

Auteur : Jean-Paul Aeberhardt

Date : Octobre 2014

Création d'un couple vis/écrou

Partie 3

La création de l'écrou

Le principe

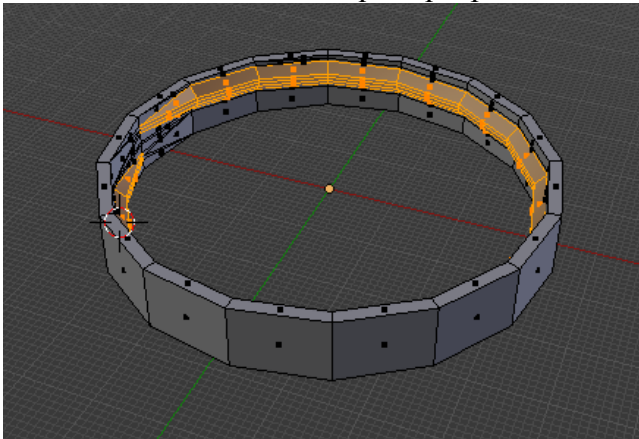
- création d'un cylindre qui servira de support à l'hélice
- création de l'hélice
- création de l'écrou en reliant les deux surfaces hélice et cylindre

On choisit un écrou de hauteur 10 mm.

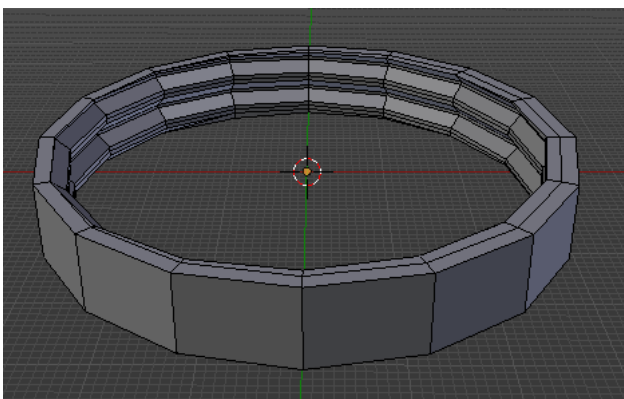
Il y a plusieurs façons de concevoir un écrou.

Nous en présenterons deux.

- La première est du type « bouchon de bouteille », elle est la plus simple à modéliser et met en œuvre les mêmes techniques que pour la vis :



- La seconde est du type « écrou métallique pour tige filetée », elle est un peu plus délicate à modéliser et nécessite de mettre en œuvre des techniques adaptées :



Version 1 : écrou de type « bouchon de bouteille »

Le principe

- ⇒ l'apparence de l'écrou sera celui d'un cylindre creux sur lequel le filetage vient se greffer.
- ⇒ dans cette modélisation, le pas de vis fera strictement un tour complet, ce qui est néanmoins suffisant pour son fonctionnement.

Les étapes

- création d'un cylindre support
On choisit un diamètre intérieur qui correspond au diamètre extérieur de l'hélice du pas de vis. L'épaisseur du cylindre sera de 2 mm
- création de l'hélice
l'hélice a le même pas que celui de la vis (cf « partie 2 »), mais son diamètre est de 0,75 mm plus large que celui de la vis afin d'assurer la rotation, à comparer à la profondeur du pas de 1,75 mm.
- création des liaisons entre le cylindre support et l'hélice
- finitions

Mode opératoire détaillé

On réutilise ici les techniques employées pour la modélisation de la vis.

Création du cylindre support

Partir d'un écran vide avec le curseur 3D positionné au centre.

Créer le cylindre support :

En mode objet : « add » « mesh » « cylinder »

En bas de la palette de gauche : faces 16 ; radius 34,5 ; depth 10

Aller dans la palette à l'extrême droite. Choisir l'éditeur représenté par une clé anglaise (c'est a priori celui affiché) ; clic sur « add modifier ». sélectionner « solidify ».

La palette « solidify » apparaît => choisir en haut à gauche « thickness 2 ».

- ⇒ la valeur « offset » (en haut à droite) est par défaut à -1, ce qui signifie dans ce cas que l'épaisseur va être calculée vers le centre.

- Nb : les valeurs d'offset ne sont pas intuitives. « 0 » indiquera que l'épaisseur est répartie de chaque côté du cylindre de départ. Pour d'autres valeurs, il vaut mieux faire des essais.....

Cliquer sur « apply » et revenir en mode objet.

=> mettre en réserve une copie du cylindre

- appliquer «object » « duplicate object » + retour (attention à ne pas déplacer l'objet)
- transférer l'objet dans une zone de réserve : « mesh » « move to layer » et clic sur la zone sélectionnée dans la palette qui apparaît.

Création du pas hélicoïdal de l'écrou

On procède comme pour l'hélice de la vis :

- extraction de l'arête verticale intérieure du cylindre dans le plan xy, côté $x > 0$:
 - en mode « edit » sélectionner tout l'objet
 - désélectionner la seule arête à conserver
 - effacer tout ce qui reste sélectionné
- ramener la longueur de l'arête verticale à 5 mm et la déplacer de 1,75mm
 - passer en vue frontale (pavé num 1), sélectionner le sommet du bas de l'arête.
 - appliquer GZ5 qui remonte ce sommet à mi hauteur de l'arête
 - sélectionner les deux sommets et appliquer GX-1,75 ce qui décale l'arête vers le centre de 1,75 mm. En effet on veut que l'hélice soit en dehors du cylindre support, il faut donc la décaler vers l'axe du cylindre de la profondeur du pas, soit -1,75 mm.
- créer le profil de la vis
 - sélectionner les deux sommets et subdiviser l'arête en 4 (« mesh » « edges » « subdivide » + afficher 4 dans « number of cuts » en bas à gauche) => on a 6 sommets
 - déplacer successivement les 4 sommets centraux, (sommets numérotés 1 à 6 à partir de celui du haut)
 - sommet 2 : clic droit, puis GZ 0,35 « retour »
 - sommet 5 : clic droit, puis GZ -0,35 « retour »
 - sommet 3 : clic droit, GZ -0,25 « retour » puis GX 1,75 « retour »
 - sommet 4 : clic droit, puis GZ 0,25 « retour » puis GX 1,75 « retour »
 - se mettre en mode « objet », sélectionner l'éditeur « clé anglaise » dans la palette de droite
 - cliquer sur « add modifier » et sélectionner « screw » dans le menu
 - appliquer : « screw » -5, « angle » -360d, « steps » 16, « render steps » 16, « iterations » 2, « apply » => on obtient une spire de 15 mm de haut
 - en mode objet, recentrer la spire par GZ 2,5

=> nb : la spire est volontairement un peu plus haute que le cylindre.

=> mettre en réserve une copie du pas de vis (même mode opératoire que pour le cylindre)

Création de l'écrou par raccordement du cylindre et du pas de vis

- rapatrier une copie du cylindre support sans les arêtes de la face interne
 - Sélectionner le « layer » dans lequel on a mis en réserve le cylindre.
 - passer en « mode edit » et sélectionner en mode « sélection arêtes » (en bas de l'écran) toutes les arêtes verticales internes du cylindre pour les supprimer (« mesh » delete » « edges »).
 - revenir en mode objet, sélectionner l'objet, le copier et le transférer dans l'espace de travail où se trouve l'hélice.
- fusionner l'hélice et le cylindre
 - en mode « objet », sélectionner l'hélice et le cylindre et les joindre (« object » « join »)
 - passer en mode edit
- repérer toutes les arêtes de la spire que l'on ne peut pas relier aux faces du dessus et du dessous du cylindre par des arêtes verticales :
 - sélectionner ces faces,
 - les supprimer : « mesh » « delete » « faces »

=> Si on a bien réalisé cette étape, tous les sommets libres de la spire sont juste au dessus ou au dessous d'un sommet d'une face correspondante du cylindre.

- relier ces sommets par des arêtes verticales, en matérialisant les faces de liaison et en évitant de créer des arêtes en double.

Finitions

Comme pour la vis, le début et la fin de la spire de l'hélice ne sont pas raccordées à la paroi interne du cylindre support.

Il convient de remplacer le début et la fin de la spire par une liaison en biseau avec les faces verticales adjacentes.

- réaligner les sommets 3 sommets du milieu du début de la spire sur l'arête verticale de la face adjacente.
 - o par exemple en les sélectionnant et en les déplaçant de 1,75 mm en appliquant GX 1,75
 - o supprimer la face qui précède la spire
 - o la recréer en s'appuyant sur les sommets du début de la spire pour ne pas créer d'arêtes en double (cf « partie 2)
- procéder de même pour la fin de la spire

Vérification de la qualité du maillage

Appliquer « check all » dans la palette « 3D printing ».

Il y a probablement plusieurs anomalies.

Les corriger en supprimant les arêtes et les sommets en double.

Ne pas hésiter à recalculer les normales pour une meilleure représentation à l'écran (« select » « select all » « normals » « recalculate outside »).

x
x x

Version 2 : écrou de type « écrou pour boulon en métal »

Le principe

Quand on observe un écrou pour un boulon en métal, on constate que le sillon du pas de vis est usiné progressivement et n'atteint sa profondeur complète qu'au bout d'un demi tour. Le dessus et le dessous du cylindre ne sont plus des disques de largeur constante => leur périmètre intérieur est un arc de cercle qui passe progressivement du diamètre le plus large de l'hélice (externe) à son diamètre le plus étroit (interne) sur un demi tour. L'impression visuelle est que le sillon s'enfonce en hélice dans la paroi métallique.

Le sillon fera, dans notre exercice, deux tours, mais n'aura sa profondeur complète que sur sa partie centrale, alors que dans la modélisation précédente, le sillon ne faisait qu'un tour mais toujours avec sa profondeur maximale.

La technique de modélisation est sensiblement différente de la précédente :

Comme dans le cas précédent, on va créer deux surfaces (l'hélice et le cylindre) mais on va choisir des dimensions qui vont permettre de visualiser là où les surfaces sont adjacentes et là où elles se croisent.

On va ensuite relier les deux surfaces, en modifiant la dimension des faces en contact pour qu'elles s'ajustent les unes aux autres.

Pour toutes celles qui se croisent on va devoir les découper au niveau de la ligne d'intersection et éliminer les parties qui sont en dehors de l'écrou à modéliser.

Il faudra enfin éliminer les sommets et arêtes en double.

On va présenter deux techniques de « section » de faces :

- une assez intuitive, mais qui a ses limites => l'outil « Knife »
- l'autre plus délicate mais plus précise, (et plus rapide quand on crée des vis avec un plus grand nombre de faces que le minimum retenu dans l'exercice). Elle consiste à utiliser une fonction booléenne d'intersection du cylindre et de l'hélice => c'est du trapèze volant par rapport au trampoline.

Mode opératoire détaillé

Le début est identique pour les deux méthodes.

Création du cylindre

On crée un cylindre d'épaisseur 3,75 (1,75 pour la vis plus 2mm)

En mode objet :

- « add » « mesh » « cylinder »
- puis, dans la palette en bas à droite
- « vertices » 16, « radius » 34,5, « depth » 10,
- « fill type » 'nothing'
- puis
- aller dans « add modifier » « solidify »
- « thickness » 3,75 , « apply »

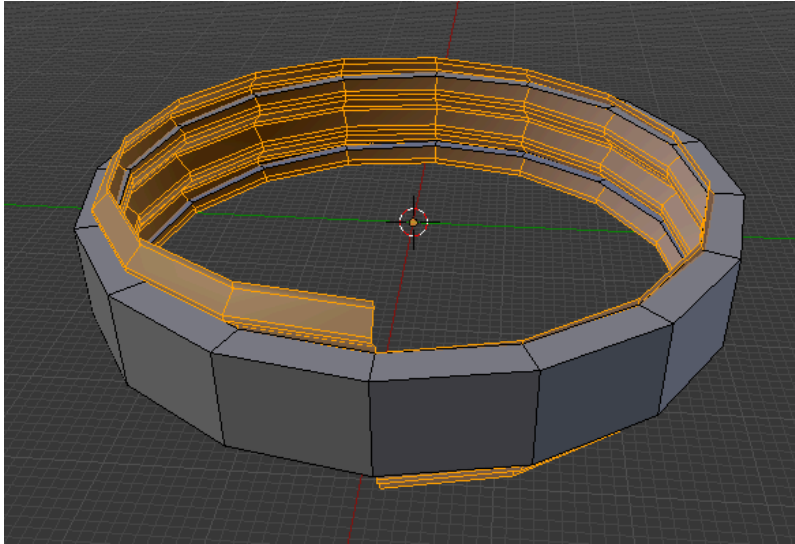
Création de l'hélice

On procède comme pour la création de l'hélice du bouchon à deux différences près :

- l'arête sélectionnée est déjà à la bonne distance du centre, donc on n'a pas besoin de la déplacer de -1,75mm
- on applique 3 itérations au lieu de deux pour avoir une hélice qui dépasse complètement des deux faces dessus et dessous du cylindre.

Centrer l'hélice sur l'axe z par rapport au cylindre (GZ 5)

A ce point, réserver une copie des deux objets dans un layer.



Méthode 1 : l'utilisation de l'outil « knife »

La vue ci-dessus montre les deux objets, avec l'hélice en mode « edit ».

On voit clairement l'intersection de l'hélice avec la face supérieure du cylindre.

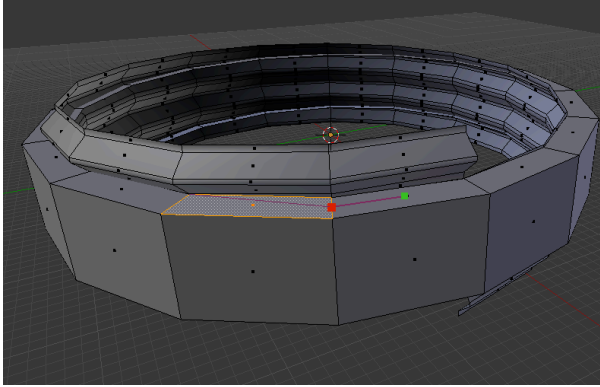
L'objectif est de découper l'hélice et les deux faces du dessus et du dessous du cylindre selon la ligne d'intersection, puis éliminer les parties « hors écrou ».

Le principe du couteau « Knife » est le suivant :

- sélectionner une face. On tape « K » ou « shift K » : un couteau apparaît :
- positionner le couteau sur l'arête de la face que l'on veut découper : l'arête apparaît en vert pour indiquer que l'outil l'a bien reconnue.
- déplacer le couteau sur l'arête jusqu'au point de départ de la coupe à réaliser (en s'assurant que l'arête verte apparaît toujours)
- faire un clic gauche pour valider cette position, le point de départ de la coupe est matérialisé par un carré
- déplacer le couteau jusqu'à l'autre arête à découper (en face, ou latérale, pas de contrainte). Un trait rouge apparaît qui part du carré précédent
- quand l'arête cible apparaît en vert et que l'on est au point voulu sur cette arête, faire un clic droit puis « return » pour confirmer et arrêter la coupe => la coupe est réalisée.

Quand on veut dessiner une coupe à l'intersection de deux faces, l'outil « knife » devient un peu plus délicat à manier, car il suffit d'un léger déplacement de la souris, pour que le couteau propose de couper la face horizontale ou au contraire la face qui la croise. C'est une source de confusion, d'autant plus que le principe de la coupe est que les points de départ et arrivée soient situés sur une même face.

La vue ci-dessous montre comment un trait de coupe apparaît sur la face sélectionnée. Il faut imaginer le dessin du couteau à la place du carré vert à droite (n'apparaît pas à la capture d'image).



Dans le cas présent :

- commencer par supprimer toutes les faces qui sont en totalité en dehors du cylindre (pour y voir plus clair)
- sélectionner les faces du dessus du cylindre
- avec l'outil « Knife » on découpe ces faces le long de l'intersection avec l'hélice
- ⇒ procéder par petits bouts en validant progressivement par « return » puis rappeler l'outil « Knife ».
- ⇒ on a intérêt à « grossir » la vue de la zone où on travaille.

Si on a réussi l'opération on constate que les faces ont bien été coupées en deux, c'est à dire qu'il y a deux faces à la place d'une.

- éliminer la face qui se trouve logiquement en dehors de l'écrou.
 - supprimer la face de l'hélice qui croisait la face du cylindre
 - recréer les faces de l'hélice en s'appuyant sur l'arête du cylindre correspondant à l'intersection des deux faces
- ⇒ En procédant ainsi, on aura réuni les deux faces du cylindre et de l'hélice, au niveau de leur arête d'intersection sans créer de sommets en double.

Recommencer avec les faces de dessous du cylindre

Cette méthode est assez longue et souvent frustrante quand l'outil « Knife » ne réagit pas comme on s'y attend. De ce fait, la méthode suivante, apparemment moins intuitive, se révèle beaucoup plus sûre et rapide.

Méthode 2 : passer par une opération booléenne.

On revient à fin de la création de l'hélice et du cylindre.

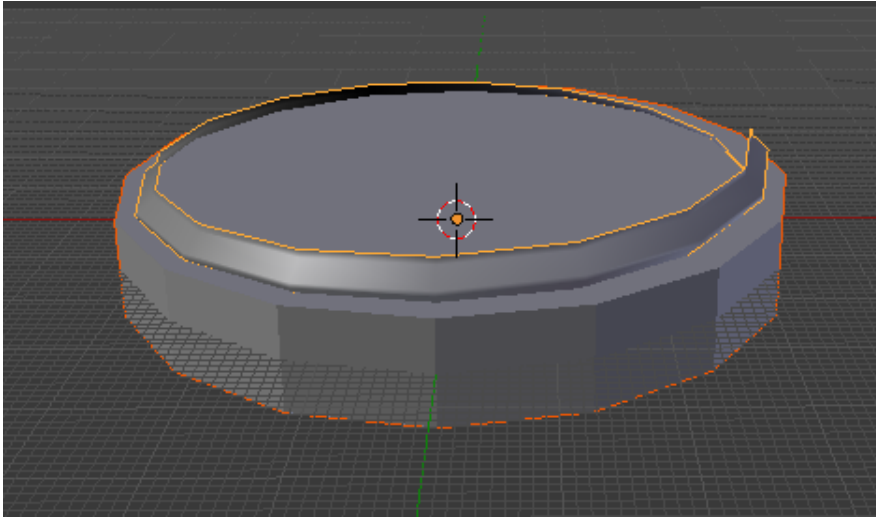
On sélectionne le cylindre, dont va remplacer les faces supérieures et inférieures par des faces pleines sans arêtes internes.

En mode edit :

- sélectionner une arête interne du dessus du cylindre
- « select » « edge loop » « delete » « vertices »
- sélectionner une arête du nouveau dessus

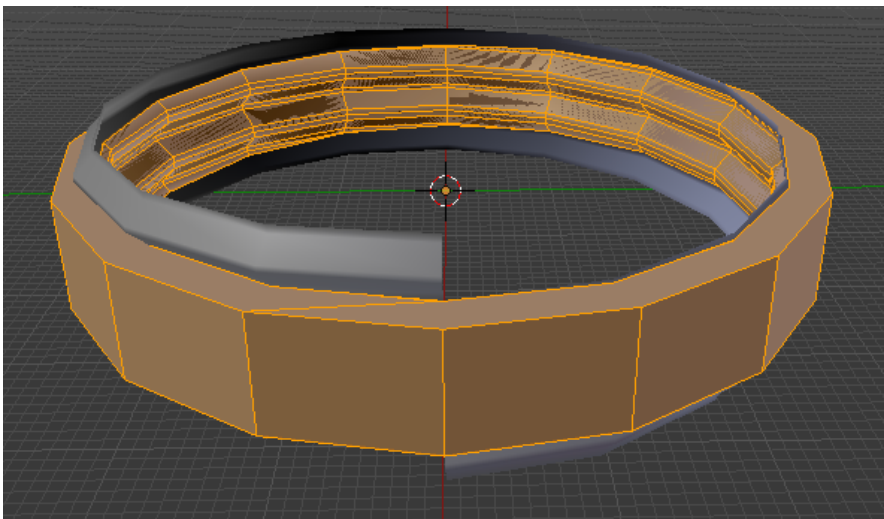
- « select » « edge loop » « F »
- Procéder de même pour l'autre face.

Vue des deux objets :



Mise en œuvre de l'opération booléenne

- en mode objet, sélectionner l'objet hélice et noter sa référence : elle est indiquée à côté du cube jaune dans la colonne de droite de l'écran.
 - sélectionner l'objet cylindre => c'est l'objet de départ et celui que l'on va modifier
 - appliquer « add modifier »
 - sélectionner « boolean » dans le menu dans la palette qui apparaît dans la colonne de droite :
 - aller en bas à droite et sélectionner l'objet correspondant à l'hélice (en utilisant les flèches du clavier pour faire défiler les objets)
 - à gauche, cliquer sur le menu « intersect » et choisir successivement chaque option possible en observant le résultat
 - choisir l'option « difference » et cliquer sur « apply »
- => on a créé un nouvel objet (vue ci-dessous) :



L'objet résultant est en jaune, tandis que l'hélice reste en gris, car elle n'a pas été modifiée
On va isoler le nouvel objet dans un layer vide :

- revenir sur l'écran principal
 - en mode objet transférer l'objet résultant de l'opération booléenne dans un layer vide
 - sélectionner ce layer vide et observer l'objet en mode edit
- => apparemment l'écrou est terminé.

Vérifier qu'il est imprimable et procéder aux derniers ajustements si nécessaire.

On peut également sélectionner les faces du dessus et du dessous et les trianguler (« mesh »
« faces » « triangulate »)

NB :

Le fait d'avoir simplifié les faces du dessus et du dessous du cylindre permet une meilleure lisibilité de l'opération booléenne et limite les risques d'anomalies.