

Tutoriel – Impression 3D

**Comment réaliser un modèle compatible
pour l'impression 3D?**

- 1. L'impression 3D chez Sculpteo.....2

- 2. Contraintes de l'impression 3D : précautions à prendre lors de la modélisation.....11

- 3. Erreurs géométriques : prévention et réparation.....18

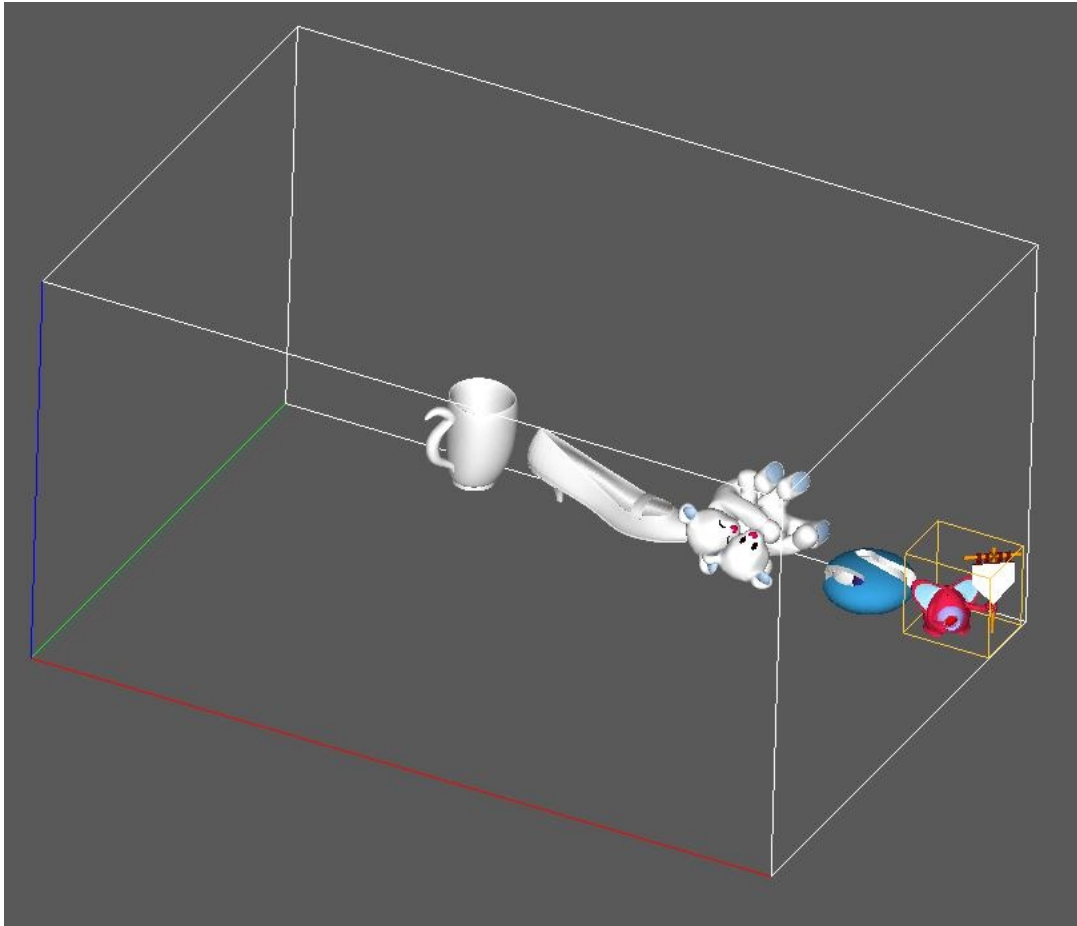
1. L'impression 3D chez Sculpteo

a) Processus

Les technologies d'impression 3D utilisées par Sculpteo réalisent les objets en assemblant des couches successives de matière.

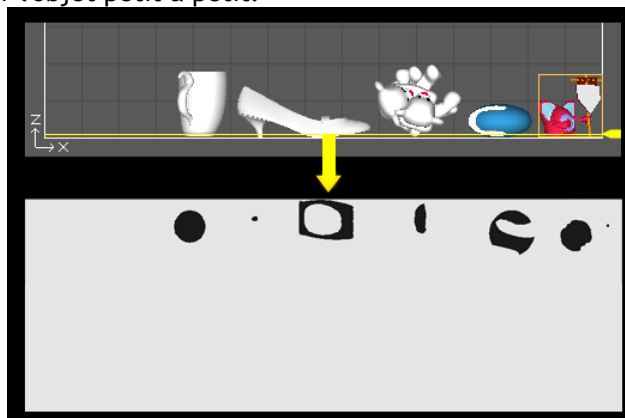
Lors de la préparation de l'impression, les modèles 3D à réaliser sont placés dans un bac virtuel.

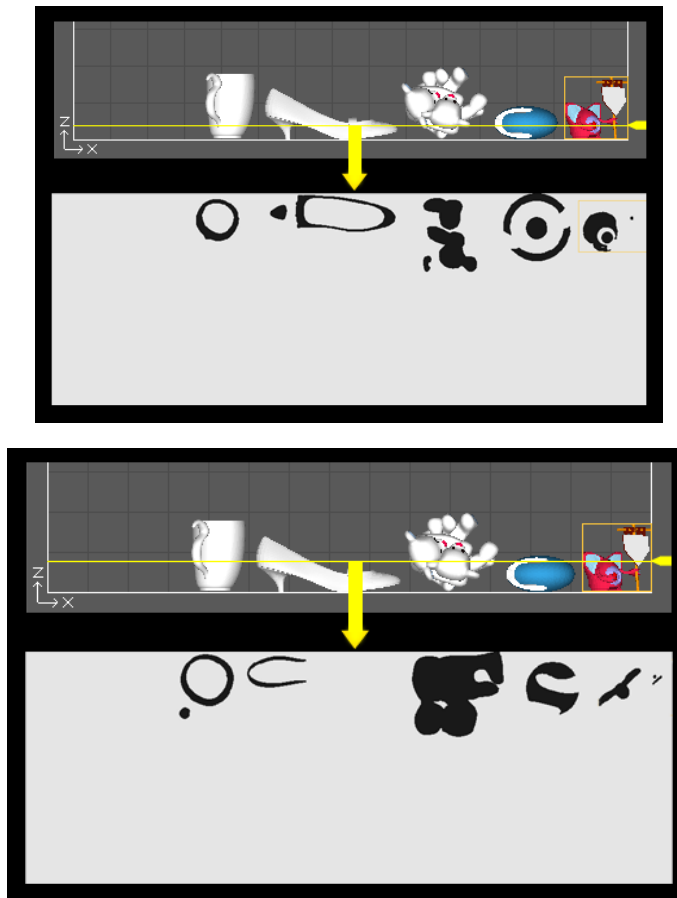
Par exemple, 5 objets à réaliser ont été sélectionnés et disposés ainsi dans le bac :



Ce bac virtuel est une simulation du bac réel où seront créés ces objets.

Lors de l'impression, des couches de poudre de plastique sont déposées sur la surface totale du bac, chacune ayant une épaisseur de 0,1 millimètre. Aux endroits du bac où un objet doit apparaître, la poudre est transformée pour en faire de la matière plastique. Autour, la poudre reste telle quelle. Les couches se superposent afin de monter l'objet petit à petit.





Pour savoir où elle doit créer la matière, l'imprimante scanne le modèle 3D du bac de gauche à droite : lorsqu'elle trouve une facette, elle considère qu'elle entre dans un volume de matière. Elle dépose alors du liant qui agglomère la poudre de plastique jusqu'à ce qu'elle trouve une facette orientée dans l'autre sens. Elle considère alors qu'elle est sortie du volume et stoppe l'agglomération de la poudre de plastique, qui reste à l'état de poudre. Si l'imprimante trouve à nouveau une facette, elle agglomère la matière jusqu'à la prochaine facette disposée en sens inverse et ainsi de suite.

A la fin de l'impression, le bac est rempli de poudre de plastique avec les objets en matière agglomérée à l'intérieur. Les objets sont alors sortis à la main, dépoussiérés et subissent un traitement afin de les rendre plus résistants.

a. Les matériaux proposés par Sculpteo

Sculpteo propose trois matières pour les objets imprimés :



Blanc, solide, matériau parfois flexible de telle sorte à résister à la pression lorsqu'il est plié. La surface a un aspect sableux, granuleux et légèrement poreux. Les objets en plastique blanc sont fabriqués par frittage laser de poudre de Polyamide. Les modèles sont imprimés couche par couche par un laser qui dessine l'objet dans la poudre en solidifiant la matière. L'épaisseur des couches est de 0.1 mm et la taille minimum des détails visibles est de 0.3 mm. L'épaisseur minimum pour cette technologie est de 0.8 mm (souple et pliable), et l'objet devient vraiment rigide à partir de 2 mm d'épaisseur.

Noir, solide, matériau parfois flexible de telle sorte à encaisser des petits impacts et résister à la pression lorsqu'il est plié. Ce matériau est fait à partir du plastique blanc coloré en noir. La surface a un aspect sableux, granuleux et légèrement poreux. Les objets en plastique noir sont fabriqués par frittage laser de poudre de Polyamide. Les modèles sont imprimés couche par couche par un laser qui dessine l'objet dans la poudre en solidifiant la matière. Après l'impression 3D, l'objet est imprégné de noir en le plaçant dans un bain de teinture spécialement adaptée. L'épaisseur des couches est de 0.1 mm et la taille minimum des détails visibles est de 0.3 mm. L'épaisseur minimum pour cette technologie est de 0.8 mm (souple et pliable), et l'objet devient vraiment rigide à partir de 2 mm d'épaisseur.



Ce matériau est fait à partir d'une poudre minérale fine. Des couches de 0,1 mm sont superposées une par une. Ce matériau est le seul disponible pour créer des objets entièrement colorés (16 millions de couleurs différentes) en une seule passe. C'est le moyen le moins cher de créer des objets multicolores. L'objet est aussi solide et cassable que la porcelaine, et doit donc être utilisé uniquement pour les objets décoratifs. La surface a un aspect sableux et granuleux. L'objet est livré fini et ne doit pas être poncé pour ne pas abimer la surface. Ce matériau ne convient pas à une exposition à l'eau. La poudre minérale Zcorp est agglomérée pour construire chaque couche par une imprimante 3D jet d'encre spécialisée. Après l'impression, l'objet est nettoyé avec soin et consolidé par

une colle à base de cyanoacrylate.

Chacune de ces matières permet la réalisation d'objets avec une précision de 0,1 millimètres, ce qui reste perceptible à l'œil nu. On aura une précision limitée pour les détails de moins d'un millimètre (l'équivalent de 10 couches de matière).





b. Sculpteo : mode d'emploi

Pour utiliser les services d'impression 3D de Sculpteo, il vous faut d'abord un design. Vous pouvez en créer un grâce à un logiciel de modélisation 3D et le transférer sur Sculpteo. Il existe diverses solutions gratuites telles que Blender (à [télécharger ici](#)) ou Wings 3D (à [télécharger ici](#)). Vous pouvez aussi en créer un en ligne depuis l'onglet « Créer » de Sculpteo. Enfin, vous pouvez choisir un design dans la galerie publique en cliquant sur l'onglet « Galerie ».



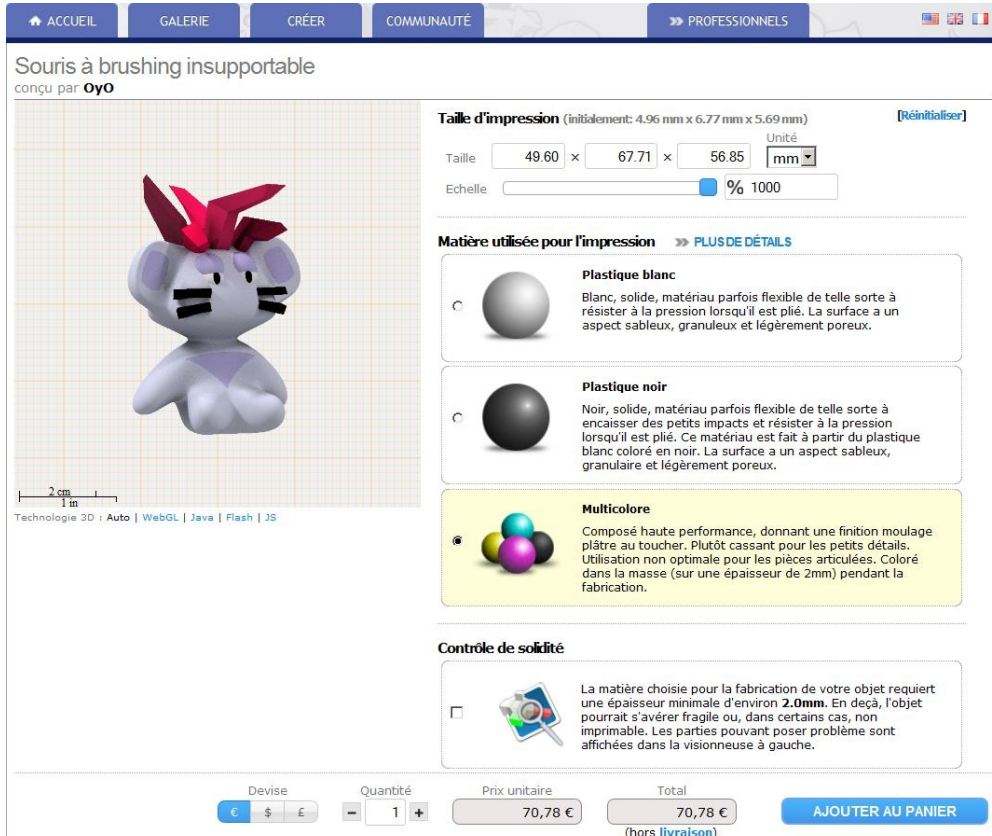
The screenshot shows the Sculpteo website interface. At the top left is the Sculpteo logo. On the right, there is a user login area with the text "Bienvenue Marie_Basset | Se déconnecter" and links for "Votre compte" and "Votre panier est vide". Below this is a navigation bar with tabs for "ACCUEIL", "GALERIE", "CRÉER", "COMMUNAUTÉ", and "PROFESSIONNELS". The main banner features a large blue 'S' logo and the text "Vous dessinez vos objets nous les fabriquons" with a "Transférez vos designs" button. Below the banner is an "Actualités" section with a video link: "How Selective Laser Sintering works? (video) - 20 juin 2011". There are three promotional tiles on the left: "Fabriquez vos propres objets" with a frog model, "Personnalisez les objets de la galerie" with a keyboard, and "Votre porte-clé" with a keychain. On the right, there are two more tiles: "Votre figurine unique d'après une simple photo" and "Figurine manga" with various character models. Each tile includes a "Transférer" or "Créer" button and pricing information.

Vous commandez ensuite l'impression 3D du(ou des) design(s) que vous aurez choisi(s), en cliquant sur « Voir le prix ».

VOIR LE PRIX

Une fenêtre vous demande alors de régler les paramètres d'impression de votre design :

- Choisissez la taille de l'impression en réglant le curseur d'échelle ou en entrant les dimensions de votre objet à la main.
- Choisissez l'impression en couleur, en plastique blanc ou en plastique noir. **Le prix est calculé automatiquement en fonction de ces paramètres.**



The screenshot shows the Sculpteo interface for a 3D model titled "Souris à brushing insupportable" by Oyo. The interface includes a navigation bar with "ACCUEIL", "GALERIE", "CRÉER", "COMMUNAUTÉ", and "PROFESSIONNELS". The main area displays the 3D model on a grid with a 2 cm scale bar. To the right, the "Taille d'impression" section shows dimensions of 49.60 x 67.71 x 56.85 mm and a scale of 100%. Below this, the "Matière utilisée pour l'impression" section offers three options: "Plastique blanc", "Plastique noir", and "Multicolore". The "Multicolore" option is selected. At the bottom, there is a "Contrôle de solidité" section with a warning icon and text. The footer shows a currency selector (€), a quantity of 1, a unit price of 70,78 €, and a total price of 70,78 € (hors livraison), with an "AJOUTER AU PANIER" button.

Cliquez sur Ajouter au Panier pour faire votre liste d'achat.

La page récapitulative de vos articles s'ouvre.

Pour pouvez aussi ouvrir la page récapitulative de vos articles, en cliquant sur Votre Panier.




Transférez vos designs 3D sur Sculpteo et découvrez nos services d'impression 3D.




[TRANSFÉRER](#)


Bienvenue Marie_Basset | [Se déconnecter](#)
 Votre compte | [Panier : 3 articles](#)
 Vos objets | **107,02 €**

- [ACCUEIL](#)
- [GALERIE](#)
- [CRÉER](#)
- [COMMUNAUTÉ](#)
- [PROFESSIONNELS](#)

Commandes dans votre panier



	Article	Quantité	Prix
Supprimer	 <p>Design Souris à brushing insupportable</p> <p>Matière Multicolore</p> <p>Taille (cm) 4.9 x 5.6 x 6.7</p>	- <input type="text" value="1"/> +	70,78 €
Supprimer	 <p>Design Petit Boudha</p> <p>Matière Plastique blanc</p> <p>Taille (cm) 2.8 x 4.9 x 3</p>	- <input type="text" value="1"/> +	24,91 €
Supprimer	 <p>Design Nœud borroméen</p> <p>Matière Plastique noir</p> <p>Taille (cm) 3.4 x 3.2 x 1</p>	- <input type="text" value="1"/> +	11,33 €
Total (TVA incluse, hors frais de port)			107,02 €

 Recevez votre article au plus tard le **1 juillet 2011**, si vous choisissez la livraison Express.

Si votre commande est urgente, [merci de nous contacter](#).

[Continuer vos achats](#) ou [VALIDER](#)

Vous pouvez annuler la commande de certains articles si vous le désirez en cliquant sur « Supprimer ».

Une fois que vous êtes satisfait, cliquez sur « Valider » afin d'ouvrir le formulaire de renseignement de vos coordonnées.

Expédition/Facturation
 Paiement >
 Confirmation

Vous êtes

Particulier

Entreprise



*Civilité *Nom de famille *Prénom

Mlle BASSET Marie

*Email

marie.basset@adresse.com

*Facturation adressée à (Si différent des données ci-dessus)

Marie BASSET

*Adresse (facturation)

20 rue de Paris

*Code postal *Ville *Pays

75001 Paris France

Département/Province Non Applicable

Adresse de livraison différente

*Numéro de téléphone

01 66 66 66 66

Code de la promotion

*Méthode de paiement



PayPal



Paiement sécurisé par carte de crédit



Payer à réception de la facture

VALIDER

Renseignez vos coordonnées. Choisissez votre mode de paiement :

- Paypal,
- Carte de crédit,
- Sur facture (pour les professionnels, dans certains cas uniquement).

Attention dans certains pays, vous avez peut-être moins de choix de paiements.

Cliquez sur Valider.

Expédition/Facturation
 Paiement
 Confirmation

Merci de choisir votre mode de livraison

- 6,00 € LIVRAISON RAPIDE**
Livraison avec suivi
Délai: 2 jours.
Vous recevrez votre commande **le 4 juillet 2011.**
- 14,00 € LIVRAISON EXPRESS**
Livraison express par UPS
Délai: 1 jour.
Vous recevrez votre commande **le 1 juillet 2011.**

VALIDER

Vous pouvez alors choisir votre mode de livraison.

Expédition/Facturation
 Paiement
 Confirmation

Client
Marie BASSET
marie.basset@adresse.com
01 66 66 66 66




Informations pour la facturation

Marie BASSET
 20 rue de Paris
 75001 Paris
 FRANCE

Adresse de livraison

Marie BASSET
 20 rue de Paris
 75001 Paris
 FRANCE

Commande

	Souris à brushing insupportable (Matière: Multicolore)	70,78 € * 1	70,78 €
	Petit Boudha (Matière: Plastique blanc)	24,91 € * 1	24,91 €
	Nœud borroméen (Matière: Plastique noir)	11,33 € * 1	11,33 €
Sous-total			107,02 €
Livraison avec suivi			5,99 €
Total du panier			113,00 €
			dont TVA: 18,52 €

PAIEMENT
La commande sera réglée via notre partenaire de paiement sécurisé Paybox.

PAYER

Cliquez sur Valider.

Le récapitulatif de votre commande apparaît. Il ne reste qu'à régler votre commande en cliquant sur Payer. Vous serez redirigé sur nos sites partenaires de paiement sécurisé. Une fois le paiement effectué, vous êtes redirigé vers Sculpteo. Sauvegardez ou/et imprimez votre facture. Celle-ci vous sera également envoyée automatiquement par mail.

Voilà ! C'est fait.

c. Formats supportés

Si vous êtes créateur 3D, vous pouvez transférer votre design sur Sculpteo afin d'en commander l'impression 3D. Pour cela, il vous faudra exporter votre modèle dans un fichier 3D compatible avec Sculpteo.

Sculpteo supporte les formats suivants :

- * OBJ (Wavefront)
- * PLY (Standford)
- * STL
- * OFF
- * SKP (Sketchup)
- * KMZ (Google Earth)
- * 3DS (3D Studio)
- * AC3D
- * ASE (3D Studio)
- * DAE (Collada)
- * MD2/MD3 (Quake)
- * Q3O (Quick3D)
- * COB (TrueSpace)
- * DXF (AutoCAD)
- * LWO (LightWave)
- * ZIP : un fichier zip contenant le fichier 3D, les textures et éventuellement les couleurs (pour que les couleurs et les textures soient bien importées sur le site)

Attention !

- Le format STL ne supporte pas la couleur.
- Le format OBJ doit être accompagné d'un fichier MTL d'indexation des couleurs et des textures, ainsi que des fichiers de textures (formats d'image .jpg, .png, .gif ou autres) dans un fichier ZIP pour apparaître en couleur sur notre site

2. Contraintes de l'impression 3D : précautions à prendre lors de la modélisation.

a) Penser objet

Tout design 3D ne convient pas pour l'impression 3D. Il faut penser à l'objet quand il sera réalisé.

Volume

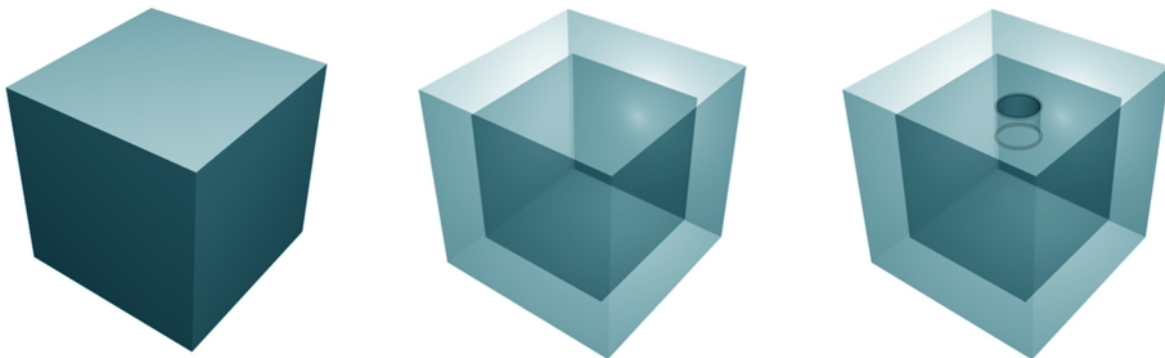
L'objet doit posséder un volume. Dans les jeux vidéos, certains modèles sont réalisés pour avoir le rendu le plus performant possible, quitte à « tricher » un peu avec la géométrie. Par exemple, les cheveux sont parfois modélisés par des faces simples, texturées et sans volume. Ces éléments ne seront pas imprimés. Il faut imaginer une surface plate en objet : si elle existe en vrai, c'est qu'elle a forcément une épaisseur, même fine. Pour préparer un modèle à l'impression 3D, il faut d'abord donner un volume à ces faces, en les extrudant par exemple.

Équilibre

L'objet sera-t-il stable ? Si votre modèle est un personnage en train de courir, il peut avoir un pied en l'air et l'autre posé au sol. Ça ne suffit pas forcément pour que l'objet puisse tenir debout ! Parfois il peut être intéressant d'y ajouter un socle.

Objet creux

Si voulez que certaines parties de l'objet soient creuses, il faut penser à créer un trou dans le modèle qui permettra d'évacuer la poudre de plastique non agglomérée des creux concernés :



a. Niveaux de détails

La précision de l'impression est de 0,1 millimètre, soit l'épaisseur d'une couche. Il faut avoir en tête que vos détails seront encore visibles après l'impression dans le cas où ils ont été sculptés par au moins 5 couches. Il est fortement conseillé de prévoir, en anticipant la taille d'impression, des détails de 1 millimètre minimum afin d'avoir un rendu optimal de ces derniers. Dans le cas contraire, ils seront peu visibles ou cassants.

On préférera exagérer les détails. Pour les bas-reliefs et les motifs, il ne faut pas hésiter à faire ressortir le relief sur une bonne épaisseur. Un bon contraste entre les creux et les bosses donne les meilleurs résultats.

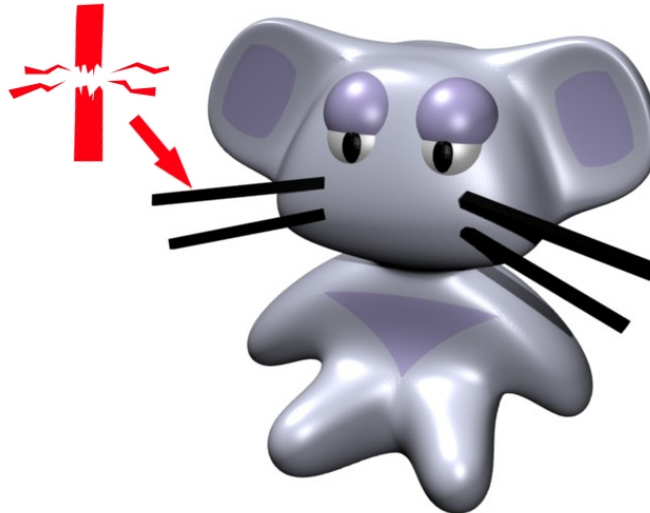
b. Éviter les fragilités

Petits détails

Les petits détails tels que les moustaches d'animaux, les fils et autres câbles peuvent être très fragiles voire impossibles à imprimer s'ils ne sont pas suffisamment épais.

Ceci concerne principalement la matière colorée. La matière blanche devient souple sur les parties fines, tant qu'elles gardent une épaisseur raisonnable (1 millimètre minimum pour des moustaches par exemple).

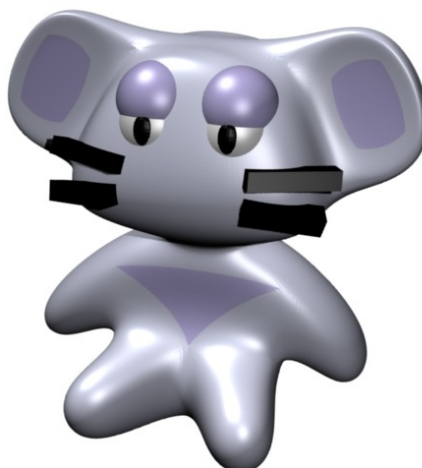
Ci-dessous, nous avons un petit personnage dont les moustaches sont assez longues et fines. Si cet objet est réalisé en couleur, il faut s'attendre à ce que ces dernières soient vite cassées :



Il est possible de remédier à la fragilité de ces détails de plusieurs façons :

- en augmentant leur épaisseur. Cela peut convenir sur des figurines type cartoon, où l'exagération des détails n'est pas gênante.
- en les collant à une partie solide du modèle, comme s'ils reposaient sur le modèle. Par exemple les moustaches du chat qui sont collées sur sa joue.
- en les supprimant. Vous pouvez prévoir les emplacement sur le modèle pour y rajouter un fil, un câble ou une petite chaîne et la rajouter après l'impression. Vous pouvez facilement coller sur la matière imprimée toute sorte de détails avec n'importe quelle colle forte.

Nous avons désigné différemment les moustaches de notre personnage. De cette façon, elles seront résistantes quelle que soit l'impression :



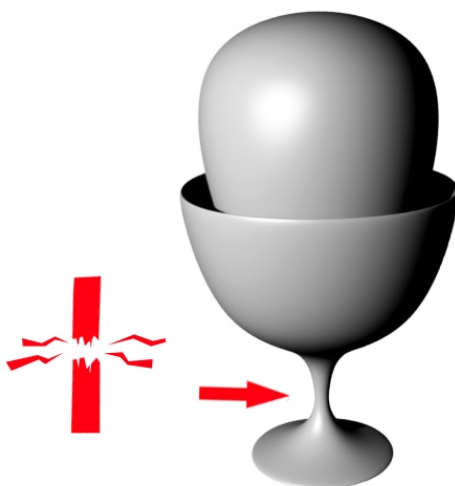
Dans tous les cas,
une épaisseur
minimale de 3-4

millimètres est conseillée pour des détails qui « sortent » de l'objet en matière colorée et 2 millimètres pour la matière blanche. Pour les bas reliefs, une précision de 1 millimètre est suffisante car ces détails sont collés au modèle et donc beaucoup plus résistants.

Objets en porte-à-faux

Un objet de gros volume avec une base fine est fortement déconseillé, à moins qu'il ne soit soutenu par d'autres éléments.

Si par exemple un objet tel que celui-ci est fabriqué :



La base risque d'être très cassante.

Il est conseillé :

- de réduire l'écart taille de la base / taille de l'objet.
- d'imprimer l'objet dans une taille suffisante pour que la base ait une bonne épaisseur.
- Dans tous les cas, l'impression en plastique blanc donnera de meilleurs résultats au niveau de la solidité de ces éléments : la base sera souple/pliable (à partir d'une certaine épaisseur, 4 millimètres au moins pour l'objet ci-dessus). En couleur, l'impression de cet objet en l'état est fortement déconseillée.

c. Différences entre rendu et objet : les erreurs à anticiper

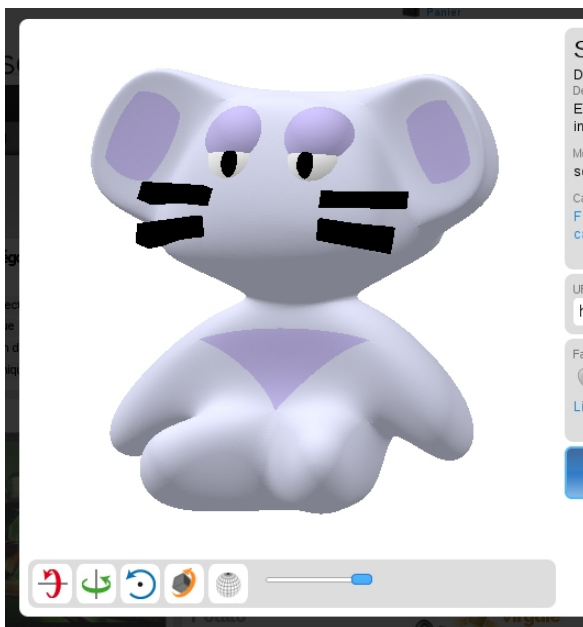
Le rendu des couleurs de l'objet donné par le logiciel 3D est souvent différent du rendu réel, car le logiciel 3D fait intervenir des lumières artificielles, qui peuvent ternir, éclaircir ou transformer les couleurs de l'objet.

Par exemple, voici un rendu sous le logiciel Blender de notre petit personnage. L'éclairage donne l'impression que sa peau est jaunâtre.



Pour savoir quelles couleurs seront celles de l'objet imprimé, il faut se référer au rendu de la visionneuse 3D en ligne de Sculpteo, qui donne le résultat le plus fidèle de l'objet final.

En exportant le modèle sous Sculpteo, on se rend compte en ouvrant la visionneuse 3D que la peau de notre personnage est plutôt un léger gris coloré (violet).



Il faut aussi savoir que Sculpteo n'imprime pas les parties transparentes de l'objet dans un matériau transparent. Si vous avez prévu un verre protecteur sur votre téléphone portable, il sera opaque. Vous ne verrez plus la texture du menu que vous avez placé en dessous.

Il conviendra donc d'enlever tout objet transparent si vous désirez voir ce qu'il y a derrière. Vous pouvez éventuellement transformer la texture de l'objet pour simuler un effet transparent.

Par exemple, si on met un aquarium sur la tête de notre petit personnage :



L'imprimante réalisera ceci :



d. Articulations

Nos machines réalisent les pièces que vous modélisez couche par couche, et peuvent donc réaliser des pièces avec des assemblages complexes indémontables.

Si vous souhaitez réaliser des pièces articulées, vous devez simplement penser à laisser un jeu suffisant pour que les pièces constituant l'articulation ne soient pas soudées ensemble. Vous pouvez ainsi réaliser des rotules, des pivots, des pivots glissants ...

Nous vous conseillons d'utiliser la matière plastique blanche pour la réalisation de vos pièces articulées. Avec cette matière, un jeu de 0.5 mm est conseillé pour que l'articulation soit mobile.

e. Préparer un fichier exploitable

Taille du fichier

Il est conseillé de ne pas abuser du lissage du modèle si ça n'est pas nécessaire au rendu. En effet, un fichier trop lourd est difficile à traiter. S'il possède des erreurs géométriques, la complexité du maillage est d'autant plus problématique pour une éventuelle réparation avant impression. Sculpteo permet le transfert de fichiers jusqu'à 50 méga octets. On évitera cependant de s'approcher de cette limite, car non seulement les fichiers seront difficiles à transférer pour l'utilisateur, mais en plus ils seront peut-être inutilisables pour le traitement avant impression.

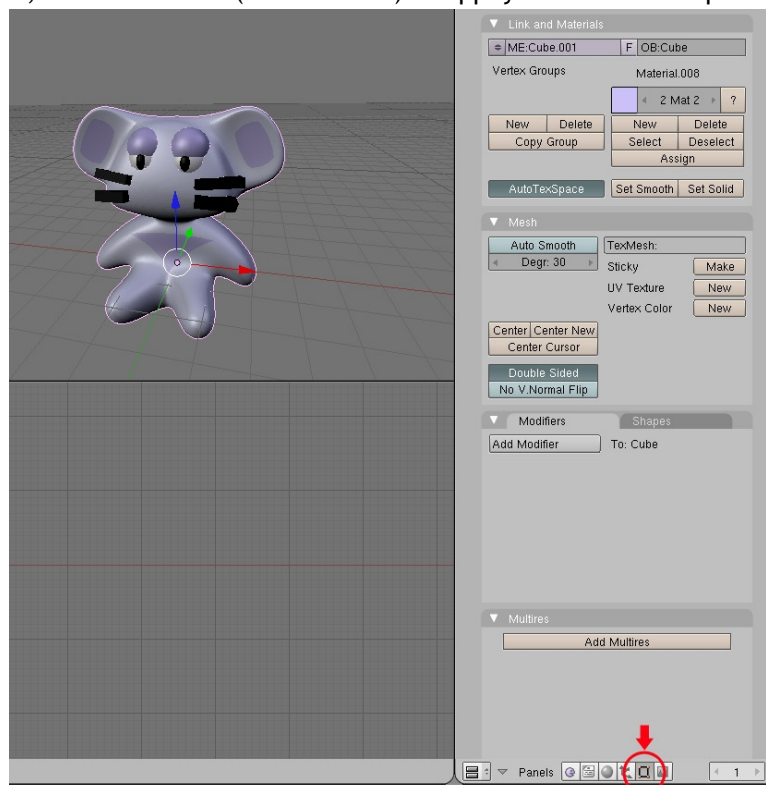
Réduire la taille du fichier

Afin de réduire la taille du fichier, vous pouvez éventuellement réduire le nombre de faces avec un décimateur. La plupart des logiciels 3D en intègre un.

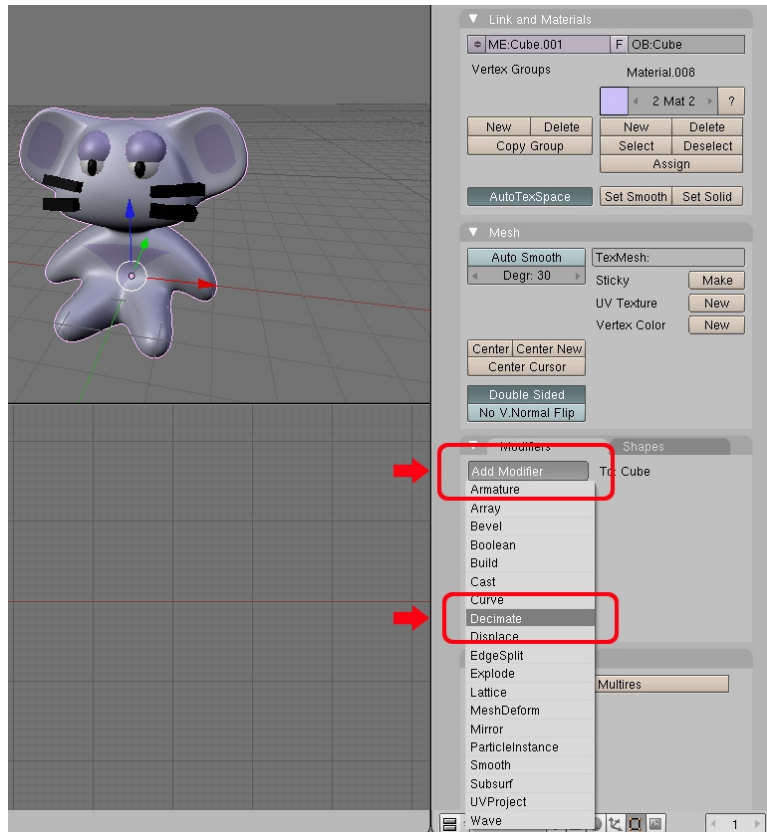
Si vous n'en trouvez pas, vous pouvez utiliser la solution gratuite Blender (à [télécharger ici](#)) et appliquer sur votre modèle le « modifier decimate » (menu editing : F9).

Procédez comme suit :

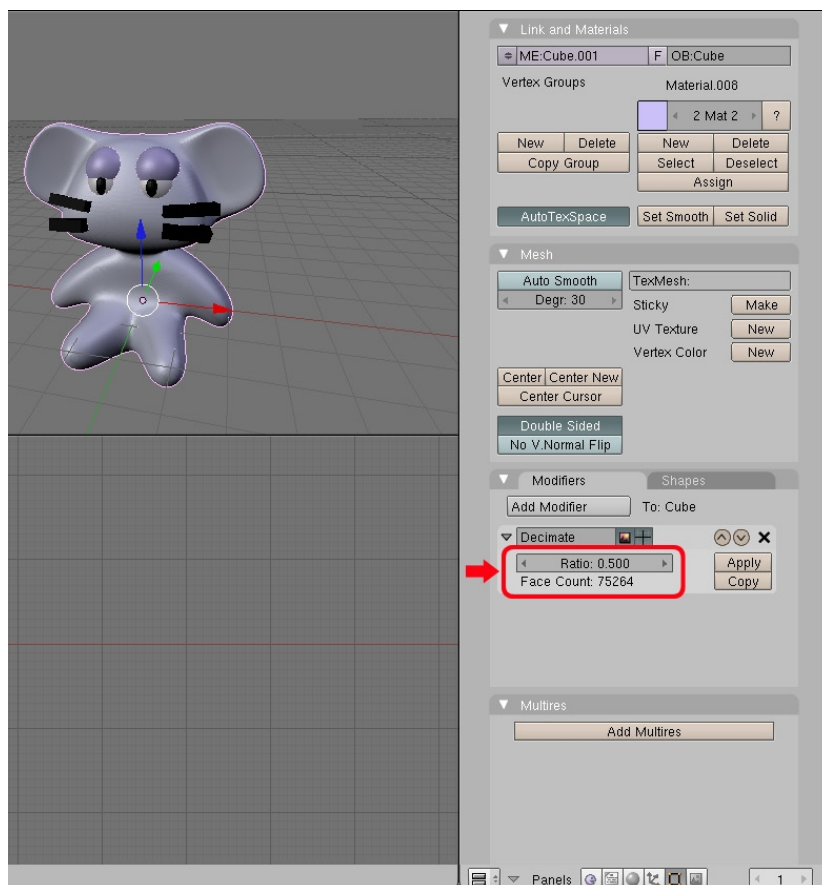
Importez votre modèle, sélectionnez-le (bouton droit) et appuyez sur F9 ou cliquez sur le menu editing :



Dans l'onglet Modifier, cliquez sur « Add Modifier » et sélectionnez Decimate :



Réglez ensuite le ratio de décimation (1 = nombre de polygones original; 0.5 = nombre de polygones réduit de moitié; etc...) :



Attention : le décimateur ne fonctionne pas toujours si le modèle possède des incohérences géométriques. Dans ce cas il faut d'abord réparer le modèle. A cet effet, des tutoriaux sont proposés dans la 3ème section de ce document.

Couleurs et textures

Si votre modèle possède des couleurs et des textures, vous devez regrouper les textures, les couleurs et le modèle 3D dans un fichier .zip. Lors du transfert du modèle 3D sur le site, vous devez alors sélectionner le fichier .zip sur votre ordinateur.

Par exemple pour un fichier .3ds, vous devez regrouper le fichier .3ds et les fichiers de texture (format : .bmp) dans un répertoire et zipper ce dernier.

Attention : le format .obj nécessite un fichier .mlt (généralisé lors de l'export obj par votre logiciel de modélisation) en plus des textures. Ce fichier contient les informations d'indexation des couleurs et des textures.

En raison de son absence de limitation et de sa relative compatibilité avec l'ensemble des outils 3D, le format obj est recommandé pour les objets en couleur de manière générale, même si les autres formats sont supportés par Sculpteo.

3. Erreurs géométriques : prévention et réparation.

a) Préambule

Les modèles 3D doivent être corrects géométriquement pour pouvoir être imprimés. Beaucoup de logiciels de modélisation peuvent générer des erreurs de géométrie lorsque l'utilisateur n'est pas averti. Il faut savoir que la plupart des logiciels de rendu (3ds max, maya, blender..) ne sont pas prévus pour l'impression 3D mais pour le rendu vidéo. Un objet peut paraître tout à fait correct au rendu alors qu'il n'est pas correct géométriquement.

Sculpteo propose un système de visualisation des erreurs en ligne : chargez votre design pour vérifier si il contient des erreurs.

Ici, nous avons chargé un cube qui contient un petit trou dans l'une de ses faces. Nous obtenons cet écran :



Cliquez sur « Cliquez pour visualiser les réparations effectuées sur votre modèle » pour voir les réparations. Nous obtenons alors l'écran ci-après :

Vérifiez les réparations effectuées sur votre modèle.



Votre modèle a été complètement réparé. Le détail de ces réparations est affiché dans la visionneuse à gauche.

Si vous n'êtes pas satisfait, vous pouvez essayer le [mode expert](#) pour tenter de réparer votre modèle.

[RETOUR À LA GALERIE](#)

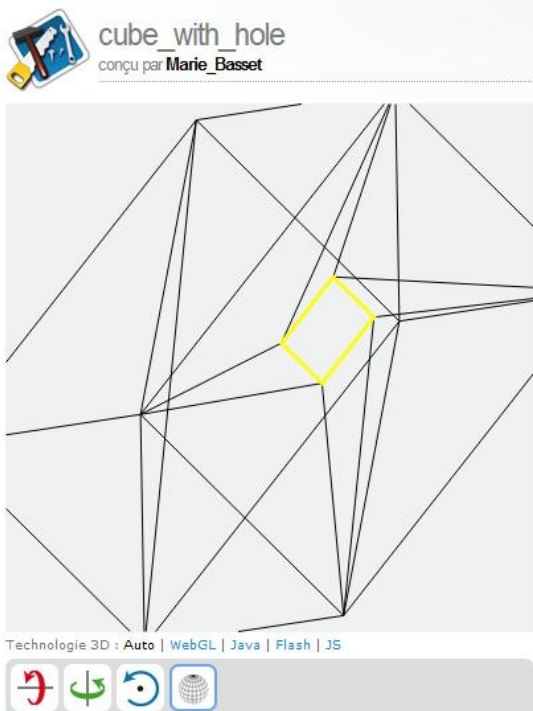
[COMMANDER](#)

Dans le cadre de droite, nous lisons que notre modèle a été réparé par le site, et nous pouvons cliquer sur « le mode expert » pour visualiser les problèmes.

Nous visualisons alors le trou géant.

Votre design n'est pas imprimable

La géométrie de votre design est incorrecte. Essayez nos méthodes manuelles pour le réparer.



Différentes méthodes de réparation vous sont proposées. Leur efficacité dépend des types de problèmes rencontrés, et nécessite un jugement de votre part. Essayez les différentes solutions, et choisissez celle qui vous convient le mieux.

[VOIR LES ERREURS](#)

[VOIR LES SURFACES INVERSÉES](#)

[RÉPARATION AUTOMATIQUE](#)

OU

[TESTER LE COLMATAGE](#)

[TESTER LA RECONSTRUCTION](#)

DIAGNOSTIC

- Le modèle contient 2 points singuliers
- Le modèle contient 4 arêtes de bord
- Le modèle n'est pas orientable

[ANNULER](#)

[SAUVER](#)

Vous pouvez alors choisir différents modes de vue :

- « Voir les erreurs »

- « Voir les surfaces inversées »

Ainsi que la réparation que vous voulez :

- « Réparation automatique »
- « Tester le colmatage »
- « Tester la reconstruction »

Les trous sont entourés en jaune, les points singuliers en orange et les arêtes singulières en rouge. Nous verrons plus loin dans ce chapitre les différents types de problèmes, leurs causes et comment les éviter.

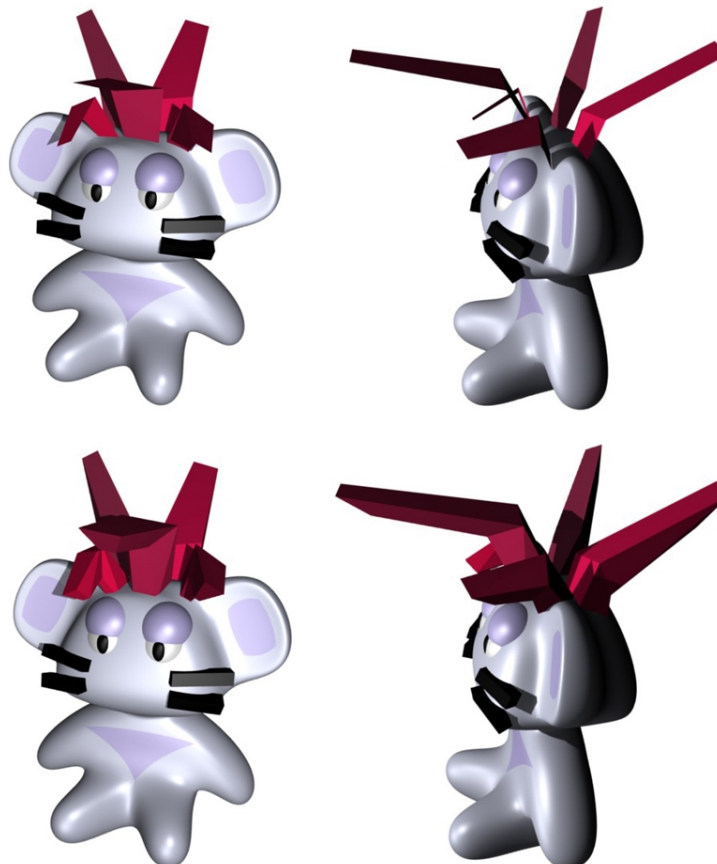
Dans tous les cas, quand vous travaillez sur vos modèles, n'hésitez pas à les transférer régulièrement sur Sculpteo pour utiliser cet outil de visualisation des problèmes.

Parfois l'erreur vient d'une utilisation de fonction complexe, comme par exemple les opérations booléennes entre deux formes sphériques sous blender qui peuvent détruire la topologie du modèle. D'autres fois, il s'agit d'une mauvaise utilisation des méthodes de modélisation. Afin d'éviter de générer ces erreurs et de préparer un modèle 3D imprimable, les points suivants sont à respecter.

a. Éléments sans volume

Les modèles doivent posséder une épaisseur pour être imprimés. Par exemple, pour certains personnages de jeux vidéo, les cheveux sont modélisés d'une simple face texturée car ils sont prévus pour le rendu vidéo. Cela n'est pas imprimable. Avant d'imprimer un tel modèle, il faut le retravailler pour que chaque élément ait une épaisseur.

Nous avons placé des cheveux sur la tête de notre créature. Ces derniers sont modélisés par de simples faces. En l'état, le modèle ne pourra pas être transféré sur le site car l'objet contient des parties sans volume.



Comment y remédier

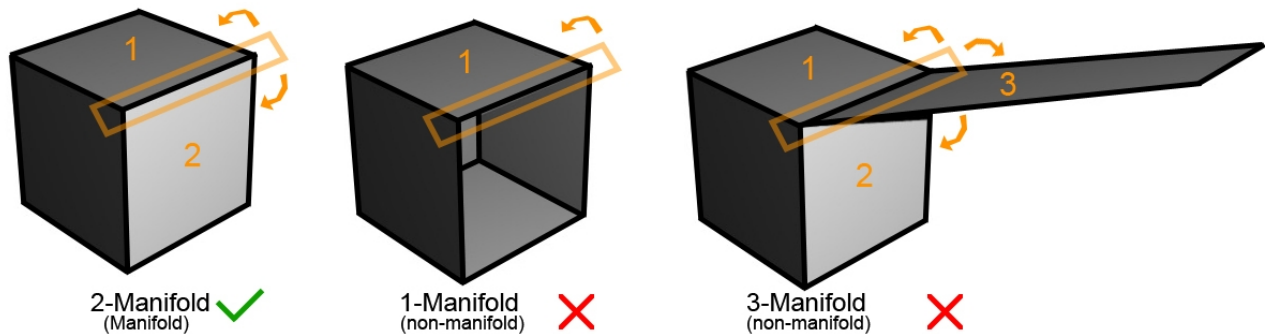
Il faut extruder chaque face sans épaisseur. Il est conseillé de prévoir une certaine épaisseur pour que l'élément soit solide. Par exemple, nous avons renforcé la chevelure de notre personnage :

es non-manifold

b. Modèl

Arête non-manifold (singulière)

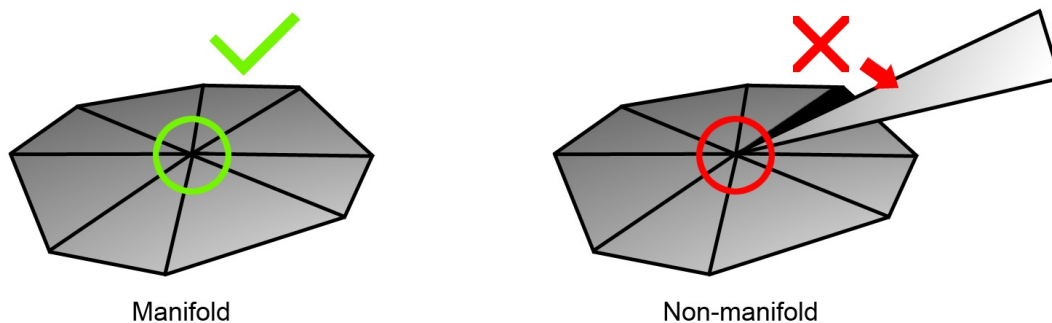
Pour qu'un modèle 3D soit correct, il faut que chaque arête possède 2 faces adjacentes, ni plus, ni moins. Dans le cas contraire, l'arête est non-manifold, et le volume de l'objet ne peut être calculé correctement.



Point non-manifold (singulier)

Il faut également que chaque point n'appartienne qu'à une seule surface. Lorsque 2 faces partagent un point sans partager d'arêtes communes, ce point est non-manifold.

Exemple :



Ces erreurs peuvent apparaître pour plusieurs raisons. Certaines sont assez fréquentes et nos algorithmes peuvent les traiter :

- faces emprisonnées dans un volume
- points doubles
- arêtes de bord
- volumes distincts reliés par une arête ou un point.

Comment y remédier

Il faut commencer par repérer ces arêtes et sommets non-manifold. La plupart des logiciels de modélisation 3D permettent ce genre de détection. Nous allons voir comment, avec Blender (à [télécharger ici](#)), nous pouvons détecter ces erreurs et les corriger.

Après l'importation du modèle 3D, il faut le sélectionner (bouton droit de la souris sur le modèle) et passer en mode édition : touche tabulation.

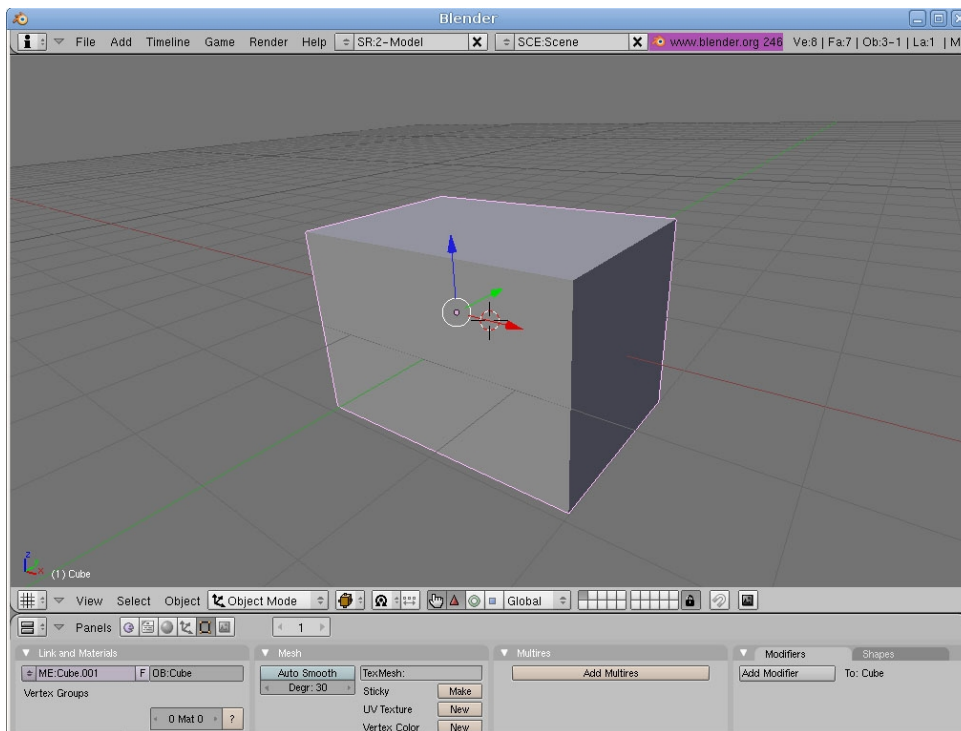
Lors du passage en mode édition, tous les points sont sélectionnés par défaut. Il faut tout désélectionner via la touche « a ».

Cliquez alors sur le menu select -> non-manifold ou appuyez sur la combinaison « Ctrl+Shift+Alt+M ».

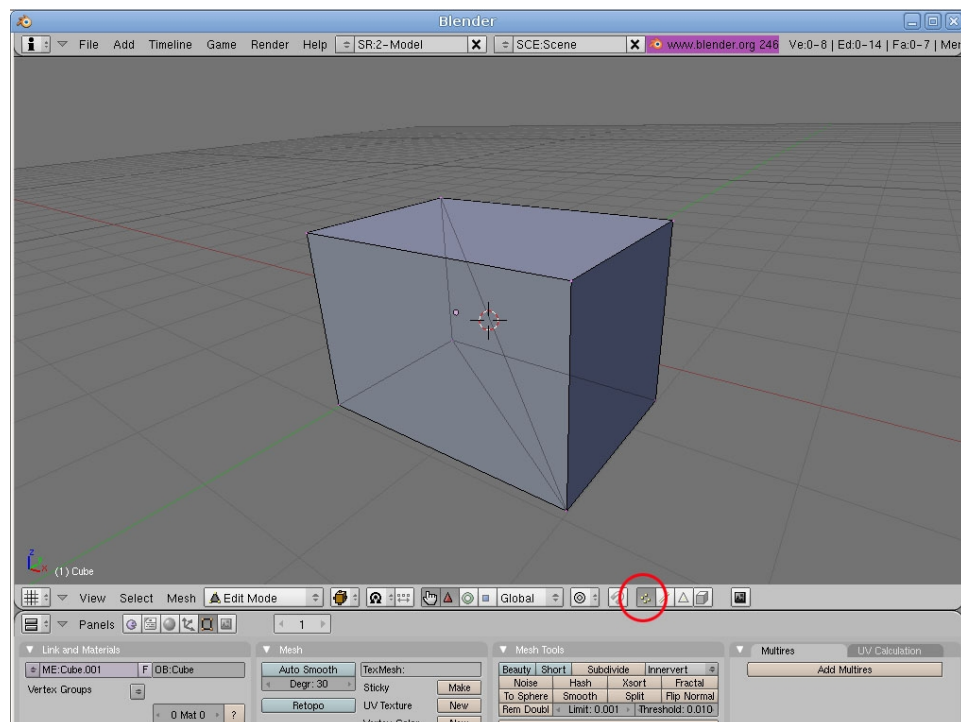
Vous voyez apparaître tous les points non-manifold. Il faut traiter ces différents points. Nous allons aborder des exemples simples.

Cas des faces emprisonnées dans un volume

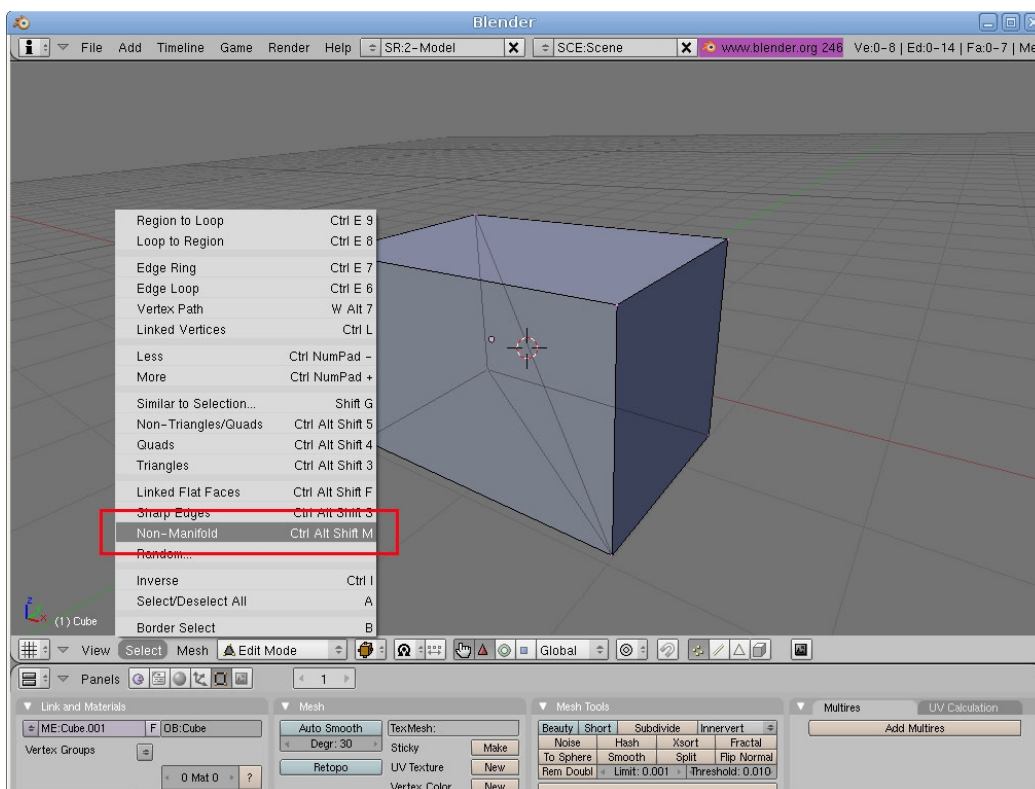
Nous avons importé un modèle simple : un cube. On commencera par tout désélectionner : touche a (=tout sélectionner / tout désélectionner). On sélectionne notre modèle avec le bouton droit de la souris :



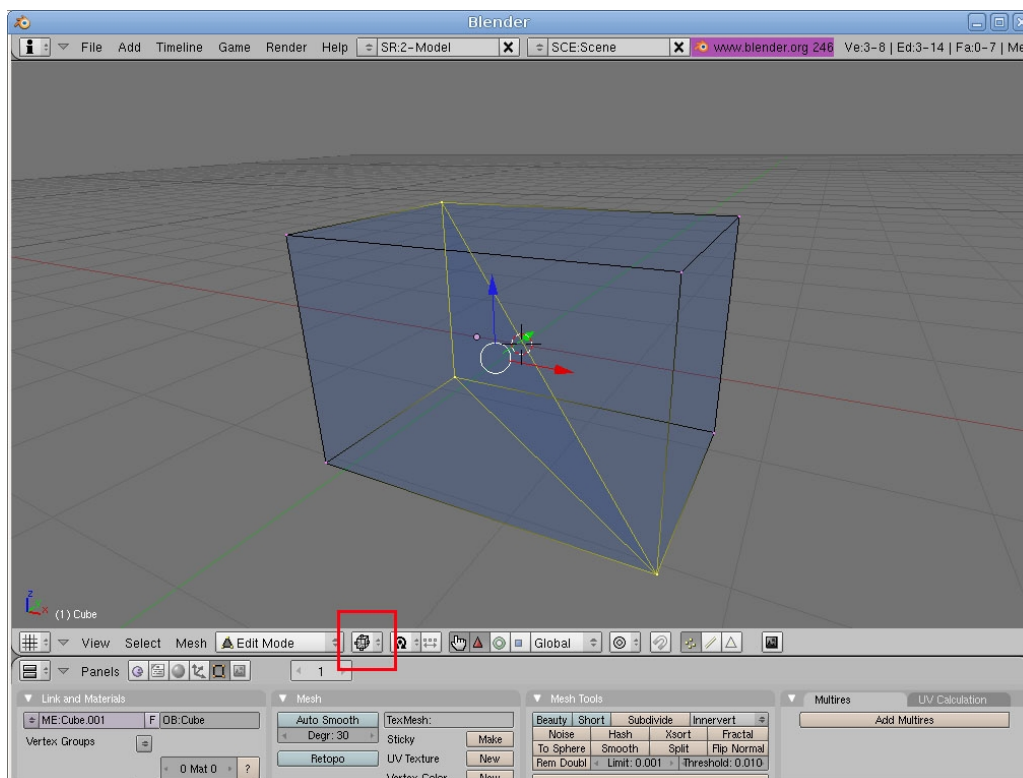
Il faut ensuite passer en mode édition : touche « Tab ». On voit apparaître la charpente du modèle. Assurez-vous d'être bien en mode sélection de point (en bas à droite). Désélectionnez tout via la touche « a » :



Cliquez sur le menu « Select » puis sur « Non-manifold » ou appuyez sur la combinaison de touche « Ctrl+Shift+Alt+M ».

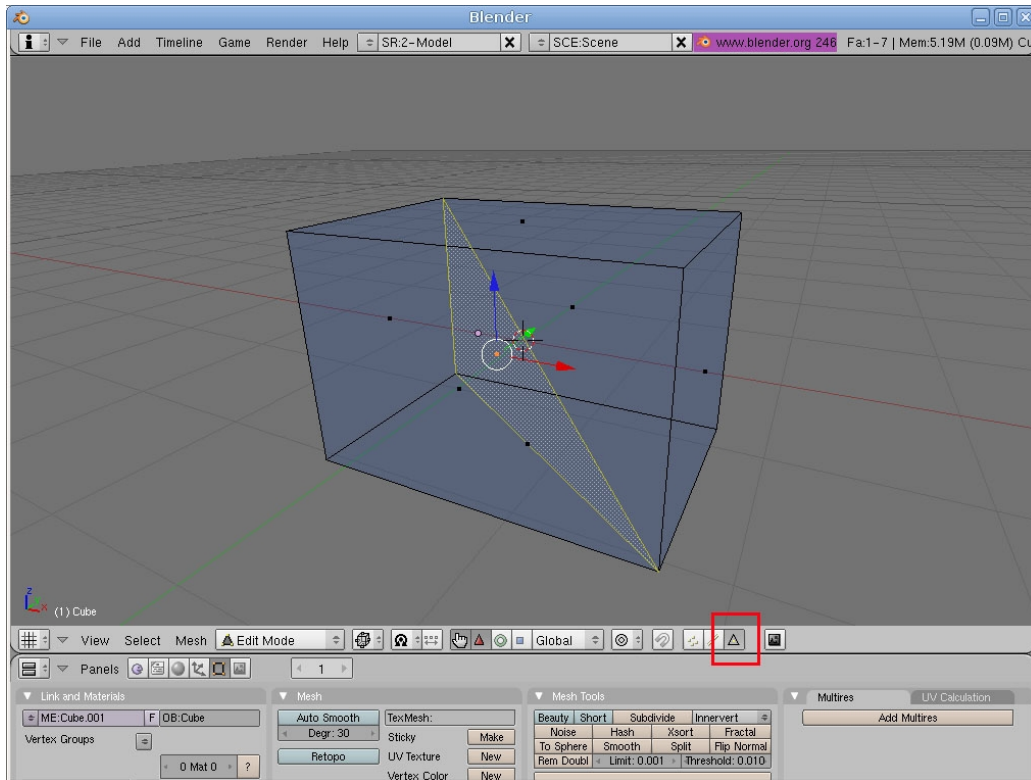


Passez en mode fil de fer : touche « Z » ou bouton Wireframe :

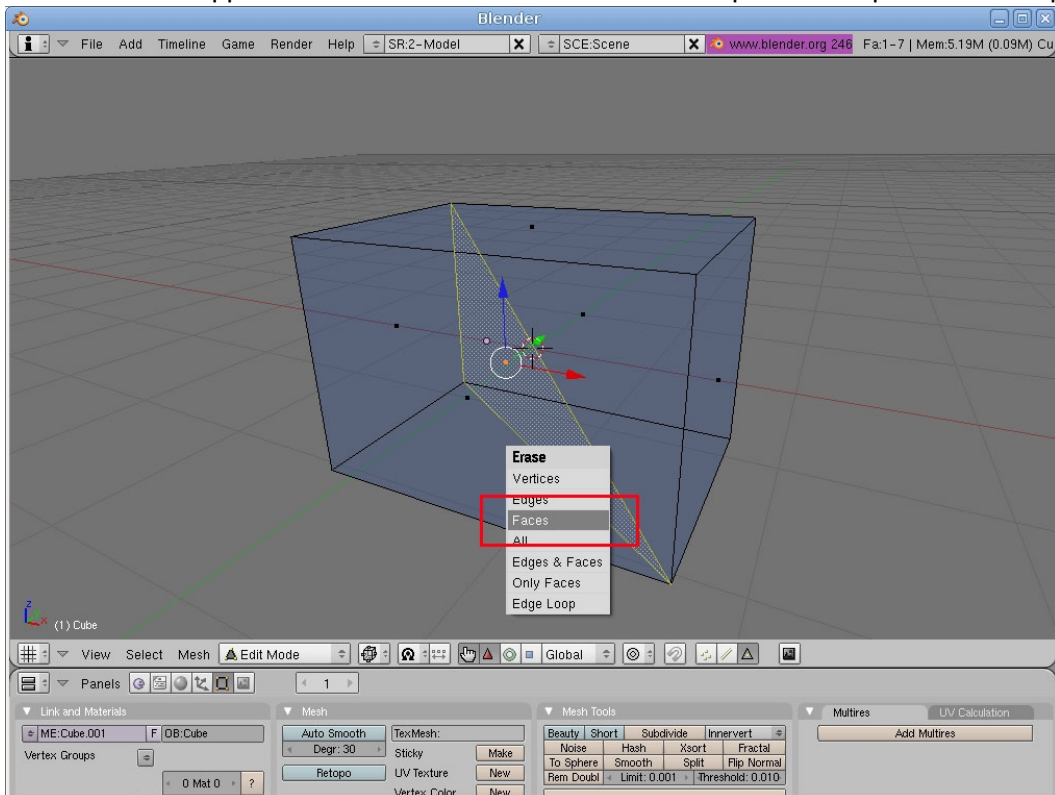


On voit apparaître les sommets problématiques. On constate qu'il y a une face à l'intérieur du modèle. C'est une erreur géométrique. On passe en mode sélection de face (en bas à droite) et on sélectionne la

face concernée :



Appuyez sur la touche « Suppr » et sélectionnez « Faces ». La facette problématique est alors supprimée.

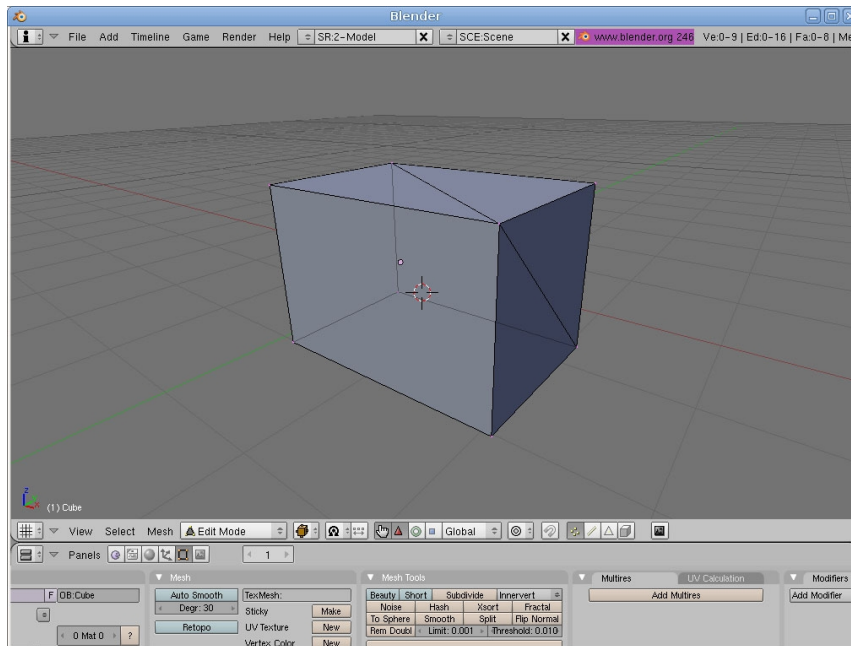


Vous pouvez tout désélectionner, repasser en mode sélection de point et resélectionner les points non-manifold « Ctrl+Shift+Alt+M ». On constate que rien n'a été sélectionné cette fois. Cela signifie que le modèle est manifold, donc correct.

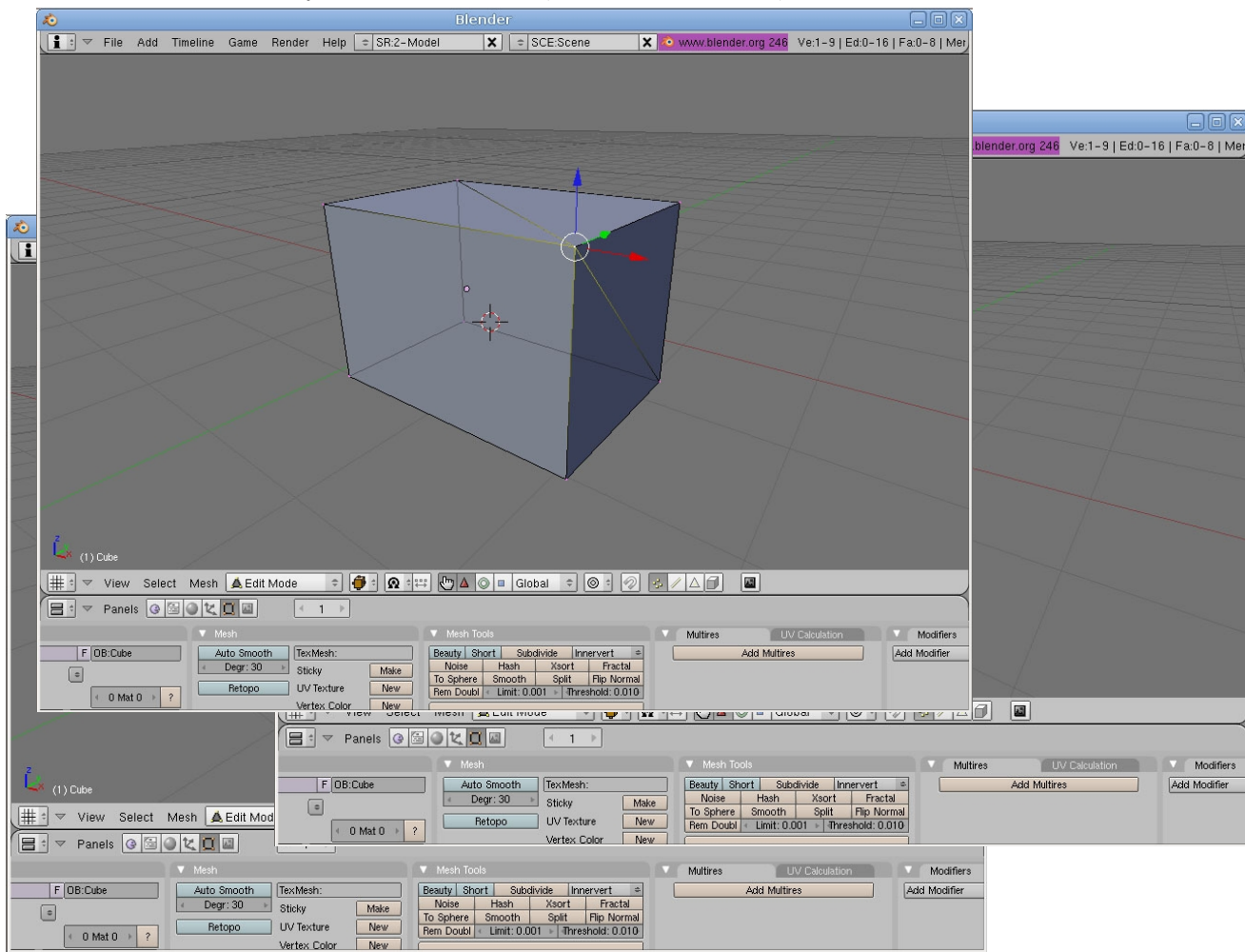
Note : ce problème aurait pu être celui d'une arête simple emprisonnée dans le modèle. Dans ce cas, il faut supprimer l'arête (edge sous blender) de la même façon que pour une face (en mode sélection d'arête).

Cas des points doubles

Nous avons importé un nouveau cube. On passe en mode édition (touche « Tab ») et en mode sélection de points :

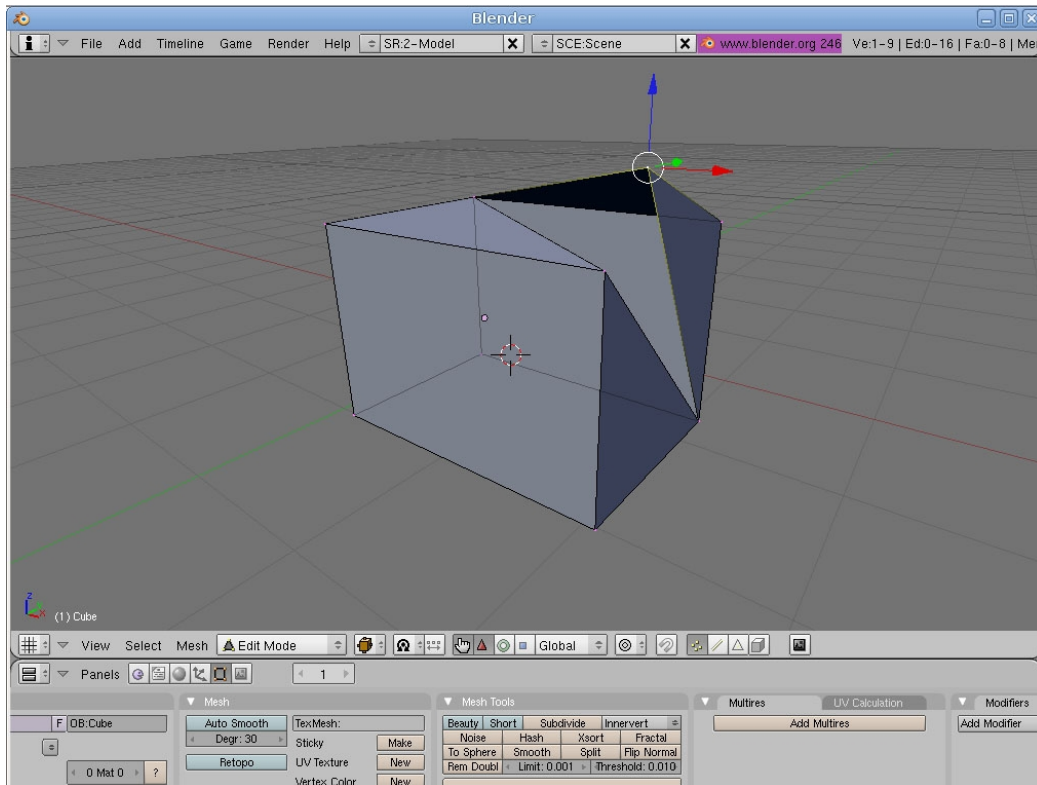


Nous faisons le test de sélection des points non-manifold (« Ctrl+Alt+Shift+M ») :

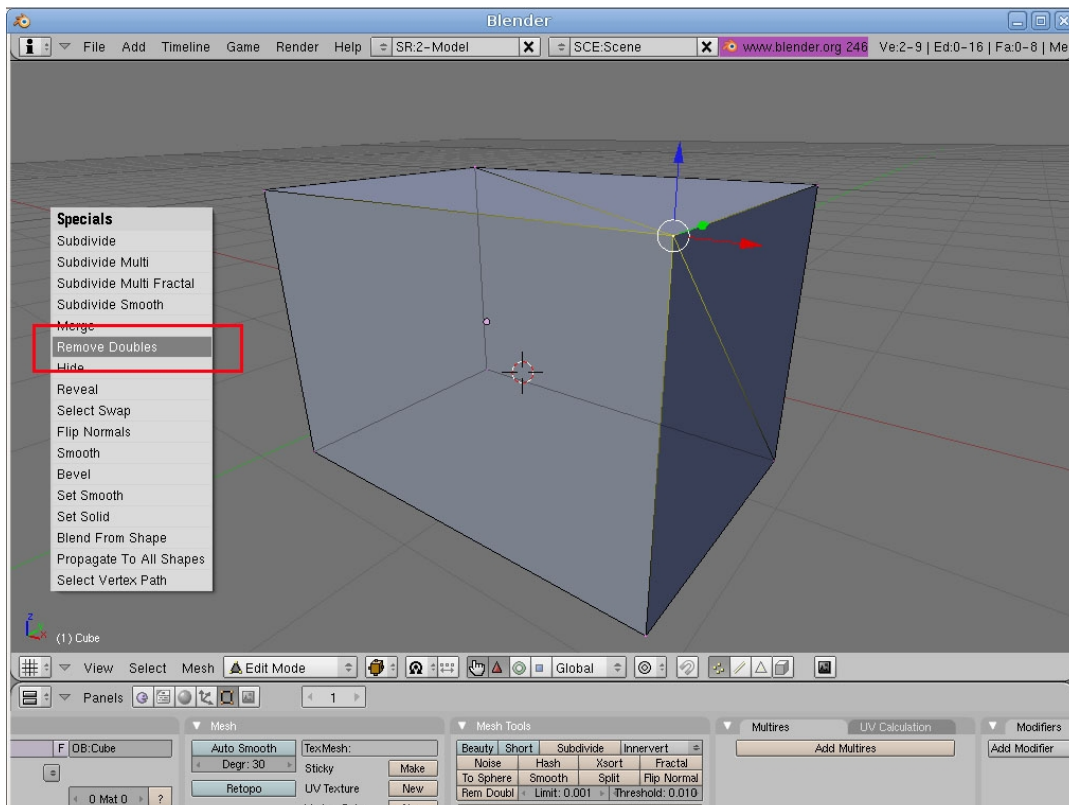


Nous remarquons qu'en le resélectionnant (à nouveau bouton droit au même endroit), nous sélectionnons un autre point, visiblement confondu avec le premier :

Il faut s'assurer que les points sont bien distincts en essayant de déplacer notre sélection avec la touche « g ». En le bougeant un peu dans l'espace, nous constatons effectivement qu'il y a deux points sur ce sommet. Il faut annuler ce déplacement en faisant bouton droit de la souris :



Nous allons sélectionner les deux points en même temps en appuyant sur la touche « B » et en faisant un carré de sélection autour du sommet. Nous avons alors sélectionné les deux points. Il faut appuyer sur la touche « W » et choisir : Remove Doubles.

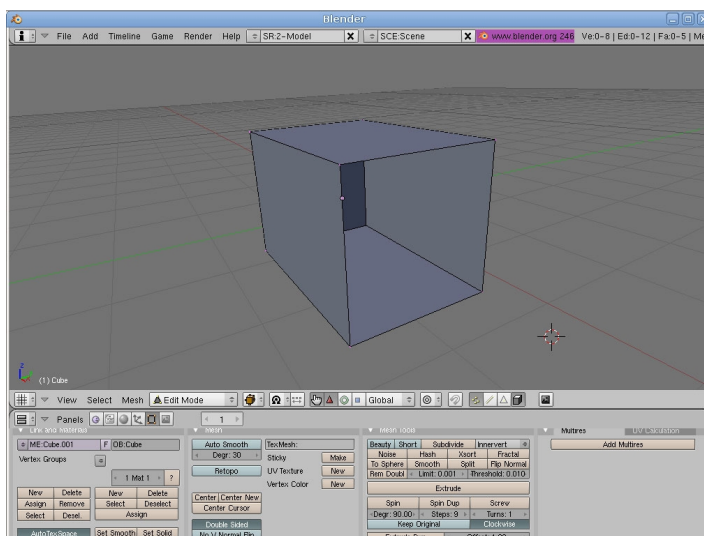


Cette opération a pour effet de fusionner nos deux points. Maintenant si nous désélectionnons tout (touche « a ») et que nous sélectionnons les points non-manifold (« Ctrl+Shift+Alt+M »), nous constatons qu'aucun point n'est sélectionné. Le modèle est correct.

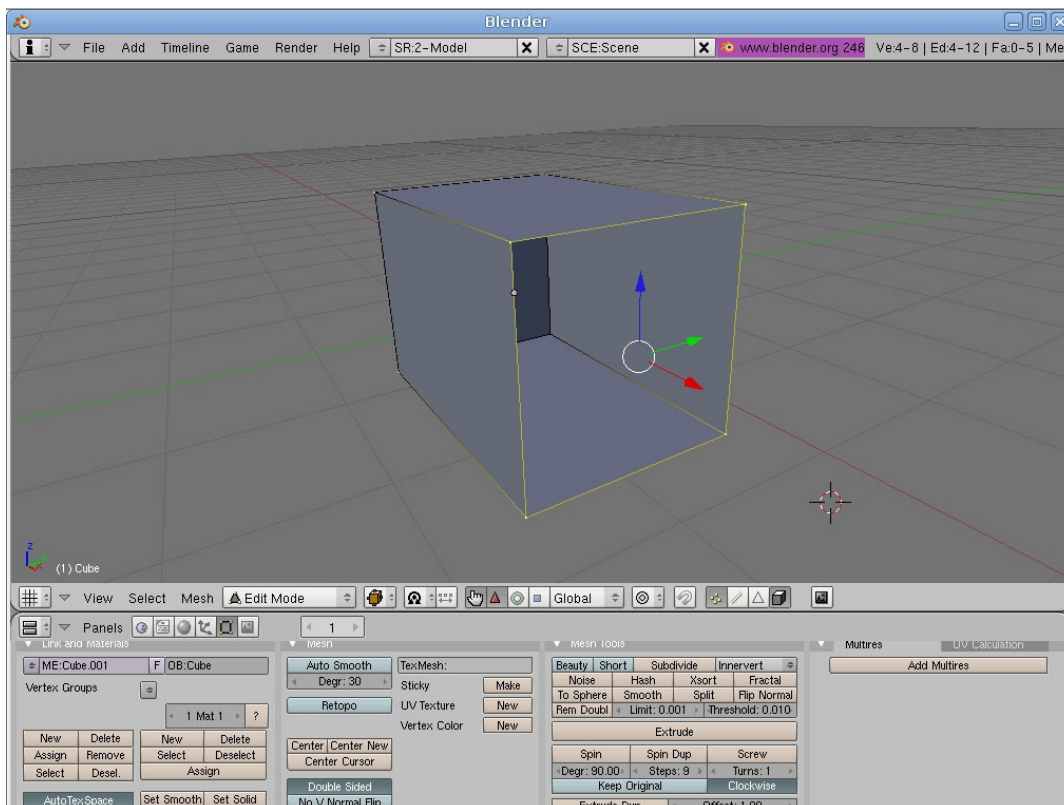
Note : pour les fichiers STL, si le test de sélection des points non-manifold est effectué, l'ensemble du modèle est sélectionné. En effet pour les fichiers STL, ne sont sauvegardées que les positions des facettes dans l'espace et pas leurs connexions. Les points apparaissent autant de fois qu'ils sont présents dans chaque facette, sans tenir compte des connexions entre facettes. Dans ce cas, il faut sélectionner tous les points du modèle : en mode édition (« Tab »), sélectionnez tous les points si ça n'est pas déjà fait (« A ») et appuyez sur « W ». Faites Remove Doubles.

Cas des arêtes de bord

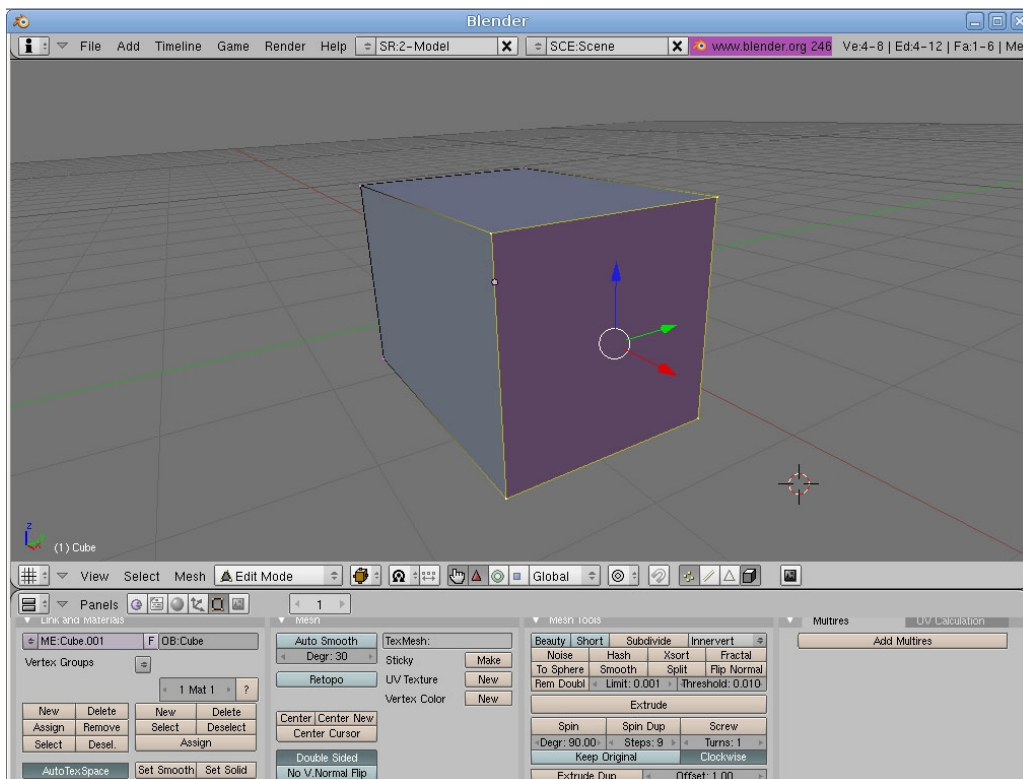
Nous avons importé un nouveau cube. Il faut passer en mode édition (touche « Tab ») et en mode sélection de points :



Nous constatons qu'il y a un trou dans le cube. Il n'a donc pas de volume. Les arêtes au bord du trou sont appelées arêtes de bord. Il faut combler ce trou pour réparer ce modèle. Sélectionnez tous les points autour du trou :



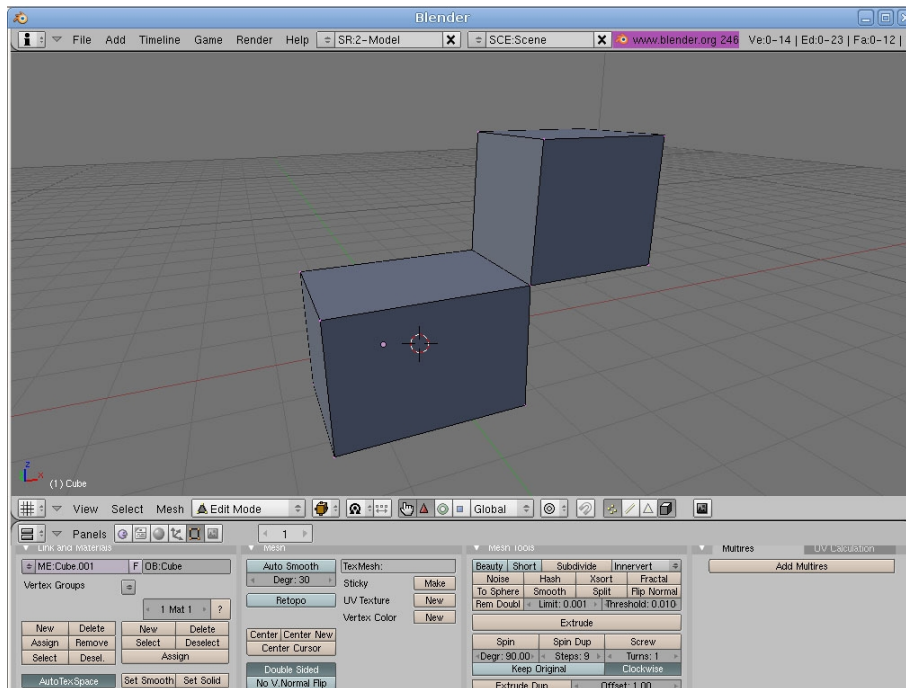
Appuyez sur la touche « F ». Une face a été créée à l'intérieur des points :



Le modèle est maintenant correct géométriquement.
 Remarque : la touche « F » permet aussi de relier 2 points entre eux pour créer une arête.

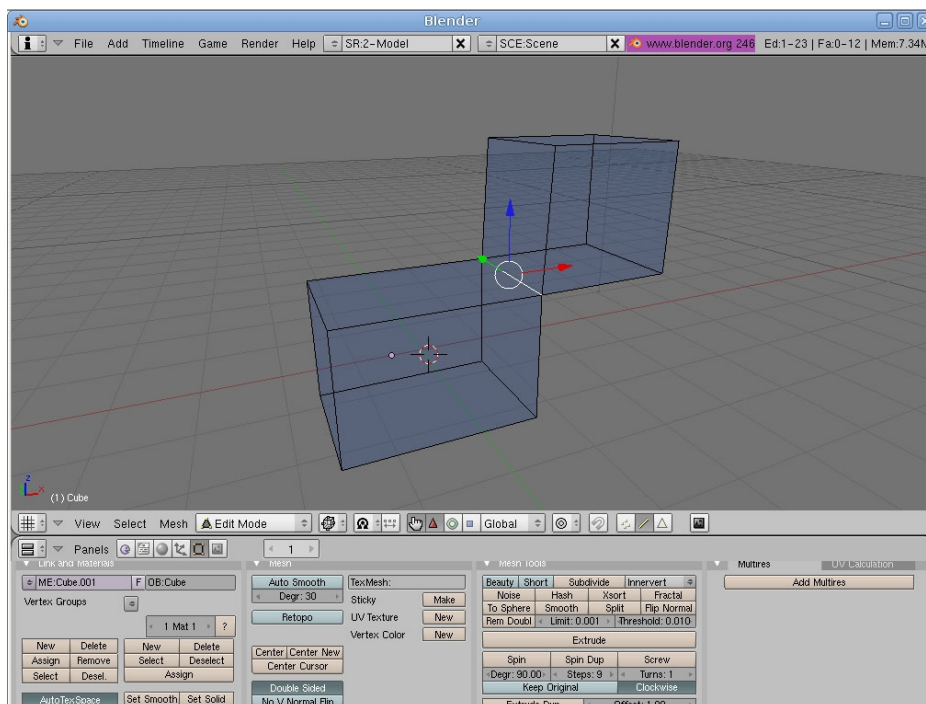
Cas des volumes distincts reliés par une arête ou un point

Nous avons importé un nouveau modèle. Il faut passer en mode édition (touche « Tab ») et en mode sélection de points :

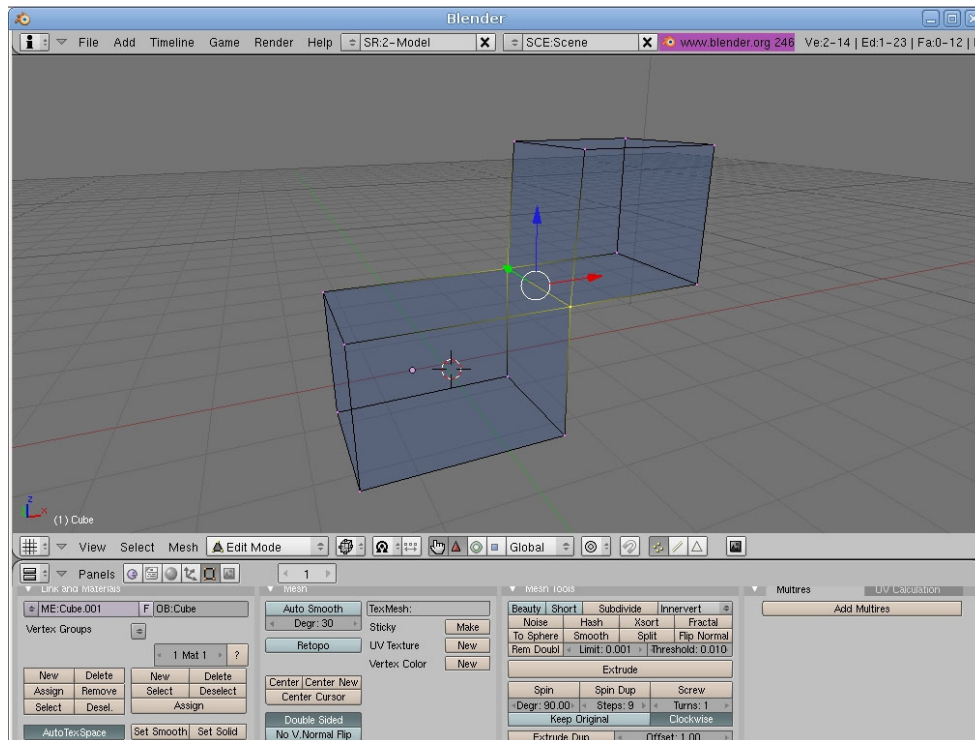


Ce modèle n'est pas valide car la jonction entre les deux cubes n'est pas correcte et ne pourra pas être imprimée. En effet, cette jonction n'a aucun volume. Il faut donc retirer cette jonction pour avoir deux cubes distincts.

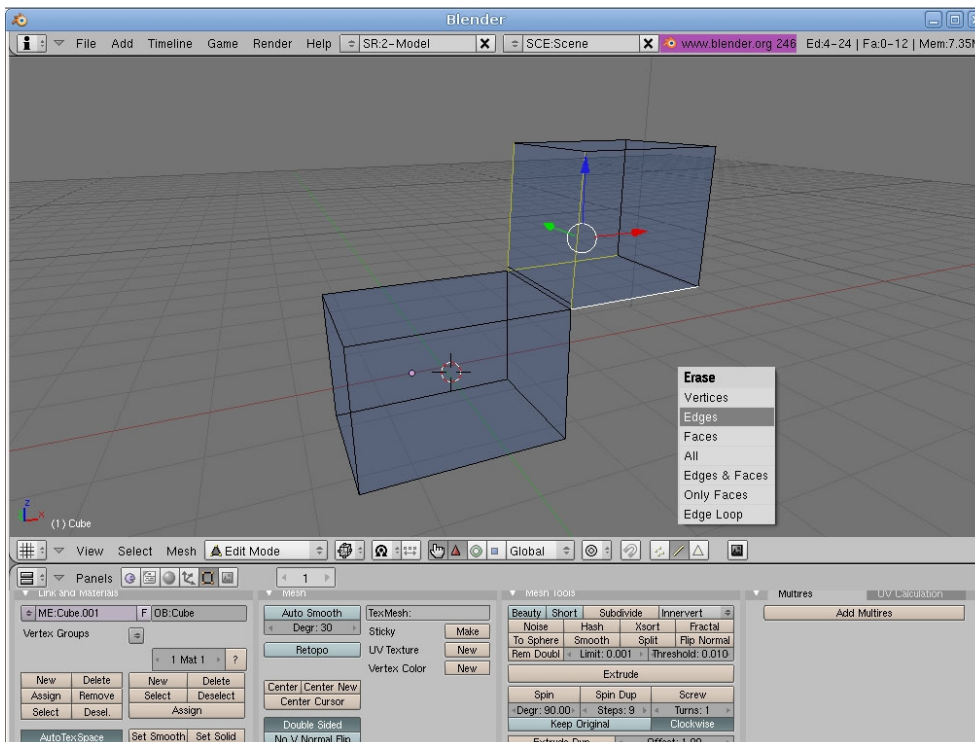
Si le mode sélection de face est choisi et le test de sélection des arêtes non-manifold est effectué (« Ctrl+Shift+Alt+M ») :



Nous constatons que l'arête non-manifold est effectivement celle de la jonction. Il faut se replacer en mode sélection de point et sélectionner les deux points des extrémités de l'arête :

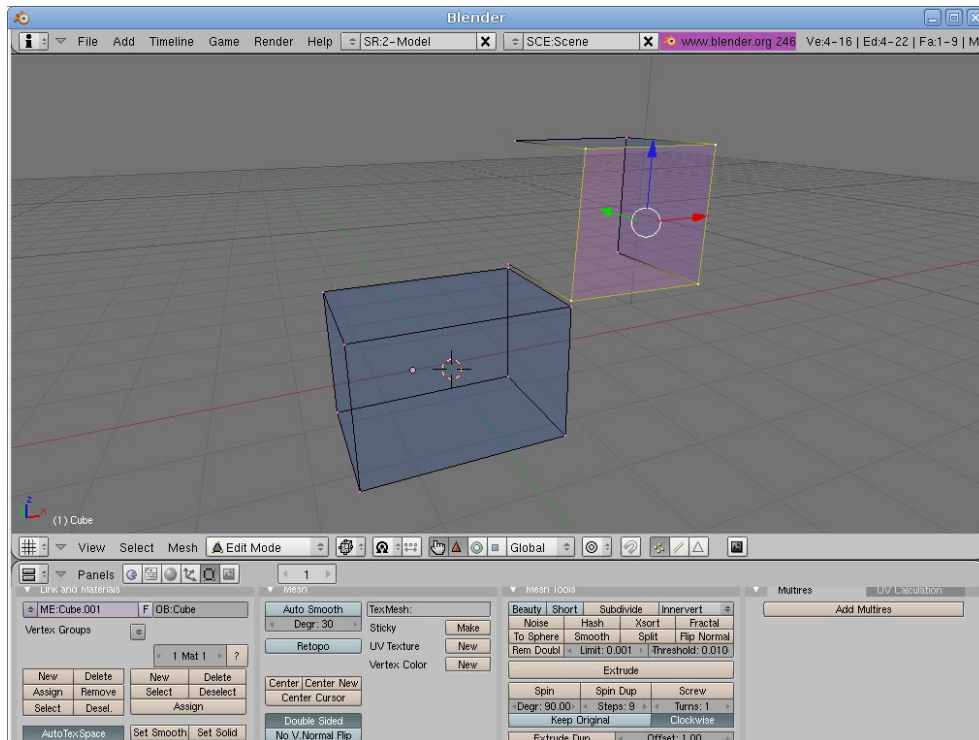


Il faut dupliquer ces deux points. Appuyez sur Shift+D (duplication). Appuyez alors sur « Z » (action portée sur l'axe Z) et déplacez ces points légèrement vers le haut en bougeant la souris. Reliez les deux points en appuyant sur la touche « F ». Nous avons ainsi une nouvelle arête juste au dessus de la première. Nous allons maintenant détruire ce qui relie le cube du haut à celui du bas, puis reconstruire le cube du haut. Sélectionnez les arêtes suivantes :

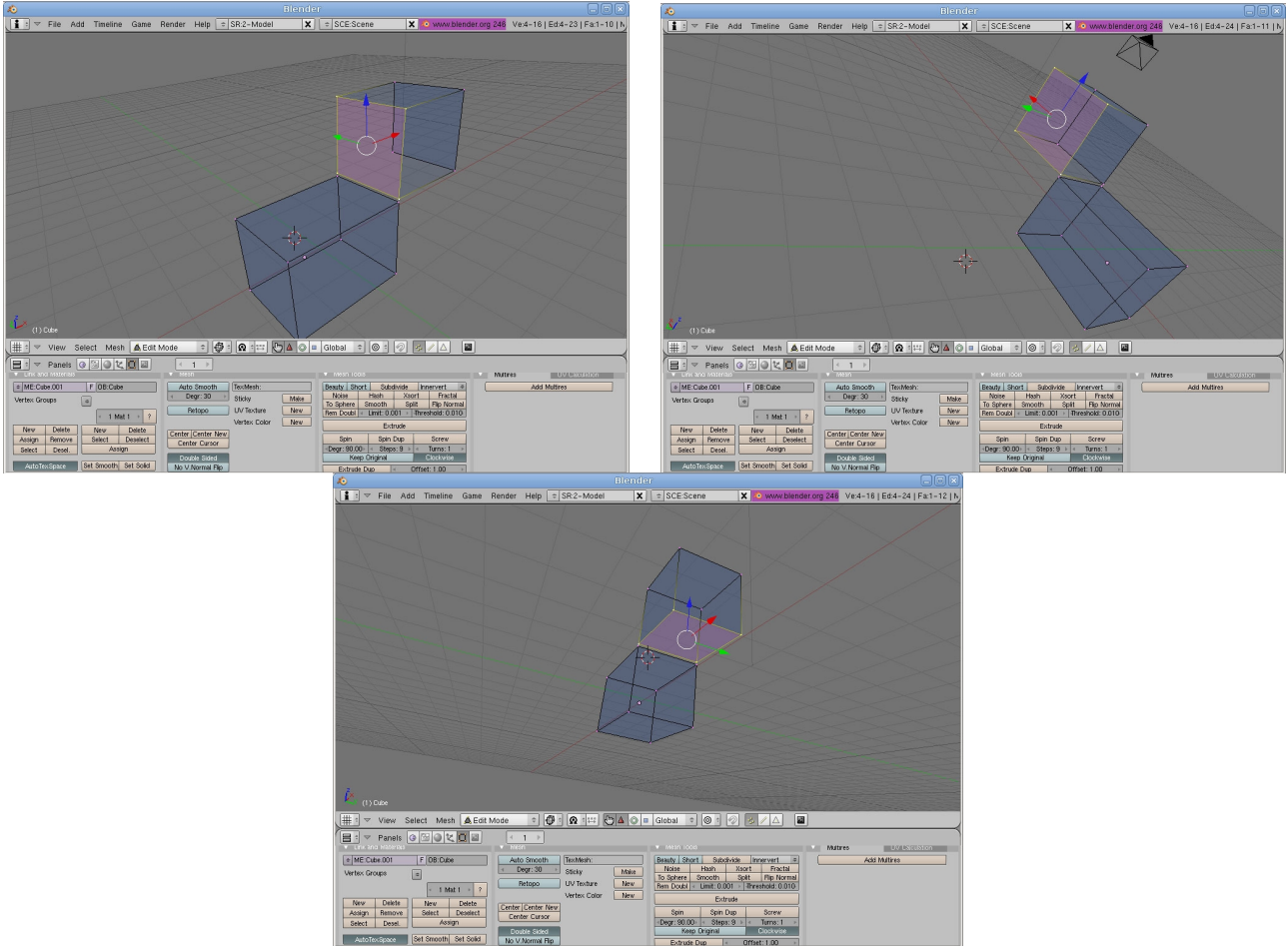


Appuyez sur la touche « Suppr » pour les supprimer -> Sélectionnez « Edge ». Un fois les arêtes supprimées il faut reconstruire le cube.

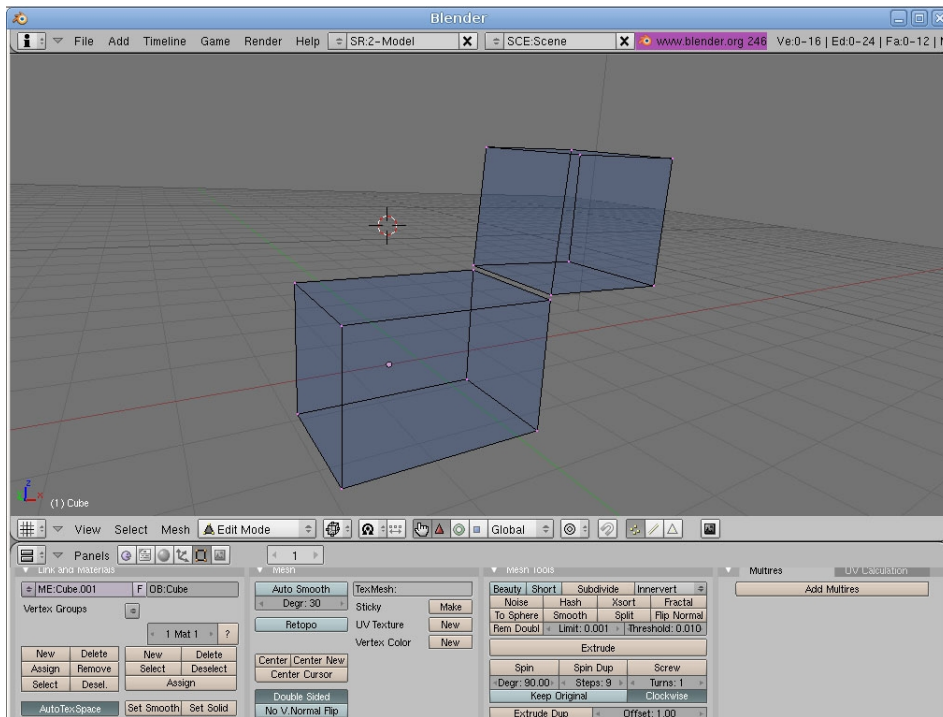
Sélectionnez les points comme suit, en utilisant comme nouveau bord du cube l'arête dupliquée précédemment. Appuyez sur la touche « F » pour créer la nouvelle face.



De la même manière, recréez toutes les faces du cube :

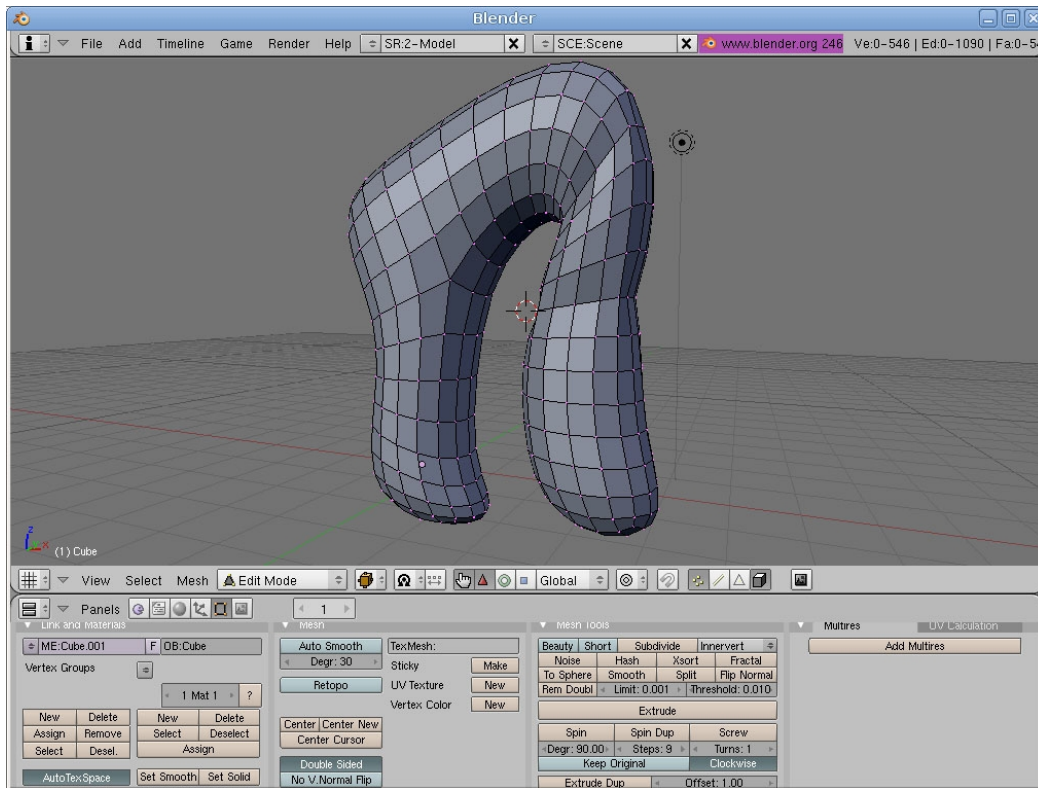


On a ainsi deux cubes séparés sans jonction problématique. Le modèle est correct :

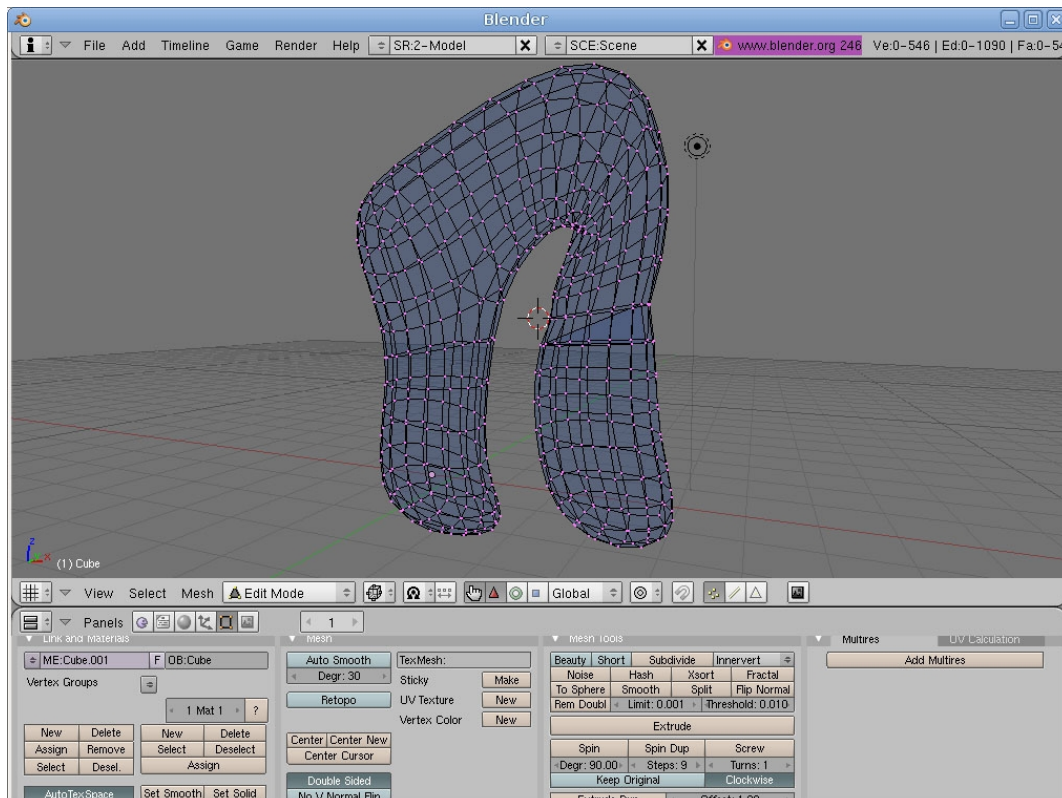


Cas d'un modèle complexe

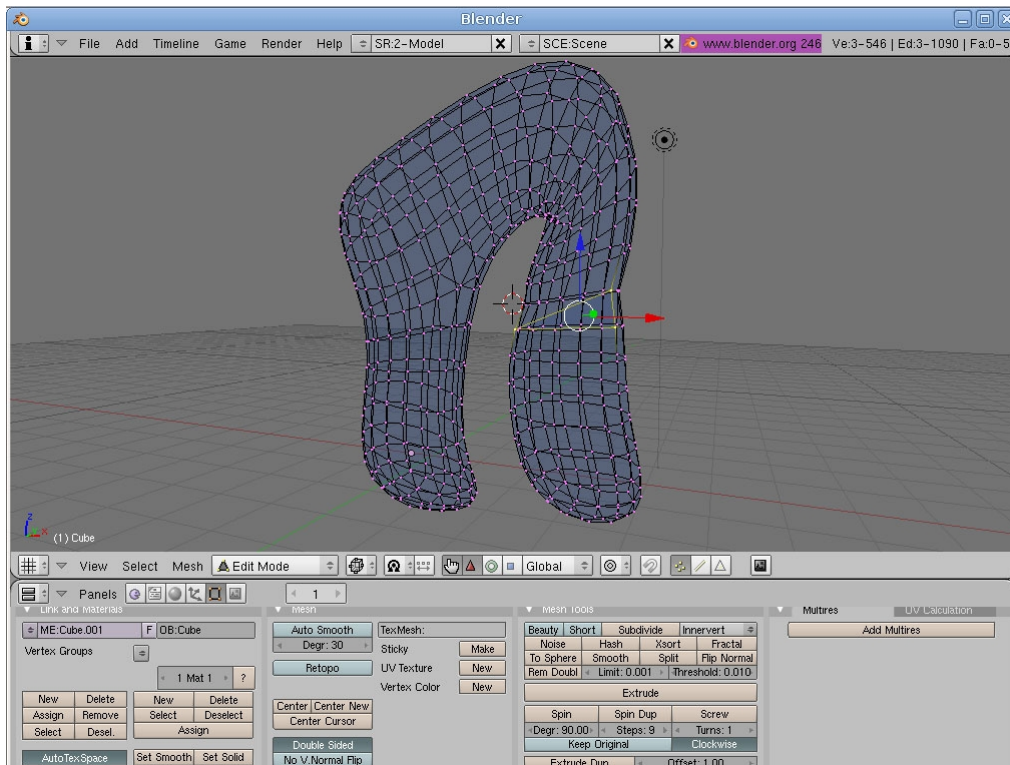
Nous avons importé un nouveau modèle. Il faut passer en mode édition (touche « Tab ») et en mode sélection de points :



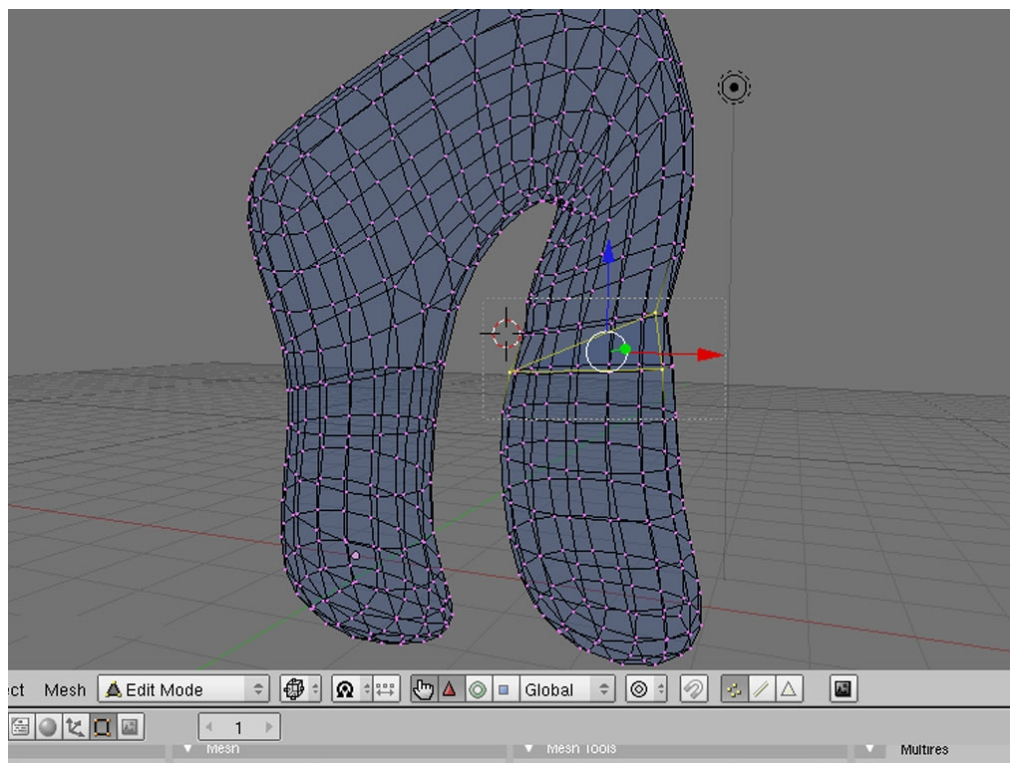
Puis en mode fil de fer (touche « Z ») :



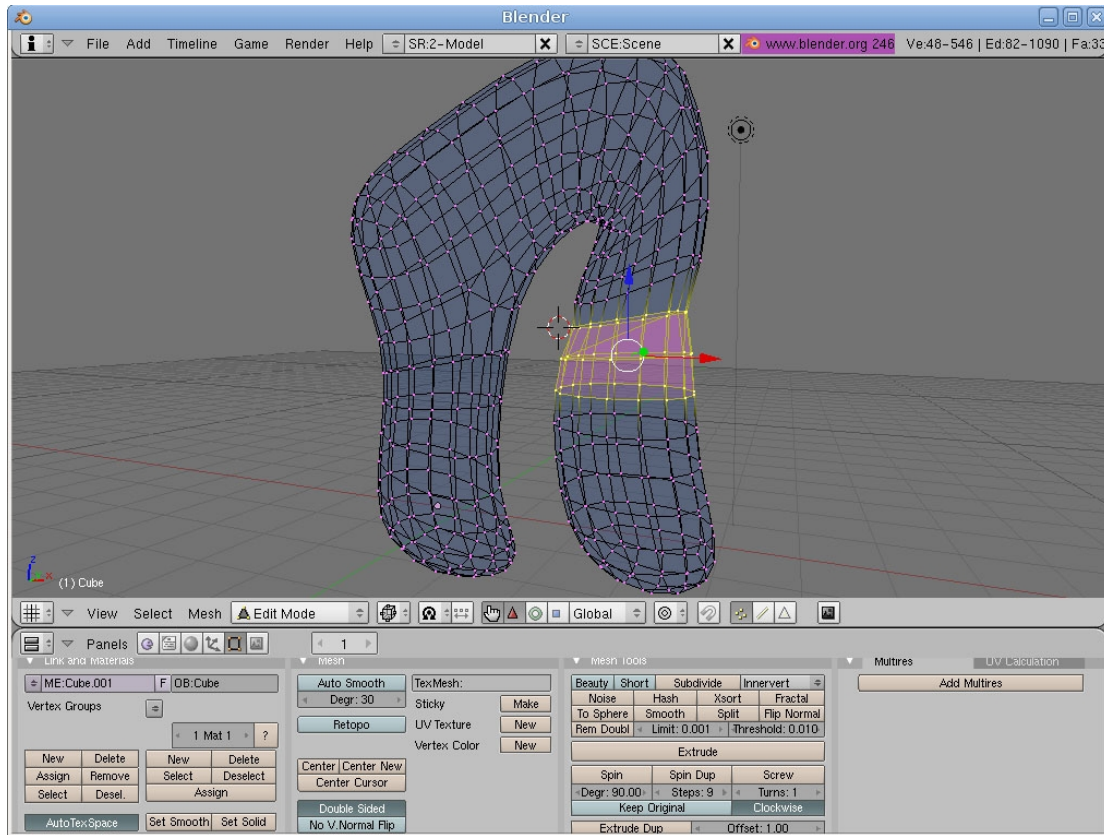
En faisant le test de sélection des points non-manifold (combinaison « Ctrl+Shift+Alt+M »), le résultat suivant est obtenu :



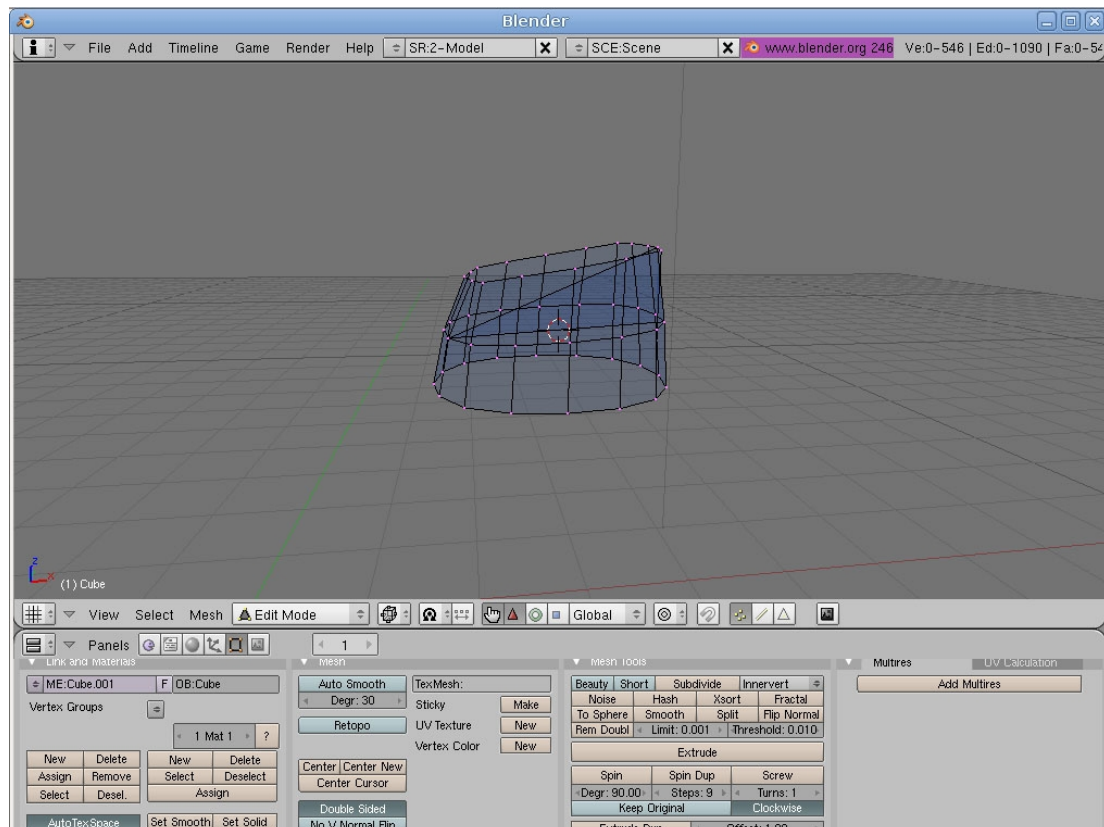
Il y a 3 points non-manifold. Le maillage est trop dense pour pouvoir réparer ce modèle facilement. Il faut alors sélectionner un nuage de points autour de l'erreur. Pour ce faire, appuyez sur « B » et faites un rectangle de sélection comme suit :

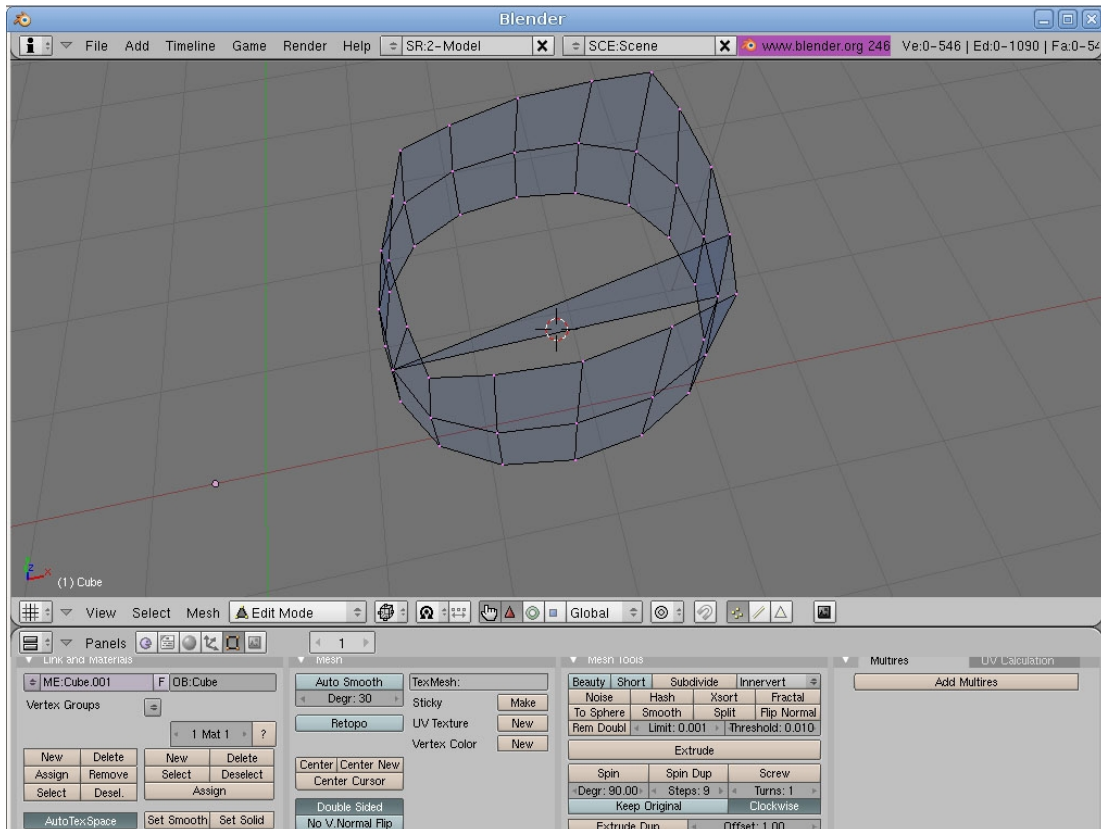


Remarque : Vous pouvez également, après avoir sélectionné les points non-manifold, appuyer sur la combinaison « Ctrl et Numpad+ » afin de sélectionner tous les points autour des points déjà sélectionnés.

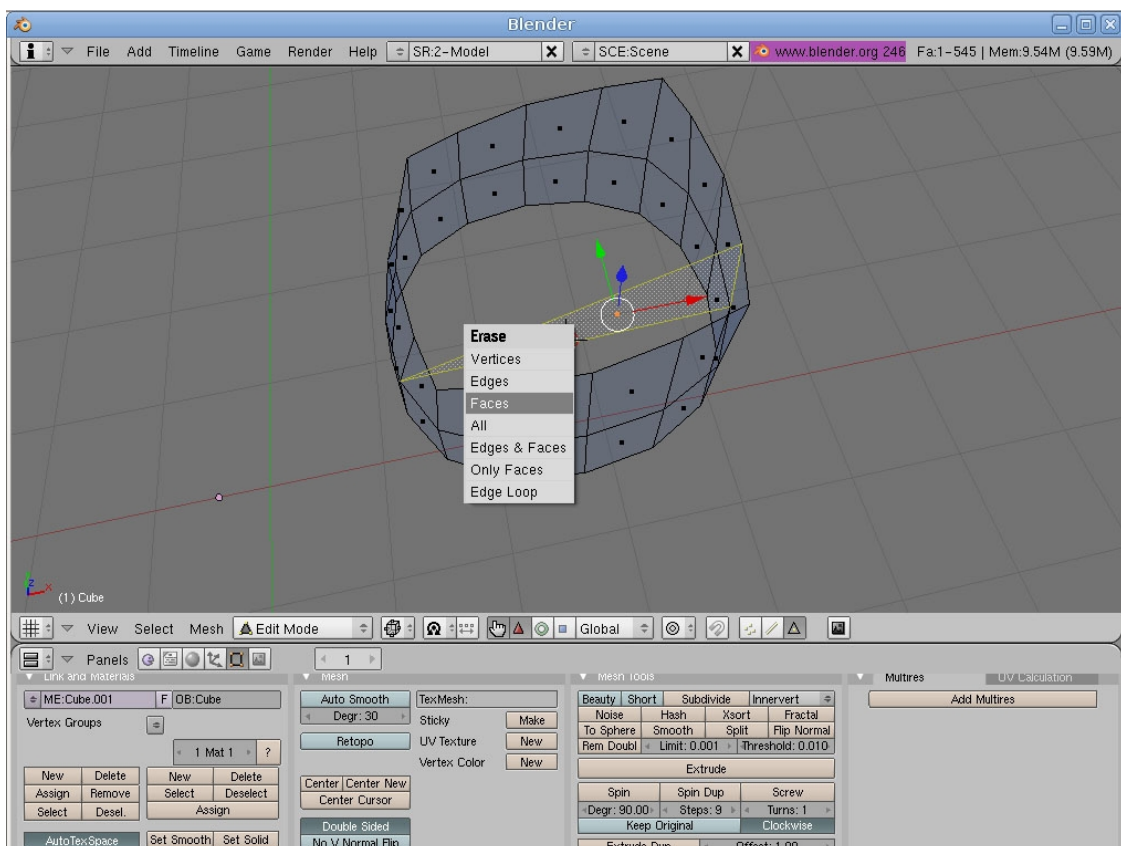


Puis cachez tout ce qui n'est pas sélectionné avec la combinaison « Shift+H » :

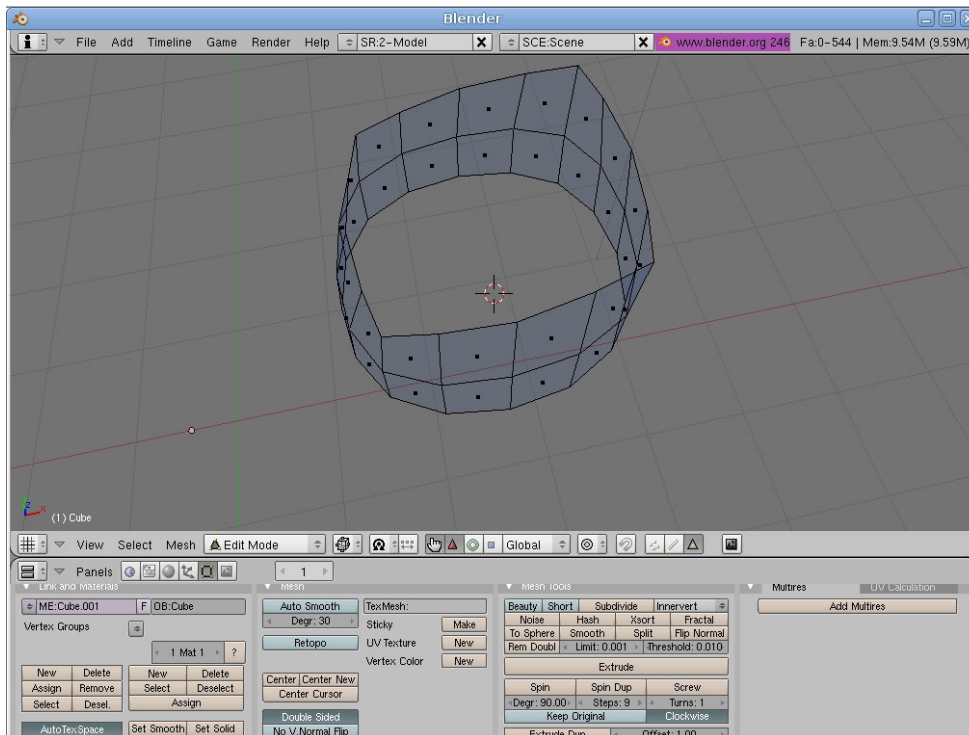




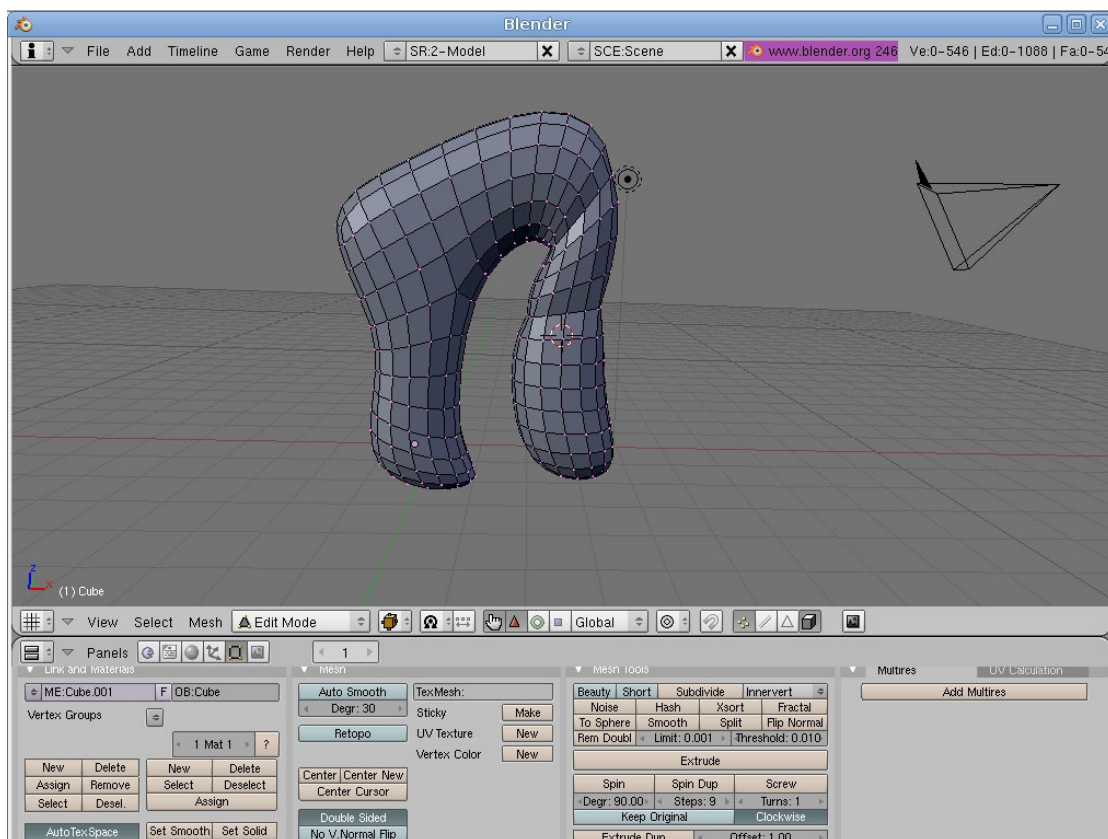
Il est à présent plus facile de gérer notre erreur. Nous constatons que l'erreur vient d'une face non désirée à l'intérieur du maillage. Il faut la sélectionner (bouton droit en mode sélection de face) et la supprimer (touche « Suppr » puis choisir Faces)



La facette problématique est supprimée :



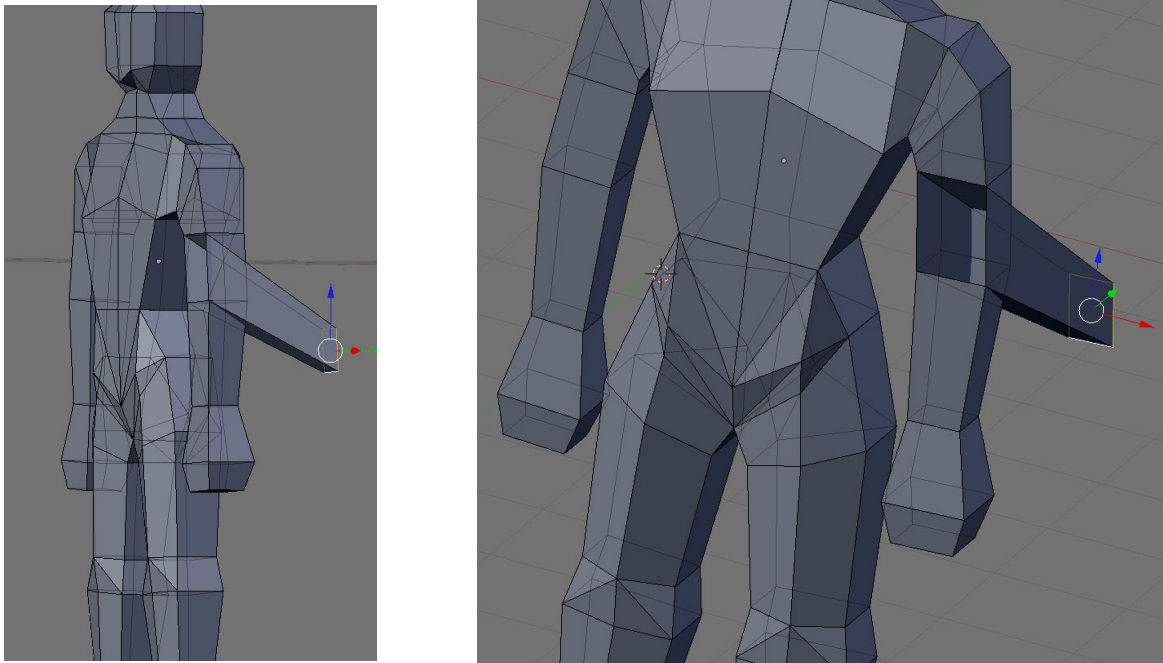
Le reste du modèle réapparaît avec la combinaison de touche « Alt+H ». En faisant le test de sélection des points non-manifold (combinaison « Ctrl+Shift+Alt+M »), aucun point n'est sélectionné. Le modèle est donc correct.



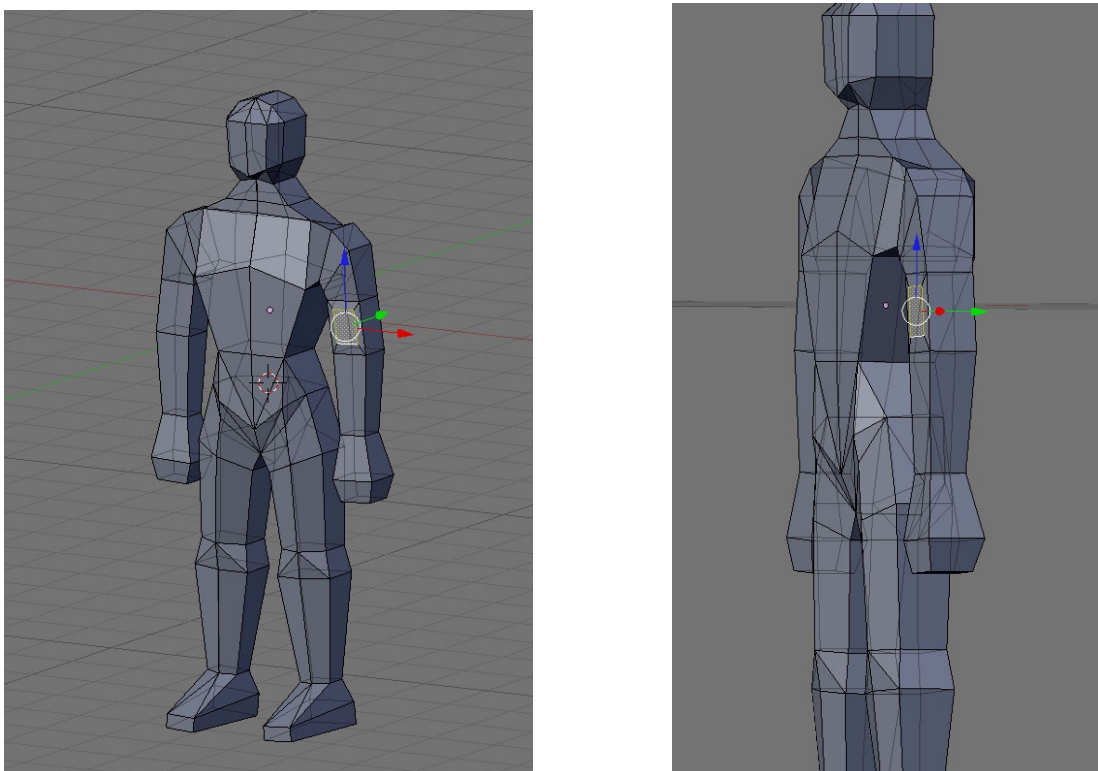
c. Chevauchement de surfaces (Self-intersections)

Lors de la modélisation 3D, certaines erreurs telles que le chevauchement de surfaces rendent le modèle incorrect car la séparation entre l'intérieur et l'extérieur de l'objet n'est pas claire.

Par exemple :



Il faudra contrôler le modèle avant de le transférer sur Sculpteo en replaçant ces facettes correctement :

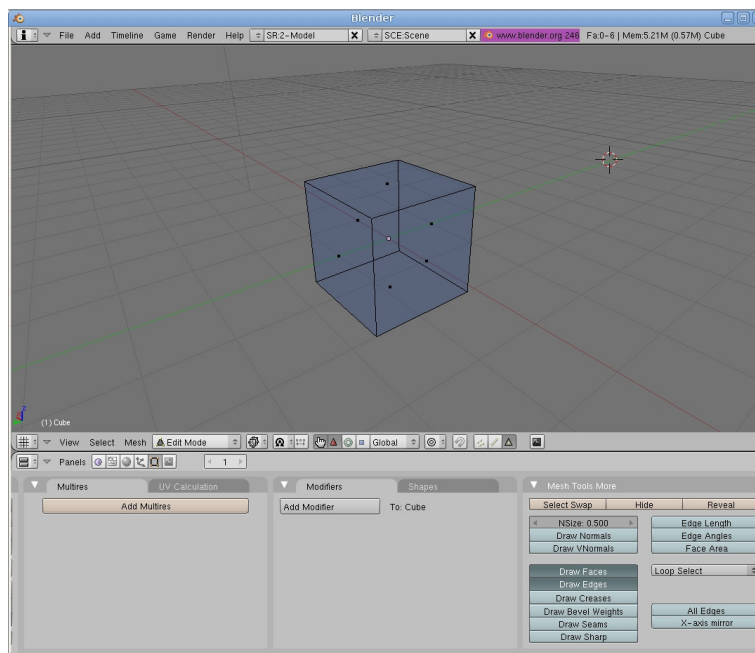


d. Orientation du volume

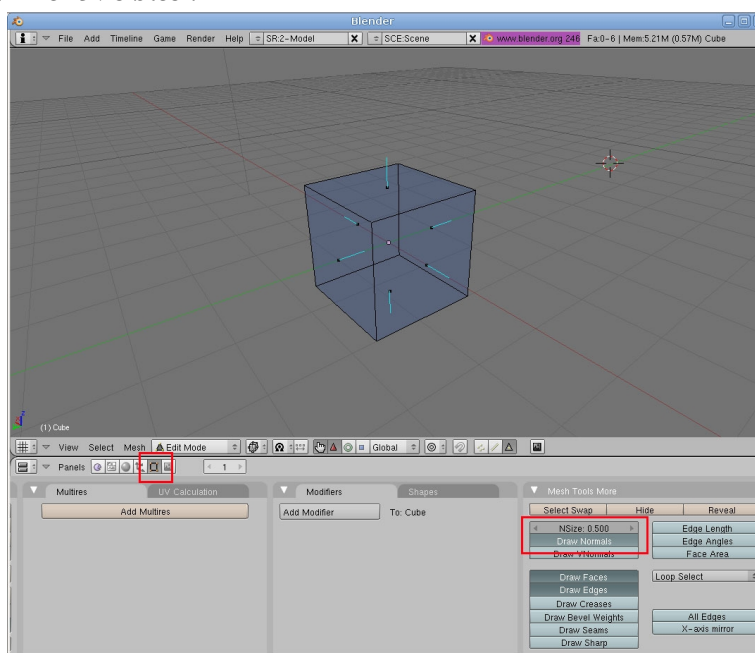
Le volume défini par le modèle 3D doit être orienté correctement, c'est à dire que les normales des faces de la « peau » du modèle doivent toutes être orientées vers l'extérieur.
Si deux faces adjacentes ont des normales inversées, le volume du modèle n'est pas défini correctement. Il faudra renverser les faces problématiques pour que le modèle soit imprimable.

Il est possible de vérifier l'orientation des normales sous Blender.

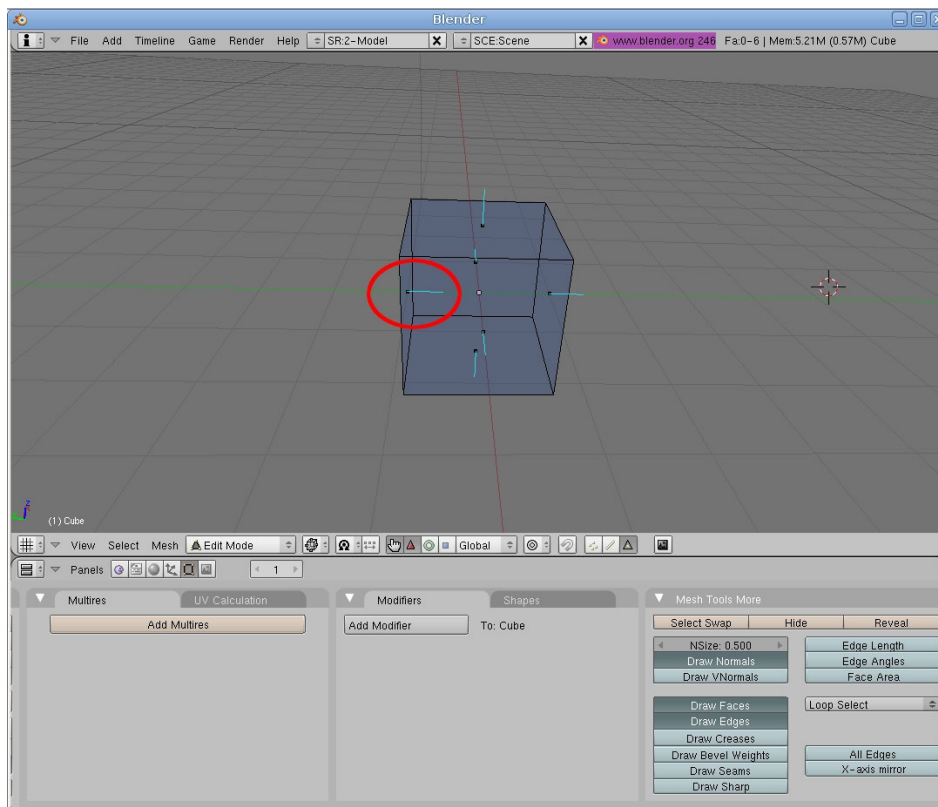
Nous avons par exemple importé un simple cube dont les normales sont orientées de manière incohérente. Il faut se placer en mode édition (touche « Tab ») puis sélection de face. Désélectionnez tout (touche « a ») puis passez en mode fil de fer (touche « Z ») :



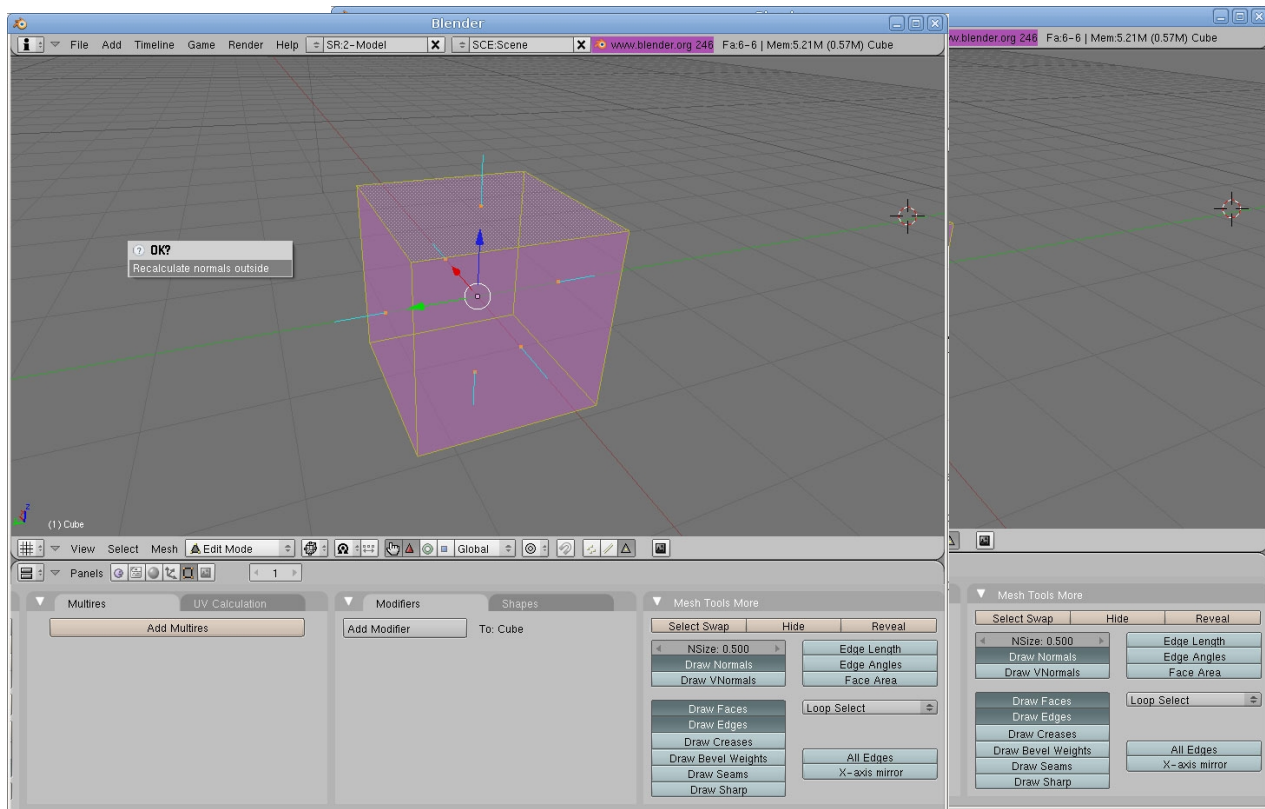
Dans le menu édition (F9), sélectionnez Draw Normals et réglez la hauteur des normales(Nsize) pour qu'elles soient suffisamment visibles :



Nous constatons qu'il y a une normale orientée vers l'intérieur du modèle :

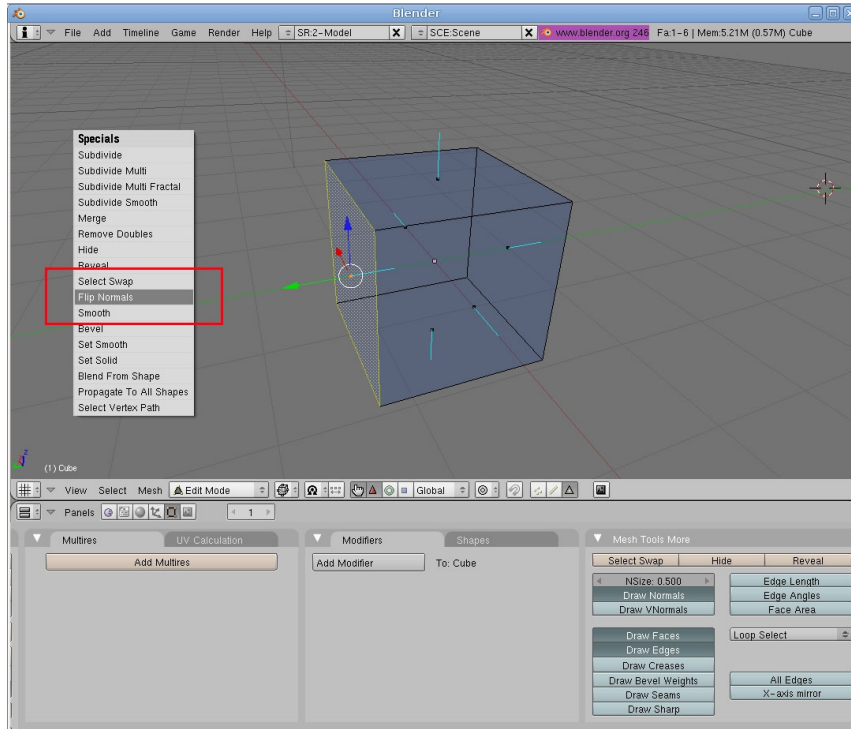


Sélectionnez toutes les faces (touche « a ») puis appuyez sur les touches « Ctrl+N ». Confirmez. Blender va essayer de recalculer toutes les normales vers l'extérieur.



Les normales sont à présent toutes orientées vers l'extérieur. Le modèle est orientable et donc correct. Cette technique n'est pas toujours efficace et dans ce cas, il faudra finir le travail à la main en vérifiant les dernières faces mal orientées. Supposons que Blender n'ait pas réussi à retourner la face mal orientée.

Sélectionnez la face mal orientée (bouton droit) et appuyez sur la touche « W ». Choisissez Flip Normals.



Les normales sont à présent toutes orientées vers l'extérieur. Le modèle est orientable et donc correct.

