



## Concevoir un atterrisseur lunaire dans Fusion 360



par Airbus Foundation

Comment vous rendez-vous sur la Lune ? En fusée, bien sûr. Mais comment la construire pour qu'elle traverse l'atmosphère terrestre ? Comment pouvez-vous paramétrer sa trajectoire jusqu'à votre destination ? Pour ce faire, construisez chacun des éléments de votre fusée et personnalisez votre travail. Puis réfléchissez à la distance que vous aurez besoin de parcourir et à votre atterrissage une fois arrivé ! Nous nous concentrerons sur la dernière étape de ce projet : *comment atterrir une fois arrivé sur place.*

### Poser le pied sur la Lune

Une navette spatiale habitée a besoin d'un atterrissage en douceur, mais tout est une question de timing. Allumez vos propulseurs et vous n'avez plus qu'à espérer que vous avez choisi le bon endroit pour atterrir.

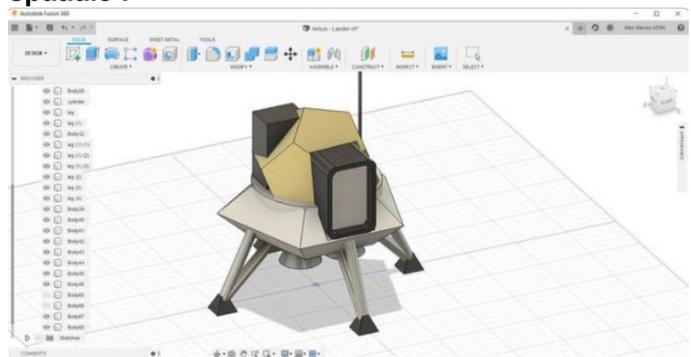
<https://www.youtube.com/embed/njyugx3iOoU?modestbranding=1&color=white&controls=0&disablekb=1>

L'avenir de la navigation spatiale est entre les mains de concepteurs et d'ingénieurs tels que vous. Grâce à cet Instructable, nous verrons comment concevoir un atterrisseur lunaire à l'aide de Fusion 360, un programme professionnel de conception assistée par ordinateur qui possède tout ce dont vous avez besoin, de la conception paramétrique jusqu'au résultat final.

Voici ci-dessous le concept de l'atterrisseur lunaire que nous allons réaliser ensemble. Prenez le temps d'interagir avec ce modèle et de bien l'observer sous tous les angles avant de commencer.

<https://myhub.autodesk360.com/ue29e675b/shares/public/SH56a43QTfd62c1cd9682e32ca584f861c0c?mode=embed>

**Ensemble créons le prochain chapitre de la navigation spatiale !**



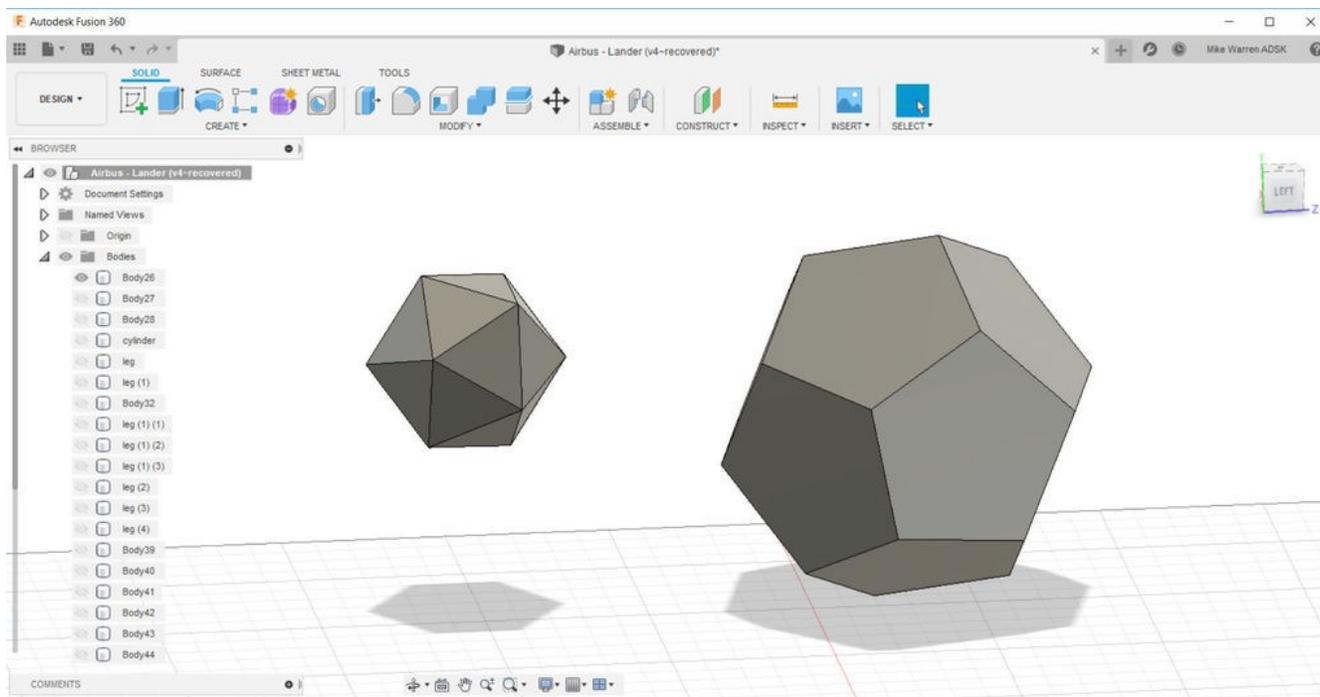
## Étape 1 : polyèdre dans Fusion

Commencez par télécharger Fusion 360, puis créez un compte gratuit.

Fusion 360 permet de créer des modèles 3D à partir d'esquisses 2D sur un plan de construction. Fusion 360 étant un outil paramétrique, vous pouvez modifier vos esquisses à tout moment et les formes 3D dérivées de ces esquisses se mettront automatiquement à jour avec les nouvelles valeurs. Cette fonctionnalité peut s'avérer utile si votre conception ne fonctionne pas comme vous le souhaitez.

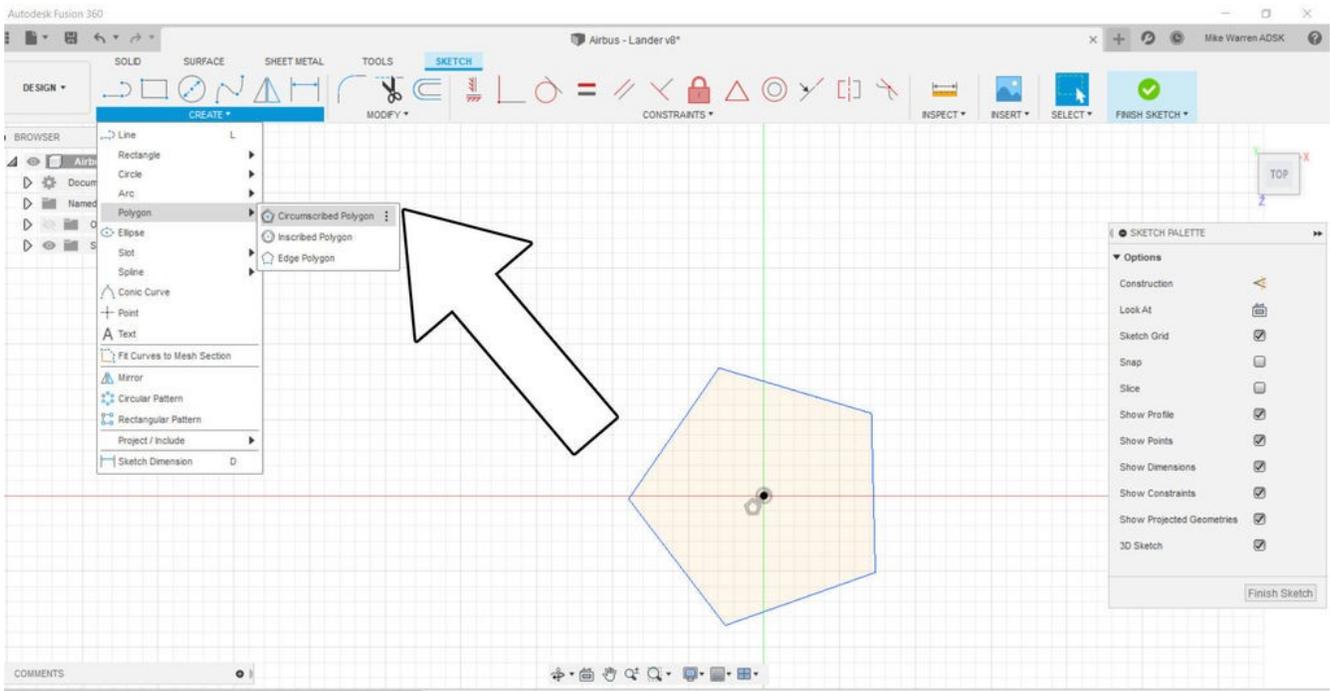
Pour cet atterrisseur lunaire, nous commencerons par concevoir la capsule, sur laquelle nous fixerons différentes pièces.

Même si nous *pouvons* conceptualiser le polyèdre dans Fusion 360 à partir d'une esquisse, ce procédé peut se révéler un peu fastidieux. C'est pourquoi je vais vous montrer deux manières de contourner ce problème : la première à l'aide de Fusion 360 et la seconde en important un polyèdre de Tinkercad directement dans Fusion (en évitant les étapes suivantes).

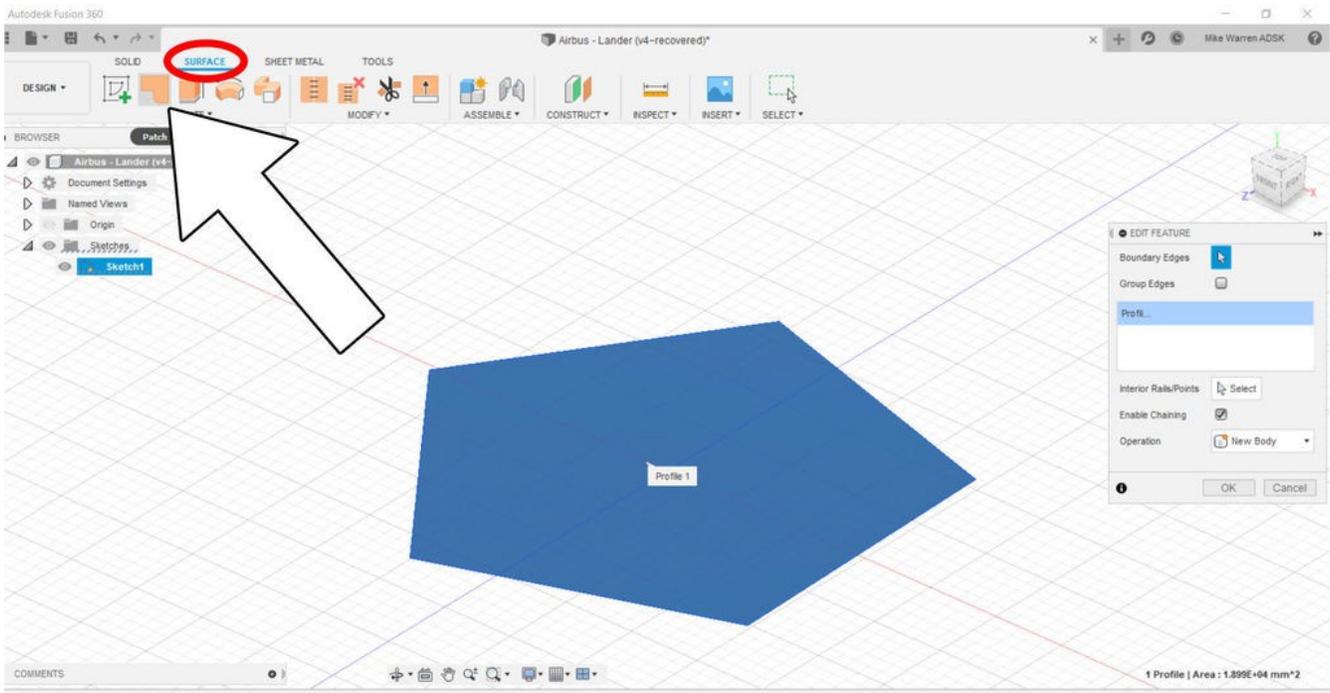


Voici deux polyèdres : celui de gauche a été importé à partir de Tinkercad et celui de droite a été créé dans Fusion 360. Il n'y a pas de « bonne » façon de procéder, car les deux approches présentent des avantages.

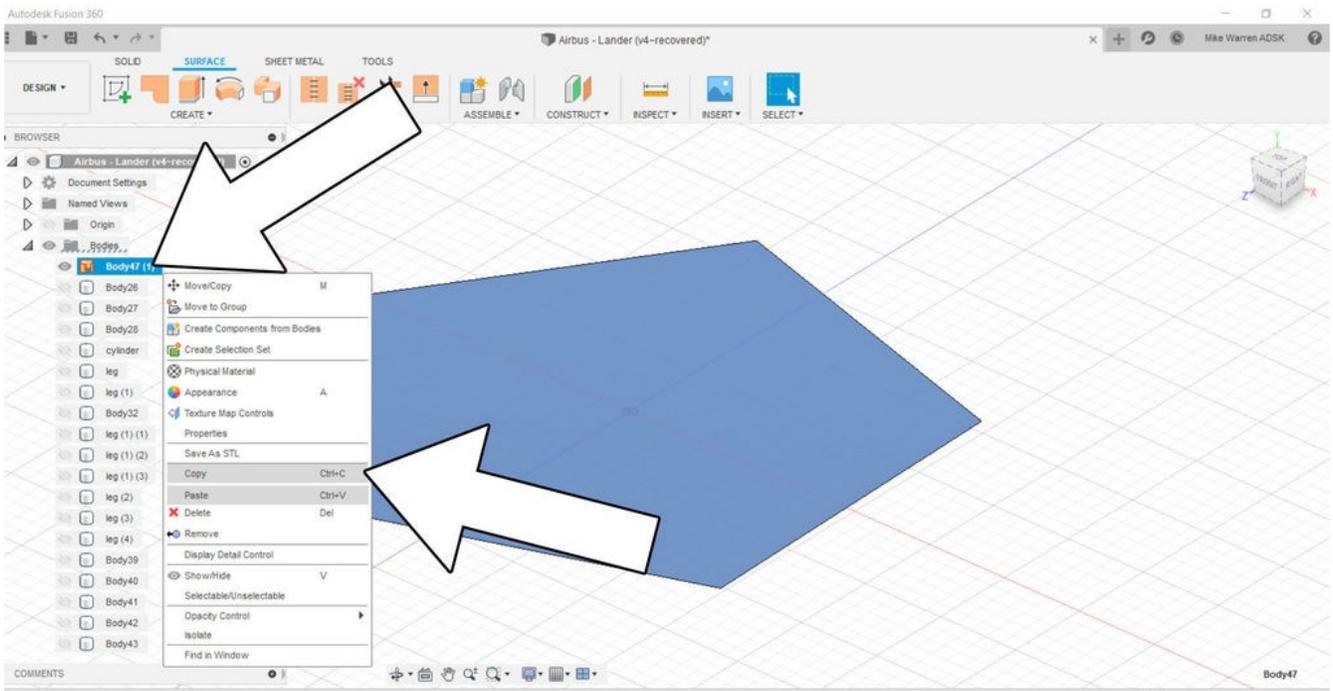
Commençons par créer un polyèdre dans Fusion 360.



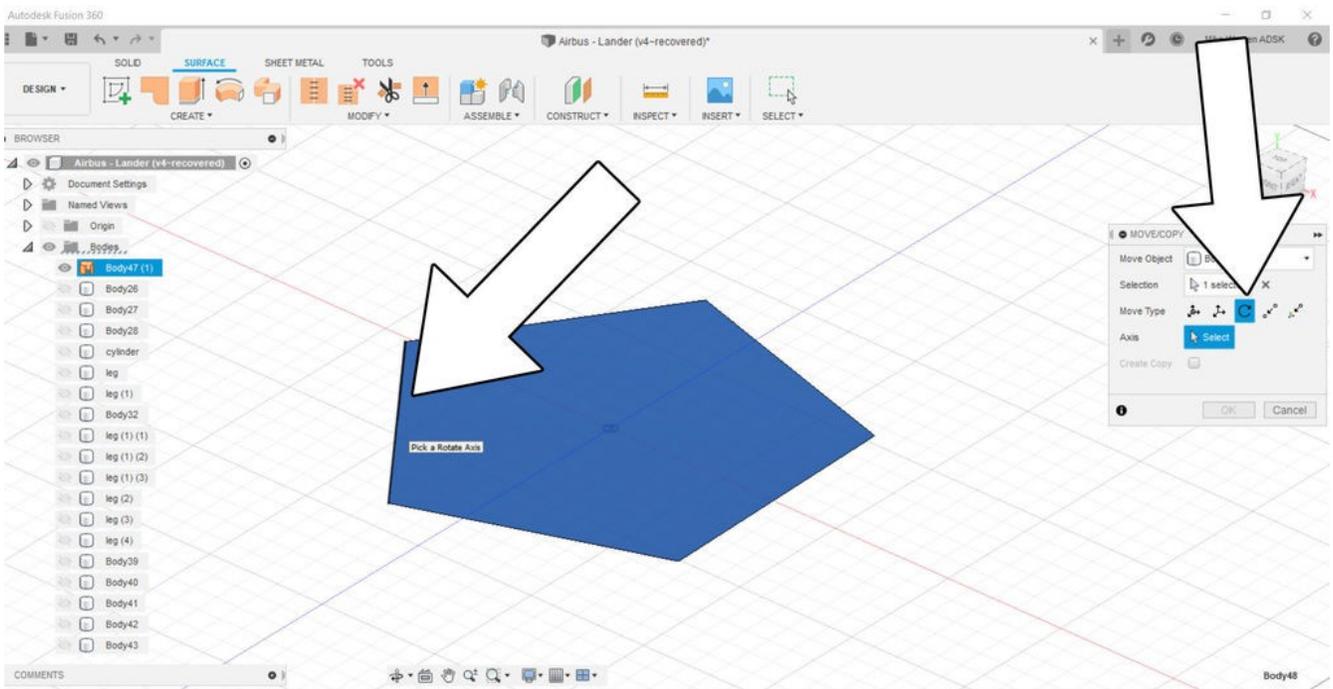
Démarrez une nouvelle esquisse et utilisez le plan du sol comme plan de travail. Sélectionnez Créer > Polygone > Polygone circonscrit. Donnez à votre polygone la taille que vous souhaitez et terminez l'esquisse.



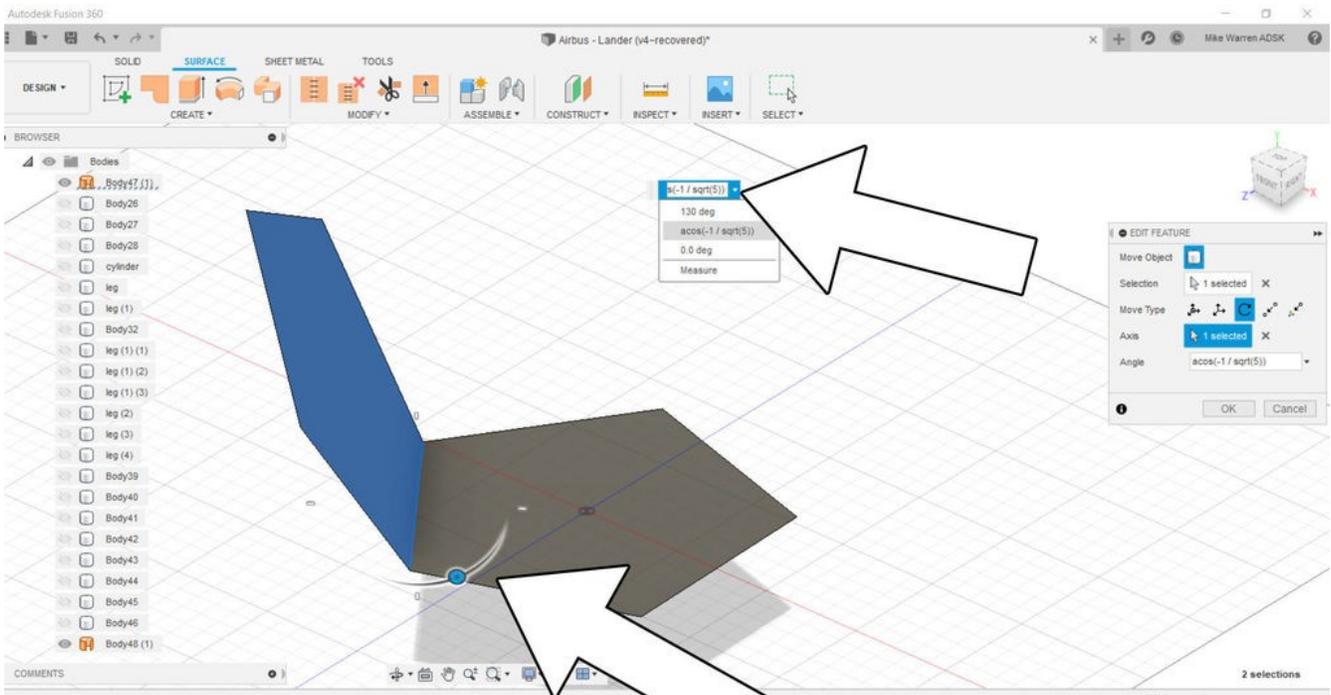
Dans le ruban d'outils supérieur, cliquez sur l'onglet En surface, puis sur l'icône Face fermeture afin d'associer notre esquisse à une surface modifiable.



Dans l'arborescence sur le côté gauche de l'écran, sélectionnez la nouvelle forme de surface et effectuez un clic droit pour afficher un menu contextuel. Nous voulons à présent copier puis coller ce polygone.



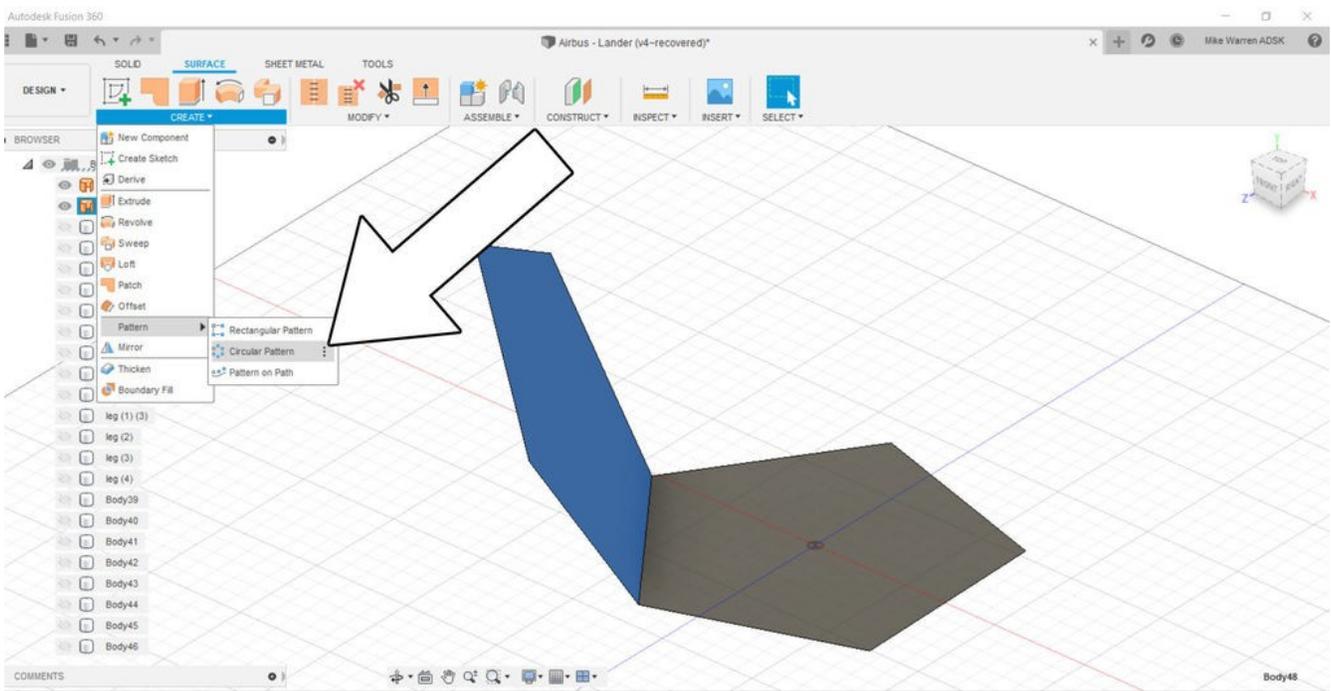
Sélectionnez l'une des surfaces du polygone (l'original ou la copie) et utilisez la commande Déplacer/Copier (M). Le menu qui s'affiche nous permet de spécifier le type de déplacement. Dans le cas présent, nous voulons un mouvement de rotation pour déplacer la surface le long d'un axe de rotation. Ensuite, sélectionnez l'axe autour duquel doit s'effectuer la rotation ; dans le cas présent, sélectionnez un côté du polygone. J'ai choisi le côté gauche, là où la flèche pointe.



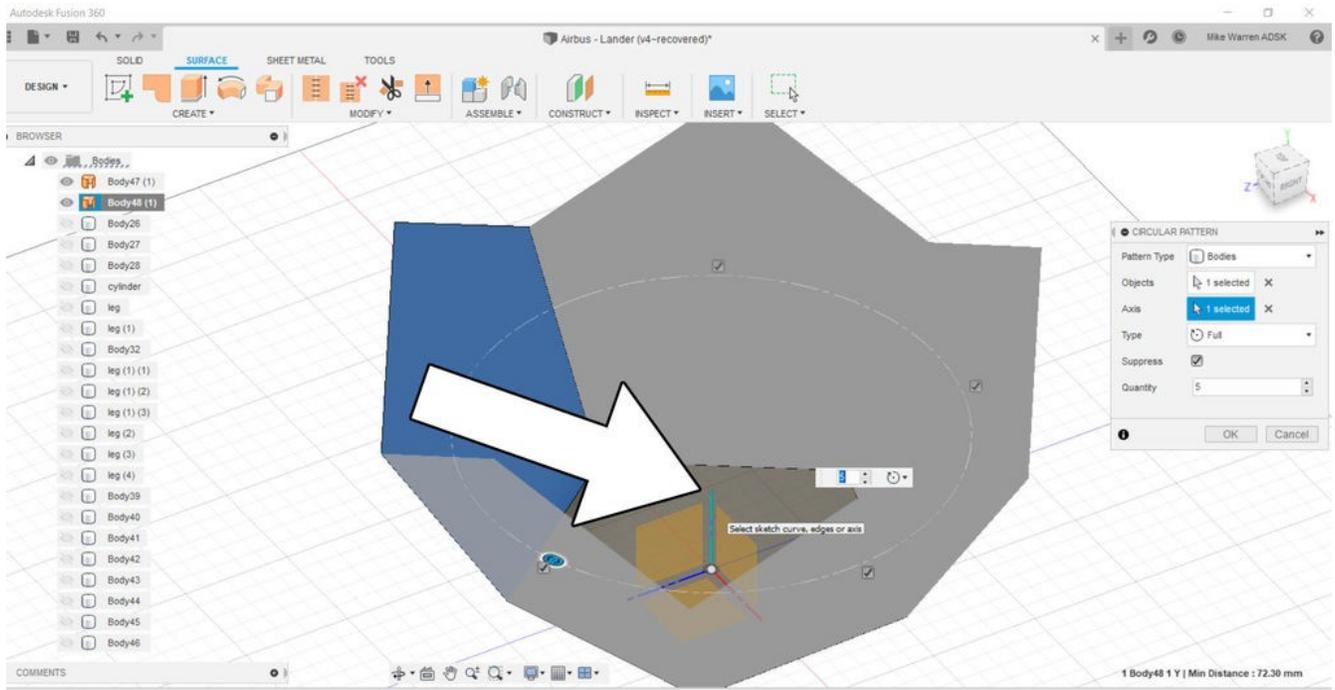
Lorsque vous choisissez un côté pour la rotation, une poignée s'affiche et vous permet de pivoter la pièce manuellement comme vous le souhaitez. Au lieu d'estimer le positionnement à vue d'œil ou d'avoir recours à une valeur numérique, nous utilisons une formule pour obtenir un résultat précis. Dans le champ de texte qui s'affiche lorsque vous essayez d'appliquer une rotation, saisissez cette formule :

`acos(-1/sqrt(5))`

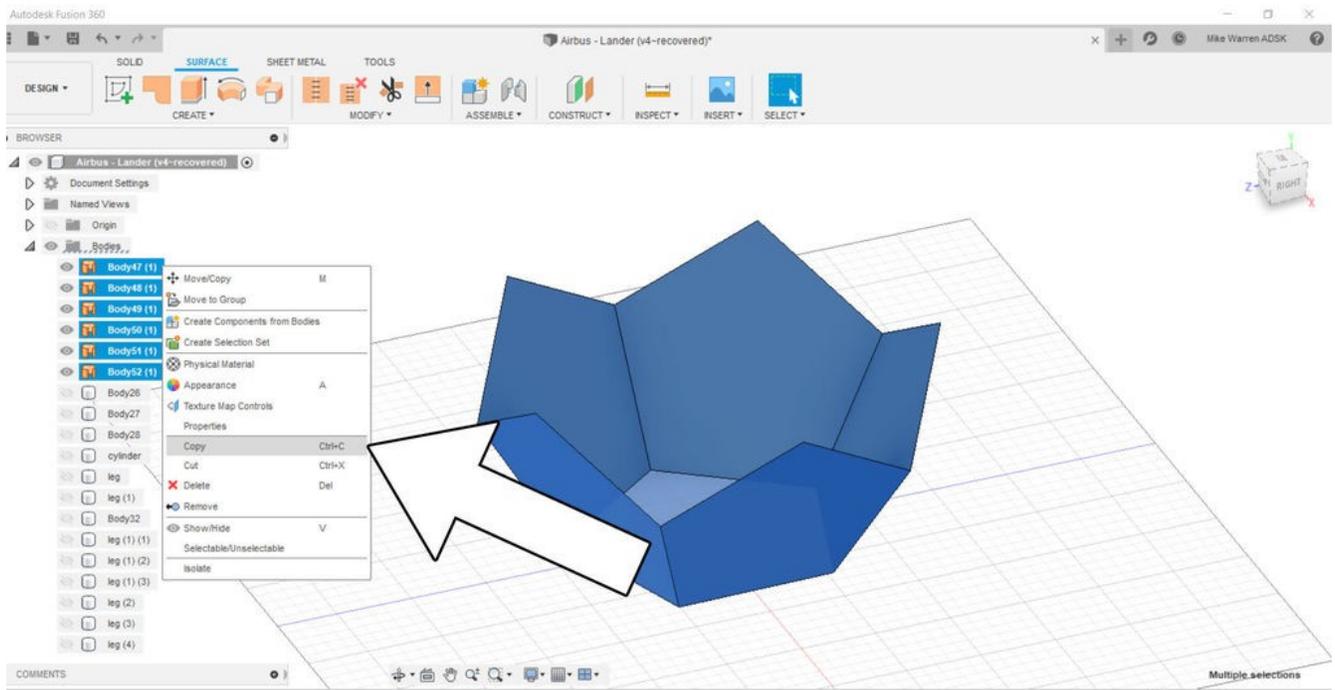
Cette formule nous donne l'angle exact dont nous avons besoin pour obtenir un réseau homogène à partir de cette pièce angulaire et autour de la base afin de former la moitié de notre polyèdre. Cliquez sur OK pour terminer la commande.



Sélectionnez le polygone incliné, puis cliquez sur Créer > Réseau > Réseau circulaire pour créer un réseau autour de la partie inférieure du polygone.

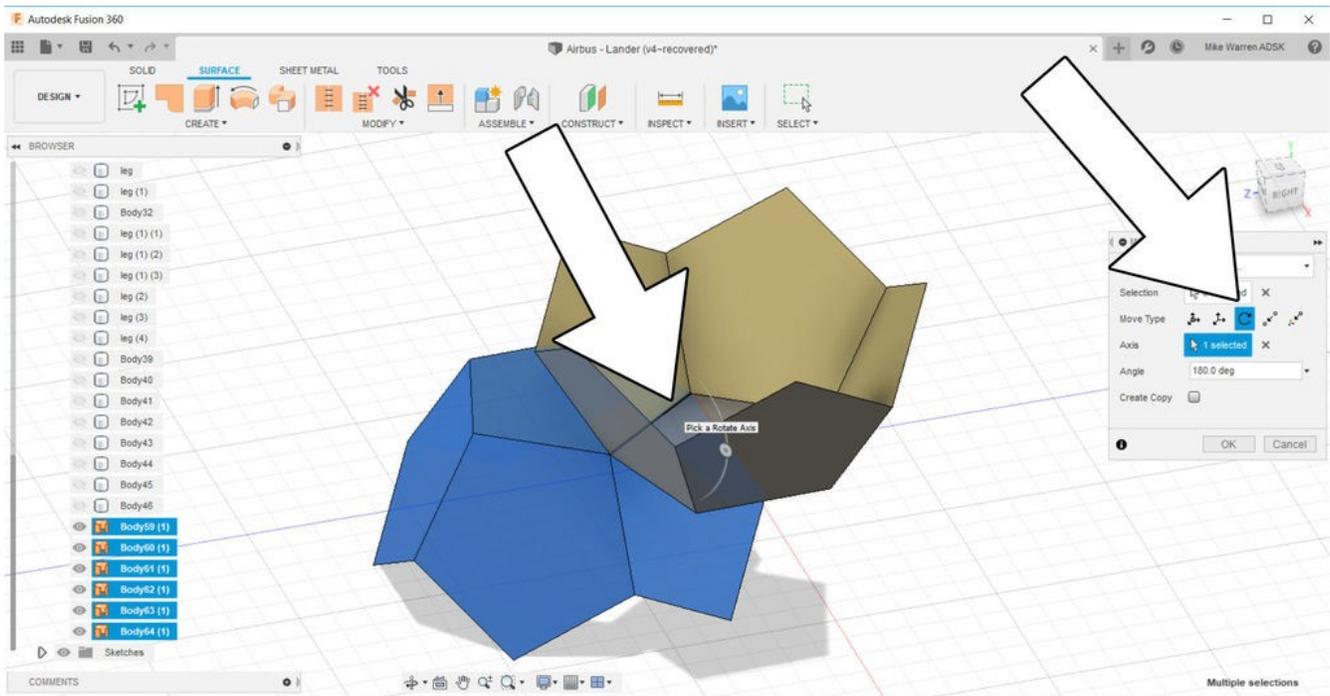


Dans le menu contextuel, choisissez 5 comme nombre d'instances, conformément à la géométrie de base. Cliquez ensuite sur OK pour terminer la commande.

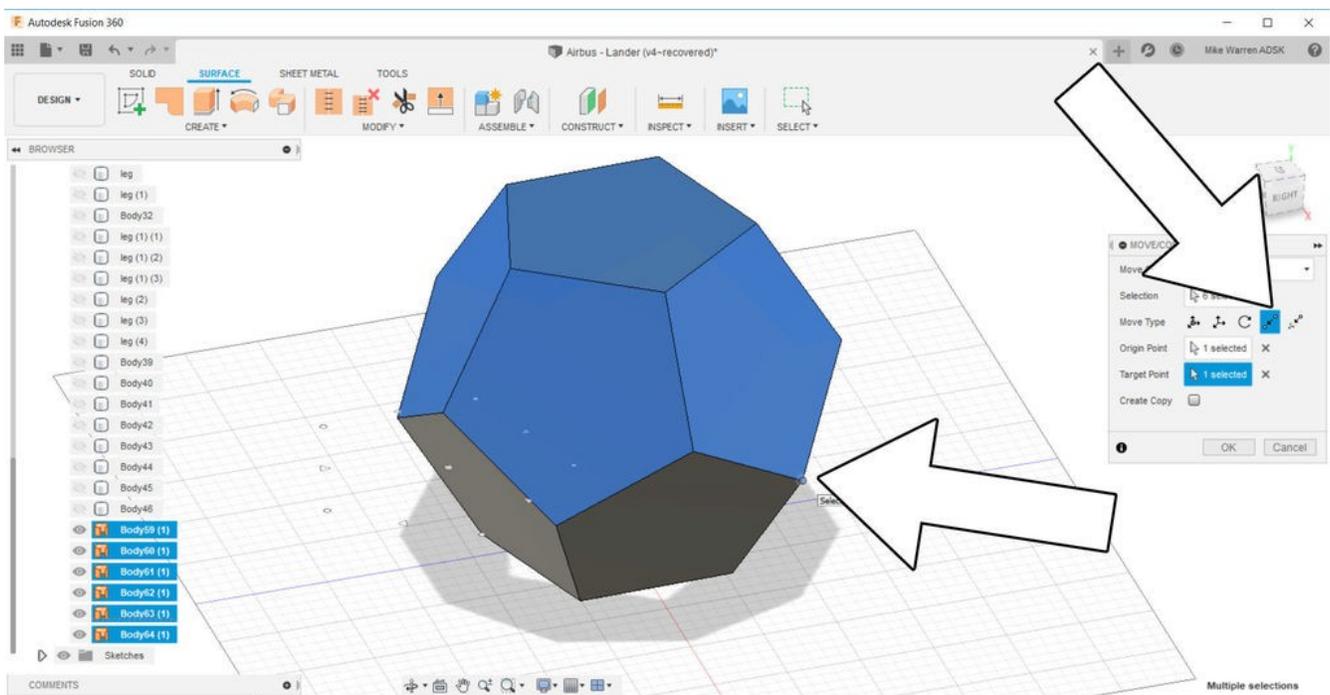


En utilisant les mêmes commandes que précédemment, nous allons copier les formes que nous venons de réaliser, procéder à une copie, puis faire pivoter la copie autour de l'un des bords.

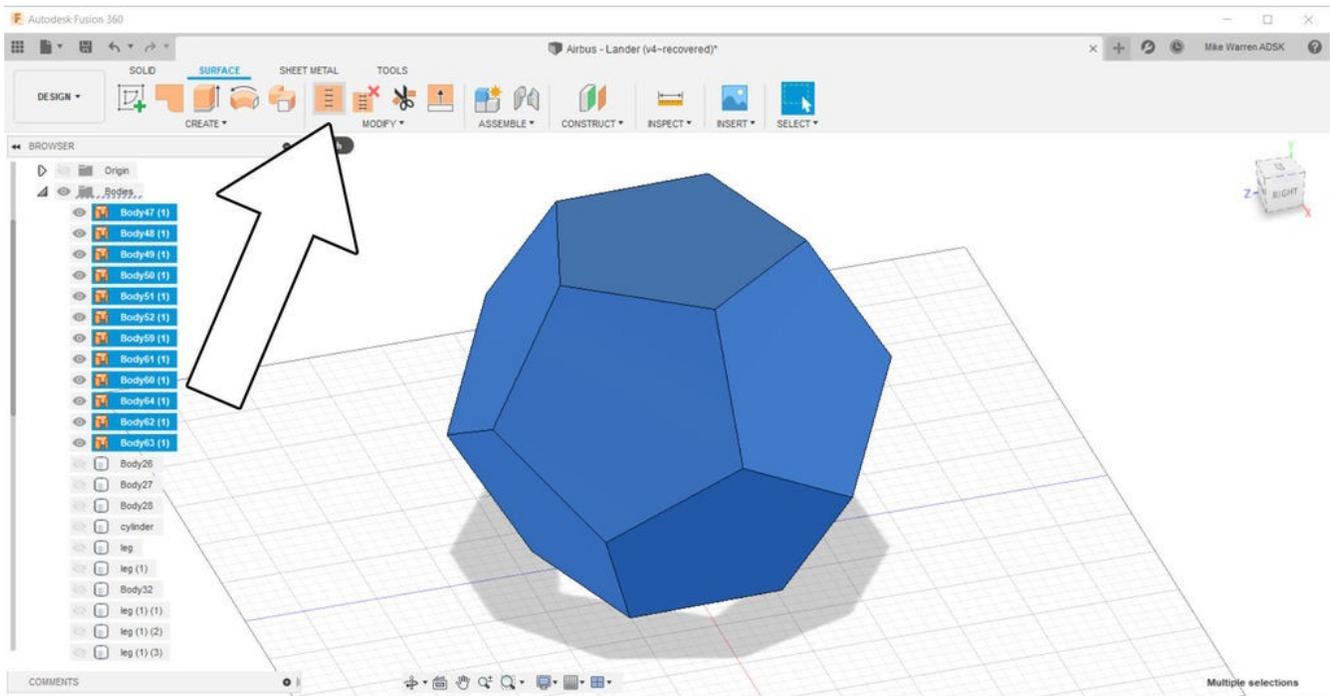
Sélectionnez les 6 surfaces (5 côtés et 1 base), puis effectuez un copier-coller.



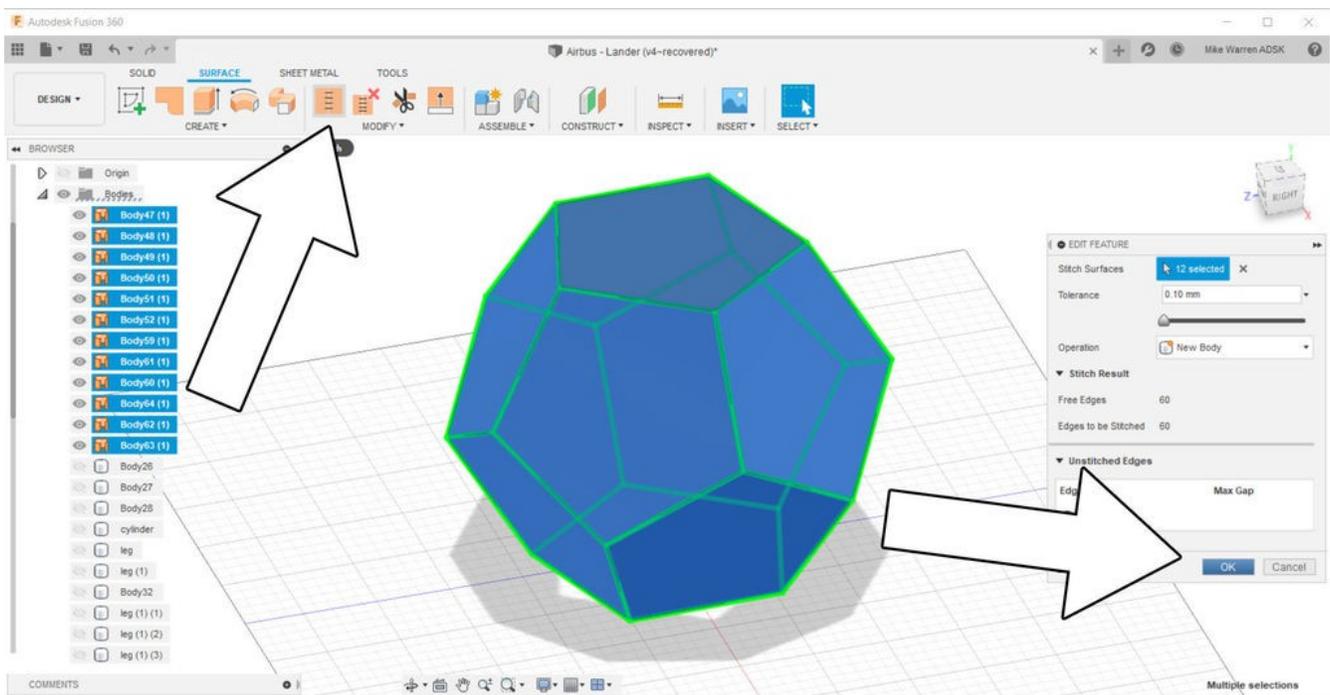
Sélectionnez les copies et utilisez la commande Déplacer/Copier pour afficher le menu contextuel qui permet de réaliser un mouvement de rotation ; utilisez n'importe quel côté de la base pour la rotation. Nous voulons une rotation de 180 degrés. Cliquez sur OK pour terminer la commande.



Comme vous l'avez probablement remarqué, la partie inférieure et la partie supérieure sont correctement orientées mais non alignées. La dernière étape consiste à sélectionner les surfaces auxquelles la rotation a été appliquée, puis à utiliser la commande Déplacer/Copier et le type de mouvement Point à point. Choisissez un sommet parmi les surfaces auxquelles la rotation a été appliquée et sélectionnez le sommet correspondant sur la pièce verticale.



Pour terminer la forme, nous allons assembler les surfaces pour constituer un corps.



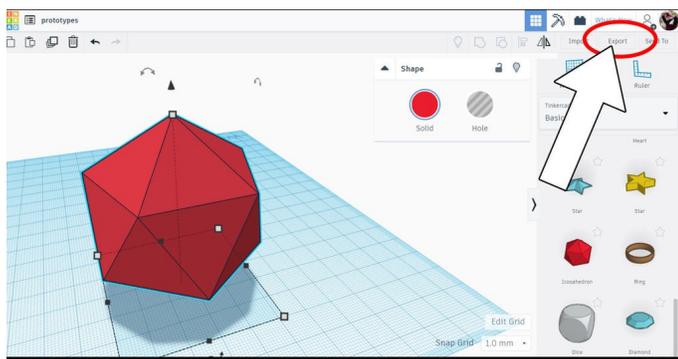
Cliquez sur OK pour terminer la commande.

Vous avez maintenant un polyèdre qui a été conçu dans Fusion 360. Revenez dans l'onglet Solide pour visualiser le corps dans l'arborescence de gauche. Nous l'utiliserons comme capsule pour notre atterrisseur lunaire.

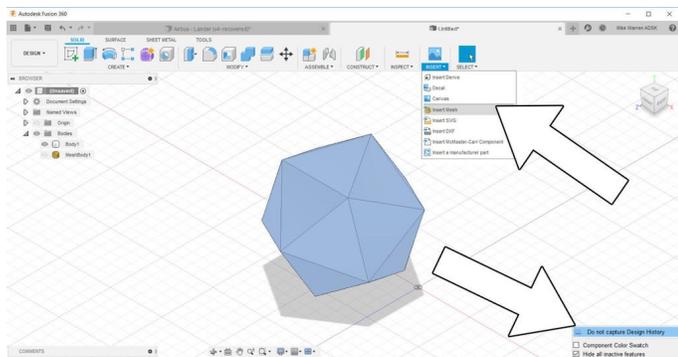
## Étape 2 : polyèdre importé de Tinkercad

Il existe parfois des moyens plus simples de créer des formes de base, comme l'utilisation de Tinkercad. Tinkercad est un logiciel de modélisation gratuit qui s'exécute dans un navigateur Web, et il intègre une bibliothèque regroupant des formes prédéfinies que vous pouvez utiliser.

Commencez une nouvelle conception dans Tinkercad et recherchez la forme Icosaèdre dans la bibliothèque Formes simples sur le côté droit de l'écran.



Déposez cette forme dans le plan de construction. Sélectionnez la forme et cliquez sur Exporter en haut à droite de l'écran pour exporter la forme en tant que fichier STL. Notez l'emplacement où vous sauvegardez ce fichier sur votre ordinateur.



Avant d'importer ce STL dans Fusion 360, nous devons préparer le programme à accepter la géométrie non native dans l'espace de travail. En bas à droite de l'écran de Fusion, cliquez sur

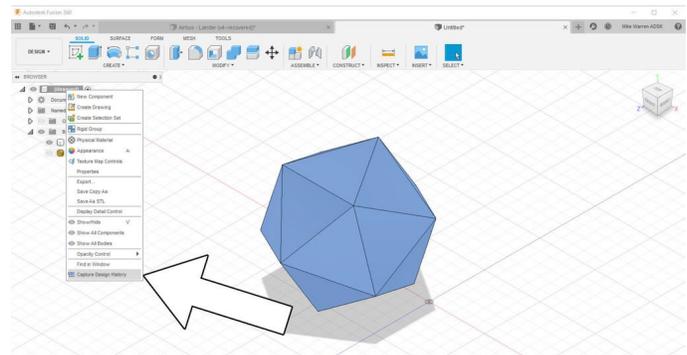
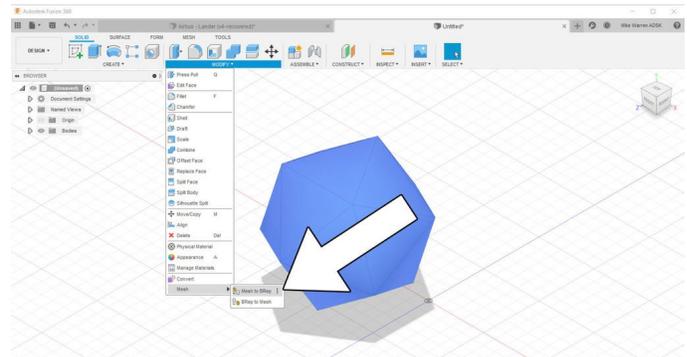
l'icône en forme d'engrenage et sélectionnez Ne pas capturer l'historique de conception. Cette étape est indispensable car Fusion 360 n'a aucun contrôle sur la géométrie externe importée dans le programme. Nous pourrions réactiver l'historique après l'insertion du STL.

Une fois l'historique de conception désactivé, sélectionnez Insérer > Insérer le maillage dans la barre d'outils supérieure. Ensuite, retrouvez votre fichier STL enregistré au préalable et sélectionnez-le pour l'insérer dans la conception.

La dernière étape consiste à sélectionner le STL inséré, puis Modifier > Maillage > Mesh to BRep. Cela permettra de convertir le maillage STL en une forme solide à partir de laquelle nous pourrons travailler.

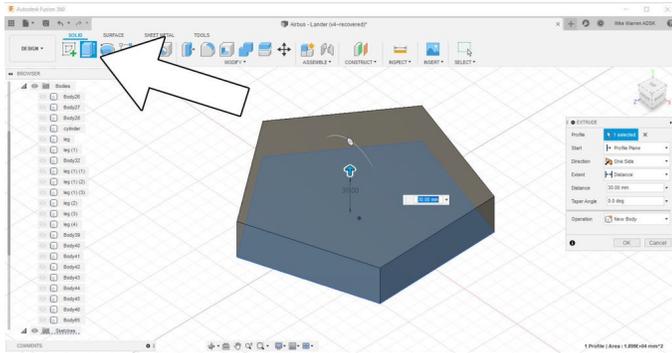
Pour réactiver l'historique de la conception, effectuez un clic droit sur l'élément supérieur de l'arborescence des dossiers sur le côté gauche de l'écran et activez la capture de l'historique de la conception.

C'est à vous de choisir l'outil que vous voulez utiliser pour arriver à cette étape, c'est-à-dire tout faire dans Fusion 360 ou utiliser Tinkercad. Une fois la forme de base de la capsule dans le plan de travail, nous pouvons commencer à concevoir le reste du modèle.

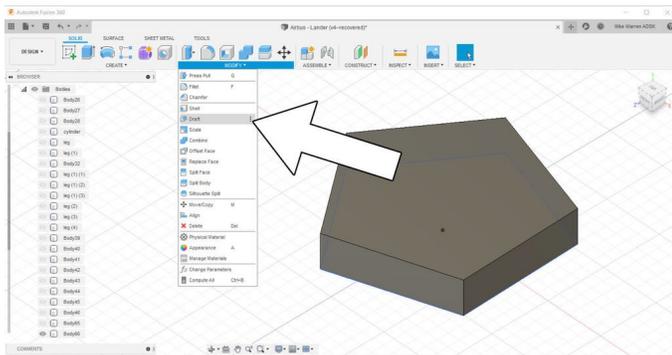


### Étape 3 : base de l'atterrisseur

Après nous être intéressés à la capsule, nous pouvons désormais nous focaliser sur la base de l'atterrisseur lunaire.

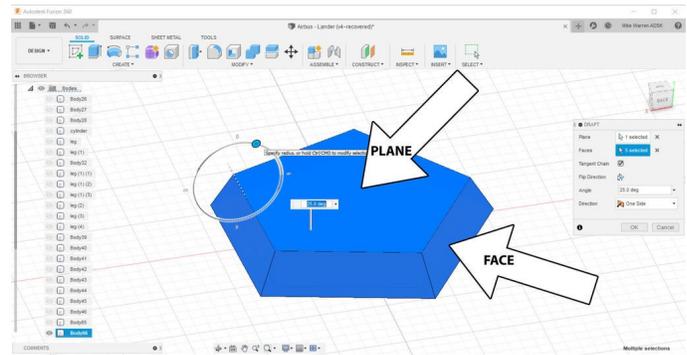


À l'aide de la géométrie de l'esquisse qui nous a permis de réaliser le polyèdre, nous pouvons extruder un nouveau corps.



Nous allons ajouter un cône autour de ce corps pour

incliner les côtés de notre atterrisseur. Pour ce faire, nous utilisons la commande Modifier > Dépouille.

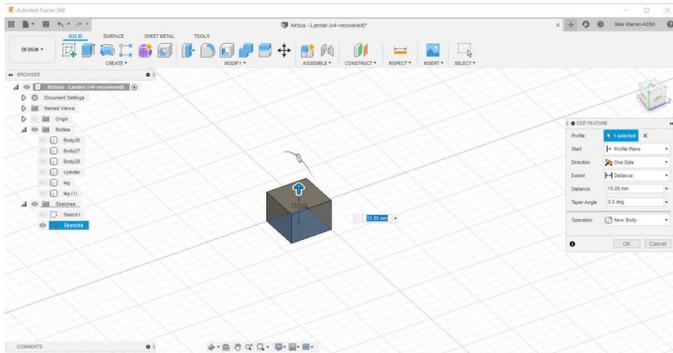


L'option Dépouille étant sélectionnée, un nouveau menu contextuel s'affiche. Sélectionnez le haut du corps en tant que plan, puis sélectionnez chaque côté du corps en tant que faces. Une icône de rotation s'affiche sur le corps et vous permet de définir manuellement l'angle de dépouille par rapport au corps ; j'ai opté pour une valeur de 25 degrés. Lorsque vous êtes satisfait de la forme, cliquez sur OK pour terminer la commande.

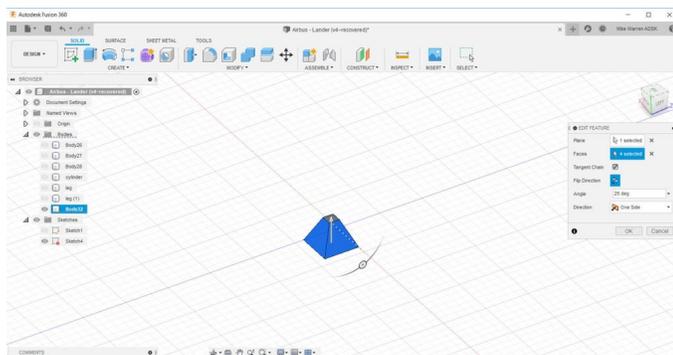
Cette base et le polyèdre forment la partie supérieure de l'atterrisseur lunaire. Nous pouvons positionner correctement ces éléments les uns par rapport aux autres, puis porter notre attention sur le train d'atterrissage.

## Étape 4 : jambes de l'atterrisseur lunaire

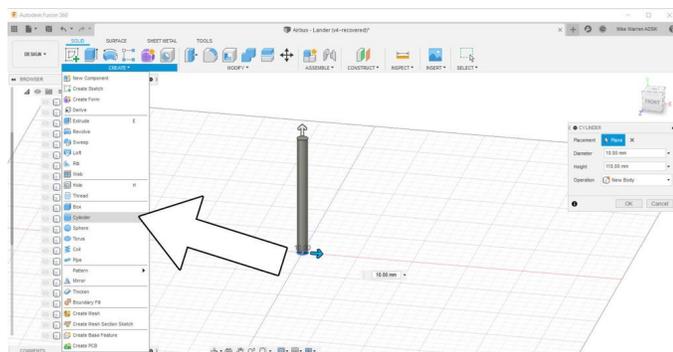
Les jambes de l'atterrisseur sont composées de jambes et d'un pied. Nous allons commencer par le pied.



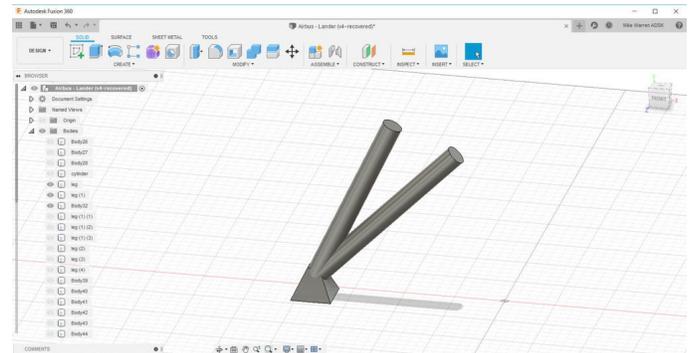
Nous utilisons la même commande Dépouille pour créer une boîte conique pour notre pied d'atterrissage. Sélectionnez Créer > Boîte pour créer une boîte sur le plan du sol ; j'ai utilisé une boîte de 15 mm<sup>3</sup>. Nous pourrions toujours la redimensionner plus tard.



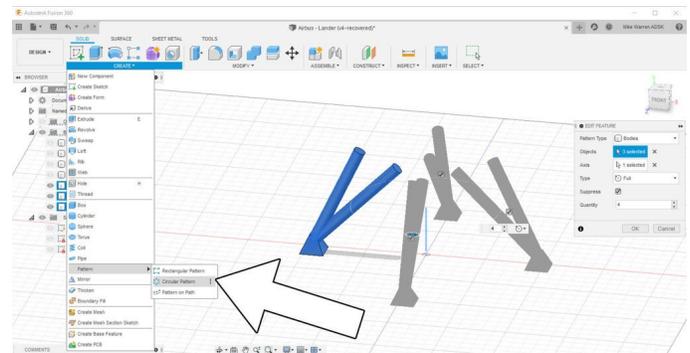
Sélectionnez le corps du pied d'atterrissage puis cliquez sur Modifier > Dépouille pour ouvrir le menu Dépouille. Ensuite, utilisez la partie supérieure comme plan et les côtés en tant que faces, puis déplacez la poignée rotative pour créer les côtés inclinés du pied d'atterrissage.



Pour concevoir les jambes d'atterrissage, j'ai sélectionné Créer > Cylindre et j'ai créé un cercle sur le plan du sol de 10 mm de diamètre, que j'ai étiré en hauteur. Si vous n'êtes pas satisfait de la taille, il existe un outil dans Modifier > Appuyer/Tirer qui vous permet de cliquer sur l'une des faces de la forme et de la pousser ou de la tirer pour lui donner la bonne taille.



Le cylindre a été positionné sur le pied d'atterrissage et a ensuite été pivoté d'environ 15 degrés. Une copie de la jambe d'atterrissage a été réalisée et pivotée de 15 degrés pour doubler les jambes d'atterrissage.



Avec une jambe d'atterrissage terminée, nous pouvons maintenant sélectionner Créer > Réseau circulaire pour réaliser les jambes restantes. J'ai utilisé l'axe vertical du point d'origine sur le plan de construction pour réaliser un réseau autour des jambes. Il suffit de déplacer votre modèle sur le côté si vos jambes sont trop proches du point d'origine.

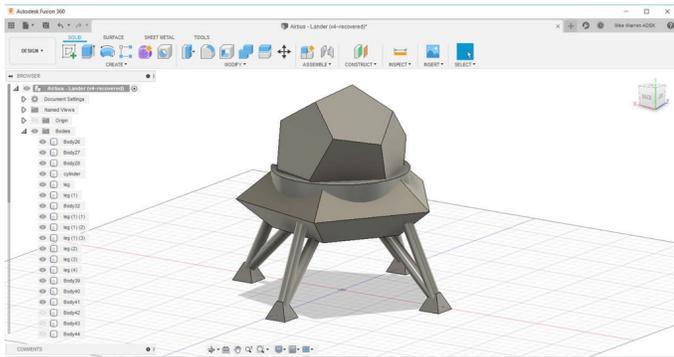
## Étape 5 : bref récapitulatif

Faisons à présent une pause pour voir où nous en sommes avec notre conception. Avec les corps visibles dans l'arborescence à gauche, je peux déplacer les corps là où ils doivent être, en relation les uns avec les autres.

Je trouve que la transition entre la capsule polyédrique et la base dépouillée n'est pas aussi soignée que je le souhaite, aussi j'ai ajouté une autre forme à partir de Créer > Cylindre et je l'ai redimensionnée.

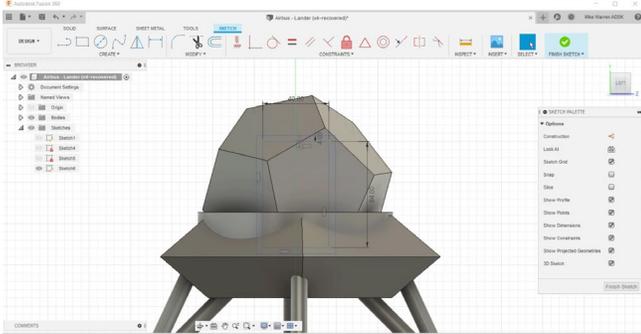
L'avantage des logiciels de conception comme Fusion 360 est que vous pouvez facilement apporter des modifications à votre conception en utilisant l'historique de la chronologie situé au bas de l'écran.

L'historique de la chronologie garde en mémoire toutes les commandes et vous permet de les modifier. Un simple clic droit sur n'importe quelle action et une fonction d'édition permettent de modifier des éléments tels que l'angle de dépouille, le nombre d'éléments dans un modèle et même la géométrie d'une esquisse à partir de laquelle les corps ont été créés.



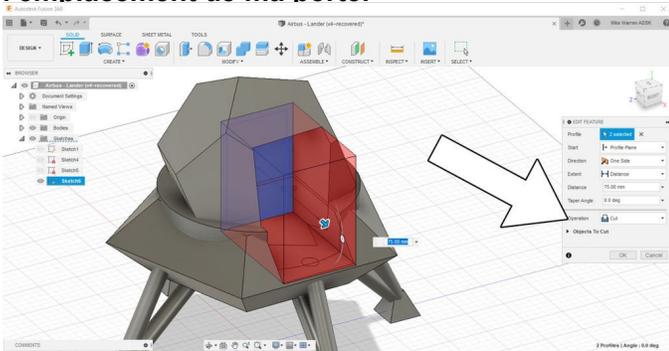
## Étape 6 : trappe d'entrée

La conception de l'atterrisseur principal étant terminée, nous pouvons à présent réfléchir à l'accès à la capsule pour les astronautes. Pour ce faire, nous allons réaliser une nouvelle esquisse et concevoir une porte avec un cadre.



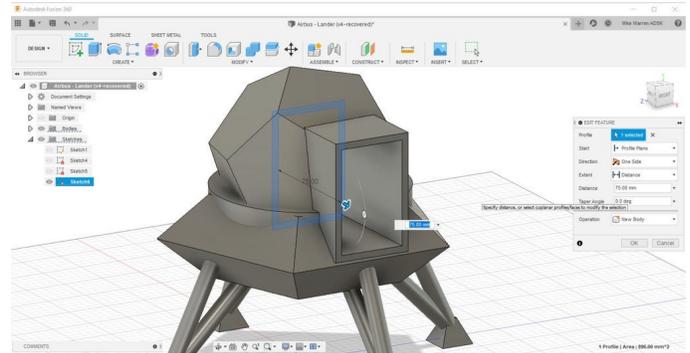
Démarrez une nouvelle esquisse et dessinez sur l'un des plans verticaux. Cela vous permet de voir votre atterrisseur de profil. Sélectionnez Créer > Rectangle et créez la forme d'une porte. Quand la forme de votre porte est prête, et toujours dans l'environnement de l'esquisse, sélectionnez Modifier > Décalage et cliquez sur votre rectangle pour créer un rectangle décalé. Ce décalage constituera le cadre autour de notre entrée. Cliquez sur OK pour terminer l'esquisse.

L'image ci-dessus montre mon esquisse sur le côté de mon atterrisseur. J'ai réalisé une animation car il était difficile de visualiser l'esquisse sous la forme d'une capsule pleine. C'est simplement pour vous montrer l'emplacement de ma porte.

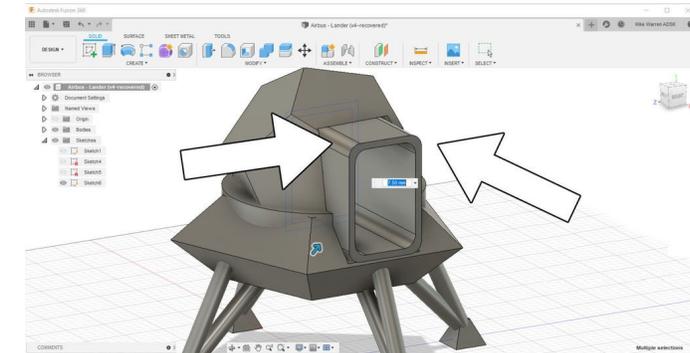


À l'aide du rectangle décalé et du rectangle intérieur, sélectionnez les deux esquisses et cliquez sur Créer > Extrusion, puis tirez l'extrusion à travers la capsule et à partir du menu Extrusion, sélectionnez Découpe comme opération afin de couper la forme de l'esquisse à travers les corps existants. Cliquez sur OK pour terminer la commande.

Nous allons maintenant utiliser uniquement l'esquisse décalée et réaliser une nouvelle



extrusion mais cette fois nous choisissons l'opération Nouveau corps et nous extrayons l'esquisse pour réaliser le cadre de notre entrée. Cliquez sur OK pour terminer l'opération.

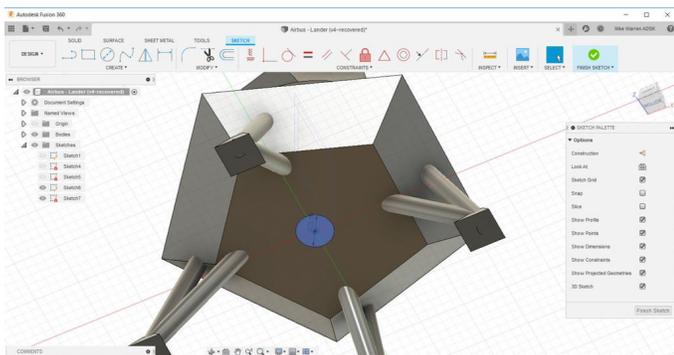


J'ai choisi de réaliser un congé sur les bords de mon entrée. À l'aide de Modifier > Congé, chaque bord des faces extrudées a été sélectionné et pressé vers l'intérieur en utilisant la souris afin d'arrondir les bords.

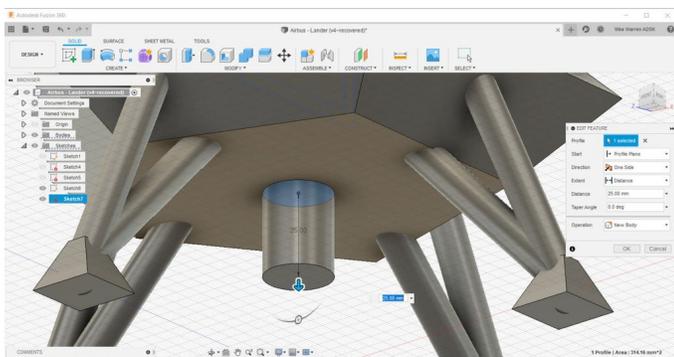
La dernière action a consisté à extruder une dernière fois l'esquisse du rectangle intérieur et à fabriquer un nouveau corps pour la porte à l'intérieur du cadre.

## Étape 7 : propulseurs

Pour réaliser les propulseurs, j'ai commencé une nouvelle esquisse et j'ai sélectionné le bas de l'atterrisseur comme surface d'esquisse.



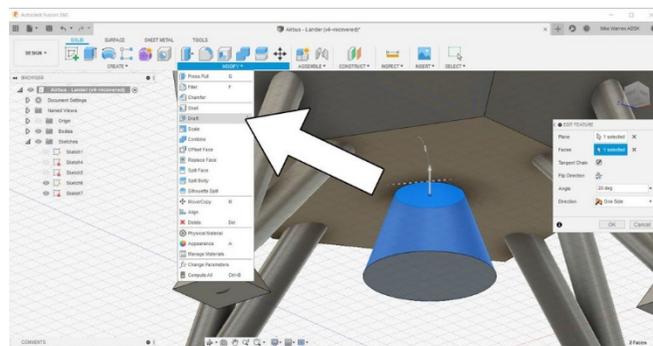
Avec une nouvelle esquisse sur le bas de l'atterrisseur, j'ai sélectionné Créer > Cercle pour dessiner un cercle pour un propulseur. Ensuite, terminez l'esquisse pour revenir à l'interface de modélisation.



À l'aide de Créer > Extrusion, l'esquisse du cercle a été tirée vers le bas pour réaliser un cylindre court.

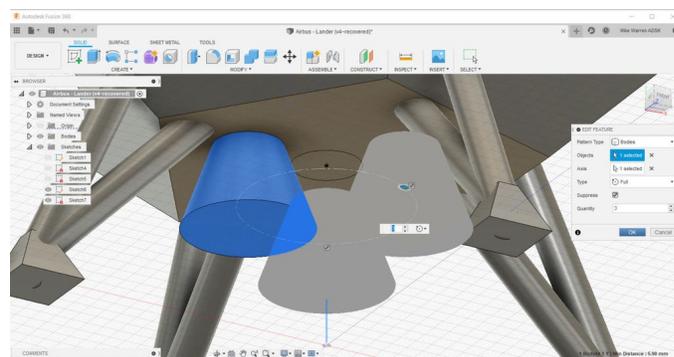
Avec la commande Modifier > Dépouille, nous pouvons effiler le haut du propulsor pour lui donner la forme de cône que les

propulseurs ont généralement. Cliquez sur OK pour terminer la commande.



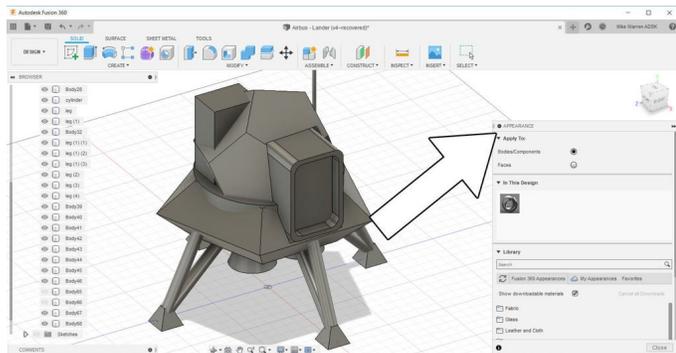
Ensuite, nous déplaçons le corps du propulsor sur le côté. Sélectionnez le corps du propulsor puis Créer > Réseau circulaire pour créer 2 propulseurs supplémentaires en utilisant le centre de l'atterrisseur comme point d'axe. Cliquez sur OK pour terminer la commande.

Cet atterrisseur lunaire est presque terminé. Avec les compétences acquises dans le cadre de cet Instructable, vous pouvez embellir le design pour rendre votre atterrisseur lunaire unique. Peut-être souhaitez-vous ajouter une baie pour stocker plus d'équipements dans votre atterrisseur, ou encore des antennes pour communiquer avec la station lunaire ? Servez-vous de votre imagination pour ajouter de nouveaux éléments conceptuels à votre atterrisseur lunaire.

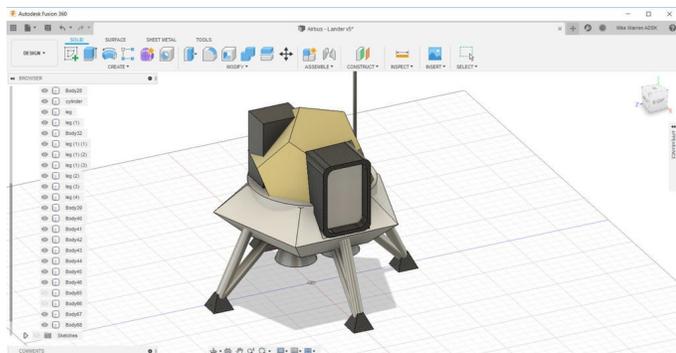


## Étape 8 : apparence

La dernière étape consiste à appliquer quelques couleurs pour l'apparence de votre modèle et raconter l'histoire de votre atterrisseur lunaire. Si les corps ne sont ni combinés, ni regroupés, nous avons la possibilité de colorer chaque élément séparément.



Pour ajouter des textures de matériaux, utilisez **Modifier > Apparence** pour faire apparaître le menu Apparence. Parcourez les dossiers des matériaux et couleurs. Faites glisser le matériau de votre choix depuis le dossier et déposez-le sur un composant pour qu'il change d'apparence.



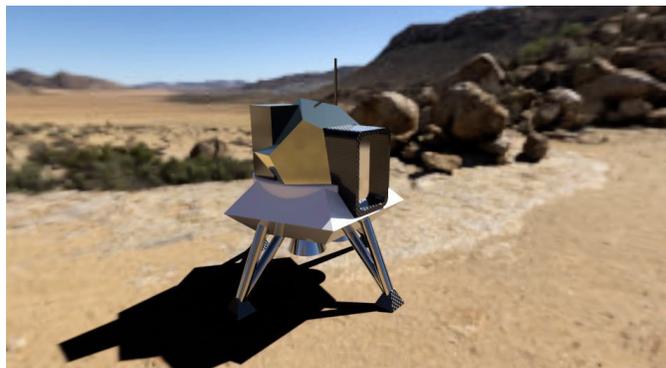
## Étape 9 : amenez votre concept vers de nouveaux sommets !

Ce tutoriel a été créé dans le cadre du Moon Camp Challenge, un concours annuel de conception 3D organisé par l'Agence spatiale européenne et Airbus Foundation, en partenariat avec Autodesk.

Ce défi est relayé en France par le CNES dans le cadre du programme [ESERO France](#). Découvrez de nombreux autres tutoriels de conception 3D en rapport avec la Lune traduits en français sur les pages du [projet Moon Camp](#) et des [tutoriels en ligne](#) du site ESERO France.

Si vous êtes prêt à relever le défi, rendez-vous sur la [plateforme du concours](#) et soumettez vos projets pour tenter de remporter des prix incroyables !

Voici à quoi ressemble mon atterrisseur après l'application d'une nouvelle apparence. De là, vous pouvez utiliser l'option de rendu à partir du menu déroulant en haut à gauche pour créer un rendu de votre atterrisseur et voir à quoi ressemblent vos matériaux.



Lorsque vous aurez terminé, téléchargez votre atterrisseur lunaire conçu dans Fusion 360 dans les commentaires ci-dessous. Bonne réalisation :) )