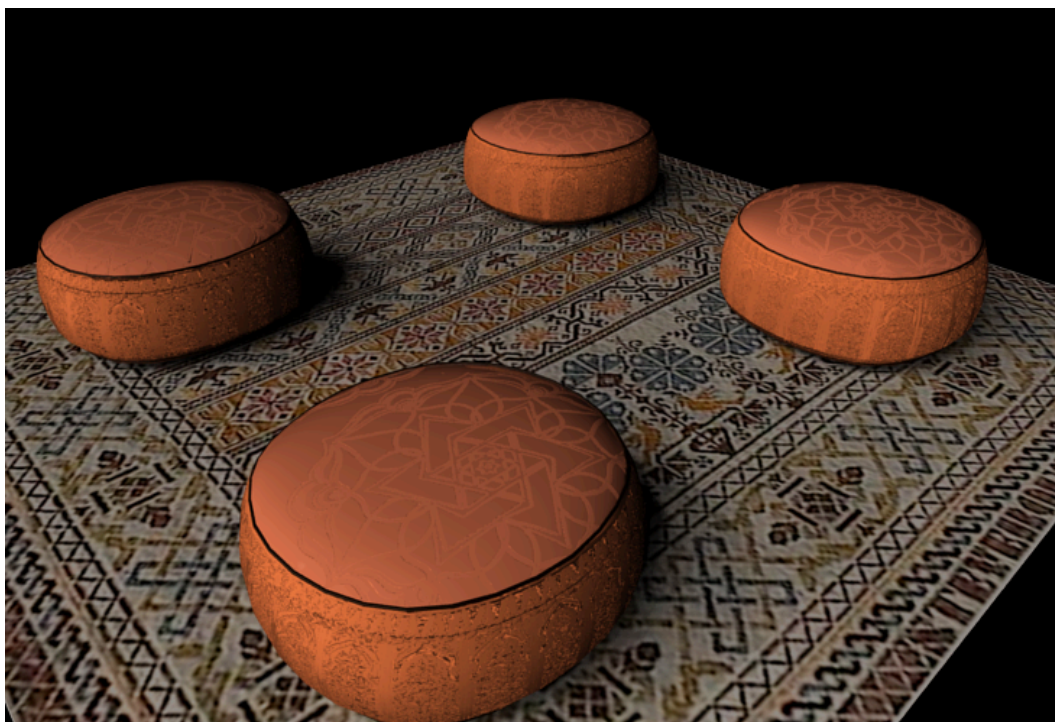
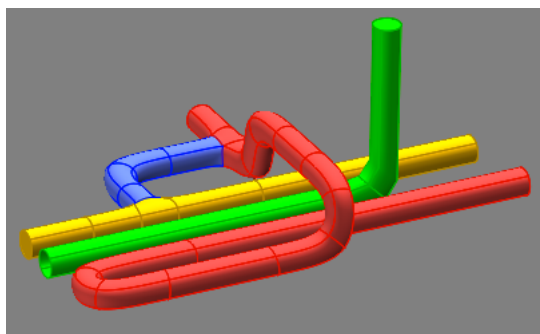
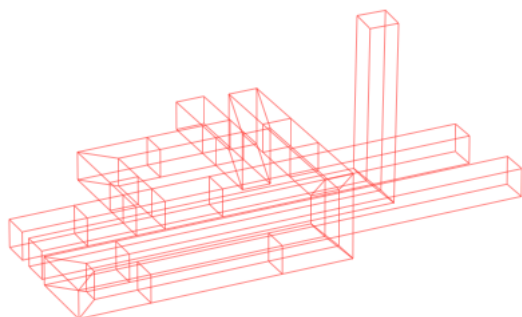
Rendu

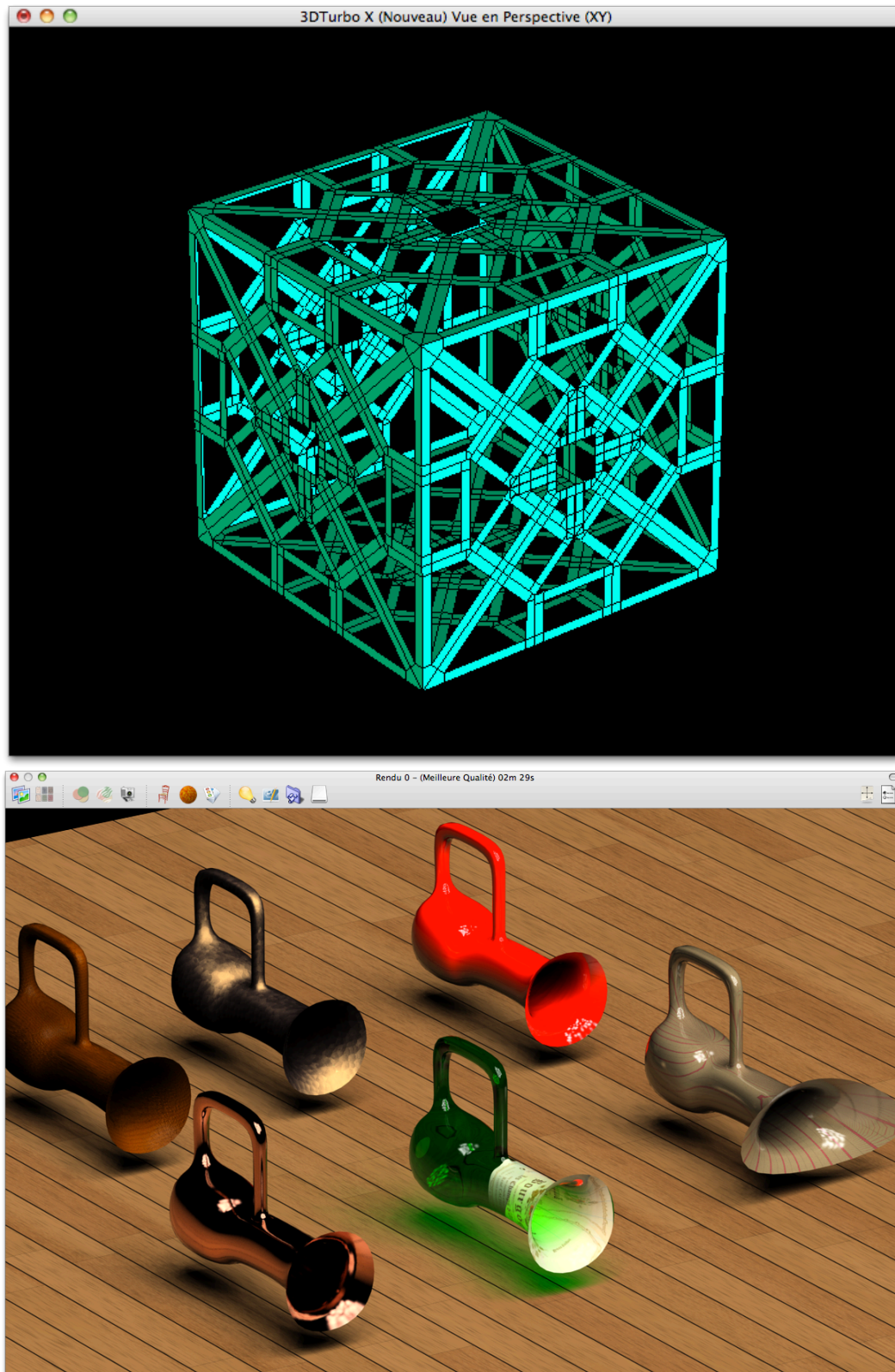


[Regardez ici la video montrant la construction de ce fauteuil](#)









Les possibilités de création sont immenses et au service de l'imagination de l'opérateur

CE QU'IL FAUT DEJA SAVOIR

Avant d'utiliser les fonctions du module de Sculpture / Maillage, vous devez être un familier de votre Macintosh, de son système d'exploitation MacOS X et de ses réglages, ainsi que du maniement des fonctions géométriques 3D Turbo. Si ça n'est pas le cas, référez vous aux chapitres correspondant de ce manuel, ou demandez un cours de formation.

Vous devez également maîtriser parfaitement :

- la manipulation des Facettes : Création, Sélection, Effacement, examen des Normales, Retournement des normales.
- La manipulation des Objets via le Gestionnaire d'Objets

2 - TECHNOLOGIE, CONCEPTS, DEFINITIONS

Vous trouverez [sur cette page Internet](#), les détails techniques de la technologie utilisée pour la modélisation surfacique. En voici les grandes lignes.

2-1 LES SUBDIVISIONS DE SURFACES EN MODÉLISATION

Il existe deux grandes technologies de surfaces en modélisation géométrique :

- **Les Surfaces à Pôles** (dites SPLINES) dont vous connaissez le pendant 2D, intégré dans 3DTurbo, et qui permet de décrire une courbe (ou par extension une surface en 3D) par des points de passage et des points de manipulation de la courbure,
- **La Subdivision de Surface**, qui génèrent une surface par «assouplissements» successifs d'un maillage de facettes, tout en conservant les caractéristiques des polygones et des Splines.

Nous avons choisi la seconde technologie pour sept raisons essentielles :

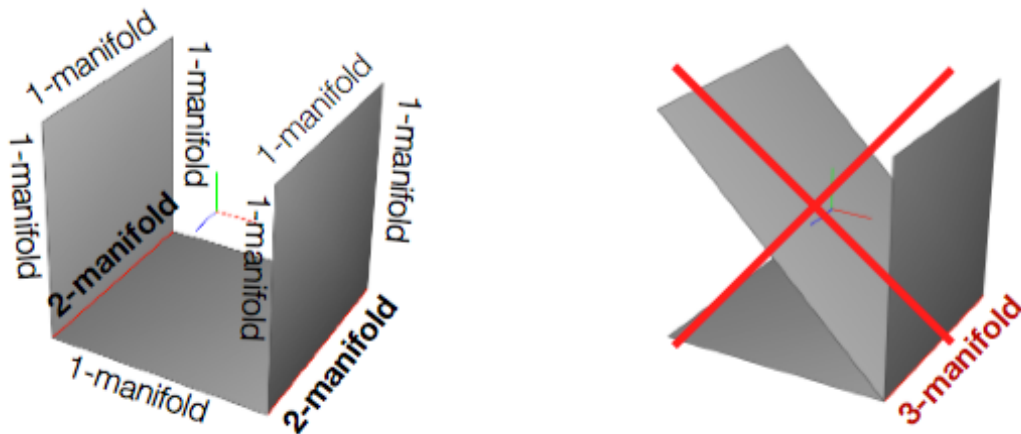
- La subdivision de surface est très simple à mettre en oeuvre. Si vous disposez d'un maillage (appelé *Cage 2-manifold*), vous obtiendrez une surface.
- La subdivision de surface est compatible avec pratiquement tous les maillages 2-manifolds que vous auriez préalablement construits, et elle vous permettra de lisser vos réalisations antérieures sans (trop) vous préoccuper d'aspects topologiques complexes.
- La subdivision de surface permet d'éviter élégamment certains des plus gros écueils des Surfaces à Pôles : aboutements de surfaces délicats, trous, subdivisions triangulaires, gestion complexe de la tension.
- La subdivision de surface génère des objets parfaitement compatibles avec les opérateurs booléens BREP de 3D Turbo.
- Les notions d'angularité et de tension (§ 3-4) permettent de contrôler certains aspects de courbure des surfaces, les points de passage et les dimensions étant conditionnés par la forme de la cage (§3-6)
- La subdivision de surface est parfaitement adaptée à l'impression 3D, technologie promise à un bel avenir, car elle met à la disposition de tous un moyen de créer des maquettes ou des objets réels dans toutes sortes de matériaux, à des coûts abordables.
- Les Surfaces sont immédiatement utilisables en synthèse d'images.

2-2 MAILLAGE

Un maillage est un réseau de surfaces planes connectées entre elles par leurs arêtes. Lors de la constitution ou de la manipulation des maillages, il y a quelques écueils à éviter.

2-2-1 Maillage 2-Manifold

Un maillage est dit **n-manifold**, quand une arête est commune à n faces,

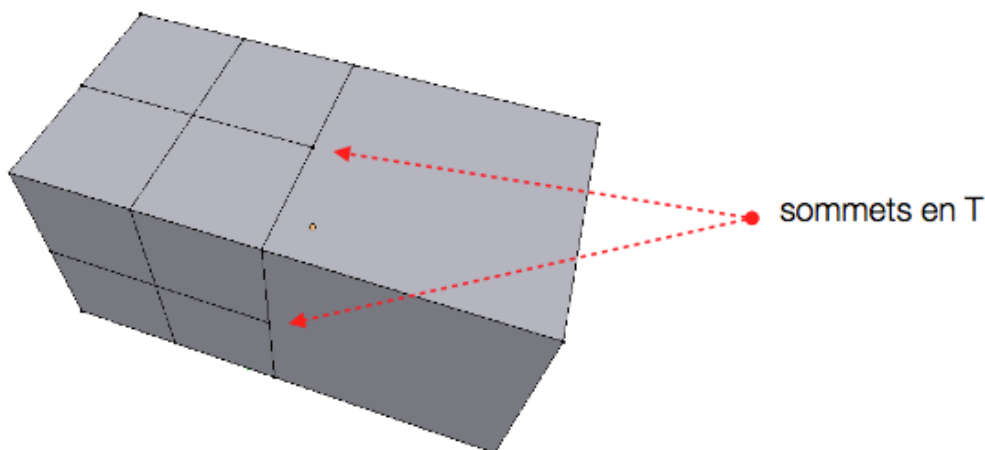


Les maillages de rang supérieur à 2-manifold sont interdits pour la modélisation par subdivision de surfaces.

2-2-2 Sommets en T

Il faut éradiquer les facettes dégénérées, c'est à dire dont 2 sommets au moins sont de mêmes coordonnées (= arête de longueur nulle) et éviter les surfaces trop complexes (ré-entrantes ou dont les arêtes se croisent).

Parmi les principaux défauts à éradiquer, il y a les **sommets en T**. Un sommet en T (dit aussi **T-vertex**) est définie comme un sommet qui se trouve à la frontière de 2 surfaces mais qui n'existe que pour l'une des 2 surfaces.



Ce type de jonction casse la topologie de la surface en introduisant des arêtes mal connectées. Ce type de sommet est à l'origine de bien des maux, dont le plus classique est le problème de cracking de surfaces jointives en leurs frontières (la jointure des frontières n'est pas effective).

Les fonctions de sculpture de 3DTurbo disposent d'une capacité à limiter la prolifération de sommets en T lors des manipulations.

2-2-3 Au delà du triangle et du quadrilatère

Les maillages polygonaux peuvent être constitués de triangles, de quadrangles, mais aussi de tout polygone non ré-entrant (c'est à dire dont aucun de ses cotés ne s'intersectent) avec un nombre de cotés supérieur à quatre.

Pour autant, les algorithmes de subdivision de surfaces ne fonctionnent qu'avec des triangles, des quadrangles, ou une combinaison des deux.

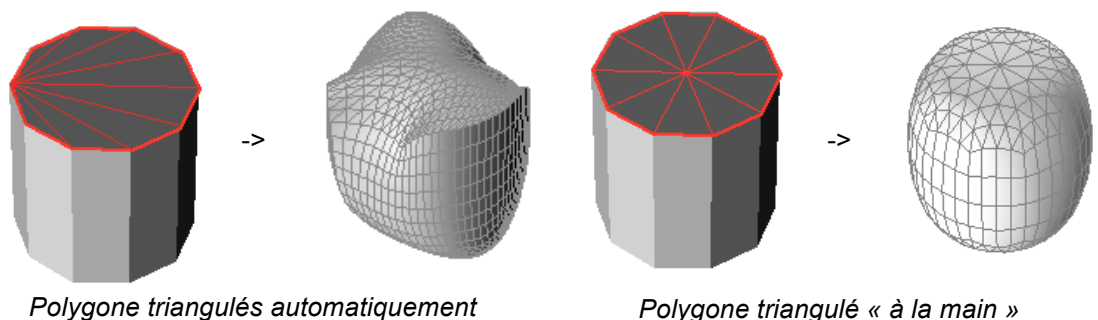
Nous avons choisi un algorithme qui permet de mixer triangles et quadrangles.

Les polygones de valences supérieures à quatre ne sont pas directement supportés.

3DTurbo autorise l'usage de ces polygones dans les maillages à destination de la subdivision, en effectuant de manière transparente et invisible pour l'utilisateur, une étape préalable de triangulation.

Mais attention ! Dans tout algorithme de subdivision, tous les sommets exercent une forme de pondération, et ont donc une incidence sur la forme finale des surfaces.

Le découpage automatique des polygones en triangles, aura nécessairement un impact fort sur la forme lissée finale :



Nous conseillons, lorsque la triangulation automatique ne vous donnera pas le résultat désiré, de redécouper vos polygones par vous même, en respectant les symétries de la forme, quitte à ajouter de nouveaux sommets, ou à sectionner certains cotés.

2-3 - LES SUBDIVISIONS DE SURFACES

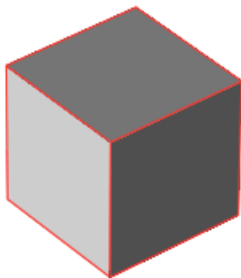
Une surface est obtenue par subdivision et lissages successifs de son maillage. Le processus est automatique, et ne requiert de l'utilisateur que la définition du maillage initial simple que nous appelons **Cage**.

2-3-1 La Cage

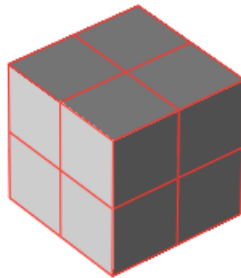
On appelle **Cage** le maillage 2-manifold initial, non subdivisé. C'est lui qui va permettre de définir la courbure initiale des surfaces. C'est l'approximation la plus grossière du résultat final mais qui contient toutes les informations pour la génération de la surface.

2-3-2 Subdivision linéaire

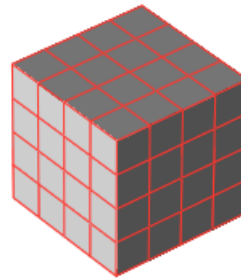
Une subdivision linéaire est la plus simple des subdivisions. Chaque étape de subdivision, ou **niveau de subdivision**, produit un maillage obtenu par subdivision médiane du niveau inférieur. L'objet reste morphologiquement identique à chaque niveau de subdivision, pour autant, le nombre de facettes qui le composent augmente comme le carré du nombre de faces du niveau inférieur



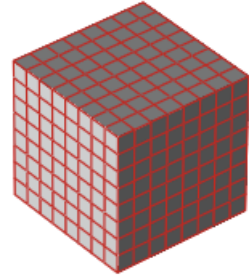
Cage (Niveau 0)



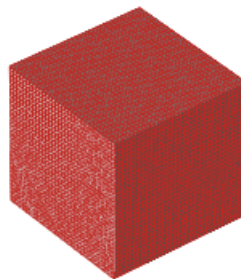
Niveau 1



Niveau 2



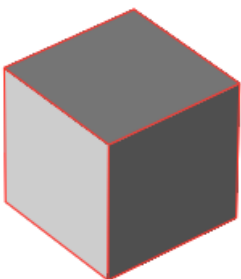
Niveau 3



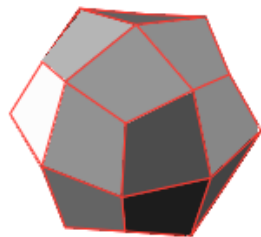
Niveau N

2-3-3 Subdivision de Stam-Loop

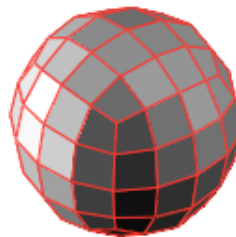
On obtient la surface par subdivision et lissages successifs du maillage. Le modèle que nous avons retenu est celui de Stam-Loop qui permet de mixer harmonieusement quadrilatères et triangles dans le maillage subdivisé.



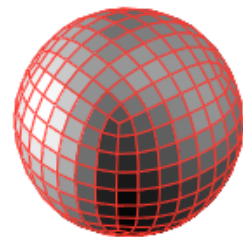
Cage (Niveau 0)



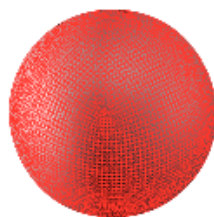
Niveau 1



Niveau 2



Niveau 3



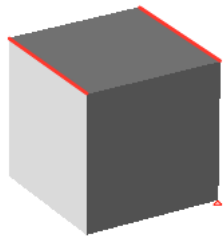
Niveau N

Sans entrer dans le détail, on peut préciser que chaque niveau de subdivision divise un quadrilatère ou un triangle en 4 nouveaux quadrilatères ou triangles. Un lissage est opéré en chaque nouveau sommet, en tenant compte de son voisinage immédiat. Ainsi le niveau n contient grosso modo 4 fois plus de primitives de surfaces élémentaires que le niveau $n-1$.

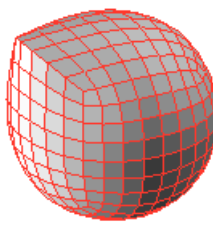
Il est rare (et inutile) dans la pratique de produire des niveaux supérieurs à 4 ou 5. Les méthodes de subdivision adaptative de surface permettent de limiter la prolifération de surfaces en ne subdivisant que les primitives qui le requièrent (voir §3.5)

2-3-4 La Tension des arêtes de la Cage

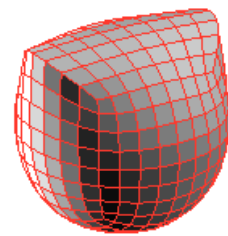
La **Tension** (aussi appelée « *sharpness* » dans le jargon technique) permet d'obtenir des variations particulières des surfaces. En attribuant une tension sur les arêtes de la cage, on agit comme un aimant sur la surface finale. La tension agit comme un retardateur du lissage et un attracteur de la surface. On applique en quelque sorte une simple subdivision linéaire sur les niveaux inférieurs à la tension, et un lissage de Stam-Loop sur les niveaux supérieurs.



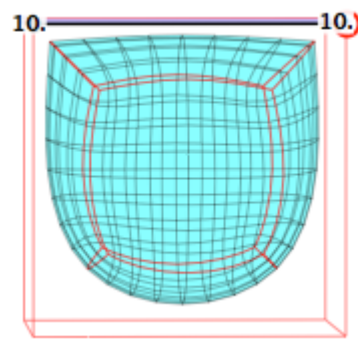
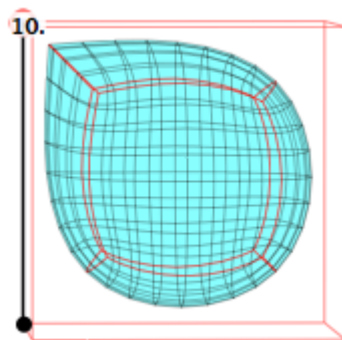
Arêtes portant une Tension



Une arête tendue

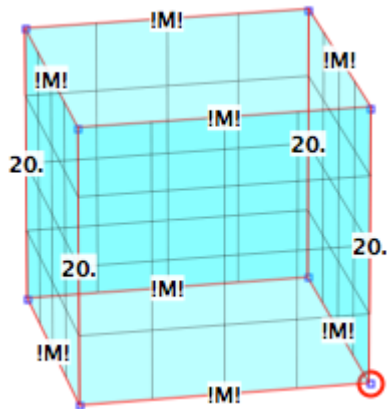


2 arêtes tendues

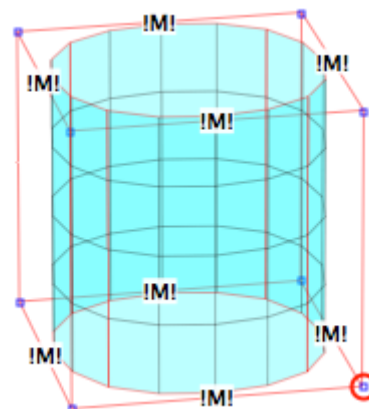


- Toutes les arêtes de bordures (1-manifold, arêtes sur le profil d'ouverture de la Cage, bordures), ont toujours une tension maximale (ou infinie) non réglable.
- Lorsqu'une tension T sur une arête est maximale (ou infinie), on y appliquera toujours une règle tendue (cas des bordures).
- Lorsqu'un sommet a 3 des arêtes qui l'entourent de tensions supérieures au niveau courant, le sommet est invariant (ses coordonnées spatiales sont inchangées). On parle de « coins ».

En bordure d'un cube dont on a retiré 2 faces opposées, la tension est (automatiquement) maximale, et le cube devient un cylindre.

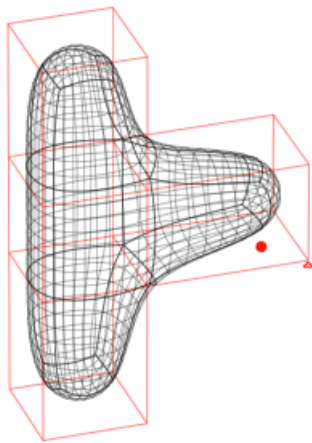


Cage fermée à 6 Faces

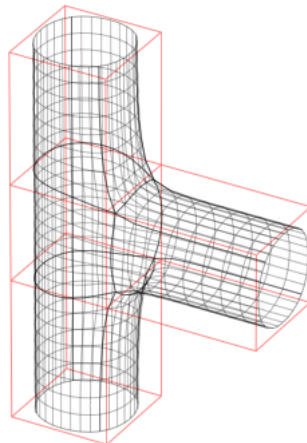


Cage ouverte dessus/dessous

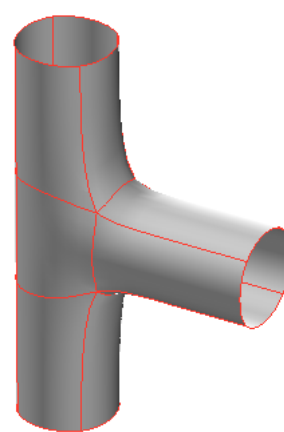
La tension permet d'effectuer simplement et à moindre frais, par exemple, des opérations complexes de plomberie :-)



Tension 0 partout



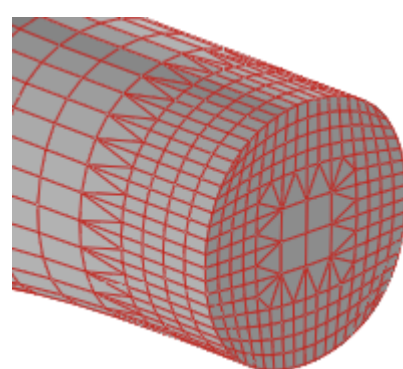
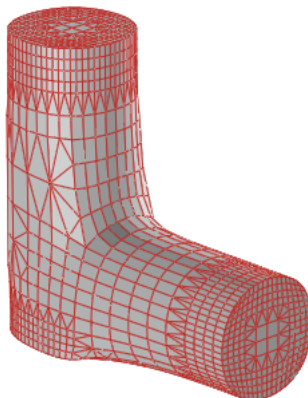
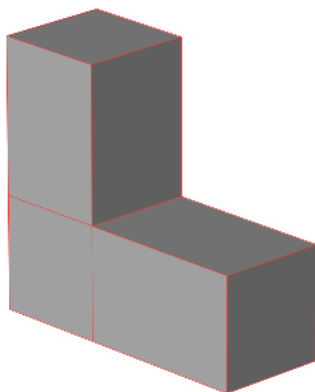
Tensions ajustées



Résultat

2-3-5 Subdivisions adaptative

Il est possible d'ajouter un procédé limitant la complexité de la subdivision et de concentrer l'effort de subdivision là où c'est réellement nécessaire. L'utilisateur peut spécifier une tolérance dimensionnelle, déterminant ou non la planéité d'une surface, dont l'algorithme de subdivision adaptative va se servir afin de limiter la subdivision.

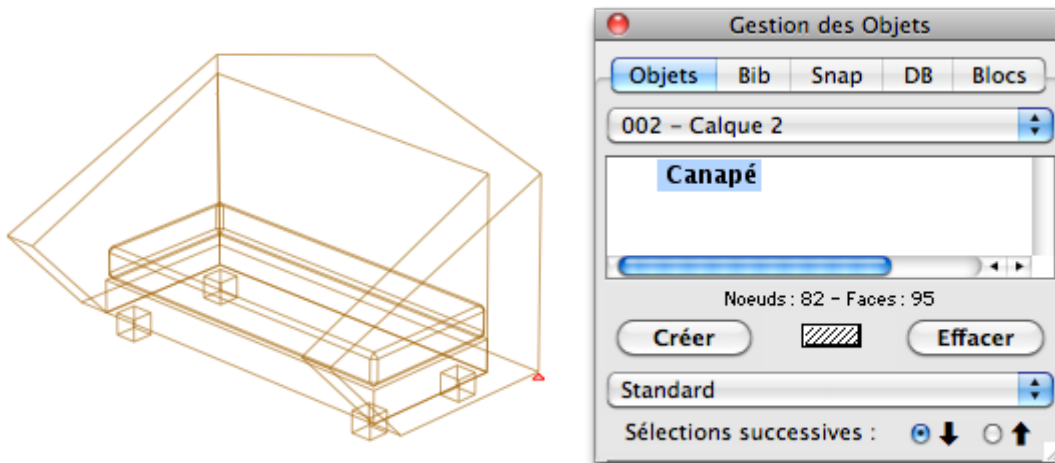


Dans l'exemple ci-dessus on constate que la subdivision est stoppée à un niveau faible dans les zones relativement planes, et que l'algorithme se charge de gérer intelligemment les raccords entre surfaces subdivisées et surfaces invariantes. Cette puissante méthode permet d'utiliser des niveaux de subdivision élevés pour raffiner des formes complexes, tout en optimisant le surfacage.

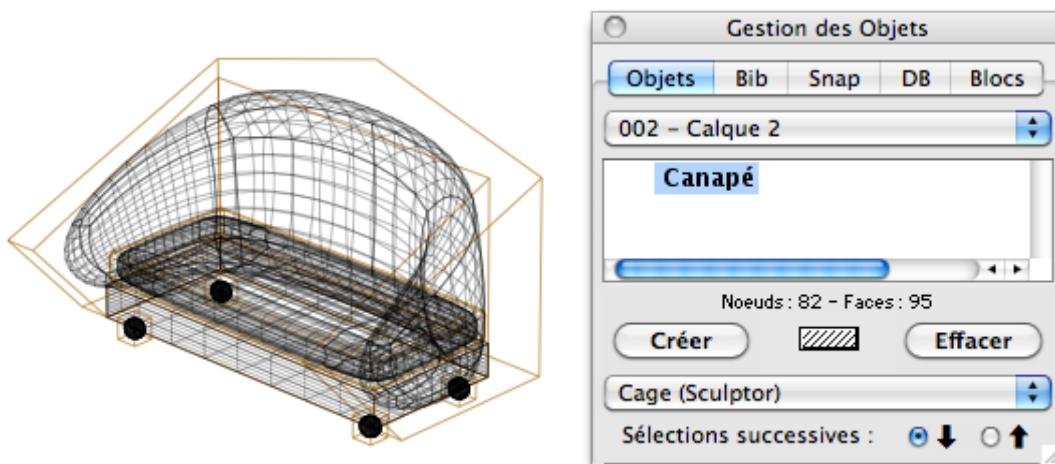
2-3-6 La Cage dans 3D Turbo

Dans 3D Turbo, une **Cage** est simplement un objet polygonal facetté du répertoire qui porte le type « **Cage** », constitué essentiellement de facettes quadrangles, triangles et/ou polygones.

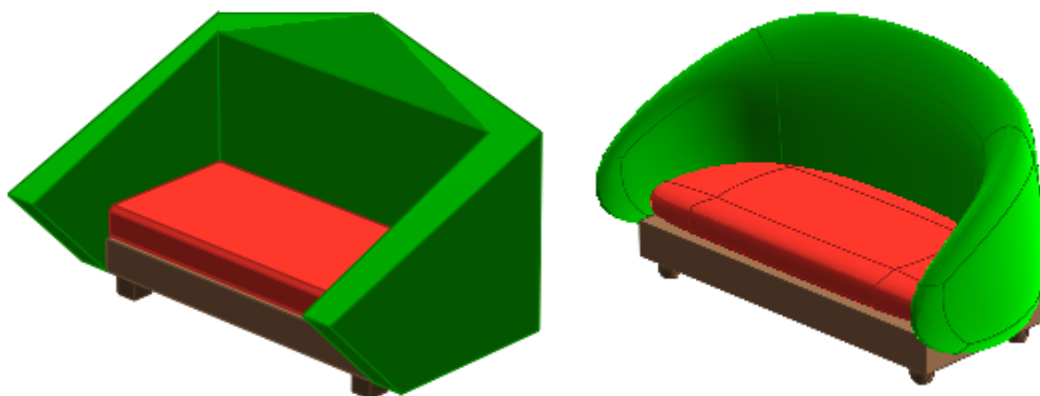
Par conséquent, tout objet de 3D Turbo peut devenir instantanément une cage, simplement en changeant son type en « **Cage** », et le système de visualisation de 3D Turbo prend immédiatement en charge la visualisation des Surfaces.



Un objet « Standard » de 3D Turbo



Le même objet retypé en « Cage »



Visualisation OpenGL

Créer une Cage

Pour créer des Cages vous disposez des tous les outils géométriques de 3D Turbo, augmentés de ceux qui sont décrits dans ce chapitre, à savoir :

- Quadrangulation
- Percements complexes
- Percement + Extrusions avec nombreuses options
- Biseautage
- Raccord
- Push / Pull – Pousser / Tirer des surfaces
- Tubage sectionnel – Quand on y a goûté, on devient fan !
- Coupe Annulaire – Un subdiviseur précis de surface maillée
- Editeur de Maille – Pour régler tous les détails d'une cage (niveau, tension, raccords,...)
- Modénature – La coupe annulaire multiple interactive

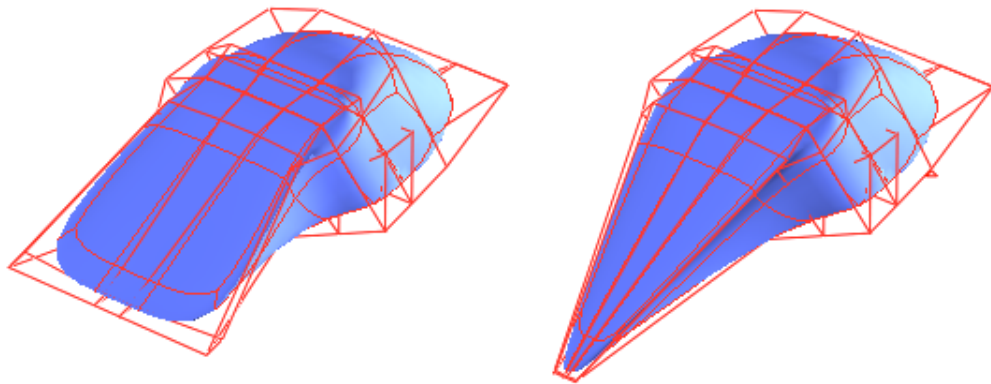
Une Cage peut être ouverte ou fermée. Les Normales de ses faces sont indifférentes. Ses Faces peuvent être gauches (= non planes !)

Modifier une Cage

Pour modifier des Cages vous disposez des tous les outils géométriques de 3D Turbo, augmentés de ceux qui sont décrits dans ce chapitre.

Toute modification est immédiatement prise en compte par le système de visualisation.

La video que vous pouvez [consulter ici](#) montre bien la construction et les modifications d'une Cage.



Geler une Cage

« **Geler** » une cage consiste à la remplacer par la surface maillée qu'elle engendre.

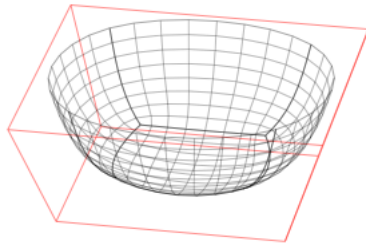
En gelant une cage, on crée un nouvel objet standard facetté.

On veillera donc à bien adapter le niveau et le type de subdivision pour éviter toute prolifération inutile de Faces.

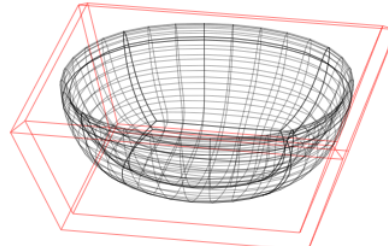
Pratiquement, il est inutile de Geler une cage (ou toutes les cages du modèle 3D) , sauf dans les cas suivants :

- On souhaite faire des opérations booléennes avec l'objet surfacique
- On doit transmettre le modèle 3D en DWG , OBJ ou STL

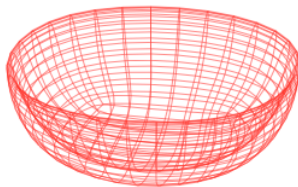
Le maillages gelés résultant sont automatiquement orientés correctement dans le sens matière et immédiatement utilisables dans les opérations booléennes.



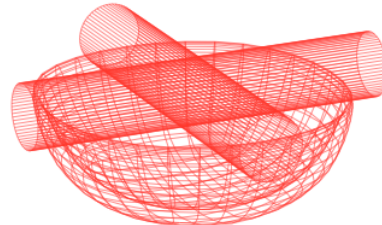
Cage simple



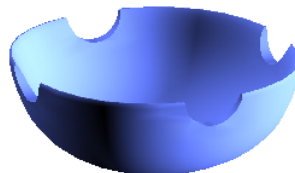
Cage améliorée (Double peau)



Cage gelée donnant un objet maillé

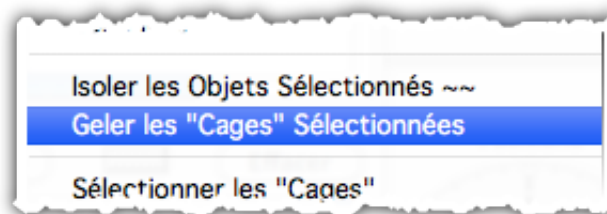


Préparation opération booléenne



Résultat

Pour geler une cage, sélectionner l'Objet correspondant et utiliser le menu contextuel sur la liste des Objets dans le Gestionnaire d'objets :



Pour geler toutes les cages du modèle en cours, cliquer dans l'icône



Geler les Objets maillés (?)

Visualisation des Surfaces

On aura compris que, lorsqu'elles ne sont pas gelées, les Surfaces maillées sont générées au vol en temps réel . Ainsi, les objets les plus complexes ne consomment strictement rien en terme de mémoire ! On aura donc intérêt à les garder sous cette forme le plus longtemps possible, sachant que la visualisation OpenGL, ou dans 3D

Turbo *Render* les traite en temps réel.

Dans les vues de travail, on a donc le choix de ne montrer :

- que les cages
- ou
- que les cages et les surfaces maillées qu'elles engendrent.

De plus, en jouant avec la visibilité des Vecteurs, on peut ne visualiser que les Surfaces Maillées en masquant les cages

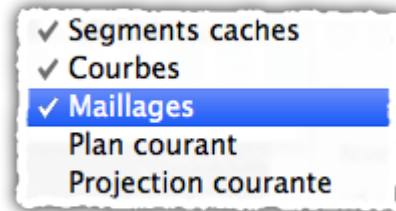
Pour visualiser les surfaces maillées (c'est à dire des Cages déclarées comme telles) :

- cliquer dans l'icône

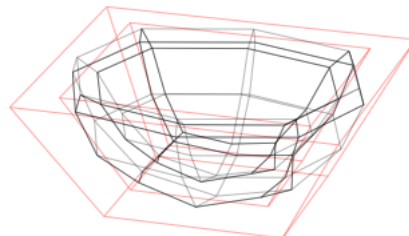
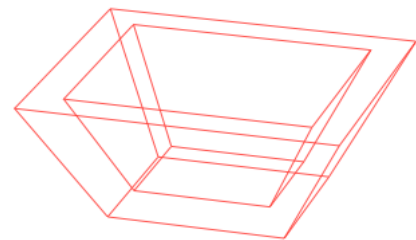
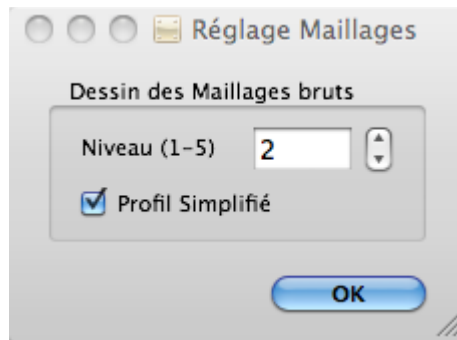


ou

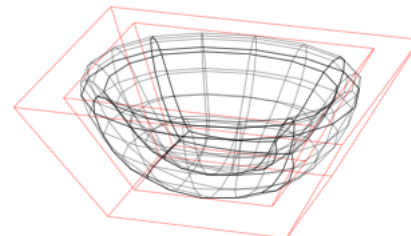
- cliquer dans le menu **Vues / Maillages**



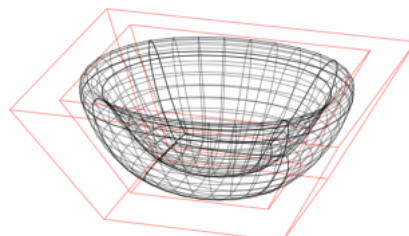
Si les tensions de la cage n'ont pas été modifiées et enregistrées dans l'objet correspondant, on peut ajuster la visualisation en faisant un clic droit dans l'icône



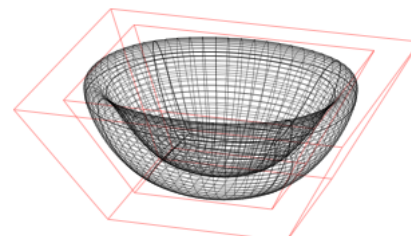
niveau 1



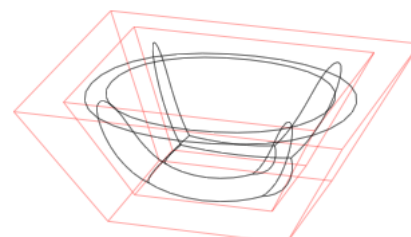
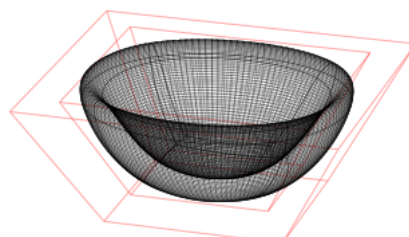
niveau 2



niveau 3



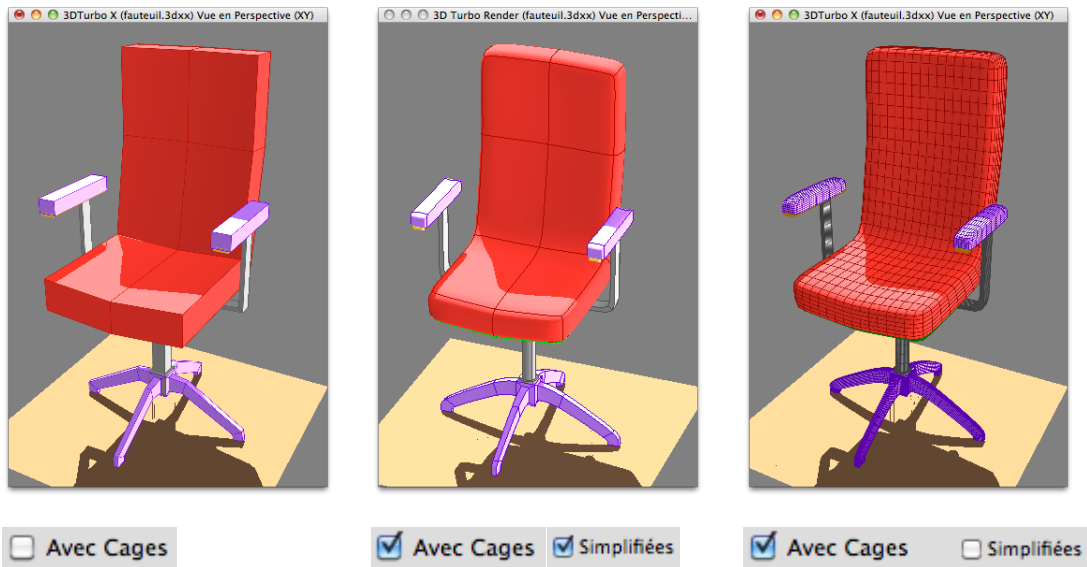
niveau 4



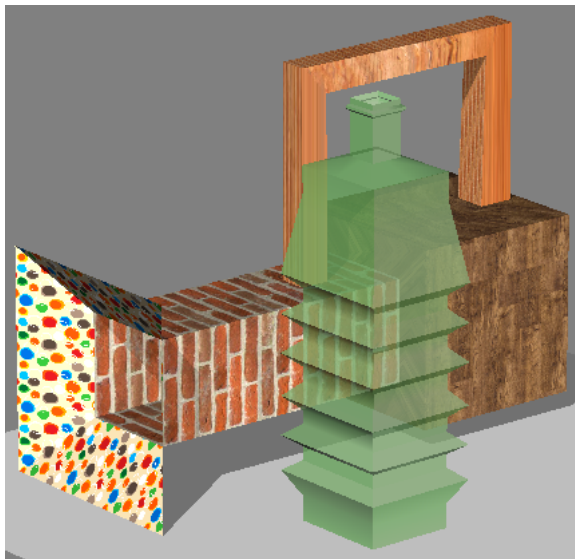
niveau 5

Profil simplifié

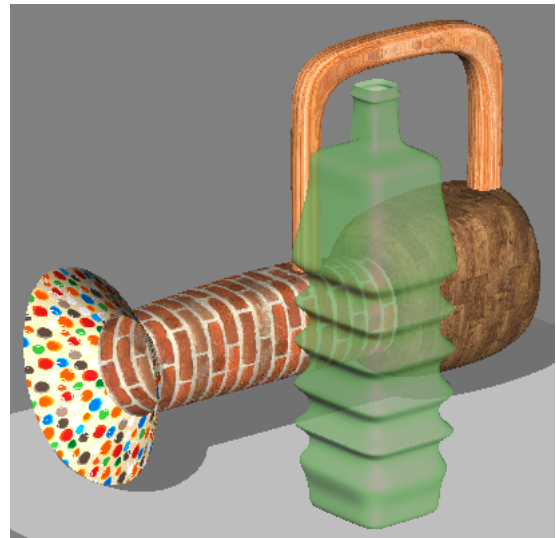
En rendu OpenGL, le pilote permet également de choisir le type de rendu souhaité pour les Cages. Consulter le [Chapitre 32 Le rendu OpenGL Temps Réel](#)



Les maillages héritent des toutes les propriétés de leurs cages : Couleur, Textures, Transparence, quel que soit le mode de visualisation



Cages texturées



Maillages correspondants héritant des textures

2-3-7 Conclusion

En guise de conclusion voici un récapitulatif de quelques éléments fondamentaux à assimiler et à conserver en mémoire lors des opérations sur les subdivisions de surface :

MODELISATION

Les modifier, c'est modifier la forme globale des surfaces :

- Les sommets de la cage,
- L'organisation du réseau de connexions dans le maillage de la cage,
- la tension sur les arêtes de la cage.

VISUALISATION

Sans incidence sur la forme globale des surfaces, mais avec un impact sur le nombre de primitives et la finesse de la forme :

- le niveau de subdivision
- la tolérance métrique pour la subdivision adaptative

MEMO

- Il est préférable de procéder par une approche « *top-down* », c'est à dire de commencer par définir la forme globale des objets avec une cage grossière, et d'affiner progressivement les modifications en générant des cages de plus en plus fines (par subdivision naturellement)
- Les quadrangles ont un pouvoir de représentation supérieur aux triangles. Eviter de trianguler systématiquement les surfaces.
- La tension est toujours infinie sur les bordures d'une cage.
- La manière dont sont connectés les sommets dans un polygone a une incidence sur la forme d'un objet.
- Pour qu'un sommet reste « immobile » lors de la subdivision, il faut qu'au moins 3 des arêtes qui y sont connectées soient de fortes tensions.

Avec les subdivisions de surfaces, on dispose d'un puissant outil de modélisation de surfaces courbes. En respectant les quelques contraintes entre-aperçues dans ce chapitre, l'imagination est au pouvoir !!

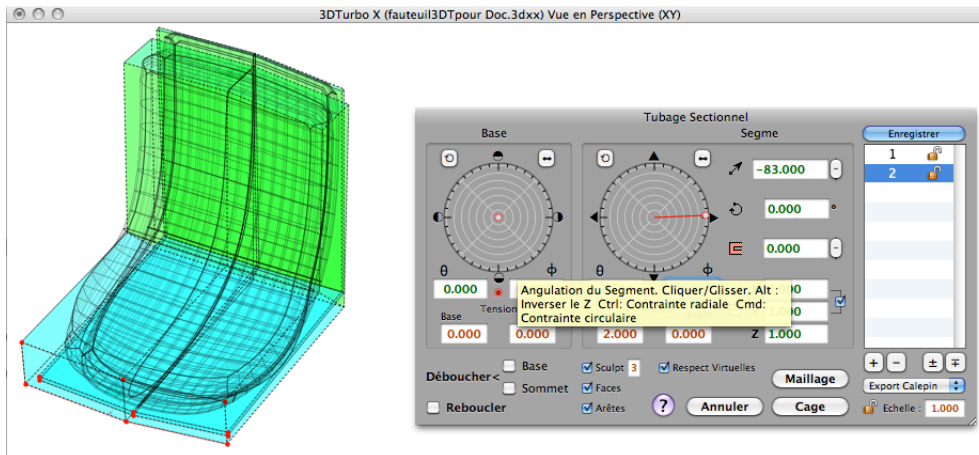
NOTE SUR LE PILOTAGE INTERACTIF DES FONCTIONS

Les fonctions décrites dans les paragraphes suivants sont, pour la plupart, pilotées par une dialogue flottant présentant les options et réglages possibles pour la fonction.

Une prévisualisation DYNAMIQUE des éléments graphiques correspondants est systématiquement réalisée à chaque modification sur les paramètres du pilote.

Pendant l'usage des dialogues de pilotage, toutes les fonctions de visualisation interactive de 3D Turbo sont disponibles, ainsi que la plupart des fonctions de sélection et modifications.

Chaque constituant d'un dialogue de pilotage est équipé d'une [bulle d'aide explicative](#).



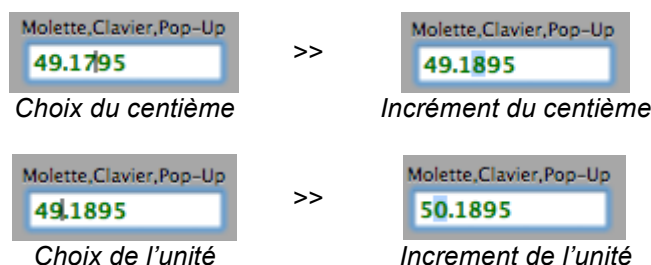
Pilotage à la molette

Tous les champs numériques et potentiomètres utilisés dans les paragraphes suivants fonctionnent soit comme habituellement en entrant des valeurs ou des [formules](#) au clavier, ou par clic droit et [menu des Variables](#) pour introduire une variable, mais aussi en utilisant la molette (sans cliquer) lorsque le curseur passe au dessus d'un élément.

Les variations de valeur des paramètres sont lentes ou rapides selon le digit que l'on choisit.

Pour choisir le digit numérique qui va s'incrémenter, cliquer d'abord à droite de ce digit, pour faire apparaître la barette d'insertion, puis rouler la molette.

Le digit situé immédiatement à gauche est incrémenté, ainsi que ceux de rang supérieur au passage des dizaines. Le digit est également sélectionné lorsqu'il s'incrémente.



Les variations se font en plus ou en moins, selon le sens de rotation de la molette.

Cette manière de piloter l'interface, rapide et sans effort, permet de faire cohabiter les 2 modes de création :

- La création rapide et intuitive (sketching)
- La construction exacte sur des bases numériques précises.

Annuler / Refaire (Undo /Redo)

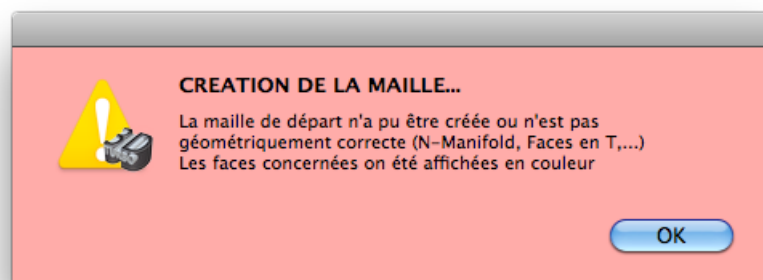
Pendant le cours d'une fonction, toutes les opérations intermédiaires (ainsi que l'opération finale) peuvent être annulées ou refaites à l'aide du menu **Edition / Annuler / Refaire** ou des Equivalents-clavier correspondants (Habituellement ⌘Z et ⌘R)

Erreurs

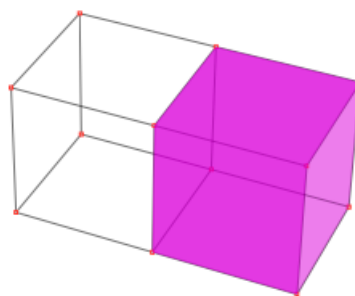
La plupart des fonctions décrites dans les paragraphes suivants nécessitent la présélection d'un ensemble de Points ou de Faces représentant un maillage de base pour la fonction choisie.

Si ce maillage n'est [pas correct](#), un message avertit l'opérateur, soit dans le dialogue de pilotage, soit explicitement par une fenêtre d'alerte.


**Faces n-manifold ou
non triangulables**



Tout ou partie des Faces en cause dans l'erreur sont affichées en couleur :



Aide en ligne

Tous les pilotes sont dotés d'un bouton d'Aide . Cliquer and ce bouton pour ouvrir la documentation utilisateur à la page d'aide de la fonction.

3 - QUADRANGULATION



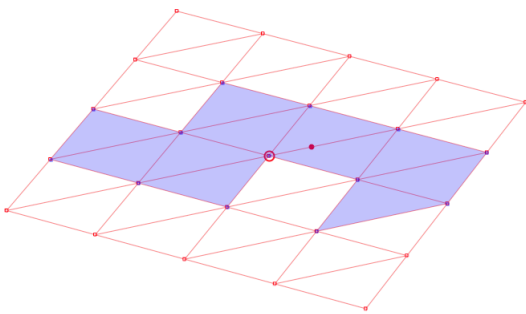
3-1 Quadrangler une Sélection de Faces

Les fonctions de maillage préfèrent les faces quadrangulaires, même si elles acceptent les triangles et les polygones. En effet, les faces quadrangulaires ont un pouvoir de représentation de surface supérieur aux triangles et aux polygones.

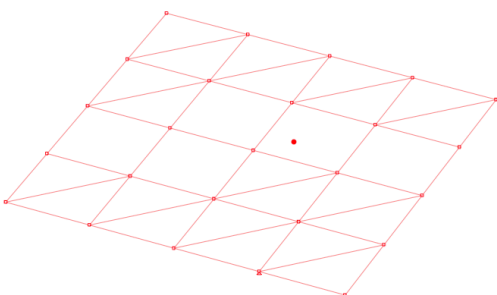
L'outil quadrangulation permet de transformer localement un ensemble de triangles ou de polygones en quadrangles « bien formés ». Par « bien formés » on entend le respect d'un certain nombre de critères géométriques internes au module de maillage, permettant d'assurer une bonne cohésion avec les autres fonctions de ce module. Ainsi, si un triangle est trop trapézoïdale ou dégénéré relativement à un parallélogramme, il n'est pas retenu pour la quadrangulation.

Cet outil est, par exemple, très utile quand il est utilisé préalablement à la coupe annulaire, qui fonctionne mieux sur des quadrangles.

Pour quadrangler :

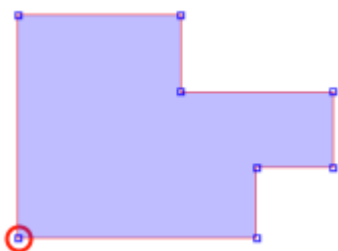


Sélectionner l'ensemble des faces que l'on souhaite quadrangler.

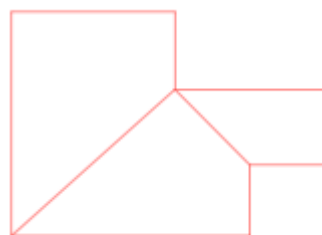


Cliquer sur le bouton de quadrangulation. Les faces sélectionnées apparaissent quadrangulées (si on peut former avec elles des quadrangles de bonne qualité)

On peut aussi quadrangler des polygones :



>>

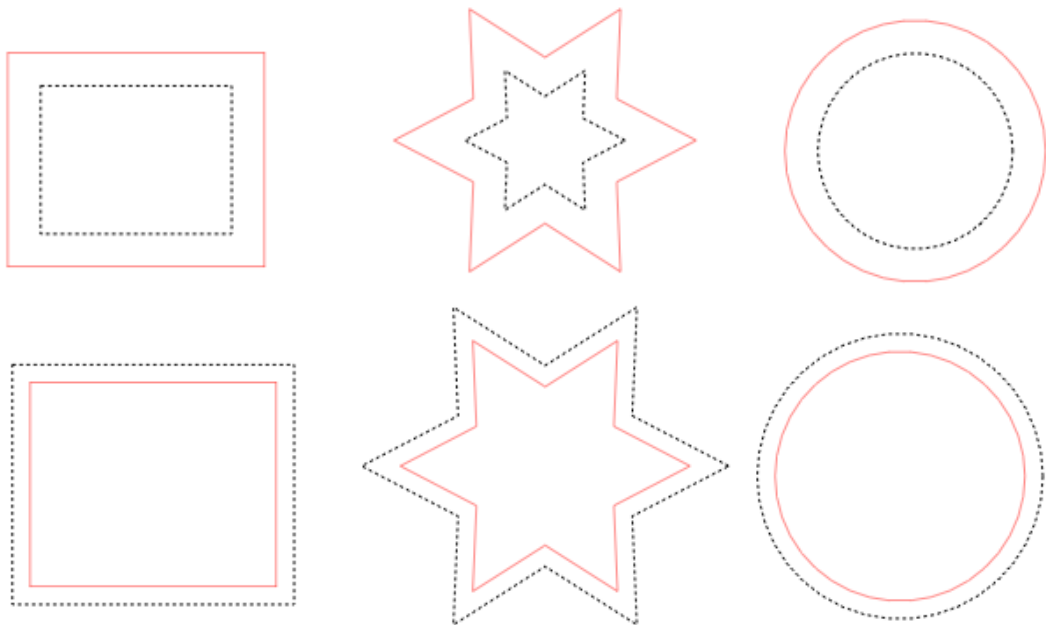


4 – PERCEMENT – PROFIL PARALLELE

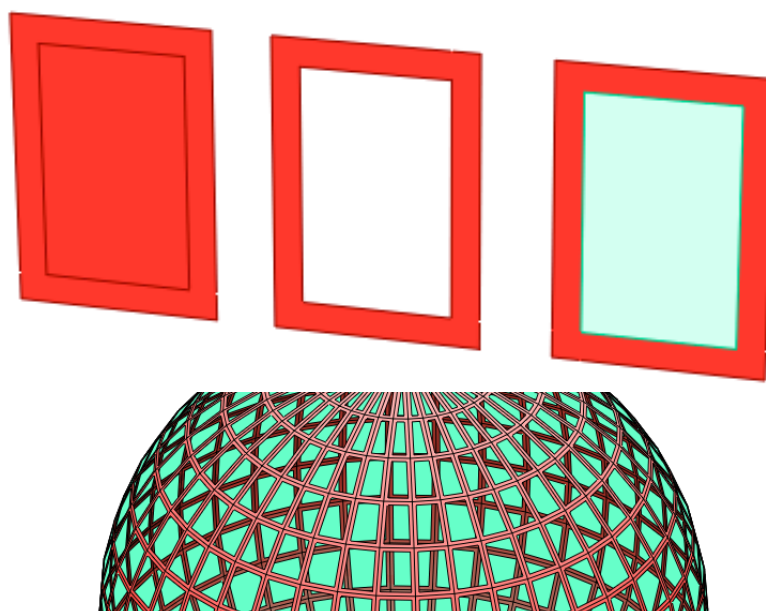


4-1 Percer une Sélection de Faces


La Fonction de Percement réalise un profil parallèle à l'intérieur ou à l'extérieur de chaque face qui lui est soumise, quelle que soit son orientation dans l'espace.

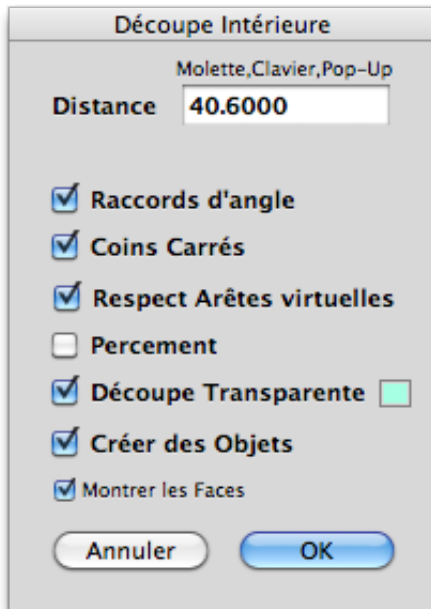


Ce profil est ensuite transformé en trou ou en face (avec options couleur et transparence) et raccordé de diverses manières aux profils des faces de base.



Pour créer un Percement :

- Sélectionner une Face ou un ensemble de Faces jointives ou disjointes
- Cliquer dans l'icône  pour faire apparaître le panneau de pilotage.



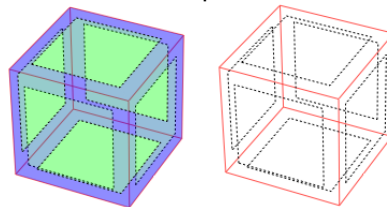
- On entre alors dans un mode interactif (avec retour visuel) dont on peut sortir en cliquant sur **OK** ou **Annuler**.

Pilotez cette fonction avec la molette ou entrant des valeurs numériques tout en observant le résultat produit par les diverses options.

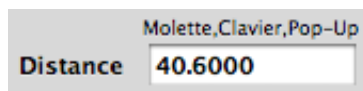
l'option de Visualisation

☒ Montrer les Faces

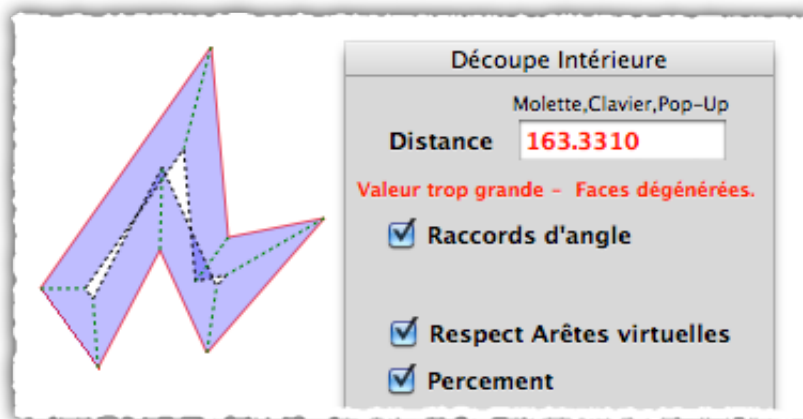
permet de voir les Faces qui seront créées à l'issue du processus



Options de génération:



La **Distance** entre le contour d'une face et le profil de découpe. Selon la forme du contour, certaines valeurs peuvent conduire à des problèmes géométriques. Ces problèmes sont signalés (et visibles sur la pré-visualisation) :



Pour remettre la valeur Distance à Zéro, cliquer sur le mot « **Distance** »

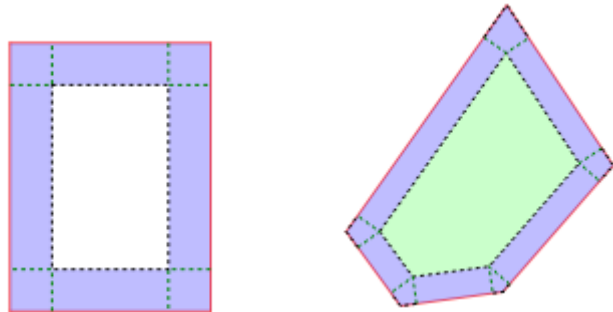
☒ **Raccords d'angle**

L'option « Raccord d'Angles » permet de créer des Segments de raccord réels ou virtuels sur le contour des Faces de raccordement.



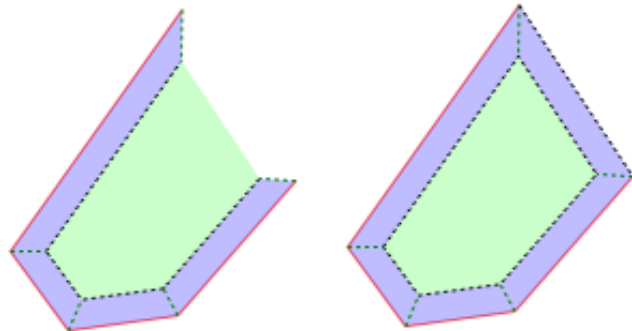
☒ **Coins Carrés**

Les raccords en Coins carrés ne sont possibles que sur les formes convexes.



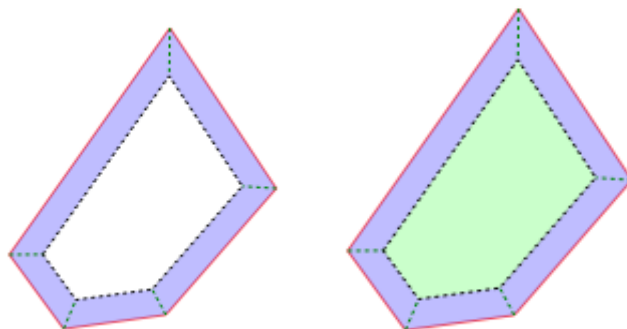
☒ **Respect Arêtes virtuelles**

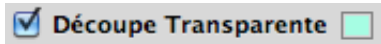
Selon l'état de cette option, les faces de raccordement sont créées ou non sur les arêtes virtuelles des faces



☒ **Percement**

Selon l'état de cette option, la face du profil intérieur est créée ou non.



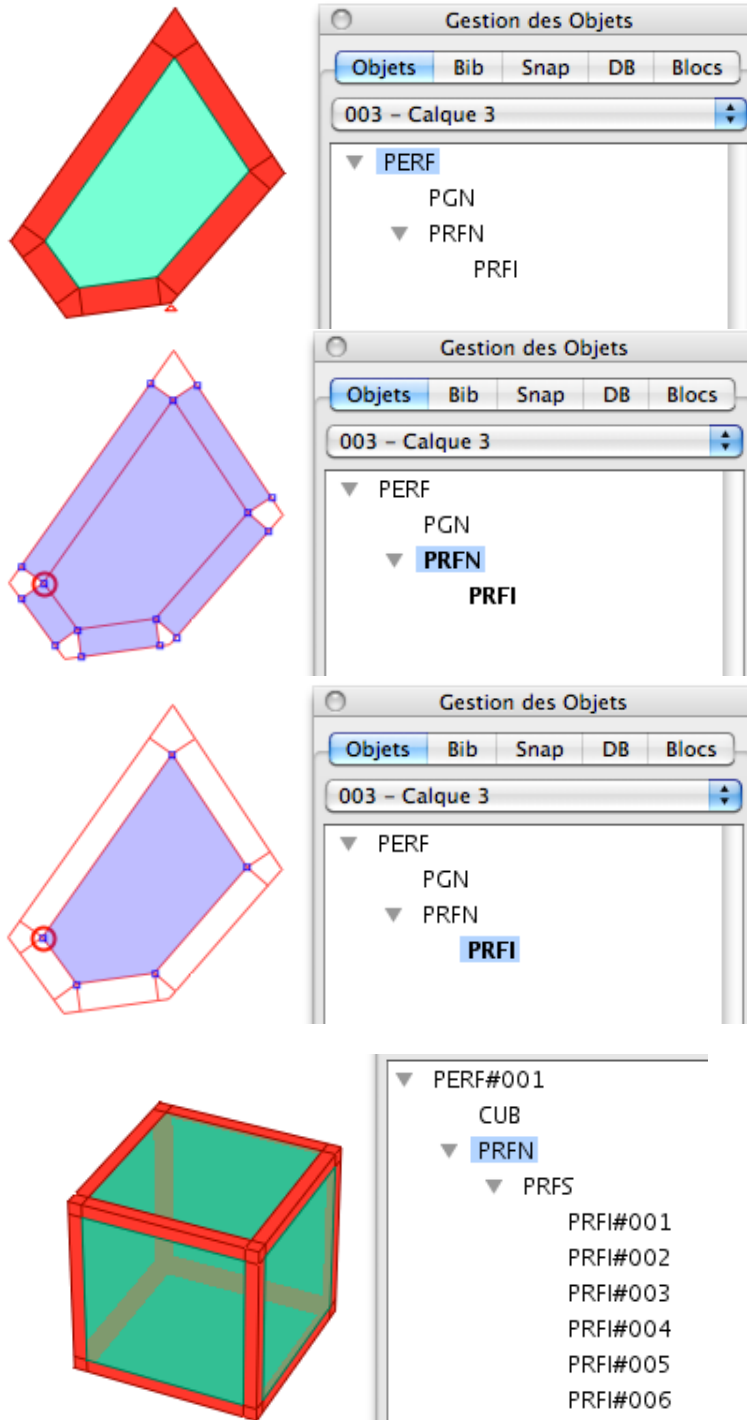


En l'absence de percement, la face interne peut être créée transparente avec une couleur spéciale. Cliquer sur la case couleur pour changer la couleur.



Cette option permet de créer des objets et sous-objets repérant les composants de l'opération de percement.

Partant d'un simple polygone **PGN**, le percement génère un objet père **PERF** et une hiérarchie d'objets **PRFN**, **PRFS** et **PRFI**, très utiles pour sélectionner des parties à modifier.




5 – PERCEMENT / EXTRUSION

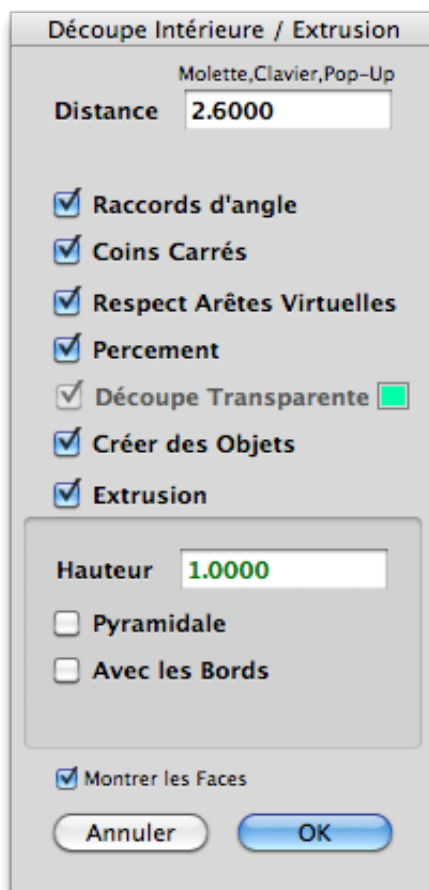


5-1 Percer / Extruder une Sélection de Faces

La partie Percement de cette fonction est strictement identique à celle du [§ 4 ci-dessus](#)

Pour réaliser un Percement /Extrusion:

- Sélectionner une Face ou un ensemble de Faces jointives ou disjointes.
- Cliquer dans l'icône de la fonction  pour faire apparaître le panneau de pilotage.



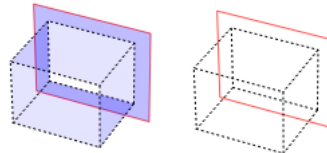
On entre alors dans un mode interactif (avec retour visuel) dont on peut sortir en cliquant sur **OK** ou **Annuler**.

[Pilotez](#) cette fonction avec la molette ou entrant des valeurs numériques tout en observant le résultat produit par les diverses options.

L'option de Visualisation

☒ Montrer les Faces

permet de voir les Faces qui seront créées à l'issue du processus



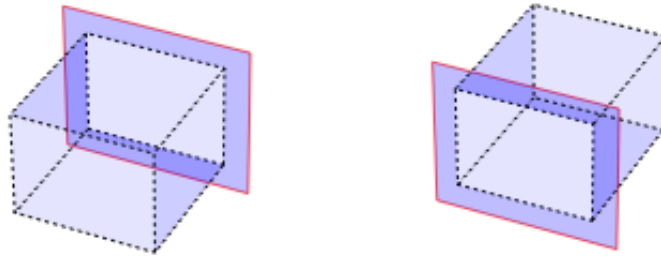
Une variante du panneau extrusion est proposée en cas d'extrusion pyramidale.



Options de génération:

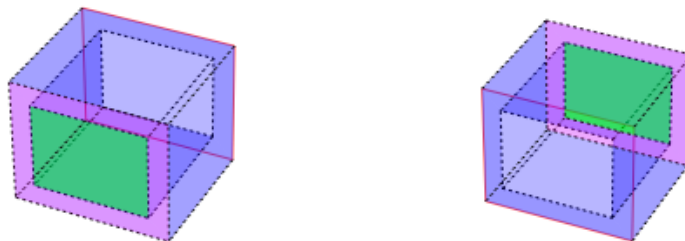
Hauteur

Ce champ règle la «hauteur» de l'extrusion, valeur positive dans le sens de la normale aux faces.



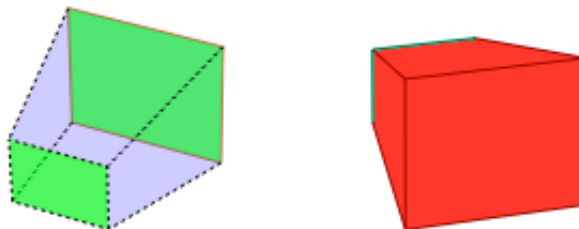
☒ Avec les Bords

Cette option permet d'ajouter les bords à l'extrusion



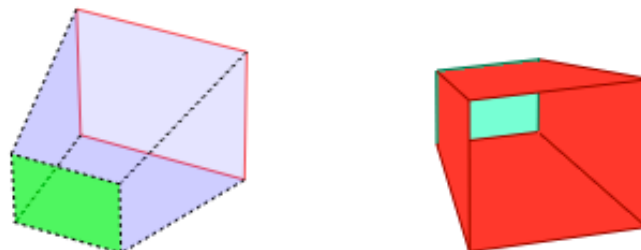
☒ Pyramidale

Cette option réalise une extrusion pyramidale de la face de base vers la face intérieure.

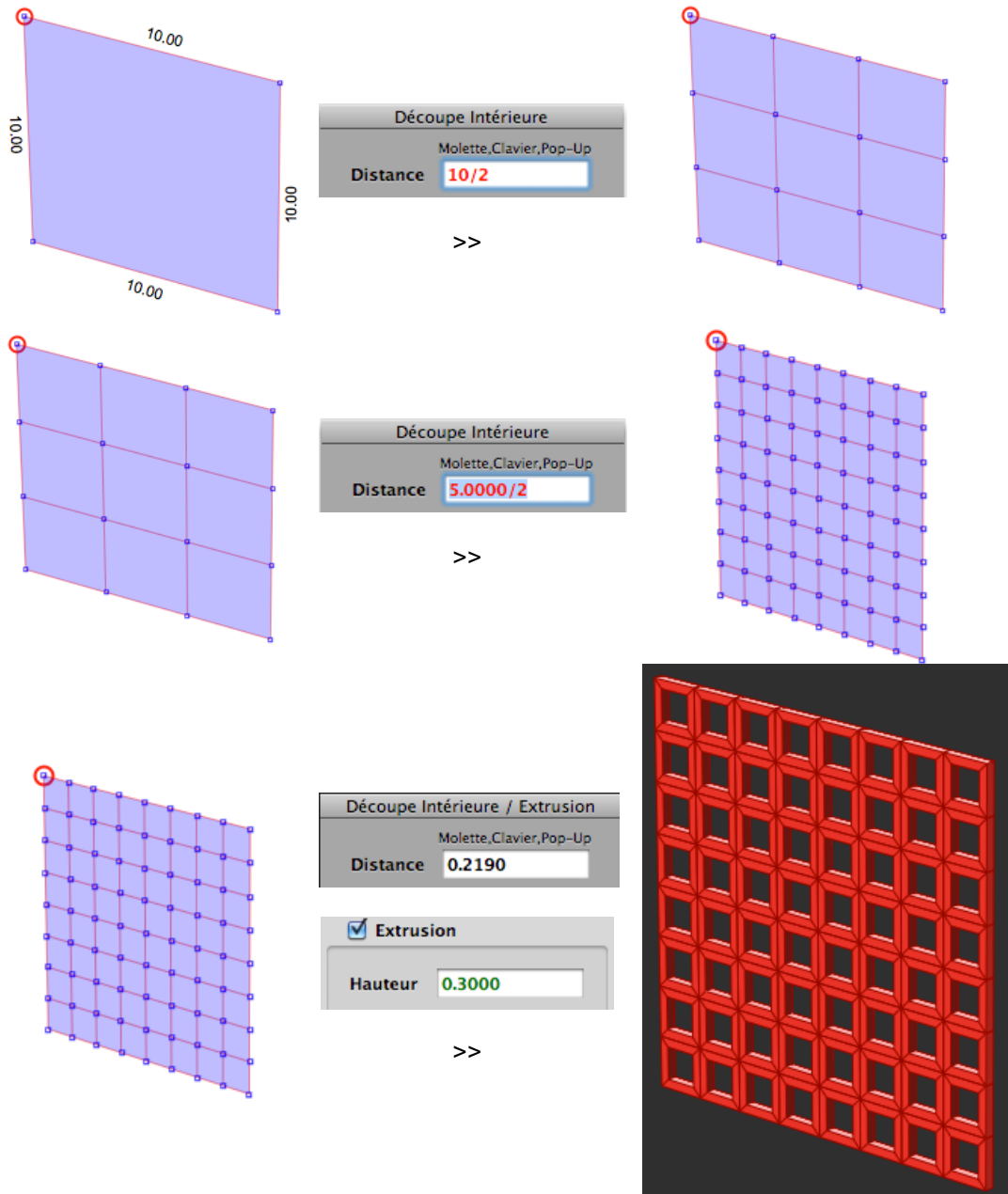


☒ Conserver la Base

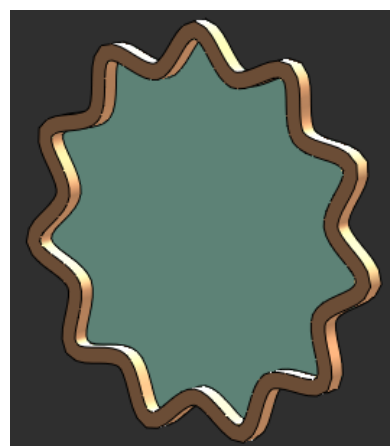
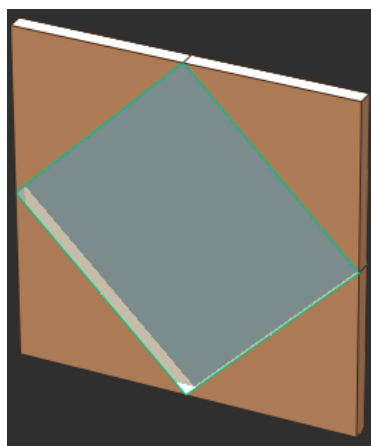
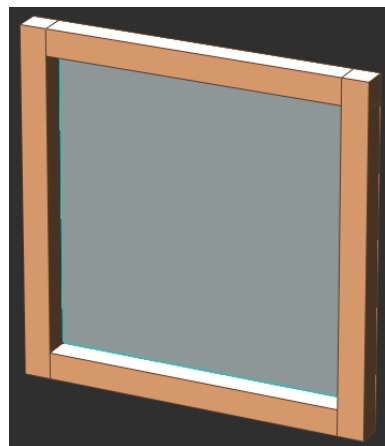
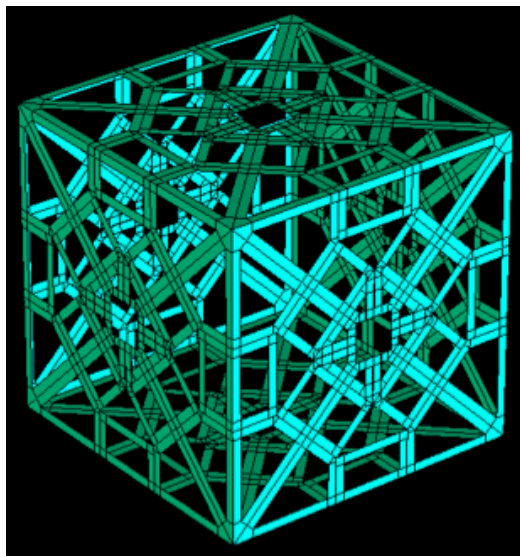
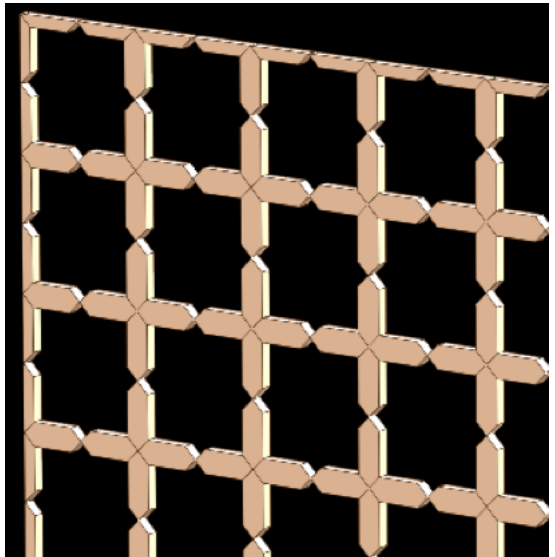
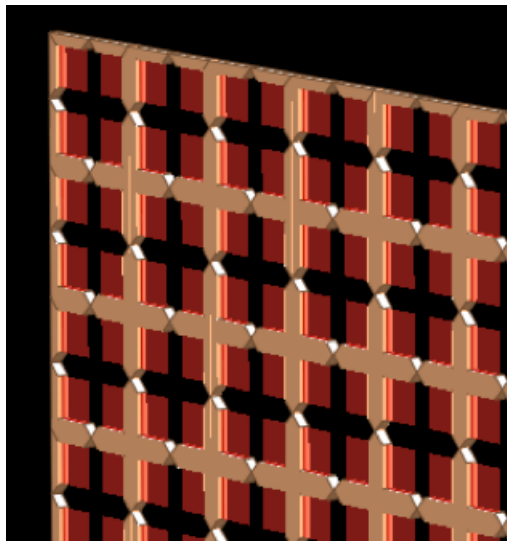
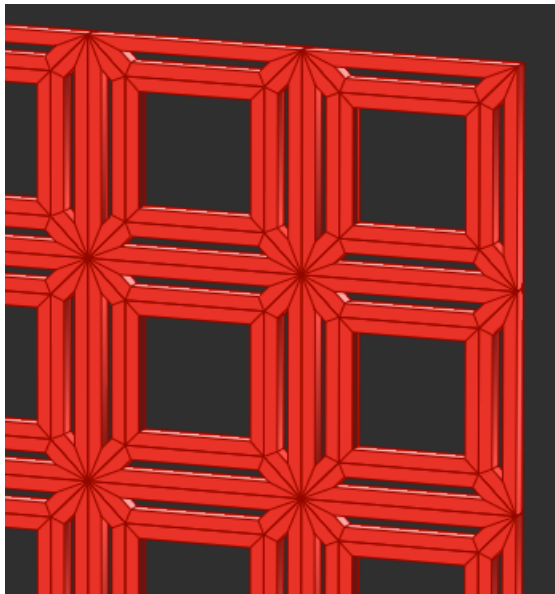
Cette option permet de conserver ou effacer la face de base de la pyramide



Exemples d'utilisation:



Toutes sortes d'autres motifs sont possibles en choisissant bien le jeu de faces et les paramètres :

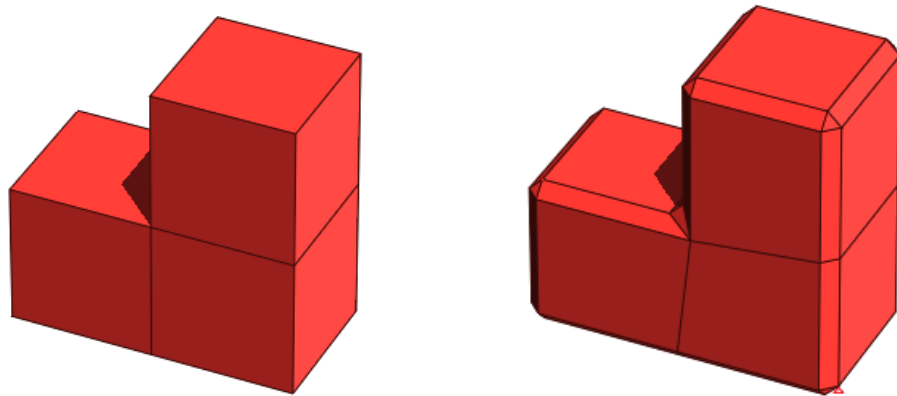


6 – BISEAUTAGE

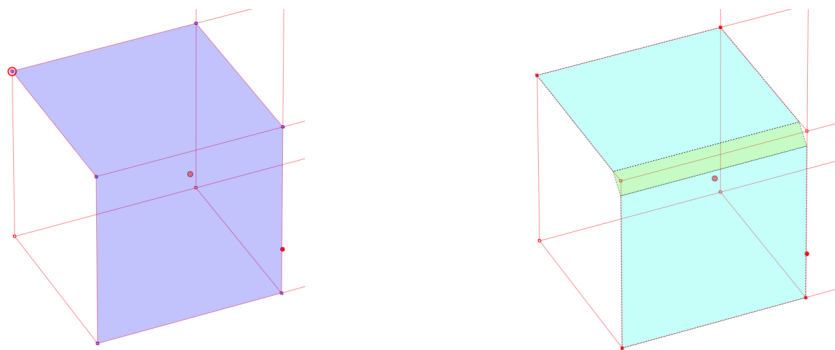


6-1 Biseauter une Sélection de Faces

La fonction de biseautage permet de pratiquer une découpe en biseau « intelligente » (la fonction tient compte de la planéité des groupes de facettes) le long des arêtes d'un maillage :



Le biseau est effectué uniquement sur les arêtes communes aux faces contenues dans la sélection :




Pour créer un biseau :

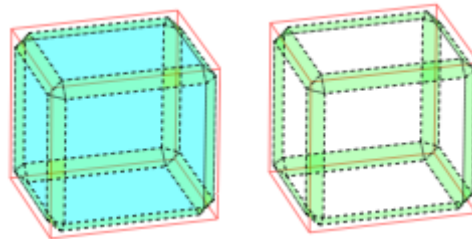
- Sélectionner un ensemble de Nœuds ou un ensemble de Faces.

Si la sélection n'est constituée que de nœuds, la fonction recherche l'ensemble des faces contenues dans cet ensemble de nœuds.

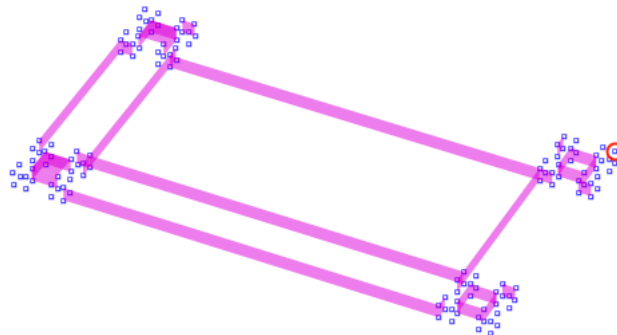


- Cliquer dans l'icône de la fonction  pour faire apparaître le panneau de pilotage.
- On entre alors dans un mode interactif (avec retour visuel) dont on peut sortir en cliquant sur **OK** ou **Annuler**.

Pilotez cette fonction avec la molette ou entrant des valeurs numériques tout en observant le résultat produit par les diverses options

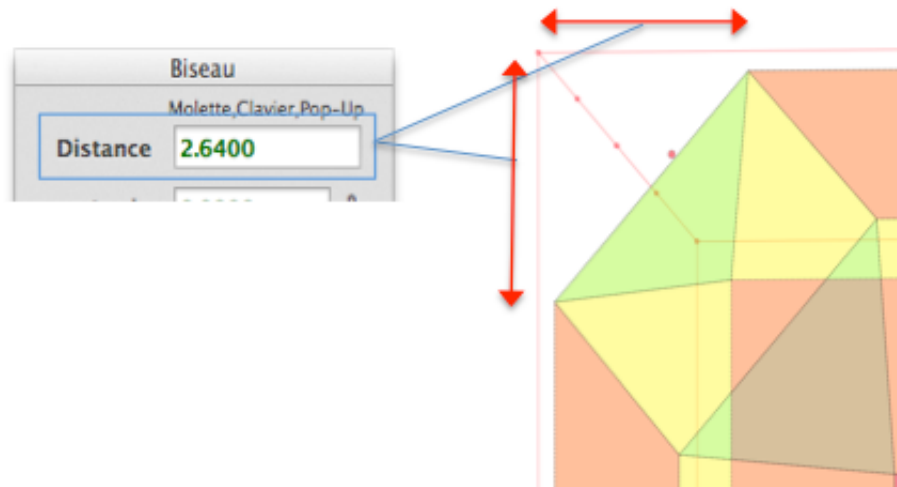


Si la sélection de départ n'est pas correcte, un message est affiché et les faces en cause sont montrées en couleur.

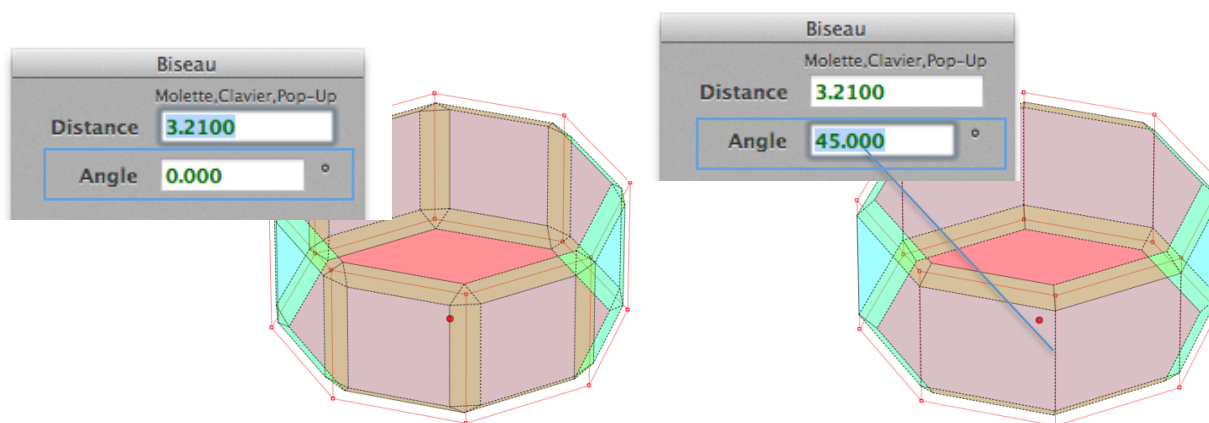


Cliquer sur **Annuler** pour acquitter le message.

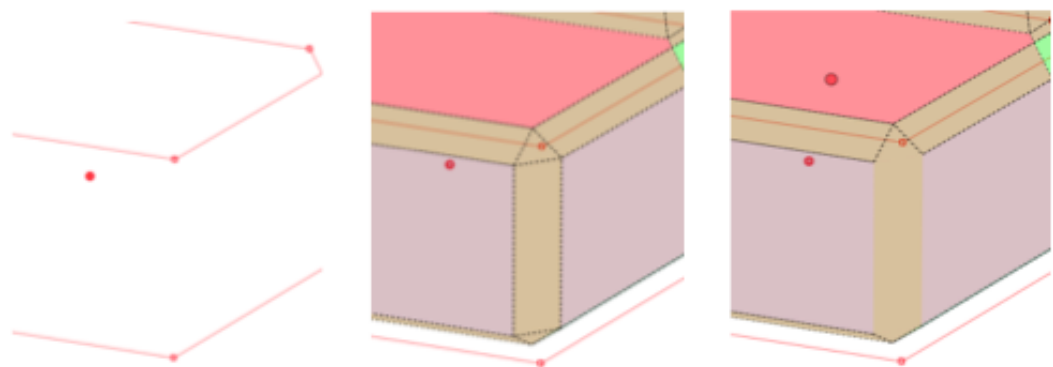
Le champ **Distance**, permet de spécifier la distance (perpendiculaire) de l'arête à la coupe sur chaque face :



Le champ **Angle** permet d'indiquer l'angle entre les normales de 2 faces jointives, au delà duquel une arête doit être biseautée. Avec zéro par défaut, on indique que l'on souhaite un biseau pour toutes arêtes dont les facettes ne sont pas strictement coplanaires :

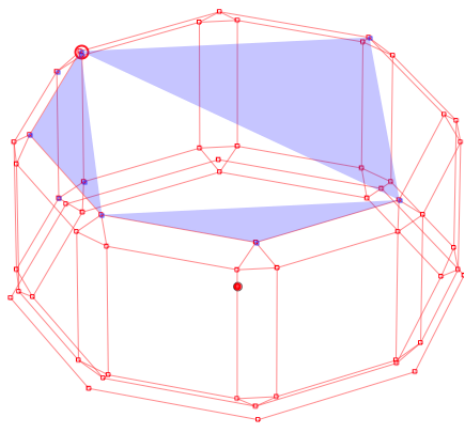


L'option **Respect Arêtes Virtuelles** impose à la fonction de transmettre la virtualité d'une arête à ses arêtes filles (celles qui sont générées par le biseautage) :

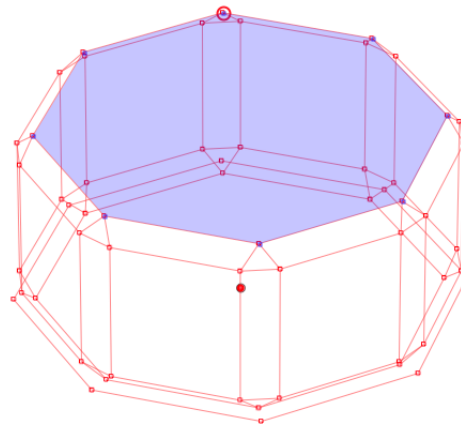


Comme toutes les nouvelles fonctions travaillant sur un maillage, le biseautage effectue une triangulation préalable des polygones. En sortie, la fonction est capable de **fuser les** facettes **coplanaires**, et de reconstituer ainsi des faces polygonales.

Lorsque le bouton est coché, les facettes coplanaires issues du biseautage sont fusionnées quand l'angle formé par leurs normales est inférieur à celui renseigné dans le champ **Planéité**.



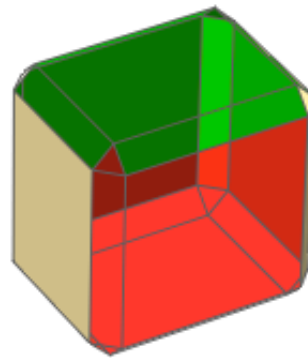
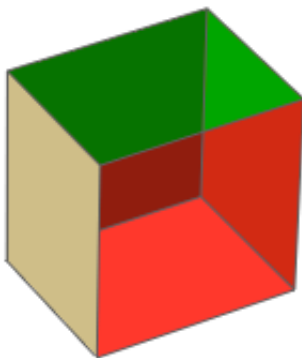
Sans fusion des coplanaires



Avec fusion des coplanaires

Héritages

Les biseaux héritent des couleurs et de la transparence des faces adjacentes aux arêtes biseautées.



Objets

Si la sélection donnée à la fonction de biseautage est un objet complet, le biseau est ajouté à l'objet qui conserve son nom mais perd ses propriétés.

Si la sélection donnée à la fonction de biseautage n'est pas un objet complet, le résultat du biseautage est stocké dans un nouvel objet nommé « **BEVEL** ».


7 – RACCORDS

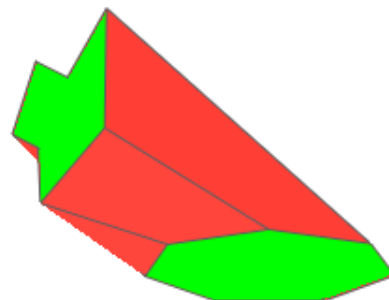
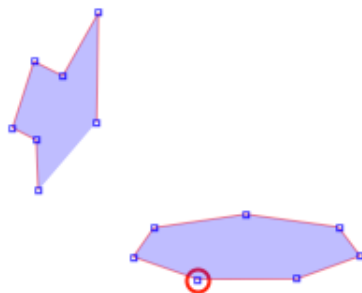


7-1 Raccorder 2 Profils

Cet outil permet de raccorder automatiquement 2 faces disposant du même nombre de sommets. La Fonction se charge de trouver le meilleur compromis de raccordement par des quadrilatères entre les 2 faces.

Pour raccorder 2 faces :

- Sélectionner 2 faces. Si elles possèdent le même nombre de sommets, le bouton devient actif.
- Cliquer dans l'icône de la fonction . Les quadrilatères de raccord sont générés selon les options de la fonction (voir ci-dessous)




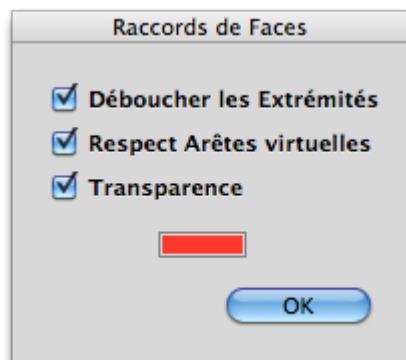
Réglage Raccord de profils#



7-2 Réglage de la fonction de Raccord

Pour régler les options de la fonction de raccord

- Cliquer avec le bouton droit dans l'icône de la fonction . Le dialogue des options est présenté :

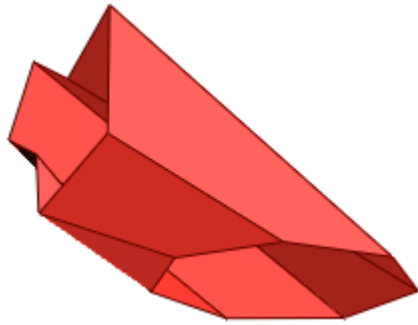


Déboucher le Extrémités permet d'éliminer les faces sources, créant ainsi un tube ouvert.

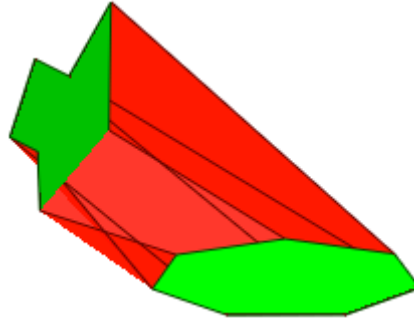
Respect Arêtes virtuelles permet de ne pas générer de faces de raccord lorsque l'une des arêtes de l'une ou l'autre des faces sources est virtuelle.

Transparence permet de générer des faces de raccord transparentes.

Le contrôle de **Couleur** permet de choisir la couleur de faces de raccord.

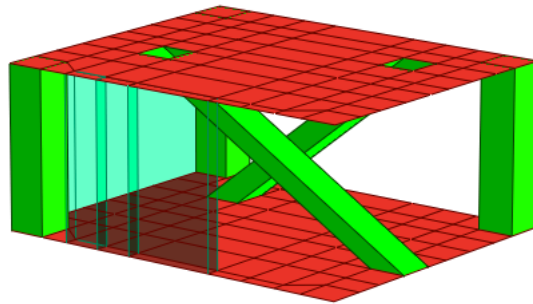
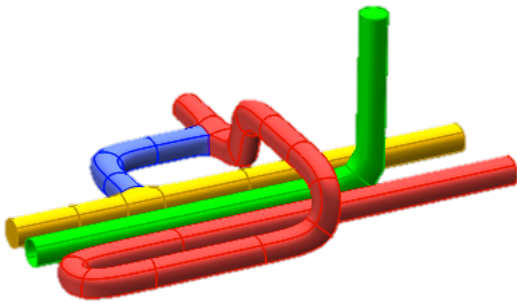


Raccord débouché



Raccord transparent avec arêtes virtuelles

Cette fonction est particulièrement utile lorsque vous souhaitez reconnecter rapidement 2 tubes (par exemple en combinaison avec la fonction de coupe annulaire préalablement à un tubage sectionnel) , ou des surfaces (en combinaison avec le fonction de modénature.



8 – PUSH / PULL



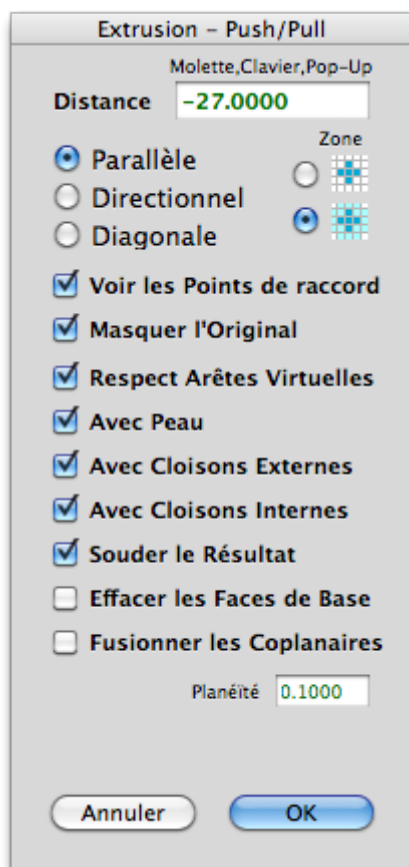
8-1 Pousser / Tirer une Sélection de Faces


Les outils de Push / Pull permettent de tirer ou pousser un groupe cohérent de faces, en générant éventuellement des cloisons le long du profil extérieur de ce groupe de faces.

Pour réaliser un **Pousser / Tirer**

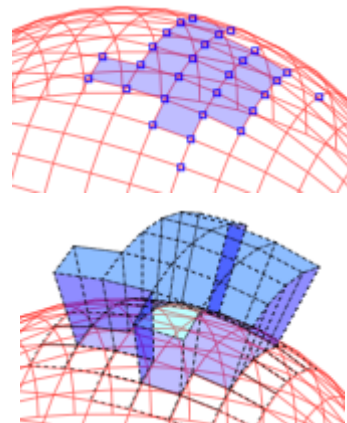
- Sélectionner un ensemble de Nœuds ou un ensemble de Faces.

Si la sélection n'est constituée que de nœuds, la fonction recherche l'ensemble des faces contenues dans cet ensemble de nœuds.

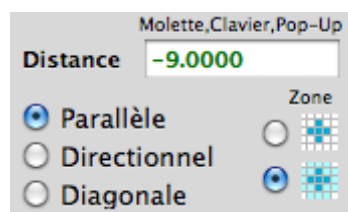


- Cliquer dans l'icône de la fonction  pour faire apparaître le panneau de pilotage.
- On entre alors dans un mode interactif (avec retour visuel) dont on peut sortir en cliquant sur **OK** ou **Annuler**.

[Pilotez](#) cette fonction avec la molette ou entrant des valeurs numériques tout en observant en temps réel le résultat produit par les diverses options :



Le pilote permet de procéder à 3 types de déplacement :

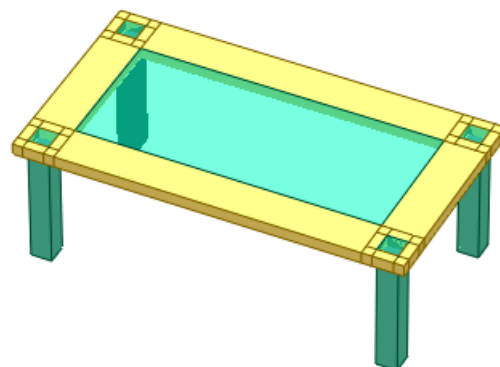
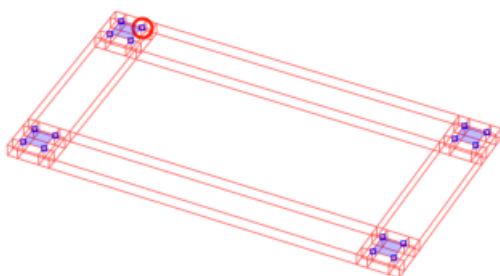
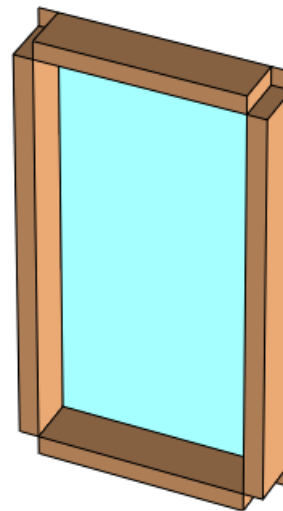
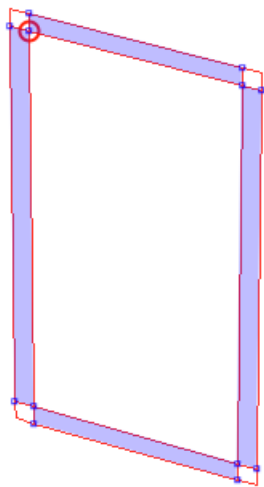
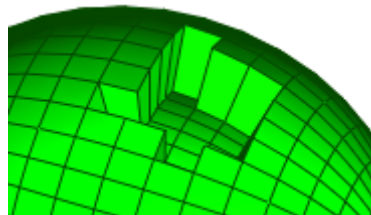
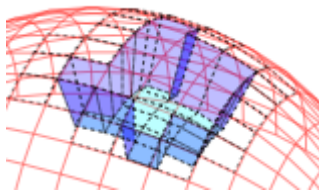
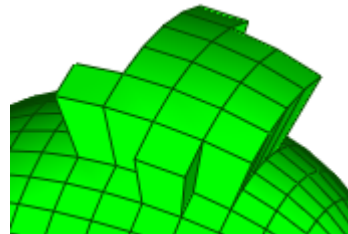
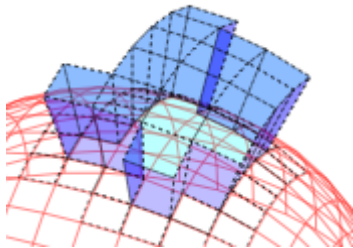


Les éléments et options de générations, communes aux 3 types de déplacement sont :

- La **Distance** : longueur du déplacement selon la direction choisie.

Dans la mesure du possible, 3DTurbo essaye de déterminer une homogénéisation correcte des normales aux facettes, de sorte qu'une valeur positive signifie une dilatation, et une valeur négative une contraction.

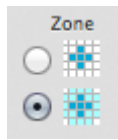
Le déplacement peut donc s'effectuer en plein ou en creux :



Réalisation avec 2 percements et 2 Push /Pull

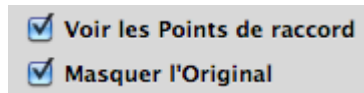
Cliquer sur le mot « **Distance** » pour la remettre à Zéro.

La **sélection ou non de la couronne** (Zone) :

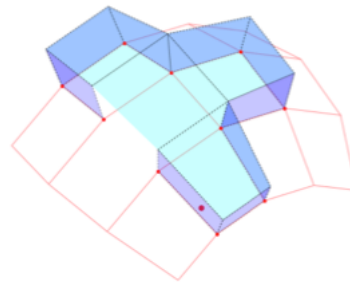
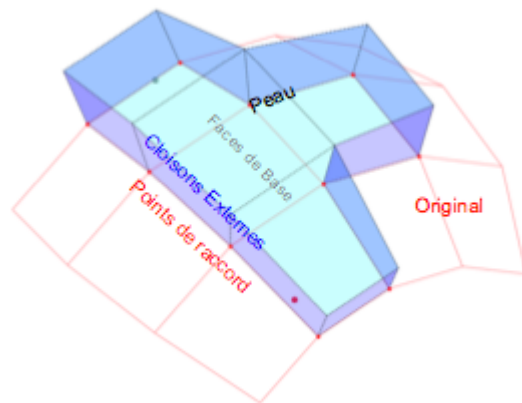
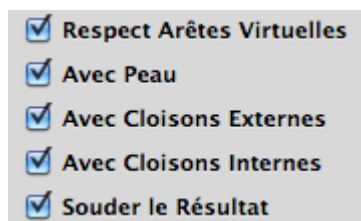


Dans le cas où le bouton de la couronne est sélectionné (2^{ème} choix), les facettes qui bordent la sélection sont aussi envoyées à la fonction (mais non déplacées), ce qui permet de générer des normales correctes dans le cas d'une extrusion **Diagonale** (voir § 6-4). Cela a aussi une incidence sur le typage des cloisons générées.

Les options d'affichage :



Les options de génération:

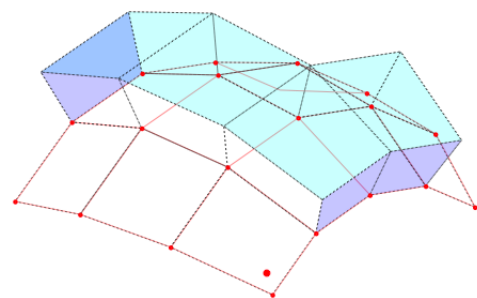


Respect Arêtes Virtuelles :

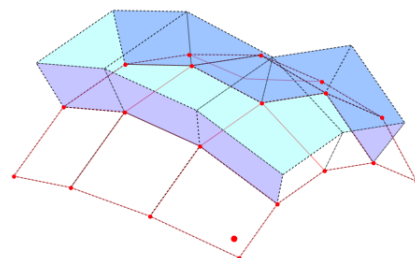
Permet de ne pas générer de cloison au droit d'une arête virtuelle de la sélection de base.

L'option **Cloisons Internes**, n'a de sens que si la couronne autour de la sélection est intégrée (option de « Zone »). Dans cette situation on distingue :

Les **Cloisons Externes** comme étant celles qui sont générées par une bordure



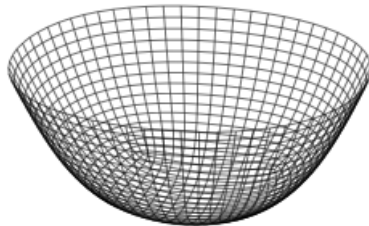
Les **cloisons internes** comme étant celles qui sont générées par la frontière entre facettes sélectionnées et facettes de la couronne



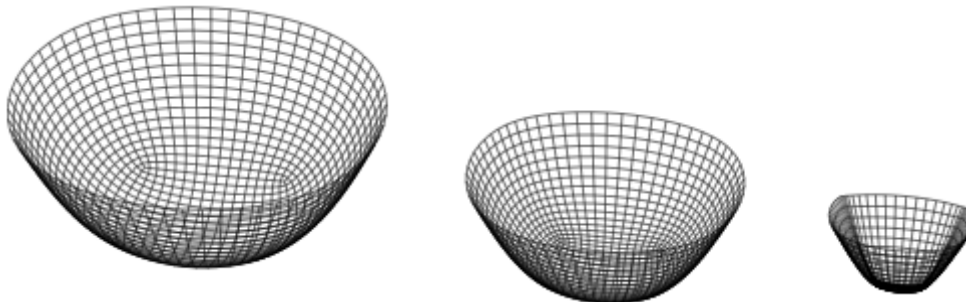


8-2 Push / Pull PARALLELE

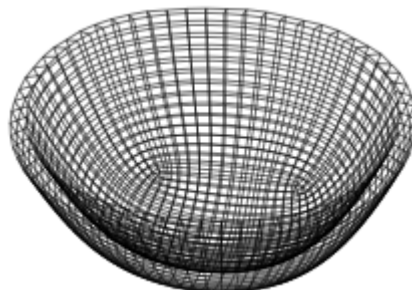
Les facettes constituant la peau sont extrudées parallèlement aux faces de base. La fonction gère les raccords et jonctions de manière à préserver cette contrainte. Le résultat est une contraction ou une expansion de l'objet, sans déformation, avec les diverses options :



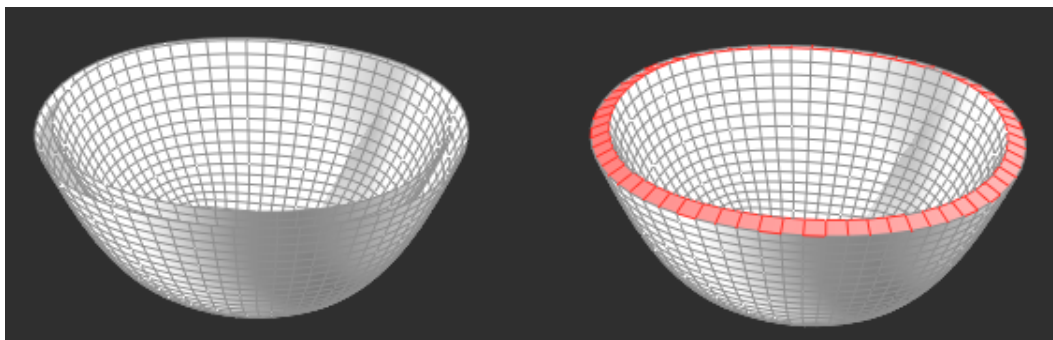
Objet de départ



Série de Push /Pull parallèle avec effacement des faces de base



Push /Pull parallèle en conservant les faces de base

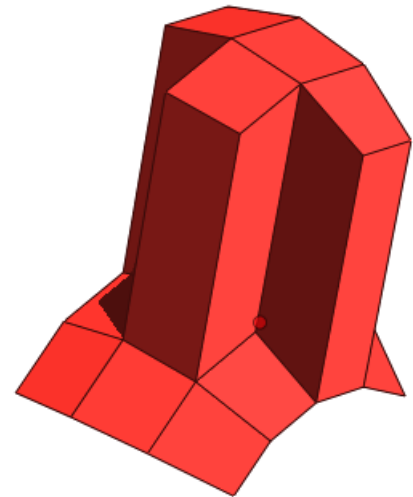
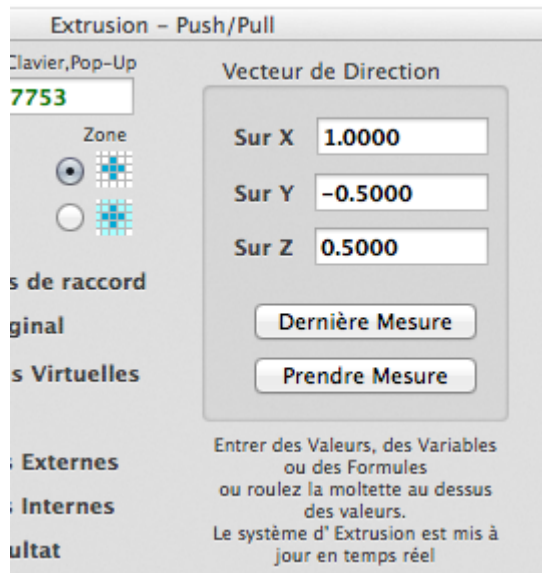


*Push /Pull parallèle en conservant les faces de base
avec et sans cloisons externes*



8-3 Push / Pull DIRECTIONNEL

C'est le mode le plus simple : les sommets des facettes de la peau sont tous déplacés dans la même direction. Un cadre supplémentaire apparaît dans le dialogue afin de saisir le **Vecteur de Direction** (la longueur du vecteur est automatiquement mis à jour dans le champ **Distance**) :

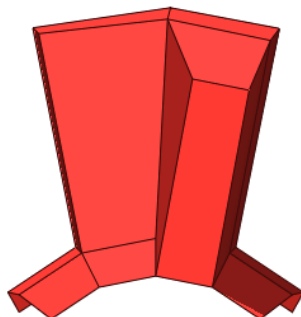


Dernière Mesure et **Prendre Mesure** permettent d'utiliser un bi-point de mesure comme vecteur de Direction (le dernier saisie avant l'appel de la fonction ou un nouveau pendant la session interactive de la fonction Push/Pull).

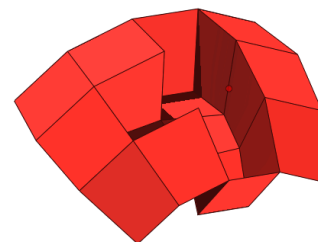


8-4 Push / Pull DIAGONALE

Dans ce mode les directions de déplacement de chaque sommet sont calculées individuellement, comme étant la moyenne des normales de toutes les facettes connectées autour de ce sommet.

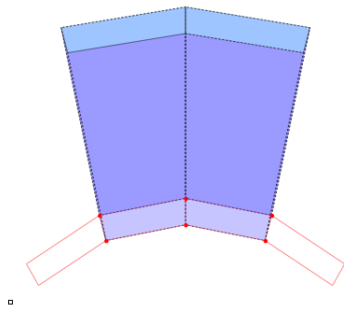


Valeur de Distance positive

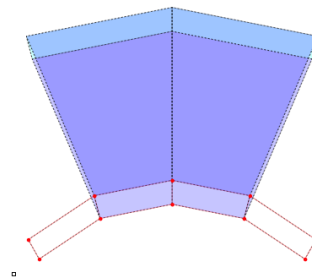


Valeur de Distance négative

La prise en compte de la couronne devient ici fondamentale : car si la couronne est présente, ses faces entrent en jeu dans le calcul des directions moyennes :



Sans la couronne

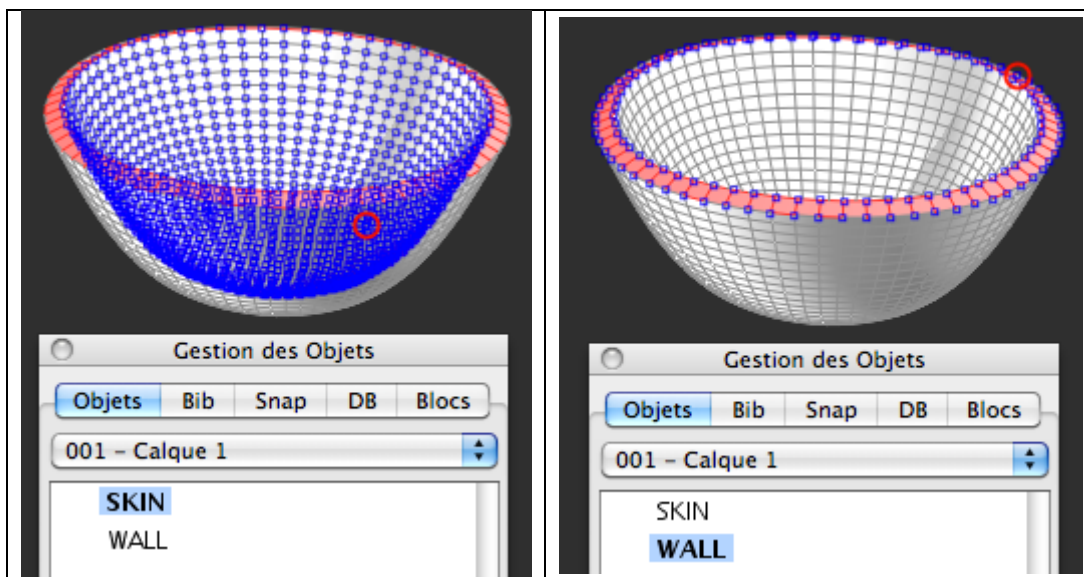


Avec le couronne

Objets

Les peaux nouvellement créées dans la fonction Push/Pull sont enregistrées comme objets nommés **SKIN**.

Les cloisons nouvellement créées dans la fonction Push/Pull sont enregistrées comme objets nommés **WALL**.



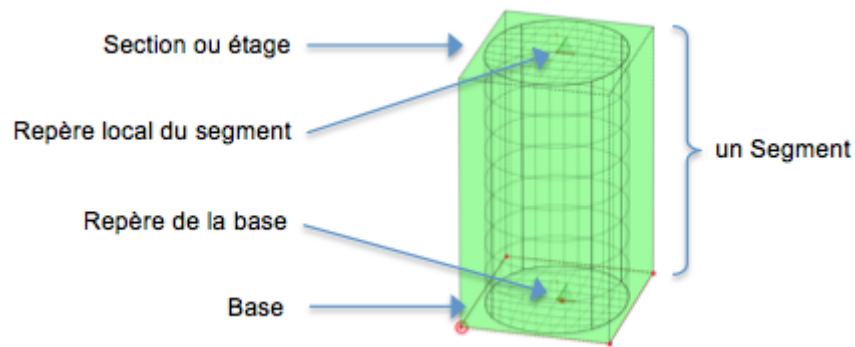
9 – TUBAGE SECTIONNEL



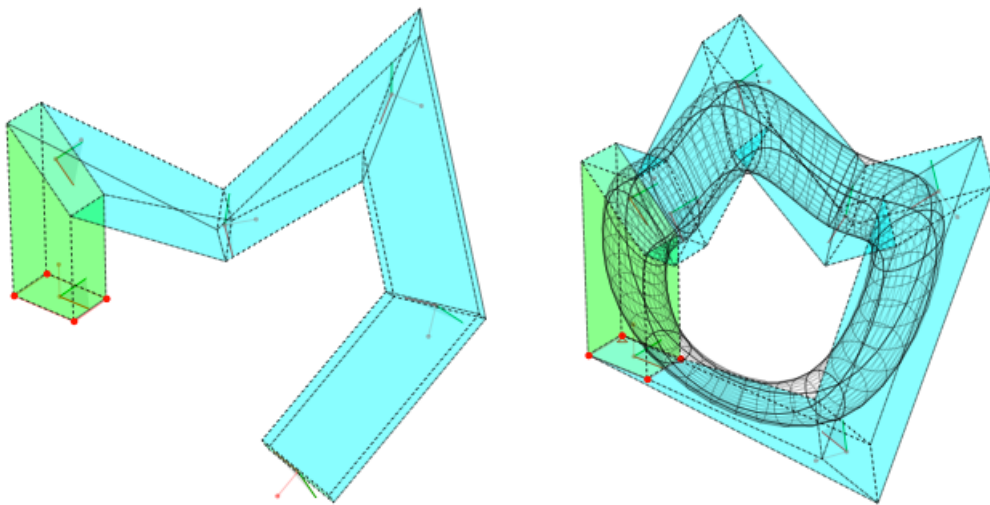
9-1 Définition d'un Tubage Sectionnel

La fonction de **Tubage Sectionnel** facilite la création de structures tubulaires constituées de multiples sections. Malgré sa vocation orientée « extrusion », cette fonction dispose de très nombreux paramètres qui en font un outil de génération géométrique particulièrement sophistiqué et polyvalent. Combinée aux subdivisions de surface, elle permet la création d'une famille de formes extrêmement riche.

On démarre la session interactive de génération d'un **Tubage Sectionnel** en sélectionnant une face ou un ensemble de faces quelconques. Ils constituent la **Base** et formeront la section de coupe du tubage. La session interactive consiste en l'empilement de **Segments** supplémentaires par déplacement (extrusion) et transformation des facettes de la **Base**.



L'empilement des Segments constitue le **Squelette** du tubage. Chaque Segment possède ses propres caractéristiques. Le tubage peut être rebouclé sur lui même. Le nombre de segments est illimité.






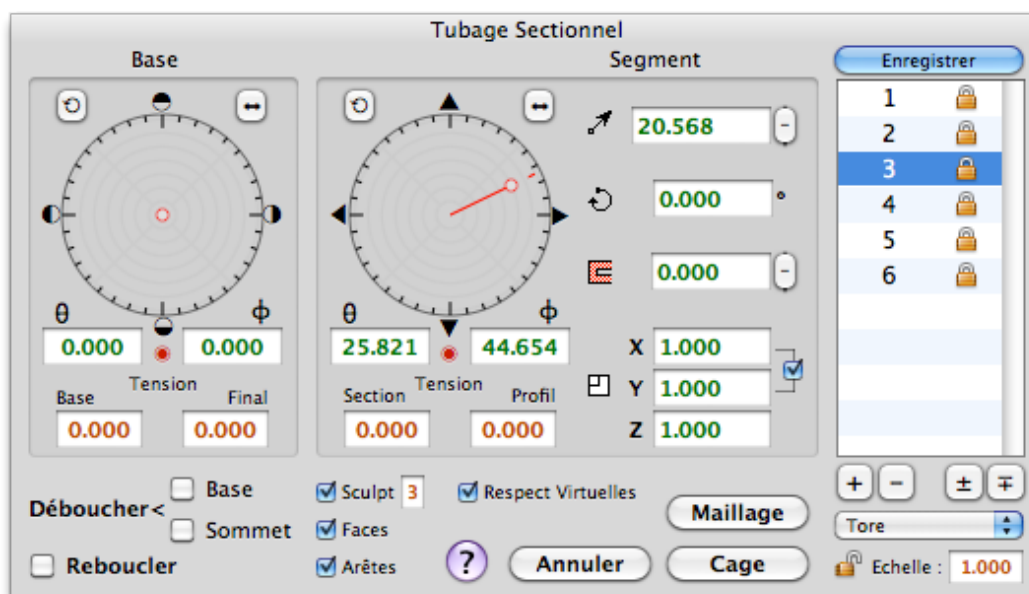
9-2 Réalisation d'un Tubage Sectionnel

Pour réaliser un Tubage Sectionnel :

- Sélectionner un ensemble de Nœuds ou un ensemble de Faces.

Si la sélection n'est constituée que de nœuds, la fonction recherche l'ensemble des faces contenues dans cet ensemble de nœuds. Les faces peuvent être disjointes et représenter divers profils simultanément.

- Cliquer dans l'icône de la fonction  pour faire apparaître le panneau de pilotage.

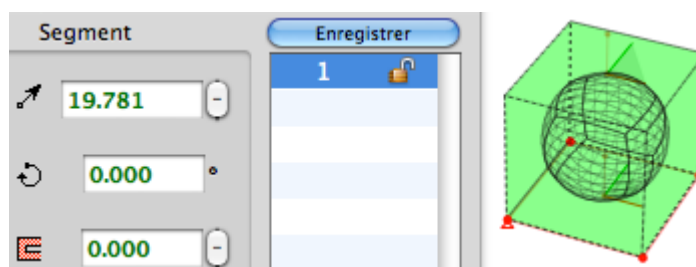


On entre alors dans un mode interactif (avec retour visuel) dont on peut sortir en cliquant sur **Cage**, **Maillage** ou **Annuler**.

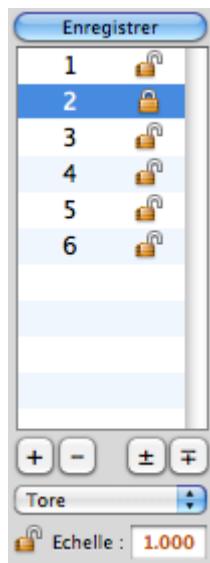
[Pilotez](#) cette fonction avec la molette ou entrant des valeurs numériques tout en observant en temps réel le résultat produit par les diverses options.

9-2-1 – GESTION DES SEGMENTS

Dès l'ouverture du pilote de Tubage Sectionnel, un premier segment est automatiquement créé. Le sens positif du tubage est relatif à la normale des faces de base.



9-2-1-1 – AJOUT, MODIFICATION ET SUPPRESSION D'UN SEGMENT



Les fonctions de gestion des Segments sont situées dans la partie droite du pilote. On peut :

- Ajouter un segment en fin de liste
- Ajouter un segment après celui qui est sélectionné
- Ajouter un segment avant celui qui est sélectionné
- Détruire un segment sélectionné
- Verrouiller / Déverrouiller un segment
- Enregistrer la liste des Segments (le Squelette) sur disque
- Recharger un Squelette préalablement enregistré
- Lister dans le Calepin les détails des chaque segment

Ajouter un segment en fin de liste

Pour ajouter un segment en fin de liste, cliquer dans le bouton

Ajouter un segment après celui qui est sélectionné

Pour ajouter un segment après celui qui est sélectionné, cliquer dans le bouton

Ajouter un segment avant celui qui est sélectionné

Pour ajouter un segment avant celui qui est sélectionné, cliquer dans le bouton

Détruire un segment sélectionné

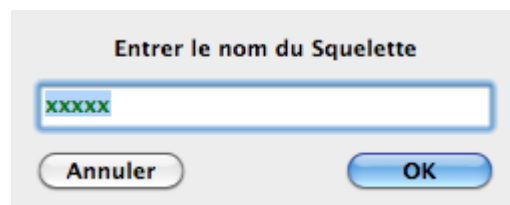
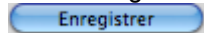
Pour détruire un segment sélectionné, cliquer dans le bouton

Verrouiller / Déverrouiller un segment

Pour Verrouiller / Déverrouiller un segment, double cliquer dans son Cadena

Enregistrer la liste des Segments (le Squelette) sur disque

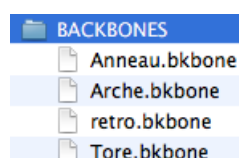
Pour enregistrer la liste des Segments (le Squelette) sur disque cliquer dans le bouton



Entrer le nom du Squelette dans le tiroir qui apparaît. Chaque nom doit être unique.

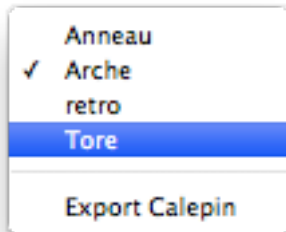
Les Squelettes sont enregistrés dans le Dossier de support de 3D Turbo :

Bibliothèque/Application/Support/3DTurbo/BAC KBONES/xxxx.bkbone.



Recharger un Squelette préalablement enregistré

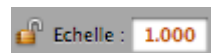
Pour recharger un Squelette préalablement enregistré :



Dérouler le menu de la liste des squelettes disponibles et choisir le squelette désiré.

Les segments constituant le squelette remplacent les segments existants. Ils sont automatiquement verrouillés.

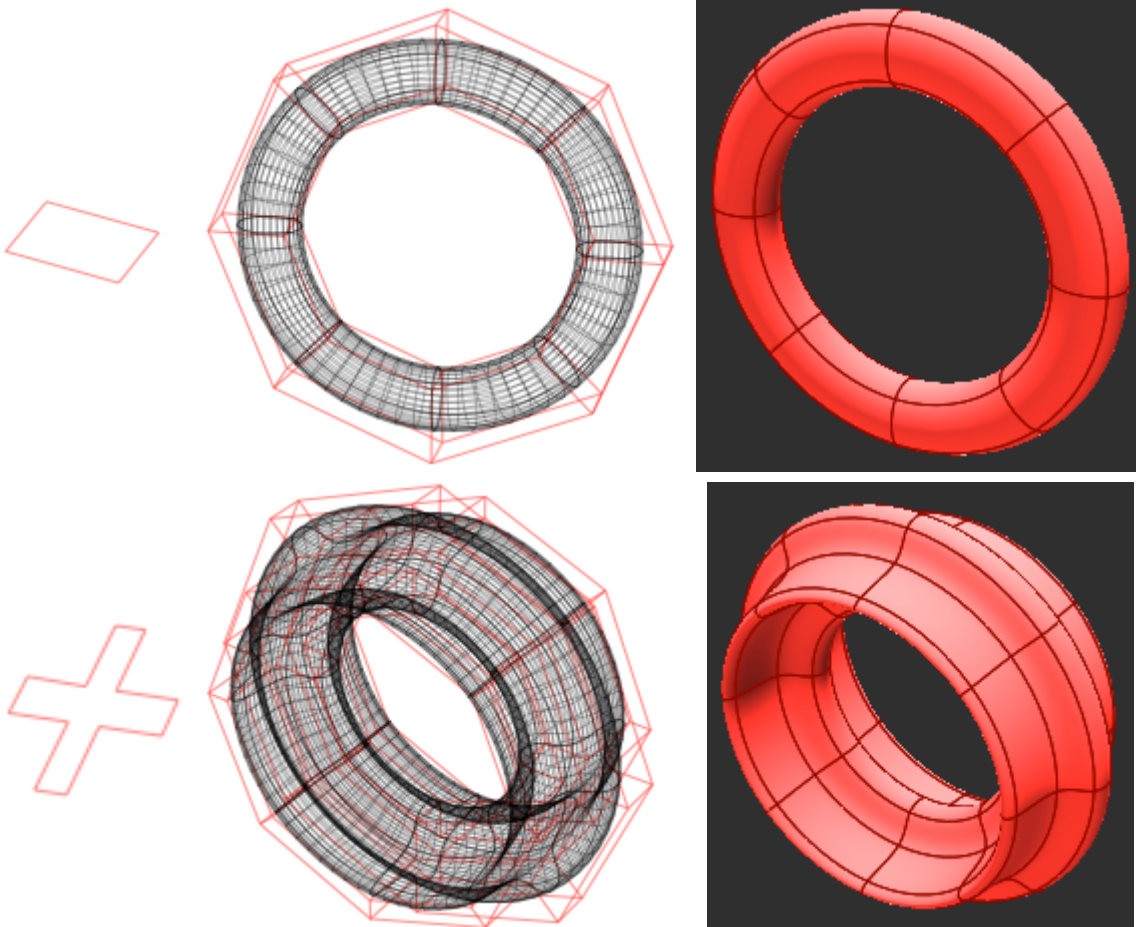
A l'extraction, le facteur d'échelle indiqué est appliqué à tous ses segments :



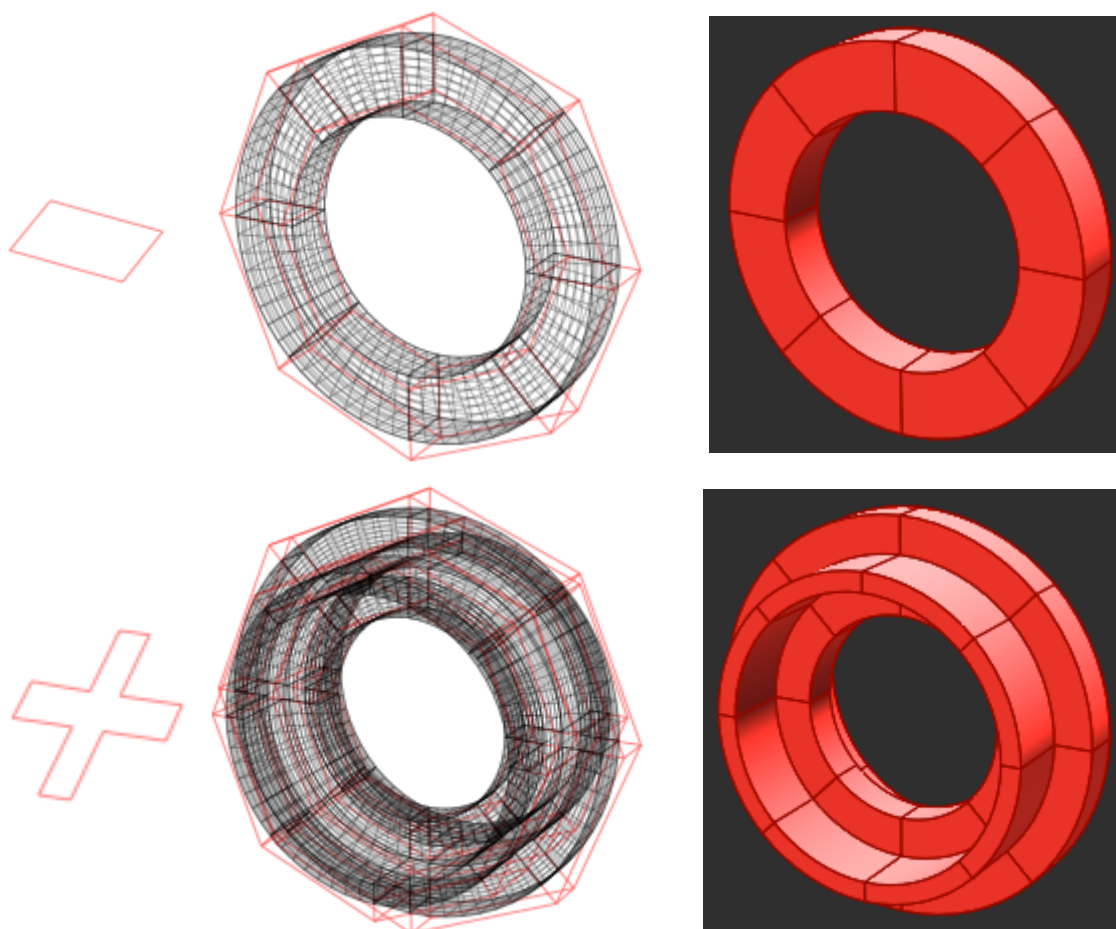
NOTE : Les squelettes sont enregistrés avec l'unité de modélisation en cours lors de leur création. Si l'unité de modélisation courante est différente, le squelette est converti dans l'unité courante puis le facteur d'Echelle est appliqué à tous les segments.

Exemple d'utilisation des Squelettes


Le Squelette TORE sur différents profils



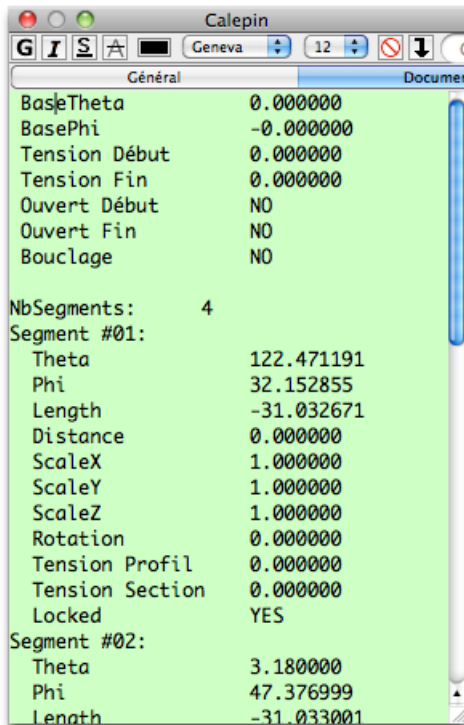
Le Squelette ANNEAU sur différents profils :



Déverrouiller tous les segments

Pour déverrouiller tous les segments, cliquer dans le Cadena  situé sous la liste .


Lister dans le Calepin les détails des chaque segment



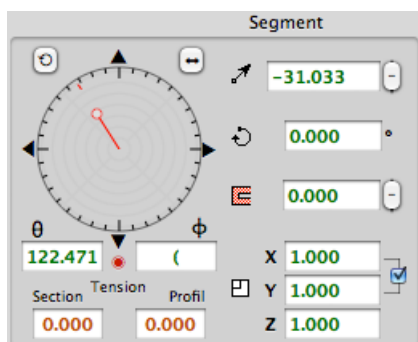
Pour obtenir le détail des valeurs numériques constituant les Segments courants, dérouler le menu des Squelettes et cliquer dans la rubrique « **Export Calepin** »

9-3 – EDITION DES SEGMENTS

Un segment est toujours créé avec les valeurs courantes affichées dans le pilote. Après sa création, il est nécessaire de le modifier.

Pour éditer un segment, il faut d'abord le sélectionner dans la liste, et vérifier qu'il n'est pas verrouillé .

Les propriétés d'un segment sont :



- Sa Direction angulaire
- Sa longueur
- La rotation de sa section extrémité
- La dilatation (ou la contraction) de sa section extrémité
- L'échelle barycentrique sa section extrémité
- La Tension de sa Base
- La Tension de son Profil

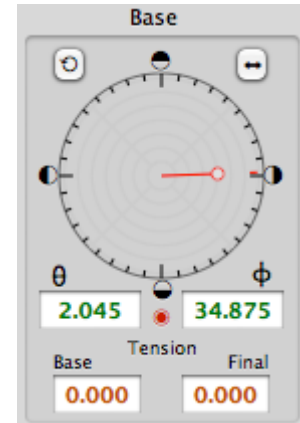
9-3-1 MODIFIER LA DIRECTION

Direction de la Base

La Direction de Base règle l'orientation globale de tout le montage.

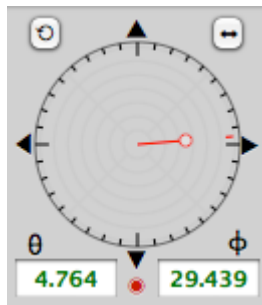
Initialement, la fonction génère une direction principale qu'il est possible de modifier en changeant les angles *Théta* et *Phi* du cadre de la **Base**. Dans le cas d'une base constituée de faces coplanaire la direction principale est perpendiculaire à ces faces.

Théta et *Phi* agissent comme des modificateurs (incréments & décréments) de la direction initialement fournie





Direction du Segment

De la même manière Il est aussi possible de modifier la direction d'un **Segment** en utilisant le contrôle de direction du cadre de **Segment**. *Théta* et *Phi* modifient alors la direction héritée du précédent segment.



Les 2 contrôles qui permettent de changer les angles de direction (**Base** et **Segment**) fonctionnent de manière identique : on modifie les angles (élévation et azimuth) directement sur le disque ou dans les champs *Théta* et *Phi*. Les 4 flèches cardinales (icône ▲ ou ▼) génèrent une orientation automatique dans les 4 directions cardinales {0°, 90°}, {90°, 90°}, {180°, 90°} et {270°, 90°}. L'icône ● permet de recentrer la direction en {0°, 0°}.

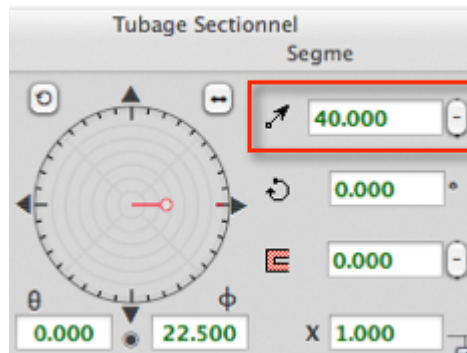
Pendant le déplacement de la direction sur le contrôle, l'appui sur la touche *Ctrl* permet de figer *Théta*, sur la touche *Alt* d'inverser la direction, et sur la touche *Cmd* de figer *Phi*.

Les boutons  et  verrouillent le fonctionnement du contrôle respectivement sur *Théta* ou sur *Phi*.

9-3-2 MODIFIER LA LONGUEUR

Un **Segment** est formé par extrusion dirigée des faces du contour extrémité du précédent segment, selon la longueur indiquée. Les faces de la section sont transformées par les transformations associées au segment (voir ci-après) et connectées au contour de l'étage précédent, généré par le segment précédent.

L'extrusion (déplacement connecté) est conduite par les paramètres d'angles *Thêta* et *Phi* et par le paramètre de *Longueur* du segment courant.



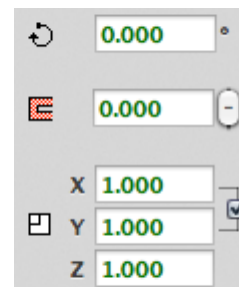
Pour remettre la longueur à Zéro, cliquer sur l'icône

Pour inverser le sens du segment, cliquer dans le bouton

9-3-3 TRANSFORMATION DE L'ÉTAGE (OU SECTION)

Les transformations de l'étage d'un segment s'opèrent après l'extrusion, sur le repère local du segment. Elles sont de 3 sortes :

- Rotation perpendiculaire à l'axe d'extrusion (ou torsion)
- Dilation ou Contraction de la forme de la section
- Homothétie barycentrique relative à l'origine du repère local
- (Cochez sur le bouton afin de lier les valeurs en X et Y).

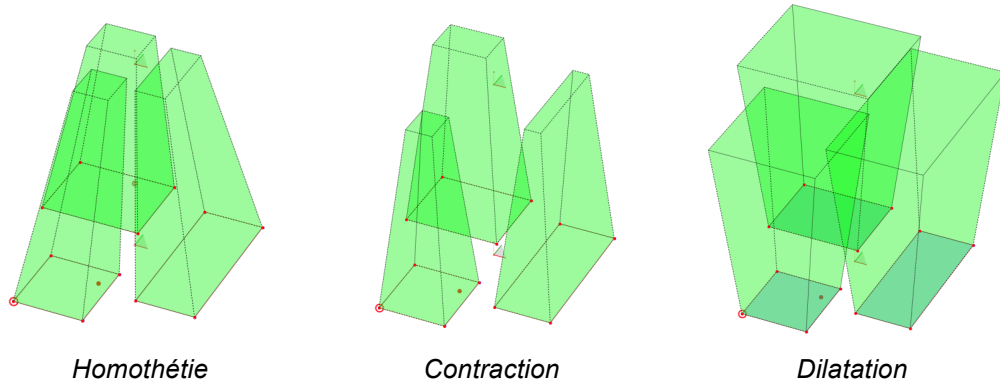


En cliquant sur les icônes de transformation ou sur **X**, **Y** ou **Z** on réinitialise le paramètre de la transformation à sa valeur neutre.

Pour inverser le signe de la contraction , cliquer dans le bouton

Différence entre dilatation/contraction et homothétie : contrairement à l'homothétie qui transforme chaque sommet de la section du segment indépendamment de sa forme, la dilatation agit sur le contour de la section afin de l'augmenter uniformément en respectant sa forme. Les cotés s'écartent parallèlement au contours originel dans le plan de la section. La contraction agit en sens opposé.

Par ailleurs, l'homothétie applique un facteur multiplicatif, alors que la dilatation écarte les contours d'une distance exprimée dans la métrique courante.



9-3-4 MODIFIER LES TENSIONS

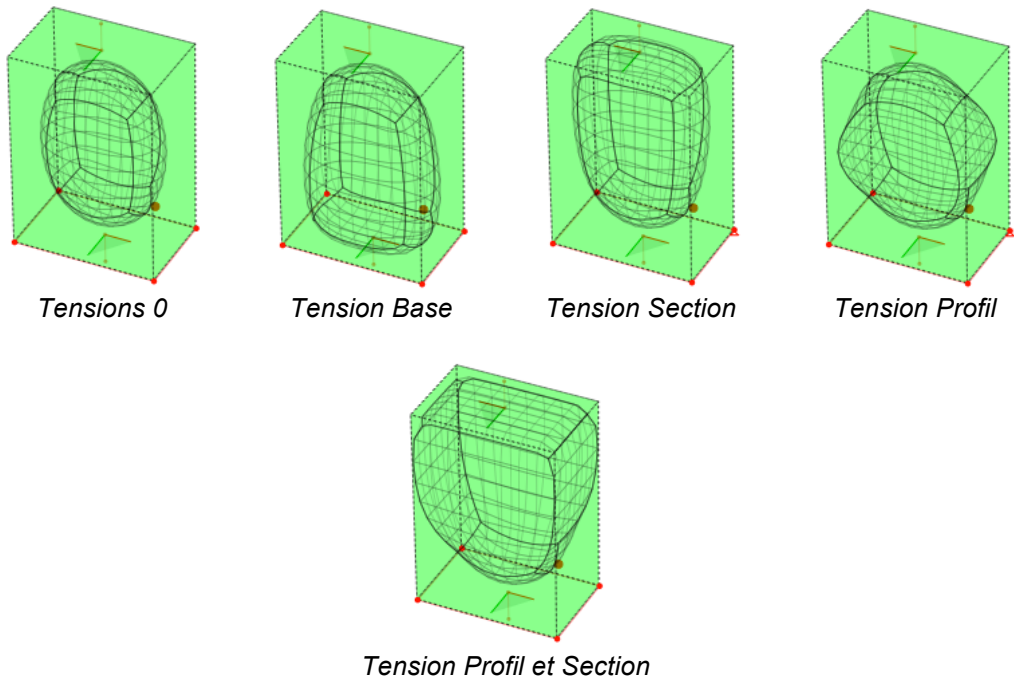
Le **Tubage Sectionnel** permet d'appliquer des tensions structurales ([se reporter au § 2.3.4](#)) sur la cage formée par chaque segment. On distingue les tensions appliquées à la **Base** de celles appliquées au **Segment** courant :

Tension appliquée
aux arêtes du
contours de la **Base**

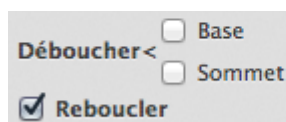
Base	Tension	Final	Section	Tension	Profil
0.000		0.000	0.000		0.765

Tension appliquée à
la **Section** et au
Profil du segment
courant

On expérimentera les modifications de Tension en visualisant le maillage possiblement généré par le montage en cochant la case **Sculpt** ☒ Sculpt 3



9-3-5 AUTRES MODIFICATIONS

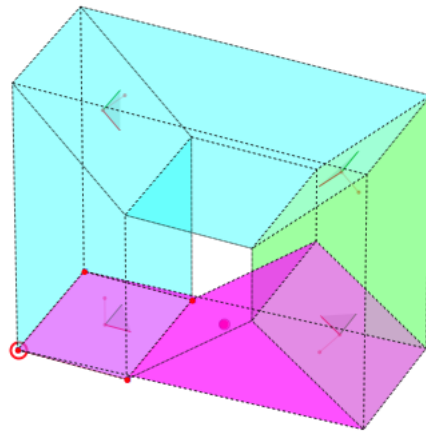


Déboucher la **Base** ou le **Sommet** permet d'exclure les facettes de « fermeture » du tube à chaque extrémité.

Reboucler permet d'ajouter un dernier segment afin de faire en sorte que les extrémités du tube coïncident.

Cette opération n'est pas toujours viable.

Le segment de fermeture apparaît en rouge quand l'opération est géométriquement incorrecte et conduit à des croisements de la structure de la cage.



☒ Respect Virtuelles

Lorsque l'option **Respect Virtuelles** est active, la fonction ne raccorde pas les arêtes du contour qui sont virtuelles.

9-3-6 OPTIONS D’AFFICHAGE

☒ Sculpt 3
☒ Faces
☒ Arêtes

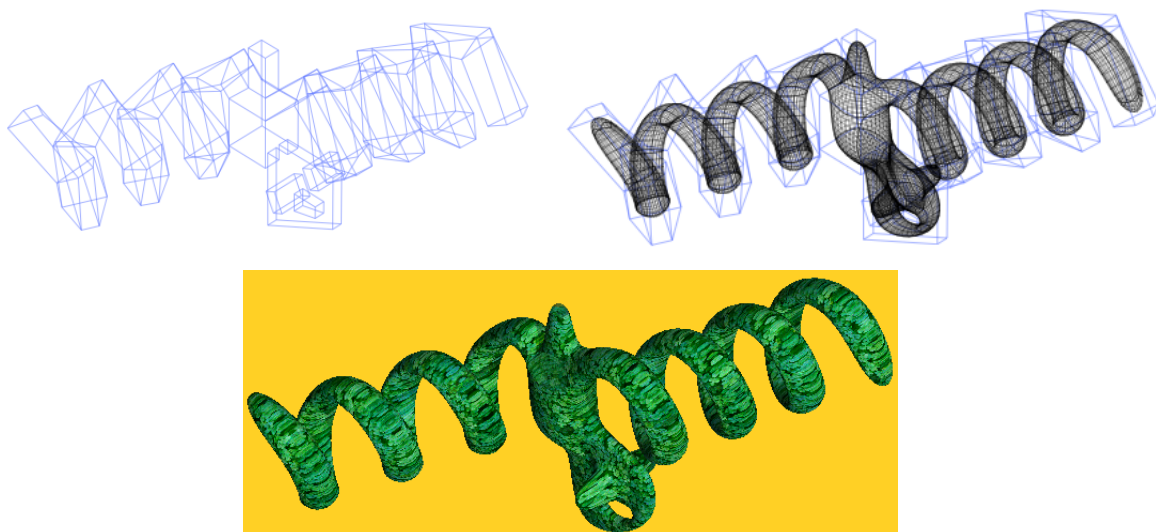
Sculpt active ou désactive la prévisualisation du maillage subdivisé (issu de la cage générée par le Tubage Sectionnel). Le champ suivant permet de définir le niveau de subdivision du maillage de la prévisualisation.

Faces et **Arêtes** activent et désactivent l’affichage des faces et des arêtes des segments du tubage.

Objets

Le montage réalisé avec un Tubage Sectionnel est enregistré dans un Objet **TUBE**

A VOUS DE JOUER !

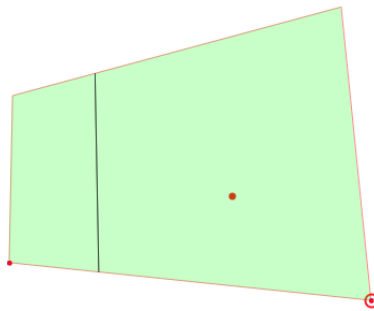


10 – COUPE ANNULAIRE

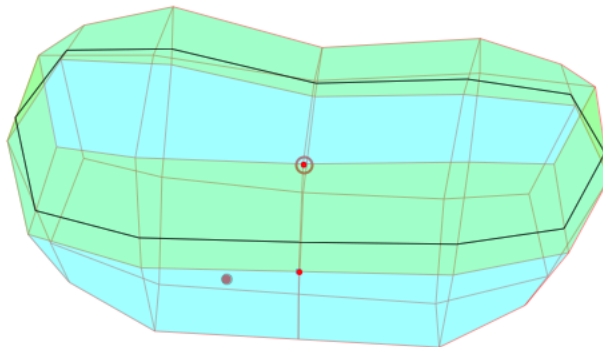


10-1 Définition d'une Coupe Annulaire

La fonction de **Coupe Annulaire** est un outil de redécoupage d'un maillage ou d'une portion de maillage selon les directions principales. Elle fonctionne sur un maillage fortement typé « quadrangle », ces derniers disposant de 2 directions principales. Dans l'exemple ci-dessous, le quadrangle est coupé « verticalement » en proportion 1/4 - 3/4, c'est à dire que les cotés « horizontaux » sont coupés à 1/4 – 3/4 et connectés par une arête :



Dans un maillage constitué idéalement de quadrangles, la fonction va tenter de propager la coupe initiée dans la direction orthogonale à une première arête sélectionnée, de proche en proche, parmi le groupe de facettes initialement sélectionnées. Dans l'exemple ci-dessous, la propagation entraîne un re-bouclage en anneau de la découpe :




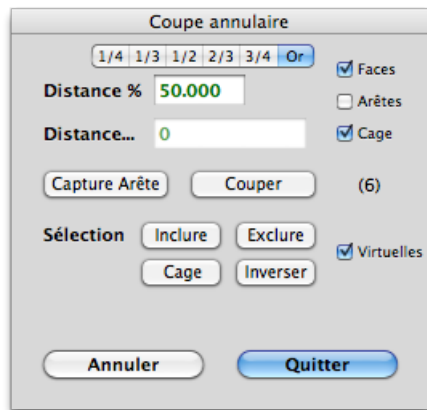
10-2 Réaliser une Coupe Annulaire

Pour réaliser une Coupe Annulaire :

- Sélectionner un ensemble de Nœuds ou un ensemble de Faces.

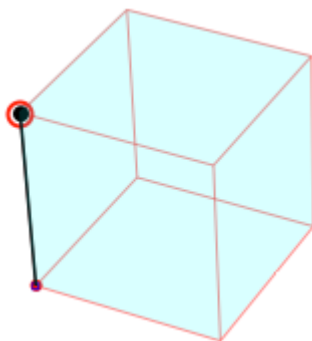
Si la sélection n'est constituée que de nœuds, la fonction recherche l'ensemble des faces contenues dans cet ensemble de nœuds. Les faces peuvent être disjointes et représenter divers profils simultanément.

- Cliquer sur l'icône de la coupe annulaire .



Le Pilote ci-contre est proposé.

Il contient les paramètres permettant d'effectuer avec précision les coupes désirées.



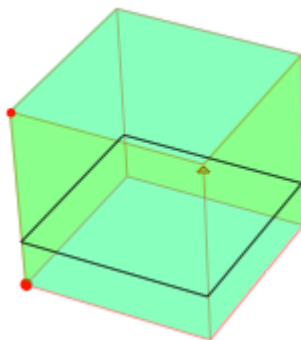
Dans la Vue :

- Sélectionner une arête d'où doit partir la coupe (selon la direction orthogonale).

Dans le dialogue :

- Cliquer sur **Capture Arête**.

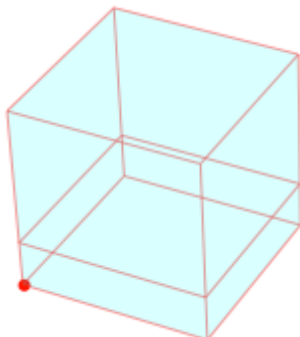
Le coté capturé doit être celui de l'une des facettes sélectionnées.



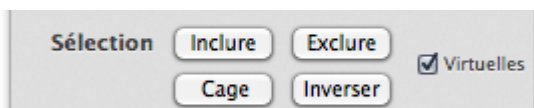
- [Renseigner](#) les champs de **Distance %** (coupe exprimée en pourcentage de la longueur du coté capturé) ou **Distance** (coupe exprimée en longueur d'un bord à la coupe).

Les boutons **1/4** à **Or** proposent des distances de coupe standard.

La prévisualisation montre en temps réel l'anneau de coupe.



- Effectuer la coupe en cliquant dans le bouton **Couper**.

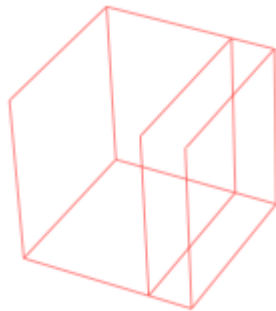


Il est possible d'inclure ou d'exclure des faces à la sélection initiale. Sélectionner les faces désirées dans la Vue et cliquer sur les boutons

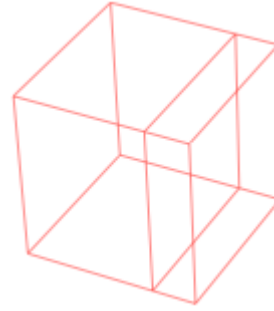
correspondants

Le bouton **Inverser** permet d'inverser les facettes sélectionnées.
Le bouton **Cage** permet de sélectionner toutes les facettes de la cage.

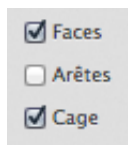
Lorsqu'elle est cochée, la case **Virtuelles** permet de préserver la virtualité des arêtes coupées.



Coupe avec arête virtuelle



Coupe sans arête virtuelle



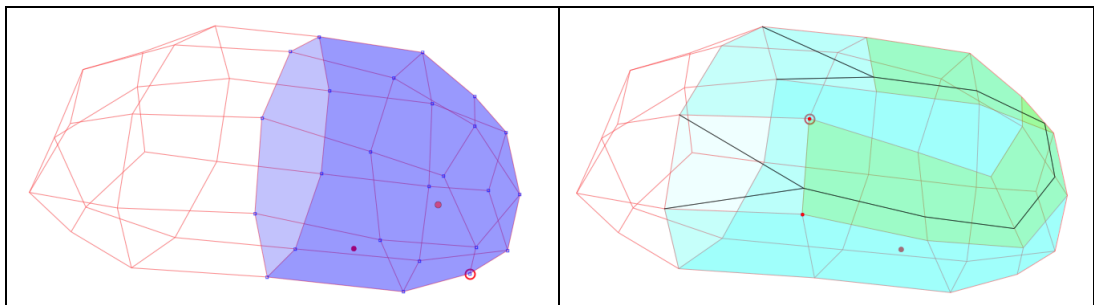
Les options d'affichage: Faces, Arêtes et Cage activent respectivement l'affichage des faces (colorisées en vert ou bleu selon qu'elles ont été coupées ou non) des arêtes et de la cage initiale. Ces options peuvent aider à la compréhension de la Coupe en situation complexe.

Facettes non quadrangulaires : Si certaines de ces surfaces sont des triangles, la fonction tentera de propager la coupe en respectant la direction principale, c'est à dire en considérant certains couples de triangles comme des quadrilatères.

Dans le cas d'un polygone, comme toutes les nouvelles fonctions agissant sur des maillages, la **coupe annulaire** commencera par opérer une triangulation. A la différence des autres fonctions procédant de la sorte, il s'agira ici d'une triangulation **et** d'une quadrangulation partielle, laissant ainsi à la fonction, la possibilité d'agir sur certaines zones du polygone (celles qui sont quadrangulées).

Lorsque cette automatisisation ne conduit pas au résultat escompté, l'utilisateur doit quadranguler le polygone à la main.

Raccord : lorsque la coupe ne boucle pas, et termine le long d'une arête, un découpage des facettes qui la jouxtent est effectué afin de ne pas créer de sommet en T et de raccorder correctement les éléments du maillage :



Ci-dessus à gauche les facettes sélectionnées pour la coupe annulaire et à droite le résultat d'une coupe sur cette sélection, avec les 2 raccords visibles en terminaison de coupe.

Objets

Si les faces sélectionnées forment un Objet, les nouvelles arêtes et les nouvelles faces créées par la coupe annulaire sont insérées dans l'Objet, conservant ainsi son intégrité.

En conclusion les coupes sont très utiles pour redessiner un contour simple au sein d'un maillage, ou pour sectionner localement des facettes. Combinée à la fonction de raccord, elle permet de procéder à des découpes pour reconnections de parties de maillages et de cages (éventuellement disjointes).

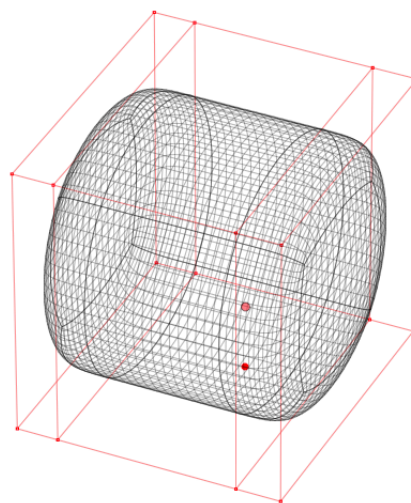
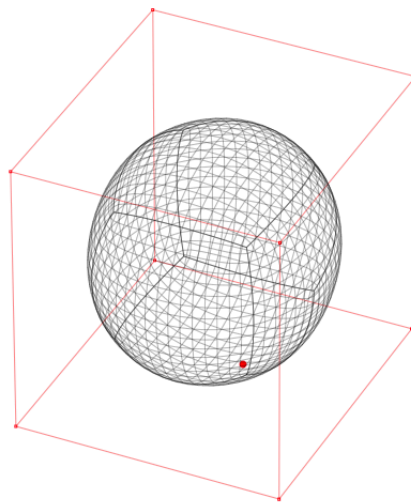
Exemples d'utilisation

Contrôle sur les Cages :

Afin d'obtenir un meilleur contrôle sur les formes de subdivision résultant des cages, il existe une autre solution, complémentaire des tensions exercées sur les arêtes : l'ajout de point supplémentaire dans le maillage. En effet les points supplémentaires agissant comme des attracteurs supplémentaires, permettent de tendre la forme et de la rapprocher de la cage.

A ce titre, la coupe annulaire est particulièrement adaptée. Elle permet d'ajouter des arêtes rapidement en maintenant les propriétés 2-manifold du maillage de la cage.

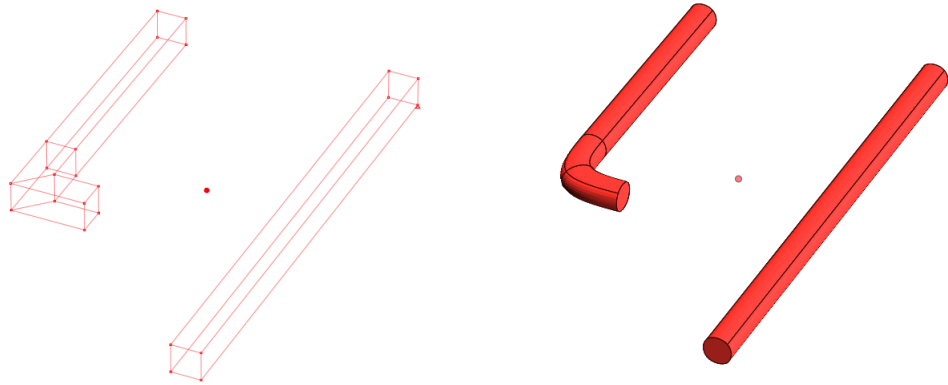
Dans l'exemple ci-contre on a ajouté 2 anneaux en proximité de 2 faces opposées d'un cube afin de tendre l'arrondi à proximité de ces 2 faces.



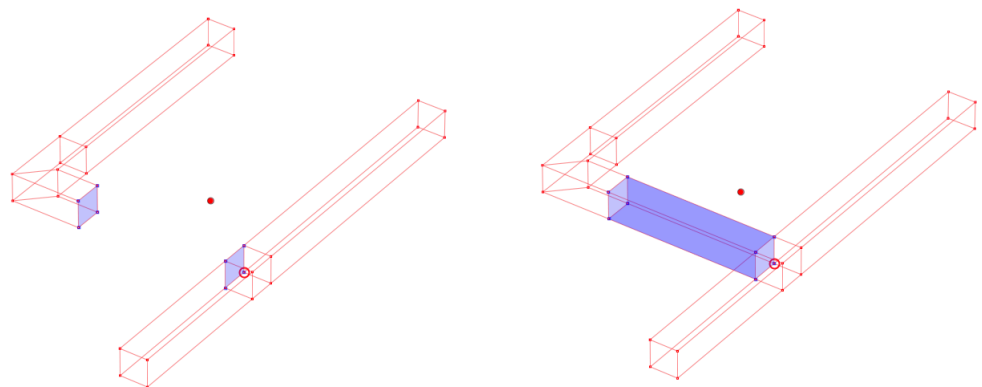
Trouer / raccorder :

En combinant la coupe annulaire avec le raccord de faces il est aisé de raccorder 2 cages (ou des extrémités de la même cage) afin de les fusionner.

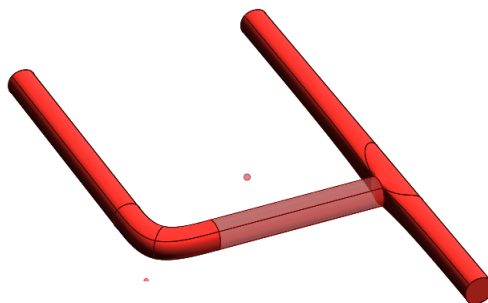
Dans l'exemple ci-dessous, les 2 portions de tube sont connectées après avoir découpé l'une des 2 portions.



Eléments de départ : 2 Tubes à raccorder

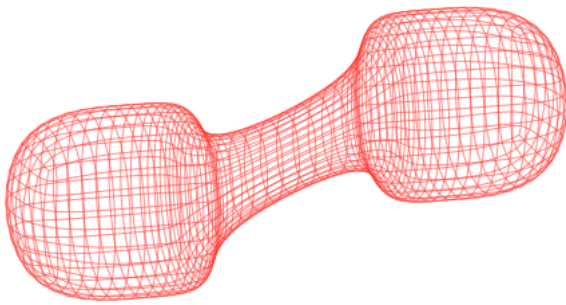


On effectue une coupe annulaire sur le segment de droite, et on raccorde les facettes en vis à vis via un raccordement

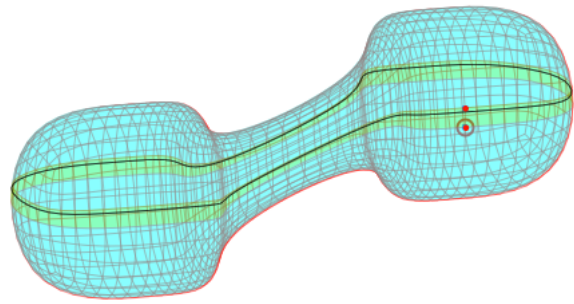


Résultat

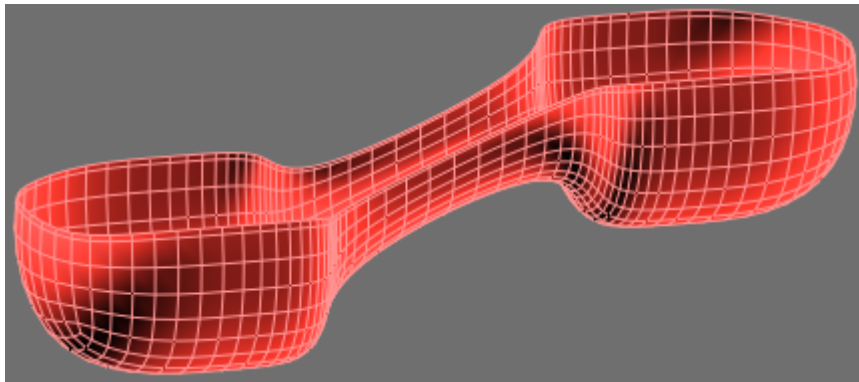
Coupe topologique / Décalotages:



Pièce à couper



Coupe annulaire



Pièce coupée et décalottée

11 – MODÉNATURE



11-1 Définition d'une Modénature

Une **Modénature** est une [Coupe Annulaire](#) interactive et répétitive sur un ensemble de faces.



11-2 Réaliser une Modénature

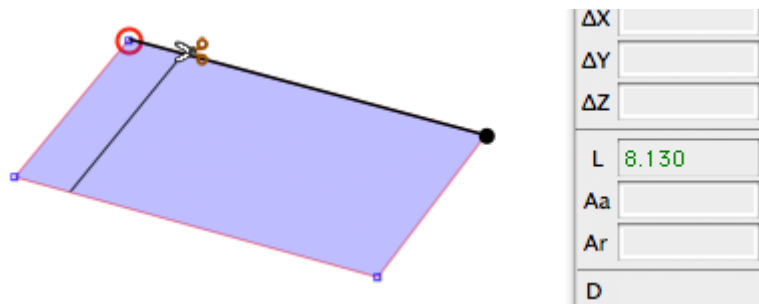
Pour réaliser une Modénature

- Sélectionner un ensemble de Nœuds ou un ensemble de Faces.

Si la sélection n'est constituée que de nœuds, la fonction recherche l'ensemble des faces contenues dans cet ensemble de nœuds. Les faces peuvent être disjointes et représenter divers profils simultanément.

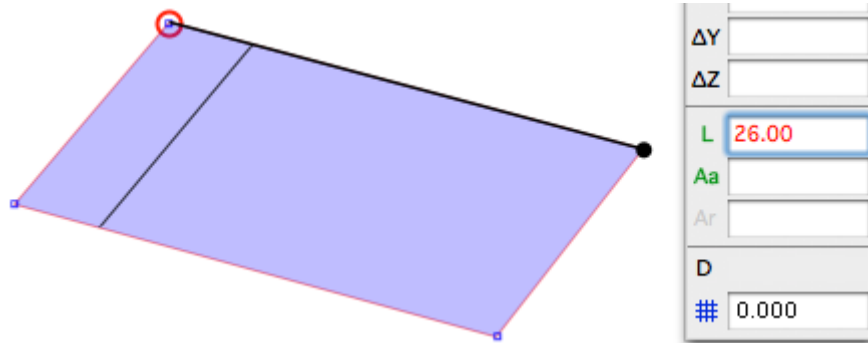
Le curseur devient

- Positionner le curseur sur une arête de la sélection.

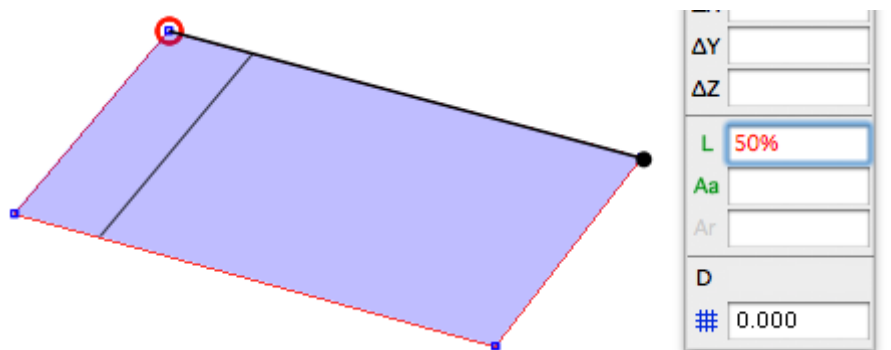


Le champ **L** de l'Aide Numérique indique la distance à l'extrémité de l'arête.
En appuyant sur la touche Espace ([Le Scanner](#)) on inverse l'origine du vecteur et donc le sens de la mesure affichée.

- Pour une coupe approximative, cliquer à l'endroit du curseur.
- Pour une coupe précise, entrer dans l'Aide Numérique (touche **P**) et introduire une valeur :
 - Soit en Distance absolue



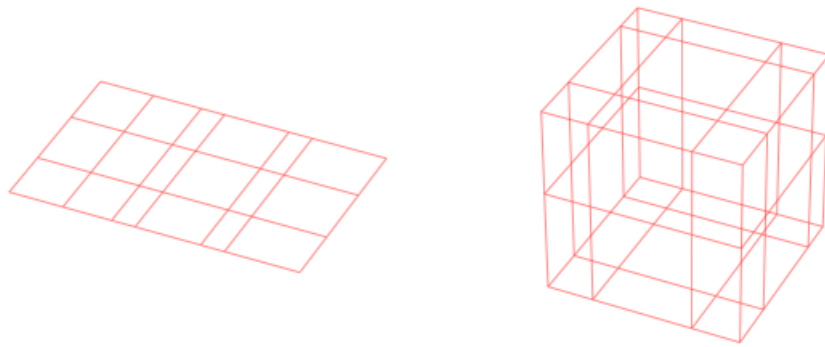
- Soit en % de la longueur de l'arête



- Continuer les découpes autant que nécessaire, y compris redécouper les arêtes de coupe.

Si on regrette les coupes réalisées, on peut les annuler successivement en répétant la fonction Edition / Annuler ou son équivalent-clavier (⌘ Z)

- Terminer les opérations en tapant la touche **Echappement** (escape) pour abandonner toutes les opérations, ou par la touche **Return** pour les confirmer, ou par un **clic long**.

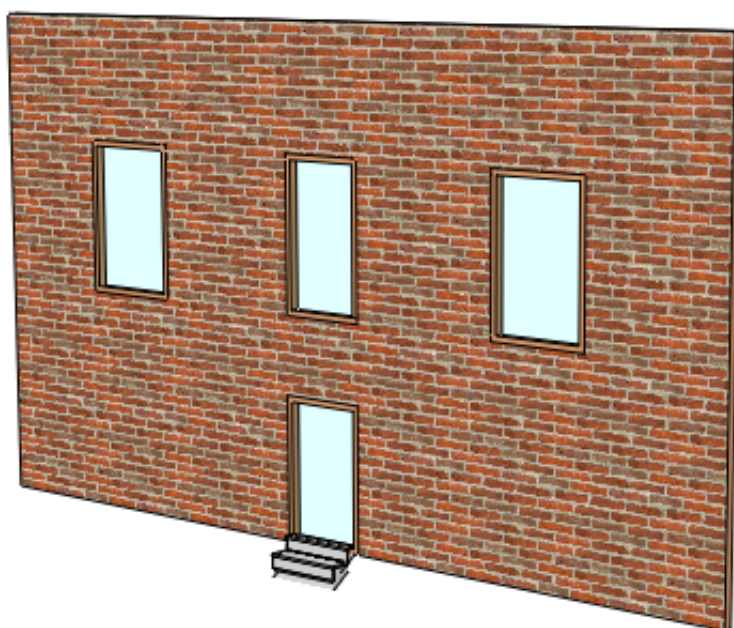
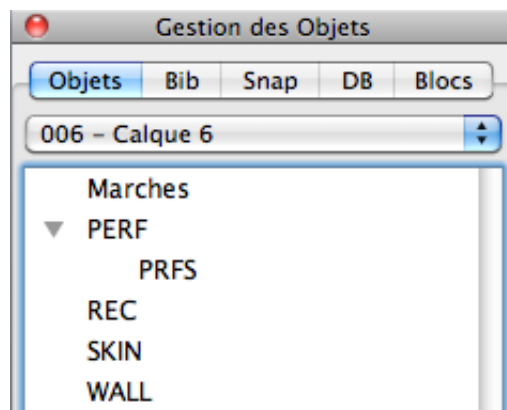
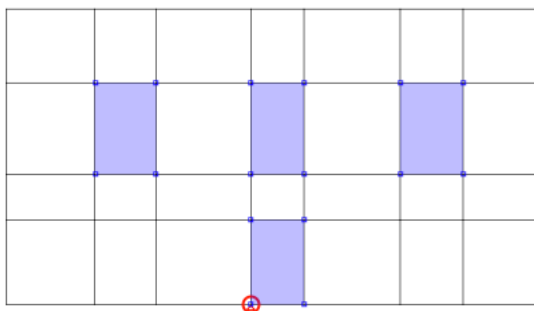


Objets

Si les faces sélectionnées forment un Objet, les nouvelles arêtes et les nouvelles faces créées par la modénature sont insérées dans l'Objet, conservant ainsi son intégrité.

Exemple d'utilisation:

Combinaison de Modénature, Percement/Extrusion, Push/Pull.



Un bel exemple de modénature.... :




12 – MAILLEUR

12-1 Définition du Mailleur

Le **Mailleur** permet de maintenir, modifier ou de créer une **Cage**, et de gérer précisément son mode de subdivision ainsi que les critères de tension sur les arêtes.

Le lecteur doit être familier avec les notions de [maillage](#), de [subdivisions de surfaces](#), de [cage](#), et de [tensions](#) (chapitres 1 et 2).

12-2 Utilisation du Mailleur

- Sélectionner un ensemble de Nœuds ou un ensemble de Faces.
Si la sélection n'est constituée que de nœuds, la fonction recherche l'ensemble des faces contenues dans cet ensemble de nœuds.
Cette sélection représente les faces de la **Cage** en devenir.
Si la cage existe déjà, on peut la sélectionner à partir du gestionnaire d'objets) et cliquer sur l'icône de la fonction.
- Cliquer dans l'icône de la fonction  pour faire apparaître le panneau de pilotage.



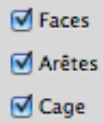
Si la cage sélectionnée n'est pas 2-manifold, le **mailleur** affiche un [message d'erreur](#), et fait apparaître la ou les facettes incriminées en rouge.

Dans le cas contraire, le dialogue de pilotage ci-contre est présenté.

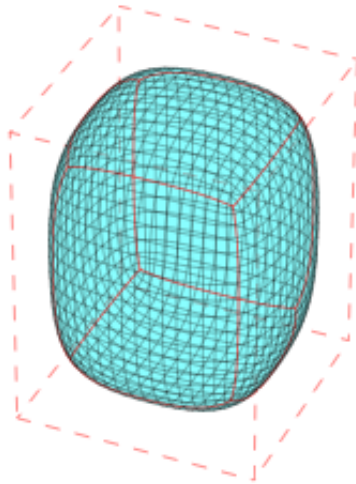
- On entre alors dans un mode interactif (avec retour visuel) dont on peut sortir en cliquant sur **Memo. Cage**, **Subdiviser**, ou **Annuler**.

[Pilotez](#) cette fonction avec la molette ou entrant des valeurs numériques tout en observant en temps réel le résultat produit par les diverses options.

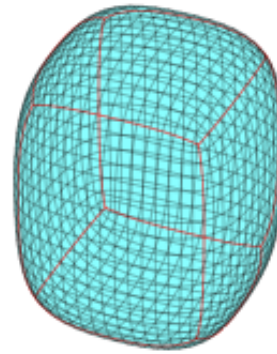
12-2-1 OPTIONS D’AFFICHAGE



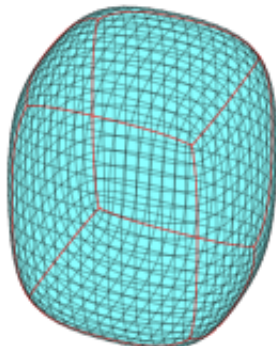
Il est possible de spécifier les éléments de la subdivision ou de la cage à afficher. **Faces** et **Arêtes** permettent respectivement d’activer l’affichage des facettes et des arêtes de la subdivision. **Cage** permet d’activer l’affichage des arêtes de la cage.



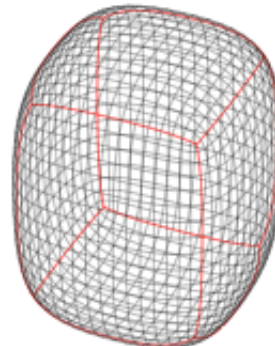
Avec Cage



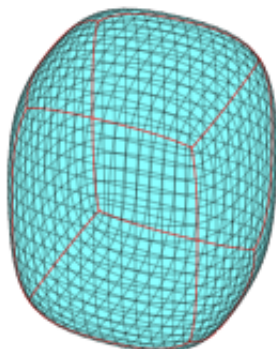
Sans Cage



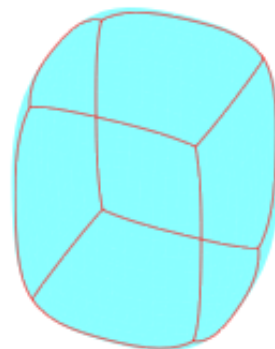
Avec Faces



Sans Faces



Avec Arêtes

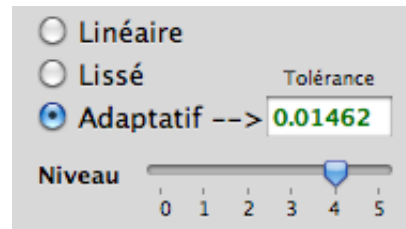


Sans Arêtes

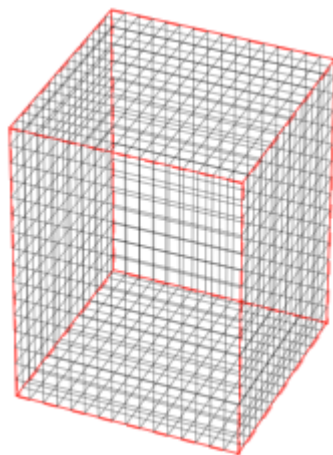
12-2-2 RÉGLAGE DE LA SUBDIVISION

Les 3 premiers boutons radio permettent de sélectionner le [mode de subdivision](#) :

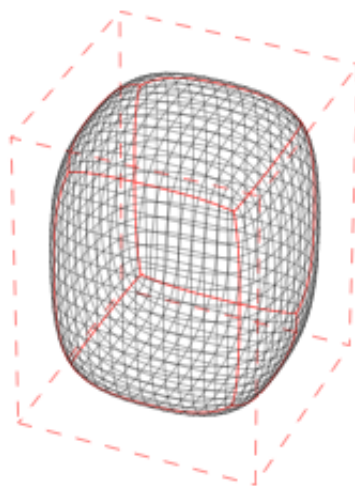
- **Linéaire** pour une subdivision linéaire
- **Lissé** pour une subdivision uniforme
- **Adaptatif** pour une subdivision adaptative dont on spécifie la tolérance angulaire dans le champ qui suit



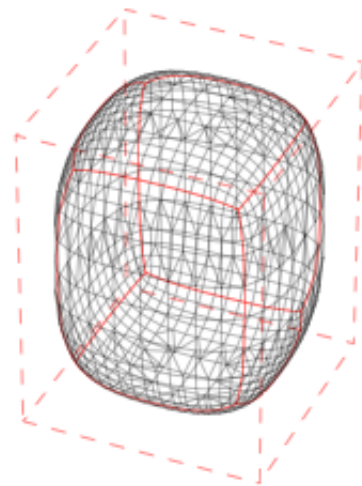
Le niveau représente le nombre de subdivisions successives. Ci-dessous l'exemple d'un cube subdivisé selon les 3 modes au niveau 4 :



Linéaire



Lissé



Adaptatif

12-2-3 RÉGLAGE DE LA TENSION



Réglage interactif



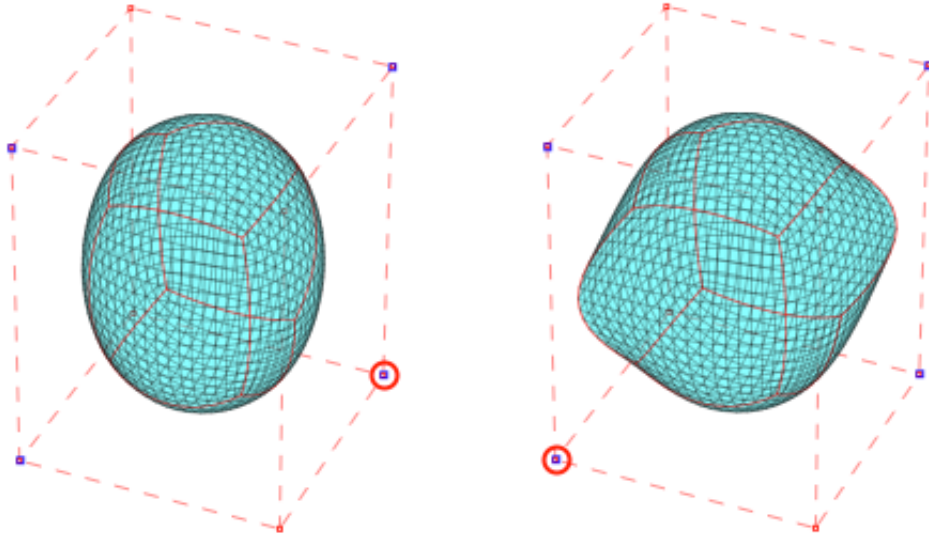
Le champ **Tension** permet régler les tensions à appliquer sur les arêtes de la Cage.

Il faut d'abord sélectionner les arêtes sur lesquelles on souhaite agir. Tous les moyens de sélection de 3D Turbo sont disponibles à cet effet

Par défaut la tension des arêtes est protégée et il est nécessaire de cliquer sur le

cadenas  >>  pour déverrouiller l'édition de la tension sur une arête.

- [Ajuster](#) la valeur de la tension pour les arêtes sélectionnées.



Copier /Coller une Tension

Le bouton de la **pipette** permet de sélectionner la valeur de tension de(s) arête(s) sélectionnée(s).

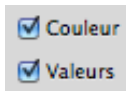


L'**aimant** à contrario permet d'appliquer la valeur courante aux arêtes sélectionnées. Le **curseur** entre les 2 boutons précédents permet de forcer les valeurs min et max de tension.

12-2-4 VISUALISER LA TENSION

Il est possible de visualiser les valeurs de tension sur les arêtes sélectionnées :

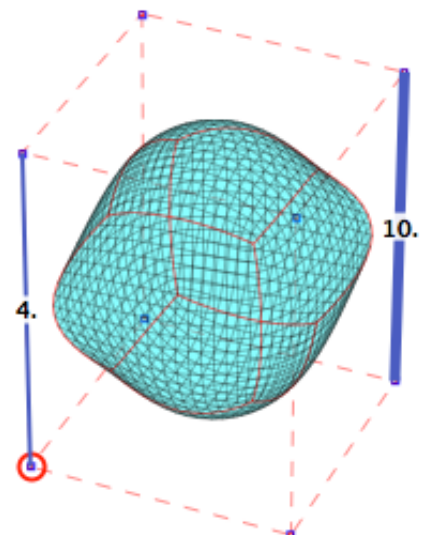
- par couleur (trait de plus en plus épais)
- par une étiquette numérique.
- Par les 2 modes.



La couleur utilisée est la couleur courante de la palette de 3D Turbo.

Les arêtes sans valeur indiquée ont une tension égale à Zéro.

La valeur **!M!** indique une tension maximum.

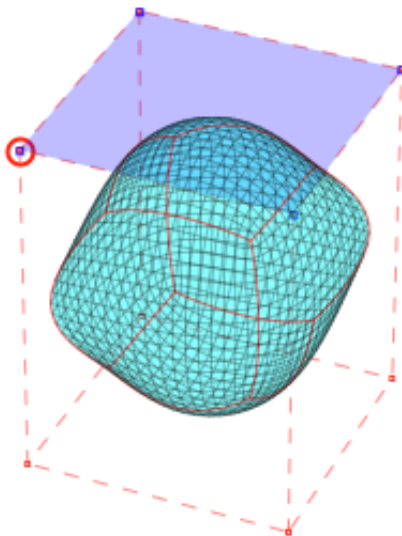


12-2-5 MODIFIER LA CAGE

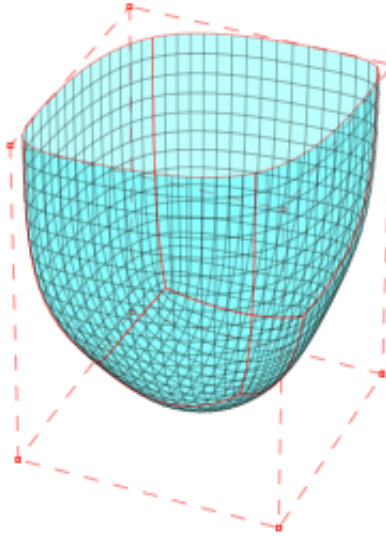
Pendant le cours de la fonction Maillage, la Cage initiale peut être enrichie (ou dégradée) par ajout ou retrait de Faces, effacement de Faces ou de Points, Coupe Annulaire et modifiée par tous les outils de modification de 3D Turbo, ou complétée avec les outils de construction3D .



- Sélectionner les Faces concernées, en mode sélection de Faces.
- Cliquer dans le bouton **Inclure** ou **Exclure**.

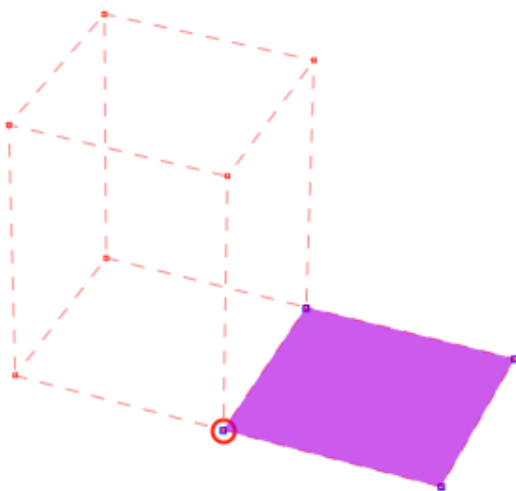


Avant exclusion



Après exclusion

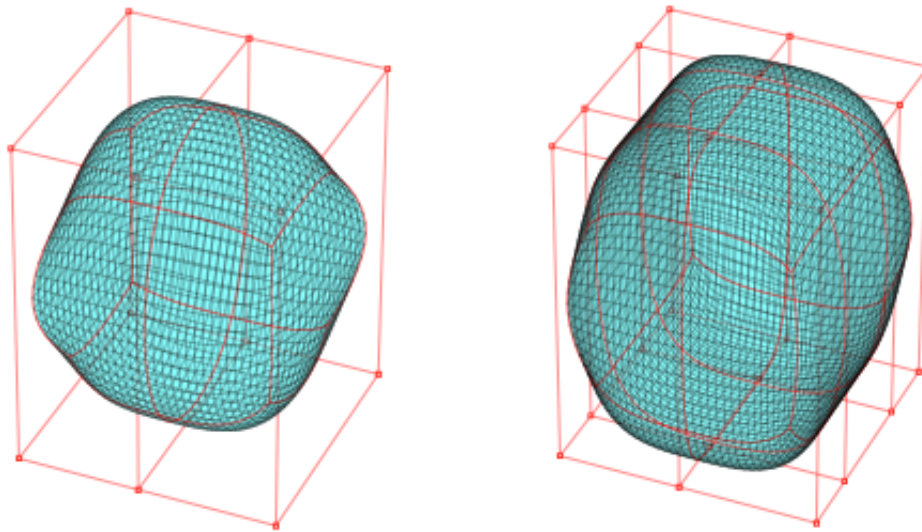
Une inclusion de face qui engendrerait une cage incorrecte génère le système d'affichage d'erreur.



L'Exclusion d'une ou plusieurs faces ne signifie pas leur effacement, mais permet de voir le résultat sur la surface générée « comme si » la Face était effacée. Pour obtenir le même résultat définitivement, il convient d'effacer effectivement les Faces concernées.

Le bouton **Coupe Annulaire** permet d'accéder instantanément à l'outil de même nom ([voir § 10](#)), sans quitter le mailleur.

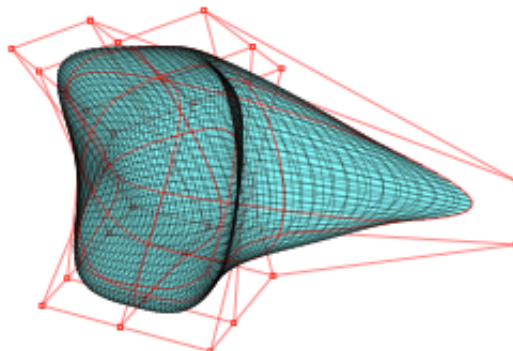
Coupe Annulaire



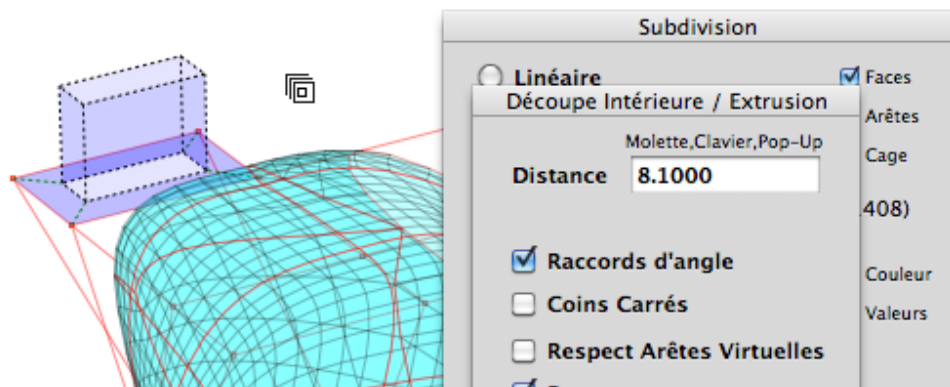
Modifications par des coupes annulaires

Pour aller plus loin :

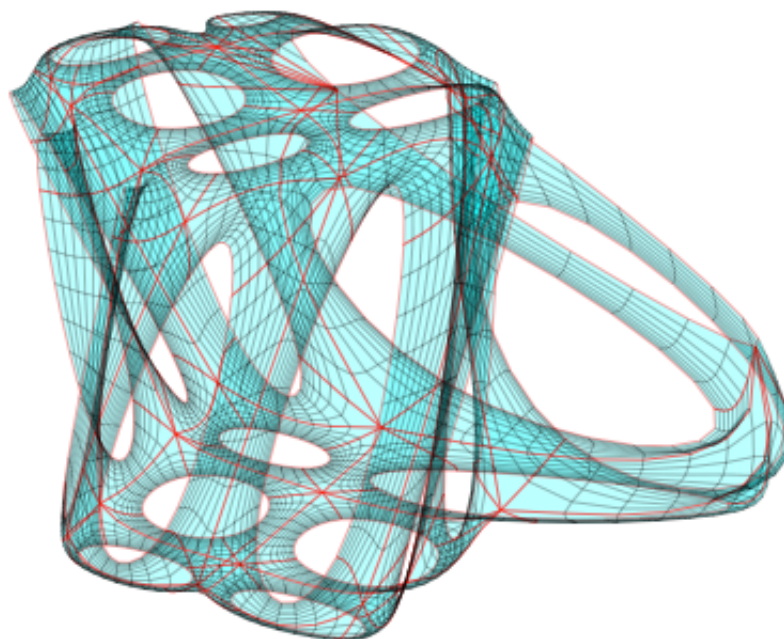
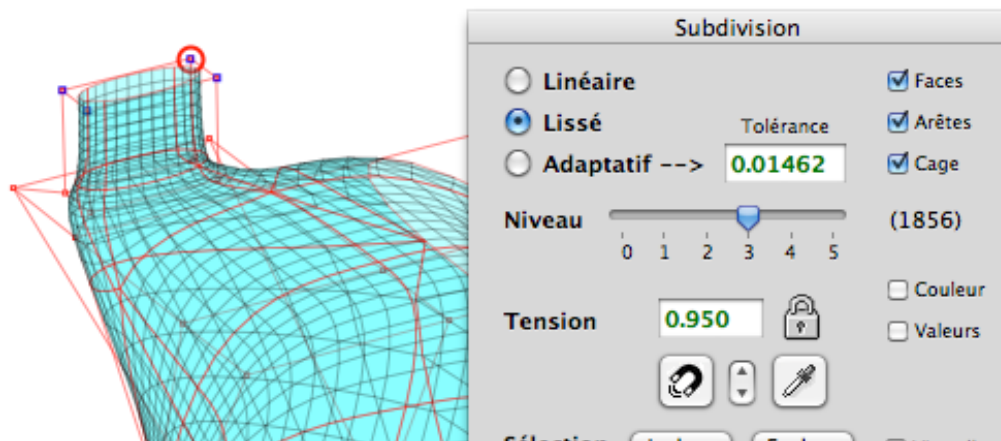
Il est même possible de modéliser d'autres morceaux, ou de dupliquer la cage existante, de la symétriser, etc. ou même d'utiliser les autres outils de Sculptures :



Modifications par les outils géométriques de 3D Turbo (Translation, Échelle, Rotation)

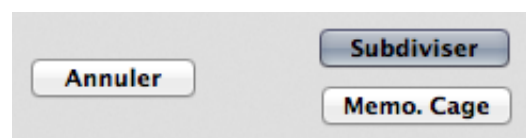


Utilisation de l'Outil de découpe pendant l'utilisation du Mailleur



12-3 Sortie du Mailleur

Lorsqu'on a terminé les réglages de la Cage, 3 sorties sont possibles :

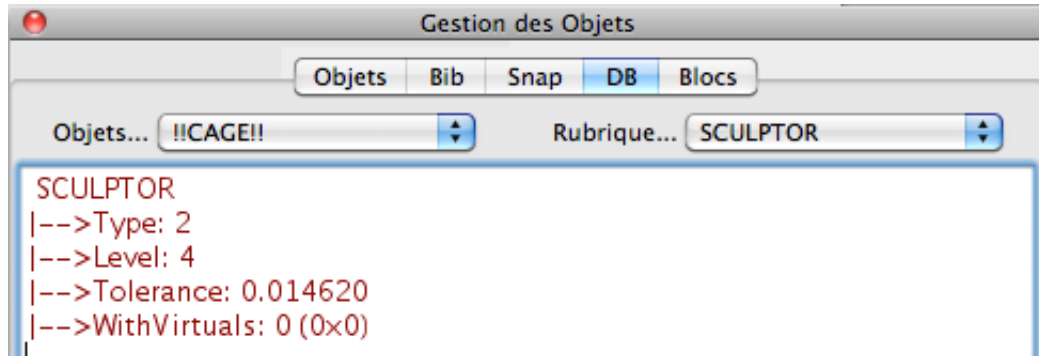


Memo. Cage

Si la Cage de Départ était un Objet complet, la Cage de Sortie remplace cet objet avec le même nom.

Si la Cage de départ n'était un Objet complet, un Objet **!!CAGE!!** est créé.

Dans les 2 cas, les objets sont typés « Cage » et une rubrique **SCULPTOR** est ajoutée à la base de données de l'Objet, qui contient la description des paramètres pour permettre au système de visualisation de générer une surface conforme aux réglages effectués.



Si nécessaire, on pourra revenir dans le Mailleur avec cette cage pour la modifier à nouveau.

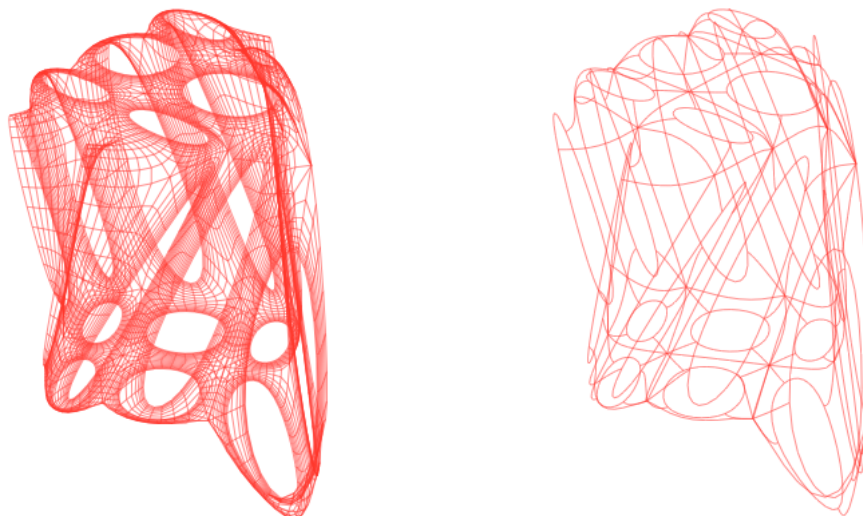
Subdiviser

Subdiviser consiste à remplacer la Cage par le maillage qu'elle engendre en respectant les paramètres réglés précédemment.

Un objet **MESH** est créé, mais il n'est alors plus possible de revenir sur la cage. La géométrie issue de la subdivision est alors figée.

Si la case ☒ **Virtuelles** est cochée au moment de la sortie en subdivision, toutes les arêtes des faces de la surface sont générées

Si la case ☐ **Virtuelles** est décochée au moment de la sortie en subdivision, seules les arêtes côtières sont générées :



Il est généralement inutile de sortir par le mode **Subdiviser** car il est toujours possible de [geler la cage](#) à posteriori dans les fonctions sur les Objets.

13 – ATELIER SCULPTURE




13-1 Définition de l'Atelier Sculpture

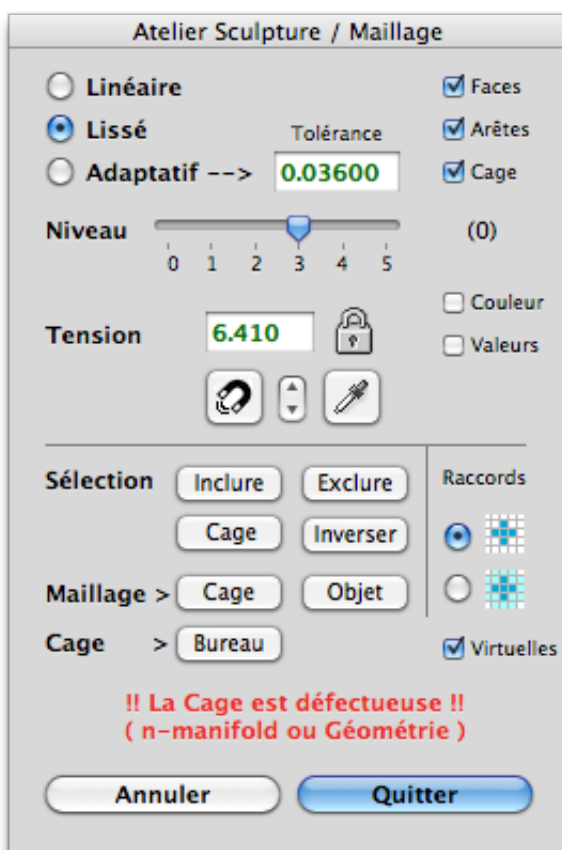
L' **Atelier Sculpture** est une fonction qui contient à peu près toutes les fonctions exposées dans ce chapitre, et quelques facilités supplémentaires.

Nous n'expliquerons donc pas dans ce paragraphe toutes les fonctions qui ont été expliquées dans les paragraphes précédents, nous contentant de décrire les facilités supplémentaires.

L' **Atelier Sculpture** fonctionne **en totale autonomie et totalement isolé du projet en cours, dans un calque spécial.**

Il ne nécessite pas de Sélection de base, bien qu'il soit possible de lui en injecter une si on ne désire pas partir de Zéro.

- Pour entrer dans l'Atelier Sculpture , cliquer dans l'icône 



On reconnaît, dans la partie supérieure, les [fonctions du Mailleur](#), et dans la partie inférieure quelques fonctions supplémentaires de gestion de la Cage produite.

- On entre alors dans un mode interactif (avec retour visuel) dont on peut sortir en cliquant sur **Quitter ou Annuler**

[Pilotez](#) cette fonction avec la molette ou entrant des valeurs numériques tout en observant en temps réel le résultat produit par les diverses options.

A partir d'ici, on dispose de tous les outils de 3D Turbo pour construire une cage.



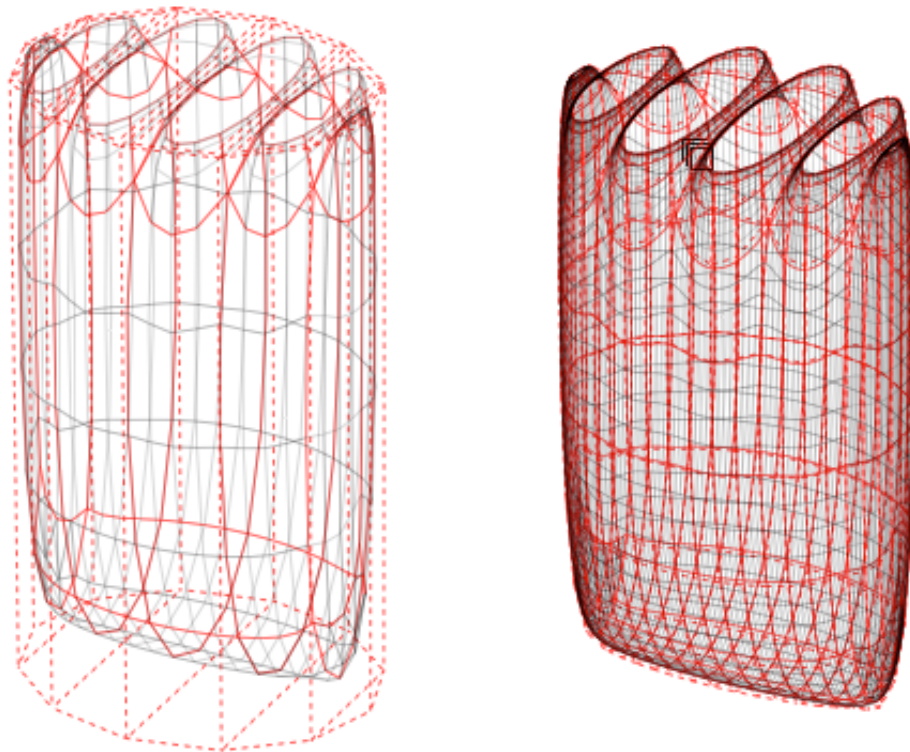
13-2 Production de la Cage

A tout moment, il est possible de transformer l'état courant d'une construction :

Substituer la Cage

Maillage > **Cage**

Substituer la Cage actuelle par la surface qu'elle engendre

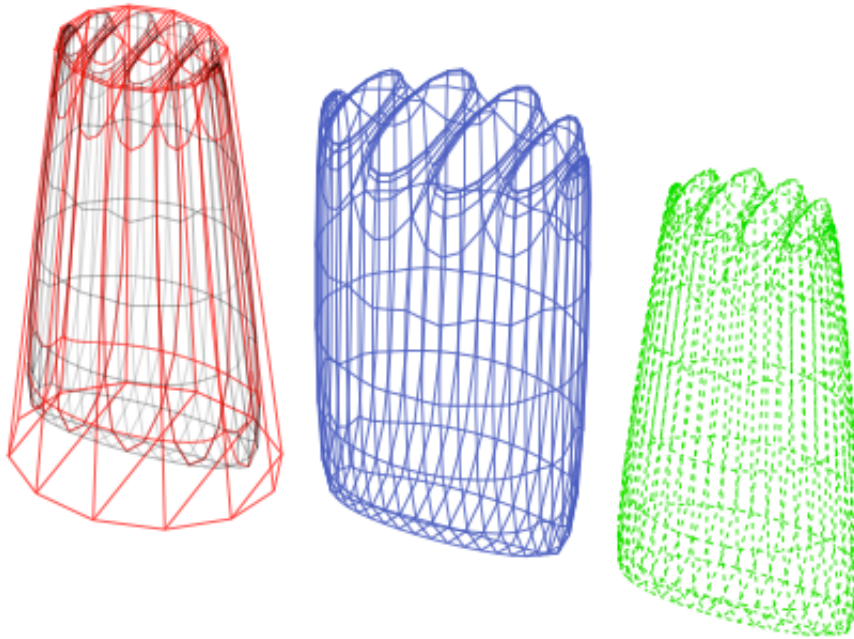


Cette option permet de raffiner une cage. Mais **ATTENTION**, le nombre de faces générées peut croître exponentiellement. Soyez prudent et réfléchissez avant d'enclencher cette fonction. Il est toujours possible de revenir en arrière avec une fonction Undo.

Geler la Cage en Objet séparé

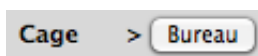
Maillage > **Cage** **Objet**

Geler l'état courant de la surface engendrée par la cage en un objet **MESH** disposé à côté.



Les objets sont générés avec les propriétés de la fenêtre de Style des Traits.

Enregistrer la Cage en Objet de Bureau



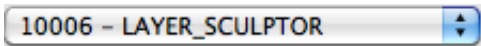
Geler l'état courant de la cage en un objet disposé sur le Bureau des Calques



13-3 Quitter l'Atelier de Sculpture

Pour quitter l'Atelier de Sculpture :

- Cliquer dans le bouton

Tout le travail effectué en autonomie dans le calque spécial  son transférer dans un nouveau calque de rang le plus petit possible.

Ou

- Cliquer dans le bouton

ATTENTION : dans ce cas tout le travail effectué est abandonné et définitivement perdu.